

2023년도 한국소성·가공학회

추계학술대회 초록집

2023년 11월 9일(목)~10일(금)

제주 소노캠 리조트

일 정 | 2023년 11월 9일(목)~10일(금)

장 소 | 제주 소노캠 리조트

주 최 | (사)한국소성·가공학회

후원사 | 한국재료연구원 파워유닛스마트제조센터

한국생산기술연구원 대구뿌리기술지원센터

부곡스텐레스(주)

(주)엠에프알씨

오토폼엔지니어링코리아

(주)진합

한국이에스아이(주)

(주)씨에이이테크놀러지

한국시물레이션기술(주)

핵사곤(구.MSC소프트웨어)

(주)씨티알

(주)화신

(주)스페이스솔루션

한국표준과학연구원



사단
법인

한국소성·가공학회

The Korean Society for Technology of Plasticity and materials processing

제 1 발표회장

2023년 11월 9일(목)

▶▶WEST 6층 그랜드볼룸

○일반 발표 - 박판성형1		좌 장: 봉혁중 (한국재료연구원)
13:50~14:05	KSTP_2023B_085	유한요소 해석을 통한 롤러 오프셋 공정 알루미늄 강판의 뒤틀림 최소화 한동훈*(한국과학기술원), Lu Huang, Thomas B. Stoughton, 최현성, 윤정환
14:05~14:20	KSTP_2023B_002	고강도 차체 구현을 위한 핫스탬핑 공정의 영향 인자 연구 윤승채*(현대제철연구소), 공제열, 박재명, 박계정, 현주식, 정유동, 오인석
14:20~14:35	KSTP_2023B_005	와이어 사용 여부에 따른 액중 방전 성형 실험을 통한 SUS430 소재의 자유 별장 성형성 비교 장윤호*(부산대학교), 김 정
14:35~14:50	KSTP_2023B_067	열 이력 및 부하 압력 별 핫스탬핑 공정 마모에 대한 연구 지민기*(인천대학교), 손현성, 전태성
14:50~15:05	Coffee Break	
○일반 발표 - 박판성형2		좌 장: 노우람 (안동대학교)
15:05~15:20	KSTP_2023B_003	핫스탬핑 공정의 Heat Transfer를 고려한 변형 거동 연구 윤승채*(현대제철연구소), 공제열, 박재명, 박계정, 현주식, 정유동, 문명수
15:20~15:35	KSTP_2023B_019	DP980 판재의 결정 소성 해석 및 응력 풀림 분석 전보혜*(국립창원대학교), 이신영, 이재성, 정영웅
15:35~15:50	KSTP_2023B_135	타발 데미지 효과를 고려한 초고강도강의 구멍확장비 연구 이승호*(서울대학교), 조우진, 정병석, 정든봄, 이제웅, 김성일, 한흥남
15:50~16:05	KSTP_2023B_068	알루미늄 합금 스탬핑 공정에 대한 극저온 성형 연구 지민기*(인천대학교), 노연주, 김예름, 최이천, 김용배, 임성식, 전태성

* 18:20~19:00 정기총회 및 시상식

* 19:00~ Banquet

제 2 발표회장

2023년 11월 9일(목)

▶▶EAST 1층 다이아몬드

○일반 발표 - 단조1		좌 장: 이상곤 (한국생산기술연구원)
13:35~13:50	KSTP_2023B_121	열간 압연용 워크 롤로 사용되는 1.6 wt% C 고탄소강의 동적 재결정 거동 및 미세조직 변화 안유정*(한국생산기술연구원), 전재열
13:50~14:05	KSTP_2023B_110	저변형경화 재료의 단조에서 마찰현상 전만수*(경상국립대학교), NURHIDAYAH ABD HAMID, 최정묵
14:05~14:20	KSTP_2023B_066	대형 링롤링의 성형변수에 따른 불량유형 연구 홍준표*(중원대학교), 김승우, 송정우, 강종훈
14:20~14:35	KSTP_2023B_167	회전단조에서 공정 변수에 따른 Inconel 706 합금의 미세조직 및 기계적 특성 분석 조성우*(한국재료연구원), 이영선, 윤은유, 이상용, 우영윤
14:35~14:50	Coffee Break	
○일반 발표 - 단조2		좌 장: 홍석무 (국립공주대학교)
14:50~15:05	KSTP_2023B_111	Deformation of an ejector pin during automatic multistage cold forging of an automobile wheel nut NURHIDAYAH ABD HAMID*(경상국립대학교), 강성묵, 이광희, 전만수
15:05~15:20	KSTP_2023B_050	인공신경망을 이용한 Al 6056 T6 열처리 파라미터 최적화 송정우*(중원대학교), 김승우, 홍준표, 강종훈
15:20~15:35	KSTP_2023B_046	준안정 Ti-5Mo-xFe 타이타늄 합금의 동적 재결정에 미치는 공정변수의 영향 진인경*(국립순천대학교), 이동근
15:35~15:50	KSTP_2023B_168	항복비제어강의 T-shape 압축변형에 따른 잔류 오스테나이트 변태량 및 기계적 특성 분석 문지훈*(한국재료연구원), 이영선, 윤은유, 이상용, 우영윤
15:50~16:05	Coffee Break	
○일반 발표 - 플라스틱가공		좌 장: 유명은 (한국기계연구원)
16:05~16:20	KSTP_2023B_159	전혈에서 cfDNA와 CTC 동시 분리가능한 액체생검용 사출금형 설계기술 개발 황철진*(한국생산기술연구원), 이정원, 홍석관, 이성훈
16:20~16:35	KSTP_2023B_160	비소세포폐암 EGFR유전자 변이 검출용 액체생검 카트리지 및 사출 금형 설계 기술 개발 황철진*(한국생산기술연구원), 이정원, 강정진, 황택용, 이성훈

* 13:00~13:30 기초강연 I (JSTP)

* 17:05~18:05 기초강연 II, III (강연식, 서송원)

제 3 발표회장 I

2023년 11월 9일(목)

▶▶EAST 1층 에메랄드

○특별세션1 - 고성능 부품제조를 위한 금형공구용 소재기술개발 심포지엄		좌 장: 손동민 (세아창원특수강) 고성능 장수명 공구금형강 개발
09:30~09:45	KSTP_2023B_138	고성능 공구강 소재 개발 현황 및 이슈 김형신*(세아창원특수강)
09:45~10:00	KSTP_2023B_025	Premium grade Hot-work Tool Steel(PHTS)에서의 V 및 Mo 첨가에 따른 Carbide Precipitation과 Heat-checking Propagation의 상관관계 윤국태*(대구기계부품연구원), 홍창완, 김주엽, 이락규, 김성호, 손동민
10:00~10:15	KSTP_2023B_127	내식성 향상 정밀 플라스틱 사출용 금형강 소재 개발 배재민*(세아창원특수강)
10:15~10:30	KSTP_2023B_038	적층제조 H13/상용 H13 동시 적용 환경에서의 결함 발생 인자에 대한 조사 및 원인 고찰 김성호*(포항공과대학교), 김성준
10:30~10:45	Coffee Break	
○특별세션1 - 고성능 부품제조를 위한 금형공구용 소재기술개발 심포지엄		좌 장: 구용모 (창성) 고성능 적층제조형 금형 분말소재 개발
10:45~11:05	KSTP_2023B_023	금속 적층제조 L-DED 및 MEAM 공정들을 이용한 D2 공구강의 제조, 미세조직 및 기계적 물성 이기안*(인하대학교), 박정현, 조용훈, 김진영, 구용모, 백소령
11:05~11:25	KSTP_2023B_063	내마모 부품의 수명향상을 위한 DED 방식 적층공정 적용 김성욱*(포항산업과학연구원), 천창근
11:25~11:45	KSTP_2023B_112	냉간프레스 전단금형 수리, 보수를 위한 DED 공정 시뮬레이션 기술 개발 박성진*(㈜신영), 서종덕, 성지현, 김우성, 이재욱

제 3 발표회장 II

2023년 11월 9일(목)

▶▶EAST 1층 에메랄드

○특별세션2: 첨단산업용 고청정 소재/부품 제조기술 개발 심포지엄 (부제)고청정 합금 튜브 인발 공정기술 좌 장: 이승욱 (세아창원특수강)		
13:30~13:35	개 회 사	
13:35~13:50	KSTP_2023B_081	첨단산업용 특수봉강 기술개발 사업 소개 및 사업화 지원 현황 김태윤*(한국금속재료연구조합), 이승욱, 이진모, 박만호
13:50~14:05	KSTP_2023B_042	회전계용 고청정 내마모 특수강 및 대형 정밀기어부품(1,000mm~3,000mm) 제조 기술개발 이재훈*(주태웅), 이진모, 김남용, 허상현, 오일영
14:05~14:20	KSTP_2023B_044	고청정 내마모 특수강 소재를 이용한 대형기어 제조 공정의 연구 윤상문*(우림피티에스)
14:20~14:35	KSTP_2023B_140	기어박스용 고청정강의 불순물 및 개재물 제어방안 검토 강영조*(동아대학교), 심상철, 강신근
14:35~14:50	Coffee Break	
○특별세션2: 첨단산업용 고청정 소재/부품 제조기술 개발 심포지엄 (부제)고청정 합금 튜브 인발 공정기술 좌 장: 김덕령 (세아창원특수강)		
14:50~15:05	KSTP_2023B_147	반도체 산업 고부식성 가스 사용 공정 소개 조일동*(SK하이닉스)
15:05~15:20	KSTP_2023B_053	반도체용 고청정 SUS316L 봉강 및 무게목 강관 소재의 품질 개선 현황 정세진*(세아창원특수강), 이승욱, 김덕령, 강수석, 이강희, 안세호, 김한규, 김태윤
15:20~15:35	KSTP_2023B_060	유한요소해석을 이용한 압출 공정의 표면결함 저감을 위한 설계 최병진*(주에프엠케이), 임형철, 천세환, 최창혁
15:35~15:50	KSTP_2023B_157	반도체산업용 고청정 316L 스테인리스강 제조를 위한 턴디시 조업기술 박주현*(한양대학교)
15:50~16:05	Coffee Break	
○특별세션2: 첨단산업용 고청정 소재/부품 제조기술 개발 심포지엄 (부제)고청정 합금 튜브 인발 공정기술 좌 장: 박만호 (주아스플로)		
16:05~16:20	KSTP_2023B_165	반도체 8대 공정에서 금속소재 응용 이광주*(Swagelok)
16:20~16:35	KSTP_2023B_080	반도체 산업용 극청정 특수강 부품개발 및 실증평가기술개발 박만호*(주아스플로)
16:35~16:50	KSTP_2023B_020	반도체용 게스 공급용 SUS316L 소재의 전해연마 공정조건에 따른 표면처리 효과 공만식*(고등기술연구원), 양현석, 정우철
16:50~17:05	KSTP_2023B_045	분말 입도에 따른 고기공율 금속분말 필터 제조 윤중열*(한국재료연구원), 김민지, 윤수진, 김현주, 박만호
17:05~17:20	KSTP_2023B_048	전해연마한 반도체 공정용 STS316L 강관재의 부식 및 용접 특성 이현승*(한국항공대학교), 이돈희, 한승호, 김강산, 장시영

제 4 발표회장

2023년 11월 9일(목)

▷▶EAST 2층 루비

○일반 발표 - 소재응용1		좌 장: 정영웅 (국립창원대학교)
13:35~13:50	KSTP_2023B_154	전류 처리가 탄화물의 상변태 및 석출에 미치는 영향 연구 이시환*(서울대학교), 김이재, 최호욱, 채준영, 한흥남
13:50~14:05	KSTP_2023B_120	알루미늄-철 이종 용접부의 국부적 물성 변화 측정 조동혁*(한국과학기술원), Hassan Ghassemi-Armaki, Blair E. Carlson, Thomas B. Stoughton, 윤정환
14:05~14:20	KSTP_2023B_062	Mg 용탕 내 Ca 함량이 금속 용탕 탈성분법으로 제조되는 Mg/Ti 복합재료의 미세조직에 미치는 영향 장지은*(경북대학교), 이승호, 주수현, 박성혁
14:20~14:35	KSTP_2023B_024	수소 장입이 Ti 합금의 미세조직 및 기계적 특성에 미치는 영향에 관한 연구 이효주*(한밭대학교), Sam Yaw Anaman, 최정묵, 박이주, 이근호, 박준식, 조훈휘
14:35~14:50	Coffee Break	
○일반 발표 - 소재응용2		좌 장: 조훈휘 (한밭대학교)
14:50~15:05	KSTP_2023B_004	마찰교반처리를 통한 알루미늄/산화 그래핀 복합재의 제조 및 특성화 유한결*(한밭대학교), Soumyabrata Basak, Mounarik Mondal, Sam Yaw Anaman, Puspendu Guha, 권덕황, 신은주, 홍성태, 조훈휘
15:05~15:20	KSTP_2023B_116	딤러닝 기반 의미론적 분할을 활용한 열가소성 복합재료 단일 접침 접합부의 파단면 분석 손승옥*(한국생산기술연구원), 최현석, 전용준, 김동원
15:20~15:35	KSTP_2023B_057	결정소성 유한요소해석을 통한 알루미늄 박판 소재의 미세조직 및 기계적 거동 예측 이성호*(한국재료연구원), Chitturi Veerendra, Mohanraj Murugesan, 이건영, 장효선, 김지훈, 조재형
15:35~15:50	KSTP_2023B_034	단점소성 균일동등체 기반 다결정 모델을 활용한 Mg-10Gd 압출재의 기계적 거동과 집합조직 영향 분석 이재성*(국립창원대학교), 정영웅
15:50~16:05	Coffee Break	
○일반 발표 - 소재응용3		좌 장: 조재형 (한국재료연구원)
16:05~16:20	KSTP_2023B_014	분산형 단체 케이스의 노치형상 별 균일파단효과에 관한 연구 박준효*(㈜풍산), 전진우, 박주성, 김주영, 서송원, 유재현
16:20~16:35	KSTP_2023B_146	반응표면법을 이용한 대형 수소 전기 트럭의 배터리 캐리어의 중량 개선 모델 설계 황순재*(국립공주대학교), 오민성, 설우철, 우문규, 정영구, 홍석무
16:35~16:50	KSTP_2023B_069	전기 저항을 통한 연속적 공극 체적 분율 측정 및 GTN 모델 계수 결정 장택진*(한국과학기술원), 김종봉, 안준영, 이성진, 윤정환

제 5 발표회장 I

2023년 11월 9일(목)

▷▶EAST 2층 사파이어

○특별세션5 - 경량 다층 소재의 차체 부품 구조 최적화 및 활용에 관한 연구		좌 장: 배기만 (㈜일지테크)
09:30~09:45	KSTP_2023B_087	경량 다층 클래드 소재가 적용된 일체형 패키지 트레이 모듈 성형에 관한 특성 연구 박상울*(㈜영진), 송윤갑, 배기만, 오보라미, 김태엽, 김민중, 윤용한
09:45~10:00	KSTP_2023B_056	경량 다층 소재 일체형 차체 부품 설계 및 응용 기술 연구 오보라미*(㈜일지테크), 배기만, 박상울, 김태엽, 김민중, 윤용한
10:00~10:15	KSTP_2023B_104	경량 다층 클래드 메탈의 제조 및 특성연구 김민중*(㈜한국클래드텍), 박철민
10:15~10:30	KSTP_2023B_037	이중 소재 용접/접합 기술에 관한 연구 김태엽*(㈜케이테크), 배기만, 오보라미, 박상울, 김민중, 윤용한
10:30~10:45	KSTP_2023B_043	경량 다층 소재 적용 차체 부품의 전산해석적 성능평가 연구 윤용한*(재)경북하이브리드부품연구원, 나혜중, 박상울, 송윤갑, 배기만, 오보라미, 김태엽, 신창열, 김재환, 김민중, 심재술
10:45~11:00		토 론

제 5 발표회장 II

2023년 11월 9일(목)

▷▶EAST 2층 사파이어

○일반 발표 - 공정계산역학1		좌 장: 김지훈 (부산대학교)
13:35~13:50	KSTP_2023B_144	가상필즈법을 활용한 Nimonic 판재의 유한요소해석 없는 연성 파단 모델 재료 상수 최적화 김찬양*(한국재료연구원), 이진우, 봉혁중, 이명규
13:50~14:05	KSTP_2023B_096	인장시험에서 DIC 변형률과 하중을 동시에 고려한 GISSMO 손상 계수 결정법 이상민*(국립공주대학교), 홍석무
14:05~14:20	KSTP_2023B_078	초고강도 판재의 새로운 점진 금형 성형을 위한 유한요소해석 모델링에 관한 연구 이진우*(울산대학교), 봉혁중, 김대용
14:20~14:35	KSTP_2023B_065	ABS 판재 복사가열 공정의 열전달 및 변형 해석 김종현*(부산대학교), 김지훈, 정지용, 김준민, 김지훈
14:35~14:50	Coffee Break	
○일반 발표 - 공정계산역학2/금형가공		좌 장: 김대용 (전남대학교)
14:50~15:05	KSTP_2023B_054	열박음시 열원 종류에 따른 열특성 및 변형 거동에 관한 연구 도영호*(HD한국조선해양), 권성진, 김진성, 강봉국, 이동주
15:05~15:20	KSTP_2023B_049	왜곡경화모델 기반 다축 성형 후 기계적 강도 예측 최성환*(서울대학교), 강수창, 이명규
15:20~15:35	KSTP_2023B_117	섬유강화복합재료의 피어싱 공정에서 다이 패드 하중에 따른 단면 품질 분석 류상훈*(한국생산기술연구원), 최현석, 전용준, 김동연
15:35~15:50	KSTP_2023B_079	볼트형 피에조 센서를 활용한 절삭력 측정에 따른 공구 마모 예측 권오동*(㈜솔루션랩), 석주성, 송영빈, 이경훈
15:50~16:05	Coffee Break	
○일반 발표 - 박판성형3		좌 장: 김찬양 (한국재료연구원)
16:05~16:20	KSTP_2023B_076	스마트엔지니어링을 기반으로 하는 프레스 스탬핑 산업의 디지털전환 이찬호*(오토폼엔지니어링코리아㈜)
16:20~16:35	KSTP_2023B_083	리튬 이온 배터리 파우치 필름 성형 공정 중 진공 펌프의 효과 확인 사공철*(한국과학기술원), 장택진, 백주환, 김기수, 오정수, 백정규, 윤정환
16:35~16:50	KSTP_2023B_129	알루미늄-고분자 적층 구조 파우치 필름의 성형성 평가 박중현*(서울대학교), 문찬미, 정우진, 김동연, 유형균, 이명규

제 6 발표회장 (Closed Session)

2023년 11월 9일(목)

▶▶ EAST 2층 오펜 1

○특별세션3 - 전기자동차 샤시 및 배터리케이스 제조를 위한 국산화 장비 및 기술 개발		좌 장: 곽두엽 (㈜화신) Closed Session
13:30~13:35	개 회 사	
13:35~13:50	KSTP_2023B_106	스마트 품질 예측 기술을 접목한 Flow Drill Screw 조립라인 개발 최낙운*(㈜화신), 이상우, 이형관, 임상주, 이종균, 최원근, 여인주
13:50~14:05	KSTP_2023B_125	알루미늄 압출재 6N01 두께에 따른 Al/Steel 이종소재의 플로우 드릴 스크류 접합 품질 평가 유지영*(한국생산기술연구원), 임성빈, 이솔미, 추우인, 이유은, 오민선, 이태규, 김동윤, 유지영, 감동혁
14:05~14:20	KSTP_2023B_130	알루미늄 미그용접시 펄스제어를 통한 기공저감 방법 연구 이재민*(현대피엔에스(주)), 변동섭, 김수민, 여인주
14:20~14:35	KSTP_2023B_134	20N.m & 8,000RPM급 FDS(Flow Drill Screw)시스템 헤드유닛 개발 이태규*(㈜나우테크), 김태오, 김범준, 최낙운
14:35~14:50	Coffee Break	
○특별세션3 - 전기자동차 샤시 및 배터리케이스 제조를 위한 국산화 장비 및 기술 개발		좌 장: 최현준 (㈜화신) Closed Session
14:50~15:05	KSTP_2023B_082	1 GPa급 초고강도강 TWB 적용 프론트 크로스 멤버 개발 서오석*(㈜화신), 김성호, 박종규
15:05~15:20	KSTP_2023B_109	초고강도강 맞대기 용접 적용 차량용 후륜 토션빔 개발 김성호*(㈜화신), 서오석, 박종규
15:20~15:35	KSTP_2023B_095	Plasma-Arc TWB 용접부의 국부 물성 특성 평가 정준영*(한국생산기술연구원), 송정한, 서오석, 김민기
15:35~15:50	KSTP_2023B_090	복합하중조건에서 이종소재 FDS접합부의 파단특성 평가방법 연구 박두현*(한국생산기술연구원), 김민기, 김성호, 송정한
15:50~16:05	Coffee Break	
○특별세션3 - 전기자동차 샤시 및 배터리케이스 제조를 위한 국산화 장비 및 기술 개발		좌 장: 서오석 (㈜화신) Closed Session
16:05~16:20	KSTP_2023B_098	매핑 기술을 활용한 유한 요소 시뮬레이션 프로그램간 호환 가능 해석 모델링 기법 개발 이형림*(서울대학교), 최국진, 박진흥, 홍서준, 서오석, 박종규, 이명규
16:20~16:35	KSTP_2023B_097	성형 및 용접부 물성을 고려 초고강도 소재 플라즈마 아크 용접 열변형 유한요소해석 연구 김한솔*(충북대학교), 전종호, 이상민, 박종규, 조정호
16:35~16:50	KSTP_2023B_108	저온용사 코팅 적용 스틸-알루미늄 이종용접 연구 최돈현*(현대모비스), 이기양, 김 용, 박종규

제 1 발표회장

2023년 11월 10일(금)

▷▶ EAST 1층 에메랄드

○일반 발표 - 박판성형4		좌 장: 배기현 (한국생산기술연구원)
9:35~9:50	KSTP_2023B_084	머신 러닝을 활용한 리튬 이온 배터리 파우치 필름의 성형성 증대를 위한 가변 스트리퍼 압력 설계 안태균*(한국과학기술원), 사공철, 장택진, 윤정환
9:50~10:05	KSTP_2023B_089	유한요소해석을 이용한 벨로우즈 단위셀 전단금형 설계 김용관*(㈜솔루션랩), 박훈재, 김강은, 홍명표, 강경필, 이경훈
10:05~10:20	KSTP_2023B_153	고강도강의 수소취성 파손 예측을 위한 변형모드 별 응력집중거동 분석 박현일*(한국재료연구원), 김진수, 이승환, 홍종화, 박상천, 이진우
10:20~10:35	KSTP_2023B_091	Design Optimization Using Response Surface Methodology to Improve Formability of Rear Trailing Arm for Vehicle Duy-Tung Do*(㈜화신), 김상훈, 박종규
10:35~10:50	Coffee Break	
○일반 발표 - 적층제조 유연공정/ 박판성형5		좌 장: 방준호 (한국생산기술연구원)
10:50~11:05	KSTP_2023B_107	DED 공정을 이용한 중대형 플래너밀러 재제조 방안 고찰 이광규*(조선대학교), 안동규
11:05~11:20	KSTP_2023B_092	980MPa급 냉연 초고강도강 적용 차량용 리어 크로스 멤버 개발 김준영*(㈜화신), 박종규, 김상훈, 최돈현, 홍석무
11:20~11:35	KSTP_2023B_102	Evolution of plastic anisotropy using a VPSC-based machine learning model Piemaan Fazily*(한국과학기술원), 윤정환
11:35~11:50	KSTP_2023B_119	판금 구조물의 스프링백 예측과 열좌굴에 미치는 영향 이주원*(한국과학기술원), Wayne Cai, Thomas B. Stoughton, 윤정환

* 9:00~9:30 기조강연 IV (JSTP)

제 2 발표회장

2023년 11월 10일(금)

▷▶EAST 2층 루비

○일반 발표 - 압출 및 인발		좌 장: 최현성 (한국재료연구원)
9:35~9:50	KSTP_2023B_113	인발 중 발열에 의한 금형 온도 변화의 유한요소예측 허 윤*(경상국립대학교), 박예준, 정임근, 남정우, 전만수
9:50~10:05	KSTP_2023B_064	압출 조건에 따른 AZ61-Ca-Y 마그네슘 합금의 인장 및 고주기 피로 특성 변화 이지윤*(경북대학교), 김현지, 김영민, 배준호, 박성혁
10:05~10:20	KSTP_2023B_055	CCAW 전기적특성에 대한 실험적 연구 김승우*(중원대학교), 송정우, 홍준표, 강종훈
10:20~10:35	Coffee Break	
○일반 발표 - 압연		좌 장: 박현일 (한국재료연구원)
10:35~10:50	KSTP_2023B_011	H형강 롤포스 예측 모델 개발 정현석*(현대제철), 위창현, 문홍길, 서경호, 김태형, 배병철, 이영석
10:50~11:05	KSTP_2023B_151	이종 금속 소재 바이메탈 제조를 위한 롤 속도비 및 소재 적층 위치에 따른 기계적 특성 분석 조우빈*(한국생산기술연구원), 전재열
11:05~11:20	KSTP_2023B_010	특수강 대형봉강 표면결함 예측 모델 개발 이진환*(현대제철), 위창현, 문홍길, 최원, 진원기, 이영석

제 3 발표회장

2023년 11월 10일(금)

▷▶EAST 2층 사파이어

○특별세션4 - 재료분야 국가참조표준 개발		좌 장: 박중철 (포항산업과학연구원)
9:35~9:50	KSTP_2023B_164	국가참조표준 체계 및 현황 채균식*(국가참조표준센터)
9:50~10:05	KSTP_2023B_058	섬유소재 데이터센터의 중요성과 재활용 원단의 표준 데이터 생산 최윤성*(DYETEC연구원), 표규진
10:05~10:20	KSTP_2023B_031	핵연료재료 참조표준개발 강권호*(한국원자력연구원), 이귀림, 윤병주, 윤석민
10:20~10:35	Coffee Break	
○특별세션4 - 재료분야 국가참조표준 개발		좌 장: 최윤성 (DYETEC연구원)
10:35~10:50	KSTP_2023B_074	철강미세조직 참조표준의 추진방향과 활용사례 박중철*(포항산업과학연구원), 조다희, 남기찬, 김영석
10:50~11:05	KSTP_2023B_032	USC 화력발전 보일러 튜브 소재의 고온 인장물성 참조표준 개발 김대웅*(한국표준과학연구원), 박재성, 홍성구
11:05~11:20	KSTP_2023B_136	원자력구조재료 역학물성 참조표준 데이터 김경호*(한국원자력연구원), 정관성
11:20~11:35	KSTP_2023B_158	XF980강과 7xxx계 알루미늄 합금의 동적인장물성/측정 불확도 평가 및 동적인장실험 자동화 임현용*(한국과학기술원), 노동환, 이주원, 박준용, 윤정환

제 4 발표회장 - 포스터발표 I

2023년 11월 10일(금) 09:30~11:30

▶▶EAST 1층 다이아몬드

○ 포스터 발표		좌 장: 윤은유 (한국재료연구원) ※ 포스터 사이즈: 가로 90cm X 세로 130cm
P01	KSTP_2023B_001	초고장력강 수소취성 전산모사 기법 연구 김기정*(현대제철), 윤승채, 김혜진, 현주식, 신건진, 박진흥, 이명규
P02	KSTP_2023B_006	극후물 절단시 잔류응력에 의한 톱날 끼임을 방지하는 장치 개발 박광수*(포항산업과학연구원), 허정현, 김동규, 주성민
P03	KSTP_2023B_008	난삭소재의 밀링 파라미터가 절삭성에 미치는 영향 주성민*(조선대학교), 고정훈, 김영곤, 박광수
P04	KSTP_2023B_009	하나로 핵연료 제조 현황 황재준*(한국원자력연구원), 김종환, 소원재, 김호민, 김기남, 정용진
P05	KSTP_2023B_012	22MnB5 재료의 FLD를 통한 TFD 예측을 위한 서브루틴 개발 및 FE해석 전현중*(부산대학교), JSS Babu, 임옥동, 강남수, 이민식
P06	KSTP_2023B_013	독립현가장치용 레버 부품의 플래시 부피 예측 모델 개발 박지우*(한국생산기술연구원), 김민수
P07	KSTP_2023B_015	정적 및 동적 충돌시험을 통한 실험과 시뮬레이션의 충돌 특성 비교 안대영*(부산대학교), 하슬기, 임옥동, 강남수, 이민식
P08	KSTP_2023B_016	소형모듈원전(SMR)용 소재 및 주단조품 개발에 관한 연구 김영득*(두산에너지빌리티), 김동영, 정재석
P09	KSTP_2023B_017	SCM440H 인발 소재 및 Flow Forming 공법을 적용한, ROTOR SHAFT 제조방법에 관한 연구 박은수*(경창산업㈜), 이성민, 김동규
P10	KSTP_2023B_018	가스터빈용 TiAl 블레이드의 제조기술개발 (Phase 2) 김동권*(한밭중공업), 이경훈, 조종래, 정호승
P11	KSTP_2023B_021	Cobalt 첨가 Cr-Mo-V 금형강의 미세조직 및 인장 변형 거동 장진혁*(인하대학교), 강태훈, 이기안
P12	KSTP_2023B_022	Laser Powder Bed Fusion 공정으로 제조된 Fe-16Mn-10Al-5Ni-0.86C경량 철강의 미세조직, 인장·충격·고주기 피로 특성 강태훈*(인하대학교), Amol B. Kale, 황원구, 김한수, 이기안
P13	KSTP_2023B_026	육군과학화훈련단(KCTC) 대형불출함 케이스 국산화 개발 김지훈*(지브이엔지니어링), 박상범, 권정재
P14	KSTP_2023B_027	Diaphragm valve 용 Co계 및 Ni계 합금 판재들의 미세조직 및 인장 변형 거동 박정현*(인하대학교), 조용훈, 최재호, 박만호, 이기안
P15	KSTP_2023B_028	각형 전기차 배터리 캔용 리드부품의 프로그레시브 공정 시뮬레이션 박기근*(㈜태진다이텍), 장성민, 전만수
P16	KSTP_2023B_029	에너지저장시스템의 알루미늄 버스바 유한요소해석 이상길*(㈜송원하이텍 기술연구소), 송춘만, 이준열, 장성민, 엄재근, 전만수
P17	KSTP_2023B_030	현가장치용 아웃터플레이트의 판단조 공정의 유한요소해석 이진원*(대흥기계), 김남길, 장성민, 문호근, 전만수

제 4 발표회장 - 포스터발표 II

2023년 11월 10일(금) 09:30~11:30

▶▶EAST 1층 다이아몬드

○ 포스터 발표		좌 장: 고영건 (영남대학교) ※ 포스터 사이즈: 가로 90cm X 세로 130cm
P18	KSTP_2023B_033	제조 공정을 고려한 전기자동차 에어컨 댐퍼용 액추에이터 부품 설계 권일근*(동의과학대학교), 권동근, 정대환
P19	KSTP_2023B_035	열박음을 고려한 너트-파이프 자동다단냉간단조 공정의 조립금형구조해석 정승원*(㈜엠에프알씨), 김호동, 김수민, 전만수
P20	KSTP_2023B_036	전기자동차용 알루미늄 컨트롤 암의 제조를 위한 열간 롤 단조공정의 유한요소해석 문호근*(㈜엠에프알씨), 김진국, 김동현, 정승원, 전만수
P21	KSTP_2023B_039	Copper 순도에 따른 성형작약탄의 관통성능 실험적 고찰 정성문*(㈜풍산), 이재근, 김주영, 서송원
P22	KSTP_2023B_040	전단 공정에서 클리어런스에 의한 고강도강판의 하중 및 전단면 변화에 관한 연구 송재선*((재)대구기계부품연구원), 윤국태, 전강국, 박춘달
P23	KSTP_2023B_041	롤러 형상 및 거동에 따른 scm440h의 플로우포밍 성형 특성 연구 김장수*(경북테크노파크), 이성민, 박은수, 김기영
P24	KSTP_2023B_047	Nakajima 및 Marciniak 실험을 통한 극박 타이타늄의 성형한계도 평가 김경재*(한국재료연구원), 김찬양, 김지훈, 봉혁종
P25	KSTP_2023B_052	ANN을 이용한 모노블럭의 열간단조 예비성형체 설계에 관한 연구 이인규*(한국생산기술연구원), 이상근, 이성윤, 박동용, 임한비, 정명식, 조아라, 김경률
P26	KSTP_2023B_059	압출 금형의 베어링부 설계에 관한 연구 이종길*(한국공학대학교), 양효석, 김영찬, 김윤철
P27	KSTP_2023B_071	인장 변형에서 재료에 따른 음향 방출 (Acoustic Emission) 신호 발생 특성 분석 최인규*(서울과학기술대학교), 정완진, 이창환
P28	KSTP_2023B_072	머신비전을 활용한 마그네슘 합금 판재의 온간 V-굽힘에서 스프링백 특성 분석 윤정식*(서울과학기술대학교), 정완진, 이창환
P29	KSTP_2023B_073	대형 정밀기어부품을 위한 고정정 내마모 특수강 연속주조 라운드 블룸 제조 및 열간 단조기술 연구 오일영*(㈜태웅), 이채훈, 김남용, 허상현, 장희상, 이진모
P30	KSTP_2023B_075	전기자동차 압출부품용 다축가공머신 개발 김효선*(서진산업), 이병룡, 이광원, 손은영
P31	KSTP_2023B_077	기화폭발 접합공정을 적용한 다층 이종소재 접합공정 정유형*(한양대학교), 이원주, 이원철, 홍석준, 오준호, 윤종현
P32	KSTP_2023B_086	복합소재 적용 볼 조인트 일체형 전륜 로워 암 개발 서오석*(㈜화신), 이연표, 박종규
P33	KSTP_2023B_088	수치해석을 이용한 알루미늄 토크로드의 구조성능 분석 박두현*(한국생산기술연구원), 이지호, 김봉환, 김보익, 허민철, 박시우, 배기현
P34	KSTP_2023B_093	재활용 탄소섬유 적용 전륜 컴프레션 암 개발 이연표*(㈜화신), 서오석, 박종규

제 4 발표회장 - 포스터발표 III

2023년 11월 10일(금) 09:30~11:30

▶▶EAST 1층 다이아몬드

○ 포스터 발표		좌 장: 고영건 (영남대학교) ※ 포스터 사이즈: 가로 90cm X 세로 130cm
P35	KSTP_2023B_094	딥드로잉 공정중 실시간 모니터링을 통한 적응형 품질제어 방법론 장인제*(한국생산기술연구원), 송정한, 이종섭, 박남수, 김민기, 남성우, 배기현
P36	KSTP_2023B_099	진동 신호 기반 사출성형공정 상태 모니터링 방법에 대한 연구 이준한*(한국생산기술연구원), 김종선
P37	KSTP_2023B_100	고강도 경량소재의 금형 특성 향상을 위한 금형 PVD코팅별 미끄럼 특성 평가 전강국*((재)대구기계부품연구원), 윤국태, 박춘달, 송재선
P38	KSTP_2023B_101	품질 예측 인공지능망 구축을 위한 사출성형 해석 데이터의 증강 모형 정확도에 대한 연구 김종선*(한국생산기술연구원), 이준한
P39	KSTP_2023B_103	재료 수율 향상을 위한 스테인리스강 온간 단단 포머공정 설계 정건우*(한국생산기술연구원), 김민수, 정선호, 최태훈, 이종섭
P40	KSTP_2023B_105	연속용융아연도금설비의 예지 바플 유동 특성 예측 전성진*(동국씨엠㈜)
P41	KSTP_2023B_114	공동 압밀된 열가소성 복합재료 PCM 공정의 단일접침 접합 시험을 통한 분석 최현석*(고려대학교), 전용준, 김동언
P42	KSTP_2023B_115	파인 블랭킹 셰이빙 공정에서 다이 챔퍼가 다이 롤에 미치는 영향에 관한 연구 전용준*(한국생산기술연구원)
P43	KSTP_2023B_118	FE시뮬레이션을 통한 레이저 용접 후 Hot-press 처리된 22MnB5의 용접부 균열 전파 연구 엄지호*(부산대학교), 하슬기, 강충길, 이민식
P44	KSTP_2023B_123	Flattening Method 적용 프리피어싱 롤포밍 공법 해석 신뢰성 검증 최보성*((재)울산테크노파크), 이규세, 이덕영
P45	KSTP_2023B_124	엔지니어링 해석 기법을 활용한 블로우 경량 용기 형상 최적화에 관한 연구 정의철*(한국생산기술연구원), 오정길, 홍석관
P46	KSTP_2023B_126	이형 인발 공정을 위한 스웨이징 포인팅부 형상 설계 이경훈*(한국해양대학교), 홍성규, 손재한, 천하은
P47	KSTP_2023B_128	나리오븀에 의한 고질소 오스테나이트계 스테인리스강의 강화 권동영*(영남대학교), 김동욱, 강지현
P48	KSTP_2023B_131	구동모터의 FRP 가이드 보빈 개발 이철환*(디케이솔루션), 서명관, 김동규, 이상근, 강용기
P49	KSTP_2023B_132	차체 충돌보강재의 롤포밍 공정 해석 이철환*(디케이솔루션), 이창욱, 강용기, 심우정, 김동규
P50	KSTP_2023B_133	FRP 소재의 열간 성형을 통한 차체부품 개발 서명관*(디케이솔루션), 이철환, 강용기, 심우정, 김동규

제 4 발표회장 - 포스터발표 IV

2023년 11월 10일(금) 09:30~11:30

▶▶EAST 1층 다이아몬드

○ 포스터 발표		※ 포스터 사이즈: 가로 90cm X 세로 130cm
P51	KSTP_2023B_137	이미지 검출을 통한 휠 너트의 불량 검출 윤정식*(서울과학기술대학교), 김창대, 백승욱, 정완진, 이창환
P52	KSTP_2023B_141	나노 스케일의 포타슘 버블이 텅스텐의 연성-취성 천이 온도 감소에 미치는 영향 이성민*(서울대학교), 민건식, 김정석, 성시문, 김황선, 오연주, Phu Cuong Nguyen, 김형찬, III Ryu, 한흥남
P53	KSTP_2023B_142	초고강도강 적용 전기차 플로어 부품 냉간성형공법 연구 김호영*(한국생산기술연구원), 배기현, 이정흙, 서종덕, 송정환
P54	KSTP_2023B_143	1.5GPa 초고강도강 적용 Side Sill 부품 성형해석을 통한 CAM 제어성형 공법 연구 방준호*(한국생산기술연구원), 배기현, 김민기, 남성우, 이정흙, 김경환, 송정환
P55	KSTP_2023B_145	직접분사 적층(DED) 스테인리스 강-구리 복합재의 형상 제어를 통한 물성 향상 연구 최동인*(서울대학교), 조영환, 정차희, 최현주, 최인석, 한흥남
P56	KSTP_2023B_148	알루미늄합금의 열간압연 최종두께와 온도에 따른 미세조직 및 기계적 성질 영향 김경일*(한국생산기술연구원)
P57	KSTP_2023B_149	전기차 경량부품용 Seamless 강관 대체 ERW 강관 인발기술 개발 연구 허우로*(포항금속소재산업진흥원), 김경훈
P58	KSTP_2023B_150	알루미늄 냉간단조를 위한 친환경 윤활제 최적화 연구 김경훈*(포항금속소재산업진흥원), 허우로, 양해웅
P59	KSTP_2023B_152	암모니아-디젤 혼소 연료 추진선박의 N2 퍼징 시스템 설계 정소현*(엠엔에스아이(株)), 신민근, 김복덕, 이계승
P60	KSTP_2023B_155	Selective Laser Melting 방식으로 제조된 Ti-Nb-Zr 합금의 공정 변수에 따른 기계적 물성 평가 김대겸*(한국생산기술연구원)
P61	KSTP_2023B_156	금형냉각이 Al-Mn계 알루미늄 합금 납작관의 압출 특성 변화에 미치는 영향 신영철*(한국생산기술연구원), 소태영, 이승철, 강태훈, 이기안
P62	KSTP_2023B_161	미세조직 기반 CPFEM을 이용한 열연 DP강의 냉간 압연 시 미소역학적 변형거동 모사 서위걸*(국립순천대학교), Lalit Kauhik, Abihesk Kumar, 최시훈
P63	KSTP_2023B_162	아연전착도금공정의 첨가물 배합률에 따른 도금표면조도에 관한 연구 최용진*(한국생산기술연구원), 이상근, 황선광, 이인규, 이성윤, 박동용, 전수병, 정명식
P64	KSTP_2023B_163	열간 압출 후 공정 조건에 따른 제품 정밀도 평가 이성윤*(한국생산기술연구원), 이인규, 이상근, 최용진, 박동용, 정명식
P65	KSTP_2023B_166	전기차 모터용 증공형 샤프트 제조 공정에 따른 부품 및 원소재 특성 분석 김상현*(한국재료연구원), 정상규, 이영선, 이상용, 윤은유
P66	KSTP_2023B_169	항복비제어강의 차량용 Ball pin 적용을 위한 냉간단조 공정 해석 및 공정품 경도 예측 김규한*(한국재료연구원), 우영윤, 이영선, 이상용, 윤은유
P67	KSTP_2023B_170	유리섬유/폴리프로필렌 평직 복합재료의 압축 성형에 따른 뒤틀림 예측 김규형*(한국과학기술원), 조동혁, 이주원, 김상덕, 신철민, 윤정환

목 차

1. 일반 논문 발표 (제 1 발표회장)

○ 박판성형 1, 2

- 유한요소 해석을 통한 롤러 오프셋 공정 알루미늄 강판의 뒤틀림 최소화
..... 한동훈*(한국과학기술원), Lu Huang, Thomas B. Stoughton, 최현성, 윤정환 / 27
- 고강도 차체 구현을 위한 핫스탬핑 공정의 영향 인자 연구
..... 윤승채*(현대제철연구소), 공제열, 박재명, 박계정, 현주식, 정유동, 오인석 / 28
- 와이어 사용 여부에 따른 액중 방전 성형 실험을 통한 SUS430 소재의 자유 별징 성형성 비교
..... 장윤호*(부산대학교), 김 정 / 29
- 열 이력 및 부하 압력 별 핫스탬핑 공정 마모에 대한 연구
..... 지민기*(인천대학교), 손현성, 전태성 / 30
- 핫스탬핑 공정의 Heat Transfer를 고려한 변형 거동 연구
..... 윤승채*(현대제철연구소), 공제열, 박재명, 박계정, 현주식, 정유동, 문명수 / 31
- DP980 판재의 결정 소성 해석 및 응력 풀림 분석
..... 전보혜*(국립창원대학교), 이신영, 이재성, 정영웅 / 32
- 타발 데미지 효과를 고려한 초고강도강의 구멍확장비 연구
..... 이승호*(서울대학교), 조우진, 정병석, 정든봄, 이제웅, 김성일, 한홍남 / 33
- 알루미늄 합금 스탬핑 공정에 대한 극저온 성형 연구
..... 지민기*(인천대학교), 노연주, 김예름, 최이천, 김용배, 임성식, 전태성 / 34

2. 일반 논문 발표 (제 2 발표회장)

○ 단조 1, 2

- 열간 압연용 워크 롤로 사용되는 1.6 wt% C 고탄소강의 동적 재결정 거동 및 미세조직 변화
..... 안유정*(한국생산기술연구원), 전재열 / 36
- 저변형경화 재료의 단조에서 마찰현상
..... 전만수*(경상국립대학교), NURHIDAYAH ABD HAMID, 최정목 / 38
- 대형 링롤링의 성형변수에 따른 불량유형 연구
..... 홍준표*(중원대학교), 김승우, 송정우, 강중훈 / 39
- 회전단조에서 공정 변수에 따른 Inconel 706 합금의 미세조직 및 기계적 특성 분석
..... 조성우*(한국재료연구원), 이영선, 윤은유, 이상용, 우영윤 / 40
- Deformation of an ejector pin during automatic multistage cold forging of an automobile wheel nut
..... NURHIDAYAH ABD HAMID*(경상국립대학교), 강성목, 이광희, 전만수 / 41
- 인공신경망을 이용한 Al 6056 T6 열처리 파라미터 최적화
..... 송정우*(중원대학교), 김승우, 홍준표, 강중훈 / 42
- 준안정 Ti-5Mo-xFe 타이타늄 합금의 동적 재결정에 미치는 공정변수의 영향
..... 진인경*(국립순천대학교), 이동근 / 43

- 항복비제어강의 T-shape 압축변형에 따른 잔류 오스테나이트 변태량 및 기계적 특성 분석
..... 문지훈*(한국재료연구원), 이영선, 윤은유, 이상용, 우영운 / 44

○ 플라스틱 가공

- 전혈에서 cfDNA와 CTC 동시 분리가능한 액체생검용 사출금형 설계기술 개발
..... 황철진*(한국생산기술연구원), 이정원, 홍석관, 이성훈 / 45
- 비소세포폐암 EGFR유전자 변이 검출용 액체생검 카트리지 및 사출 금형 설계 기술 개발
..... 황철진*(한국생산기술연구원), 이정원, 강정진, 황택용, 이성훈 / 46

3. 특별세션 1 (제 3 발표회장)

○ 고성능 부품제조를 위한 금형공구용 소재기술개발 심포지엄

- 고성능 공구강 소재 개발 현황 및 이슈
..... 김형신*(세아창원특수강) / 48
- Premium grade Hot-work Tool Steel(PHTS)에서의 V 및 Mo 첨가에 따른 Carbide Precipitation과 Heat-checking Propagation의 상관관계
..... 윤국태*(대구기계부품연구원), 홍창완, 김주엽, 이락규, 김성호, 손동민 / 49
- 내식성 향상 정밀 플라스틱 사출용 금형강 소재 개발
..... 배재민*(세아창원특수강) / 51
- 적층제조 H13/상용 H13 동시 적용 환경에서의 결함 발생 인자에 대한 조사 및 원인 고찰
..... 김성호*(포항공과대학교), 김성준 / 52
- 금속 적층제조 L-DED 및 MEAM 공정들을 이용한 D2 공구강의 제조, 미세조직 및 기계적 물성
..... 이기안*(인하대학교), 박정현, 조용훈, 김진영, 구용모, 백소령 / 53

4. 일반 논문 발표 (제 4 발표회장)

○ 소재응용 1, 2, 3

- 전류 처리가 탄화물의 상변태 및 석출에 미치는 영향 연구
..... 이시환*(서울대학교), 김이재, 최호욱, 채준영, 한홍남 / 55
- 알루미늄-철 이중 용접부의 국부적 물성 변화 측정
..... 조동혁*(한국과학기술원), Hassan Ghassemi-Armaki, Blair E. Carlson, Thomas B. Stoughton, 윤정환 / 56
- Mg 용탕 내 Ca 함량이 금속 용탕 탈성분법으로 제조되는 Mg/Ti 복합재료의 미세조직에 미치는 영향
..... 장지은*(경북대학교), 이승호, 주수현, 박성혁 / 57
- 수소 장입이 Ti 합금의 미세조직 및 기계적 특성에 미치는 영향에 관한 연구
..... 이효주*(한밭대학교), Sam Yaw Anaman, 최정목, 박이주, 이근호, 박준식, 조훈휘 / 58
- 마찰교반처리를 통한 알루미늄/산화 그래핀 복합재의 제조 및 특성화
..... 유한결*(한밭대학교), Soumyabrata Basak, Mounarik Mondal, Sam Yaw Anaman, Puspendu Guha, 권덕황, 신은주, 홍성태, 조훈휘 / 59
- 딥러닝 기반 의미론적 분할을 활용한 열가소성 복합재료 단일 겹침 접합부의 파단면 분석
..... 손승욱*(한국생산기술연구원), 최현석, 전용준, 김동연 / 60

- 결정소성 유한요소해석을 통한 알루미늄 박판 소재의 미세조직 및 기계적 거동 예측
.....이성호*(한국재료연구원), Chitturi Veerendra, Mohanraj Murugesan, 이진영, 장효선, 김지훈, 조재형 / 61
- 탄점소성 균일동등체 기반 다결정 모델을 활용한 Mg-10Gd 압출재의 기계적 거동과 집합조직 영향 분석
..... 이재성*(국립창원대학교), 정영웅 / 62
- 분산형 탄체 케이스의 노치형상 별 균일과단효과에 관한 연구
..... 박준효*(주풍산), 전진우, 박주성, 김주영, 서송원, 유재현 / 63
- 반응표면법을 이용한 대형 수소 전기 트럭의 배터리 캐리어의 중량 개선 모델 설계
..... 황순재*(국립공주대학교), 오민성, 설우철, 우문규, 정영구, 홍석무 / 64
- 전기 저항을 통한 연속적 공극 체적 분율 측정 및 GTN 모델 계수 결정
..... 장택진*(한국과학기술원), 김종봉, 안준영, 이성진, 윤정환 / 65

5. 특별세션 5 / 일반 논문 발표 (제 5 발표회장)

○ 경량 다층 소재의 차체부품 구조 최적화 및 활용에 관한 연구

- 경량 다층 클래드 소재가 적용된 일체형 패키지 트레이 모듈 성형에 관한 특성 연구
..... 박상율*(주영진), 송윤갑, 배기만, 오보라미, 김태엽, 김민중, 윤용한 / 67
- 경량 다층 소재 일체형 차체 부품 설계 및 응용 기술 연구
..... 오보라미*(주일지테크), 배기만, 박상율, 김태엽, 김민중, 윤용한 / 68
- 경량 다층 클래드 메탈의 제조 및 특성연구
..... 김민중*(주한국클래드텍), 박철민 / 69
- 이중 소재 용접/접합 기술에 관한 연구
..... 김태엽*(주케이테크), 배기만, 오보라미, 박상율, 김민중, 윤용한 / 70
- 경량 다층 소재 적용 차체 부품의 전산해석적 성능평가 연구
..... 윤용한*((재)경북하이브리드부품연구원), 나혜중, 박상율, 송윤갑, 배기만, 오보라미, 김태엽,
신창열, 김재환, 김민중, 심재술 / 71

○ 공정계산역학 1, 2

- 가상필즈법을 활용한 Nimonic 판재의 유한요소해석 없는 연성 과단 모델 재료 상수 최적화
..... 김찬양*(한국재료연구원), 이진우, 봉혁중, 이명규 / 72
- 인장시험에서 DIC 변형률과 하중을 동시에 고려한 GISSMO 손상 계수 결정법
..... 이상민*(국립공주대학교), 홍석무 / 73
- 초고강도 판재의 새로운 점진 금형 성형을 위한 유한요소해석 모델링에 관한 연구
..... 이진우*(울산대학교), 봉혁중, 김대용 / 74
- ABS 판재 복사가열 공정의 열전달 및 변형 해석
..... 김종현*(부산대학교), 김지훈, 정지용, 김준민, 김지훈 / 75
- 열박음시 열원 종류에 따른 열특성 및 변형 거동에 관한 연구
..... 도영호*(HD한국조선해양), 권성진, 김진성, 강봉국, 이동주 / 76
- 왜곡경화모델 기반 다축 성형 후 기계적 강도 예측
..... 최성환*(서울대학교), 강수창, 이명규 / 77

○ 금형가공

- 섬유강화복합재료의 피어싱 공정에서 다이 패드 하중에 따른 단면 품질 분석
..... 류상훈*(한국생산기술연구원), 최현석, 전용준, 김동연 / 78
- 볼트형 피에조 센서를 활용한 절삭력 측정에 따른 공구 마모 예측
..... 권오동*(㈜솔루션랩), 석주성, 송영빈, 이경훈 / 79

○ 박판성형 3

- 스마트엔지니어링을 기반으로 하는 프레스 스탬핑 산업의 디지털전환
..... 이찬호*(오토폼엔지니어링코리아㈜) / 80
- 리튬 이온 배터리 파우치 필름 성형 공정 중 진공 펌프의 효과 확인
..... 사공철*(한국과학기술원), 장택진, 백주환, 김기수, 오정수, 백정규, 윤정환 / 81
- 알루미늄-고분자 적층 구조 파우치 필름의 성형성 평가
..... 박중현*(서울대학교), 문찬미, 정우진, 김동연, 유형균, 이명규 / 82

6. 특별세션 3 (제 6 발표회장)

○ 전기자동차 샤시 및 배터리카이스 제조를 위한 국산화 장비 및 기술 개발

- 스마트 품질 예측 기술을 접목한 Flow Drill Screw 조립라인 개발
..... 최낙윤*(㈜화신), 이상우, 이형관, 임상주, 이종균, 최원근, 여인주 / 84
- 알루미늄 압출재 6N01 두께에 따른 Al/Steel 이종소재의 플로우 드릴 스크류 접합 품질 평가
..... 유지영*(한국생산기술연구원), 임성빈, 이솔미, 추우인, 이유은, 오민선, 이태규, 김동윤, 유지영, 감동혁 / 85
- 알루미늄 미그용접시 펄스제어를 통한 기공저감 방법 연구
..... 이재민*(현대피엔에스㈜), 변동섭, 김수민, 여인주 / 86
- 20N.m & 8,000RPM급 FDS(Flow Drill Screw)시스템 헤드유닛 개발
..... 이태규*(㈜나우테크), 김태오, 김범준, 최낙윤 / 87
- 1GPa급 초고강도강 TWB 적용 프론트 크로스 멤버 개발
..... 서오석*(㈜화신), 김성호, 박종규 / 88
- 초고강도강 맞대기 용접 적용 차량용 후륜 토션빔 개발
..... 김성호*(㈜화신), 서오석, 박종규 / 89
- Plasma-Arc TWB 용접부의 국부 물성 특성 평가
..... 정준영*(한국생산기술연구원), 송정환, 서오석, 김민기 / 90
- 복합하중조건에서 이종소재 FDS접합부의 과단특성 평가방법 연구
..... 박두현*(한국생산기술연구원), 김민기, 김성호, 송정환 / 91
- 매핑 기술을 활용한 유한 요소 시뮬레이션 프로그램간 호환 가능 해석 모델링 기법 개발
..... 이형림*(서울대학교), 최국진, 박진홍, 홍서준, 서오석, 박종규, 이명규 / 92
- 성형 및 용접부 물성을 고려 초고강도 소재 플라즈마 아크 용접 열변형 유한요소해석 연구
..... 김한솔*(충북대학교), 진중호, 이상민, 박종규, 조정호 / 93
- 저온용사 코팅 적용 스틸-알루미늄 이종용접 연구
..... 최돈현*(현대모비스), 이기양, 김 용, 박종규 / 94

7. 일반 논문 발표 (제 1 발표회장)

○ 박판성형 4

- 머신 러닝을 활용한 리튬 이온 배터리 파우치 필름의 성형성 증대를 위한 가변 스트리퍼 압력 설계
.....안태균*(한국과학기술원), 사공철, 장택진, 윤정환 / 96
- 유한요소해석을 이용한 벨로우즈 단위셀 전단금형 설계
..... 김용관*(㈜솔루션랩), 박훈재, 김강은, 홍명표, 강경필, 이경훈 / 97
- 고강도강의 수소취성 파손 예측을 위한 변형모드 별 응력집중거동 분석
..... 박현일*(한국재료연구원), 김진수, 이승환, 홍종화, 박상천, 이진우 / 98
- Design Optimization Using Response Surface Methodology to Improve Formability of Rear Trailing Arm for Vehicle
.....Duy-Tung Do*(㈜화신), 김상훈, 박종규 / 99

○ 적층제조 유연공정

- DED 공정을 이용한 중대형 플래너밀러 재제조 방안 고찰
..... 이광규*(조선대학교), 안동규 / 100

○ 박판성형 5

- 980MPa급 냉연 초고강도강 적용 차량용 리어 크로스 멤버 개발
..... 김준영*(㈜화신), 박종규, 김상훈, 최돈현, 홍석무 / 101
- Evolution of plastic anisotropy using a VPSC-based machine learning model
.....Piemaan Fazily*(한국과학기술원), 윤정환 / 102
- 판금 구조물의 스프링백 예측과 열좌굴에 미치는 영향
.....이주원*(한국과학기술원), Wayne Cai, Thomas B. Stoughton, 윤정환 / 103

8. 일반 논문 발표 (제 2 발표회장)

○ 압출 및 인발

- 인발 중 발열에 의한 금형 온도 변화의 유한요소예측
..... 허 윤*(경상국립대학교), 박예준, 정임근, 남정우, 전만수 / 105
- 압출 조건에 따른 AZ61-Ca-Y 마그네슘 합금의 인장 및 고주기 피로 특성 변화
..... 이지윤*(경북대학교), 김현지, 김영민, 배준호, 박성혁 / 106
- CCAW 전기적특성에 대한 실험적 연구
.....김승우*(중원대학교), 송정우, 홍준표, 강종훈 / 107

○ 압연

- H형강 롤포스 예측 모델 개발
..... 정현석*(현대제철), 위창현, 문홍길, 서경호, 김태형, 배병철, 이영석 / 108
- 이종 금속 소재 바이메탈 제조를 위한 롤 속도비 및 소재 적층 위치에 따른 기계적 특성 분석
..... 조우빈*(한국생산기술연구원), 전재열 / 109

- 특수강 대형봉강 표면결함 예측 모델 개발
..... 이진환*(현대제철), 위창현, 문홍길, 최원, 진원기, 이영석 / 111

9. 특별세션 4 (제 3 발표회장)

○ 재료분야 국가참조표준 개발

- 섬유소재 데이터센터의 중요성과 재활용 원단의 표준 데이터 생산
.....최윤성*(DYETEC연구원), 표규진 / 113
- 핵연료재료 참조표준개발
.....강권호*(한국원자력연구원), 이귀림, 윤병주, 윤석민 / 114
- 철강미세조직 참조표준의 추진방향과 활용사례
.....박중철*(포항산업과학연구원), 조다희, 남기찬, 김영석 / 115
- USC 화력발전 보일러 튜브 소재의 고온 인장물성 참조표준 개발
.....김대웅*(한국표준과학연구원), 박재성, 홍성구 / 116
- 원자력구조재료 역학물성 참조표준 데이터
..... 김경호*(한국원자력연구원), 정관성 / 117
- XF980 강과 7xxx계 알루미늄 합금의 동적인장물성/측정 불확도 평가 및 동적인장실험 자동화
..... 임현용*(한국과학기술원), 노동환, 이주원, 박준용, 윤정환 / 118

10. 포스터 발표 (제 4 발표회장)

- 초고장력강 수소취성 전산모사 기법 연구
..... 김기정*(현대제철), 윤승채, 김혜진, 현주식, 신건진, 박진홍, 이명규 / 120
- 극후물 절단시 잔류응력에 의한 톱날 끼임을 방지하는 장치 개발
..... 박광수*(포항산업과학연구원), 허정현, 김동규, 주성민 / 121
- 난삭소재의 밀링 파라미터가 절삭성에 미치는 영향
.....주성민*(조선대학교), 고정훈, 김영곤, 박광수 / 122
- 하나로 핵연료 제조 현황
..... 황재준*(한국원자력연구원), 김종환, 소원재, 김호민, 김기남, 정용진 / 123
- 22MnB5 재료의 FLD를 통한 TFD 예측을 위한 서브루틴 개발 및 FE해석
..... 전현중*(부산대학교), JSS Babu, 임옥동, 강남수, 이민식 / 124
- 독립현가장치용 레버 부품의 플래시 부피 예측 모델 개발
..... 박지우*(한국생산기술연구원), 김민수 / 125
- 정적 및 동적 충돌시험을 통한 실험과 시뮬레이션의 충돌 특성 비교
.....안대영*(부산대학교), 하슬기, 임옥동, 강남수, 이민식 / 126
- 소형모듈원전(SMR)용 소재 및 주단조품 개발에 관한 연구
..... 김영득*(두산에너빌리티), 김동영, 정재석 / 127
- SCM440H 인발 소재 및 Flow Forming 공법을 적용한, ROTOR SHAFT 제조방법에 관한 연구
..... 박은수*(경창산업(주)), 이성민, 김동규 / 129

- 가스터빈용 TiAl 블레이드의 제조기술개발 (Phase 2)
.....김동권*(한밭중공업), 이경훈, 조종래, 정호승 / 130
- Cobalt 첨가 Cr-Mo-V 금형강의 미세조직 및 인장 변형 거동
..... 장진혁*(인하대학교), 강태훈, 이기안 / 132
- Laser Powder Bed Fusion 공정으로 제조된 Fe-16Mn-10Al-5Ni-0.86C경량 철강의 미세조직, 인장·충격·고주기 피로 특성
.....강태훈*(인하대학교), Amol B. Kale, 황원구, 김한수, 이기안 / 133
- 육군과학화훈련단(KCTC) 대형불출함 케이스 국산화 개발
.....김지훈*(지브이엔지니어링), 박상범, 권정재 / 134
- Diaphragm valve 용 Co계 및 Ni계 합금 판재들의 미세조직 및 인장 변형 거동
.....박정현*(인하대학교), 조용훈, 최재호, 박만호, 이기안 / 135
- 각형 전기차 배터리 캔용 리드부품의 프로그레시브 공정 시뮬레이션
..... 박기근*(㈜태진다이텍), 장성민, 전만수 / 136
- 에너지저장시스템의 알루미늄 버스바 유한요소해석
..... 이상길*(㈜송원하이텍 기술연구소), 송춘만, 이준열, 장성민, 엄재근, 전만수 / 138
- 제조 공정을 고려한 전기자동차 에어컨 댐퍼용 액추에이터 부품 설계
..... 권일근*(동의과학대학교), 권동근, 정대환 / 140
- 열박음을 고려한 너트-파이프 자동다단냉간단조 공정의 조립금형구조해석
..... 정승원*(㈜엠에프알씨), 김호동, 김수민, 전만수 / 141
- 전기자동차용 알루미늄 컨트롤 암의 제조를 위한 열간 롤 단조공정의 유한요소해석
..... 문호근*(㈜엠에프알씨), 김진국, 김동현, 정승원, 전만수 / 142
- Copper 순도에 따른 성형작약탄의 관통성능 실험적 고찰
..... 정성문*(㈜풍산), 이재근, 김주영, 서송원 / 143
- 전단 공정에서 클리어런스에 의한 고강도강관의 하중 및 전단면 변화에 관한 연구
..... 송재선*(재)대구기계부품연구원, 윤국태, 전강국, 박춘달 / 144
- 롤러 형상 및 거동에 따른 scm440h의 플로우포밍 성형 특성 연구
.....김장수*(경북테크노파크), 이성민, 박은수, 김기영 / 145
- Nakajima 및 Marciniak 실험을 통한 극박 타이타늄의 성형한계도 평가
.....김경재*(한국재료연구원), 김찬양, 김지훈, 봉혁중 / 146
- ANN을 이용한 모노블럭의 열간단조 예비성형체 설계에 관한 연구
.....이인규*(한국생산기술연구원), 이상곤, 이성윤, 박동용, 임한비, 정명식, 조아라, 김경률 / 147
- 압출 금형의 베어링부 설계에 관한 연구
.....이종길*(한국공학대학교), 양효석, 김영찬, 김윤철 / 148
- 인장 변형에서 재료에 따른 음향 방출 (Acoustic Emission) 신호 발생 특성 분석
.....최인규*(서울과학기술대학교), 정완진, 이창환 / 149
- 머신비전을 활용한 마그네슘 합금 판재의 온간 V-굽힘에서 스프링백 특성 분석
.....윤정식*(서울과학기술대학교), 정완진, 이창환 / 150
- 대형 정밀기어부품을 위한 고정정 내마모 특수강 연속주조 라운드 블룸 제조 및 열간 단조기술 연구
.....오일영*(㈜태웅), 이채훈, 김남용, 허상현, 장희상, 이진모 / 151
- 전기자동차 압출부품용 다축가공머신 개발
.....김효선*(서진산업), 이병룡, 이광원, 손은영 / 152

- 기화폭발 접합공정을 적용한 다층 이중소재 접합공정
..... 정유형*(한양대학교), 이원주, 이원철, 홍석준 오준호, 윤종현 / 153
- 복합소재 적용 볼 조인트 일체형 전륜 로워 암 개발
..... 서오석*(㈜화신), 이연표, 박종규 / 155
- 수치해석을 이용한 알루미늄 토크로드의 구조성능 분석
..... 박두현*(한국생산기술연구원), 이지호, 김봉환, 김보익, 허민철, 박시우, 배기현 / 156
- 재활용 탄소섬유 적용 전륜 컴프레션 암 개발
..... 이연표*(㈜화신), 서오석, 박종규 / 157
- 딥드로잉 공정중 실시간 모니터링을 통한 적응형 품질제어 방법론
..... 장인제*(한국생산기술연구원), 송정환, 이종섭, 박남수, 김민기, 남성우, 배기현 / 158
- 고강도 경량소재의 금형 특성 향상을 위한 금형 PVD코팅별 미끄럼 특성 평가
..... 전강국*((재)대구기계부품연구원), 윤국태, 박춘달, 송재선 / 159
- 재료 수율 향상을 위한 스테인리스강 온간 단단 포머공정 설계
..... 정건우*(한국생산기술연구원), 김민수, 정신호, 최태훈, 이종섭 / 160
- 연속용융아연도금설비의 에지 바플 유동 특성 예측
..... 전성진*(동국씨엠㈜) / 161
- 파인 블랭킹 웨이빙 공정에서 다이 챔퍼가 다이 룰에 미치는 영향에 관한 연구
..... 진용준*(한국생산기술연구원) / 162
- FE시뮬레이션을 통한 레이저 용접 후 Hot-press 처리된 22MnB5 의 용접부 균열 전파 연구
..... 엄지호*(부산대학교), 하슬기, 강충길, 이민식 / 163
- Flattening Method 적용 프리피어싱 롤포밍 공법 해석 신뢰성 검증
..... 최보성*((재)울산테크노파크), 이규세, 이덕영 / 164
- 엔지니어링 해석 기법을 활용한 블로우 경량 용기 형상 최적화에 관한 연구
..... 정의철*(한국생산기술연구원), 오정길, 홍석관 / 166
- 이형 인발 공정을 위한 스웨이징 포인팅부 형상 설계
..... 이경훈*(한국해양대학교), 홍성규, 손재환, 천하은 / 167
- 나이오븀에 의한 고질소 오스테나이트계 스테인리스강의 강화
..... 권동영*(영남대학교), 김동욱, 강지현 / 168
- 구동모터의 FRP 가이드 보빈 개발
..... 이철환*(디케이솔루션), 서명관, 김동규, 이상곤, 강용기 / 169
- 차체 충돌보강재의 롤포밍 공정 해석
..... 이철환*(디케이솔루션), 이창욱, 강용기, 심우정, 김동규 / 170
- FRP 소재의 열간 성형을 통한 차체부품 개발
..... 서명관*(디케이솔루션), 이철환, 강용기, 심우정, 김동규 / 171
- 이미지 검출을 통한 휠 너트의 불량 검출
..... 윤정식*(서울과학기술대학교), 김창대, 백승욱, 정완진, 이창환 / 172
- 나노 스케일의 포타슘 버블이 텅스텐의 연성-취성 천이 온도 감소에 미치는 영향
..... 이성민*(서울대학교), 민건식, 김정석, 성시문, 김황선, 오연주, Phu Cuong Nguyen, 김형찬, III Ryu, 한홍남 / 173
- 초고강도강 적용 전기차 플로어 부품 냉간성형공법 연구
..... 김호영*(한국생산기술연구원), 배기현, 이정흙, 서종덕, 송정한 / 174

- 1.5GPa 초고강도강 적용 Side Sill 부품 성형해석을 통한 CAM 제어성형 공법 연구
..... 방준호*(한국생산기술연구원), 배기현, 김민기, 남성우, 이정흠, 김경환, 송정환 / 175
- 직접분사 적층(DED) 스테인리스 강-구리 복합재의 형상 제어를 통한 물성 향상 연구
..... 최동인*(서울대학교), 조영환, 정차희, 최현주, 최인석, 한홍남 / 176
- 알루미늄합금의 열간압연 최종두께와 온도에 따른 미세조직 및 기계적 성질 영향
..... 김경일*(한국생산기술연구원) / 177
- 전기차 경량부품용 Seamless 강관 대체 ERW 강관 인발기술 개발 연구
..... 허우로*(포항금속소재산업진흥원), 김경훈 / 178
- 알루미늄 냉간단조를 위한 친환경 윤활제 최적화 연구
..... 김경훈*(포항금속소재산업진흥원), 허우로, 양해웅 / 179
- 암모니아-디젤 혼소 연료 추진선박의 N2 퍼징 시스템 설계
..... 정소현*(엠엔에스아이㈜), 신민근, 김복덕, 이계승 / 180
- Selective Laser Melting 방식으로 제조된 Ti-Nb-Zr 합금의 공정 변수에 따른 기계적 물성 평가
..... 김대겸*(한국생산기술연구원) / 181
- 미세조직 기반 CPFEM을 이용한 열연 DP강의 냉간 압연 시 미소역학적 변형거동 모사
..... 서위걸*(국립순천대학교), Lalit Kauhik, Abihesk Kumar, 최시훈 / 182
- 아연전착도금공정의 첨가물 배합률에 따른 도금표면조도에 관한 연구
..... 최용진*(한국생산기술연구원), 이상곤, 황선광, 이인규, 이성윤, 박동용, 전수병, 정명식 / 183
- 열간 압출 후 공정 조건에 따른 제품 정밀도 평가
..... 이성윤*(한국생산기술연구원), 이인규, 이상곤, 최용진, 박동용, 정명식 / 184
- 전기차 모터용 중공형 샤프트 제조 공정에 따른 부품 및 원소재 특성 분석
..... 김상현*(한국재료연구원), 성상규, 이영선, 이상용, 윤은유 / 185
- 항복비제어강의 차량용 Ball pin 적용을 위한 냉간단조 공정 해석 및 공정품 경도 예측
..... 김규한*(한국재료연구원), 우영윤, 이영선, 이상용, 윤은유 / 186
- 유리섬유/폴리프로필렌 평직 복합재료의 압축 성형에 따른 뒤틀림 예측
..... 김규형*(한국과학기술원), 조동혁, 이주원, 김상덕, 신철민, 윤정환 / 187
- 금형냉각이 Al-Mn계 알루미늄 합금 납작관의 압출 특성 변화에 미치는 영향
..... 신영철*(한국생산기술연구원), 소태영, 임성식, 이승철, 강태훈, 이기안 / 188
- 공동 압밀된 열가소성 복합재료 PCM 공정의 단일접침 접합 시험을 통한 분석
..... 최현석*(고려대학교), 전용준, 김동연 / 189

1. 일반 논문 발표

박판성형 1, 2

(제 1 발표회장)

유한요소 해석을 통한 롤러 오프셋 공정 알루미늄 강판의 뒤틀림 최소화

한동훈¹ · Lu Huang² · Thomas B. Stoughton³ · 최현성⁴ · 윤정환[#]

Distortion Minimization of Roller Offset Formed Aluminum Sheet through Finite Element Model Simulation

Donghoon Han¹ · Lu Huang² · Thomas B. Stoughton³
· Hyunsung Choi⁴ · Jeong Whan Yoon[#]

Abstract

Flexible manufacturing is a key driving force for low-volume manufacturing and enables the formation of diverse designs of metal sheet-based products. A new process development is focused on automatically replacing several types of machine tools, enabling a high level of flexible manufacturing. Especially, flexible forming is currently attracting attention as a key technology for low-volume batch production of automobiles. Roller offset forming is a manufacturing process that incrementally deforms aluminum sheet offset through two rollers. However, this offset process results in distortion of the aluminum sheet and the shape of the unintended product. This paper displayed the distortion with a distortion degree function and investigated the reasons for the distortion. The paper provides methods for optimizing the process parameters through finite element modeling and analysis.

Keywords: Roller offset forming, Process optimization, Sheet metal, Anisotropy, Distortion, Finite element method

1. 한국과학기술원 기계공학과, 박사과정

2. General Motors Global R&D, Staff Researcher

3. Deakin University, Adjunct Professor

4. 한국재료연구원, 선임연구원

한국과학기술원 기계공학과, 교수, E-mail: j.yoon@kaist.ac.kr

고강도 차체 구현을 위한 핫스탬핑 공정의 영향 인자 연구

윤승채[#], 공제열¹, 박재명¹, 박계정¹, 현주식¹, 정유동², 오인석³

Investigation of Factors in the Hot Stamping Process for the Implementation of High-Strength Vehicle Body

S. C. Yoon, J. Y. Kong, J. M. Park, K. J. Park, J. S. Hyun, Y. D. Chung

Abstract

In recent times, there has been a surge in the utilization of high-strength steels with strengths surpassing 1.0 GPa. This is largely driven by the aim to make vehicle bodies lighter and to adhere to rigorous fuel efficiency standards. At the same time, it is essential to ensure the reliability of these high-strength components to meet evolving crashworthiness criteria. This not only facilitates vehicle body weight reduction but also safeguards passengers during impacts. While there is a growing inclination to incorporate advanced high-strength steel sheets into vehicle bodies, their widespread use is limited due to challenges related to forming constraints and part dimensional precision. Hot stamping technology emerges as an effective countermeasure to these limitations, primarily because it allows materials to be heated to optimal temperatures for formability, followed by achieving strengths over 1.5 GPa by using in-die quenching. Consequently, determining the right hot stamping process parameters are pivotal to harness its full potential for automotive parts, especially since material behavior can shift based on process variations. In the study, we delved into key processing windows pivotal to hot stamping, using machine learning to pinpoint the optimal performance parameters.

Keywords: Hot stamping, Process Window, High Strength Vehicle, Machine Learning

1. 현대제철연구소 응용기술실 자동차응용기술팀

2. 현대제철연구소 제품개발센터

3. 한국ESI

교신저자: 현대제철연구소 자동차응용기술팀 E-mail: scyoon@hyundai-steel.com

와이어 사용 여부에 따른 액중 방전 성형 실험을 통한 SUS430 소재의 자유 벌징 성형성 비교

장윤호¹ · 김 정[#]

Comparison of Free-Bulging Formability of SUS430 Depending on Wire Installation with Electro-Hydraulic Forming (EHF)

Y. H Jang, J Kim

Abstract

These days, the issue of decreasing the automobile's weight such as aircraft and vehicles is being highlighted for increasing the fuel efficiency. It should be also satisfied the enough hardness in selecting materials likes steel and aluminum alloy for the vehicles. Electro-Hydraulic Forming (EHF) is the high-speed forming process which deforms the blank using electric discharging in driving-liquid and occurs strain-rate effect, reinforcing the strength of materials, can solve the weakness of previous lower-speed forming process such as low formability and spring back effect. The forming force of EHF occurs at the center of the wire between electrodes connected to capacitor. When the capacitor is discharged, the wire exposed to current explodes in short time(1ms) and the shockwave occurs in the driving-liquid, forming the blank, from ionized plasma of melted wire. Although EHF has many advantages in forming blanks, It has the time inefficient at changing wire inside the driving-fluid for each experiment. In this research, wireless electrode is developed and used to increase time efficiency and comparing the formability depending on wire installation at free-bulging die. As a result, even though wire-installed experiment shows the better formability, wireless experiment takes lower time than wire-installed experiment in iterative process. And also, two times of wireless experiment at the same voltage shows the better formability than wire-installed experiment that can save the experiment time clearly.

Keywords: High-Speed Forming, Electro-hydraulic Forming, Formability, Free-Forming, Wireless,

1. 부산대학교 항공우주공학과, 박사과정

부산대학교 항공우주공학과, 교수, E-mail: greatkj@pusan.ac.kr

열 이력 및 부하 압력 별 핫스탬핑 공정 마모에 대한 연구

지민기¹, 손현성², 전태성[#]

Investigation on the Wear Behavior with Respect to the Thermal History and Load Conditions in Hot Stamping

M. K. Ji, H. S. Son, T. S. Jun

Abstract

탄소에 의한 환경 규제로 인해 강도와 연비 향상 측면에서 뛰어난 이점이 있는 핫스탬핑 공정은 자동차 산업에서 각광받고 있다. 핫스탬핑 공정은 강판을 오스테나이트화 이상의 온도에서 열처리를 한 후 성형과 냉각을 동시에 시행하는 공정이며 미세조직 제어를 통해 강도가 향상된다. 하지만, 고온 강판을 성형 및 냉각 시 금형과 강판 간에 마찰이 발생하게 되며 결과적으로 금형 표면에는 마모가 발생하게 된다. 국내에서는 이를 소착으로 명칭하고 있으며, 소착은 제품의 품질과 금형의 수명 측면에서 결함으로 작용한다. 관련 연구에서는 소착에 영향을 미치는 다양한 요소에 대해 보고되었으나, 현재까지도 소착에 대한 지배적 요인 및 근본적인 메커니즘에 대해서는 불분명한 실정이다.

본 연구에서는 22MnB5강에 대해 핫스탬핑 공정에서 발생하는 마모에 대해 열 이력 및 부하 압력에 따른 거동을 연구하였다. 핫스탬핑 공정을 모사하기 위해 'strip drawing' 방식의 자체 제작한 마찰기를 이용하였다. 마찰 시험 후 금형 표면에는 소착이 발생하였으며 이를 정량화하여 조건에 따라 비교/분석하였다. 본 관점을 토대로 핫스탬핑 공정에서 발생하는 마모에 대해 영향을 미치는 요소들에 대하여 논의할 것이다.

Keywords: Hot stamping, wear, strip drawing, Ultra-high strength steel

1. 인천대학교 기계공학과

2. 포스코 성형연구그룹

#. 인천대학교, 기계공학과, 부교수, t.jun@inu.ac.kr

핫스탬핑 공정의 Heat Transfer를 고려한 변형 거동 연구

윤승채[#], 공제열¹, 박재명¹, 박계정¹, 현주식¹, 정유동², 문명수³

Analysis of Deformation Behavior Based on Heat Transfer in the Hot Stamping Process

S. C. Yoon, J. Y. Kong, J. M. Park, K. J. Park, J. S. Hyun, Y. D. Chung, M. S. Moon

Abstract

Enhancing collision performance and achieving lightweight effects through high-strength vehicle bodies have increasingly spotlighted the development of parts that incorporate hot stamping technology. Specifically, by heating at temperatures above 900 °C and quenching immediately after forming, mechanical strengths of over 1.5 GPa are secured. In the process of developing vehicle body parts that reflect these ultra-high-strength characteristics, computational analysis technology is utilized to predict the part's formation in advance, saving both development time and costs. This pre-analysis then informs the modification of shape and conditions based on the results. To predict the hot stamping formability more accurately, it's paramount to explicitly understand the mechanical properties altered by heating. Especially, the temperature drop phenomenon of the 22MnB5 sheet during the transfer, which occurs just before it contacts the hot stamping die, needs to be identically implemented in the analysis conditions. In this study, to precisely predict the hot stamping formability, the Autoform software program was used to simulate temperature changes due to heat transfer. Through this method, the changes in formability characteristics were aimed to be emulated.

Keywords: Hot stamping, High Strength Vehicle, Heat Transfer, Thermal mechanical

1. 현대제철연구소 응용기술실 자동차응용기술팀

2. 현대제철연구소 제품개발센터

3. 오토폼엔지니어링코리아(주)

교신저자: 현대제철연구소 자동차응용기술팀 E-mail: scyoon@hyundai-steel.com

DP980 판재의 결정 소성 해석 및 응력 풀림 분석

전보혜¹, 이신영², 이재성¹, 정영웅^{3#}

Application of Crystal Plasticity to DP980 Sheet and Stress Relaxation Analysis

Bohye Jeon, Shin-Yeong Lee, Jaeseong Lee, Youngung Jeong

Abstract

자동차용 강재로 널리 사용되는 DP강을 이루는 페라이트와 마르텐사이트의 강도는 매우 큰 차이를 보이며, 두상의 상호 작용이 기계적 특성으로 발현된다. 본 연구에서는 탄점소성 다결정 모델 (Δ EVPC 모델)을 활용하여, 일축 인장, 인장-압축-인장, 로딩-언로딩 등 다양한 응력 환경 아래에서 DP강의 기계적 특성을 유동 응력-변형률 선도를 중심으로 비교하였다. 이를 바탕으로 변형 경로 변화가 비선형적 탄성 거동, 바우싱거 효과 등 DP강의 기계적 특성에 미치는 영향을 분석하였다. 추가로, 응력 풀림 (stress relaxation) 효과를 일축 인장 환경에서 확인하였다. 위 언급한 변형 경로 변화 및 응력 풀림 효과를 고려하여 간단한 보세(Voce) 경화 모델 파라미터를 선정하였다. 선정된 경화 변수를 결정소성 유한요소 해석 모델에 적용하였고, U 자형 굽힘 변형 후 발생하는 스프링백 효과를 실험과 비교 하였다.

Keywords: DP980, Strain path dependence (변형 경로 의존성), Elasto-visco-plastic polycrystal model (탄점소성 다결정 모델), non-linear elastic (비선형 탄성), Bauschinger effect(바우싱거 효과), stress relaxation (응력 풀림)

1. 창원대학교 소재융합시스템공학과, 대학원생
2. 포항공과대학교, 철강 에너지 소재 대학원
3. 창원대학교 신소재공학부, 부교수
창원대학교, 신소재공학부, 부교수, E-mail: yjeong@changwon.ac.kr

타발 데미지 효과를 고려한 초고강도강의 구멍확장비 연구

이승호¹ · 조우진¹ · 정병석¹ · 정든봄¹ · 이제웅² · 김성일² · 한흥남^{1#}

Study on Hole Expansion Ratio of Advanced High-strength Steel Considering the Effect of Punching Damage

S.-H. Lee¹, W. Cho¹, B.-S. Jeong¹, D.-B. Chung¹, J. Lee², S.-I. Kim² and H. N. Han^{1#}

Abstract

초고강도강 (Advanced high-strength steel, AHSS)은 높은 강도와 우수한 연신율을 가져 자동차 산업에서 각광받는 소재이다. 그러나 AHSS 는 열악한 엿지부 성형성 (Stretch flangeability)으로 인해 자동차 부품의 범용적 사용에 제약이 있다. 이에 따라 엿지부 성형성을 향상시키기 위한 많은 연구들이 수행되었으나 이에 대한 이해와 예측은 여전히 어려운 상태이다. 본 연구에서는, 엿지부 성형성의 지표 중 하나인 구멍확장비 (Hole expansion ratio, HER)를 개선하고 이를 예측하기 위한 새로운 접근법에 대하여 논의하였다. HER 의 측정을 위해 구멍 주변부에 데미지가 가해지지 않는 방전 가공 (Electrical discharge machining, EDM)과 구멍 주변부에 데미지가 가해지는 타발의 두 가지 방법으로 구멍을 제작하였다. EDM 을 통해 구멍을 제작한 시편의 HER 을 HER_0 로 명명하였으며, 이는 인공신경망을 통해 uniform elongation (UE)과 post elongation (PE)와 같은 일축 인장 시험의 성형성 파라미터로 예측 가능했다. 타발을 통해 구멍을 제작한 시편의 HER 은 HER_p 로 명명하였으며, HER_p 를 분석하기 위해서는 타발 공정 중 구멍 주변부에 가해지는 타발 데미지로 인해 일축 인장 성형성 뿐 아니라 타발 데미지에 대한 추가적인 고려가 필수적이다. 본 연구에서 사용된 마르텐사이트 (Martensite, MT)강의 경우 열처리 후 템퍼링 취성이 발생하여 UE 와 PE 가 감소하는 것을 확인하였다. 그러나 열처리를 가한 MT 강은 타발 공정 중 가해지는 타발 데미지 또한 감소하여 열처리를 하지 않은 MT 강에 비해 두 배 높은 HER_p 를 보였다. 이러한 결과로부터 HER_p 의 경우 타발 데미지를 줄이는 것이 엿지부 성형성 개선에 매우 중요함을 확인하였다. 추가적으로, 타발 데미지와 밀접한 관련이 있는 파라미터를 확보하기 위해 타발 공정과 유사하지만 더 간단한 전단 시험을 수행하였다. 이를 바탕으로 일축 인장 시험과 전단 시험으로 두 유형의 구멍확장비를 성공적으로 예측할 수 있었다.

Keywords: advanced high-strength steel; hole expansion ratio; punching; electric discharge machining; shear loading

1. 서울대학교 재료공학부

2. 포스코 기술연구소

교신저자 : 1. 서울대학교 재료공학부, E-mail : hnhan@snu.ac.kr

알루미늄 합금 스탬핑 공정에 대한 극저온 성형 연구

지민기¹, 노연주¹, 김예름², 최이천³, 김용배⁴, 임성식⁴, 전태성[#]

Investigation on the Cryogenic Forming in Aluminum Alloys Stamping Process

M. K. Ji, Y. J. Noh, Y. R. Kim, Y. C. Choi, Y. B. Kim, S. S. Lim, T. S. Jun

Abstract

극저온은 일반적으로 -150°C 이하의 온도를 의미한다. 극저온 연구에서는 주로 -196°C 의 액체 질소를 이용하고 있으며 최근 연구에서는 극저온에서 기계적 특성, 마모 저항 특성 등이 향상되는 것으로 보고되고 있다. 알루미늄 합금은 경량 소재로 다양한 산업에서 사용되고 있으며, 특히 스탬핑 공정을 통해 자동차 산업에서 각광받고 있다. 하지만, 5천계 알루미늄 합금의 경우 슬립 밴드로 인한 생산품 표면에 이슈가 있으며, 6천계의 경우 상온에서 연신율이 낮아 단순한 형상 외에는 성형이 어렵다는 점이 이슈로 존재한다. 이에 대해 극저온 적용 시 가공경화 및 국부영역에 대한 네킹의 저항성이 향상되며 슬립 밴드 또한 감소하는 연구가 보고되고 있지만, 극저온에서의 근본적인 메커니즘과 공정 적용에 대한 연구는 계속해서 요구되는 실정이다.

본 연구에서는 알루미늄 5천계와 6천계에 대해 스탬핑 공정에 대한 극저온 성형 연구를 실시하였다. 액체 질소를 이용하여 극저온에서의 변형 거동을 비교/분석하였으며, 이를 토대로 스탬핑 공정에 적용할 수 있도록 컵드로잉을 통한 성형성을 판단하였다. 또한, 전단 시험을 실시하여 상온과 극저온 간에 전단 거동을 정리하였다. 본 관점을 바탕으로 알루미늄 합금 스탬핑 공정에 대한 극저온 성형 연구의 방향성에 대하여 논의할 것이다.

Keywords: Al alloys, Cryogenic forming, Stamping process, Cup drawing

-
1. 인천대학교 기계공학과
 2. 현대자동차 경량소재연구팀
 3. 기아 성형검증선행생기팀
 4. 한국생산기술연구원
- #: 인천대학교, 기계공학과, 부교수, t.jun@inu.ac.kr

2. 일반 논문 발표

단조 1, 2

플라스틱 가공

(제 2 발표회장)

열간 압연용 워크 롤로 사용되는 1.6 wt% C 고탄소강의 동적 재결정 거동 및 미세조직 변화

안유정¹· 전재열[#]

Dynamic Recrystallization Behaviors and Microstructure Changes of 1.6 wt% C High Carbon Steel Used as Hot Rolling Work Rolls

Y. J. An and J. Y. Jeon

Abstract

탄소 함량 1.6 wt%인 고탄소강은 주조 공정으로 제조하여 열간 압연용 워크 롤로 사용되어 왔다. 최근, 고강도 강제 압연 등 가혹한 압연 환경에 따른 워크 롤의 수명 증대가 요구되고 있어 워크 롤에 소성 가공을 통한 내마모성, 내피로성 등의 기계적 특성을 개선하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 그러나, 고탄소강은 시멘타이트에 의한 취성으로 인해 열간 자유 단조 적용에 제약이 있다. 따라서, 본 연구는 열간 압연용 워크 롤로 사용되는 탄소 함량 1.6 wt% 고탄소강의 동적 재결정 거동 및 미세조직 분석을 통해 열간 자유 단조 조건 도출을 목적으로 한다.

고온 압축 시험은 초기 가열 온도가 서로 다른 1200 °C와 1100 °C 두 조건에서 수행하였으며, 압축 시험 온도는 1100 °C, 1000 °C, 900 °C 및 800 °C, 변형률 속도는 1.0/s, 0.1/s, 0.01/s 및 0.001/s에서 변형률 50%로 실시하였다. 고온 압축 시험을 통한 유동 응력-변형률 곡선을 기반으로 Instability parameter (ξ)와 Power dissipation parameter (η)를 계산하여 초기 가열 온도에 따른 Processing map 을 작성하였다. 초기 가열 온도 1200 °C의 경우, 변형률 속도에 관계없이 압축 시험 온도 1100 °C, 800 °C 조건에서 ξ 는 부의 값을 나타내며, 1000 °C, 900 °C 조건에서 ξ 는 양의 값을 나타내고 있다. 초기 가열 온도 1100 °C의 경우, 변형률 속도 0.01/s 이상인 압축 시험 온도 1100 °C, 800 °C 조건에서 ξ 는 부의 값을 나타내며, 1000 °C, 900 °C 조건에서 ξ 는 양의 값을 나타내고 있다. ξ 가 부의 값을 나타낸 조건의 압축 시험 단면 외곽부 미세조직 분석 결과, 초기 가열 온도에 관계없이 압축 시험 온도 1100 °C에서는 국부 용융이 관찰되고 압축 시험 온도 800 °C에서는 균열이 관찰되었다. 그러나, 초기 가열 온도 1200 °C 대비 초기 가열 온도 1100 °C 조건에서 관찰된 국부 용융과 균열의 정도는 완화되었다. 반면, ξ 가 양의 값을 나타낸 조건의 압축 시험 단면 외곽부 미세조직 분석 결과, 초기 가열 온도 1200 °C, 1100 °C 두 조건 모두 국부 용융과 균열은 관찰되지 않았다. 동적 재결정 거동은 EBSD 를 통해 분석하였으며, 동적 재결정 분율(X_{DRX})은 $GOS < 2$ 인 영역을 통해 정량화하였다. 초기 가열 온도 1200 °C의 경우, 압축 시험 조건 900 °C - 0.001/s 에서 η 값이 0.28 로 가장 높고 800 °C - 1.0/s 에서 η 값이 0.04 로 가장 낮으며, X_{DRX} 는 각각 0.59, 0.25 이다. 초기 가열 온도 1100 °C의 경우, 압축 시험 조건 1000 °C - 0.001/s 에서 η 가 0.32 로 가장 높고 800 °C - 1.0/s 에서 η 가 0.07 로 가장 낮으며, X_{DRX} 는 각각 0.83, 0.52 이다. 또한, X-선 회절 분석 결과를 기반으로 modified Williamson-Hall plot 을 적용하여

1. 한국생산기술연구원, 순천대학교 신소재공학과, 대학원생

한국생산기술연구원, 수석연구원, E-mail: jyjeon0156@kitech.re.kr

전위 밀도와 전위 분포의 정도를 나타내는 인자인 φ 도출을 통한 비교분석을 실시하였다. 초기 가열 온도 1200 °C, 변형률 속도가 1.0/s 인 압축 시험 온도 1100 °C, 800 °C 조건의 φ 는 각각 0.011, 0.010 이며, 900 °C 조건의 φ 는 약 0.007 로 η 와 X_{DRX} 이 높을수록 낮은 φ 를 나타내었다. 동적 재결정 거동 및 미세조직은 Processing map 과 잘 부합되는 결과를 보이고 있으며, 열간 압연용 워크 롤로 사용되는 탄소 함량 1.6 wt% 고탄소강의 열간 자유 단조 조건은 초기 가열 온도 1100 °C, 압축 시험 온도 1100 ~ 800 °C에서 변형률 속도 0.01/s 이하로 도출되었다.

Keywords: High carbon steel, Processing map, Microstructure, Recrystallization, Modified Williamson-Hall plot

저변형경화 재료의 단조에서 마찰현상

전만수^{1#}, 누르히다야 압둘 하미드², 최정목³

Friction in Forging of a Low Strain Hardening Material

M. S. Joun, N. A. Hamid, J. M. Choi

Abstract

It has been known that the material with low strain hardening experiences macroscopic instability during forging. In the case of the low strain hardening material, friction may become the dominant factor that characterizes the flow characteristics. Several peculiar tribological phenomena are introduced to emphasize the friction in forging such materials.

Keywords: Low strain hardening (저변형경화), Instability (불안정성), Cold forging (냉간단조)

냉간단조에서 변형경화능은 재료의 거시적 변형에 매우 큰 영향을 미친다. 변형에 의하여 높아진 변형률은 유동응력을 증가시키고 이것은 변형을 이웃으로 전파시키게 된다. 이로 인하여 단조용 강과 알루미늄의 경우 대부분 전형적인 변형경화능을 지니고 있어, 변형 현상이 비교적 단조롭다. 저변형경화능 재료는 재료 자체적으로 변형의 균질화 기능이 상대적으로 약하다. 그 대신, 국부적 변형은 마찰의 영향을 많이 받게 된다. 이 연구에서는 저변형경화를 대표하는 알루미늄 합금의 냉간단조의 유한요소해석 사례를 통하여 저변형경화 재료의 변형 특성을 살펴보았다. Fig. 1은 저변형률경화능으로 인하여 예측결과와 실험결과가 국부적으로 비교적 큰 차이를 보인다.

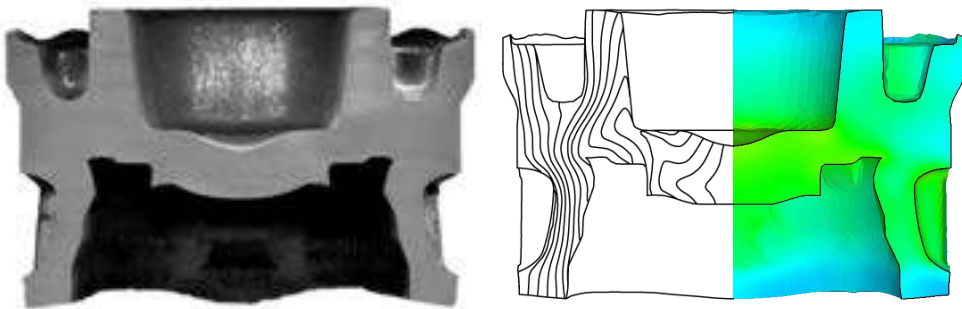


Fig. 1 Discrepancy between predictions and experiments owing to material's low strain hardening

1. 경상국립대학교 기계항공공학부
2. 경상대학교 기계항공공학부
3. ㈜진합 기술연구소
교신저자: 경상대학교 기계항공공학부
E-mail: msjoun@gnu.ac.kr

대형 링롤링의 성형변수에 따른 불량유형 연구

홍준표¹· 송정우¹· 김승우¹· 강종훈²

A Study of Failure Mode on the Forming Parameters in Large Ring Rolling Process

J. P. Hong, J. W. Song, S. W. Kim, J. H. Kang

Abstract

링롤링 공정은 단면에 비해 외경이 큰 중공형 링형상 제품을 제조하는 데 매우 효과적인 공법이다. 4각 단면을 가지는 링롤링 공정은 Axial 롤의 압연속도, 원통 두께의 변형속도에 의해 결정된다. 링롤링 공정에서 단면의 형상과 상하두께와 원통두께의 변형속도의 압연비에 따라 원통도 불량, 두께 및 외경의 미충진 등 다양한 결함이 발생하게 된다. 본 연구에서는 링롤링 공정의 parameter 값에 따른 불량유형을 유한요소해석을 통하여 예측하여 불량을 방지할 수 있는 성형공정조건을 제시하고자 하였다.

Keywords: Ring Rolling, FE simulation, Shape Defect, Rolling Parameter, Deformation Curve

1. 중원대학교 융합공학과, 석사과정
2. 중원대학교 무인항공기계과 부교수
E-mail: jhkang@jwu.ac.kr

회전단조에서 공정 변수에 따른 Inconel 706 합금의 미세조직 및 기계적 특성 분석

조성우^{1,2} · 이영선¹ · 윤은유¹ · 이상용² · 우영운^{1,#}

Microstructure and Mechanical Properties Analysis of Inconel 706 Alloy According to Process Parameters in Rotary Forging

S. W. Jo^{1,2} · Y. S. Lee¹ · E. Y. Yoon¹ · Y. S. Lee¹ · S. Y. Lee² · Y. Y. Woo^{1,#}

Abstract

니켈기 초내열 합금인 Inconel 706은 고온에서 우수한 기계적 특성을 가지는 소재로 기계적 특성이 취약하게 하는 기공 및 주조조직을 파괴하기 위해 단조를 통한 성형이 필요하다. 회전단조 공정은 상부 급형이 기울어진 각을 가지면서 동시에 회전, 하강하여 점진적인 성형을 부여하는 공정으로 기존 단조 공정 보다 저감된 하중을 통해 부품의 성형이 가능하다는 장점을 가진다. 회전단조 공정의 상부는 높은 유효 변형률을 가지지만 하부는 낮은 유효 변형률을 가져 상, 하부 유효 변형률 차이로 인해 기계적 특성이 떨어지게 된다. 본 연구에서는 상, 하부 유효 변형률의 차이를 감소시키기 위해 공정변수인 압하율과 단조 온도에 따른 단조품에 미세조직 및 기계적 특성 분석을 진행하였다. 공정 변수 중 압하율에 경우 공정품의 상, 하부의 유효 변형률 차이를 확인할 수 있는 압하율 50%와 실험에 사용된 압하 장치가 최대 가압할 수 있는 압하율 68%로 설정하였다. 단조 온도에 경우 Inconel 706 합금의 석출상이 δ 상의 용융점인 1050°C를 기준으로 낮은 온도인 1020°C와 높은 온도인 1120°C로 단조를 진행하였다. 단조품에 분석 위치는 유한요소해석을 통해 위치 별 유효 변형률 값을 얻어 미세조직 및 기계적 특성을 분석할 위치를 선정하였다. 미세조직 분석은 후방산란전자 회절패턴 분석과 Kernel Average Misorientation(KAM)을 통해 진행하였으며, 기계적 특성 분석은 상온 인장과 480°C 고온 인장, 650°C 650MPa 조건에서 크리프 특성을 통해 비교 분석하였다. 분석한 결과 압하율은 68%, 단조 온도는 1020°C가 가장 우수한 특성을 보였다.

Keywords : Inconel 706, Rotary forging, Pressure load, Forging temperature

1. 한국재료연구원, 연구원

2. 국립안동대학교, 신소재공학과

교신저자: 한국재료연구원, 선임연구원. yywoo@kims.re.kr

자동차용 휠 너트 자동다단냉간단조 중 취출핀의 변형

누르히다야 압둘 하미드¹, 강성목², 이광희³, 전만수[#]

Deformation of an Ejector Pin During Automatic Multistage Cold Forging of an Automobile Wheel Nut

N. A. Hamid, S. M. Kang, K. H. Lee, M. S. Joun

Abstract

Finite element analysis of an automatic multistage cold forging of an automobile wheel nut is conducted with an emphasis on the elastic deformation of the ejector pin. A multibody scheme is employed to consider the coupling of the material with ejector pin. Strong correlation of the elastic deformation of the ejector pin with the die stresses related to the die fracture is revealed.

Keywords: Ejector pin (취출 핀), Elastic deformation (탄성변형), Die stress (금형 응력)

자동차용 휠 너트 자동다단 냉간단조의 경우, 재료의 길이가 짧기 때문에 전통적인 기계식 전단 시에 발생한 형상의 비대칭과 일정 규모의 하중을 지탱하는 취출 핀의 탄성변형은 취출핀과 금형의 상호 작용으로 국부적으로 높은 금형 응력을 야기시킨다. 이 문제는 단조 공정설계 측면에서 근본적이지만, 연구결과가 없었다. 대부분은 시행착오적 접근 방법에 의존해 왔다.

여기서는 다물체 해석기법을 이용하여 취출 핀과 재료 간의 연계성을 살려서 정밀한 해석을 실시하였으며, 그 결과는 전통적인 재료와 취출핀을 독립적으로 취급하는 방법이 예측한 결과값과 차이를 정량적으로 밝혔다. 그 차이는 매우 크기 때문에 비교적 큰 하중을 지탱해야 하는 취출 핀의 측면에서 기본 방법의 불합리성을 밝혔다. Fig. 1은 해석결과를 나타낸다.

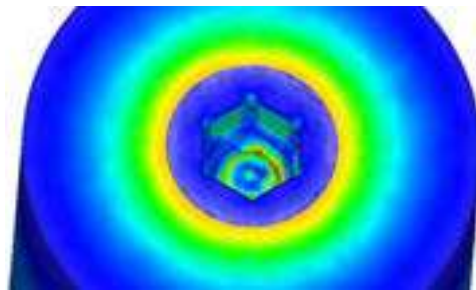


Fig. 1 FE predictions of die stresses

-
1. 경상국립대학교 기계항공공학부, 대학원생
 2. ㈜풍강 기술개발1팀
 3. ㈜풍강 기술연구소
- # 교신저자: 경상국립대학교 기계항공공학부, 교수
E-mail: msjoun@gnu.ac.kr

인공신경망을 이용한 Al 6056 T6 열처리 파라미터 최적화

송정우¹ · 김승우¹ · 홍준표¹ · 강종훈^{2,#}

Optimizing Al 6056 T6 Heat Treatment Parameters using Artificial Neural Networks

J. W. Song, S. W. Kim, J. P. Hong, J. H. Kang

Abstract

본 연구는 Al 6056 합금의 T6 열처리에 따른 강도 및 연신을 최적화에 대한 연구이다. 본 연구에서 T6 처리된 소재는 냉간단조 공정으로 더 높은 강도를 얻도록 공정설계가 이루어졌다. 이를 위해 높은 강도와 냉간성형이 가능한 연신율이 보장되어야 한다. 용체화 온도, 용체화 유지시간, 시효온도, 시효처리 유지시간을 변수로 한 72개의 T6 열처리 조건에 대하여 인장실험을 진행하여 인장강도 및 연신율 결과를 측정하였다. Deep Neural Networks 분석을 통해 T6 열처리 조건에 따른 인장강도 및 연신율의 변화를 파라미터로 영향도 분석을 통하여 주요인자를 파악하였다. DNN 결과의 R2오차는 Training Data에서 결정계수는 96.2%, Validation data 95.5%, Test Data에서는 95.2% 결과를 나타냈다. 실제 실험 데이터와 비교 Error 값 10%이내의 결과가 예측되었다.

Keywords: Deep Neural Network(딥 러닝), Artificial neural networks(인공신경망), T6 Heat Treatment (T6 열처리), Aluminum Alloy(알루미늄 합금), Tensile Strength(인장강도), Elongation(연신율)

1. 중원대학교 기계공학 전공, 석사과정

2. 중원대학교 무인항공기계학과 교수

교신저자 jhkang@jwu.ac.kr

준안정 Ti-5Mo-xFe 타이타늄 합금의 동적 재결정에 미치는 공정변수의 영향

진인경¹ · 이재관¹ · 이용재¹ · 이동근^{1, #}

Effect of Process Variables on Dynamic Recrystallization of Metastable Ti-5Mo-xFe Titanium Alloy

I. K. Jin¹, J. G. Lee¹, Y. J. Lee¹, D. G. Lee^{1, #}

Abstract

준안정 β 타이타늄 합금은 고온 안정성, 경량의 장점으로 우주항공 및 자동차 산업 분야에 사용되며, 복잡 형상의 부품 제작을 위해 일반적으로 재결정 온도 이상에서의 고온 단조 성형을 수반한다. 특히 열간 성형은 변형온도와 변형률 속도에 민감하며, 소성능력과 가공성을 향상시키는 동적재결정이 발생하기 쉬운 환경이므로 미세조직 변화 예측 및 발생 거동 분석이 중요하다. 따라서 열간 단조 환경을 모사하고자 Ti-5Mo-xFe 합금을 변형온도 조건 700~950°C와 변형률속도 조건 10^{-3} ~ 10^0 /s에서 고온압축 시험하였다. 변형 거동 평가를 위한 모델로서 구성 방정식과 동적 재료 모델, 변형공정지도를 도입하여 기계적 특성 및 미세조직 변화와 연계 분석하였다. 이에 압축 시 나타나는 shear band 및 crack 등의 결함을 관찰하고, 재결정분율 및 상 분석을 진행하여 최종 기계적 성질을 결정하는 미세조직 제어를 위해 공정변수에 따른 동적 재결정 거동의 변화 양상을 규명하고자 하였다.

Keywords: Titanium, hot deformation, recrystallization, dynamic material model, constitutive equation, processing map

1. 순천대학교 신소재공학과, 대학원생

순천대학교, 신소재공학과, 정교수, E-mail: leechodg@scnu.ac.kr

항복비제어강의 T-shape 압축변형에 따른 잔류 오스테나이트 변태량 및 기계적 특성 분석

문지훈^{1,2} · 이영선¹ · 윤은유¹ · 이상용² · 우영운^{1,#}

Analysis of Retained Austenite Transformation and Mechanical Properties of Yield Ratio Control Steel with T-shape Compression Test

J. H. Moon^{1,2} · Y. S. Lee¹ · E. Y. Yoon¹ · S. Y. Lee² · Y. Y. Woo^{1,#}

Abstract

항복비제어강(Yield ratio control steel)은 Fe-C-Si-Mn계 저탄소강을 항온변태처리 공정을 통해 미세조직을 제어하여 소재의 조성 변화 없이 항복비를 조절할 수 있도록 개발된 비조질강 중 하나이며, 조직내에 잔류 오스테나이트를 형성시켜 변태유기소성 현상을 통해 낮은 항복강도 및 높은 가공경화를 갖는 특징이 있다. 최근 냉간단조에서의 비조질강은 용접성, 부식저항성 및 재활용성이 우수한 철강재료에 대한 요구가 강해지면서 C, S, Al, Si 등의 합금 원소 함량을 감소시킨 저합금강의 사용이 증가하고 있으며, 변태유기소성 현상을 통한 높은 가공성을 바탕으로 급형의 수명을 연장시키고 공정 단축 및 공정 시 필요한 에너지 절감 등의 요구사항을 충족시켜 왔다. 그에 따라 냉간단조용 저합금 비조질강의 미세조직 및 잔류 오스테나이트 상의 변화와 기계적 특성에 대한 연구가 필요하다.

본 연구에서는 냉간 비조질강 중 하나인 항복비제어강으로 이상영역 열처리, 제어냉각, 항온 변태 열처리, 공냉 순으로 항온변태처리 공정을 진행하였다. 열처리를 통해 얻어진 소재에 대한 미세조직 및 잔류 오스테나이트 상의 분율을 후방산란전자 회절패턴과 X-선 회절시험을 통해 확인하였으며, 상온인장시험을 통해 그에 따른 기계적 특성을 확인하였다. 이후 냉간단조용 마찰특성 평가방법 중 하나인 T-shape 압축시험을 통해 압축과 압출 변형이 동시에 발생하는 냉간단조 공정 조건을 모사하여 유한요소해석을 통한 유효 변형률을 도출하였으며, 항온변태처리 공정을 진행한 항복비제어강으로 T-shape 압축시험을 진행하여 유효 변형률에 따른 미세조직 및 잔류 오스테나이트 상의 변태량과 기계적 특성을 분석하였다.

Keywords: Yield ratio control steel, YRCS, TRIP-assisted steel, T-shape compression test, Retained austenite

1. 한국재료연구원, 연구원

2. 국립안동대학교, 신소재공학과

교신저자: 한국재료연구원, 선임연구원. yywoo@kims.re.kr

전혈에서 cfDNA와 CTC 동시분리 가능한 액체생검용 사출금형 설계기술 개발

황철진^{1, #} · 이정원¹ · 홍석관¹ · 이성훈²

Development of Injection Molds for a Liquid Biopsy to obtain cfDNA and CTC from Whole Blood

C.J.Hwang, J.-W.Lee, S.-K.Hong, S.-H. Lee

Abstract

고형암 환자의 경우 암의 전이과정이나 그 이전 단계에서부터 환부에서 부유성을 획득한 암 세포가 혈액에 순환하고 있음이 알려져 있고, 이를 CTC (순환 종양 세포; Circulating Tumor Cell) 이라고 총칭한다. CTC 이외에도 혈액 내로 배출된 사멸한 세포의 DNA, 즉 세포유리 DNA(cell free DNA, cf DNA) 중에서 암에서 기원한 DNA를 분석하는 기법이 많은 관심을 끌고 있으며, 방법이 상대적으로 간단하기 때문에 민감도와 정확도에 문제가 있음에도 불구하고 많은 연구가 진행되고 있다. 본 연구에서는 혈액 내 CTC(순환종양세포) 농축과 동시에 혈장(plasma) 내부의 세포유리 DNA(cell free DNA, cf DNA)를 오염 없이 분리가 가능하도록 하는 Lab-on-a-Disc 진단 시스템을 설계하고, 이를 구현하기 위한 사출금형을 설계하였다. 본 연구에서 개발된 자동화된 밸브 조절이 가능한 Lab-on-a-Disc를 통해 (1) 전혈로 부터 CTC 농축 성능 80% 이상 확보, (2) 원심분리된 혈장(plasma) 내 잔존 cfDNA 분리, (3) 두 기능을 동시에 30분 이내에 수행할 수 있었다.

Keywords: Injection Mold, Liquid Biopsy, Cell Free DNA, Circulating Tumor Cell, Whole Blood

후기

이 논문은 범부처전주기의료기기개발사업(과제번호=RS-2020-KD000019)의 지원으로 연구하였으며, 이에 감사드립니다.

1. 한국생산기술연구원 금형성형연구부

2. ㈜클리노믹스 암유전체연구소, 연구소장

한국생산기술연구원 금형성형연구부, 수석연구원, cjhwang@kitech.re.kr

비소세포폐암 EGFR유전자 변이 검출용 액체생검 카트리지와 사출 금형 설계 기술 개발

황철진^{1, #}, 이정원¹, 김정진¹, 황택용¹, 이성훈²

Development of Liquid Biopsy Cartridge and Injection Mold for Non-Small Cell Lung Cancer EGFR Genome Mutation

C.J.Hwang, J.-W.Lee, J. Kang, T. Y. Hwang, S.-H. Lee

Abstract

폐암 환자의 혈액 속에 존재하는 세포 유리 DNA (cell free DNA)와 CTC (Circulating Tumor Cell)를 분리, 분석하는 액체 생검 (Liquid Biopsy) 기반 분석 기술이 암 조기진단, 모니터링 및 치료에 활용이 되고 있다. 본 연구에서는 액체 생검 기반 유전자 변이를 실시간 자동검출하는 시스템을 개발하여, 폐암 표적항암제 처방에 도움을 주고자 한다. 폐암 환자의 혈액에서 EGFR (Epidemic Growth Factor Receptor) 유전자에 존재하는 4종(T790M, L858R, C797S, 19del)의 유전자 변이를 검출할 수 있는 Real-Time PCR 기반 Lab-on-a-Disc 형태의 폐암 유전자 변이 검출 카트리지와 사출 금형을 설계하였다. Lab-on-a-Disc 카트리지 내에서 최종 분리된 세포유리 DNA를 이송시켜 형광 신호 검출(detection)을 빠르게 수행할 수 있는 Real-Time PCR 시스템을 적용하여 Lab-on-a-Disc 형태의 폐암 유전자 변이 자동검출 카트리지를 설계하였다.

Keywords: Injection Mold, Liquid Biopsy, Real-Time PCR, Lung Cancer, EGFR Genome Mutation

후기

이 논문은 범부처전주기료기기개발사업(과제번호=RS-2020-KD000019)의 지원으로 연구하였으며, 이에 감사드립니다.

1. 한국생산기술연구원 금형성형연구부

2. ㈜클리노믹스 암유전체연구소, 연구소장

한국생산기술연구원 금형성형연구부, 수석연구원, cjhwang@kitech.re.kr

3. 특 별 세 션 1

고성능 부품제조를 위한
금형공구용 소재기술개발 심포지엄

(제 3 발표회장)

고성능 공구강 소재 개발 현황 및 이슈

손동민¹· 김형신²· 박지우³· 천나영⁴

High-performance Tool Steel Material Development Status and Issues

D.M SON, H.S KIM, J.W PARK, N.Y CHEON

Abstract

세계 주요국은 미래 자동차에 대해 다양한 환경 및 안전 규제제도를 시행 중에 있으며, 이를 대응하기 위해 차량 경량화와 고강도화는 가장 우선적으로 해결되어야 할 과제로써 현재 차량에 적용되는 소재 또한 초고강도강판, 알루미늄, 마그네슘, 탄소섬유 등 경량 소재로 변화되고 있다. 이처럼 소재가 변화됨에 따라 차체의 보강 부에 주로 사용되는 인장강도 980MPa급 이상의 부품 수는 급격히 증가되고 있으며, 특히, 핫스탬핑(Hot Stamping)으로 제작된 1470MPa급 이상의 차체 보강 부품과 고강도 Al 다이캐스팅(Die Casting) 부품들이 확대되면서 규격강종인 STD11, STD61 범용 소재를 적용 시, 금형의 조기 손상 및 파손 등이 발생하고 있는 실정이다. 이를 대응하기 위해 범용 소재 보다 특성이 우수한 프리미엄급 소재들의 수요가 크게 증가하고 있으나, 현재까지 국내에서는 규격강종의 생산에 머무르고 있어 프리미엄급 소재 및 제조 공정기술 개발이 요구되고 있다.

본 과제는 국내외에서 사용 중인 다양한 금형소재 및 사용 현장의 요구 특성 분석을 통해 신규 합금을 개발하고, 금형가공에서 최종 수요가에서의 금형 수명까지 전, 후방 산업에서의 특성을 검증하는 것을 목표로 하고 있다. 2020년 이후 현재까지의 과제 수행으로부터, 금형요소별 요구 물성인 금형의 기계가공, 진공열처리 및 사용 후 폐기까지에 이르는 현장 분석 및 기초연구를 통해 프리미엄급 신강종을 개발 및 제작하였으며, 수요기업과 협업으로 개발된 소재를 금형으로 제작하여 현장 평가를 진행 중에 있다. 또한 실질적인 금형 사용 특성과 신뢰성 있는 공인시험을 통해 개발 항목별 연차 목표달성에 대한 인증 평가를 진행 중에 있다.

Keywords: Tool Steel, Hot Stamping, Die Casting, Cold Trimming,

1. 세아창원특수강, 제품연구센터, 수석연구원
2. 세아창원특수강, 제품연구센터, 주임연구원
3. 세아창원특수강, 제품연구센터, 주임연구원
4. 세아창원특수강, 제품연구센터, 연구원

Premium grade Hot-work Tool Steel(PHTS)의 V 및 Mo 첨가에 따른 Carbide Precipitation과 Heat-checking Propagation의 상관관계

윤국태^{1#} · 홍창완¹ · 김주업¹ · 이락규¹ · 김성호² · 손동민³

Correlation between Precipitation and Heat-checking Propagation according to V and Mo Addition in Hot Work Tool Steel

K.T.Youn, C.W.Hong, J.U.Kim, R.G.Lee, S.H.KIM, D.M.Son

Abstract

열간 공구강의 주요 손상원인으로 알려져 있는 heat-checking 특성에 영향을 미치는 미세조직 인자는 primary austenite grain(PAG), block, lath 등의 크기 및 형태와 precipitation 종류, 분율, 크기와 분포, 그리고 mis-orientation angle 등이 있으며, 이러한 인자는 열간 공구강 소재의 제강 조건과 미량 합금성분 및 열처리 공정으로 제어되고 있다. 또한 heat-checking의 발생과 진전은 금형 표면에 부여되는 thermal cycle에 의한 반복 표면 인장-압축 응력으로 발생되며, 표면 손상은 경도와 인성의 최적 밸런스 확보, 초기 PAG와 석출 carbide 형태 및 분포 등 미세조직, 그리고 표면의 softening 정도 등에 따라 그 특성이 달라진다.

열간 금형용 공구강의 thermal Fatigue 가속 수명평가를 위해 연구자들은 가열원으로 furnace, induction heater, laser 등을 활용하고, 냉각은 water cooling 방식을 일반적으로 이용하여 시험편 형태를 다양화하거나 heat-checking 평가 및 지수화 연구를 주로 진행하고 있으며, thermal mechanical fatigue(TMF), low cycle fatigue(LCF) 시험장치를 활용한 연구도 보고되고 있다. 이러한 다양한 연구결과에서 내열피로특성과 경도, 인성, 초기 미세조직 등 공구강 소재 특성과의 상관관계로 PAG 미세화, 고온강도 및 고인성 확보, carbide의 미세화와 matrix내 고른 분포 등이 요구됨을 알 수 있으나, 미세조직상 thermal cycle에 의한 미세조직적 변화와 crack 진전 양상 고찰이 부족한 상태이다. 기본적으로 crack은 PAG 등 형성 boundary을 따라 진전됨을 예상할 수 있으나, 제강-단조-열처리로 확보된 미세조직에서 사용 중 금형 표면에서의 반복적 온도 변화가 발생할 시 가장 크게 변화되는 인자 중 하나로 carbide의 석출 및 조대화를 들 수 있다. 즉, quenching 및 tempering 열처리 공정하의 유사 경도 조건에서 고온 특성확보를 위해 첨가된 V 및 Mo 등 carbide former에 따라 thermal fatigue 손상이 달라진다면, 미세조직 인자 중 carbide 변화가 금형 손상의 주요 인자 중 하나

1. 대구기계부품연구원 소재부품연구본부 첨단소재연구팀

2. 포항공과대학교 철강대학원

3. 세아창원특수강

교신저자 : 대구기계부품연구원 소재부품연구본부, 팀장, E-mail: younkt@dmi.re.kr

로 판단이 가능하다. 이에 MC, M₆C, M₂₃C₆ 등 주요 석출 carbide의 반복 열노출에 의한 거동과 thermal fatigue 특성을 연관하여 고찰할 필요가 있다.

따라서, 본 연구에서는 열간 공구강의 Thermal fatigue 특성에 미치는 미세조직 인자 중 carbide precipitation 거동에 집중하여 고찰하였다. Thermal Fatigue 시험은 제강 조건과 V, Mo 조성에 따라 초기 as-tempered 미세조직 내 precipitate 분포가 다른 diecasting용 Premium Grade Hot Work Tool Steel(PHTS, 1 : 1.26Mo-0.84V, 2 : 2.36Mo-0.55V) 두가지 강종에 대하여 $\Phi 15 \times 120$ 크기의 시험편을 제작하고, induction heating-water cooling 방식 시스템을 활용하여 상온~700℃의 ΔT 조건에서 4초 가열-3초 냉각 thermal cycling 시험을 진행하였다. 열간 공구강 제조공정별 미세조직과 함께 1000 및 3000 cycle thermal fatigue 시험재는 표면에 형성된 crack 거동(maximum crack length 및 total crack count 등)과 precipitation의 종류, 분율, 크기, 위치 등을 분석하여 내열피로특성에 미치는 미세조직 상관관계를 고찰하였다.

제강 후 단조와 spheroidizing시 석출된 V-rich MC carbide는 이후 austenitizing 열처리 과정에서 M₆C 및 M₂₃C₆ carbide와 달리 matrix에 재고용 되지 않고 thermal fatigue 시험과정에서 계속 조대화가 진행되었다. 그리고 초기 미세조직 내, 특히 PAG, block 또는 lath boundary에 MC carbide가 조대하고 높은 분율로 분포되어 있는 PHTS-1 공구강이 상대적으로 낮은 thermal fatigue 특성을 나타냈다. 이러한 미세조직 분석 및 crack 진전 형태를 관찰한 결과, 열간 공구강 제조 공정에서 조대 MC carbide의 석출 제어를 통해 내열피로 특성 향상이 가능함을 확인하였다.

Keywords: Hot work tool steel, Thermal fatigue, Mo, MC, M₆C, Carbide precipitation

Acknowledgement

본 연구는 소재부품기술개발사업(전략핵심소재기술개발, 20010988)으로 수행된 연구결과입니다.

내식성 향상 정밀 플라스틱 사출용 금형강 소재 개발

배재민#

Development of Mold Steel Material for Precision Plastic Injection with Improved Corrosion Resistance

J.M.Bae

Abstract

플라스틱 사출 수지나 사출 과정에서 발생하는 가스는 금형의 마모, 부식 등의 결함을 유발한다. 특히 내연기관에서 전기차로의 급격한 전환이 급격히 이루어지는 과정에서 차량부품의 경량화는 필수적이며 이러한 요구는 곧 사출 수지의 고강도화, 금형의 고수명화로 이어지고 있다. 이러한 금형 소재에 영향을 주는 요인에 대한 내력을 가진 고급 금형 소재에 대한 개발을 필요로 하고 현재 일본, 유럽 등 플라스틱 사출 금형 소재의 선진업체가 점유하고 있는 정밀 플라스틱 금형시장을 대체, 확대하기 위해 신규 금형 소재를 개발하게 되었다. 본 발표에서는 내식성 향상시킨 ESR급 고강도 금형 소재의 설계 및 시제품 생산 및 평가, 전기로급 시제품의 생산 및 평가, 기존 수입재와의 가속수명평가 방식 및 결과에 대한 연구결과를 소개한다.

Keywords: Plastic injection mold, mold steel material, corrosion resistance.

적층제조 H13/상용 H13 동시 적용 환경에서의 결함 발생 인자에 대한 조사 및 원인 고찰

김성호 · 김성준[#]

Investigating Factors influencing Defects in Mold Applications: a Comparative Study of Additive and Conventionally Manufactured H13 Tool Steel

S.H Kim · S.J Kim[#]

Abstract

근래 알루미늄 다이캐스팅으로 제작되는 완제품의 크기와 강도가 증가함에 따라, 이를 제작하는 금형의 물성과 내구성 역시 함께 요구되고 있다. 이러한 측면에서 상용 H13 열간공구강 대비 높은 경도와 열피로 저항성을 가진 적층제조 H13 열간공구강이 주목받고 있다. 본 연구에서는 단일 금형에 상용 H13과 적층제조 H13이 동시에 적용된 상황을 상정하여, 열처리 또는 외력 인가 시 금형의 뒤틀림을 유발할 수 있는 인자인 선팽창 계수 및 푸아송 비에 대한 비교를 수행하였다. 딜라토미터를 사용하여 금형 제작 과정 중 퀴칭, 템퍼링 등 열이력 전후로 길이 차이 및 선팽창 계수에 대한 비교를 수행하였으며, 적층제조 H13의 열적으로 안정한 잔류 오스테나이트가 상용 H13 대비 높은 선팽창 계수를 보이는 원인임을 밝혔다. 부가적으로 Resonant frequency damping analysis를 이용하여 템퍼링 시간에 따른 적층제조 H13의 탄성계수, 전단 탄성계수 및 푸아송 비의 변화폭이 상용 H13 대비 크며, 템퍼링 열처리를 24시간 수행한 후에도 상용 H13의 값으로 수렴하지 않는 점을 확인하였다. 미세조직 분석 및 잔류응력에 대한 분석을 통해 적층제조 H13에서 보이는 cell structure와 잔류 오스테나이트에 의한 잔류응력이 푸아송 비의 감소를 유발함을 밝혔다. 이는 적층제조 H13이 가진 고유한 미세조직이 상용 H13과 동시에 채택될 때 물성 측면에서 이점을 가지는 한편, 장기간 사용 시 다이캐스팅 환경에서의 열기계적 이력에 의한 금형의 뒤틀림을 유발할 수 있는 인자임을 확인하였다.

Keywords: Additive manufacturing, H13 tool steel, linear expansion coefficient, poisson's ratio, retained austenite

금속 적층제조 L-DED 및 MEAM 공정들을 이용한 D2 공구강의 제조, 미세조직 및 기계적 물성

이기안^{1#}, 박정현¹, 조용훈¹, 김진영², 구용모³, 백소령⁴.

Fabrication, Microstructure and Mechanical Properties of D2 Tool Steel Manufactured by L-DED and MEAM Metal Additive Manufacturing Processes.

K. A. Lee^{1#}, J. H. Park¹, Y. H. Choi¹, J. Y. Kim², Y. M. Koo³, S. R. Baek⁴

Abstract

AISI D2는 열처리를 통한 높은 경도, 강도 및 내마모성 특성을 나타내는 대표적 high-carbon high-chromium 냉간 공구강이다. 최근에는 금속 적층 제조 방식들이 금속 재료 및 합금들에 적용된 많은 연구가 보고되고 있다. 이 중에서 DED(direct energy deposition) 적층 제조 공정은 부품 제조에서의 공정 비용 절감 및 부품 보수 용이성의 이점이 있어 금형강 소재에서의 적용 및 해당 산업 분야에서의 응용 가능성이 제기되고 있다. 그러나 high-carbon steel의 경우, 높은 에너지원에 의해 발생하는 열 잔류응력 및 높은 thermal crack susceptibility로 인하여 제조에 어려움이 존재한다. 이러한 공정적 한계점을 극복하기 위해 가격이 저렴하고 바인더 및 소결 과정을 통해 소재를 적층하는 MEAM(material extrusion additive manufacturing) 기술이 추가적으로 고려되고 있다. 본 연구에서는 DED 및 MEAM 방식을 두 적층 제조 공정들을 적용하여 벌크 형태의 AISI D2 공구강을 제조하였으며, 이후 austenitizing 및 tempering으로 구성된 후열처리가 수행하였다. DED as-built 시편은 빠른 냉각 속도로 인해 inter-dendritic 영역에서 eutectic structure를 나타냈고, 주요 구성상은 austenite인 것으로 확인되었다. 열처리 후 martensite matrix와 Cr-rich 2차 탄화물이 관찰되었다. 열처리 전후의 비커스 경도 값은 각각 480HV와 720HV로 측정되었다. 마모 하중에 따른 마모 실험 결과, 후열처리 적용 후 DED D2 소재는 wrought 소재에 비해 우수한 마모 저항성을 보였다. MEAM 시편은 matrix 내부에 M_7C_3 탄화물이 network 형성 없이 균일하게 분포하는 것으로 나타났다. 경도 측정 결과, as-sintered의 경도는 231HV로 얻어졌으며 열처리 후 경도 값이 649.2HV로 증가하였다. 열처리된 MEAM D2 소결체의 내마모성은 열처리된 wrought D2보다는 소폭 낮은 내마모성을 나타냈지만 coefficient of friction의 시간에 따른 변화 거동은 wrought D2보다 더 안정적인 것으로 나타났다. 인장 시험 결과 두 방식으로 제조된 D2 모두 후열처리 후 wrought 소재와 유사한 인장 특성들을 나타냈다. 상기 결과들을 바탕으로 DED 및 MEAM으로 제조된 AISI D2 소재의 주요 기계적 거동 및 변형, 파괴 기구 및 그 응용 가능성에 대하여 논의하고자 하였다.

Keywords: Metal additive manufacturing, D2 tool steel, DED, MEAM, Microstructure, Mechanical

1. 인하대학교 신소재공학부, 대학원생
2. (주) 한화에어로스페이스, 책임연구원
3. (주) 창성, 이사
4. (주) 마크포지드, 지사장

교신저자: 인하대학교 신소재공학과, 교수, E-mail: keeahn@inha.ac.kr

4. 일반 논문 발표

소재응용 1, 2, 3

(제 4 발표회장)

전류 처리가 탄화물의 상변태 및 석출에 미치는 영향 연구

이시환¹ · 김이재¹ · 최호욱¹ · 채준영¹ · 한흥남[#]

Study on Effects of Electric Current Treatment on Carbide Phase Transformation and Precipitation

S. Lee, Y. Kim, H. Choi, J. Chae, H. N. Nan

Abstract

전류 처리는 석탄 및 천연가스의 연소를 통한 일반 열처리와 비교하여 상변태, 핵 생성, 그리고 재결정 등의 동역학을 향상 시킬 수 있다고 알려진 우수한 열처리 방법으로서 활발하게 연구되고 있다. 최근 이러한 전류 유기 동역학 향상 현상은 재료의 결합 주위에서의 전하 불균형에 의한 것으로 밝혀졌다. 그러나, 재료의 주요 강화 요인 중 하나인 탄화물의 전류 처리에 의한 석출 거동 변화에 대한 연구는 아직 부족하며, 전하 불균형 이론에 입각하여 이를 논의한 적은 없었다. 본 연구에서는 다양한 탄화물이 존재하는 니켈-크롬-철 계 합금을 전류 처리와 일반 열처리하여 탄화물의 상변태 및 석출 거동 변화를 관찰하고, 이를 전하 불균형 관점에서 해석하였다. 동일한 온도 및 시간으로 열처리 실험을 진행한 결과, 일반 열처리 대비 전류 처리 시 탄소의 확산 속도가 증가하여 열처리 전에 존재하였던 Cr_7C_3 탄화물에서 안정한 $Cr_{23}C_6$ 탄화물로의 변태가 가속화된 것이 확인되었다. 뿐만 아니라, 전류 처리 시 니켈 기지에서의 $Cr_{23}C_6$ 의 핵생성 및 성장이 가속화되었다. 대조적으로, 열역학적으로 불안정한 NbC 상의 용해는 촉진되지 않았다. 이는 Cr_7C_3 -니켈 및 $Cr_{23}C_6$ -니켈 간 상간 계면은 세라믹-금속 상간 계면으로 전하 불균형 효과가 두드러지게 나타난 반면, NbC-니켈 상간 계면에서는 $Cr_{23}C_6$ 상이 먼저 석출되어 세라믹-세라믹 상간 계면인 NbC- $Cr_{23}C_6$ 상간 계면이 되어 전하 불균형 효과가 미미하였기 때문이다. 결과적으로, 전류 처리 후 Cr_7C_3 , $Cr_{23}C_6$, 그리고 NbC의 분포는 상대적으로 고온에서 일반 열처리를 진행하거나 동일 온도에서 장시간 동안 일반 열처리 진행한 후의 분포와 상이한 것으로 나타났다. 이는 전하 불균형 효과를 통하여 상변태 및 석출을 촉진시킬 수 있을 뿐만 아니라, 차별화된 미세조직을 형성할 수 있다는 것을 시사한다.

Keywords: 전류 처리, 전하 불균형, 탄소 확산, 상변태, 탄화물 석출

1. 서울대학교 재료공학부

서울대학교, 재료공학부, 정교수, E-mail: hnhan@snu.ac.kr

알루미늄-철 이종 용접부의 국부적 물성 변화 측정

조동혁¹ · Hassan Ghassemi-Armaki² · Blair E. Carlson³ · Thomas B. Stoughton⁴ · 윤정환[#]

A Novel Method to Characterize Constitutive Property Gradient of Al-Steel Dissimilar Resistance Spot Weld

Donghyuk Cho¹ · Hassan Ghassemi-Armaki² · Blair E. Carlson³
· Thomas B. Stoughton⁴ · Jeong Whan Yoon[#]

Abstract

In this study, an innovative method integrating microscale tensile testing and micro-digital image correlation (micro-DIC) is presented. This approach uniquely enables the continuous measurement of changing constitutive properties in dissimilar aluminum-steel (Al-Steel) resistance spot welds (RSW), a capability not available with conventional methods. Detailed examination of homogeneous samples from distinct regions—namely the base metal (BM), heat-affected zone (HAZ), and fusion zone (FZ)—provides a foundational understanding of material strength, hardening, and ductility. Significantly, when applying the micro-DIC technique to gradient samples, as opposed to homogeneous ones, intricate localized deformation patterns are revealed. This method underscores the continuous variation in plastic stress and strain relationships along the weld. These enriched insights not only deepen the understanding of weld material characteristics but also illuminate the potential for refining welding methodologies and enhancing the resolution of numerical models.

Keywords: Micro-digital image correlation (micro-DIC), Resistance spot welds (RSW), Gradient samples, Constitutive properties, Localized deformation

1. 한국과학기술원 기계공학과, 박사과정

2. General Motors Global R&D, Staff Researcher

3. General Motors Global R&D, Senior Technical Fellow

4. Deakin University, Adjunct Professor

한국과학기술원 기계공학과, 교수, E-mail: j.yoon@kaist.ac.kr

Mg 용탕 내 Ca 함량이 금속 용탕 탈성분법으로 제조되는 Mg/Ti 복합재료의 미세조직에 미치는 영향

장지은¹, 이승호², 주수현³, 박성혁[#]

Effect of Ca Content in Mg Melt on Microstructure of Mg/Ti Composites Fabricated by Liquid Metal Dealloying

J. E. Jang, S. H. Lee, S. H. Joo, S. H. Park

Abstract

Mg/Ti 복합재료는 생분해성을 가지는 Mg 과 우수한 생체적합성을 가지는 Ti 로 이루어져 있어 생체재료로 적합하다. 특히 금속 용탕 탈성분법(liquid metal dealloying, LMD)으로 제조된 Mg/Ti 복합재료는 3 차원 연속 연결구조의 Mg matrix 와 Ti matrix 가 서로 복잡하게 엉켜 있는 구조를 가지기 때문에 기존의 분말 소결 방식으로 제조되어온 Mg/Ti 복합재료에 비해 우수한 기계적 특성을 가지며 뼈와 유사한 탄성계수를 확보할 수 있어 생체 재료로의 활용 가능성이 더욱 높아졌다. 금속 용탕 탈성분법은 원소간 혼화성 차이를 활용한 새로운 복합재료 제조 방법이다. 지금까지 대부분의 금속 용탕 탈성분법에 대한 연구는 전구체와 금속 용탕 사이의 단순한 혼화성 관계를 바탕으로 공정 설계되어 제조된 복합재료 및 다공성 구조체의 형성 거동 규명 또는 구조적 특징 분석에 대한 보고가 대부분이다. 반면 합금원소 첨가를 통한 소재 물성 향상에 관한 연구는 거의 보고된 바 없다. 따라서 본 연구에서는 금속 용탕에 합금원소를 첨가하고 그 양을 달리하여 합금원소 간 혼화성 차이에 따른 탈합금 거동 및 복합재료의 미세조직 변화에 대해 알아보려고 하였다. 첨가원소로 선정된 Ca 은 Mg 의 고온안정성을 향상시키고 집합조직 형성을 제어하여 연성 향상에 영향을 미치는 등, Mg 기지재의 미세조직 및 물성에 영향을 미친다고 알려져 있다. Mg 용탕 내 Ca 첨가가 탈합금 거동과 Mg/Ti 복합재료의 미세조직에 미치는 영향을 확인하기 위해 Ca 첨가량을 1, 5, 10 wt%로 달리하여 금속 용탕 탈성분법 공정을 실시하였다. 제조된 복합재료는 Ca 첨가량에 따른 미세조직적 변화를 관찰하기 위해 OM, SEM, EDX, XRD 으로 분석하였고, 기계적 물성의 변화에 대해서는 비커스 경도를 측정하였다.

본 연구는 2023 년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 국가과학기술연구회의 지원(No. CRC23011-000, 재활용 가능한 미래 에어모빌리티 구조용 소재 부품 경량화 플랫폼 기술 개발)을 받아 수행되었습니다.

Keywords: Liquid metal dealloying (LMD), Ca addition, Mg/Ti composite, Microstructure, Miscibility

1. 경북대학교 신소재공학부, 대학원생
2. 경북대학교 신소재공학부, 학부연구생
3. 단국대학교 신소재공학과, 조교수

경북대학교 신소재공학부, 교수, E-mail: sh.park@knu.ac.kr

수소 장입이 Ti 합금의 미세조직 및 기계적 특성에 미치는 영향에 관한 연구

이효주¹ · Sam Yaw Anaman¹ · 최정목² · 박이주³ · 이근호³ · 박준식¹ · 조훈휘^{1, #}

Investigating the Influence of Hydrogen Charging on the Microstructural and Mechanical Properties of Ti Alloys

H. J. Lee, S. Y. Anaman, J. M. Choi, L. J. Park, K. H. Lee, J. S. Park, H. H. Cho

Abstract

Ti 합금은 고가임에도 불구하고 높은 비강도와 우수한 기계적 특성을 가지고 있어 항공우주, 국방 산업, 해양 분야 등 여러 분야에서 응용되고 있다. 그러나 Ti는 수소와 반응성이 높아 재료 내에 수소화물을 쉽게 형성할 수 있고, 이는 기계적 특성을 저하시킨다. 따라서 본 연구에서는 전기화학적 수소 장입이 Ti 합금의 미세조직 및 기계적 특성에 미치는 영향을 분석한다. 먼저, 음극전기분해법을 이용하여 Ti 합금으로의 수소 장입을 수행하였다. X선 회절 분석기(X-ray Diffractometer, XRD)를 사용하여 수소 장입 시간에 따른 수소화물 함량의 변화를 측정하였으며, 장입 시간이 증가할수록 높은 함량이 관찰되었다. 수소 장입에 의한 Ti 합금의 미세조직 특성을 주사전자현미경(Scanning Electron Microscope, SEM) 및 전자후방산란회절(Electron Backscatter Diffraction, EBSD) 현미경으로 분석하였으며, 수소화물 형성으로 인한 미세조직 변화가 관찰되었다. 비커스(Vickers) 경도 시험을 수행하여 수소 장입에 따른 표면 및 단면 깊이 경도를 확인하였다. 수소가 장입된 시편의 표면 경도값은 모두 증가하였고, 단면 깊이 경도값은 비교적 높은 값을 유지하다가 표면과 일정 거리 이상 떨어진 영역에서 감소하였다. 이를 통해, 수소 장입 깊이를 확인하였으며, 압축 시험을 수행하여 초기 Ti 합금과의 기계적 강도를 비교하였다.

Keywords: Ti alloys, hydrogen embrittlement, electrochemical hydrogen charging, mechanical properties, microstructure

1. 한밭대학교 신소재공학과

2. ㈜진합 기술연구소

3. 국방과학연구소

교신저자: 한밭대학교 신소재공학과, 교수

E-mail: hhcho@hanbat.ac.kr

마찰교반처리를 통한 알루미늄/산화 그래핀 복합재의 제조 및 특성화

유한결^{1,2}, Soumyabrata Basak³, Mounarik Mondal⁴, Sam Yaw Anaman¹, Puspendu Guha⁵, 권덕황⁵,
신은주², 홍성태³, 조훈휘^{1#}

Fabrication and Characterization of Aluminum/Graphene Oxide Composite by Friction Stir Processing

H, G Yoo, S. Basak, M. Mondal, S. Y. Anaman, P. Guha, E. J. Shin, D. H. Kwon, S. T. Hong, H. H. Cho[#]

Abstract

본 연구는 탄소질 강화재인 산화 그래핀(Graphene oxide, GO)이 단일 패스 마찰교반처리(Friction stir processing, FSP)로 만든 알루미늄 기지 복합재(Aluminum matrix composites, AMCs)의 미세구조 및 기계적 특성에 미치는 영향을 조사한다. GO 포함여부와 상관없이 FSP 후 Al 합금에서 동적 재결정에 의해 상당한 결정립 미세화가 발생했다. AMC 내에 분산된 GO의 존재는 라만분광법, 2차이온질량분석법 및 투과 전자 현미경을 사용하여 확인하였다. FSP동안 GO의 존재 및 Al 기지와 상호작용으로 AMC는 모재 및 FSP만 수행한 Al 합금보다 우수한 기계적 특성을 나타낸다. 미세경도 분포는 전체적인 교반부의 경도 증가 및 전진부에서의 최대 경도를 나타낸다.

Keywords: Friction Stir Processing; Aluminum Matrix Composites; Graphene Oxide; Microstructure; Mechanical Properties

1. 한밭대학교 신소재공학과
2. 한국원자력연구원 중성자과학부
3. 울산대학교 기계공학부
4. 광주대학교 기계공학과
5. 한국과학기술연구원 에너지소재연구단
교신저자 E-mail: hhcho@hanbat.ac.kr

딥러닝 기반 의미론적 분할을 활용한 열가소성 복합재료 단일 겹침 접합부의 파단면 분석

손승욱^{1,2}, 최현석¹, 전용준¹, 김동언^{1,#}

Fracture Surface Analysis of Single Lap Bonded Joints of Thermoplastic Composites using Deep Learning based Semantic Segmentation

S. O. Son, H. S. Choi, Y. J. Jeon, D. E. Kim

Abstract

본 연구는 열가소성 탄소섬유강화 복합재료(Carbon Fiber Reinforced Thermoplastic)의 단일 겹침 전단시험에서 발생하는 파단면을 분석하기 위해 딥러닝 기반의 의미론적 분할(Semantic Segmentation)을 수행하였다. 접착 접합된 CF RTP 구조물의 파손 모드(Failure mode)는 파손 원인 분석 및 재발 방지 전략 수립에 필수적인 정보로 구조물의 성능과 내구성을 예측할 수 있다. 따라서 재발 방지 및 안전성을 보장하기 위해서는 파손 모드를 정확하게 식별하고 분석하는 것이 중요하다. 그러나 육안 검사를 통한 기존의 분석 방법은 많은 시간이 소요되며 주관적이라는 한계가 있어 보다 정확하고 효율적인 방법의 필요성이 제기되었다. 이에 본 연구에서는 딥러닝을 활용하여 파손 모드를 식별하고자 한다. 이미지 분할에서 유연성과 높은 정확도로 인해 다양한 분야에서 사용되는 U-Net 모델을 활용하여 파단면에서 발생한 파손 모드 영역을 검출하였다. $[45^\circ / 0^\circ / -45^\circ / 90^\circ]$ 2s로 적층한 두께 2.24 mm의 16 ply CF/PEKK에 PEI 필름을 접착제로 사용하여 단일 겹침 방식의 2차 접합을 진행하였다. 1 mm/min로 전단시험을 진행 후 3D 비접촉 측정기를 사용하여 50개의 파단면 이미지를 촬영하였다. 적은 이미지 데이터를 보완하고자 데이터 증강 기법을 통해 10배 증가한 총 500개의 이미지를 사용하여 모델 학습을 진행하였다. (512, 512) 크기의 이미지와 Batch size 8로 학습한 결과, Epoch 50에서 약 80%의 정확도로 파손 영역을 검출하였다.

Keywords: Carbon Fiber Reinforced Thermoplastic, Adhesive bonding, Deep Learning, Computer vision, Semantic Segmentation

1. 한국생산기술연구원, 금형성형연구부

2. 인하대학교 기계공학과

한국생산기술연구원, 금형성형연구부, 수석연구원, E-mail: kdu0517@kitech.re.kr

결정소성 유한요소해석을 통한 알루미늄 박판 소재의 미세 조직 및 기계적 거동 예측

이성호^{1,2} · Chitturi veerendra¹ · Murugesan mohanraj¹ · 이건영¹ · 장효선¹ · 김지훈² · 조재형¹

Prediction of Microstructure and Mechanical Properties of A1050 Thin Sheets using Crystal Plasticity FEM

S.H. Lee^{1,2} · Chitturi veerendra¹ · Murugesan mohanraj¹ · G.Y. Lee¹ · H.S. Jang¹ · J.H. Kim² · J.H. Cho¹

Abstract

알루미늄의 경우 밀도가 작으며, 비강도와 전기 전도도가 높고 가공성이 좋기 때문에 다양한 연구가 진행되고 있다. 알루미늄의 얇은 박판형태는 열교환기용 핀의 소재로 주로 사용되고 있으며 본 연구에 사용된 100um 박판 알루미늄 A1050의 열처리에 따른 마이크로 한 거동을 평가하기 위한 미세조직 분석과 함께 Ex-situ 실험을 통한 300°C/400°C로 1시간 어닐링 된 시편들에 대해 각각 5% (fracture), 10-18% (fracture) 인장시험을 통해 소재의 거동 평가를 위한 데이터를 확보하였다. 이에 대한 매크로한 거동을 평가하기 위해 결정소성 유한요소 모델을 활용하였다. 이를 통해 실험적 변수들을 이산화시켜 결정소성 모델의 변수에 대해 대표체적요소(representative volume element, RVE)를 정의하고, 주기적 경계 조건(periodic boundary conditions, PBC)을 적용하였다. 또한 실험값과 시뮬레이션 된 값의 검증을 통해 신뢰성 확보하였다.

Keywords: Crystal plasticity, Finite element method, Texture, Microstructure, Thin aluminium

1. 한국재료연구원 재료공정연구실

2. 부산대학교 기계공학부 정밀가공시스템전공

교신저자 : 조재형, 한국재료연구원 책임연구원, E-mail: jhcho@kims.re.kr

탄점소성 균일동등체 기반 다결정 모델을 활용한 Mg-10Gd 압출재의 기계적 거동과 집합조직 영향 분석

이재성¹, 정영웅^{2#}

Analysis of Mechanical Behavior and Texture Effects of Extruded Mg-10Gd using an Elasto-Visco-Plastic Polycrystalline Model.

Jaeseong Lee, Youngung Jeong

Abstract

마그네슘은 일시적으로 활용되는 생체 내 치료보조용 기구의 소재로써 주목받고 있으나, 높은 체내 부식 속도 및 그에 따른 기계적 특성 저하로 인해 폭 넓은 적용이 제한되고 있다. 이를 극복하기 위한 방안으로 희토류 금속을 합금원소로 활용한 연구들이 보고되고 있으며, 그 중 Gd은 고용강화와 집합조직에 큰 영향력을 미치는 것으로 인해 주목받고 있다. 본 연구에서는 탄점소성 균일동등체 기반 다결정 모델을 활용하여 Mg-10Gd 압출재의 기계적 특성과 초기 집합조직의 영향을 해석하였다. 재료의 경화 거동을 설명하기 위해 Voce 경화모델을 적용하였고, 간단한 인장 및 압축 실험으로부터 유동응력-변형률 선도를 얻어 경화 파라미터를 결정하였다. 다다결정 유한요소해석을 활용하여 노치 바 인장, 3점 굽힘, C-ring 압축 실험을 모사하였고, 계산된 힘-변위 선도를 실험값과 비교하여 모델의 타당성을 검증하였다.

Keywords: Elasto-Visco-Plastic polycrystalline model, texture, Mg-10Gd, anisotropy, FEM

1. 창원대학교 소재융합시스템공학과, 대학원생
2. 창원대학교 신소재공학부, 부교수
창원대학교, 신소재공학부, 부교수, E-mail: yjeong@changwon.ac.kr

분산형 탄체 케이스의 노치형상 별 균일파단효과에 관한 연구

박준효¹, 전진우¹, 박주성², 서승원^{**}, 유재현^{**}

초 록

연료-공기 혼합물의 폭발성을 이용한 폭풍형 탄두(Fuel-Air Explosive, 이하 FAE탄)는 일반적으로 연료를 분산장약(Bursting Charge)에 의해 공기 중으로 분산시켜 폭발성 분산매질(Detonable Fuel-Air Mixture Cloud)을 형성한 후, 2차 기폭장치에 의해 최종 폭발이 발생하는 메커니즘으로 작동한다.^[1]

연료분산은 분산장약, 밀도 등에 의해 성능차이를 보이지만, 탄체 케이스의 형상이나 구조가 영향을 미치는 주요인 중 하나이며, 연료분산효과 개선을 위해 탄체 케이스 형상을 변수로 하여 많은 연구가 진행되고 있다.^[2,3]

탄체 케이스의 형상에 따른 분산특성을 확인하는 시험방법은 탄체 케이스에 연료를 충전하여 폭발시키는 시험이지만, 많은 비용과 인력이 소요되어 시험횟수가 제한되고 충분한 데이터를 확보하는 데 어려움이 있다.

본 연구에서는 굽힘시험(Bending Test)을 통해 시편의 노치 형상과 깊이에 따른 소성변형 특성을 실험값으로 확인함으로써, 균일한 파단효과를 갖는 탄체 케이스 형상을 분석하였고 상용 수치해석 프로그램을 활용하여 폭발 압력이 탄체 파단에 미치는 영향과 비교함으로써 최적의 균일파단효과를 가진 탄체 케이스 노치형상을 제시하였다.

Keywords : Fuel-Air Explosive(연료-공기혼합물 폭풍형 탄두), Bursting Charge(분산장약), Notch Effect(노치효과), Plastic Deformation(소성변형), Bending Test(굽힘시험)

출처

- [1]Jae Hun Yoo, "The Explosive Driven Shock Tube Device for the Experiments of Detonation Characteristics", KIMST Annual Conference Proceedings, pp. 996-997, 2017.
- [2]Q. Zhang, W. Kezhen, A. Luo, D. Wang and B. Qin, "Numerical Simulation on Dispersal Character of Fuel by Central HE", Defense Science Journal, Vol. 57, No. 4, pp.425-433, 2007.
- [3]Jin Woo Jeon, "A study on the fracture effect of fuel-dipersed metal shell according to the shape of the notch", Defense Science Journal, 2022.

1. ㈜풍산 방산기술연구원, 전임연구원

1. ㈜풍산 방산기술연구원, 선임연구원

2. ㈜풍산 방산기술연구원, 책임연구원

**. ㈜풍산 방산기술연구원, 이석보

**. 국방과학연구소 미사일연구원, 선임연구원

반응표면법을 이용한 대형 수소 전기 트럭의 배터리 캐리어의 중량 개선 모델 설계

황순재, 설우철, 유문규, 정영구, 홍석무[#]

Design of a Weight Improvement Model for a Large Hydrogen Electric Truck's Battery Carrier using Response Surface Method

SoonJae Hwang, OuChul Sul, MunGyu Yoo, YongGu Chung, Seokmoo Hong[#]

Abstract

대형 수소 전기 트럭의 배터리가 요구하는 용량이 점차 증가함에 따라 배터리를 고정하는 부품인 배터리 캐리어에 가해지는 하중 또한 증가하고 있다. 이를 견디기 위한 여러 개선 방안이 제안되고 있지만, 너무 과도한 개선은 중량을 증가시켜 차량의 성능 감소의 원인이 될 수 있다. 따라서 본 연구에서는 배터리 캐리어의 응력과 경량화의 양립을 목표로 부품의 소재를 변경하고, 복합재의 적용을 진행하였다. 이때 기존 모델과 동등 응력 수준을 목표로 반응표면법(RSM, Response Surface Method)을 이용하여 배터리 캐리어의 중량을 최소화하는 것을 목표로 한다. 배터리 캐리어의 프레임 부위를 aluminum으로 변경 후 응력 문제를 보강하기 위해 GF-SMC를 덧대어 설계를 수행하였다. 이후 경량화를 목표로 프레임에서 두께 변경이 가능한 요소 4개를 설계 변수로 지정하였으며 프레임에서 발생하는 응력 수준은 기존과 동일하다는 제약조건 하에 배터리 캐리어의 경량화를 목적 함수로 설정하였다. 반응표면법을 통해 목적함수를 만족하는 설계 변수를 도출해 내었으며 적용 결과 개선 모델이 기존 모델 대비 동등 응력 수준을 지니면서도 29.7%경량화를 할 수 있었다.

Keywords: Design variable, equivalent stress, finite element analysis, battery carrier, weight reduction

-
1. 한국대학교 기계공학부, 대학원생
 2. 한국자동차 연구개발본부, 부장
 3. 국립공주대학교 미래자동차공학과 교수

전기 저항을 통한 연속적 공극 체적 분율 측정 및 GTN 모델 계수 결정

장택진¹, 김종봉², 안준영³, 이성진³, 윤정환[#]

Determination of GTN Model Parameters by Measuring Continuous Void Volume Fraction Through Electrical Resistance

T. J. Jang, J. B. Kim, J. Ahn, S. J. Lee, and J. W. Yoon

Abstract

In this study, electrical resistance was measured during a uniaxial tensile test, and then the relationship between the electrical resistance and plastic strain was obtained. It showed that the measured relationship has more larger electrical resistance than expected values which assumes that the volume was not changed. From this result, the porosity part in the measured electrical resistance could be extracted. After that, the void volume fraction diagram with respect to plastic strain can be derived from the effective resistivity equation. To validate the proposed void volume fraction, the porosity inside of TRIP1180 material was measured through the X-ray microscope (XRM) technique so a material parameter of effective resistivity could be determined by measured void volume fraction. Besides, Gurson-Tvergaard-Needleman (GTN) model parameters were calibrated by the proposed void volume fraction diagram, and then the finite element simulation result of the tensile test was compared with the experimental tensile test result. As a result, it was shown that the proposed methodology can predict the void volume fraction diagram experimentally.

Keywords: GTN Model, Void Volume Fraction, Ductile Failure, Electrical Resistance

1. 한국과학기술원 기계공학과, 박사과정
2. 서울과학기술대학교 기계자동차공학과, 교수
3. 서울과학기술대학교 자동차공학과, 석사과정
한국과학기술원 기계공학과, 교수, E-mail: j.yoon@kaist.ac.kr

5. 특 별 세 션 5 / 일반 논문 발표

경량 다층 소재의 차체부품 구조
최적화 및 활용에 관한 연구

공정계산역학 1, 2

금형가공

박판성형 3

(제 5 발표회장)

경량 다층 클래드 소재가 적용된 일체형 패키지 트레이 모듈 성형에 관한 특성 연구

박상울¹ · 송윤갑¹ · 배기만² · 오보라미² · 김태엽³ · 김민중⁴ · 윤용한⁵

Study on the Molding Characteristics of Package Tray Modules with Clad Material Applied

S. Y. Park, Y. G. Song, K. M. Bae, B. R. M. Oh, T. Y. Kim, M. J. Kim, Y. H. Yoon

Abstract

Clad materials are easier to obtain a weight reduction effect compared to existing steel materials, and can achieve a weight reduction of more than 10% compared to existing steel materials. For optimal molding of clad materials, research is needed on design structures and molding methods that enable optimal mass production. We plan to secure mass production of package tray modules using multi-layer clad materials through research on molding characteristic methods and analysis of formability of multi-layer clad materials. In order to improve the formability of multi-layer clad materials, we will improve the design and manufacture prototypes to analyze formability and improve the final mass-producible structure.

Keywords: Clad Metal, Package Tray, Multi-Layer Clad Metal, Lightweight, Dynamic Stiffness

후 기

본 연구는 산업통상자원부의 지역선도산업단지연계협력사업(과제번호: P0025503)의 지원을 받아 수행된 연구결과입니다.

-
1. (주)영진 기술연구소
 2. (주)일지테크 기술연구소 선행개발팀
 3. (주)케이테크, 대표
 4. (주)한국클래드텍 기술연구소, 이사
 5. (재)경북하이브리드부품연구원 신산업육성팀, 팀장
- # (주)영진 기술연구소, E-mail : project@yjmotor.co.kr

경량 다층 소재 일체형 차체 부품 설계 및 응용 기술 연구

오보라미^{1*} · 배기만² · 박상을³ · 김태엽⁴ · 김민중⁵ · 윤용한⁶

A Study on the Design and Application of Integrated Car Body Parts for Lightweight Multi-Layer Material.

B. R. M. Oh, K. M. Bae, S. Y. Park, T. Y. Kim, M. J. Kim, Y. H. Yoon

Abstract

The most important issues in recent automobile manufacturing technology trends are electrification and securing stability. Due to the electrification of automobiles and carbon emission issues, weight reduction is required. And securing the safety of passengers is the most important goal. The application of lightweight materials (such as Aluminum) and high-strength materials is a method for realizing light weight and safety of vehicles. The application of aluminum parts is increasing for lightweight. Using aluminum parts have problems cost increase, poor formability and dissimilar joining.

In this Study, a design and application (welding assembly) technology was developed to integrate car body parts through the application of lightweight multi-layer materials. The effect of applying lightweight multi-layer materials is that, formability is improved compared to existing lightweight materials, so that parts can be integrated, and resistance spot welding technology with the other parts can be applied.

This study will be a solution that can replace existing lightweight materials.

Keywords: Lightweight, Multi-Layer, Clad Metal, Car Body Parts, Press, Resistance Spot Welding

후 기

본 연구는 산업통상자원부의 지역선도산업단지연계협력사업(과제번호: P0025503)의 지원을 받아 수행된 연구결과입니다.

-
1. ㈜일지테크 기술연구소 선행개발팀, 책임연구원
 2. ㈜일지테크 기술연구소 선행개발팀, 팀장
 3. ㈜영진 기술연구소, 연구소장
 4. ㈜케이테크, 대표
 5. ㈜한국클래드텍 기술연구소, 이사
 6. (재)경북하이브리드부품연구원 신산업육성팀, 팀장
- # ㈜일지테크, 선행개발팀, 책임연구원, E-mail: borami@iljitech.co.kr

다층 클래드 메탈의 제조 및 특성연구

김민중¹ · 박철민¹ · 이광석² · 봉혁종²
박상울³ · 배기만⁴ · 오보라미⁴ · 김태엽⁵ · 윤용한⁶

Manufacturing and Characterization Study of Multi-Layer Clad Metal

M. J. Kim, C. M. Park, K. S. Lee, H. J. Bong,
S. Y. Park, K. M. Bae, B. R. M. Oh, T. Y. Kim, Y. H. Yoon

Abstract

Clad metal is used in a variety of areas ranging from semiconductors and sensors to everyday life.

Although this expansion of the scope of clad metal seems natural, it is not easy to meet conditions such as material manufacturing, various requirements, cost, and processing conditions.

In particular, the applicability of a material may be determined by the interfacial reaction between different materials and the resulting formation of intermetallic compounds, and there may be differences between the characteristics of the individual material and the actual clad metal.

In this study, we will look at the manufacturing of aluminum/steel/aluminum structured clad metal and its characteristics.

Keywords: Manufacturing, Multi-Layer Clad Metal, Lightweight,

후 기

본 연구는 산업통상자원부의 첨단뿌리기술-산업소재핵심기술개발사업(과제번호 : 20006974)과 지역선도산업단지연계협력사업(과제번호: P0025503)의 지원을 받아 수행된 연구결과입니다.

-
1. (주)한국클래드텍
 2. 한국재료연구원
 3. (주)영진 기술연구소,
 4. (주)일지테크 기술연구소 선행개발팀
 5. (주)케이테크, 대표
 6. (재)경북하이브리드부품연구원 신산업육성팀

이종 소재 용접/접합 기술에 관한 연구

김태엽^{1#} · 배기만² · 오보라미³ · 박상울⁴ · 김민중⁵ · 윤용한⁶

A Study on Welding/Joining Technology of Dissimilar Materials

T. Y. KIM, K. M. Bae, S. Y. Park, M. J. KIM, Y. H. Yoon

Abstract

In 2020, fuel efficiency and exhaust gas regulations, which will be strengthened by more than 20% compared to 2015, changed from recommendations to mandatory enforcement in Korea and developed countries, making lightweighting in the automobile industry no longer an option but a necessity. In particular, the application of various lightweight materials such as ultra-high strength materials, aluminum alloys, magnesium alloys, clad metals, and carbon fiber reinforced plastics is increasing for weight reduction. In this study, lightweight multi-layer clad metal was applied to make it lighter than existing parts and to reduce costs by integrating two parts. In order to manufacture module parts, welding and joining technology between clad metal and steel materials is important, and existing resistance spot welding technology must be improved or changed to another welding joining method. Therefore, through this study, the existing resistance spot welding technology was improved considering economic feasibility.

This study will be a solution that can replace existing lightweight materials and welding joining technologies.

Keywords: Lightweight, Multi-Layer, Clad Metal, Integration, Resistance Spot Welding

후 기

본 연구는 산업통상자원부의 지역선도산업단지연계협력사업(과제번호: P0025503)의 지원을 받아 수행된 연구결과입니다.

-
1. ㈜케이테크, 대표
 2. ㈜일지테크 기술연구소 선행개발팀, 팀장
 3. ㈜일지테크, 기술연구소 선행개발팀, 책임연구원
 4. ㈜영진 기술연구소, 연구소장
 5. ㈜한국클래드텍 기술연구소, 이사
 6. (재)경북하이브리드부품연구원 신사업육성팀, 팀장
- # ㈜케이테크, 대표, E-mail:kimtyc@naver.com

경량 다층 소재 적용 차체 부품의 전산해석적 성능평가 연구

윤용한¹, 나혜중², 박상을³, 송윤갑⁴, 배기만⁵, 오보라미⁶, 김태엽⁷, 신창열⁸, 김재환⁹, 김민중¹⁰, 심재술[#]

Study on Computational Performance Evaluation of Car Body Parts using Lightweight Multi-layer Materials

Y. H. Yoon, H. J. Na, S. Y. Park, Y. G. Song, K. M. Bae, B. R. M. Oh, T. Y. Kim, C. Y. Shin, J. H. Kim, M. J. Kim, J. Shim

Abstract

With the expansion of eco-friendly electric and hydrogen vehicles, lightweighting of vehicles is an essential element to increase driving range. Accordingly, the demand for development of lightweight aluminum-applied car body parts is increasing, but there are limitations in replacing existing steel-applied parts due to the difficult forming characteristics of lightweight materials. There has been a recent case where lightweight aluminum material was applied to body parts of domestic luxury vehicles. However, due to the increased cost of aluminum and problems with formability, steel materials are being used for body parts in subsequent models. In this study, car body parts using lightweight multi-layer materials were analyzed through computer simulation. The material was changed from steel to a lightweight multi-layer material to reduce weight, but the problem of deteriorating material properties occurred. Therefore, optimization was performed by changing the shape of the part to satisfy material properties and weight reduction.

Keywords: Lightweight, Multi-Layer, Car Body Parts, Eco-Friendly Vehicles, Computer Aided Engineering(CAE)

본 연구는 산업통상자원부의 지역선도산업단지연계협력사업(과제번호: P0025503)의 지원을 받아 수행된 연구결과입니다.

1. (재)경북하이브리드부품연구원, 신산업연구단, 팀장
2. (재)경북하이브리드부품연구원, 신산업연구단, 단장
3. ㈜영진, 기술연구소, 연구소장
4. ㈜영진, 기술연구소, 대리
5. ㈜일지테크, 기술연구소 선행개발팀, 팀장
6. ㈜일지테크, 기술연구소 선행개발팀, 책임연구원
7. ㈜케이테크, 대표
8. ㈜케이테크, 부대표
9. ㈜케이테크, 대리
10. ㈜한국클래드텍, 기술연구소, 이사

영남대학교, 기계공학부, 교수, E-mail: jshim@ynu.ac.kr

가상필드법을 활용한 Nimonic 판재의 유한요소해석 없는 연성 파단 모델 재료 상수 최적화

김찬양¹ · 이진우² · 봉혁중¹ · 이명규^{4#}

Optimizing Material Parameters of Ductile Fracture Criteria for the Nimonic Sheets using the Virtual Fields Method

C. Kim, J. Lee, H. J. Bong, and M. G. Lee

Abstract

최근 판재 성형 해석에 있어 소재의 성형한계 평가 및 파단 현상 모사를 위해 다양한 금속 연성 파단 모델이 제안되었다. 금속 파단 현상은 삼축응력비 등 응력상태에 영향을 받는다 알려져 있으므로, 이러한 연성 파단 모델은 대부분 응력상태에 의존하는 파단변형율의 함수로 정의된다. 따라서 파단 모델의 재료 상수 획득을 위해서는 서로 다른 응력상태에 대한 파단 거동의 실험적 평가가 필요하다. 여러 응력상태에 대한 파단 거동 평가를 위해 주로 중심 구멍 (center hole), 노치 인장 (notched tension), 작은 전단 (miniature shear) 시편 등이 활용되는데, 이러한 비규격 시편에 가해진 응력 및 변형율 상태를 직접적으로 도출하기 어려우므로 주로 실험과 유한요소해석을 병행한 복합방법이 활용된다. 그러나 이러한 실험-유한요소해석 복합법은 해석 모델의 정밀도에 따라 연성 파단 모델 재료 상수의 최적화값이 달라질 수 있다. 본 연구에서는 이를 극복하기 위해 역해석 물성 측정법 중 하나인 가상필드법을 응용하여 두께 0.5 mm Nimonic 판재의 연성 파단 모델 재료 상수를 유한요소해석 없이 최적화하였다. 가상필드법은 DIC 등 전영역 변형 측정값을 활용하여 구성방정식의 재료 상수를 도출하는 역해석적인 물성 평가 방법이다. 이를 통해 단순화된 Hosford-Coulomb 연성 파단 모델의 재료 상수를 최적화하였으며, 도출된 파단 모델로부터 파단성형한계도 (Fracture forming limit diagram, FFLD)를 구하였다. 최종적으로 역해석적으로 예측된 파단성형한계도와 Nakajima 실험 결과를 비교하여 결과를 검증하였다.

Keywords: Hosford-Coulomb Ductile Fracture Criterion, Nimonic Nickel alloys, Virtual Fields Method, Inverse optimization

-
1. 한국재료연구원 재료공정연구실, 선임연구원
 2. 울산대학교 기계공학부, 조교수
 3. 서울대학교 재료공학부, 교수
- # 서울대학교 재료공학부, 교수, E-mail: myounglee@snu.ac.kr

인장시험에서 DIC 변형률과 하중을 동시에 고려한 GISSMO 손상 계수 결정법

이상민¹, 홍석무^{2, #}

Determination Method of GISSMO Damage Coefficient Considering DIC Strain and Load Simultaneously in Tensile Test

S. Lee, S. Hong

Abstract

설계된 제품의 유효성을 검증하기 위해서 유한요소해석(FEA, Finite Element Analysis)을 활용하여 충돌이나 낙하 상황을 가정하여 해석을 진행한다. 이때 정확한 해석 결과를 도출하기 위해선 제품의 파단을 고려해야 하며, 이를 위해 GISSMO (Generalized Incremental Stress State Dependent Damage Model) 손상모델을 사용하여 손상 물성을 획득했다. 손상 물성을 획득하기 위해 실험의 하중-변위 곡선을 역공학 (Reverse Engineering) 기법을 활용하여 최적의 계수를 예측하는데, 이 과정에서 같은 조건을 반복하더라도 초기 예측 값에 따라 다른 예측 값이 나타날 수 있어 획득한 손상물성에 대한 물리적인 의미를 부여하기 어려움이 있다. 본 연구에서는 DIC (Digital Image Correlation) 기법을 활용하여 인장, 전단, 평면변형 3가지의 응력상태를 나타내는 시편의 인장시험 시 파단지점의 국부면적에서의 변형률을 획득하였다. 이후 국부면에서 측정된 표점거리를 이용하여 계산된 하중-변위 곡선과 실험결과와 동시에 파단지점에서 계산된 변형률과 DIC 기법으로 측정된 파단변형률을 함께 비교하여 기존보다 정확하고 일관된 손상계수를 예측할 수 있어, 정확하고 신뢰성 있는 손상 계수 결정법을 제시할 수 있었다.

Keywords: Damage, Digital Image Correlation, Finite Element Analysis, GISSMO, Local Strain

1. 공주대학교 미래융합공학과, 대학원생
2, # 공주대학교, 미래자동차공학과 • 그린카기술연구소, 교수,
E-mail: smhong@kongju.ac.kr

초고강도 판재의 새로운 점진 금형 성형을 위한 유한요소 해석 모델링에 관한 연구

이진우[#], 봉혁종¹, 김대용²

Finite Element Modeling of New In-line Incremental Die Forming Process for Ultra-high Strength Steel Sheets

J. Lee, H. J. Bong, D. Kim

Abstract

In this study, the alternative to the conventional cold roll forming process is proposed. The newly developed forming process, namely in-line incremental die forming process, is a continuous manufacturing process, which can offer rapid prototyping for automotive components. This new forming technology combines pressing and drawing processes, and its feasibility is evaluated by manufacturing real automotive components using ultra-high strength steel (UHSS) sheets, usually produced by the conventional cold roll forming process. Finite element (FE) simulations are conducted to validate the new process, considering the mechanical properties of plasticity and ductile fracture. The results demonstrate that the proposed forming process efficiently produces automotive components with consistent shape and long lengths, as the simulation outputs show good agreement with experimental data in terms of dimensional accuracy and quality. Additionally, sensitivity analyses of process parameters such as friction and die design provide valuable insights for optimizing the newly proposed forming process of UHSS sheets.

Keywords: Sheet metal, Incremental die forming process, UHSS, Springback, Ductile fracture

1. 한국재료연구원, 선임연구원
2. 전남대학교, 지능형모빌리티융합학과, 교수
울산대학교 기계공학부, 조교수, E-mail: jinwoolee@ulsan.ac.kr

ABS 판재 복사가열 공정의 열전달 및 변형 해석

Heat Transfer and Deformation Analysis of Radiation Heating of Acrylonitrile-butadiene-styrene (ABS) Copolymer Sheet

김종현¹· 김지훈²· 정지용³· 김준민³· 김지훈^{4,#}

Abstract

Thermoforming is a process where polymer sheets are heated and subsequently formed. Acrylonitrile-butadiene-styrene (ABS) copolymer is widely used in thermoforming. Viscoelastic properties are crucial for accurate numerical analyses of thermoforming process. This study utilized a dynamic mechanical analyzer and rheometer to measure the storage and loss moduli of the ABS sheets. By integrating viscoelasticity data across various temperatures and frequencies and using the time-temperature superposition principle, a master curve was developed, and shift factors and the WLF model parameters were derived. The radiation heating process, commonly used in thermoforming, was simulated via the sequentially coupled heat transfer and deformation analysis. The sagging of the ABS sheets was examined and its impact on the radiation heat transfer was analyzed.

Keywords: ABS, Viscoelasticity, WLF model, Thermoforming, Radiation heating

1. 부산대학교 기계공학부, 석사과정

2. LG전자 생산기술원, 선임연구원

3. LG전자 생산기술원, 책임연구원

4,#. 부산대학교 기계공학부, 교수, E-mail: kimjh@pusan.ac.kr

열박음시 열원 종류에 따른 열특성 및 변형 거동에 관한 연구

도영호^{1#}, 권성진², 김진성¹, 강봉국¹, 이동주¹

A Study on the Thermal Characteristics and Deformation Behavior of Shrinkage Fitting Process by Heat Source

Y. H. Do, S. J. Kwon, J. S. Kim, B. G. Kang, D. J. Lee

Abstract

선박용 대형 엔진 크랭크 샤프트의 경우 대부분의 중, 소형 엔진과 다르게 그 크기로 인하여 한번의 주조를 통한 일체형 제작이 불가능하다. 이 때문에 크랭크 쓰로우, 저널등 각 파트를 기계적 조립을 통하여 전체 크랭크 샤프트를 제작하게 된다. 이러한 경우 사용되는 제작공법이 열박음 공법이다. 열박음 공법이란 부품 조립 시 한 개 파트를 가열하여 열팽창시키고 상온 상태의 나머지 파트와 조립한 후 제품을 냉각 시켜 기계적 조립을 수행하는 억지끼워 맞춤 공법이다. 일반적인 선박 대형 엔진 크랭크 샤프트 제작 시에는 전용 가스 버너를 활용하여 크랭크 쓰로우 웹 한쪽면을 가열하고 일정 시간이 이후 실린더 형태의 저널을 조립/냉각 시켜 기계적 결합을 수행한다. 하지만 이때 화염 특성 상 크랭크 쓰로우 웹의 하단에서 상면까지 불균일한 온도 분포로 인하여 쓰로우 웹이 벌어지는 불균일한 변형이 발생한다. 이는 추후 조립 시 제품 전체의 직진도를 저하시키고 불필요한 수준까지 온도를 높여야 하는 문제를 초래한다.

이에 본 연구에서는 화염 가열 모사 시험을 통하여 버너의 입열 모델을 정립하고 화염 버너를 활용한 열박음 공정을 유한요소해석 상에서 모사하여, 크랭크 쓰로우 변형의 주요인 및 변형 특성을 평가하였다. 그 결과 쓰로우 웹 두께 방향의 온도 편차로 인하여 불균일한 변형이 발생함을 확인하였고, 이를 해결할 수 있는 유도 가열 기반의 열박음 공정을 유한요소해석을 통하여 구현하고 불균일한 변형 및 가열 시간을 최적화할 수 있는 가열 패턴을 도출하였다. 이를 통하여 크랭크쓰로우 열박음 공정에서 발생하는 변형 및 공정 소요 시간을 저감할 수 있음을 확인하였다.

Keywords: Thermal expansion, Induction heating, Shrinkage fitting

1. HD한국조선해양 제조혁신랩

2. HD현대중공업 엔진기계사업부

HD한국조선해양 책임연구원, youngho.do@hd.co.kr

왜곡경화모델 기반 다축 성형 후 기계적 강도 예측

최성환¹ · 강수창² · 이명규[#]

Predicting Anisotropic Strength After Multi-axial Forming with Distortional Hardening Concept

S.H. Choi, S.C. Kang, M.G Lee

Abstract

In this study, we predict the mechanical strengths of the steel plate after a multi-axial forming process using an extended homogeneous anisotropic hardening (eHAH) model. The eHAH model is a distortional hardening model that divides the entire yield surface into two regions and distorts them independently. The evolution of this divided boundary is based on the "rotation," which produced a rotation singularity problem under near cross-loading conditions. To address this issue, the new eHAH model has been developed, which mitigates the rotation singularity by permitting multiple and overlapping distortions of the yield surface. Furthermore, the multiple distortions in the eHAH model can reflect the effects of activating new slip systems during abrupt deformation path changes. We optimized the model parameters of both the original HAH and eHAH models using experimental results obtained from tension-compression tests and uni-axial tension tests after bending in various directions. Finite element simulations for multi-axial forming were conducted using the optimized HAH and eHAH models, and the resulting yield strengths were compared with experimental results. The eHAH model provides more accurate predictions of mechanical properties after multi-axial forming compared to the original HAH model due to its faster evolution with multiple distortion.

Keywords: Distortional hardening, Finite element, Strength prediction, Multi-axial forming

1. 서울대학교 재료공학부, 대학원생
2. 포스코 철강솔루션연구소 구조연구그룹, 수석연구원
서울대학교 재료공학부, 교수, E-mail: myounglee@snu.ac.kr

섬유강화복합재료의 피어싱 공정에서 다이 패드 하중에 따른 단면 품질 분석

류상훈¹, 최현석¹, 전용준¹, 김동연^{1,#}

Sheared Edge Quality Analysis of Glass Fiber Reinforced Epoxy Composite by Pad Force in Piercing Process

S. H. Ryu, H. S. Choi, Y. J. Jeon, D. E. Kim

Abstract

복합소재는 항공기, 자동차, 반도체 등 다양한 산업 분야에서 사용된다. 이 중에서도 유리섬유강화복합재료(Glass Fiber Reinforced Plastic, GFRP)는 유리섬유에 에폭시를 함침시켜 적층된 형태로 사용한다. GFRP는 완성품을 제조하는 과정에서 부품 체결부의 단면 품질이 매우 중요하기 때문에 드릴링을 통한 가공이 이뤄진다. 하지만 생산단가, 공정비용 절감을 위해 고속공정이 요구되며 피어싱 공정에 대한 수요가 있다. 피어싱 공정은 드릴링 대비 단면 품질이 낮아 이를 개선하기 위한 공정개선 및 금형 기술에 대한 연구가 요구된다. 적층소재 특성상 파단 시 층간 박리로 인해 불규칙적인 전단면을 형성하며 이때 발생한 버(Burr)와 같은 이물질로 인해 부품 체결, 조립 시 완성품의 불량 원인이 될 수 있다. 본 연구에서는 GFRP 라미네이트의 전단 공정 시 파단이 불규칙적으로 발생하는 전단면을 개선하기 위해 다이 패드를 사용한 피어싱 공정을 수행하였다. 하부 다이에 패드를 적용해 펀칭 반대 방향으로 하중을 부여하여 캠버 현상을 줄이고 단면 품질을 개선하기 위한 피어싱 공정을 도출하였다. 다이 패드에 작용하는 하중 변수에 따라 GFRP 전단면의 거칠기 및 단면의 형태학적 특성을 분석하였다.

Keywords: Die Pad, Glass Fiber Reinforced Plastic(GFRP), Pad Force, Piercing, Shear

1. 한국생산기술연구원, 금형성형연구부
한국생산기술연구원, 금형성형연구부, 수석연구원,
E-mail: kdu0517@kitech.re.kr

볼트형 피에조 센서를 활용한 절삭력 측정에 따른 공구 마모 예측

권오동¹, 석주성², 송영빈³, 이경훈[#]

Tool Wear Prediction for Cutting Force Measurement by using Bolt Type Piezo-Sensor

O. D. Kwon, J. S. Seok, Y. B. Song, K. Lee

Abstract

스마트 팩토리를 통한 새로운 산업구조가 부각되면서 절삭 공구의 상태 모니터링과 파손 예측을 통한 공구 교체 등의 다양한 시도가 진행 중이다. 본 논문에서는 고감도 고응답형 볼트형 피에조 센서를 통한 절삭 공구 마모량 예측 모델을 개발하였다. 볼트형 피에조 센서는 절삭 하중이 구조적으로 전달되는 위치의 볼트를 대체하여 장착되며, 절삭 하중을 간접적으로 측정하게 된다. 전체 절삭공정 중의 충격량을 합산하여 이를 공구의 마모량과의 연관성을 파악하였다. 볼트형 피에조 센서는 기존 장비의 변경을 필요로 하지 않고도 공구의 마모를 예측할 수 있게 되어 보다 용이한 현장 모니터링 적용 방안으로 제시할 수 있다. 금형강의 종류에 따른 하중 변화를 관찰할 수 있었고 계산된 충격량은 측정된 마모량과 좋은 상관관계를 보여 주었다. 가공 공정은 금형강의 열처리 전 공정(17 case)과 열처리 후 공정(13 case)으로 분류된다. 볼트형 피에조 센서의 장착위치는 가공기에 피삭재를 고정하는 위치의 볼트를 대체하여 장착하였다. 볼트형 피에조 센서로 측정된 결과를 비교 분석하기 위해 전체 공정 중 육안상 공구의 마모가 심한 공구를 선별하여 공구 표면 분석 장비로 마모도를 측정하였다. 비교 대상의 공정의 경우 높은 충격량을 보인 공구에서 높은 마모량을 보여주는 경향을 보여주었다.

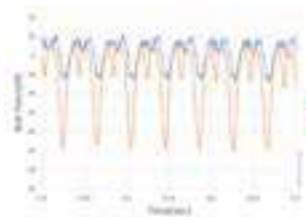


Fig. 1 Processing cutting force data measured by using Piezobolts

$$I = \int_{t_1}^{t_2} F dt = \Delta t \cdot \sum_{i=1}^{i=n} F_i$$



Fig. 2 Results of wear measurement by using tool surface analysis equipment

Keywords: Bolt type Piezo-Sensor, Cutting Force, Process Monitoring, Tool status monitoring

1. ㈜솔루션랩, 대리

2. ㈜신화에스티, 책임연구원

3. ㈜신화에스티, 주임연구원

교신저자: ㈜솔루션랩 대표이사 E-mail: klee@solution-lab.co.kr

스마트엔지니어링을 기반으로 하는 프레스 스탬핑 산업의 디지털전환

이찬호¹

Digital Transformation of Press Stamping Industry based on Smart Engineering

C.H. Lee

Abstract

4차 산업혁명의 최종 목표로 이야기되고 있는 Smart Factory는 단순히 공장설비의 자동화만을 의미하지 않으며 프로세스의 완전한 디지털전환을 통해서 달성할 수 있다. 자동차 산업의 경우 이러한 디지털 전환의 노력은 이미 오래전부터 다양한 분야에서 시도되어 왔으며 많은 성과를 내고 있는 것이 사실이다. 하지만 내연기관에서 전기자동차로의 급격한 변화에 따른 고객 맞춤형 다품종 소량생산의 추세와 다양한 신소재 등의 등장으로 인해 프레스 스탬핑 분야 또한 적극적인 디지털전환의 노력이 요구되고 있으나 그 속도는 상대적으로 느리게 진행되고 있는 것 또한 사실이다. 스탬핑 분야에서 디지털트윈을 기반으로 한 스마트 엔지니어링의 강화는 이러한 디지털 전환 과정에 있어서 반드시 수행해야 하는 필수적인 프로세스이며 많은 글로벌 OEM들과 프레스 금형 제작업체들이 주목하고 있는 프로세스이다. 이번 발표에서는 프레스 스탬핑 분야에 있어서의 변화를 이끌어가고 있는 디지털 전환의 노력과 앞으로의 과제에 대해서 이야기 하고자 한다.

Keywords: Digital Transformation, Smart Engineering, Smart Press Shop, Industry 4.0, Process Robustness

1. 오토폼엔지니어링코리아(주), 컨설팅본부장

리튬 이온 배터리 파우치 필름 성형 공정 중 진공 펌프의 효과 확인

사공철¹, 장택진¹, 백주환², 김기수³, 오정수³, 백정규⁴, 윤정환[#]

Effect of Vacuum Pumping during Lithium-ion Battery Pouch Film Forming Process

C. Sagong, T. J. Jang, J. H. Baek, K. S. Kim, J. S. Oh, J. G. Baek, J. W. Yoon

Abstract

현재 리튬 이온 배터리 사용량이 세계적으로 크게 늘어나면서, 리튬 이온 배터리의 효율성 등에 대한 연구 및 개발이 활발히 이루어지고 있다. 높은 효율성의 배터리를 제조하기 위해서는, 배터리 셀 성형 깊이의 증대가 필수적이다. 기존에 제조되던 배터리 셀들은 일반적으로 금속 소재를 사용하였으나, 해당 배터리 셀들을 사용할 경우 공간 효율성, 혹은 안정성이 떨어진다는 치명적인 단점이 존재한다. 이에 LG에너지솔루션 측은 뛰어난 연신율 및 성형성을 지닌 알루미늄-폴리머 적층 형태의 필름을 소재로 하여 파우치형 배터리 셀을 제조하고 있다. 현재 LG에너지솔루션은 파우치 성형 공정 중 진공 펌프를 이용하고 있으나, 진공의 역할에 대해서는 정확히 규명되지 않은 실정이다. 본 연구에서는 배터리 성형 공정 시뮬레이션 중 진공의 세기를 다르게 하여, 성형 안정성에 어떠한 영향을 미치는지 확인하였다. 배터리 재료의 이방성 및 소성 경화 거동은 각각 Y1d2000-2d 항복 함수 및 Modified Hockett-Sherby 경화 선도를 이용해 모사되었으며, 진공 효과는 시뮬레이션 내에서 압력을 이용하여 적용하였다. 이러한 방식으로 제작된 해석 모델을 이용해, 진공의 세기에 따라 maximum thinning strain을 측정하고, 성형 공정 중의 주름 발생 가능성 등을 검토하였다.

Keywords: Al-Polymer layer composite, Vacuum Pump, Formability, Maximum thinning strain, Wrinkle

1. 한국과학기술원 기계공학과, 대학원생

2. LG 에너지솔루션, 팀장

3. LG 에너지솔루션, 책임

4. LG 에너지솔루션, 사원

교신저자: 한국과학기술원, 교수, E-mail: j.yoon@kaist.ac.kr

알루미늄-고분자 적층 구조 파우치 필름의 성형성 평가

박중현¹· 문찬미¹· 정우진²· 김동연³· 유형균⁴· 이명규[#]

Experiments and Modeling of Pouch Film Formability

J. H. Park, C. M. Moon, W. J. Jeong, D. Y. Kim, H. K. Yu, M. G. Lee

Abstract

최근 전기자동차에 대한 수요가 증가함에 따라 차량용 리튬이온 배터리에 대한 관심 또한 증가하고 있다. 다양한 형태의 리튬이온 배터리 중 파우치 형 리튬이온 배터리의 경우 효율적인 셀 저장 뿐만 아니라 높은 에너지 밀도와 열 관리의 용이성 등의 장점으로 지금까지 산업체에서 각광을 받고 있다. 파우치 형 리튬 이온 배터리를 감싸는 파우치 필름은 얇은 알루미늄 포일과 다양한 고분자 필름이 기능적으로 적층 되어있는 다층 복합체 구조이다. 따라서, 각 층의 재료 특성과 두께의 조합, 층 간의 상호 작용은 파우치 필름의 성형성과 관련된 중요한 요소들이다. 본 연구에서는 실험 및 수치해석적 접근을 통해 파우치 필름 및 각 층의 기계적 특성과 성형성을 분석하였다. 일축 인장 및 이축 펀치 실험을 통해 층별 소재의 기본적인 기계적 거동을 확인하였다. 실험으로 얻은 재료의 특성을 유한요소 해석 소프트웨어를 이용한 시뮬레이션을 통해 검증하고 최적화된 구성방정식을 결정하였다. 또한 사각컵 드로잉 및 나카지마 성형성 실험을 통해 성형한계도를 도출하고 시뮬레이션을 통해 검증하였다.

Keywords: Pouch film, Multilayered structure, Formability, Constitutive modeling, Finite element simulation

1. 서울대학교 재료공학부, 대학원생
2. LG Energy Solution Pack개발·시뮬레이션·스웰링해석기술PJT, 책임
3. LG Energy Solution Pack개발·시뮬레이션·구조해석팀, 팀장
4. LG Energy Solution Cell선행·소재기술·파우치형부품팀, 팀장
서울대학교 재료공학부, 교수, E-mail: myounglee@snu.ac.kr

6. 특 별 세 션 3

전기자동차 샤시 및 배터리 케이스
제조를 위한 국산화 장비 및 기술 개발

(제 6 발표회장)

스마트 품질 예측 기술을 접목한 Flow Drill Screw 조립라인 개발

최낙윤¹, 이상우¹, 이형관¹, 임상주¹, 이종균¹, 최원근¹, 여인주^{1,#}

Development of a Flow Drill Screw Assembly Line Incorporating smart quality prediction technology

N.Y. Choi, S.W. Lee, H.K. Lee, S.J. Lim, J.K. Lee, W.G. Choi, I.J. Yeo

Abstract

본 연구개발은 전기자동차용 배터리 케이스 및 프론트 크로스 멤버 등의 자동차 경량 샤시 부품에 스마트 품질 예측 기술을 접목한 FDS(Flow Drill Screw) 조립 실증 라인 개발을 목적으로 한다. FDS 하드웨어 체결 로봇 자동화 시스템을 구축하기 위하여 FDS 장비 헤드 구조, 하드웨어 조립 실증용 제품 Fixture, 제품 로딩/언로딩 시스템, FDS 하드웨어 체결 품질 관리 및 공정 피드백 정보 분석 시스템을 개발하였다. 이를 통해, FDS 장비 제어시스템과 테스트 베드 통합 제어 시스템 간의 데이터를 정리하여 공정 결과 레포팅 및 생산 이력 추적 관리 등을 분석하였다. 그리고 스마트 품질 예측을 위하여 비전 시스템 Guidance 기능을 이용하여 자동 작업 좌표 변환 기술을 개발하였다.

Keywords: FDS, Flow Drill Screw

Acknowledgement

이 연구는 2023년도 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임(전기자동차 샤시 및 배터리케이스 조립을 위한 접합 국산화 및 스마트 접합라인 개발, 1415185588, 20022489, 산업통상자원부)

1. (주)화신

교신저자의 E-mail: yijdragon@hwashin.co.kr

알루미늄 압출재 6N01 두께에 따른 A1/Steel 이종소재의 플로우 드릴 스크류 접합 품질 평가

임성빈^{1,3}, 이솔미¹, 추우인¹, 이유은¹, 오민선¹, 이태규², 김동윤¹, 유지영¹, 감동혁^{1,#}

Quality Evaluation of Flow Drill Screw joint of A1/Steel Dissimilar Materials according to the Thickness of Aluminum Extruded Material (6N01)

Sungbin Im, Woo-In Choo, Yoo-Eun Lee, Taekue Lee, Dongchoul Kim, and Dong Hyuck Kam

Abstract

최근 자동차 산업에서 전기자동차의 주행거리 확보를 위한 차량 경량화에 대한 요구가 증가하면서 알루미늄, 고강도강, 복합재 등의 경량 다종 소재 사용이 늘어나고 있다. 이종 소재 접합은 미용용 접합이 주를 이루며 피접합체의 조합에 따라 다양한 접합 공법이 존재한다. 그 중 FDS(Flow Drill Screw) 접합은 프로파일(Profile) 형상이나 대형 부품과 같이 편면 접합을 요구하는 부품에 주로 적용되는 기계적 체결 공법으로 이 기술의 사용량이 증가하고 있다. 본 연구는 A6N01 프로파일 소재의 두께와 590 steel 소재의 pre-hole 유무에 따른 접합품질을 비교한다. FDS 접합부 품질은 접합부 단면 분석과 토크 등의 기계적 성능 평가 등을 통해 평가되었다. 또한, 접합부의 품질을 예측할 수 있는 접합품질 예측 알고리즘이 FDS 장비에서 측정되는 공정 신호와 비전 기반 센서를 통해 수집된 정보를 기반으로 개발되었다. 최종적으로 접합 품질 시험과 품질 평가의 일련의 과정을 통해, FDS 접합 공정의 4단계(find slot, form flow hole, screw in, tightening)에서 각 단계의 주요 변수(rotation speed, feed force, torque)를 순차적으로 평가하여 공정을 최적화하고 공정 범위를 제시한다.

Keywords: Aluminum, Steel, Dissimilar material joint, Flow drill screw, Pre-hole

1. 한국생산기술연구원 접합적층연구부

2. (주)나우테크 용접기개발팀

3. 서강대학교 기계공학과

Email: kamdong@kitech.re.kr

알루미늄 미그용접시 펄스제어를 통한 기공저감 방법 연구

이재민^{1, #}, 변동섭¹, 김수민¹, 여인주²

Research on Porosity Reduction Method Using Pulse Control in Aluminum MIG Welding

J. M. Lee, D. S. Byun, S. M. Kim, I. J. Yeo

Abstract

최근 들어 전기자동차의 수요증가로 제조사의 전비향상의 경쟁이 심화되고 있다. 이에 따라 소재부분에서는 차체 경량화의 개발이 가속화 되고 있다. 이에 기존의 스틸의 고강도화, 알루미늄합금, 마그네슘합금 및 CFRP등의 고분자 복합재료의 적용에 대한 연구가 오래전부터 진행되어 왔다. 이 중에서 특히 스틸의 경우는 경량화의 한계가 뚜렷하며, 복합재료는 비용적인 측면에서 단점이 있다. 가장 현실적인 대안으로는 알루미늄의 합금의 적용이 가장 현실적인 경량화의 방법이다. 알루미늄합금의 접합방식은 MIG 및 TIG를 이용한 아크용접, 레이저용접등의 전기적 용접과 열을이용한 마찰용접 및 FDS, SPR, 클린칭등의 기계적 접합등의 기술이 있다. 본 논문은 여러 가지의 접합방법중 MIG를 이용한 아크용접에 대하여 고찰하도록 하겠다. 알루미늄 아크용접시 가장 고려해야 할 사항은 용접부의 기공 및 크랙에 대한 결함이다. 이는 우리나라처럼 방지턱이 많은 도로의 특성상 외부충격에 의한 배터리 수명저하에 불리하게 작용되어 진다. 본 논문은 펄스전류 제어를 이용하여 알루미늄의 기공 저감에 대한 기술을 연구하였으며, 실험을 통하여 결과를 살펴보도록 하겠다.

Keywords: Pulse MIG Welding, Aluminum Welding, Pulse Current Control

Acknowledgement

이 연구는 2023년도 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임(전기자동차 샤시 및 배터리케이스 조립을 위한 접합 국산화 및 스마트 접합라인 개발, 1415185588, 20022489, 산업통상자원부)

1. 현대피엔에스 용접시스템기술부

2. ㈜화신

현대피엔에스, 용접시스템기술부, 책임매니저, E-mail:jaemin.lee@hyundaipns.com

20N.m & 8,000RPM급 FDS(Flow Drill Screw)시스템 헤드유닛 개발

이태규^{1, #} · 김태오¹ · 김범준¹ · 최낙윤²

Development of 20N.m & 8,000RPM FDS(Flow Drill Screw) System Head Unit

T. K. Lee, T. O. Kim, B. J. Kim, I. J. Yeo

Abstract

본 연구개발은 프론트 크로스 멤버 등의 자동차 샤시부품에 초고강도 강재의 적용을 위한 FDS(Flow Drill Screw)제어기술의 개발을 목적으로 한다. FDS 체결을 하기 위한 FDS시스템의 HEAD Unit 개발이며, 각 체결단계 별 프로세스에 필요한 역할에 대한 분류를 하였고, 이를 기반으로 FDS 시스템의 HEAD UNIT을 개발하였다.

Keywords: FDS, Flow Drill Screw

Acknowledgement

이 연구는 2023년도 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임(전기자동차 샤시 및 배터리케이스 조립을 위한 접합 국산화 및 스마트 접합라인 개발, 1415185588, 20022489, 산업통상자원부)

1. 나우테크 용접기개발팀

2. ㈜화신

나우테크 용접기개발팀, 책임연구원, E-mail : tklee@nawootec.com

1 GPa급 초고강도강 TWB 적용 프론트 크로스 멤버 개발

서오석¹ · 김성호¹ · 박종규^{1, #}

Development of Front Cross Member Using TWB of 1 GPa Grade UHSS

O.S. Seo, S.H. Kim, J.K. Park

Abstract

최근 EU에서 자동차 배출가스외 더불어 차량의 타이어 및 브레이크 패드에서 발생하는 미세 먼지까지 포함하는 더욱 강화된 규제안인 유로 7을 발표하였으며, 이러한 각국 환경규제에 대응하여 탄소중립(Net-Zero)을 실현하려는 노력들이 이어지고있다. 이에 따라 자동차 산업에서는 기존 내연기관 차에서 전기자동차로의 전환이 가속화되고 있으며, 1회 충전 시 주행거리 향상을 위한 경량화에 대한 연구가 활발히 이어지고 있다.

TWB(Tailor Welded Blank)는 서로 다른 강도나 두께를 가진 소재를 각 적용 부위의 목적에 따라 적재적소에 배치 후 용접을 통해 하나의 부품으로 만드는 공법으로, 효율적인 소재 배치로 인한 경량화뿐만아니라 강건화도 만족할 수 있다. 최근 경량화와 동시에 충돌 안전성 및 내구 성능이 중요해진 자동차 차체 부품(Body Parts)에 있어 1 GPa급 이상의 초고강도 강판을 포함한 TWB 적용 부품이 다양하게 적용되고 있지만, 자동차 샤시 부품에는 연구개발 및 적용된 사례가 없다.

따라서 본 연구에서는 1 GPa급 초고강도강을 포함한 TWB 적용 프론트 크로스 멤버 개발을 목표로 한다. 프론트 크로스 멤버 개발을 위해 비교적 큰 강성이 요구되는 부위를 검토하여 성능을 만족하는 최적화 설계안을 도출하였으며, 유한요소해석을 이용하여 성형성 검토 및 내구 평가를 진행하였다. 해석 결과를 토대로 적용 소재 및 두께를 선정하였으며, 최적의 성형공정과 금형설계를 진행하여 시제품을 개발하였다. 그리고 개발 제품의 성능을 검증하기 위해 충돌 및 내구 시험평가를 수행하여 기존 양산 사양 기준으로 동등수준 이상의 성능 만족하는 것을 확인하였다.

Keywords: Front Cross Member, Ultra High Strength Steel, Tailor Welded Blank, Vehicle Chassis Parts

Acknowledgement

이 연구는 2023년도 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임(780 MPa급 이상 초고강도 소재 적용 전기자동차 샤시 및 300 MPa급 이상 알루미늄 배터리케이스 용접을 위한 요소 공정해석기술 개발 및 제품화 실증, 1415185590, 20022438, 산업통상자원부)

1. ㈜화신 기술연구소
㈜화신 기술연구소, 선 행연구팀, 책임연구원, E-mail : boxlife@hwashin.co.kr

초고강도강 맞대기 용접 적용 차량용 후륜 토션빔 개발

김성호¹ · 서오석¹ · 박종규^{1, #}

Development of Rear Torsion Beam for Vehicles Using Butt-welding of UHSS

S.H. Kim, O.S. Seo, J.K. Park

Abstract

최근 유럽연합에서 자동차의 배기가스 배출을 줄이기 위한 단계별 규제로 유로7을 발표함으로써 한층 더 강화된 규제안을 발표한 바 있다. 유로 7의 주요 특징은 유로 6에 포함되지 않은 전기차의 배터리 에너지 기반 최소성능요구 및 브레이크 패드 마모로 인해 발생하는 미세먼지까지 규제 대상에 포함된다는 점이다. 이에 따라 내연기관 차는 물론이거니와 고용량 배터리 탑재로 같은 규모에 내연기관 차보다 중량이 많이 나가는 전기차에 대한 경량화 요구 또한 증대되고 있다.

토션빔(Torsion Beam)은 자동차 후륜에 장착되어 서스펜션 역할을 하는 부품으로 일반적으로 요구 강성 및 성형성을 향상시키기 위해 핫스탬핑 공정을 적용하여 일반 강재의 기계적 물성을 향상시킨다. 그러나 기존 냉간 프레스 공정 대비 강재의 이동, 가열, 성형, 냉각 등과 같은 공정이 추가돼 공정 사이클 타임이 대폭 길어진 핫스탬핑 공정은 생산성 및 경제성이 낮다는 단점을 갖고 있다.

본 연구는 기존 튜블러 형태의 강관을 핫스탬핑 공정을 적용하여 제작하는 토션빔 방식과 달리 초고강도강 판재를 6단계 냉간 성형공정을 적용하여 맞대기 용접으로 제작하는 방식의 토션빔 개발을 목표로 한다. 토션빔 개발을 위해 상용 유한요소해석 프로그램인 PAM-STAMP 2G를 이용하여 각 성형공정별 성형형상, 성형성, 스프링백 등을 수치해석적으로 분석하였고, 해석 결과를 바탕으로 금형설계를 진행하였다. 또한 자동차에서 요구되는 내구성능 및 강성을 확보하기 위해 빔 단면을 가변 형상으로 최적화하고 개발된 토션빔의 성능 평가를 위해 롤 내구 시험을 진행하여 기존 양산 사양 기준으로 동등수준 이상의 성능 만족하는 것을 확인하였다.

Keywords: Torsion Beam, Ultra High Strength Steel, Sheet Forming, Butt-welding, Vehicle Chassis Parts

Acknowledgement

이 연구는 2023년도 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임(780 MPa급 이상 초고강도 소재 적용 전기자동차 샤시 및 300 MPa급 이상 알루미늄 배터리케이스 용접을 위한 요소 공정해석기술 개발 및 제품화 실증, 1415185590, 20022438, 산업통상자원부)

1. ㈜화신 기술연구소

㈜화신 기술연구소, 선형연구팀, 책임연구원, E-mail : boxlife@hwashin.co.kr

Plasma-Arc TWB 용접부의 국부 물성 특성 평가

정준영^{1,2}, 송정한¹, 서오석³, 김민기^{1,#}

Evaluation of Local Material Property in Plasma-Arc Tailor Welded Blank (TWB)

J. Jeong, J. H. Song, O. S. Seo, M. Kim

Abstract

차량의 고강도강 적용 및 경량화를 위한 용접 및 접합에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 재단용접강판(TWB, Tailor-Welded Blank) 공법은 두께 및 강도 등을 목적에 맞게 배치한 후 용접하는 방법이다. 주로 차량의 차체에 레이저 용접을 이용하여 공법을 적용하고 있으나 최근 샤시 부품에 플라즈마 아크 용접을 적용하는 연구가 진행 중이다.

본 논문에서는 플라즈마 아크 용접(Plasma-Arc Weld)를 이용하여 샤시 부품에 적용되는 소재의 용접을 수행하고 플라즈마 아크 용접이 소재의 기계적 물성에 미치는 영향을 평가하였다. 이종 소재 및 동종 두께의 플라즈마 아크를 수행하고 용접부가 포함된 시험편의 용접성 평가 및 표면 특성 분석을 위하여 용접부 내 위치에 따라 경도 측정을 진행하였다. 용접된 소재의 국부 물성 평가를 위해 경도 측정을 통해 얻어진 용접부 비드 폭을 고려한 인장 시험편을 채취하였다. 디지털 이미지 상관 분석기법(DIC, Digital Image Correlation)을 적용하여 용접부 및 열영향부에서의 국부 인장 물성을 분석하였다. 그리고 한계성형높이(LDH, Limit-Dome-Height) 시험을 통해 한계 성형 높이와 변형장 분석을 진행하였다. Abaqus/Standard 2017 상용 유한요소해석 프로그램을 이용하여 한계 성형 높이 시뮬레이션을 수행하여 실험결과와 비교함으로써 획득한 국부 물성의 유효성을 검증하였다.

Keywords: Plasma-arc weld, Tailor-welded blank, Weld property, Digital image correlation

Acknowledgement

이 연구는 2023년도 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임(780 MPa급 이상 초고강도 소재 적용 전기자동차 샤시 및 300 MPa급 이상 알루미늄 배터리케이스 용접을 위한 요소 공정해석기술 개발 및 제품화 실증, 1415185590, 20022438, 산업통상자원부)

1. 한국생산기술연구원 뿌리기술연구소

2. 인하대학교 기계공학과

3. ㈜화신 기술연구소

한국생산기술연구원 뿌리기술연구소, 금형성형연구부문, 선임연구원, mkim@kitech.re.kr

복합하중조건에서 이종소재 FDS접합부의 파단특성 평가방법 연구

박두현^{1,2}, 김민기¹, 김성호³, 송정한^{1,#}

Fracture Characteristics Evaluation Method for Heterogeneous Material FDS Joints Under Complex Loading Conditions

D. H. Park, M. Kim, S. H. Kim, J. H. Song

Abstract

차량의 안전성과 신뢰성은 현재 자동차 산업에서 핵심적인 고려사항 중 하나로 자리잡고 있어 차체용 부재의 충돌 안정성을 향상시키기 위한 연구는 점점 중요성을 더해가고 있다. 차체용 부재의 충돌 시 접합부에는 인장력과 전단력이 복합적으로 작용하게 된다. 따라서 접합부의 파단특성을 평가하기 위해 복합하중조건에서 파단실험을 통하여 파단하중을 평가해야 한다. 그러나 접합부 파단시험시 접합부 주위에서 국부적인 소성변형이 심하게 발생함에 따라 접합부 주위로 일정한 비율의 전단력과 인장력이 부가되지 않고 파단이 발생한다.

본 논문에서는 시편의 변형에 의한 접합부 거동을 모사하기 위해 인장바와 지그를 핀조인트(pin-joint)로 연결하여 모멘트를 제거하고 축방향 하중만 작용가능한 지그를 설계하였다. 그리고 유한요소해석을 수행하여 설계된 지그가 복합하중조건에서 파단특성 평가가 가능한지 검증하였다. 제작된 지그로 FDS접합된 이종소재 알루미늄 시편에 대해 십자인장시험 및 전단시험을 수행하였다. 시험을 통해 얻은 파단하중으로 파단인장하중과 파단전단하중을 계산 후 파단곡선을 그려 이종소재 FDS접합부의 파단특성 평가가 가능함을 확인하였다.

Keywords: Flow drill screw, Heterogeneous material, Cross-tension test, Lap-shear test, Loading path

Acknowledgement

이 연구는 2023년도 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임(780 MPa급 이상 초고강도 소재 적용 전기자동차 샤시 및 300 MPa급 이상 알루미늄 배터리케이스 용접을 위한 요소 공정해석기술 개발 및 제품화 실증, 1415185590, 20022438, 산업통상자원부)

1. 한국생산기술연구원 뿌리기술연구소

2. 인하대학교 기계공학과

3. ㈜화신 기술연구소

한국생산기술연구원 뿌리기술연구소, 금형성형연구부, 수석연구원, jhsong@kitech.re.kr

매핑 기술을 활용한 유한 요소 시뮬레이션 프로그램간 호환 가능 해석 모델링 기법 개발

이형림¹, 최국진², 박진홍², 홍서준², 서오석³, 박종규³, 이명규[#]

Development of Compatible Modeling Technique between Finite Element Simulation Programs using Mapping Technology

H. R. Lee¹, G. J. Choi², J. Park², S. J. Hong², O. S. Seo³, J. G. Park³, M. G. Lee[#]

Abstract

Commercial finite element simulation programs have been developed actively over the last two decades. Each program has strengthened its own characteristics in various fields such as structural, elsto-plastic deformation, welding, phase transformation, heat transfer, phase transformation, fluid flow, etc. It would be good to be able to cover all the advantages of each program, but the more potent the characteristics of each program, the less compatible it is each program. If this compatibility can be resolved, it can be expected that two or more programs can be applied, and the advantages of multiple programs can be utilized together for one case. In this study, the simulation results of the AUTOFORM software with strength in deformation analysis were imported to the input model of SIMUFACT software with strength in welding analysis. The transmitted information is geometry, residual stress, and equivalent plastic strain. If the mesh of the new input file is identical to that of the extraction file, the data to be transferred can be applied 1:1. However, if the mesh changes, new input algorithms are needed. Therefore, two mapping algorithms, the weighted average and shape function methods, were used and compared. To determine the accuracy of mapping algorithms, the simple tension test of the welded specimen was conducted, and the advances in mapped FE simulation results were confirmed.

Keywords: Remeshing, mapping technique, AUTOFORM, SIMUFACT, Weighted average method, Shape function method, Weld

Acknowledgement

이 연구는 2023년도 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임(780 MPa급 이상 초고강도 소재 적용 전기자동차 샤시 및 300 MPa급 이상 알루미늄 배터리케이스 용접을 위한 요소 공정해석기술 개발 및 제품화 실증, 1415185590, 20022438, 산업통상자원부)

1. 서울대학교 재료공학부, 박사후연구원

2. 서울대학교 재료공학부, 대학원생

3. ㈜ 화신

서울대학교 재료공학부, 교수, myounglee@snu.ac.kr

성형 및 용접부 물성을 고려한 초고강도 소재의 플라즈마 아크 용접 열변형 유한요소해석 연구

김한솔¹· 전종호¹· 이상민¹· 박종규²· 조정호[#]

Study on Welding Distortion Analysis of Ultra High Strength Steel Considering Forming and Weld Zone Property

H. S. Kim, J. H. Jeon, S. M. Lee, J. K. Park, J.H. Cho

Abstract

플라즈마 아크 용접은 아크 플라즈마를 수축 노즐을 통해 아크의 유효 반경을 강제적으로 축소시켜 에너지 밀도를 증가시킨 용접이다. 아크 용접에서 유일하게 키홀 용접이 가능하기 때문에 MIG, TIG 등 전통적인 아크 용접에 비해 열영향부가 좁아 우주 산업 등 특수한 경우에 한해 이용되어 왔다. 최근 자동차 산업에서도 탄소 배출 규제가 강화되면서 경량화를 위해 초고강도 소재를 적용함에 따라 용접 접합 기술에 플라즈마 아크 용접의 적용 가능성을 검토하고 있다. 대표적으로 초고강도 소재는 TWB(Tailr-welded Blank)과 같은 샤시 부품의 경량화 및 안정성을 확보하기 위해 적용되며 성형 및 용접에 의한 잔류응력, 변형 등 결함이 발생한다. 특히 서로 다른 재질, 두께를 갖는 소재를 용접, 성형하기 때문에 성형 특성 및 용접부의 기계적 특성에 대한 해석적 연구가 산업에서 요구되고 있다. 본 연구에서는 플라즈마 아크 용접을 이용한 780 MPa 급 이상 초고강도 소재의 용접 열변형을 유한요소해석을 통해 예측하고 실험과 비교 검증하였다. 이를 기반으로 성형 특성 유무에 따른 TWB 단위 부품에 대한 용접 열변형 해석을 추가적으로 수행하였으며 실험과 비교하여 적용 가능성을 검토하였다.

Keywords: FEM, Plasma arc welding, Welding distortion

Acknowledgement

이 연구는 2023년도 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임(780 MPa급 이상 초고강도 소재 적용 전기자동차 샤시 및 300 MPa급 이상 알루미늄 배터리케이스 용접을 위한 요소 공정해석기술 개발 및 제품화 실증, 1415185590, 20022438, 산업통상자원부)

1. 충북대학교 기계공학부, 대학원생

2. ㈜화신 기술연구소

충북대학교 기계공학부, 교수, E-mail: junghocho@cbnu.ac.kr

저온용사 코팅 적용 스틸-알루미늄 이종용접 연구

최돈현¹, 이기양¹, 김 용², 박종규³

Research of Dissimilar Welding of Aluminum and Steel Using Cold Spray Coating

D. H. Choi, K. Y. Lee, Y. Kim, J.G. Park

Abstract

최근 자동차 산업에서는 탄소저감과 관련한 글로벌 기후 규제 강화에 대응하기 위하여 차량 경량화를 위한 다양한 방법을 모색 중에 있으며 이 중 가장 효과적인 방안으로 경량 금속과 스틸 합금 또는 그 이상의 소재를 적절히 구성하는 이종 소재 조합이 점차 증가되고 있는 상황이다. 이에 따라 이종소재 (스틸합금/비철금속)로 구성된 고강도 경량부품 개발을 위해서는 이종 소재(스틸/알루미늄)간 용접 기술의 확보가 필히 확보되어야 한다. 그러나 이종소재의 용접은 두 소재간 물성 차이에 기인하여 계면에 형성되는 금속간 화합물(Intermetallic compounds, IMCs)의 과도한 성장으로 인하여 용접부의 신뢰성을 확보하기 어려운 문제가 있다. 이를 극복하기 위하여 마찰교반접합 등 고상 접합 등의 연구가 진행되고 있으며 일부 양산 사례도 있으나, 아크 및 레이저 등 용융 용접을 적용한 스틸/알루미늄 이종 소재의 접합은 연구는 진행되고 있으나 실제적으로 양산화까지 적용에는 어려움이 많은 것으로 알려져 있다.

본 연구에서는 저온용사 코팅을 적용한 스틸/알루미늄의 이종 용접 연구를 수행하였다. 피용접재 표면 코팅 후 용접 결과 안정한 용접부가 형성되는 것을 확인할 수 있었으며, 기계적 물성 평가 결과 동종 소재 대비 약 70% 수준의 강도를 확보할 수 있었다.

Keywords: Cold Spray Coating, Steel Alloy, Aluminum Alloy, Dissimilar welding

Acknowledgement

이 연구는 2023년도 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임(780 MPa급 이상 초고강도 소재 적용 전기자동차 샤시 및 300 MPa급 이상 알루미늄 배터리케이스 용접을 위한 요소 공정해석기술 개발 및 제품화 실증, 1415185590, 20022438, 산업통상자원부)

1. 현대모비스, 책임연구원
 2. 고등기술연구원, 선임연구원
 3. 화신, 책임연구원
- # 현대모비스, 책임연구원, 1622702@mobis.co.kr

7. 일반 논문 발표

박관성형 4

적층제조 유연공정

박관성형 5

(제 1 발표회장)

머신 러닝을 활용한 리튬 이온 배터리 파우치 필름의 성형성 증대를 위한 가변 스트리퍼 압력 설계

안태균¹, 사공철², 장택진³, 윤정환[#]

Designing a Variable Stripper Pressure for Enhancing Formability of Lithium-Ion Battery Pouch Films using Machine Learning

Taegyun Ahn, Cheol Sagong, Taek Jin Jang, Jeong Whan Yoon

Abstract

As the demand for improved battery performance continues to grow, current research endeavors are focused on increasing the formability, especially the forming depth limit of pouch films. It is a difficult problem to solve with conventional press forming techniques, which apply a uniform stripper pressure to the blank. This is because of the fact that material inflow varies depending on the position due to the square shape of the battery cell. Thus, applying a variable stripper pressure depending on the position is supposed as a solution. Determining the force required at each position to achieve a desired forming depth can be found by iterative Finite Element Methods (FEM) varying the forces. However, it is impossible since even one time of FEM analysis becomes prohibitively time-consuming due to the complex material properties. To address this challenge, this study introduces machine learning, especially Gaussian process regression and Bayesian optimization. This approach facilitates the identification of an optimal combination of forces which results in a proper variable stripper pressure to maximize the formability while minimizing the number of FEM analysis.

Keywords: Variable stripper pressure, Pouch film forming, Machine Learning (ML), Gaussian process regression, Bayesian optimization, Finite Element Methods (FEM)

1. 한국과학기술원 기계공학과, 석사과정

2. 한국과학기술원 기계공학과, 박사과정

3. 한국과학기술원 기계공학과, 박사과정

한국과학기술원, 기계공학과, 교수, E-mail: j.yoon@kaist.ac.kr

유한요소해석을 이용한 벨로우즈 단위셀 전단금형의 설계

김용관¹· 박훈재²· 김강은²· 홍명표²· 강경필¹· 이경훈[#]

Design of Blanking Die for the Diaphragm of Bellows using FEA

Y. G. Kim, H. J. Park, K. E. Kim, M. P. Hong, K. P. Kang, K. Lee

Abstract

용접형 금속 벨로우즈는 일정한 패턴을 갖는 단위셀(diaphragm)의 내외경을 연속적으로 용접하여 만든 주름관 형태의 정밀 기계부품으로 높은 진공, 고온, 부식성 유체 등의 악조건과 높은 피로수명을 요구하는 정밀 유압기기, 항공우주산업 등에 폭넓게 사용되고 있다.

벨로우즈를 이루는 단위셀은 금속박판을 스탬핑(stamping) 가공과 블랭킹(blanking) 가공을 동시에 수행하여 제작하게 되는데, 이를 효율적으로 수행하기 위해 우레탄 금형을 적용하고 있다. 판재 성형시 우레탄 금형은 일반 금형에 비해 금형이 한쪽만 필요하여 금형 제작 비용을 줄일 수 있고, 제품 표면에 공구 흔적이 생기지 않고 우수한 표면상태를 유지할 수 있는 장점이 있다. 우레탄 금형을 이용한 벨로우즈 단위셀 제작에 있어서의 관건은 우레탄 패드와 판재, 금형이 완전 밀착되어 성형이 완료된 후에 블랭킹이 일어나야 하는 것과 단위셀의 내경부와 외경부에서의 전단이 동시에 일어나도록 하는 것이다. 이러한 공정상의 요구조건을 만족하기 위해서는 수치해석적 접근이 필요하며, 우레탄 금형을 이용한 블랭킹 공정을 수치적으로 모사하기 위해서는 우레탄 패드의 변형특성에 대한 이해가 중요하고, 판재는 파단을 예측하기 위한 데미지 모델의 결정이 중요하다.

본 연구에서는 판재의 블랭킹 시험을 수행하여 얻어진 전단하중과 전단면 측정결과를 수치해석에서 모사할 수 있도록 데미지 모델을 결정하고자 하였으며, 판재의 유동응력, 마찰계수 등도 주요변수로 고려하였다. 여기서 결정된 판재의 데미지 모델을 반영하여 우레탄 금형이 적용된 벨로우즈 단위셀 전단해석에 적용하고 전단금형 설계인자의 영향을 분석하였다.

Keywords: Bellows, Diaphragm, Blanking, Urethan Die, Finite Element Analysis(FEA)

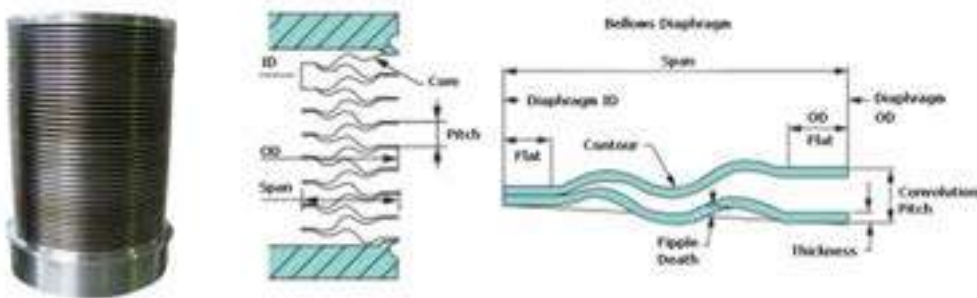


Fig. 1 Schematic of the diaphragm of bellows(Flexial Co., GST Co.)

1. ㈜솔루션랩
 2. 한국생산기술연구원 대경본부
- # ㈜솔루션랩, 대표, E-mail: klee@solution-lab.co.kr

고강도강의 수소취성 파손 예측을 위한 변형모드 별 응력 집중거동 분석

김진수¹, 이승환¹, 홍종화², 박상천³, 이진우⁴, 박현일[#]

Stress-concentration Analysis with Respect to Deformation Mode to Predict Hydrogen Embrittlement in High Strength Steel Sheets

J. H. Hong, S. C. Park, S. H. Lee, S. H. Ban, H. I. Park

Abstract

전세계적인 기후 위기로 인해 탄소중립 정책이 활발하게 추진됨에 따라 수소는 미래 에너지 원 중 하나로 주목 받고 있다. 하지만 금속재료의 경우 수소 분위기에 노출되면 수소가 금속의 결정 구조에 확산되어 원자간 결합력을 약화시켜 결과적으로 기계적 물성이 저하되는 수소취성(Hydrogen embrittlement) 현상이 발생한다. 성형 도중 형성되는 응력은 수소의 확산을 촉진시키고, 응력에 의한 변형이나 결함은 수소가 흡착되기 쉬운 환경을 야기한다. 특히, 일반적으로 고강도강의 경우 높은 강성으로 인해 성형 도중 더 큰 응력이 형성되어 수소취성에 더욱 취약하다고 알려져 있다.

본 연구에서는 고강도강의 수소취성 평가 및 안전관리 기술 개발의 일환으로 성형 중에 발생하는 응력집중거동을 분석 및 예측하고 수소취성과의 상관관계를 도출하고자 하였다. 시험에 사용된 재료는 1.5GPa 급 고강도강 판재이며, 변형 모드마다 취약성이 다른 구조재료의 기계적 특성을 고려하기 위해 4점 굽힘(4-point bending) 시험, 오픈 홀(Open hole) 인장시험, V-굽힘(V-bending) 시험 및 딥 드로잉(Deep drawing) 시험을 수행하였다. 인가 하중 및 시편 형상 등의 시험 조건에 따른 재료에 형성되는 응력을 실험적으로 추정하였고, 유한요소해석을 통해 이를 예측함으로써 고강도강의 성형 시 여러 변형 모드에서 발생하는 응력집중거동을 분석하였다.

Keywords: High Strength Steel Sheets, Stress Concentration, Hydrogen Embrittlement, Numerical simulation

- 한국재료연구원 항공재료연구센터, 연구원
 - 한국재료연구원 재료공정연구실, 선임연구원
 - 현대자동차 차체재료개발팀, 책임연구원
 - 울산대학교 기계공학부, 교수
- # 한국재료연구원, 항공재료연구센터, 선임연구원, E-mail: hipark@kims.re.kr

차량용 후륜 트레일링 암의 버링 성형성을 위한 반응표면법 적용 설계 변수 최적화

도두이통¹ · 김상훈¹ · 박종규^{1,#}

Design Optimization Using Response Surface Methodology to Improve Formability of Rear Trailing Arm for Vehicle

D. T. Do, S. H. Kim, J. K. Park

Abstract

2050 탄소중립(Net-Zero)을 달성하기 위해, 자동차 산업에 대대적인 변화를 요구하고 있다. 이에 따른 부품경량화를 위한 알루미늄 소재에서 인장강도 980MPa 이상 초고강도강(Ultra High Strength Steel, UHSS)으로 서서히 변화가 이루어지고 있고, 초고강도강 적용시 신장플랜지 성형성 및 과도한 스프링백 문제를 해결하기 위한 다양한 연구가 진행되고 있다. 본 연구에서는 대표적인 자동차용 새시 부품 중 하나인 후륜 트레일링 암(Rear Trailing Arm)을 대상부품으로 선정하였다. 제품 제작 전에 버링부의 이탈력과 내구성을 고려한 버링 모사시편 설계하였으며, 설계 변수 및 반응을 선정하여 해석(Finite Element Analysis, FEA)을 진행하였다. 해석 결과를 기반으로 반응표면법(Response Surface Methodology, RSM)을 활용하여 버링부 형상의 설계를 최적화하였다. 버링부의 최적 변수를 반영하여 후륜 트레일링 암 설계를 완료한 다음 스프링백 보정 해석을 수행하였고, 사전 스프링백 보정량을 반영한 시험 금형을 제작하여 스프링백 해석과 동일한 조건으로 시험을 진행하였다. 시험 후 버링부 반응인 두께감소율 및 스프링백해석의 신뢰성 검증을 위해 3차원 스캐너로 공정별로 제품을 측정하여 해석 결과와 비교하였다. 마지막으로 내구 시험 평가를 통해 성능까지 검증함으로써 본 연구에서 제안하는 방법의 양산 적용 가능성을 확인하였다.

Keywords: Ultra High Strength Steel (UHSS), Automotive Chassis Part, Finite Element Analysis (FEA), Rear Trailing Arm, Simulated Specimen, Response Surface Methodology (RSM), Burring, Springback, Compensation

1. ㈜화신 기술연구소, 책임연구원

교신저자 : ㈜화신 기술연구소, 선행연구팀, 책임연구원,

E-mail: boxlife@hwasin.co.kr

DED 공정을 이용한 중대형 플래너밀러 재제조 방안 고찰

이광규¹· 안동규[#]

A Study on the Remanufacturing Methodology of Medium-large Planner Miller Using DED Process.

K. K. Lee, D. G. Ahn

Abstract

최근 탄소중립 (Net-Zero) 을 실현시키기 위해 제조 분야에서는 노후 장비의 재제조 (Remanufacturing) 에 대한 관심이 증대되고 있다. 노후 된 중대형 장비의 경우 다양한 크기의 부품, 도면의 분실, 부품 수급 등의 문제로 재제조에 어려움이 발생한다. 이를 해결하기 위해 직접식 에너지 용착 (DED) 공정을 이용한 중대형 부품 재제조에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 본 연구에서는 DED 공정을 이용한 중대형 플래너밀러의 재제조 방안에 대해 고찰하고자 한다. 중대형 플래너밀러 재제조 방안 고찰을 위해 1990 년 제작된 문형 플래너밀러인 HF-3 모델을 기준으로 연구를 진행하였다. 플래너밀러를 유닛별로 분해 및 세척하였으며, 손상 측정을 진행하였다. 대부분의 부품에서 마모가 발생하였으며, 파손이나 굽힘과 같은 유형이 가장 많이 도출되었다. 플래너밀러에서 발생한 결함들을 분류하고 결함 형태에 따른 보수방안을 고찰하였다. 결함이 발생한 부품 중 DED 공정을 이용할 수 있는 부품에 대해 재제조를 수행하고 치수 및 경도 측정을 통해 재사용 가능성을 검토하였다.

Keywords: Directed Energy Deposition, Remanufacturing, Planner Miller, Structural Steel

1. 조선대학교 기계공학과, 대학원생

조선대학교, 기계공학과, 교수, E-mail: smart@chosun.ac.kr

980MPa급 냉연 초고강도강 적용 차량용 리어 크로스 멤버 개발

김준영^{1,2}, 박종규², 김상훈², 최돈현³, 홍석무^{4,#}

Development of Rear Cross Member for Vehicles using 980MPa Cold-rolled Ultra High Strength Steel

J. Y. Kim, J. K. Park, S. H. Kim, D. H. Choi, S. Hong

Abstract

세계적으로 탄소중립에 대한 관심이 커지면서 자동차 산업에서도 친환경 자동차인 전기자동차 생산 체제로 전환되고 있다. 내연기관 차량과 동등한 주행거리 확보를 위해 대용량의 배터리 팩 적용으로 공차 중량이 증가하였고, 이를 해결하고자 자동차 부품의 경량화 및 내구 성능을 동시에 만족하는 초고강도강(Ultra-High Strength Steel) 적용 연구 또한 요구되고 있다. 하지만 초고강도강 적용 새시(Chassis) 부품 제작 시, 일반 강판에 비해 연신율이 낮아 성형성 문제와 높은 인장강도로 인해 스프링백 등의 문제가 발생하게 된다. 이에 설계자들은 물성이 변경됨에 따라 최적설계를 다시 수행해야 한다. 따라서 본 연구에서는 리어 크로스 멤버 부품에 한하여 4개의 인장강도 변경에 영향을 받지 않는 최적설계를 수행하였다. 자동차 새시 부품인 리어 크로스 멤버 부품 내 성형성 확보가 가장 어려운 부품의 모사시편을 설계하고, 440, 590, 780 및 980MPa급 소재 물성을 각각 적용한 성형해석을 통해 소재별 변수의 영향도와 상관관계를 분석하여 하나의 예측식을 개발하였다. 이를 검증하기 위해 시험 금형을 제작하고 최종적으로 980MPa급 모사시편을 제작하였으며 3D Scanner를 활용하여 성형해석 및 예측식의 신뢰성을 검증하였다. 본 연구를 바탕으로 초고강도강 적용 새시 부품의 성형성 확보를 위한 향후 연구 방향에 대해 제시하였다.

Keywords: Ultra-High Strength Steel(UHSS), Design Variable, Rear Cross Member, Full Factorial Design, Formability

1. 공주대학교 기계공학과, 대학원생
2. ㈜화신 기술연구소 선행연구팀, 주임연구원, 책임연구원, 책임연구원
3. 현대모비스 금속재료셀, 책임연구원
4, # 공주대학교 미래자동차공학과, 교수
E-mail:smhong@kongju.ac.kr

VPSC 기반 머신 러닝 모델을 이용한 소성 이방성의 발전

피에만 파질리¹, 윤정환[#]

Evolution of Plastic Anisotropy Using a VPSC-based Machine Learning Model

P. Fazily, J. W. Yoon

Abstract

This research aims to propose a visco-plastic self-consistent (VPSC) based machine learning (ML) model for the evolution of plastic anisotropy. The ML model predicts the material constants of an asymmetric yield function based on the velocity gradient tensor and effective plastic strain. The training dataset is generated through single-element VPSC simulations of the zirconium (Zr) clock-rolled plate. The corresponding yield values are utilized to obtain the material constants of the analytical Yoon2014 yield function at discrete levels of equivalent plastic strain. To evaluate the prediction of the VPSC-based ML model, single-element simulations including, in-plane compression, in-plane tension, through-thickness compression, and through-thickness tension were conducted. In addition, the trained machine learning model is incorporated into the user material subroutine UMAT in ABAQUS/Implicit. Thereafter, the VPSC-based ML model is tested with a four-point bending simulation to evaluate the mid-cross-sectional geometry of the Zr beam. The obtained cross-section profile is compatible with the one from the previously reported experimental studies.

Keywords: Artificial Intelligence, VPSC, Analytical Yoon2014, Plastic Anisotropy, Finite Element Analysis

1. 한국과학기술원 기계공학과, 박사과정

교신저자: 한국과학기술원 기계공학과, 교수 Email: j.yoon@kaist.ac.kr

판금 구조물의 스프링백 예측과 열좌굴에 미치는 영향

이주원¹ · Wayne Cai² · Thomas B. Stoughton² · 윤정환[#]

Springback Prediction of Sheet Metal Structure and Its Effect on Thermal Buckling

J. Lee, W. Cai, T. B. Stoughton, J. W. Yoon

Abstract

Automotive panels are subjected to elevated temperature condition(180°C) during the paint baking process. The non-uniform temperature distribution and thermal expansion constraints resulting from joining processes can induce the buckling in automotive panels. Consequently, the accurate prediction of critical load and critical temperature is necessary to minimize the trial and error in design process. One of the factors that has a great influence on buckling is springback-induced imperfection by forming process. Even a small amount of initial out-of-plane displacement can lead to a significant change in critical load of sheet metal structures. To predict springback, the nonlinear kinematic hardening model was implemented to simulate the bending-unbending of material during forming process. Additionally, shear-reverse shear tests were conducted to determine the model coefficients. The result of springback analysis was verified by comparing it with the actual panel's shape. After, thermal buckling analyses were carried out using various scenarios, including kinematic hardening, isotropic hardening, and imperfection-free cases. The critical load and critical temperature obtained from these analyses were then compared with experimental results.

Keywords: Springback, Kinematic hardening, Thermomechanical analysis, Nonlinear buckling, Plastic deformation

1. 한국과학기술원 기계공학과, 박사과정

2. General Motors Global R&D Center

한국과학기술원 기계공학과, 교수, E-mail: j.yoon@kaist.ac.kr

8. 일반 논문 발표

압출 및 인발

압연

(제 2 발표회장)

인발 중 발열에 의한 금형 온도 변화의 유한요소해석

허윤¹, 박예준¹, 정임근², 남정우², 전만수^{1#}

Finite Element Analysis of Temperature Change Owing to the Friction During Extrusion

Y. Heo, Y. J. Park, I. G. Jeong, J. W. Nam, M. S. Joun

Abstract

During shape drawing of high-strength materials, the temperature increase is a significant matter. It causes the deteriorated lubrication and increased die wear. It can also affect much on the plastic deformation of the material. Here, a shape drawing of a stainless steel, SUS304, is studied, emphasizing the temperature increase by the friction.

Keywords: Shape drawing (형상 인발), Friction (마찰), Flow behavior (유동특성)

체적소성가공에서 형상 인발의 특징은 긴 재료와 변화가 작은 접촉면에 있다. 이런 이유로 고강도 재료의 형상인발에서 접촉면에서 발생하는 발열이 공정에 미치는 영향은 클 수가 있다.

일반적으로 단조와 같이 금형과 재료 사이의 상대 운동이 크지 않는 경우, 마찰에 기인하여 발생하는 열, 즉 마찰열은 무시되고 있다. 그러나 고강도 중실봉의 형상인발에서 높은 발열은 윤활 성능을 저하시키고, 이것이 고마찰을 야기시키며, 결과적으로 접촉면을 고온상태로 유지시킨다. 이러한 환경은 재료의 온도 상승으로 인하여 재료의 부위별 유동특성을 상이하게 하여 재료의 소성변형에 직접적인 영향을 미친다.

이 연구에서는 형상인발 공정에서 발생하는 발열에 집중하여 형상인발 공정에 관한 수치적 연구를 수행하였다. Fig. 1은 해석결과를 나타낸다.

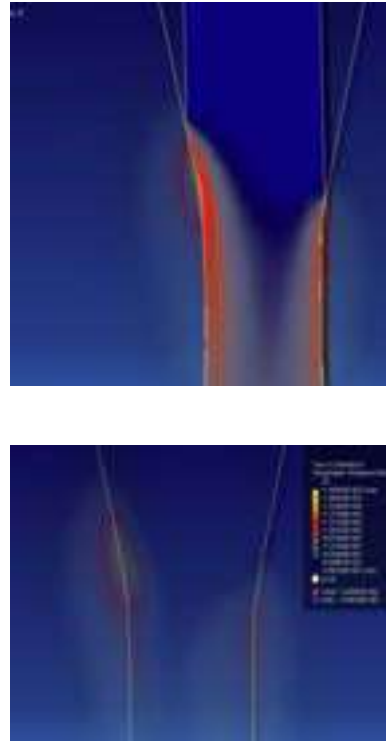


Fig. 1 FE predictions of die temperature change

1. 경상국립대학교

2. ㈜풍성정밀관

교신저자: 경상대학교 기계항공공학부, E-mail: msjoun@gnu.ac.kr

압출 조건에 따른 AZ61-Ca-Y 마그네슘 합금의 인장 및 고주기 피로 특성 변화

이지윤¹, 김현지², 김영민³, 배준호³, 박성혁[#]

Variations in Tensile and High-cycle Fatigue Properties of AZ61-Ca-Y Magnesium Alloy with Extrusion Conditions

J. Y. Lee, H. J. Kim, Y. M. Kim, J. H. Bae, S. H. Park

Abstract

마그네슘 합금은 낮은 밀도와 높은 비강도로 차량, 철도, 항공기 등 수송기기의 경량화를 위한 소재로 주목받고 있다. 그러나 일반적인 마그네슘 합금은 낮은 내식성과 높은 화학반응성에 의해 실제 산업에서 제한적으로 사용되고 있다. 이를 극복하기 위해 최근 한국재료연구원에서는 상용 AZ 계 마그네슘 합금에 소량의 칼슘(Ca)과 이트륨(Y)를 첨가하여 높은 내식성과 우수한 난연성을 가지는 합금을 개발하였다. 사용 중 반복적인 하중이 지속으로 부과되는 수송기기에 개발된 마그네슘 소재 및 부품을 적용하기 위해서는 인장 특성뿐만 아니라 피로 특성에 관한 평가와 분석이 반드시 요구된다. 따라서 본 연구에서는 최근 개발된 AZ61-Ca-Y (SEN6) 마그네슘 합금의 피로 데이터베이스 구축을 위해 압출 온도, 압출비, 압출 속도를 달리하여 다양한 조건에서 압출재를 제조하고, 압출재의 인장 및 고주기 피로 특성에 대해 분석하였다. 초기 압출재의 미세조직의 분석을 실시하여 압출 조건에 따른 미세조직, 인장 특성, 피로 특성 간의 상관관계에 대해 면밀히 분석하였다. OM, XRD, FE-SEM, EBSD를 이용하여 미세조직과 집합조직에 대한 분석하였고, 봉상 인장 시험편 및 hourglass type의 피로 시험편을 제조하여 압출재의 인장 특성과 응력비 -1의 인장-압축 조건 하에서의 고주기 피로 특성을 평가하였다.

Keywords: SEN Mg alloy; High-cycle Fatigue; Microstructure; Texture; Tensile properties;

1. 경북대학교 신소재공학부, 대학원생
2. 경북대학교 신소재공학부, 대학원생
3. 한국재료연구원 마그네슘연구실, 책임연구원
경북대학교 신소재공학부, 교수, E-mail: sh.park@knu.ac.kr

CCAW 전기적특성에 대한 실험적 연구

김승우¹ · 송정우¹ · 홍준표¹ · 강종훈[#]

Experimental Study of CCAW Electrical Properties

S. W. Kim, J. W. Song, J. P. Hong, J. H. Kang

Abstract

CCAW(Copper Clad Aluminum Wire)은 이중 복합소재의 일종으로 내부에 알루미늄 선재와 외부에 구리 판재로 구성되어 있으며, 구리의 우수한 전기적 특성과 알루미늄의 비중 대비 낮은 중량에 대한 장점을 결합시켜 우수한 전기적특성 얻으면서 경량화를 만족시킬 수 있다. 본 연구에서는 CCAW에 c 최적의 전기적특성을 얻기 위하여 실험적 연구를 진행하였다. CCAW의 전기적 특성이 최적의 조건을 파악하기 위하여 무산소동(OFHC), 알루미늄(Al 1070), CCAW에 대하여 열처리 조건에 따라 각각 열처리를 진행하였으며, 각각의 조건들에 대하여 전기전도도 시험을 진행하였다. 전기전도도 시험결과 구리와 알루미늄은 열처리 온도가 높아짐에 따라 전기전도도 또한 상승하였지만 CCAW의 경우에는 구리와 알루미늄과는 다르게 250°C에서 최대 전기전도도를 보인 후 지속적으로 감소하였다. 이는 구리와 알루미늄 간의 접합 계면에서 화합물이 생성되어 이와 같은 현상을 보인 것으로 판단된다. 온도에 따른 열처리 조건에서 CCAW에 최적의 전기전도도는 250°C인 것을 확인하였다.

Keywords: CCAW, Electrical Conductivity, Al 1070, OFHC, Heat treatment

1. 중원대학교 융합공학과, 대학원생

중원대학교 무인항공기계공학과, 교수, jhkang@jwu.ac.kr

H형강 롤포스 예측 모델 개발

정현석¹ 위창현¹ 문홍길¹ 서경호² 김태형² 배병철² 이영석³

Development of Roll Force Prediction Model for H-Beam Steel

H. S. Jung, C. H. Wee, H. K. Moon, K. H. Seo, T. H. Kim, B. C. Bae, Y. S. Lee

Abstract

H형강 제품의 품질은 최종 제품의 형상과 치수 제어 등의 외부품질 관리가 매우 중요하다. 본 연구는 제품 치수 편차를 최소화하기 위한 다양한 변수 중 UF(Universal Finishing) 압연기의 롤포스를 사전에 예측하여 롤갭 제어를 최적화하는데 목적이 있다. 이에, 당사 조업 데이터를 기반한 최적의 UF 롤포스 예측식을 도출하여 적용하였으며, 그 결과, UF 롤포스 예측 정확도가 기존 대비 18% 향상되었음을 확인하였다. 또한, 롤포스 예측 정확도 향상에 의해 제품 치수 제어 능력뿐만 아니라 조업 중 시행착오 감소에 의한 생산성 향상 효과를 확인할 수 있었다. 현재 대상규격 확대를 통한 예측 모델의 정합성 향상 업무를 진행하고 있고, 롤포스 예측 모델을 적용하는 단위 설비를 확대하여 롤포스 예측 통합 모델 구축을 추진중에 있다.

Keywords: H-Beam, Roll Force, Roll Gap Control, Product Dimensions

1. 현대제철연구소, 전기로공정연구팀

2. 현대제철(주), 인천공장 형강생산실

3. 중앙대학교, 기계공학부

교신저자: 현대제철 전기로공정연구팀 전임연구원, E-mail : hyeonseok0616@hyundai-steel.com

이종 금속 소재 바이메탈 제조를 위한 롤 속도비 및 소재 적층 위치에 따른 기계적 특성 분석

조우빈¹ · 전재열[#]

Analysis of Mechanical Properties According to Roll Speed Ratio and Stacking Position of Sheets for Manufacturing of Dissimilar Fe-based Bimetals

W. B. Jo and J. Y. Jeon

Abstract

바이메탈은 열팽창계수가 서로 다른 두 종 이상의 합금이 접합된 형태로, 주로 전자개폐기, 차단기, 온도계 등 다양한 산업분야에서 사용되고 있으며, 일반적으로 압연 공정을 통해 제조되고 있다. 일반 압연($v_2=v_1$)의 경우, 소재의 중심부에는 압축에 의한 평면변형, 소재의 표면에는 압연 롤과의 마찰에 의한 전단변형이 도입된다. 이러한 도입된 변형량의 차이는 소재의 기계적 특성 및 미세조직에 영향을 끼친다. 이에 본 논문에서는 바이메탈 제조 시, 소재 전체에 균일한 전단변형을 부과하고 일반 압연 대비 기계적 특성 향상을 위해 상·하부 롤 회전속도를 달리한 이주속 압연($v_2 \neq v_1$)을 실시하였다. 더불어, 롤 속도비 및 소재 적층 위치에 따른 전단 변형량 계산 및 기계적 특성 평가를 수행하였다.

이종 금속 바이메탈 제조를 위한 고열팽창합금은 63Fe-36Ni-1Mo(1Mo), 저열팽창합금은 64Fe-36Ni(Invar)를 진공유도용해를 통해 제조하여 두께 1.5 mm, 폭 16 mm, 길이 40 mm의 판재로 각각 가공하였다. 이주속 압연 시 하부 롤 속도는 5 RPM으로 고정한 상태에서 상부 롤 속도를 달리한 롤 속도비 1.0 ~ 2.0 조건으로 실시하였으며, 이 때, 이종 금속 소재의 적층 위치는 상부 1Mo-하부 Invar, 상부 Invar-하부 1Mo 두 가지 조건으로 각각 나누어 실시하였다. 롤 속도비 및 소재 적층 위치에 따른 클래딩 시 압하율은 50%로 고정하였다. 핀 삽입법을 통한 상부 롤 측 소재 표면부터 하부 롤 측 소재 표면까지 두께 별 전단변형량은 롤 속도비 1.0의 경우 1Mo-Invar는 0.2~0.2, Invar-1Mo는 0.23~0.19이며, 롤 속도비 2.0의 경우 1Mo-Invar는 0.3~0.2, Invar-1Mo는 0.27~0.16이다. 롤 속도비가 증가할수록 도입된 전단변형량은 증가하여 롤 속도비 2.0에서는 두께 전체에서 양의 전단변형량을 나타내었고, 1Mo-Invar, Invar-1Mo 클래딩재의 소재 적층 위치에 따른 전단변형량은 유사한 값을 나타내고 있다. 기계적 특성 평가를 위한 비커스 경도 측정 결과, 클래딩 전 1Mo와 Invar 냉연재 단면의 두께별 평균 경도는 각각 218 HV, 210 HV로 측정되었다. 클래딩재의 경도 분포는 롤 속도비 1.0의 경우 상부 롤 측 소재 표면부터 중심부까지 1Mo-Invar는 236~233 HV, Invar-1Mo는 233~231 HV이며, 중심부에서부터 하부 롤 측 소재

1. 한국생산기술연구원, 연구별정

한국생산기술연구원, 동력소재부품연구그룹, 수석연구원,

E-mail: jyjeon0156@kitech.re.kr

표면까지 1Mo-Invar는 230~233 HV, Invar-1Mo는 233~236HV이다. 롤 속도비 2.0의 경우 1Mo-Invar의 경도 분포는 각각 243~241 HV, 238~239 HV이며, Invar-1Mo의 경도 분포는 각각 241~240 HV, 240~242 HV이다. 롤 속도비가 증가할수록 소재 적층 위치에 관계없이 두께 별 경도는 모두 증가하는 경향을 보였으며, 롤 속도비 2.0에서 1Mo-Invar 클래딩재 대비 Invar-1Mo 클래딩재의 고열·저열팽창합금 간 경도 편차가 감소하였다. 위와 같은 결과를 통해, 이주속 압연은 동속 압연 대비 소재 전체에 보다 균일한 전단변형을 도입하는 데 효과적이며 상대적으로 경도 값이 낮은 소재를 회전 속도가 빠른 상부 롤 측에 위치하였을 때, 이중 금속 소재 간 기계적 특성 편차를 감소시킬 수 있음을 확인하였다.

Keywords: Bimetal, Differential speed rolling, Pin embedded, Shear strain, Hardness

특수강 대형봉강 표면결함 예측 모델 개발

이진환¹ 위창현¹ 문홍길¹ 최원² 진원기² 이영석³

Development of Surface Defects Prediction Model for Special Steel Large Bar

J. H. Lee, C. H. Wee, H. K. Moon, W. Choi, W. K. Jin, Y. S. Lee

Abstract

특수강 제품의 품질은 개재물 생성에 의한 내부 품질과 제품 표면 결함에 의한 외부 품질 관리가 매우 중요하다. 본 연구에서는 Pilot Scale의 모의압연 평가 결과와 최종 제품의 표면 결함지수의 상관성을 도출하여 특수강 대형봉강 제품의 표면결함 예측모델을 개발하였다. 이를 통하여, 실시간으로 사전 예측이 가능한 품질예측 Map을 개발하여, 조업 중 시행착오 최소화 및 사전 예측을 통한 표면품질 수준을 향상토록 하였다. 그 결과, 표면결함 발생에 의한 재공률이 약 7% 감소함을 확인하였고, 현재 표면결함 예측모델을 포함한 스톡형상 및 MB 예측 모델에 대한 정합성 개선 업무를 통한 통합 시뮬레이터 개발을 진행중에 있다.

Keywords: Special Steel, Large Bar, Surface Defect, Quality Prediction Map

1. 현대제철연구소 전기로공정연구팀

2. 현대제철(주) 당진공장 특수강대형압연팀

3. 중앙대학교 기계공학부

교신저자: 현대제철 전기로공정연구팀 책임연구원, E-mail : ljh0912@hyundai-steel.com

9. 특 별 세 션 4

재료분야 국가참조표준 개발

(제 3 발표회장)

섬유소재 데이터센터의 중요성과 재활용 원단의 표준 데이터 생산

최윤성¹ · 표규진²

The Significance of Textile Material Data Centers and the Production of Standard Data for Recycled Fabrics

Y. S. CHOI, G. J. PYO,

Abstract

최근 섬유패션 제품의 대량 생산과 소비가 환경 문제와 자원 파괴를 야기하고 있다는 공감대가 형성되면서 지속가능 성장이 섬유패션 산업의 최대 이슈로 부상하고 있다. 글로벌 브랜드들은 물론 패션기업들은 사회적·사회적·윤리적 책임을 다하는 동시에 환경 부하를 최소화할 수 있도록 재활용 섬유를 적용한 재활용 패션의류 생산을 확대하고 있다. 이에 따라 재활용 섬유 수요 증가에 따라 재활용 섬유 소재의 역학 특성에 대한 참조 표준 데이터 개발이 시급하다.

이에 따라 섬유소재 데이터센터에서는 재활용 섬유 소재를 물리적 재활용 소재와 화학적 재활용 소재로 분류하고, 원사의 제·편직 조건 및 가공 조건에 따른 섬유 소재의 역학 특성 데이터를 생산하고 있다. 재활용 섬유 소재의 역학 특성 데이터를 생산하게 되면 산업분야에서는 재활용 섬유 소재를 개발, 생산하고자 하는 up-stream & down-stream 섬유 제조기업에서 참조 표준 개발 데이터를 활용한 신소재 개발로 섬유산업 분야 경쟁력 강화할 수 있다. 뿐만 아니라 섬유산업에 실질적으로 적용되는 국제적 환경규제 및 수요 기업 요구에 대응 가능한 데이터로 활용 가능하며, 오염 또는 유해화학물질 사용, 배출을 최소화하는 고효율 친환경 혁신 공정에 도움을 줄 수 있으며, 지속 가능 제품(소재), 재활용 섬유가 글로벌 섬유산업의 핵심 경쟁력으로 대두되어, 이에 따른 경쟁력 향상을 위한 주춧돌 역할을 함으로써 섬유산업의 재활용 섬유 소재 데이터 기반 혁신에 기여할 수 있다. 이처럼 재활용 섬유 참조 표준 데이터를 활용하여 새로운 소재 개발이 가능하며, 향후 의류용 섬유 소재 중 다른 분야에도 기술 적용이 가능할 것으로 보인다.

Keywords: Textile Industry, Data Center, Recycled Fabric, Standard Data

1. DYETEC연구원 소재빅데이터연구센터 센터장

2. DYETEC연구원 소재빅데이터연구센터 전임연구원

gjpyo@dyetec.or.kr

Standard Reference Data Development of the Nuclear Fuels and Materials

K. H. Kang^{1,#}, K. L. Lee¹, B. J. Yoon¹, and S. M. Yoon¹

Abstract

NFDC (Nuclear Fuel and materials Data Center) is designated as a one of the data center of National Standard Reference Center from Ministry of Trade Industry and Energy at Dec. 30 2018. The fields of designation were nuclear fuel and energy materials. Target materials that we aim to produce standard reference data include the nuclear fuels such as uranium metal, uranium oxide, and spent fuel and the nuclear cladding materials, such as Zircaloy-4, Zirlo, and HANA. Target properties that we aim to produce standard reference data include the thermal properties such as specific heat, thermal expansion, thermal diffusivity, and oxidation behavior.

The NFDC has established procedures for the production of data on nuclear fuel and materials and uncertainty evaluation of data. The data produced according to the data production and uncertainty evaluation procedures are evaluated by the technical evaluation criteria established by the NFDC and registered as reference standards. So far, NFDC has produced 18 datasets and 887 data and registered them with the National Reference Standard Center.

Keywords: Nuclear Fuel and Materials, Standard Reference Data, Data Center, Uncertainty, Property, Confidence.

Acknowledgements

This research was supported by the Technology Innovation Program (20016225, Development and Dissemination on National Standard Reference Data) funded by the Ministry of Trade, Industry & Energy (MOTIE, Korea).

1. Korea Atomic Energy Research Institute, Advanced Fuel Cycle Technology Division, Principle Researcher
2. Disposal Safety Evaluation R&D Division, Principle Researcher
3. HANARO Management Division, Research Associate
4. Advanced Fuel Cycle Technology Division, Intern Researcher
email: nghkang@kaeri.re.kr

철강미세조직 참조표준의 추진방향과 활용사례

박종철¹· 조다희¹· 남기찬²· 김영석²

Direction and Use Cases of the Reference Standard Data for Steel Microstructure

J. C. Park, D. H. Cho, K. C. Nam, Y. S. Kim

Abstract

철강미세조직 참조표준 데이터센터는 2008 년에 지정되어, 철강소재의 미세조직과 기계적 물성과의 참조표준 데이터를 구축하고 있다. 지금까지 구축된 데이터는 1,102 건의 세트(set) 데이터와 개별 데이터로는 17,000 여건이다. 세트 데이터는 철강소재의 전처리 조건별 미세조직과 기계적 물성(인장, 경도, 충격, 피로 등)과의 세트 데이터를 의미한다.

미세조직은 소재의 표면을 연마하고 에칭하여 현미경으로 관찰할 때 나타나는 매우 작은 스케일의 구조로 소재 고유의 이미지 패턴이다. 따라서 철강(금속), 폴리머, 세라믹, 복합재료 등의 미세조직은 강도, 경도, 인성, 연성, 내식성, 내마모성과 같은 기계·물리적 특성에 많은 영향을 미친다. 철강소재에서 미세조직의 종류에는 오스테나이트(Austenite), 페라이트(Ferrite), 펄라이트(Pearlite)와 같은 기본적인 상에서 부터 열처리 및 가공을 통해 나타나는 마르텐사이트(Martensite), 베이나이트(Bainite)등과 같은 복잡하고 다양한 미세조직이 있다. 또한 미세조직의 이미지 형상 및 패턴 또한 다양하게 나타난다.

미세조직의 이미지 패턴이 비교적 단순하면 기존의 이미지 분석 소프트웨어(Image Analyzer)를 이용하여, 상분율, 입도 등의 정량분석이 가능하지만, 전술한 것처럼 복잡하면, 사람이 일일이 수동으로 측정하여야 하므로 분석을 포기하거나, 정성적인 판단만을 하고 있는 것이 현실이어서, 미세조직과 기계적 물성과의 상관관계 규명에 어려움이 많은 실정이다.

본 논문에서는 철강미세조직 데이터센터의 추진방향과 지금까지 구축한 데이터를 활용하여, 상기의 철강 미세조직 정량분석 및 물성예측 등에 인공지능 기술을 접목한 활용사례를 소개한다.

Keywords: Steel Microstructure, Reference Standard Data, Mechanical Property, Image Analysis, Deep learning, Qualitative analysis, Quantitative analysis, Mechanical Properties Prediction

1. 포항산업과학연구원 안전보건연구그룹, 수석연구원
2. 포항산업과학연구원 안전보건연구그룹, 위촉연구원
포항산업과학연구원 안전보건연구그룹, 수석연구원, E-mail: ltpark@rist.re.kr

USC 화력발전 보일러 튜브 소재의 고온 인장물성 참조표준 개발

김대웅¹· 박재성²· 홍성구[#]

Development of High-Temperature Tensile Property Reference Standard Data for USC Thermal Power Boiler Tube Materials

D. W. Kim, J. S. Park, S. G. Hong

Abstract

화력발전은 국내 에너지의 상당수를 공급하고 있다. 최근 화력발전은 대기오염을 유발한다는 이유로 사용량이 감소하고 있다. 이에 따라 화력발전의 효율을 개선하여 배출가스와 에너지 소비를 줄이기 위한 연구가 진행되고 있다. 화력발전의 효율은 보일러 튜브의 온도와 압력과 밀접한 관련이 있다. 해외 주요 국가들은 화력발전 보일러 튜브용 고 신뢰성 소재를 생산하는 기술력을 보유하고 있다. 이에 따라 국내에서는 수입 소재에 의존하고 있는 실정이다. 본 연구는 국산 화력발전 보일러 튜브 소재의 고 신뢰성 데이터베이스(DB)를 구축하는 것을 목표로 한다. 국산 초초임계압(USC, Ultra Supercritical) 화력발전 보일러 튜브의 주요 후보 소재의 인장 특성을 750°C까지 평가하였다. 불확도 평가 시에는 반복성 효과에 의한 A형과 기기 효과에 의한 B형을 모두 고려하였다. 그 결과 신뢰성 높은 참조표준을 개발하여 국가참조표준센터(NCRSD, National Center for Reference Standard Data)에 등록하였다. 이를 통해 국내 제조업체의 소재 신뢰성 향상에 기여하였다. 이번 연구는 국내 철강사가 직면한 납기 격차를 줄이고 국산 소재의 자립화를 지원하는 발판이 될 것이다.

Keywords: USC thermal power, Boiler tube, Reference Standard Data, Tensile, Uncertainty

1. 한국표준과학연구원, 선임기술원

2. 한국표준과학연구원, 책임연구원

한국표준과학연구원, 소재융합측정연구소, 책임연구원, E-mail: sghong@kriss.re.kr

원자력구조재료 역학물성 참조표준 데이터

김경호¹· 정관성²

Reference Standard Data of Mechanical and Physical Properties in the Structural Materials of Nuclear Power Plants

K. H. Kim, K. S. Jeong

Abstract

국내 원전 설계 기술은 세계최고 수준의 경쟁력을 확보하였지만, 설계 자료로써 사용하고 있는 원자력구조재료 규격은 주로 ASME 표준을 중심으로 제정된 KEPIC 규격이며, 국내 독자적인 재료 물성 설계 자료는 매우 미흡한 실정이다. 설계 자료로 활용되는 재료 규격 개발에 대하여 세계 원전 산업에서 기술적으로 선도적인 역할을 확보하려면 재료 물성에 대한 신뢰성 및 건전성의 확보가 반드시 선결되어야 한다. 원자력구조재료 역학물성 데이터센터에서는 품질보증체제를 기반으로 측정/평가/검증 시스템을 구축하여, 국내 가동원전 감시시험편의 주기적 역학물성시험 데이터와 원자력 핵심요소 소재 개발의 역학물성 데이터를 직접 생산하고 있다. 원자력구조재료 역학물성 신뢰성 검증 및 품질인증체계 구축으로 원전 재료 규격의 국제표준화(ISO TC 85, ASTM)에 기여할 수 있으며, 다양한 원자력 시설의 설계 시 적절한 재료의 선택 근거를 제공할 수 있다. 또한 항공, 우주, 국방 및 국가기간시설 등 타 분야의 재료역학물성 및 열화 DB 정보를 국가산업 기술발전에 기여할 수 있다. 생산된 원자력구조재료 역학물성 참조표준 데이터는 원자력재료규격의 국제표준화 작업 전 단계로 선구자적 사업으로 매우 의미가 크며, 재료 규격 관련 원자력 기술의 선도국 위치를 확보할 것이며, 이에 대한 직간접 경제적 효과는 매우 클 것으로 판단된다.

Keywords: mechanical and physical properties, nuclear power plant, reference standard, structural materials

1. 한국원자력연구원, 경수로핵연료기술연구부, 책임연구원, khkim@kaeri.re.kr

2. 한국원자력연구원, 해체기술개발부, 책임연구원, ksjeong1@kaeri.re.kr

XF980강과 7xxx계 알루미늄 합금의 동적인장물성/측정 불확도 평가 및 동적인장시험 자동화

임현용¹ · 노동환¹ · 이주원¹ · 박준용² · 윤정환^{1,3,#}

XF980 and 7xxx Aluminum Dynamic Tensile Properties/Measurement Uncertainty Evaluation and Automated Dynamic Material Testing System Development.

H. Lim, D.Noh, J.Lee, J.Park, J.W. Yoon

Abstract

전 세계적인 친환경 기조는 자동차 산업에서의 차체 및 부품 경량화의 중요성을 더욱 부각시키고 있다. 이를 위해 적은 무게로 높은 강도를 가질 수 있는 경량 소재는 지속적으로 연구되고 있으며, 또한 차체 충돌 안정성 및 설계 강건성 평가를 위한 전산 모사 해석이 경량 소재의 0.001/s ~ 100/s 범위 내의 인장 물성을 기반으로 사용되고 있다. 본 연구에서는 XF980강과 7xxx알루미늄 합금의 1/s ~ 100/s 범위의 동적 인장 물성을 측정하였다. 또한, 해당 속도 영역에서 측정 불확도에 영향을 줄 수 있는 각 요인들을 분석하여, 진 응력의 표준 불확도를 평가하였다.

일반적으로 동적 인장 물성 실험은 빠른 실험속도로 인한 인적 오류 및 재료 편차에 의한 오차가 크게 발생하므로, 반복적인 실험을 통하여 경량 소재의 대표 물성을 계산하게 된다. 이러한 프로세스는 모두 사람이 직접 진행하기 때문에 많은 시간 소모와 인력이 요구되며 데이터의 산포가 크고 사람에 따라 달라질 수 있다는 문제가 존재한다. 이러한 시간 소모적이고 비 효율적인 기존의 동적 인장 실험법을 개선하기 위해, 동적 인장 실험의 자동화에 관한 연구 또한 진행하였다.

Keywords: Dynamic tensile testing machine, Automation, Dynamic hardening behavior, Lightweight material, Uncertainty evaluation.

1. 한국과학기술원 기계공학과

2. LG전자 생산기술원

3. School of Engineering, Deakin University

교신저자: 한국과학기술원 기계공학과, 교수, Email: j.yoon@kaist.ac.kr

10. 포스터 발표

(제 4 발표회장)

초고장력강 수소취성 전산모사 기법 연구

김기정[#], 윤승채¹, 김혜진¹, 현주식¹, 신건진², 박진홍², 이명규²

A Numerical Simulation study of Hydrogen Embrittlement of Ultra High Strength Steels for Automotive Applications

K. J. Kim, S. C. Yoon, H. J. Kim, J. S. Hyun, G. J. Shin, J. H. Park, M. G. Lee

Abstract

The utilization of Ultra High Strength Steel (UHSS) in automotive applications is motivated by a push to reduce the weight of cars in order to minimize CO₂ emissions. The potential risk of hydrogen embrittlement (HE) limits the widespread application of UHSS, making it one of the hottest topics in materials engineering and automotive industry. In this study focused on the hydrogen-induced cracking of 1470MPa martensitic (MS) steels for car body parts. Various mechanical tests to investigate internal hydrogen-assisted cracking, as well as hydrogen environment-assisted crack, were conducted MS steels. The slow strain rate test (SSRT) is conducted for the hydrogen-charged steel sheets. Also a finite element model is developed to simulate the hydrogen transport in the MS steels. Then a new fracture criterion is proposed by considering the effect of hydrogen on the MS steels. To model the hydrogen effect on mechanical and failure behavior, a sigmoidal softening law is suggested to represent hydrogen-assisted plasticity. Furthermore, a unified fracture model combining the strain-based, and stress-based fracture criteria is proposed as a function of stress triaxiality, and hydrogen concentration.

Keywords: Ultra High Strength Steel, Hydrogen Embrittlement, Finite Element Method, Triaxiality, Fracture model

-
1. 현대제철 연구개발본부 책임연구원
 2. 서울대학교 재료공학부
- # 서울대학교, 재료공학부, myounglee@snu.ac.kr:

극후물 절단시 잔류응력에 의한 톱날 끼임을 방지하는 장치 개발

박광수¹, 허정현¹, 김동규², 주성민[#]

Development of saw blade jamming prevention device by internal residual stress when cutting ultra-thick steel plate

K. S. Park, J. H. Heo, D. K. Kim, S. M. Joo

Abstract

In the process of cutting a slab of carbon steel with a circular saw at high speed, if the body of the saw is bitten, the process is stopped by the slab and the saw is damaged. The causative process of saw jamming during cutting is assumed to be residual stress inside the slab caused by internal and external temperatures.

In order to overcome this problem, we developed a saw blade jamming prevention device to improve the cutting ability of ultra-thick slab thick plates, and through this, ultra-thick materials used in shipbuilding and offshore plants can be cut with saw blades. In addition, circular saw blade life has been improved and productivity has been increased through this.

Key Words : Steel scrap, Separation, Non-ferrous metal, Stainless, Whitemetal, Magnetic material

1. 서론

탄소강으로 된 슬라브를 원형톱으로 고속으로 절단하는 과정에서 톱의 몸체가 물린 경우 슬래브에 의해 공정이 중단되고 톱이 손상된다. 절단 중 톱 걸림의 원인 공정은 내부 및 외부 온도에 의해 발생하는 슬래브 내부의 잔류 응력으로 추정된다. 이를 극복하기 위한 극후물 Slab 후판 절단성 향상을 위한 톱날 끼임 방지 장치를 개발 하였으며 이를 통해 조선 해양 플랜트에서 사용되는 극후물을 톱날로 절단 가능하도록 하였다. 또한 원형톱날 수명 향상을 이루었으며 이를 통해 생산성을 증가 시켰다.

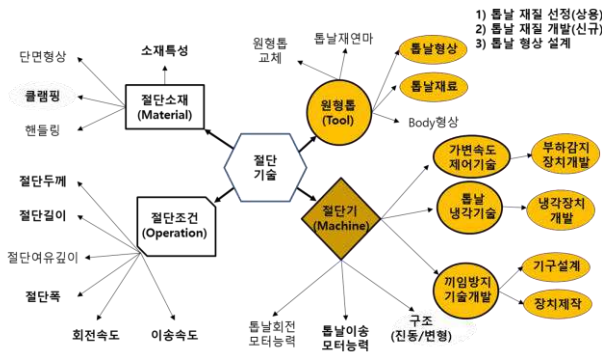


그림 1. 절단성 향상을 위한 Cause effect diagram 도출

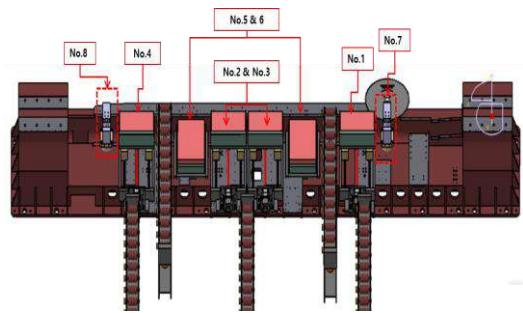


그림 2. 끼임방지 장치 컨셉 설계

1. 포항산업과학연구원(RIST)
2. ㈜디케이기술루션

조선대학교, joo@chosun.ac.kr

난삭소재의 밀링 파라미터가 절삭성에 미치는 영향

주성민¹· 고정훈¹· 김영곤²· 박광수[#]

Effect of Milling Parameters on Hard-to-machine Materials on Machinability

S. M. Joo, J. H. Go, Y. G. Kim, K. S. Park

Abstract

By increasing the manganese content in steel, various properties such as high strength, low toughness, and wear resistance can be developed. Steel manufactured by adding manganese content to 14% to 22% during steel alloy design can improve wear resistance performance while replacing the expensive element used in wear-resistant steel with relatively inexpensive Mn, and not only secures surface wear resistance. In addition, a martensite structure can be created throughout the steel material, ensuring wear resistance even to the center. However, despite the advantages of these steel materials, there are disadvantages in terms of machinability during cutting, such as increased tool wear and chipping of the cutting edge due to the low thermal conductivity and high work hardening of high manganese steel during cutting processing, and increased cutting temperature. there is. In this paper, the wear of cutting tools that occurs during the milling of high manganese steel was analyzed according to working conditions, and an experiment was performed to select optimal cutting conditions. In addition, a finite element model that can calculate the stress distribution and cutting force that occurs during cutting was established and the validity of the developed model was verified through comparison with experimental results.

Keywords: FEA, Cutting Force, Machinability, Hard-to-machine

This research was supported by "Regional Innovation Strategy (RIS)" through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(MOE) (2021RIS-002)

1. 조선대학교 스마트이동체융합시스템공학부

2. 한국생산기술연구원

(재)포항산업과학연구원, winter@rist.re.kr

하나로 핵연료 제조 현황

황재준^{1,#} · 김종환² · 소원재² · 김호민² · 김기남³ · 정용진³

Current Status of HANARO Fuel Manufacturing

J. J. Hwang, J. H. Kim, O. J. So, H. M. Kim, K. N. Kim, Y. J. Jeong

Abstract

하나로 핵연료는 캐나다의 NRU 원자로의 연료를 기반으로 캐나다 원자력공사(AECL)과 한국원자력연구원(KAERI)에 의해 설계되었으며, 2005 년 하나로 핵연료 국산화 이후 하나로의 구동 핵연료 전량을 자체 생산 및 공급하고 있다. 한국원자력연구원은 연간 55 다발 생산이 가능한 시설 및 체계를 갖추고 있다.

하나로 핵연료의 심재는 U3Si 와 Al 분말로 구성되어 있으며, 혼합/압분 및 압출을 통하여 두 가지 유형의 봉형으로 제조된다. 두 유형의 심재는 직경에 따라 표준봉 및 축소봉으로 나눌 수 있으며, 이들의 직경은 각각 6.35mm, 5.49mm 이다. 심재의 양 끝단에 구멍가공을 하여 알루미늄 플러그를 조립한다. 이후 냉각을 위한 핀이 달려있는 형태의 알루미늄 피복으로 압출한 후 양 끝 단 알루미늄 플러그를 기계 가공 및 EB 용접을 통해 심재를 밀봉한다. 제조된 핵연료봉은 센트럴 로드, 엔드 플레이트, 그래플 헤드, 스프링 등의 부품과 함께 핵연료집합체로 조립한다. 핵연료집합체는 핵연료봉 개수에 따라 18 봉 및 36 봉형의 두가지 타입으로 조립되어 최종 완성된다.

하나로 원자로가 가동되고 처음에는 AECL로부터 핵연료를 공급받았다. 1987년 한국원자력연구원은 원심분무 분말을 기반으로 한 하나로 핵연료 국산화 프로그램을 시작하였다. 원심분무 분말 제조법은 고온의 용탕을 빠르게 회전하는 원반에 떨어뜨려 급속응고 분말을 만드는 방법이다. 2004년 한국원자력연구원은 성공적으로 하나로 핵연료 국산화에 성공하였고, 현재까지 집합체 368다발과 10,731개의 핵연료봉을 제조하였다.

Keywords: HANARO fuel, Nuclear fuel, Centrifugal Atomization

본 연구는 KAERI 주요사업의 지원을 받아 수행되었습니다. (과제번호 522210-23)

-
1. 한국원자력연구원, 기술원
 2. 한국원자력연구원, 선임기술원
 3. 한국원자력연구원, 책임연구원
- # 교신저자: 한국원자력연구원, 기술원, hth5338@kaeri.re.kr

22MnB5 재료의 FLD를 통한 TFD 예측을 위한 서브루틴 개발 및 FE해석

전현종¹ · 슈레드 바부² · 임옥동³ · 강남수³ · 이민식[#]

A Study on the Forming Limit Diagram of 22MnB5 Material to Predict Triaxiality Failure Diagram

H. J. Jeon¹, JSS Babu², O. D. Lim³, N. S. Kang³, M. S. Lee[#]

Abstract

In general, Sheet metal is modeled as a shell-type in FEM (Finite Element Method). The shell-type modeling used in the FEM can predict material fracture with the FLD (Forming Limit Diagram) damage theory. However, this damage theory is difficult to apply to solid-type modeling. The damage theory of solid-type modeling was reverse-engineered using existing FLD data for the analysis of materials heavily affected by thickness and geometry, such as thick sheets and TWB (Tailor Welded Blanks). FLD data was obtained through the Nakajima test, and the subroutine technique was used in the FE simulation to find parameters to replace FLD data. TFD (Triaxiality Failure Diagram) was reverse-engineered based on the FLD data to apply for solid-type modeling. The comparison of equivalent strain distribution and load-displacement graphs was conducted with the Nakajima test simulation under the same conditions. The results were shown good agreement. In addition, the results in this study are verified by comparing variables using relational expressions with variables obtained using subroutine techniques. That is, the conversion from FLD to TFD is proposed using formulas without using the reverse engineering method used in this paper.

Keywords: FLD, Shell mesh, Solid mesh, Sheet forming, Stress Triaxiality

1. 부산대학교 기계공학부, 대학원생
2. 부산대학교 정밀정형 및 금형가공 연구소, 연구원 (Visiting fellow)
3. 주식회사 오토젠
#. 부산대학교 정밀정형 및 금형가공 연구소, 연구교수
E-mail: minsik2@pusan.ac.kr

독립현가장치용 레버 부품의 플래시 부피 예측 모델 개발

박지우^{1, #}, 김민수¹

Development of Flash Volume Prediction Model for Lever Parts on Independent Suspension Systems

J. W. Park, M. S. Kim

Abstract

Recently, independent suspension systems have been applied not only to passenger cars but also to large commercial vehicles. Therefore, the need for research to domestically produce such independent suspensions for large commercial vehicles is gradually increasing. In this paper, we conducted research on the manufacturing technology of the relay lever, which are integral components of independent suspension systems for large commercial vehicles. Our goal was to reduce the flash volume generated during the forging process. The shape variables of the initial billet were adjusted to find proper forming conditions that could minimize flash volume while performing product forming smoothly. Shape variables were set as input variables and the flash volume was set as an output variable, and simulations were carried out to analytically predict the volume of the flash area for each variable condition. Based on the data obtained through numerical simulations, an artificial neural network model was used to develop a prediction model that can easily predict the flash volume for variable conditions. For the corresponding prediction model, a goodness-of-fit test was performed to confirm a high level of fit.

Keywords: Artificial Neural Network, Independent Suspension Device System, Flash Volume, Forging

후 기

본 연구는 산업통상자원부의 재원으로 한국산업기술진흥원의 지원(P0018566, 2021년 자동차산업기술개발)으로 수행되었습니다.

1. 한국생산기술연구원

한국생산기술연구원, 전북본부, 탄소경량소재응용연구그룹, 선임연구원, E-mail: pjwoo@kitech.re.kr

정적 및 동적 충돌시험을 통한 실험과 시뮬레이션의 충돌 특성 비교

안대영¹· 하슬기²· 강남수³· 임옥동³ 이민식[#]

Comparison of Collision Characteristics Between Experiment and Simulation Through Static and Dynamic Collision Test

K. D. Hong, K. D. Kim, K. D. Lee

Abstract

Tailor welded blank(TWB) structure is used to satisfy demands for environmental conservation and passenger safety increase. In this paper, first, 22MnB5 was used and TWB structure was applied to vehicle beam to improve crashworthiness and weight reduction. Three-point-bending tests was conducted for TWB and non-TWB vehicle beams with different thicknesses, and finite element(FE) analysis was performed using ABAQUS to compare and confirm the validity of the results. TWB vehicle beams of 1.2mm-1.4mm-1.2mm showed better bending performance than 1.2mm, but was not significantly different from 1.4mm. It was found that the corresponding FE simulation results agreed well with the testing results when comparing load-displacement values. The three-point bending test is a static test. Through this experiment, the reliability of FE simulation was secured. However, in the car crash, most cases were dynamic collision rather than static. In this study, the drop weight test as dynamic collision was conducted using ABAQUS software. Through dynamic crash test, it was shown that the TWB bumper beam with a thickness of 1.2-1.4-1.2 satisfied crash safety as well as lightweight.

Keywords: Tailor welded blank(TWB), 22MnB5, Three-point-bending

1. 부산대학교 기계공학부, 학부생
2. 부산대학교 복합성형연구실 소속, 학부생
3. 오토젠
부산대학교 기계공학부 , E-mail: minsik2@pusan.ac.kr

소형모듈원전(SMR)용 소재 및 주단조품 개발에 관한 연구

김영득^{1.#}, 김동영², 정재석¹

Study of Development of Material and Casting-Forging Products for Small Modular Reactor

Y. D. Kim^{1.#}, D. Y. Kim², J. S. Jung²

Abstract

Variety eco-friendly energy technologies are being promoted around the world to respond to the urgent climate crisis, but nuclear energy is the most powerful and realistic energy source. However, safety and social empathy issues continue to emerge. Accordingly, the development of small modular reactor(SMR) with solid safety, economic feasibility, and usability is being promoted worldwide. Small module nuclear power plants contain major core devices in one container and require new materials and component size and shape conditions. In this study, we identified the characteristics of new materials for SMR, derived process technology for manufacturing parts, and successfully produced the first order for a small model nuclear power plant.

Keywords: SMR(Small Module Reactor), New material for SMR, Material property, Forging-casting product, Integrated manufacturing

I. 서론

기후변화 대응을 위한 탄소배출 저감 및 제로화를 위해 전 세계적으로 다양한 에너지원 마련 노력을 경주 하고 있다. 대표적으로 신재생 에너지를 들 수 있지만 탄소중립 목표 달성을 위해 현실적이지 못한 부분도 존재한다. 임팩트 있는 효과를 얻을 수 있는 에너지원으로 원자력을 꼽지만 기존 대형원전에 대한 안전 이슈가 지속적으로 발생하는 상황에서 이를 극복 할 수 있는 새로운 에너지원이 절실하다. 이에 세계적으로 소형모듈원전(SMR: Small Modular Reactor)이 대안으로 떠오르고 있다. 이는 안전성, 활용성 및 경제성 을 제공할 수 있다는 측면에서 큰 각광을 받는다[1]. 그러나 여기에 사용되는 압력용기 및 구조소재는 기존 원전과 달리 일체형 형상에 대증량 조건의 부품들이면서 저방사화강으로 새로운 신소재가 출현되고 있다.

본 연구에서는 SMR용 신소재에 대한 소재기반 공정기반 특성과 제조기술을 확보하고 대상 제품에 대한 제작기술 확보를 통해 성공적인 실 제작 수준의 기술을 달성하고자 한다.

II. 본론

소형모듈원전 분야에서 세계적으로 70여개 이상의 노형이 개발 되고 있으며 가장 기술적 리딩을 이끄

1. 두산에너지빌리티 기술연구원 소재기술개발팀 수석연구원

2. 두산에너지빌리티 주단소재기술팀 수석

두산에너지빌리티 소재기술개발팀 수석연구원, E-mail:

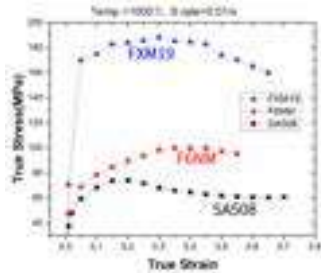
youngdeak.kim@doosan.com

는 곳은 Nsuacle사(미)이다. 본 노형의 구성은 크게 내측에 위치하는 RPV(Reactor Pressure Vessel)와 외측에 위치하는 CNV(Container Vessel)로 구성되며 각각은 여러 개의 셀 및 헤드류 형상의 서로 연결되어 있다.

Table 1 Chemical composition of material for SMR(unit : wt.%)

Item	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	V	Co	N	Cu	Nb+Ta	P	S
F6NM	≤0.04	≤0.6	0.5~1.0	3.5~5.5	12.6~14.0	0.5~0.7	≤0.05	≤0.05	0.02~0.05	≤0.06	-	≤0.02	≤0.01
FXM19	≤0.04	≤1.0	4.0~6.0	11.5~13.5	20.5~23.5	1.5~3.0	0.1~0.3	≤0.05	0.2~0.4	-	0.1~0.3	-	-

표 1에서 성분 및 함량 정보를 보여 준다. 두 소재 모두 탄소함량이 매우 작은 량인데 대형 강괴 제작 시에는 큰 어려운 조건이다. 또한 XM-19에서 Cr, Mo, N 등 소재는 열간 성형 시 석출에 의한 크랙 등 주의 점이 예상된다.



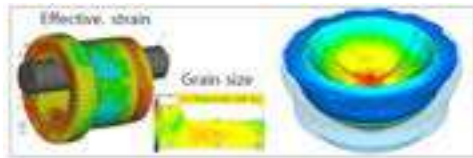
(a) Flow stress



(b) hot forging test

Fig. 1 Comparison of high-temperature strength between new material for SMR and exist materials

그림 1은 1,000°C, Strain rate 0.01/s 동일 조건에서 기존 원전소재(SA508)와의 고온유동 응력과 열간 단조 시의 크랙 상태를 보여준다. 기존소재 대비 6NM은 약2배 XM19는 약3배까지 강도가 크며 열간크랙 민감성을 확인하였다. 이러한 결과는 실 제작 시 하중 증가에 따른 공정수 증가 및 열간 크랙 등[2] 주의가 필요할 수 있음을 의미한다.



(a) FE analysis(XM19, 6NM)



(b) Verification test



(c) Real test

Fig. 2 Process analysis, verification model test and real material manufacturing of shell & head part for SMR

그림 2는 SMR 신소재 개발품에 대한 공정해석을 통해 공정인자조건 도출과 모델실험을 통한 검증 및 개선을 통해 최종 실소재 제품 제작 사진을 보여준다. 최종 제품은 건전한 제품 제작에 성공하였다.

III. 결론

SMR용 신소재의 기초물성 및 특성 DB를 확보하였고, 공정해석 및 검증실험을 통해 공정변수를 최적화하여 최종 건전한 실제품 제작에 성공하였다.

참고문헌

[1] ERIA, “Small Modular Reactor Development, Advantage & Opportunities for ASEAN, pp.4~10

[2] G.E.Dieter, H.A. Kunhn, S.L. Semiatin,, ‘Handbook of Workability and Process Design’, pp.137~170

SCM440H 인발 소재 및 Flow Forming 공법을 적용한, ROTOR SHAFT 제조방법에 관한 연구

박은수¹*, 이성민², 김동규³

A Study on ROTOR SHAFT Manufacturing Method Using SCM440H Seamless Pipe and Flow Forming Method

E. S. Park, S. M. Lee, D. K. Kim

Abstract

최근 EV 보급을 증가하는 다소 주춤하기는 하나, EV 용 모터의 성능 향상에 관한 연구는 여전히 활발히 진행되고 있으며, Rotor Shaft를 포함한 주요 핵심부품의 성능향상에 관한 연구 역시 활발히 진행되고 있다. 국내의 경우, Rotor Shaft는, 기계가공타입 Shaft와, Radial Forging을 적용한 Shaft, 용접 타입의 Shaft가 개발 및 양산 중이다. 각각의 Shaft는 모두 장점과 단점을 가지고 있는데, 기계가공 Shaft는 중량이 무거운 단점, Radial Forging Shaft는 치수가 정밀하지 못한 단점, 용접 Shaft는 용접변형 및 용접부 파손 가능성의 단점이 있다. 이러한 단점을 개선하고자, Flow Forming을 적용한 경량화 Rotor Shaft에 대한 연구를 꾸준히 진행하고 있으며, 가장 최근, Flow Forming의 단점 보완 및 장점 최대화를 위해, 투입소재를 기존의 단조 소재에서, 인발소재로 교체하여, 제조성 검증을 진행하고 있다. 본 연구에서는 SCM440H 인발소재를 적용한 Rotor Shaft의 Flow Forming 공정 성형 조건을 정립하고, 실제 향후 사용 설비의 Spec 및 공정 조건 등을 바탕으로 유한요소 해석법을 통해, 공정조건을 제시하였다.

Keywords: EV Motor, Rotor Shaft, SCM440H, Flow Forming

후기 이 논문은 2021년도 산업통상자원부의 ‘신산업진출 사업재편 핵심기술개발사업’, ‘NVH 성능 및 비틀림 강성이 향상된 전기 자동차 구동 모터용 일체형 중공 샤프트 제조 기술개발’ (과제번호: P0018669)의 지원을 받아 연구되었음.

1. 경창산업㈜, 책임
2. 경북테크노파크, 책임
3. 디케이솔루션, 대표
* 경창산업㈜, 중앙연구소, 책임, parkes@kc.co.kr

가스터빈용 TiAl 블레이드의 제조기술개발 (Phase 2)

김동권[#]· 이경훈¹· 조종래²· 정호승³

Manufacturing Technology Development for TiAl Blade of Gas Turbine (Phase 2)

D. K. Kim, K. H. Lee, J.R.Cho, H.S.Jeong

Abstract

현재 국내의 가스터빈에 사용되고 있는 고중량의 Ni계 초내열합금 블레이드를 경량의 TiAl 블레이드로 대체하기 위한 기술개발을 추진 중이다. 고온에서 성형성이 부족한 TiAl 블레이드를 제조하기 위하여, 항온단조장치를 유압프레스에 제작, 설치하여 최종 형단조공정을 수행하고자 한다. 이를 위한 사전준비로 항온단조장치의 구조를 설계, 제작하였으며 단조공정에 대한 검토를 수행하였다. 이를 기반으로 몇 가지의 단조공정을 도출하였으며 이를 토대로 Al6061, Ti6Al4V, Pb 등을 활용한 모델실험을 실시한 후, TiAl 본 소재에 대한 단조작업을 수행함으로써 난성형 재료인 TiAl 소재에 대한 제조기술을 확립하였다.

Keywords: Turbine Blade, Isothermal Forging, Gas Turbine, Hot Forging

1. 서론

국내의 가스터빈 블레이드는 고중량의 Ni계 블레이드로서 대부분 수입에 의존하고 있다. 당사에서는 이를 국내에서 개발된 경량의 TiAl합금[1, 2]을 사용한 블레이드로 대체하기 위한 연구를 추진 중이다. TiAl 합금은 고온에서도 성형성이 부족하여 길이 400mm 이상의 블레이드는 개발된 사례가 없으며, 국내 개발이 성공되면 Ni계 블레이드의 해외의존도를 해소할 수 있어 기술적 파급효과가 기대되는 부품이다.

고온물성이 우수한 경량소재인 TiAl 합금을 1,000°C 이상의 고온에서 소재와 금형을 동시에 가열하는 항온단조장치를 활용하여 제조하게 되면, 터빈 블레이드가 요구하는 고온 성형성, 크리프특성 및 피로특성을 달성할 수 있을 것으로 기대된다.

2. 항온단조장치의 제작

당사에서 현재 보유 중인 4,000톤 유압프레스를 활용하여 항온단조를 수행할 수 있도록 장치를 구성하였다. 프레스에 장착하기 위하여 냉각채널이 부착된 상부 및 하부금형 세트와, 소재를 가열하기 위한 전기로와 프레스안에 설치할 수 있는 별도의 가열로를 제작하였다[3].

상부 및 하부 금형세트는 IN718 초내열합금으로 제작하고, 형단조금형 홀더부위는 SKT4 소재로 제작하였으며, 그 외에 프레스 본체와 연결되는 부위는 프레스의 S20C 재질로 제작하였다. 소재를 프레스 내에서 가열하기 위한 가열로는 1,250°C까지 가열할 수 있는 가열로 내부 Size가 1,500W x 1,500L x 1,200 mmH 인 전기로를 설계 및 제작하였다.

1. 한발중공업(주), 연구소장

2. 한국해양대학교, 기계공학부 교수

3. 한국해양대학교, 학연연구교수

교신저자: 한발중공업(주), 연구위원. kdg2638@hfm.kr

3. 항온단조공정의 설정

TiAl 블레이드의 단조공정설정[4, 5]을 위하여 요구되는 블레이드의 정삭형상으로부터 단조도를 작성하고, 이를 성형하기 위한 단조공정해석을 DEFORM S/W를 활용하여 수행하였다

이를 통하여 3단계 형단조를 통하여 제품을 성형하는 단조공정을 도출하였다. 본 단조공정은 Preform 소재의 중량은 다소 커서 회수율은 떨어지지만 성형중에 소재의 김현상 완화와 안정적인 제품치수 확보에 유리하다.

4. 단조작업의 실시

4.1 Ti64 소재

우선 항온단조작업시 타이타늄합금의 변형거동을 사전에 확인해 보기 위하여, 사전에 제작된 항온단조장치를 이용하여 Ti64 소재를 사용한 형단조작업을 수행하였다. 본 Ti64 단조작업 수행을 통하여, TiAl 소재를 사용한 형단조 작업시의 실제 작업의 수행 가능성과 예상되는 문제점 등을 확인하였다.

4.2 TiAl 소재

마지막으로 본 연구과제의 대상제품인 TiAl 소재를 사용한 형단조작업을 수행하였다. 본 TiAl 단조작업 수행을 통하여, TiAl 소재의 제작 가능성을 확인하였다. 또한, TiAl 소재의 단조작업시에 요구되는 세부적인 단조장치 제작을 완료하고 단조공정을 적용함으로써 관련 제조기술을 확립하였다.

5. 결론 및 향후계획

국내 가스터빈에 사용되고 있는 고중량의 Ni기 초내열합금 블레이드를 경량의 TiAl 블레이드로 대체하기 위한 기술개발을 추진하였다. 이를 위하여 항온단조장치의 구조를 설계, 제작하였으며 단조공정에 대한 검토를 수행함으로써, TiAl 소재에 대한 단조공정을 설정하였다. 확보된 단조장치와 단조공정을 기반으로 TiAl 소재를 사용하여 가스터빈용 블레이드의 단조작업을 수행하여 제조기술을 확보하였다.

본 연구는 2021년 중소벤처기업부 재원인 중소기업기술혁신개발사업으로 수행된 연구이며 이에 감사드립니다(S3122414, 2021년 중소기업기술혁신개발사업).

참고문헌

- [1] 상온연성을 갖는 타이타늄-알루미늄계 합금 잉곳, 대한민국 특허, 등록번호 10-1342169
- [2] 타이타늄-알루미늄계 합금, 대한민국 특허, 등록번호 10-1614124
- [3] 김동권 외, 2023, 가스터빈용 TiAl 블레이드의 제조기술개발(Phase 1), 한국소성가공학회 춘계학술대회 초록집, pp.75-76
- [4] J. Zhang et.al., 2007, A novel Canning Technology for Forging of gamma-TiAl Alloys, Materials Science Forum, Vols. 546-549, pp.1421-1426
- [5] S. Kremmer et.al., 2007, Near Conventional Forging of Titanium Aluminides, Ti-2007 Science and Technology

Cobalt 첨가 Cr-Mo-V 금형강의 미세조직 및 인장 변형 거동

장진혁¹, 강태훈¹, 이기안^{1#}

Microstructure and Tensile Deformation Behavior of Cobalt Added Cr-Mo-V Mold Steel

J. H. Jang¹, T. H. Kang¹, K. A. Lee^{1#}

Abstract

본 연구에서는 Cr-Mo-V계 금형강에서 Cobalt를 첨가한 새로운 합금을 설계하고 제조하고 그 미세조직과 상온 인장특성에 대해 조사하였다. 또한 제조된 합금에 대하여 열처리를 수행한 후 그 영향을 분석하였다. 열처리의 경우 annealing 1030°C에서 10분간 진행 후 유냉을 실시하였으며, double tempering으로 550°C에서 30분간 tempering 하는 사이클을 두 번 진행하였다. 초기 미세조직을 EBSD(electron backscatter diffraction)를 활용하여 상 분석을 실시한 결과 초기 as-rolled 소재에서 retained austenite가 관찰되었다. XRD(x-ray diffraction analysis) 분석 결과 M_7C_3 , M_6C carbide가 검출되었으며 SEM(scanning electron microscopy) 미세조직 결과에서는 압연 조직의 결정립계를 따라 carbide가 존재하는 것으로 나타났다. 관찰된 carbide를 EPMA(electron probe micro analysis)로 분석한 결과 Cr, Mo, V으로 구성된 nano scale carbide로 확인되었으며, 첨가된 cobalt는 기지내 고용되어 있는 것으로 제시되었다. 초기 변형률 $10^{-3} s^{-1}$ 조건으로 상온에서 인장 시험한 결과 as-rolled재의 항복 강도는 1.65 GPa, 연신율 8.44 %로 측정되었으며, 열처리재의 항복 강도는 2.38 GPa, 연신율 1.06 %로 얻어졌다. 인장 시험 후 변형 조직 관찰 결과, 연성 파단 표면이 관찰되며, 딥플 내부엔 초기 미세조직에서 관찰된 nano scale의 carbide가 검출되었다. 상기 결과들을 바탕으로 새롭게 cobalt를 첨가한 Cr-Mo-V계 금형강의 변형 기구 및 그 응용 가능성에 대하여 함께 고찰하였다.

Keywords: Cr-Mo-V mold steel, Co addition, Microstructure, Heat Treatment, Tensile Properties, Deformation behavior

1. 인하대학교 신소재공학과, 대학원생

인하대학교 신소재공학과, 교수, E-mail: keeahn@inha.ac.kr

Laser Powder Bed Fusion 공정으로 제조된 Fe-16Mn-10Al-5Ni-0.86C 경량 철강의 미세조직, 인장 · 충격 · 고주기 피로 특성

강태훈¹, Amol B. Kale¹, 황원구¹, 김한수², 이기안[#]

Microstructure, Tensile · Impact Toughness · High Cycle Fatigue Properties of Fe-16Mn-10Al-5Ni-0.86C Lightweight Steel Manufactured via Laser Powder Bed Fusion Process

T. H. Kang¹, Amol B. Kale¹, H. Y. Jiu¹, H. S. Kim², K. A. Lee^{1#}

Abstract

본 연구에서는 LPBF 공정을 이용하여 오스테나이트계 Fe-16Mn-10Al-5Ni-0.86C (wt.%) 경량철강을 적층 제조하고 미세조직과 인장, 충격 및 고주기 피로 특성에 대해 조사하였으며 그 결과를 기존 열연재와 비교 분석하였다. Archimedes 원리를 이용하여 As-built재의 밀도를 측정된 결과 6.84g cm⁻³로 일반적인 철강(7.86 g cm⁻³)의 87.0% 수준을 나타냈다. 초기 미세조직을 EBSD(electron backscatter diffraction)를 활용하여 상분석한 결과, molten pool boundary에서 blocky BCC (B2)상이 평균 0.99 μ m 크기를 가지며 20.5%의 분율로 존재하였다. 한편, molten pool 내부는 오스테나이트 상으로 구성되어 있었다. 반면 열연재의 경우 equiaxed austenite grain과 B2 band가 확인되었다. 초기 변형률 10⁻³ s⁻¹ 조건으로 상온에서 인장 시험한 결과, As-built 소재의 항복 강도는 1.21 GPa, 연신율은 22.42 %로 측정되었다. 인장 변형 후 조직 관찰 결과, BCC(B2)와 오스테나이트의 상 경계에서 KAM (kernel average misorientation) value가 높게 확인되었으며 BCC(B2)의 크기와 분율이 인장 특성을 결정하는 주요 인자로 해석되었다. 상온 충격 시험은 ASTM 2248에 따라 수행되었다. 충격 시험 결과, As-built 소재(9.55 J/cm²)와 열연재(10.08 J/cm²)가 유사한 값들을 나타냈으며 충격 시험 후 파단면 관찰 결과 BCC(B2)와 austenite의 상 경계를 따라 균열이 관찰되었다. 상온 고주기 피로 시험의 경우 R=0.1, 20Hz 조건 하에서 수행되었으며, 얻어진 결과에서 피로한(fatigue limit)은 항복 강도의 30% 수준으로 확인되었다. 상기 결과들을 바탕으로 LPBF 공정으로 제조한 Fe-16Mn-10Al-5Ni-0.86C 경량 철강의 변형 기구에 대해서도 함께 고찰하였다.

Keywords: : Additive Manufacturing, Laser Powder Bed Fusion, Austenitic Lightweight Steel, Post Heat treatment, Mechanical Properties

1. 인하대학교 신소재공학과, 대학원생
2. 고려대학교 신소재공학과, 교수
인하대학교 신소재공학과, 교수, E-mail: keeahn@inha.ac.kr

육군과학화 훈련단(KCTC) 대형불출함 케이스 국산화 개발

김지훈¹· 권정재²· 박상범[#]

Development of Localization of Korea Combat Training Center (KCTC) Large Reusable Packaging Container

J. H. Kim, J. J. Kwon, S. B. Park

Abstract

This research describes the development process of localization for the large reusable packaging container using in the Korea Combat Training Center (KCTC). Currently, in Korea, large reusable packaging container is 100% dependent on imported products and having difficulties in supply due to the external environment (COVID-19), increase of logistics cost, delivery delay, design changes and insufficient follow-up support response. To solve these difficulties, research and development is underway with the goal of reducing the price by 20~25% compared to existing products while having the same or higher performance as existing products. If this research is successful, it is expected to contribute to the localization of the engineering packaging industry by simultaneously securing price competitiveness and technological competitiveness in the country.

Keywords: Korea Combat Training Center, Large reusable packaging container

1. (주)지브이엔지니어링, 기술연구소, 주임연구원

2. (주)지브이엔지니어링, 기술연구소, 책임연구원

(주)지브이엔지니어링, 기술연구소, 수석연구원, E-mail:spark@gv-engineering.com

Diaphragm valve 용 Co계 및 Ni계 합금 판재들의 미세조직 및 인장 변형 거동

박정현¹, 조용훈¹, 최재호², 박만호³, 이기안^{1#}

Microstructure and Tensile Deformation Behavior of Co-based and Ni-based Alloy Sheets for Diaphragm Valve

J. H. Park¹, Y. H. Cho¹, J. H. Choi², M. H. Park³, K. A. Lee^{1#}

Abstract

Diaphragm valve는 반도체 제조 공정에서의 고순도 가스 및 화학물질의 유동을 제어하기 위해 얇은 sheet 형태의 가공이 요구된다. 이러한 가공은 재료의 강도와 압축을 유지하면서 원하는 형태의 제조를 위해 압연 공정을 적용하게 된다. 또한 sheet 형태로 사용되는 diaphragm valve의 경우 강도 특성은 실제로 고려해야 할 중요한 기계적 특성이며 사용되는 재료의 강도에 따라 내부 압력, 외부 힘 및 작동 응력을 견딜 수 있는 능력이 결정되는 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 diaphragm valve 적용에 필요한 온도 안정성 및 우수한 내부식성 등의 특징을 가지는 Co-based 합금인 Elgiloy와 Ni-based 합금인 Hastelloy C22 합금을 사용하였다. 두 소재는 각각 150 μ m, 50 μ m의 두께를 가지는 얇은 sheet 형태로 냉간 압연되었다. 압연된 소재의 강도 특성 평가를 위해 상온 인장이 10⁻³/s의 strain rate조건에서 수행되었으며 수행된 인장 시험 전후의 미세조직적 특성을 비교하였다. 압연된 Elgiloy sheet 소재는 FCC-Co phase와 변형된 조직에서 형성된 HCP-Co phase가 함께 존재하였으며 grain 내부에 low angle grain boundary(LAGB)로 주로 구성된 shear band가 일부 형성되었다. Hastelloy C22 sheet 압연재의 초기 미세조직은 주로 FCC phase로 구성되어 있으며 prior grain 내부에 압연 방향에 평행하게 미세 shear band들이 존재하였다. Elgiloy sheet 소재의 인장 강도, 항복강도 및 연신율은 각각 1604.5 \pm 12.8 MPa, 1312.5 \pm 42.4 MPa, 1.97 \pm 0.09 %로 확인되었으며 bulk 형태의 압연재에 비해 상대적으로 유사한 강도 및 낮은 연신율을 나타냈다. 반면 Hastelloy C22 sheet 소재의 인장강도, 항복강도 및 연신율은 각각 1491.9 \pm 11.1 MPa, 1453.7 \pm 16.0 MPa, 1.27 \pm 0.05 %로 측정되었으며 벌크 압연재에 비해 상대적으로 높은 강도 및 낮은 연신율을 나타내었다. 두 소재들 모두 변형 후 미세조직에서 LAGB의 증가가 확인되었으며 Elgiloy의 경우 HCP-Co phase의 분율의 감소가 확인되었다. 상기 결과들을 바탕으로 sheet 형태의 Elgiloy 및 Hastelloy C22 압연재의 초기 및 변형 미세조직 분석 결과를 인장 특성과 연계하여 비교 분석하고자 하였다.

Keywords: Diaphragm valve, Elgiloy, Hastelloy C22, microstructure, tensile properties

1. 인하대학교 신소재공학부, 대학원생

2. (주) 씨엔원, 부사장

3. (주) 아스플로, 연구소장

교신저자: 인하대학교 신소재공학과, 교수, E-mail: keeahn@inha.ac.kr

각형 전기차 배터리 캔용 리드부품의 프로그레시브 공정 시뮬레이션

박기근¹, 장성민², 전만수[#]

Simulation of the Progressive Process LID Parts for an EV Battery's Prismatic Can

K. G. Park, S. M. Jang, M. S. Joun

Abstract

Aluminum lid parts are welded onto the top and bottom of an EV battery's prismatic can. The lid parts had been developed and manufactured using a manual press. With the recent increase in their demand, development of the processes based on an eleven-stage progressive processes was carried out using the finite element simulation technology.

Keywords: EV Battery(전기차용 배터리), Progressive Process(프로그레시브 공정), Finite Element Analysis (유한요소해석),

1. 서론

전기차용 배터리는 외형별로 각형(Prismatic), 원통형(Cylindrical), 파우치형(Pouch)으로 구분된다[1]. 각형은 외부 충격에 강해 내구성이 뛰어나고, 안전하며 원통형은 외관이 견고하고, 사이즈가 규격화되어 있어 생산 비용이 저렴하다. 파우치형은 에너지 밀도가 높아 주행거리가 길다는 장점이 있지만 다른 형태의 배터리에 비해 케이스가 단단하지 않아 배터리 모듈이나 팩 제작 시 이를 보완할 수 있는 기술이 필요로 하며, 이를 위한 다양한 연구들이 진행되고 있다.

리드(LID)부품은 일반적으로 캡 플레이트(Cap plate)라고도 하며, 각형 배터리의 사각 케이스 양측에 조립되어 용접되는 구조이다. 상측에 조립되는 리드부품은 배터리 사각 캔의 내부에 전해질을 넣을 수 있는 주입 홀[2]이 있고, 하측의 리드부품은 주입 홀이 제거된 타입이다.

2. 사각 캔용 알루미늄 리드부품의 시뮬레이션

사각 캔용 리드부품은 소재 두께 2.0 mm 로 알루미늄 망간 계열의 합금인 A3003-H14 를 사용하였고, 내식성, 성형성, 용접성이 우수하다. 이 연구에서는 주입 홀이 포함된 알루미늄 리드부품의 프로그레시브 공정(Progressive process)을 시뮬레이션 하였고, 마찰 조건은 쿨롱마찰법칙($\mu=0.05$)을 사용하였다. 요소 수는 최대 1,800,000 개로 제어하고, 성형 중 형상의 정밀도를 고려하여 주요 형상부에는 요소밀도 영역[3]을 별도로 부여하였다. 단, 시뮬레이션에서는 스트립(Strip) 및 브릿지(Bridge) 형상은 제외하였다.

1. ㈜태진다이텍

2. ㈜엠에프알씨 기술연구소

교신저자: 경상국립대학교 기계공학부, 교수.

E-mail: msjoun@gnu.ac.kr

사각 캔용 리드부품은 노칭(Notching) 및 중심부의 최초 피어싱(Piercing) 구간, 공타(Idle) 구간을 제외하면, 직접적인 성형공정은 총 11 단으로 이루어져 있다. 세부공정의 설명은 다음과 같다.

- 1 단: 상측 중심부 0.5mm/중심부 테두리 0.2mm/4 개 외곽 테두리 성형
- 2 단: 상측 전체면 교정
- 3 단: 중심부/주입 홀 각각 $\varnothing 7, \varnothing 3$ 피어싱
- 4 단: 중심부/주입 홀 형상 성형
- 5 단: 중심성형부 기준 4 개소 모리서 영역 돌기 성형(Embossing)
- 6 단: 외곽 바닥부 성형
- 7 단: 바닥부 모서리 성형(C0.2)
- 8 단: 상측 외곽 전단부 성형
- 9 단: 중심부/주입 홀 각각 $\varnothing 10, \varnothing 3$ 피어싱
- 10 단: 중심부/주입 홀 바닥면 챔퍼(Chamfer)
- 11 단: 최종 형상부를 분리하는 블랭킹 또는 트리밍 공정

Fig. 1 사각 캔용 리드부품의 최종 10 단과 11 단의 트리밍 전, 후 해석결과를 나타내었다.

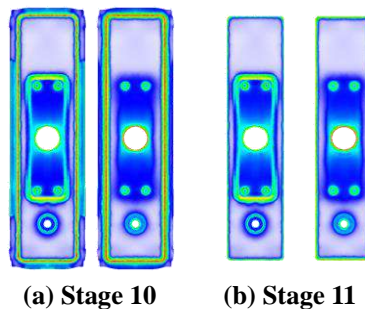


Fig. 1 Simulation results of before and after trimming process

3. 결론

이 연구에서는 전기차 배터리 사각 캔용 리드부품의 프로그레시브 공정을 시뮬레이션 하였고, 그 결과로 초기 개발 당시 단발형 프레스 공정에서 벗어나, 제조공정 자동화 설계의 기반을 마련하였다.

후기

이 연구는 중소벤처기업부의 공정품질기술개발사업(RS-2023-00235618)의 지원으로 수행됨.

참고문헌

- [1] Y. W. Son, G. S. Hub, 2017, Technology Development Trend of Domestic and Foreign Electric Vehicle and Technology Development Strategy of Domestic Electric Vehicle Core Parts, Trans. Kor. Inst. Power Electron., Vol. 22, No. 5, pp.373-381, <https://doi.org/10.6113/TKPE.2017.22.5.373>.
- [2] H. K. Kim, S. T. Lee, E. J. Lee, H. K. Kim, 2012, Prismatic Battery having Electolyte Injection Port with Superior Sealing Performance, WO/2012/047053(PCT/KR2011/007431), filed Oct. 7, 2011, and issued Apr. 12, 2012.
- [3] W. J. Chung, B. S. Kim, S. W. Lee, H. Y. Ryu, M. S. Joun, 2014, Finite Element Simulation of Plate or Sheet Metal Forming Processes using Tetrahedral MINI-elements, J. Mech. Sci. Technol., Vol. 28, pp. 237-243, <https://doi.org/10.1007/s12206-013-0959-0>.

에너지저장시스템의 알루미늄 버스바 유한요소해석

이상길¹ · 송춘만¹ · 이준열¹ · 장성민² · 엄재근² · 전만수[#]

Finite Element Analysis of Aluminum Busbars for Energy Storage System

S. G. Lee, C. M. Song, Z. Y. Lee, S. M. Jang, J. G. Eom, M. S. Joun

Abstract

Aluminum busbars are the metal rod-shaped conductors for storing and distributing the electrical energy. The busbar in this study is a key component that transmits electricity when supplying power to a home energy storage device. Finite element analysis was conducted to simulate the progressive process for developing an aluminum busbar, which will be used as the basic data for optimizing the process design.

Keywords: Aluminum Busbar(알루미늄 버스바), Finite Element Analysis (유한요소해석), Progressive Process (프로그레시브 공정), Energy Storage System(에너지저장장치)

1. 서론

에너지저장장치(ESS)의 배터리 모듈 내 전력 송수신을 지원하는 버스바(Busbar)는 메인버스바, 센터버스바, 엣지버스바, 전극버스바로 구성되어 있다. 버스바는 일반적으로 사용되는 구리 대신 알루미늄을 사용하여 프로그레시브(Progressive) 공정으로 제작되며, 버스바를 대칭적으로 배치함으로써 파형 사이의 공간에 확보하여 배터리 셀을 장착되어 전도율 향상 및 부피 감소에 도움을 주는 부품이다.

1990 년대에 구리/알루미늄 복합 버스바[1]에 관한 연구, 2010 년대에는 사각 버스바 절연 설계에 대한 연구[2]와 기존의 구리(Cu)의 대체를 위한 연구 중 특수 고분자 도포 방식의 알루미늄 버스바 최적화 연구[3] 등이 이루어졌다. 최근에는 전기자동차의 배터리용 버스바에 관한 연구도 증가하고 있다[4].

알루미늄 버스바는 주로 형상부의 외면을 피어싱 또는 트리밍하는 공법으로 소재를 제거하는 방식으로 설계되었으며, 이 논문에서는 프로그레시브 공정의 유한요소해석을 수행하였다.

2. 알루미늄 버스바 프로그레시브 공정의 유한요소해석

알루미늄 버스바(재질:Al1005-H14)는 총 3 종의 유한요소해석을 수행하였으며, 소재는 0.5 mm 두께를 사용하였다. 마찰 조건은 쿨롱마찰법칙($\mu=0.05$)을 사용하였으며, 요소 수는 형상이 가장 복잡한 메인버스바 2 의 경우, 최대 1,850,000 개로 공정해석을 수행하였다.

1. (주)송원하이텍 기술연구소

2. (주)엠에프알씨 기술연구소

교신저자: 경상국립대학교 기계공학부, 교수.

E-mail: msjoun@gnu.ac.kr

메인버스바 세부공정은 기초 홀 피어싱, 1~4 차 윤곽 제거, 1~2 차 윤곽 면취, 3 개소 홀 피어싱, 3 개소 홀 면취 및 이음부 제거, 최종 트리밍(최종형상 분리)으로 총 10 단에 거쳐서 하나의 제품이 완성이 된다. 단, 공타(Idle) 구간은 제외하였다.

프로그레시브 공정은 연속적으로 소재가 취출되는 방식이므로, 공정해석에서는 최초로 스트립에서 분리되는 소재의 형상이 완벽하게 구현하기 위하여 일정부분 가공된 형태의 소재 모델을 사용하였다. Fig. 1 은 메인버스바 2의 스트립과 최종 형상을 나타내고 있다.

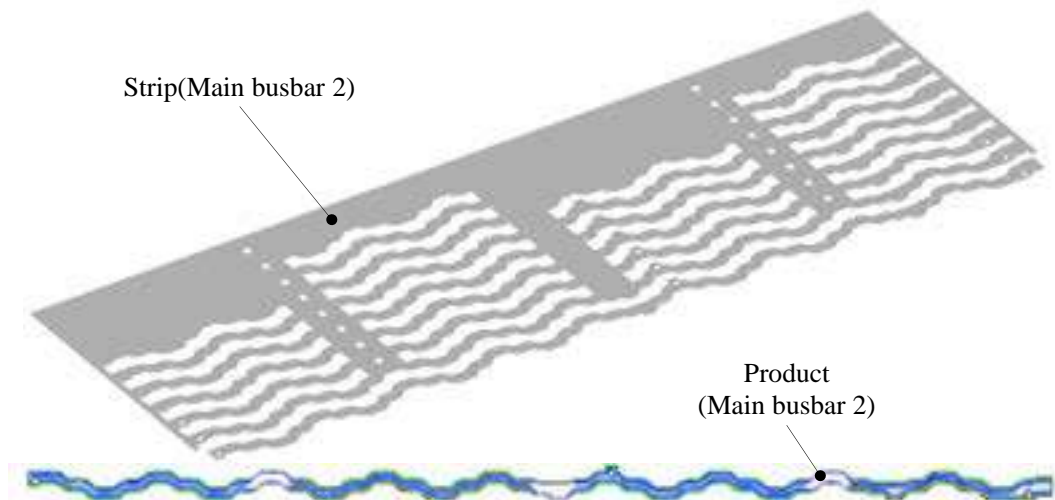


Fig. 1 Strip and Final shape of main busbar 2

3. 결론

이 연구에서는 프로그레시브 공정으로 설계된 가정용 에너지저장장치의 핵심부품인 알루미늄 버스바의 유한요소해석을 실시하여 금형설계 과정의 기초자료로 활용할 수 있는 밑바탕을 마련하였다.

후기

이 연구는 중소기업 구매조건부(구매연계형) 신제품 개발사업(과제번호:S3347523)의 지원을 받아 수행함.

참고문헌

- [1] B. C. Woo, H. W. Lee, W. B. Byun, B. S. Kim, 1996, A processes of Cu clad Al busbar for light weight, KIEE Summer Conference 1996, pp. 1654-1656.
- [2] J. Y. Jeon, T. W. Rho, S. M. Jo, S. M. Kim, J. S. Oh, J. W. Choi, J. H. Suh, 2015, Finite Element Analysis for Insulation Design of Rectangular Busbar with the Electrical Tree, KIPE general meeting & Autumn conference 2015, pp.205-206.
- [3] Y, I, Park, 2016, A Study on Optimization of Special High-Polymer coated Al Busbar for Substituting Cu Material, Master's thesis, Hanyang University.
- [4] S. J. Lee, N. G. Lim, J. H. Kim, 2018, A Study on Designing the Bus Bar for Inverter in Electric Vehicle, KSAE 2018 Annual Spring Conference, pp.1179-1180.

제조 공정을 고려한 전기자동차 에어컨 댐퍼용 액추에이터 부품 설계

권일근^{1#}, 권동근¹, 정대환²

Design of the Components of Damper Actuator for Electric Car Air Conditioning System considering Manufacturing Process

I. K. Kwon, D. K. Kwon, D. H. Jeong

Abstract

The damper actuator of air conditioning system consists of the DC motor, the gear assembly and so on. In this study, the components of the DC motor and the gear assembly were designed in consideration of manufacturing process, such as forming process and machining process. In order to acquire the optimal designs satisfying required structural strength, fatigue strength, thermal-structural analysis, fatigue analysis and vibration analysis were carried out. By producing prototype of the damper actuator and evaluating of its performance, it was shown that the final design is acceptable.

Keywords: Damper actuator, Air conditioning system, Electric car, Component design, Manufacturing process, thermal-structural analysis, fatigue analysis

1. 동의과학대학교 디지털융합기계과

2. 대길산업 기술연구소, 소장

동의과학대학교, 디지털융합기계과, 부교수, kik@dit.ac.kr

열박음을 고려한 너트-파이프 자동다단냉간단조 공정의 조립금형구조해석

정승원¹· 김호동²· 김수민²· 전만수[#]

Assembled Die Structural Analysis Considering the Shrink Fit During Automatic Multi-stage Cold Forging of a Nut-pipe

S. W. Jeong, H. D. Kim, S. M. Kim, M. S. Joun

Abstract

In this study, the automatic multi-stage cold forging process of a nut-pipe was simulated with an emphasis on the die structural analysis. The die inserts were preloaded by the shrink fit to reduce the effective stress of die parts. In this paper, we examined the feasibility of a new nut-pipe process.

Keywords: Assembled die structural analysis, Automatic Multi-Stage Cold Forging, Nut-pipe

1. 서론

냉간단조 금형은 주로 열박음에 의해 예압되고 있다. 예압에 의하여 인위적으로 압축응력 상태인 금형은 성형 중 면압의 부과에 따라 유효응력이 작아지는 효과를 볼 수 있다. 최근 정밀단조 기술이 발전함에 따라 엔지니어들의 단조 시뮬레이션 정밀도와 고급 기능을 요구하고 있다. 일체형 금형이 아닌 실공정과 동일한 조건의 조립형 금형구조해석을 통한 분석 기술이 이에 포함된다. 열박음 및 소재-금형 연계 해석 기술이 소개되었으며[1] 이 연구에서는 열박음을 고려한 조립금형구조해석을 통한 개발중인 너트-파이프 자동다단냉간단조의 타당성을 검증하고자 한다.

2. 열박음을 고려한 조립금형 구조해석

그림 1은 열박음을 고려한 조립금형의 구조해석을 통해 예측된 금형의 응력이다. 종료 순간의 해석결과이며, 이젝트 핀, 인서트 금형, 외곽 링 금형이 조립된 상태이며 외곽 스텝 링에는 450°C의 열박음이 부과된다.

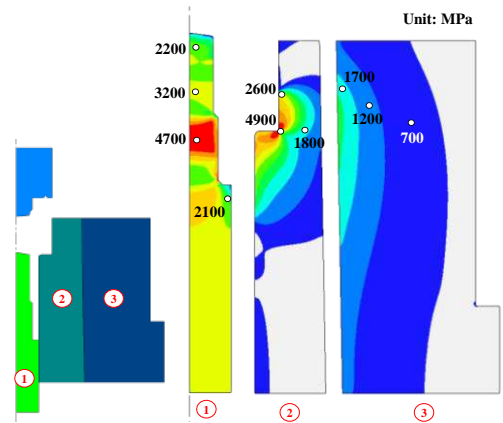


Fig. 1 Assembled die structural analysis

3. 결론

이 연구는 열박음을 고려한 조립금형 구조해석 분석을 통해 결과의 타당성을 검증하였다.

후기

이 논문은 2022년 중소기업 네트워크형 기술개발사업(과제번호: S3313237)의 결과임.

참고문헌

- [1] S. W. Jeong, T. M. Hwang, M. S. Joun, Material and die deformations coupled analysis of a precision forging process. 2016, KSTP Autumn conference.

1. ㈜엠에프알씨 기술연구소

2. ㈜중원산업

교신저자: 경상대학교 기계공학부

E-mail: msjoun@gnu.ac.kr

전기자동차용 알루미늄 컨트롤 암의 제조를 위한 열간 롤 단조공정의 유한요소해석

문호근¹· 김진국²· 김동현²· 정승원¹· 전만수[#]

Finite Element Analysis of a Hot Roll Forging Process of Manufacturing an Electric Vehicle's Aluminum Control Arm

H. K. Moon, J. K. Kim, D. H. Kim, S. W. Jeong, M. S. Joun

Abstract

Roll forging is a process by which a varying section along the longitudinal direction of workpiece can be obtained. Process design for roll forging is highly dependent on the experience of designers and empirical rules based on numerous experiments. Here, multistage roll forging process has numerically been studied to examine material flow and geometry of the workpiece at each roll forging pass. The predictions are compared with experiments.

Keywords: Roll forging, Finite element analysis, Experiment, Verification

전기 자동차용 컨트롤 암은 현가장치의 핵심구성부품으로 알루미늄 소재의 수율 개선 및 제품 품질 향상을 위해 롤 단조(roll forging) 공정을 적용하여 생산되고 있다. 롤 단조 공정은 압연 롤을 사용하여 소재의 길이 방향으로 다양한 형상을 성형할 수 있는 공정으로 높은 생산성, 높은 재료 이용률 및 압연 롤의 장수명 등의 장점을 가지고 있다. 또한, 롤 단조 제품은 금속유동선도의 건전성 등으로 형단조 또는 가공에 의한 제품보다 우수한 기계적 특성 및 신뢰성을 가지고 있다.

이 연구에서는 롤 단조 패스에서의 소재 유동 및 가공물의 기하학적 형상 등의 분석을 위해 컨트롤 암 열간 다단 롤 단조 공정에 대해 상용소프트웨어(AFDEX/3D)를 사용하여 유한요소해석을 실시하였다. 실험 결과와 해석 결과를 비교함으로써 결과의 타당성을 검토하고자 한다.

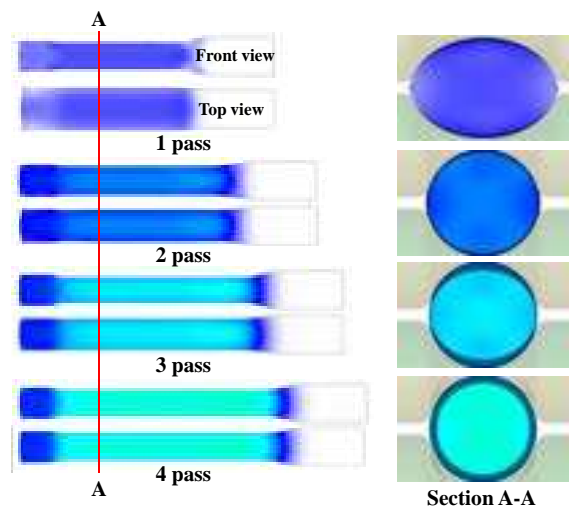


Fig. 1 FE predictions at the final stroke of a roll forging process

1. ㈜엠에프알씨 기술연구소

2. ㈜H&DE 기술연구소

교신저자: 경상대학교 기계공학부, 교수, E-mail:msjoun@gnu.ac.kr

Copper 순도에 따른 성형작약탄의 관통성능 실험적 고찰

정성문¹, 이재근¹, 김주영¹, 서승원^{*}

Experimental Study on the Penetration Performance of Shaped Charges Based on Copper Purity

S. M. Jung¹, J. K. Lee¹, J. Y. Kim¹, S. W. Seo^{*}

Abstract

성형작약탄은 강력한 방어력을 가진 전차와 장갑차를 무력화시키기 위해 개발되었으며, 다양한 환경에서 운용되고 있다. 성형작약탄의 내부는 고폭화약, 라이너, 감금너트로 구성되며, 화약의 폭발에너지를 통해 라이너가 고속의 제트를 형성하여 장갑을 관통한다.

라이너는 밀도가 높고 연산율이 우수한 순동(pure copper)을 가장 많이 사용되어지고 있으며, 결정립 크기에 따른 관통성능을 비교 분석한 연구결과는 있으나, Copper 순도에 따른 관통성능을 비교 분석한 연구결과는 보고된 것이 없다. 따라서 본 연구에서는 Copper 순도에 따른 성형작약탄의 관통성능을 비교 분석하기 위해 순도가 각기 다른 Copper 소재를 선정하여 실험적 연구를 수행하였고, 그 결과를 고찰하였다.

라이너 재료는 ASTM B152/B152M에 따른 C10100, C11000을 선정하였고 화학성분 검사를 수행하여 확보된 재료의 순도를 확인하였다. 라이너 형상, 고폭화약, 기폭방법 등 라이너 재료를 제외한 모든 조건을 동일하게 적용하여 기폭 시험을 수행한 후 Copper 순도에 따른 관통성능을 비교 분석하였다. 이 연구는 추후 소성가공이 적용된 각기 다른 Copper 소재를 적용하여 순도에 따른 관통성능에 대한 실험 결과와 비교분석이 필요하다.

Keywords : Copper, C10100, C11000, 성형작약탄(Shaped Charge), 라이너(Liner), 성형작약탄두(Shaped Charge Warhead), 관통성능(Penetration Performance)

전단 공정에서 클리어런스에 의한 고강도강판의 하중 및 전단면 변화에 관한 연구

송재선^{1,*}, 윤국태¹, 전강국², 박춘달²

A study on the Shear Force and Shear Surface Changes of High Strength Steel by the Clearance in the Shearing Process

J. S. Song, K. T. Youn, K. K. Jeon, C. D. Park

Abstract

소재의 외형을 전단하는 블랭킹, 소재에 금형을 사용하여 구멍을 뚫는 피어싱, 주어진 길이 또는 윤곽의 선을 따라 전단하는 슬리팅, 여러 모양으로 따내기하는 노칭, 드로잉된 제품의 플랜지를 전단하는 트리밍, 정확한 치수로 다듬질 하거나 깨끗하게 가공하기 위해 미소량을 전단하는 셰이빙 등 소재를 변형하여 절단, 분리하는 프레스 전단가공은 다양한 부품 생산에 반드시 필요한 공정이다. 자동차의 연비향상과 환경규제 강화로 경량화 소재인 고강도강판, 알루미늄 등이 많이 적용되고 있으나, 강도가 증가할수록 전단하중이 증가하고 이로 인해 금형의 수명이 저하된다. 또한, 전단가공 후 형성되는 전단면(burnish)과 파단면(fracture)의 형성 비율이 소재의 강도와 금형의 클리어런스에 따라 상이하고, 절단면의 형성 비율이 성형성에 영향을 미칠 수 있다. 일반적으로 클리어런스가 작고 강도가 낮은 소재일수록 놀림면과 전단면의 형성 비율이 크고, 클리어런스가 크고 강도가 높은 소재일수록 전단면에 비해 파단면의 형성 비율이 커진다.

본 연구에서는 590MPa-1470MPa의 고강도 냉연강판을 이용하여 전단하중을 실시간으로 측정하고, 클리어런스 변화뿐만 아니라 전단속도 변화에 따른 전단하중과 형성된 절단면(전단면, 파단면)을 평가하였다.

Keywords: Shearing, Clearance, High strength steel, Shear force, Shear surface

후 기

본 연구의 일부는 산업통상자원부 소재부품기술개발-패키지형사업(과제번호: 2004983)을 통해 연구한 내용이며, 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.

1. 대구기계부품연구원 소재부품연구본부

2. 대구기계부품연구원 기업성장지원본부

교신저자: 대구기계부품연구원, E-mail: jssong@dmi.re.kr

롤러 형상 및 거동에 따른 SCM440H의 플로우포밍 성형 특성 연구

김장수¹, 이성민², 박은수³, 김기영[#]

A Study on the Flow Forming Characteristics of Scm440h according to Roller Shape and Behavior

J. S. Kim, S. M. Lee, E. S. Park, K. Y. Kim

Abstract

최근 연비 규제 강화 및 CO2 배출 제한 등으로 인한 친환경 자동차에 대한 수요 증가 및 생산이 증대되고 있다. 이러한 친환경 자동차의 확대에 따라 핵심 부품인 구동 모터에 대한 기술개발도 꾸준히 이루어지고 있고 관련 부품에 대한 기술개발도 활발히 진행되고 있다. 그 중 본 연구에서는 전기자동차용 구동 모터 회전체 부품인 샤프트 부품에 대해 점진유동성형공법인 플로우 포밍을 적용한 제조 기술을 개발하고자한다. 본 연구에서는 플로우 포밍의 파라미터인 롤러 형상 및 롤러 거동에 따른 성형 특성 연구를 진행하였고, 이를 대상으로 롤러 형상에 따른 성형 특성을 분석하였고 롤러 거동에 따른 특성 및 결함 요인을 분석하였다.

Keywords: EV motor, Flow forming, SCM440H, Metal forming

후 기

이 논문은 2021년도 산업통상자원부의 '신산업진출 사업재편 핵심기술개발사업', 'NVH 성능 및 비틀림 강성이 향상된 전기 자동차 구동 모터용 일체형 중공 샤프트 제조 기술개발(No. P0018669)'의 지원을 받아 연구되었음.

1. (재)경북테크노파크 경량소재융복합기술센터, 전임연구원
2. (재)경북테크노파크 경량소재융복합기술센터, 책임연구원
3. 경창산업(주) 연구소, 책임매니저
(재)경북테크노파크 경량소재융복합기술센터, 센터장, E-mail:psudal@gbtp.or.kr

Nakajima 및 Marciniak 실험을 통한 극박 타이타늄의 성형 한계도 평가

김경재^{1,2} · 김찬양¹ · 김지훈² · 봉혁중^{1,#}

Evaluation of Forming Limit Diagram for Ultra-thin Titanium Sheets Using Nakajima and Marciniak Tests

K. J. Kim, C. Kim, J. H. Kim, H. J. Bong

Abstract

수소연료전지용 분리판은 수소, 산소, 냉각수를 각각 분리하여 균일하게 공급하며 전류를 수집/전달하는 역할을 하는 핵심 부품이다. 분리판은 우수한 전기전도성, 내부식성, 기계적 강도 등의 소재 특성이 요구된다. 분리판용 소재로 기존에는 흑연이 대부분 사용되었으나 최근에는 높은 강도, 낮은 수소 투과성, 박판화를 통한 부피 및 무게 경량화에 유리한 스테인리스강이나 순 타이타늄 등의 금속 소재가 활용되고 있는 추세이다. 순 타이타늄은 스테인리스강 대비 내식성이 뛰어나고 무게가 60% 수준으로 가벼워 주목받고 있으나, 국내의 순 타이타늄 소재를 이용한 연료전지 분리판 성형 및 해석에 관련된 기술개발은 해외 수준 대비 미진한 실정이다. 분리판의 성형 기술 개발을 위해서는 해당 소재의 성형성을 평가하고 관련 데이터를 확보할 필요가 있다. 금속 판재의 성형성 평가를 위해 성형한계도가 가장 널리 사용되는데 현재 0.3 mm 두께 이하의 금속 판재의 성형한계선도를 실험적으로 도출하는 방법론은 정립되어 있지 않은 상황이다. 본 연구에서는 연료전지 분리판용 0.1 mm 두께의 순 타이타늄 (CP-Ti) 극박 판재 성형한계도를 도출하였다. 성형한계도 평가는 일반적인 판재 (0.3-3 mm 두께)에 널리 활용되는 ISO12004-2 규격을 참고하여 평가하였다. 성형성 평가 실험에는 에릭슨 성형시험기를 활용하였으며, 상용 DIC 장비인 Aramis로 시편 내 변형률 분포를 측정하였다. 또한 성형한계도 평가에 Nakajima 실험과 Marciniak 실험법 두 가지 실험법을 활용하여 성형한계도를 실험적으로 도출하였으며, 극박 판재의 성형성 평가에 대한 두 실험법의 적합성을 비교 분석하였다.

Keywords: Commercially pure titanium (CP-Ti), Forming limit diagram, Nakajima test, Marciniak test.

1. 한국재료연구원 재료공정연구실

2. 부산대학교 기계공학부 정밀가공시스템전공

한국재료연구원 재료공정연구실 선임연구원, E-mail: hjbong@kims.re.kr

ANN을 이용한 모노블럭의 열간단조 예비성형체 설계에 관한 연구

이인규^{1.#}, 이상곤², 이성윤¹, 박동용¹, 임한비³, 정명식², 조아라³, 김경률⁴

A Study on Preform Design of Hot Forging for Mono-block using ANN

I. K. Lee, S. K. Lee, S. Y. Lee, D. Y. Park, H. B. Im, M. S. Jeong, A. R. Jo, K. R. Kim

Abstract

듀얼 클러치 변속기(Dual Clutch Transmission)에 적용되는 모노블럭(Mono-Block)은 클러치 바디(Clutch Body)와 스피드 기어(Speed Gear)가 결합된 핵심 치형부품으로 변속 시 회전속도가 다른 단기어와 클러치 바디가 싱크로나이저 링(Synchronizer Ring)에 연결되는 과정에서 충격과 간섭이 발생되기 때문에 높은 정밀도가 요구된다. 모노블럭을 제조하기 위한 단조공정은 예비성형체를 성형하기 위한 열간단조와 역구배 치형을 성형하기 위한 냉간단조로 구성된다. 높은 정밀도가 요구되는 모노블럭을 제조하기 위해 현재까지 열간단조 및 냉간단조 금형을 수입에 의존하고 있는 실정이다. 최근 수입에 의존하고 있는 금형을 국산화하기 위한 기술을 개발하고 있으나 금형의 수명을 충분히 확보하기 어려운 실정이다.

본 연구에서는 모노블럭의 예비성형체 성형을 위한 열간단조 금형의 수명을 확보하기 위해 ANN(Artificial Neural Networks)을 이용하여 열간단조의 최적공정설계를 수행하였다. ANN을 이용한 최적공정설계를 위해 FEA(Finite Element Analysis) 결과를 학습데이터로 활용하였다. FEA는 DEFORM-3D를 사용하였으며, 예비성형체 금형의 형상 (치형부 내측 R1, 치형부 외측 R2) 및 마찰 조건에 따른 금형의 최대 주응력 및 유효응력을 평가하였다. ANN을 이용한 최적공정설계를 통해 치형부 내측 R1(0.3 mm), 치형부 외측 R2(0.685 mm), 마찰상수(0.7) 조건에서 최대 주응력 및 유효응력은 각 218 MPa, 1,360 MPa로 평가되었으며, 기존 665 MPa, 1,520 MPa 보다 67.2%, 10.5% 감소한 결과를 보였다. 금형에 발생하는 최대 주응력 및 유효응력은 수명에 영향을 미치는 요소이기 때문에 최적공정설계를 통해 열간단조 금형의 수명이 향상될 것으로 기대된다.

Keywords: Mono-block, Back-taper, Hot forging, Fatigue, Dual clutch transmission

* 이 연구는 2023년 한국생산기술연구원 기관주요사업 "제조혁신지원사업(kitech JH-23-0007)"과 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT)-(20016474)의 연구비 지원에 의한 연구임.

1. 한국생산기술연구원 스마트제조기술연구그룹, 선임연구원
2. 한국생산기술연구원 스마트제조기술연구그룹, 수석연구원
3. 한국생산기술연구원 스마트제조기술연구그룹, 연구원
4. 한호산업(주), 연구소장

교신저자: 한국생산기술연구원 스마트제조기술연구그룹, 선임연구원, E-mail: lik1025@kitech.re.kr

압출 금형의 베어링부 설계에 관한 연구

양효석¹ · 김영찬¹ · 김윤철² · 이종길[#]

A Study on the Design of Bearing Profile in Extrusion Die

H.S. Yang, Y.C. Kim, Y.C. Kim, J.K. Lee

Abstract

Extrusion technology is used in the production of a variety of products such as building materials, automobile battery parts, and home appliance parts. One of the most important factors that determines the quality of extruded products is the shape of the extrusion die. In particular, the bearing part of the extrusion die plays an important role in the control of metal flow during extrusion, and in most cases, it is designed based on the experience of the die design engineer. However, if the product shape is complex or the properties of work-piece material are unfavorable for molding, the inefficiency of multiple trials and errors is inevitable during the trial extrusion process. In this study, we presented a systematic method for determining and adjusting the shape of the bearing part of an extrusion die and demonstrated its usefulness

Keywords: Extrusion Die, Bearing Profile, Metal flow, Aluminum

1. 한국공학대학교 기계공학과
2. 한국공학대학교 융합기술에너지대학원 기계시스템공학과
한국공학대학교 기계공학과, 교수, E-mail: ljk@tukorea.ac.kr

인장 변형에서 재료에 따른 음향 방출 (Acoustic Emission) 신호 발생 특성 분석

최인규¹, 정완진², 이창환^{2, #}

Analysis of Acoustic Emission (AE) Signal during Tensile Deformation with Different Materials

I. G. Choi, W. J. Chung, C. W. Lee

Abstract

재료 내부에서 갑작스러운 응력 변화에 의해 원자나 분자의 결합이 깨지면서 이들 간에 결속되었던 결합에너지(binding energy)가 즉각적이고 능동적인 탄성과 형태로 발생하는 것을 음향 방출(Acoustic emission, AE)이라고 한다. 음향방출 시험은 비파괴검사(NDT: non-destructive testing)의 한 종류이며, 소성 변형 단계에서 발생하는 탄성파를 획득, 검사 및 발생 위치를 추정할 수 있다. 이는 대규모 균열 이후 단계에서 적용되는 다른 검사기법들에 비해 재료의 손상을 초기에 탐지하고 발생 위치를 알 수 있다는 점에서 기술적 장점을 가진다. 최근에는 음향방출 기법을 사용하여 다양한 재료의 거동을 실시간으로 관찰하고 특성을 파악하는 연구들이 진행되고 있으나, 다양한 금속 재료의 소성거동 시 발생하는 음향신호의 특성에 대한 분석이 부족하다. 따라서 본 연구에서는 다양한 금속 재료의 인장 거동 시 발생하는 AE 신호 특성을 분석하였다. 실험 재료는 마그네슘 합금(AZ31B), 스테인레스강(SUS304), 알루미늄(AL5052), SPRC340, CR2, 티타늄강, DP강(DP590)이며, 인장 시편의 어깨부에 AE 센서를 부착하여 인장 변형 중 발생하는 탄성파를 측정하였다. AE 신호는 활성도와 관련된 Signal energy, Peak Amplitude, Frequency centroid와 파형에 관련된 Duration와 같은 AE 파라미터로 분석을 진행하였고 각 재료의 항복, 네킹, 파단에서 발생한 음향 방출 신호를 분석하였다.

Keywords: Acoustic Emission (AE), AE Parameter, Plastic Deformation

후 기

본 연구는 정부의 재원으로 한국연구재단 (NRF)의 지원 (과제번호: RS-2023-00249455)을 받아 수행되었습니다

1. 서울과학기술대학교 일반대학원 기계정보공학과

2. 서울과학기술대학교 기계시스템디자인공학과

교신저자 : 서울과학기술대학교 기계시스템디자인공학과, E-mail: cwlee@seoultech.ac.kr

머신비전을 활용한 마그네슘 합금 판재의 온간 V-굽힘에서 스프링백 특성 분석

윤정식¹ · 정완진^{1,2} · 이창환^{1,2#}

Analysis of Springback of Warm Deformation of Magnesium Alloy Sheet in V-bending Using Machine Vision

J. S. Yoon, W. J. Chung, C. W. Lee

Abstract

마그네슘 합금 판재(AZ31B)는 상온에서 연성이 낮아 성형성이 낮고 스프링백이 크게 발생한다. 하지만 성형 온도가 상승함에 따라 재료의 연성이 크게 낮아지고 변형률민감도가 크게 상승한다. 먼저 마그네슘 합금 판재의 온도 및 변형율 속도에 따른 인장 실험을 진행하였다. 인장 실험 결과, 재료의 온도가 상승하고, 변형율 속도가 증가할수록 재료의 항복응력이 증가하는 것을 확인하였다. 본 연구에서는 AZ31B 판재의 온도 별 V-굽힘 실험 시, 같은 성형 길이에서 변형율 속도(성형속도)를 다르게 하였을 때 스프링백과 곡률반경 변화를 머신비전을 통해 관측하였다. 머신비전은 OpenCV을 활용하여 빨간색으로 도색 한 재료표면을 HSV변환을 통해 재료 외곽선 좌표를 취득하여 재료 변형(굽힘 각도, 곡률 반경)을 측정하였다. 상온에서는 속도에 따른 성형하중 및 스프링백의 차이가 나타나지 않으나, 온간 성형에서 같은 온도일 때 성형속도가 빨라질수록 성형하중도 증가하고 스프링백이 증가하는 경향을 나타내었다. 또한 고온에서 V-굽힘 시 파단 스트로크를 실험을 통해 확인해 본 결과, 재결정온도(150도)이하에서는 파단이 발생하고 그 이후부터는 파단이 확인되지 않고 주름이 나타나는 것을 확인할 수 있었다.

Keywords: V-bending, Spring back, warm forming, Machine Vision, Strain rate

후 기

본 연구는 정부의 재원으로 한국연구재단 (NRF)의 지원 (과제번호: RS-2023-00249455)을 받아 수행되었습니다.

1. 서울과학기술대학교 일반대학원 기계정보공학과

2. 서울과학기술대학교 기계시스템디자인공학과

교신저자 : 서울과학기술대학교 기계시스템디자인공학과, E-mail: cwlee@seoultech.ac.kr

대형 정밀기어부품을 위한 고청정 내마모 특수강 연속주조 라운드 블룸 제조 및 열간 단조기술 연구

오일영¹ · 이채훈¹ · 김남용¹ · 허상현¹ · 장희상¹ · 이진모[#]

Research Hot Forging Technology and Manufacturing of Continuous Casting Round Bloom Made of Highly Clean and Wear-resistant Special Steel for Large Precision Gear Parts

I. Y. Oh, C. H. Lee, N. Y. Kim, S. H. Heo, H. S. Jang, J. M. Lee

Abstract

해양플랜트, 풍력발전, 대형산업기계 등에 사용되는 대형 기어박스는 구동장치의 수명 증대와 에너지 손실 저감을 위해 내마모성을 높이는 니켈, 크롬, 몰리브덴 등의 합금원소들을 첨가한 강을 사용한다. 이러한 합금원소들은 비금속 개재물 및 유해 석출물을 발생시키기 때문에 이러한 상(Phase)들을 제어하고 성분의 균일화와 원소재에 대한 최적화된 열간 단조, 열처리 및 가공기술 개발을 통해 기계적 특성 향상 및 사용 환경에서의 수명 개선 등의 기술 개발이 필요하다.

본 연구에서는 고청정 내마모 특수강 연속주조 라운드 블룸을 제조하기 위해 연속주조공정 시 턴디쉬(Tundish) 내 댐(dam)과 웨어(weir)의 배치와 냉각 몰드의 냉각조건을 최적화하여 비금속 개재물 및 석출물의 거동을 분석하였다. 열간 단조공정 시 생산성을 고려한 knife die 적용과 패스당 압하비 및 압하량 등의 단조공정 변수 및 단조 시퀀스를 최적화하기 위한 연구를 수행하였다. 해당 연구를 위해 유한요소해석 프로그램을 활용한 전산 모사를 통해 변형량 및 응력 등을 확인하고 시제품 제작을 수행하였으며, 시제품 기계적 물성 평가 등을 통해 목표 요구 특성을 만족하는 결과를 확인하였다.

Keywords: Round Bloom, Gear Box, Hot forging, Continuous Casting, FEM Simulation,

1. (주)태웅

#(주)태웅, 기업부설연구소, 연구소장, jinmo.lee@taewoong.com

전기자동차 압출부품용 다축가공머신 개발

김효선^{1#}· 이병룡²· 이광원³· 손은영⁴

Development of multi-axis machine for extrusion part of electronic vehicle

H. S. Kim, B. R. Lee, G. W. Lee, E. Y. Son

Abstract

자동차 업계에서는 부품 경량화 및 연비 향상을 위해 노력하고 있으며, 전기차가 활성화 되고 있는 2020년 대부터는 전비 향상을 위해 배터리 시스템에 알루미늄 소재 적용이 급격하게 늘어나고 있다. 전기 자동차에 가장 많이 적용되는 경량 금속인 알루미늄은 주로 압출 공법이 적용되고 있으며 MCT, CNC 밀링머신과 같은 가공기로 가공을 하여 부품 및 단품으로 적용 되고 있다.

가공기계로 압출품을 가공시 다수의 복합적인 가공을 통해 상관 부품의 체결 홀을 만들거나 용접되는 좌면을 생성하고 있으며, 일반적으로 가공기는 한 개의 단품을 작업대 위에 안착 후, 홀 가공위치에 가공 절삭공구를 이동 시킨 후, 회전 및 수직 이동을 통해 가공을 이루어 지는 절차를 갖고 있다.

본 개발품은 다축 가공머신이라고 칭할 수 있으며, 한 개의 가공기에 3개의 복수 가공 절삭 공구를 장착하고, 1작업 공간에서 총 6개의 가공홀을 2회에 나누어 작업을 진행하고, 작업대를 수평방향으로 이동시켜 2작업 공간에서는 또다른 6개의 가공홀을 2회에 나누어 작업을 진행 한다. 즉, 스테이지 이동에 따른 생산량이 2배가 되는 시스템이며, 가공용 절삭 공구에는 사선방향의 2단 형상으로 면취가공 또한 동시에 이루어 지게 되어 있다.

본 개발품을 활용시 총 12개의 홀을 가공하기 위해서 기존에는 3축 가공기로 최소 35회 이상의 X,Y,Z방향 이동을 통해 가공을 하였으나, 본 개발품의 도입을 통해 작업대 1회 이동 및 수직 이동 4회로 이동 횟수 및 가공 시간을 대폭 감소 시킬 수 있었으며, 특히 기존 장비로는 홀 6개를 가공하는데 총 150초가 소요가 되었으나, 본 다축 가공머신을 통해 6개의 홀 가공시 24초가 소요되어, cycle time이 약 80% 이상 단축 되는 결과를 얻을 수 있었다.

Keywords: multi-axial machine, electronic vehicle, extrusion part, servo motor, movable stage

-
1. 서진산업 기술연구소, 책임
 2. ZEV 개발팀, 차장
 3. MDT 대표이사
 4. MDT 기술연구소, 주임
- # 서진산업, 기술연구소, 책임, E-mail: hskim4@seojin.com

기화폭발 접합공정을 적용한 다층 이종소재 접합공정

정유형¹ · 이원주¹ · 이원철² · 홍석준² · 오준호² · 윤종현[#]

Multi-layer Dissimilar Material Welding process by Utilizing Vaporizing Foil Actuator Welding

Y. H. Jeong, W. J. Lee, W. C. Lee, S. J. Hong, J. H. Oh, J. H. Yoon

Abstract

Because of necessity in weight lightening of vehicle due to regulation for CO₂ emission and deepening safety regulation, demand of lightweight materials in vehicle are on the increase. Many manufacturing companies are applying lightweight materials such as aluminum, magnesium, carbon fiber, etc. at the frame of the vehicles. To apply these materials, it is also important that welding dissimilar materials to construct body of vehicle, but some issues were occurred at the welding interface such as crack, heat affected zone, etc.. In this paper, multi-layer dissimilar material welding between different series of aluminum alloy is introduced by utilizing vaporizing foil actuator welding.

Keywords: Dissimilar material welding, Vaporizing Foil Actuator Welding, Impact welding, Lightweight material

Vaporizing Foil Actuator Welding(VFAW) process is one of explosion welding method which use a pressure of vaporized aluminum foil as a driving force of welding. It is characterized by high welding speed which induced by a high collision velocity from explosion during the welding process.

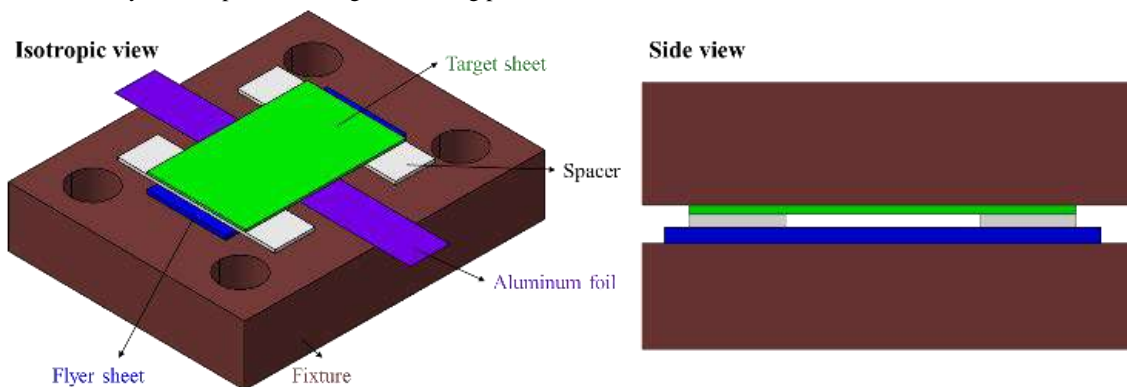


Fig. 1 Experimental set-up for VFAW process

1. 한양대학교 기계설계공학과, 박사과정연구원
2. 한양대학교 ERICA 기계공학과, 교수
한양대학교 ERICA 기계공학과, 교수
E-mail: yooncsmd@gmail.com

When actuator foil vaporized, the flyer moves toward the target at the velocity of several hundred meter per second. In VFAW process, contaminant films or coatings on the colliding surfaces are removed during the impact in a form of jet. It is commonly believed that the jet consists of this metal layers, oxide layers, and other contaminants from the colliding surfaces of flyer and target sheets. An impact angle is very important process conditions in VFAW test because the oblique impact can eliminate the contaminants on colliding surface in the form of the jet. Without the impact angle, the jet would be trapped between the collision interface and it prevents the metallic bonding.

Additionally, the sequential welding can be conducted using dissimilar materials likewise multi-layer materials because the thickness of target sheet is not restricted. It is possible to acquire functional traits by attaching dissimilar materials in many layers using sequential VFAW process. In this paper, two different series of aluminum alloys, Al5052 and Al6061, were used for sequential VFAW process and 4-layer structure which two materials alternately welded was constructed. The standoff distance was set as 1.6 mm, and the applied input energy was 6 kJ.

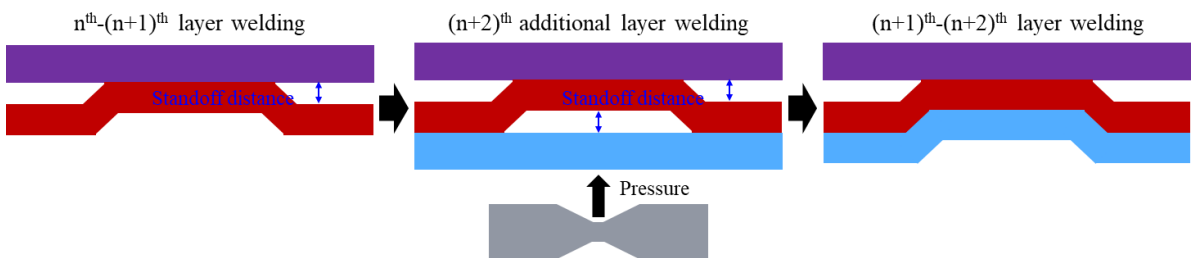


Fig. 2 Sequential VFAW process for multi-layer welding

After VFAW process, the weldability of 4-layer structure was tested with peeling test. Using 100kN universal testing machine, the welded layers were peeled in transverse direction to detach the welded area. As a results, the fracture occurred at the base materials around the welded area. It shows that the welding force at the welded area is higher than the base material.

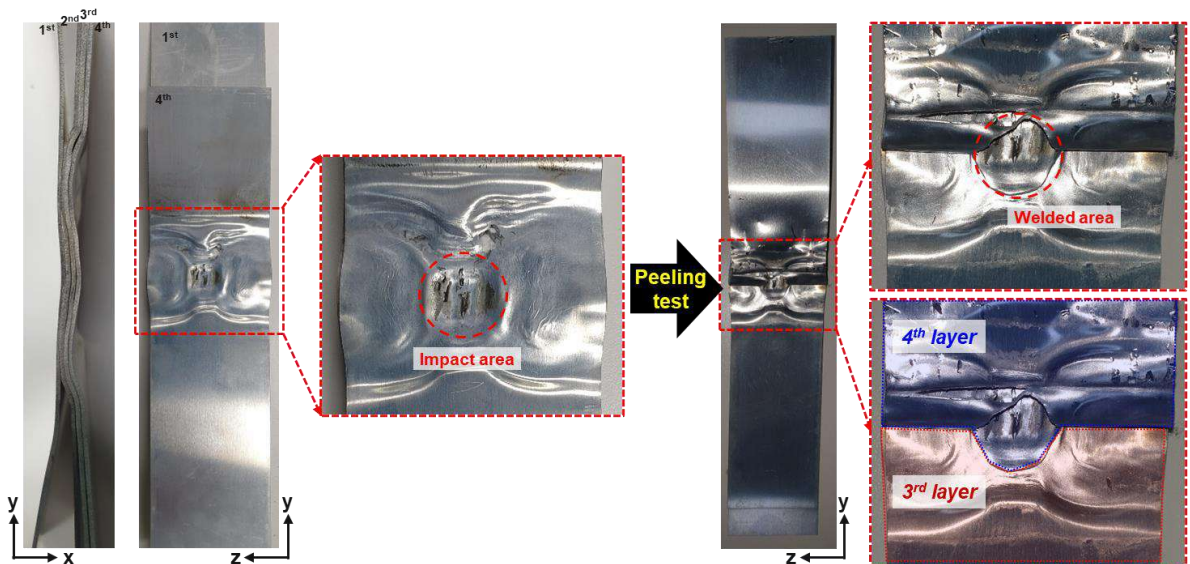


Fig. 3 Fracture at the base material after peeling test

복합소재 적용 볼 조인트 일체형 전륜 로워 암 개발

서오석¹ · 이연표¹ · 박종규^{1, #}

Development of Front Lower Arm Integrated with the Ball Joint for Vehicles Using Composite Material

Y.P. Lee, O.S. Seo, J.K. Park

Abstract

자동차 샤시 부품 중 서스펜션 암은 주행 중 타이어를 통하여 들어오는 횡력, 전후력 및 상하력을 지지하며 타이어의 이상 거동을 방지하는 기능을 수행하는 부품으로 스틸 소재의 판넬과 볼 조인트 조립을 3점 볼팅 체결하는 구조이다. 최근에는 경량화를 위해 다양한 소재 조합을 통한 연구개발이 활발하게 진행되고 있어 이로인한 FDS(Flow Drilling Screw), SPR(Self Piercing Rivet), BR(Blind Rivet) 등과 같이 이종 재질간 기계적 결합 방법을 많이 적용하고 있다. 하지만 기계적 결합 방법의 경우 차량 충돌이나 내구 평가 시 접합 부위에서 파단이 빈번하게 발생하여 충돌성능 저하의 원인이 되고 있다. 또한 서스펜션 암의 경우 통상 조립품 제작 후 별도 공정을 통해 볼 조인트를 조립하여 COMPL을 완성하는 구조로 사이클 타임에 불리하며 공정 추가로 인한 원가 상승 및 투자비 발생의 요인이 된다.

본 연구에서는 우수한 인장강도 특성을 가진 복합소재를 적용하여 볼 조인트 일체형 전륜 로워 암을 개발하였다. 스틸 소재 판넬 베이스에 볼 조인트 인서트 사출공법을 적용하여 기계적 체결이 아닌 스틸과 복합소재 간 일체형 이종접합으로 별도 조립 공정이 필요 없이 제작하였다. 또한 위상최적화를 통한 리브 패턴 최적화 설계 및 사출해석을 통해 성형성을 검증하여 최종 설계를 완료하였고 이를 바탕으로 시제품을 개발하였다. 개발된 로워 암은 좌굴 및 단품 내구 시험을 진행하였고 이를 통해 복합소재를 적용한 볼 조인트 일체형 전륜 로워 암의 신뢰성을 검증하였다.

Keywords: Front Lower Arm, Multi-Material Mix, Injection Molding

1. ㈜화신 기술연구소

㈜화신 기술연구소, 선형연구팀, 책임연구원, E-mail : boxlife@hwashin.co.kr

수치해석을 이용한 알루미늄 토크로드의 구조성능 분석

박두현^{1,2} · 이지호¹ · 김봉환¹ · 김보익³ · 허민철³ · 박시우³ · 배기현^{1,#}

Structural Performance Study of Aluminum Torque Rod Through Numerical Analysis

D. H. Park, J. H. Lee, B. H. Kim, B. I. Kim, M. C. Huh, S. W. Park, G. H. Bae

Abstract

자동차 시장에서 친환경 법규에 대응하기 위해 차량 제품의 경량화를 위한 연구는 활발이 진행 중이다. 전기차의 성능 향상과 에너지 효율성 향상을 위해 제품의 경량화는 필수로 되어가고 있다. 재료 간의 물성, 강도, 내구성 등이 서로 다르기 때문에 스틸부품을 알루미늄으로 대체하기 위해서는 새로운 설계 및 제조 프로세스를 개발해야 한다.

본 논문에서는 조향부품인 토크로드를 고강도 알루미늄으로 대체하기 위해 다양한 구조로 제품을 설계하여 형상 변화에 따른 성능분석을 실시하였다. 유한요소해석을 수행하여 각각의 설계 파라미터가 구조성능에 미치는 영향을 분석하였고, 형상 변형에 따른 구조성능을 평가하여 형상 최적화를 진행하였다. 이를 통해 제품의 경량화 가능성을 확인하였고, 성형이력을 고려하여 구조해석을 진행할 경우 추가적으로 구조성능이 개선 될 수 있음도 확인하였다.

Keywords: Torque-rod, Lightweight, Almag, Finite element method, parameter study, mapping

Acknowledgement

이 연구는 한국생산기술연구원 내부사업 “다단 판재성형 기반 무용접 타입 알루미늄 토크로드 제조 기술개발(KITECH UI-23-0007)”의 지원으로 수행한 연구입니다.

1. 한국생산기술연구원 뿌리기술연구소

2. 인하대학교 기계공학과

3. 세동산업 기술연구소

한국생산기술연구원 뿌리기술연구소, 금형성형연구부, 수석연구원, baegh@kitech.re.kr

재활용 탄소섬유 적용 전륜 컴프레션 암 개발

이연표¹ · 서오석¹ · 박종규^{1, #}

Development of Front Compression Arm for vehicles Using Recycled Carbon Fiber Reinforced Plastics

Y.P. Lee, O.S. Seo, J.K. Park

Abstract

최근 탄소중립 실현을 위해 기존 내연기관 자동차에서 전기자동차로의 패러다임이 변화하고 있으며 전기자동차는 내연기관 자동차 대비 중량이 무거워 부품 경량화 요구가 가속화되고 있다. 초고강도강, 알루미늄 등의 소재를 통해 차량 경량화를 달성하고 있었으나 더 높은 경량화를 위해서 다양한 분야에서 CFRP(Carbon Fiber Reinforced Plastic) 사용량이 크게 증가하는 추세이다. 그러나 아직까지도 CFRP 원재료비는 매우 고가로 양산성이 떨어지며 폐CFRP 처리 시 매립이나 고온소각방식을 많이 사용하기 때문에 환경적으로 문제가 되고 있다. 이러한 환경적, 경제적 이유로 인해 CFRP로부터 탄소섬유를 회수하고 재활용하여 사용하는 필요성이 증가되고 있다.

CFRP를 회수하여 재활용하는 방법으로는 크게 열분해(소각)와 화학적 분해로 나눌 수 있다. 열분해 방법은 쉬운 공정으로 최근 상업화의 주류를 이루고 있으나 에폭시수지를 고온으로 태워 분해시킨 뒤 탄소섬유만을 회수하는 방법이기 때문에 분해 공정의 친환경성을 확보하지 못하는 단점이 있다. 열분해 방법의 단점을 보완한 화학적 방법으로는 Alcoholysis 반응을 이용한 화학적 분해, 과산화수소를 이용한 화학적분해, 물을 이용한 화학적 분해가 있다. 이러한 재활용 기술을 통해 원가를 줄일 수 있는 재활용 탄소섬유가 개발되는 추세이다.

본 연구에서는 샤시 부품 최초로 재활용 탄소섬유 소재 사출공법을 적용하여 전륜 컴프레션 암을 개발하였다. 사출해석을 통해 성형성, 웰드라인 발생 위치 등을 사전에 파악 후 최적의 게이트 종류 및 위치 등을 선정하여 금형설계를 진행하였다. 또한 볼 조인트 조립 시 필요한 여러 부품 및 공정수를 절감하기 위해 볼 조인트 일체형 사출 구조로 설계를 하였다. 그리고 시제품을 개발하여 좌굴 및 단품 내구 시험을 진행하였고 이를 통해 재활용 탄소섬유 적용 전륜 컴프레션 암의 신뢰성을 검증하였다.

Keywords: Front Compression Arm, CFRP (Carbon Fiber Reinforced Plastic), Injection Molding

1. ㈜화신 기술연구소

㈜화신 기술연구소, 선형연구팀, 책임연구원, E-mail : boxlife@hwashin.co.kr

딥드로잉 공정중 실시간 모니터링을 통한 적응형 품질제어 방법론

장인제¹·송정한¹·이종섭¹·박남수¹·김민기¹·남성우²·배기현^{1,#}

Adaptive Forming Quality Control Methodology Using Real-Time Monitoring Signals in the Deep Drawing Process

I. J. Jang, J. H. Song, J. S. Lee, N. Park, M. Kim, S. W. Nam, G. H. Bae

Abstract

Recent research is actively being conducted on smart manufacturing processes that innovate production technology through increased productivity and advanced manufacturing techniques. In particular, in the field of metal sheet forming, intelligent process management is required for productivity improvement and cost reduction. To achieve this, the development of monitoring technology for metal sheet forming processes using various sensor technologies is necessary. A real-time monitoring and quality control system for a deep drawing process based on load data obtained using a bolt-type load sensor is proposed in this paper. Further, material property evaluation was performed for a finite element (FE) simulation. The plasticity of the material was evaluated through a tensile test using the DIC system. Forming analysis via FE simulation induced wrinkles and fracture defects by applying different blank holding forces within a certain range and analyzing the resulting changes in punch load data. The punch load history obtained from the forming analysis was input into the structural analysis to secure the stress data through the bolt-type load sensor.

A real-time monitoring algorithm was developed by utilizing time-series load data obtained from FE simulations to predict the drawing quality based on the applied holding force. Time-series load data was converted into recurrence plot (RP) images for quantitative analysis; the structural features of RP were analyzed in relation to the deep drawing process. The drawing quality coefficient was proposed by quantitatively analyzing the structural characteristics of RP. The drawing quality coefficient was employed to determine the compensation value for adjusting the holding force in a feedback control system aimed at maintaining and validating quality through experimental tests.

Keywords: Recurrence plot, Deep drawing process, Feedback control, Smart manufacturing

1. 한국생산기술연구원 뿌리산업기술연구소

2. 대우공업 기술연구소

교신저자: 한국생산기술연구원, E-mail: baegh@kitech.re.kr

고강도 경량소재의 금형 특성 향상을 위한 금형 PVD코팅별 미끄럼 특성 평가

전강국¹ · 윤국태¹ · 박춘달¹ · 송재선^{1, #}

Evaluation of Slip Characteristics by Mold PVD Coating to Improve Mold of High-strength Lightweight Materials

K. K. Jeon, J. S. Song, K. T. Youn, C. D. Park

Abstract

최근 자동차 시장에서의 차량의 안정성과 경량화를 위해서 초고장력강판과 더불어 난성형 소재인 알루미늄소재 등 적용이 증가하고 있다. 초고장력강판의 경우 높은 경도와 낮은 연신율로 인해 성형이 까다로운 것이 특징이며, 그로 인한 성형시 성형시 스프링백(Spring back) 현상과 성형부의 파손이나 금형의 마모가 심하고 AL 소재의 경우 성형시의 발생하는 소재의 박리 현상 그로 인한 표면에 소착이 일어나기 쉽다. 따라서, 기존 Steel 재질의 강판을 성형하는 금형의 내구성 보다 높은 경도 및 인성 등이 요구되고 있으며, 그에 따른 금형의 표면 코팅 공법 등으로 성형성 개선을 위한 개발이 시도되고 있다.

본 연구에서는 고강도강판 1180MPa TRIP Sheet, AL 6xxx 계 소재의 마모 및 마찰시험을 통하여 소재와 금형의 미끄럼 특성 평가를 위한 시험을 진행하였다. 금형재에는 냉간금형용강인 SKD11 재질을 이용하였으며 금형 표면에 PVD 코팅 TiN, CrTiAlN 외 3 종류의 코팅을 선정하여 마모시험 조건 중 2 가지 나선 마모시험 점접촉 방식의 Pin on Disc 마모시험과 새로운 면을 마찰 시켜가는 Spiral test 를통하여 코팅종류에 따른 미끄럼 특성을 비교 분석하였다. 추가적으로 마찰시험을 통해 AL 소재, 초고장력강소재와 금형의 표면코팅 종류에 따른 평면 마찰계수를 측정하여 코팅별 마찰계수를 측정하여 상대비교를 진행하였다.

Keywords: PVD Coating, Pin on disc, Sprial, Weat Test, UHSS, AL Sheet, coefficient of friction

1. 대구기계부품연구원

교신저자: 대구기계부품연구원, E-mail: jssong@dmi.re.kr

재료 수율 향상을 위한 스테인리스강 온간 다단 포머공정 설계

정건우^{1,2}, 김민수^{1,3}, 정선호¹, 최태훈¹, 이종섭[#]

Design of Stainless Steel Warm Multistage Former Process for Improved Material Yield

GW Jung, MS Kim, SH Jung, TH Choi, JS Lee

Abstract

포머 공정은 성형을 여러 단계로 분할하여 한 단계씩 소재가 이송되어 제품을 연속적으로 생산하는 공법이다. 냉간 포머는 생산 효율은 높지만, 금속 부품의 균열과 결함이 발생할 수 있으며, 낮은 온도에서 가공되어 높은 압력과 부하로 인해 금형의 수명을 확보하기 어렵다. 이러한 문제는 빈번한 금형 교체와 소재 효율 감소 등과 같은 문제들로 이어지며 가격 경쟁력을 감소시킨다. 따라서 온간포머를 적용하여 성형 정밀도를 향상시키고 금형의 부하를 감소시키는 연구가 진행되고 있다. 그러나 이러한 과정에서 작업자는 주로 경험에 의존하여 금형을 설계하기 때문에 제품의 품질과 금형의 수명을 예측하기 어렵다. 본 연구에서는 상용 프로그램인 DEFORM을 사용하여 스테인리스 6각 소켓 제품의 결함과 금형의 부하 등을 예측했다. 분석 결과를 기반으로 제품 설계를 개선함으로써 스테인리스 6각 소켓의 소재 수율을 향상시켜 가격 경쟁력을 효과적으로 향상시킬 것으로 판단된다.

Keywords: Former, Nut

1. 한국생산기술연구원 뿌리기술연구소 금형성형연구부문

2. 인천대학교 메카트로닉스공학과

3. 인하대학교 기계공학과

한국생산기술연구원 뿌리기술연구소 금형성형연구부문, E-mail: jongsup@kitech.re.kr

연속용융아연도금설비의 에지 바플 유동 특성 예측

전성진^{1#}

Predict of Air Flow Properties of Edge Baffle in Continuously Hot-dip Galvanizing

S. J. Jeon

Abstract

In continuous hot-dip galvanizing, the problem of edge overcoating developed near the edge of the steel strip is studied quantitatively in the gas wiping of air knife. It has been assumed that the edge overcoating occurs due to the reduced impact pressure of wiping gas on the strip edge and it is one of detrimental problems to the quality of zinc coating product. To improve the quality of edge overcoating on the strip, characteristics of air flow for air knife and baffle must be investigated. This paper conducted a model design for edge baffle with different structural types. In order to analyse the edge overcoating problem numerically, 3-dimensional unsteady flows due to the air wiping are calculated by using a commercial flow analysis code, Fluent. The effects of edge baffle to air flow of air knife are investigated, and it is concluded that edge baffle can reduce overcoating and edge built-up. Based on the computational results of simulation, this paper found that the original air knife baffle air flow properties.

Keywords: Hot-Dip Galvanizing, Edge Overcoating, Inner Flow Field, Air Knife, Baffle

1. 동국씨엠(주) 기술연구소 수석연구원
E-mail: sungjin.jeon@dongkuk.com

파인 블랭킹 셰이빙 공정에서 다이 챔퍼가 다이 롤에 미치는 영향에 관한 연구

전용준^{1, #}

A Study on the Effect of Die Chamfer on the Die Roll in Shaving of Fine Blanking Process

Y. J. Jeon

Abstract

파인 블랭킹은 협소한 클리어런스 조건에서 소재에 높은 압력 부여하여 정수압 효과에 의해 우수한 전단면과 고정밀 제품을 얻는 프레스 전단 공정이다. 파인 블랭킹을 적용한 제품은 전단면이 제품의 기능면이 되기 때문에 고른 전단면 분포를 확보하여야 한다. 전단 공정을 적용한 소재의 경우 초기 펀치 침투 시 굽힘 모멘트 영향에 의해 다이 롤이 발생된다. 특히 소재의 두께가 크고 기어 형상과 같이 코너 반경과 각도가 작은 파인 블랭킹 성형품의 경우 다이 롤이 크게 발생되어 셰이빙 공정 적용을 통해 고른 단면을 확보 중에 있다. 이에 본 연구에서는 파인 블랭킹 셰이빙 공정에서 고른 전단면 확보가 어려운 성형품에 대해 다이 챔퍼 적용을 통한 다이 롤 감소 시키고자 하였다. 이에 셰이빙 길이, 다이 챔퍼 각도에 따른 다이 롤 발생 경향을 CAE를 통해 예측하여 다이 챔퍼가 다이 롤 감소에 미치는 영향을 확인하였다. 셰이빙 길이 변수를 0.1, 0.2, 0.3 mm로 적용하여 전단 하였을 때 셰이빙 미적용 대비 0.2 mm 셰이빙 조건에서 50 % 수준의 다이 롤이 감소됨을 확인 하였다. 셰이빙 0.2 mm 조건에 다이 챔퍼 각도 10, 15, 20 ° 적용 시 10 ° 조건에서 0.001 mm 수준의 다이 롤이 발생되어 다이 챔퍼 미적용 대비 99.8 % 감소 함을 확인 하였다. 이와 같이 파인 블랭킹 셰이빙 공정에 다이 챔퍼 적용 시 다이 롤 감소가 가능함을 확인하였으며 제품 기능면 성능을 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

Keywords: Die Chamfer, Die Roll, Fine Blanking, Shaving, Shear Surface

1. 한국생산기술연구원 금형성형연구부분, 연구원
E-mail: yjjeon@kitech.re.kr

FE 시뮬레이션을 통한 레이저 용접 후 Hot-press 처리된 22MnB5의 용접부 균열 전파 연구

엄지호¹ · 하슬기² · 강충길³ · 이민식[#]

Investigation on Crack Propagation in Weld Zone of Laser Welded and Then Hot-pressed 22MnB5 Through FE Simulation

J. H. Eom¹, S. G. Ha², C. G. Kang³, M. S. Lee[#]

Abstract

Tailor Welded Blank (TWB) - Hot Press Forming (HPF) method is widely used for weight reduction and improving the strength of the car body. Recently, as the number of TWB part for automobile component increases, the evaluation of the car crash for TWB component have been emerging. Because the experimental evaluation with TWB is expensive and has limitations, the FE simulation about the collision test of the TWB part is important and emphasized. In order to evaluate the stability of TWB automobile component, research on crack propagation of welded materials must be conducted first. Many studies have been conducted on the characteristics of laser welded hot press-formed TWB part, but there are few studies about the crack propagation of hot press-formed TWB. This study investigated the crack propagation through tensile test under various welding conditions using ABAQUS software. The tensile specimens were fabricated according to the different heat inputs. Tensile tests and microhardness tests were conducted on each specimen. Refer to the previous study, the mechanical properties of the weld zone were entered and FE simulation was performed. The formation and propagation of the crack were observed and analyzed through simulation. The simulation results showed good agreement with the experiment.

Keywords: TWB, crack, propagation, FE simulation, Hot press forming

-
1. 부산대학교 기계공학부, 학부생
 2. 부산대학교 복합성형연구실 소속, 학부생
 3. 부산대학교 정밀정형 및 금형가공 연구소, 교수
- #. 부산대학교 정밀정형 및 금형가공 연구소, 연구교수
E-mail: minsik2@pusan.ac.kr

Flattening Method 적용 프리피어싱 롤포밍 공법 해석 신뢰성 검증

최보성¹, 이규세², 이덕영[#]

Simulation Verification of Pre-piercing Roll Forming Method Using Flattening Method

B. S. Choi, K. S. Lee, D. Y. Lee

Abstract

Side sill products are usually formed with ultra-high-strength steel using the roll forming method to lighten the car body. In the case of ultra-high strength steel of 1.5 GPa or more, the elongation rate is significantly reduced, which not only easily causes defects such as fractures and wrinkles during forming, but also causes many difficulties in ensuring quality due to deformation. In addition, problems with die damage are expected due to the application of ultra-high strength steel in the trimming process or piercing process. In particular, when trimming or piercing is performed using the press process after roll forming, securing the padding surface and securing the piercing tool space may be impossible. In some cases, machining steps are added. In this study, a roll forming die and forming process optimization was derived using simulation to develop a 1.5 GPa class ultra-high strength side sill using the pre-piercing method, and the reliability of the analysis was verified through the tryout and dimensional measurements.

Keywords: Flattening method, Pre-piercing, Roll forming, Ultra high strength steel, Development Drawing

1. 서론

사이드 실 제품은 승용차 차체 측면 하단에 위치한 부품으로 센터 필러와 함께 차체의 측면 충돌 안전성에 큰 영향을 미친다. 차체 경량화를 위해 롤 포밍 공법으로 초고강도 강판을 이용해 성형하게 되는데 1.5GPa 이상의 초고강도 강판의 경우 연신율이 현저히 감소하여 성형 중 파단, 주름 등의 결함이 쉽게 발생할 뿐 아니라 성형 후에도 높은 강도로 인한 스프링백 및 잔류 응력에 의한 제품 변형으로 품질 확보에 많은 어려움이 발생한다. 또한, 트림 공정 혹은 피어싱 공정에서의 초고강도 강판 적용에 따른 금형 파손 문제가 예측되는데 특히, 롤 포밍 후 프레스 공정을 이용하여 트림 혹은 피어싱을 할 경우 패딩면 확보와 피어싱 툴 자리면 확보가 불가능한 경우도 있어 가공 공정을 추가 하는 경우도 있다. 롤 포밍 전 트리밍과 피어싱 공정을 이용하여 수직으로의 전단 성형을 수행하는 것이 툴 수명 향상 뿐만 아니라 가공 공정 제거에 도움이 되며, 이는 수치해석에서의 Flattening Method 를 이용해 트림 라인과 피어싱 홀 위치를 고려한 초기 블랭크를 예측함으로써 적용될 수 있다. 본 연구에서는 프리피어싱 공법을 적용한 1.5GPa 급 초고강도 사이드 실 개발을 위해 선행 해석을 활용한 롤 금형 개발과 성형 공정 최적화 방안을 도출하였으며 실제 Tryout 및 치수 측정을 통해 해석의 신뢰성을 검증하였다.

1. (재)울산테크노파크 자동차기술지원단, 센터장

2. ㈜로길, 연구소장

대구대학교 기계자동차공학부, 교수, E-mail : dylee@daegu.ac.kr

2. Flattening Method를 이용한 Pre-piercing 초기 판재 투영

PamStamp의 Flattening Method를 이용해 제품의 피어싱 부분을 초기 판재에 투영할 수 있으며, 이를 이용하여 초기 피어싱 부분에 대한 전개도를 작성할 수 있다. 판넬 메쉬 작업시 X 방향의 메쉬 사이즈를 0.8mm로 하여 전 공정 롤 포밍 해석을 수행하였으며 트리밍 작업 후 Isostatic 경계조건으로 스프링백 해석을 수행하였다. 실제 롤러 틀은 고정되어 회전하며 판넬이 이송되어 성형되지만 수치해석 관점에서는 롤러가 이송되며, 판재 모서리면 경계조건 설정을 통해 실제 거동을 모사하였다. 즉, 판재 사이드 모서리는 롤러의 측면 가이드를 따라 이송함을 제어하고, 판재 앞쪽 모서리는 롤러 틀과의 접촉에 의한 비 이상 거동을 제어하였다.



Fig. 1 Basic Theory of Flattening Method



Fig. 2 Flatted Curve after Flattening

3. Tool 제작, Tryout 및 치수 측정

초기 판재에 투영된 Flatted curve를 이용하여 Pre-piercing 금형을 제작하였으며 전 공정 롤 포밍 성형 후 최종 제품의 치수 측정을 통해 측정 결과값이 개발 목표치 내에 들어오는지 확인함으로써 해석의 신뢰성을 검증하였다.



Fig. 3 Concept Map of Pre-piercing Die



Fig. 4 Measurement results of Side Sill

4. 결론

본 연구를 통해 Flattening Method 적용 프리피어싱 롤포밍 해석 결과를 바탕으로 초기 피어싱 부분 판재에 대한 전개도를 작성하였고 실제 Tryout 및 치수 측정을 통해 해석의 신뢰성을 검증하였다. 치수 측정 결과 모든 측정항목에서 목표치내 측정결과값을 가짐을 확인할 수 있었다.

후 기

본 연구는 중소벤처기업부와 중소기업기술정보진흥원의 “지역특화산업육성+(R&D, S3270778)” 사업의 지원을 받아 수행된 연구결과임.

엔지니어링 해석 기법을 활용한 블로우 경량 용기 형상 최적화에 관한 연구

정의철¹, 오정길², 홍석관[#]

A Study on Geometry Optimization of Lightweight Blowing Container Using Engineering Analysis

E. C. Jeong, J. K. Oh, S. K. Hong

Abstract

The lightweighting of blowing containers can lead to cost savings by reducing the material, but it can also cause the problem of degradation of container stiffness. In this paper, a study was conducted to design a lightweight blowing container geometry without ribs that does not cause a decrease in the stiffness of the container, and to predict the stiffness of the lightweight container using engineering analysis. The instantaneous collapse of the blowing container due to compressive load can be predicted through buckling analysis, and the critical load at which the buckling of the container occurs was predicted through linear buckling analysis. In order to optimize the lightweight blowing container geometry, parameters were selected for the shape factors of the container, and buckling analysis was performed for approximately 100 different container geometries according to parameter variations. Based on the results of the buckling analysis, the correlation and sensitivity of each parameter were analyzed, and optimization was performed for five geometry parameters to obtain a blowing container structure with minimal stiffness degradation.

Keywords: Blow molding, Buckling analysis, Geometry optimization, Lightweight

이 연구는 2023년도 산업통상자원부 우수기업연구소 육성사업(ATC+) 연구비 지원에 의해 수행되었습니다. No.20018030.

1. 한국생산기술연구원 금형성형연구부, 포스트닥터

2. 동아정밀공업연구소, 선임연구원

한국생산기술연구원 금형성형연구부, 선임연구원, E-mail: skhong@kitech.re.kr

이형 인발 공정을 위한 스웨이징 포인팅부 형상 설계

홍성규¹, 손재한², 천하은², 이경훈[#]

Profile Design of Swaging-pointing Part for Shape Drawing Process

S. K. Hong, J. H. Son, H. E. Cheon, K. H. Lee

Abstract

This study was conducted to design the minimum cross-sectional profile of the swaging-pointing parts of the initial bar material to ensure the stability of the shape drawing process for manufacturing hydrogen embrittlement-resistant hexagonal bars. The drawing load and stress occurring in the pointing part during the shape drawing process were predicted by developing a theoretical model using the A. Geleji equation. The results of the theoretical model were verified by performing a finite element analysis using FORGE NxT.

Keywords: Shape Drawing, Swaging, Pointing Part, Finite Element Analysis

Acknowledgements

This research was supported by the technology transfer and commercialization Program through INNOPOLIS Foundation funded by the Ministry of Science and ICT. (2023-BS-RD-0026-01/The localization of technical development of shape fusion machining to improve yield rate of manufacturing process for instrumentation fittings with 95% or higher degree of hydrogen embrittlement sensitivity)

1. 리눅스(주), 대표이사

2. 리눅스(주), 자원혁신연구센터, 연구원

한국해양대학교, 해양경찰학부, 부교수, E-mail: submarine@kmou.ac.kr

나이오븀에 의한 고질소 오스테나이트계 스테인리스강의 강화

권동영¹ · 김동욱¹ · 강지현^{1#}

Strengthening of High Nitrogen Austenitic Stainless Steels by Niobium

D. Y. Kwon, D. W. Kim, J. H. Kang

Abstract

오스테나이트계 스테인리스강은 성형성과 인성 등의 기계적 물성과 내부식성이 매우 우수하여 여러가지 산업 및 가정용 기기에 두루 활용되고 있다. 특히 최근 수소에너지가 친환경 에너지원으로 주목 받음에 따라 수소 인프라용 소재 선정이 중요해졌고 내수소취성이 우수한 오스테나이트계 스테인리스강이 수소충전소의 여러 부품에 적용되고 있다. 이러한 상황에서 활용처에서의 안정성 및 경제성을 확보하고자 오스테나이트계 스테인리스강의 강도를 향상시키기 위한 연구가 활발하다. 특히, 침입형 원소인 질소를 첨가하면 매우 효과적으로 항복강도가 향상되고 $M_{23}C_6$ 의 형성이 지연되어 내부식성과 용접성의 확보가 용이하다. 하지만, 지나치게 높은 농도의 질소를 첨가하면 저온인성이 열화되고, 오스테나이트계 강은 열처리동안 상변태가 발생하지 않아 추가적인 강화가 제한적이다. 본 연구에서는 고질소 오스테나이트계 스테인리스강에 나이오븀을 첨가하여 추가 강화의 가능성을 살펴보았다. 나이오븀 첨가 시 항복강도가 30-120 MPa 증가함을 확인하였고, 결정립 크기 및 석출물 분포 등의 미세조직 분석을 통해 향상에 기여한 강화기구를 정량화하였다.

Keywords: Stainless Steel, Austenitic Steel, Niobium, Strengthening, Yield Strength

1. 영남대학교 대학원 신소재공학과, 대학원생

교신저자 : 영남대학교 신소재공학과, 조교수, jeekang@yu.ac.kr

구동모터의 FRP 가이드 보빈 개발

이철환¹, 서명관¹, 김동규¹, 이상곤², 강용기[#]

Development of FRP Guide Bobbin for Drive Motor

C. H. Lee, M. G. Seo, D. K. Kim, S. G. Lee, Y. K. Kang

Abstract

FRP(Fiber Reinforced Plastics) for automobiles, represented by carbon fiber reinforced plastics, has been widely applied in recent years and has been spotlighted as an essential component material in certain industries. In this study, we aim to replace FRP material for guide bobbin applied to drive motors for electric vehicles. For this purpose, a hot forming mold was designed and manufactured And the basic properties and molding conditions of FRP material were set during hot forming, and based on this, a guide bobbin prototype applied to a drive motor for an electric vehicle was produced.

Keywords : FRP(Fiber Reinforced Plastic), Hot forming, Guide bobbin

후 기

본 연구는 산업기술혁신사업-소재부품기술개발사업(20011293)으로 수행된 연구결과입니다.

1. ㈜디케이솔루션

2. 경창산업㈜

교신저자 : ㈜디케이솔루션, kyk1041@hanmail.net

차체 충돌보강재의 롤포밍 공정 해석

이철환¹, 서명관¹, 강용기¹, 심우정², 김동규[#]

Roll Forming Process Analysis of Car Body Collision Reinforcement

C. H. Lee, M. G. Seo, Y. K. Kang, W. J. Sim, D. K. Kim

Abstract

The roll forming process is a forming method using continuous bending, and is a process of passing a material through a continuous forming roll to form a part having a desired cross-sectional shape. In addition, it is advantageous for low investment cost compared with the press process and for manufacturing the shape of a closed cross section, especially for manufacturing high strength material with low elongation and high strength. In this study, the problems of the roll forming process of the car body collision reinforcement were predicted through FEA(Finite Element Analysis) and the process design was performed according to this prediction.

Keywords : Roll forming, Car body collision reinforcement, FEA(Finite Element Analysis)

후 기

본 연구는 우수기업연구소육성사업(20018008)으로 수행된 연구결과입니다.

1. (주)디케이솔루션

2. (주)새한산업

교신저자 : (주)디케이솔루션, kyk1041@hanmail.net

FRP 소재의 열간 성형을 통한 차체부품 개발

서명관¹, 이철환¹, 강용기¹, 심우정², 김동규[#]

Development of Car Body Part by Hot Forming of FRP Material

M. G. Seo, C. H. Lee, Y. K. Kang, W. J. Sim, D. K. Kim

Abstract

Composite materials, including carbon fiber, are being applied by various automobile manufacturers for the purpose of reducing body weight and CO2 emission due to environmental regulations and demands for energy efficiency improvement. Korea is actively supporting the development of advanced future materials and parts, which are called future growth engines, due to increasingly stringent environmental and fuel economy regulations, and recognizes the importance of developing composite material derivatives that can replace metals. In this study, mold design and manufacturing were conducted to develop FRP(Fiber Reinforced Plastics) car body parts. Then, the molding conditions for FRP material were set during hot forming, and a prototype molding test was conducted based on these.

Keywords : FRP(Fiber Reinforced Plastic), Hot forming, Car body part

후 기

본 연구는 자동차산업기술개발사업(20019142)으로 수행된 연구결과입니다.

1. ㈜디케이솔루션

2. ㈜새한산업

교신저자 : ㈜디케이솔루션, kyk1041@hanmail.net

이미지 검출을 통한 휠 너트의 불량 검출

김창대¹· 백승욱¹· 윤정식²· 정완진^{1,2}· 이창환^{1,2,#}

Defect Detection of Wheel Nuts through Object Detection

C. D. Kim, S. W. Baek, W. J. Chung, C. W. Lee

Abstract

자동차용 휠 너트는 자동차의 휠을 결합시키기 위한 부품으로, 단조 공정을 통해 제작된다. 본 연구에서는 자동차용 휠 너트의 결함을 검출하기 위한 시스템을 개발하였다. OpenCV를 이용하여 영상 데이터를 전처리하고, 영상 데이터를 이용하여 냉간단조 공정을 통해 생산된 제품의 결함을 검출하는 방법을 제안한다. 3단 단조 공정에서의 금형의 파손 특성에는 크게 4개의 파손 유형이 있다. 첫째는 파손 부분이 넓어서 눌림이나 덧살이 발생하는 경우로 찍힌 결함 (Defect 1)과 제품의 일부가 완전히 떨어진 결함 (Defect 2)이 있으며, 둘째는 테이퍼 하단의 흠집으로 인한 결함으로 일부가 뿔뿔하게 튀어나오는 결함 (Defect 3)과 반경 방향의 결함 (Defect 4)이 해당된다. 전처리 과정은 다음과 같다. 먼저 촬영한 휠 너트의 원본 이미지를 파이썬에 불러온다. 그리고 이미지에서 휠 너트에 해당하는 가운데 부분을 남기고 외부 영역을 제거한다. 그 후 색 추출을 활용하여 휠 너트의 표면과 내부 여백을 추출한다. 또한 해당 영역에 가장 최소로 접하는 원을 피팅한다. 이 후, 피팅 한 원의 중심을 기준으로 반지름에 90%에 해당하는 원으로 내부의 노이즈를 제거하고, 1:1 비율로 이미지 크기를 조절한다. 마지막으로 이미지에 극좌표계를 형성하고 직교 좌표계로 변환하는 과정을 통해 이미지를 일자로 펴준다. 극좌표계에서 직교 좌표계로 변환하는 이유는 휠 너트 이미지가 축 대칭 형상이므로 같은 종류의 결함 이어도 각도에 따라 다른 결함으로 분류할 수 있는 오류가 있기 때문에 이와 같이 변환하는 과정을 거쳐준다. 또한 데이터 증대를 통해 학습 데이터의 수를 증가시켰다. Object detection은 fast RCNN, YOLOv8을 사용하였다. 2가지 방법 모두 75% 이상의 검출율을 얻을 수 있었다. 이러한 결과를 통해 자동차 제조 분야의 결함 검출 및 품질 향상에 기여할 것으로 기대한다.

Keywords: Image processing, Object detection, Forging, Wheel Nut, Defect detection, Image augmentation

1. 서울과학기술대학교 기계시스템디자인공학과

2. 서울과학기술대학교 기계정보공학과

교신저자 : 서울과학기술대학교 기계시스템디자인공학과, E-mail: cwlee@seoultech.ac.kr

나노 스케일의 포타슘 버블이 텅스텐의 연성-취성 천이 온도 감소에 미치는 영향

이성민¹ · 민건식¹ · 김정석¹ · 성시문¹ · 김황선¹ · 오연주¹ · Phu Cuong Nguyen²
· 김형찬³ · Ill Ryu^{2#} · 한흥남^{1#}

Abstract

텅스텐은 높은 강도, 높은 용점, 높은 열전도율, 저방사성, 낮은 스퍼터율로 인해 핵융합로의 플라즈마 대면 소재로 주목받고 있다. 하지만 순수 텅스텐의 높은 연성-취성 천이 온도는 핵융합로 대면 부품의 냉각관 근처를 비롯한 상대적인 저온 환경에서 텅스텐의 적용을 제한한다. 이전부터 포타슘의 도핑이 텅스텐의 연성-취성 천이 온도를 감소시킨다는 사실이 보고되어 왔으나, 그 메커니즘은 아직까지 명확하게 밝혀지지 않았다. 본 연구에서는 포타슘이 도핑된 텅스텐의 연성-취성 천이 온도가 감소하는 원인을 실험과 모사를 통해 규명했다. 포타슘이 도핑된 텅스텐은 통전활성소결법으로 제작됐으며, 투과전자현미경 관찰을 통해 텅스텐의 결정립내에 존재하는 수십 나노미터 크기의 구형 포타슘 버블들을 확인하였다. 비교재로 사용된 텅스텐 상용재는 포타슘이 도핑된 텅스텐과 비슷한 수준의 전위 밀도를 갖도록 재결정 온도 이상의 온도에서 열처리되었다. 여러 온도에서 진행된 일축인장실험 결과, 포타슘이 도핑된 텅스텐의 연성-취성 천이 온도는 열처리된 텅스텐 상용재보다 낮았다. 또한, 나노압입시험을 통해 포타슘이 도핑된 텅스텐은 열처리된 텅스텐 상용재보다 낮은 최대 전단 응력을 가진다는 것을 확인하였다. 분자동역학과 전위동역학 및 유한요소해석을 통한 나노압입시험의 모사는 외력 하에서 나노 스케일의 버블 주변의 응력 집중으로 인해 전위의 핵생성이 촉진되어 최대 전단 응력이 낮아진다는 사실을 보였다. 마지막으로, 최대 전단 응력과 파괴 응력을 비교하여, 포타슘 버블에 의한 최대 전단 응력의 감소가 텅스텐의 연성-취성 천이 온도를 낮추는데 기여한다는 것을 확인하였다.

Keywords: Tungsten, Potassium doping, Ductile-to-brittle transition temperature, Molecular dynamics, Dislocation dynamics

1. 서울대학교 재료공학

2. The University of Texas at Dallas

3. 한국핵융합에너지연구원

교신저자 : 1. 서울대학교 재료공학부, E-mail: hnhan@snu.ac.kr

2. The University of Texas at Dallas, E-mail: ill.ryu@utdallas.edu

초고강도강 적용 전기차 플로어 부품 냉간성형공법 연구

김호영¹·송정한^{1#}·배기현¹·이정흠²·서종덕³

Cold Stamping Process Design of Underbody Member in EV using Ultra High Strength Steel Sheet

H. Kim, J. H. Song, G. H. Bae, J.H. Lee, J. D. Seo

Abstract

최근 자동차의 경량화 니즈 확대에 따라 초고강도강관의 차체부품 적용이 확대되고 있다. 특히 전기자동차 적용 확대에 따라 차체 플랫폼 변화하여 Seat Cross 부품의 경우, 내연기관에 서의 터널 구조 생략에 따라 제품의 사이즈가 길어지고 강성 및 강도확보가 더 중요하게 대두 되고 있다. 따라서 초고강도강 적용이 확대되고 있으며, 제품 길이 증가에 따른 스프링백 이슈 문제로 인하여 현재 롤포밍에 의한 제조공법이 검토되고 있는 상황이다. 본 연구에서는 주로 롤포밍 공정으로 생산되는 1.5GPa Seat Cross 부품의 프레스 성형공정 적용 가능성을 검토하였다. 성형해석을 통하여 포밍 및 캠 리스트라이킹 공법에 따른 성형성 및 스프링백을 분석하였으며 이를 토대로 성형성 및 스프링백 품질을 동시에 확보하기 위한 공정변수를 선정하였으며, 캠 리스트라이킹 금형 형상 및 스트로크 제어량에 따른 형상 정밀도를 평가하였다.

Keywords: Cold Forming, Martensitic Steel Sheet, Numerical Simulation, Forming Process Design

1. 한국생산기술연구원 뿌리기술연구소 금형성형연구부문

2. 대우공업 기술연구소

3. 신영 기술연구소

교신저자: 한국생산기술연구원, Email: jhsong@kitech.re.kr

1.5GPa 초고강도강 적용 Side Sill 부품 성형해석을 통한 CAM 제어성형 공법 연구

방준호¹, 송정한^{1#}, 배기현¹, 김민기¹, 남성우², 이정흠², 김경환³

Cold Forming Process Design of Sill Side Part For Applying 1.5GPa Grade Martensitic Steel Sheet

J. Bang, J. H. Song, G. H. Bae, M. Kim, S. W. Nam, J. H. Lee, K. H. Kim

Abstract

최근 자동차의 경량화 니즈 확대에 따라 초고강도강판의 차체부품 적용이 확대되고 있다. 냉간성형용 초고강도 강판은 낮은 연신율로 인해 성형성 확보가 매우 어려우며, 과도한 스프링백 발생으로 인해 치수정밀도 확보가 어려운 단점이 있다. 따라서 초고강도 강판의 냉간성형 부품화를 위해서는 성형성과 스프링백을 복합적으로 고려한 성형공정 설계가 필수적이다. 성형해석을 통하여 포밍 및 캠 리스트라이킹 공법에 따른 성형성 및 스프링백을 분석하였으며 이를 토대로 성형성 및 스프링백 품질을 동시에 확보하기 위한 공정변수를 선정하였으며, 캠 리스트라이킹 금형 형상 및 스트로크 제어량에 따른 형상 정밀도를 평가하여 최종적으로 제품의 치수정밀도 확보가 가능함을 확인하였다

Keywords: Cold Forming, Martensitic Steel Sheet, Numerical Simulation, Forming Process Design

Acknowledgments

본 논문은 산업통상자원부 글로벌뿌리기술개발사업 “글로벌 시장진출을 위한 1.5GPa급 초고강도강 및 경량합금 친환경차 충돌안전 부품의 품질편차 저감을 위한 실시간 지능형 금형제어 프레스 성형 기술개발(20018447)” 과제의 지원으로 수행된 결과임.

1. 한국생산기술연구원 뿌리기술연구소 금형성형연구부

2. 대우공업 기술연구소

3. 케이에이엔 기술연구소

교신저자: 한국생산기술연구원, E-mail: jhsong@kitech.re.kr

직접분사 적층(DED) 스테인리스 강-구리 복합재의 형상 제어를 통한 물성 향상 연구

최동인¹, 조영환¹, 정차희², 최현주², 최인석¹, 한흥남¹

Abstract

스테인리스 강-구리 복합재는 스테인리스 강의 기계적 특성과 구리의 열적 특성을 동시에 가질 수 있기 때문에 냉각 회로용 구조재료로 주목받고 있다. 특히, 복합재 내부 구리 구조를 제어하여 상 계면의 표면적을 제어하는 것은 복합재의 열전달 효율을 향상시키기 위한 주요 방법 중 하나이다. 직접분사 적층(DED, Directed Energy Deposition) 방식은 기존의 금형 가공과 비교하여 복잡한 구조를 제조할 수 있기 때문에 상 계면의 표면적을 제어하기 용이하다는 장점이 있다. 본 연구에서는 DED 방식을 통해 다양한 구리 구조를 갖는 스테인리스 강-구리 복합재를 제조하고 그 특성을 비교하였다. ABAQUS를 활용한 유한 요소 해석을 기반으로 높은 열 효율이 기대되는 3D lattice cell 구조와 Triply periodic minimal surfaces(TPMS) 구조를 선정하여 DED 방식으로 제조하였다. 적층된 복합재들에 고온 압축을 포함한 후처리를 수행하였으며, 주사 전자 현미경(SEM)을 활용하여 후처리 전후 복합재 상 계면의 미세구조를 분석하였다. 또한, Nanoindentation을 활용해 스테인리스 강과 구리 각각의 나노 경도를 비교하였다. 복합재들의 열확산도는 Laser Flash Apparatus를 이용하여 측정되었고 실험값들을 유한 요소 해석 결과와 비교하였다. 이를 통해 복합재의 열기계적 특성을 최적화할 수 있는 효과적인 적층 제조 방안을 고찰하였다.

Keywords: Composite, Additive Manufacturing, Directed Energy Deposition, 3D Printing, Thermal Properties

1. 서울대학교 재료공학부

2. 국민대학교 신소재공학부

교신저자 : 1. 서울대학교 재료공학부, E-mail: hnhan@snu.ac.kr

알루미늄합금의 열간압연 최종두께와 온도에 따른 미세조직 및 기계적 성질 영향

김경일^{1,#}

Effect of Microstructure and Mechanical Properties of Aluminum Alloy by Hot Rolling Final Thickness and Temperature

K. I. Kim^{1,#}

Abstract

The hot rolling in the process chain of the aluminium rolled products present the critical element of material quality and influence on productivity. The desire to increase the letter demand modifications of hot rolling, consequential changes of microstructure, crystallographic texture, mechanical and formability properties must be knowledge and consistently considered in planning the rolling process and rolled product. Achieving lower thicknesses of the hot-rolled band would enable fewer passes with cold rolling; consequently, hot rolling with the same number of passes will complete with lower temperatures. Microstructural and texture characterization with the optical microscope and scanning electron microscope for the hot-rolled band 3.25 mm the smaller grains appeared in the center of the cross-section, unlike for the hot-rolled band 6 mm, the smaller grains were detected on the upper and bottom position of the cross-section. Furthermore, the comparison shows also that the hot-rolled band 6 mm has 64 % of random texture components and 83 % of recrystallized grains, and the proportional adjustment for the hot-rolled band 3.25 mm has the 42 % of random texture components and 55 % of recrystallized grains. For the mechanical testing results, the elongation values in rolling and transverse directions significantly differ just in the case of a hot rolled band of 3.25 mm. Consequently, the earing results are more than 1.5 % higher for the hot-rolled band, 3.25 mm, than the hot-rolled band, 6 mm.

Keywords: Aluminium alloy, hot rolling, simulations, metallography, mechanical properties

전기차 경량부품용 Seamless 강관 대체 ERW 강관 인발기술 개발 연구

허우로¹ · 김경훈^{1,*}

Abstract

전기차의 경우 배터리 무게의 영향으로 내연기관 대비 무게가 약 10~20% 높아 전비향상을 위한 차체 경량화가 필수적이다. 이미 해외의 유명 전기차 업체의 경우 현가장치용 부품을 환봉형태에서 인발 강관의 하나인 Seamless 강관을 적용하여 개발을 추진하고 있다. 그러나 Seamless 강관의 경우 높은 가격으로 인해 생산 단가가 높은 단점이 존재한다. ERW인발 강관은 우수한 표면품질 및 높은 생산성과 Seamless 강관대비 우수한 가격경쟁력을 갖지만, 용접부의 응력집중으로 인해 현가장치 적용시 파손의 가능성이 높고, 직진도 및 편차에 의한 영향으로 인발 공정 시 제조공정이 상당히 중요한 것으로 알려져 있다. 따라서 본 연구에서는 ERW인발 강관의 용접부의 응력집중 문제를 해소하여, Seamless 강관을 대체하는 전기차 경량부품용 ERW인발 강관 개발 연구를 수행하였음.

1. 포항금속소재산업진흥원, DX기술팀

알루미늄 냉간단조를 위한 친환경 윤활제 최적화 연구

김경훈¹ · 허우로¹ · 양해웅^{1,#}

Abstract

소성가공은 제품의 품질향상 및 금형 수명 향상을 위해 윤활제를 사용한다. 현재 사용되는 인산염 피막의 경우 우수한 품질과 성형성으로, 금속제품의 소성가공 윤활제로 사용중에 있다. 하지만 인산염 피막의 경우 유해화학물질로 지정되어 환경오염과 다량의 화학약품 사용으로 인한 작업자 환경의 문제가 존재한다. 따라서 유해화학물질인 인산염 피막을 대체하고자 하는 연구가 진행되고 있다. 하지만 아직까지 인산염 피막을 완벽히 대체 가능한 윤활제의 개발은 미비한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 유해화학물질이 포함되지 않은 다기능 수지를 기반으로 하는 소성가공용 친환경 윤활제의 최적화 연구를 수행하였다.

암모니아·디젤 혼소 연료 추진선박의 N₂ 퍼징 시스템 설계

정소현[#]· 신민근²· 김복덕³· 이계승⁴

Design of N₂ Purging System for Ammonia · Diesel Fuel Propulsion Ship

S.H. Jung, M.G. Shin, B.D. Kim, G.S. Lee

Abstract

In 2030, propulsion ships using carbon-free fuel(ammonia) to meet greenhouse gas regulations are expected to expand. When the fuel supply system is shut down or the engine stops in the ammonia propulsion line, N₂ purging should be performed to prevent explosion due to the remaining ammonia in the piping and engine and to remove toxic gases, and only 25 ppm or less of ammonia should be discharged. In this study, we developed an N₂ supply system to stably supply more than 27 bar of nitrogen suitable for the capacity of 20 bar of ammonia fuel supply system, and detailed design of system configuration, purge capacity, storage tank capacity and pressure were performed.

Keywords: Ammonia fuel propulsion ship, N₂ Supply System, Membrane type N₂ generator, N₂ purging

1. 서론

선박엔진 연료로는 HFO(Heavy Fuel Oil), LPG 및 LNG 등이 사용되고 있으나, 2030년 온실가스 규제 충족을 만족시키기 위한 무탄소 연료(암모니아)를 사용한 추진선박이 확대될 것으로 예상된다. LNG·LPG 등의 저탄소 연료는 온실가스 저감 효과가 10~24% 수준인데 반해 무탄소 연료(암모니아·수소)는 온실가스 저감 효과가 90~100% 수준으로 알려져 있다.

암모니아 추진선에서 연료공급시스템의 셧다운 혹은 엔진 스탑 시 배관 및 엔진 등에 남아있는 암모니아로 인한 폭발 방지 및 유독성 가스 제거를 위하여 질소 퍼징(N₂ purging)을 실시하며, 25ppm 이하의 암모니아만 배출될 수 있도록 하여야 한다. 질소는 무색, 무취, 무독의 불연성 특성을 가지고 있어 암모니아 연료 선박에서 퍼지 가스 공급 시스템에 이용되며, 질소는 지구 대기에서 가장 많은 비중을 차지하기 때문에 대기중의 질소만 추출하여 공급한다.

본 연구에서는 암모니아 연료공급시스템 20bar의 용량에 적합한 27bar 이상의 질소를 안정적으로 공급하기 위한 질소공급시스템(N₂ Supply System)을 개발하고자 하였다. 질소공급시스템은 압축공기 공급, 질소생산, 질소가압, 질소퍼지의 4단계 시스템으로 구성하였으며, 멤브레인(membrane) 방식을 적용하여 대용량의 질소를 안정적으로 공급할 수 있도록 하였다. 이러한 질소공급시스템의 구성도 설계, 퍼지 용량, 히터 용량, 콘트롤밸브 용량, 저장탱크 용량 및 압력 등에 대한 상세 설계를 수행하였다.

본 연구는 “2023년도 경상남도 암모니아 연료 활용 선박 규제자유특구사업(암모니아 혼소 연료추진시스템 선박 구축사업)”에 의해 수행되었습니다.

#. 엠엔에스아이(주), 연구원, E-mail: shjung@mnsi.co.kr

2. 엠엔에스아이(주), 책임연구원

3. 엠엔에스아이(주), 수석연구원

4. 엠엔에스아이(주), 대표

Selective Laser Melting 방식으로 제조된 Ti-Nb-Zr 합금의 공정 변수에 따른 기계적 물성 평가

김대겸^{1, #}

Mechanical Property Evaluation of Ti-Nb-Zr Alloy Manufactured by Selective Laser Melting Process Parameters

D. K. Kim

Abstract

최근 적층 제조 공정을 활용한 맞춤형 임플란트 제작에 대한 관심이 높아지고 있다. 이 공정은 개인별로 제작된 임플란트를 정밀하게 제작할 수 있어 기존 공정보다 시간과 비용을 절감할 수 있다. 특히, Selective Laser Melting (SLM)을 기반으로 한 적층 제조 기술은 복잡한 형상도 정밀하게 구현할 수 있는 이점을 가지고 있어 임플란트 제조에 활용되고 있다.

임플란트에 사용되는 금속 재료는 생체 친화성, 고강도, 낮은 탄성계수, 우수한 내식성이 요구된다. Ti-39Nb-6Zr(TNZ) 합금은 이러한 요구사항을 충족시키며 SLM 공정을 기반으로 임플란트 및 생체 재료로 사용될 수 있는 잠재력을 가지고 있다. 그러나 SLM 공정은 고속의 냉각 속도와 가열로 인해 소재 내부에 열응력을 유발하고 미세조직 및 기계적 특성에 영향을 미친다. 따라서, TNZ 합금을 SLM 공정에 효과적으로 활용하기 위해 SLM 공정 파라미터 간의 관계를 이해하는 것이 중요하다.

본 연구에서는 SLM의 공정 파라미터에 따라 TNZ 합금에서 발현되는 미세조직 및 기계적 특성 관찰을 수행하였다. SLM 공정으로 형성되는 기계적 특성과 미세조직학적 인자들의 조사를 위해 Compression test, Nanoindentation, SEM-EDS 및 EBSD 분석을 수행하였다. SLM 공정 변수에 따른 TNZ 합금의 기계적 물성 및 미세조직 형성 거동에 대해 고찰하였다.

Keywords: β -Titanium; Ti-Nb-Zr alloy, Mechanical properties, Microstructure

1. 한국생산기술연구원, 연구원

한국생산기술연구원, 한국희소금속산업기술센터, 연구원, E-mail: kyeom@kitech.re.kr

미세조직 기반 CPFEM을 이용한 열연 DP강의 냉간 압연 시 미소역학적 변형거동 모사

서위걸¹ · Lalit Kauhik¹ · Abihesk Kumar¹ · 최시훈^{1, #}

Simulation of Micromechanical Deformation Behavior During Cold Rolling of Hot-rolled DP Steel using Microstructure-based

W. G. Seo, L. Kauhik, A. Kumar, S. H. Choi

Abstract

DP강은 경한 마르텐사이트와 연한 페라이트로 구성된 소재이다. DP강에서 각 상의 물성을 평가하기 위한 많은 방법이 제시되고 있다. 이상 및 다상의 금속에서 각 상의 물성을 평가하는 방법의 하나인 micro-pillar는 직접적으로 각 상의 물성을 평가할 수 있다는 장점이 있으나, buckling 및 shearing 발생으로 인해 정확한 물성 값을 측정하기 어렵다는 단점이 있다. 반면 nano-indentation의 경우 국부적인 영역에 변형을 가하여 물성을 평가하기 때문에 상의 물성을 비교적 정확하게 평가할 수 있는 장점이 있다. 따라서 본 연구에서는 열연 DP강의 각 구성상인 페라이트와 마르텐사이트의 물성을 평가하기 위해서 nano-indentation을 활용하였다. 최대 10 mN 하중과 20 mN/min의 속도로 측정된 load-depth 곡선을 reverse 알고리즘을 이용하여 stress-strain 곡선으로 변환하였다. 열연 DP 강 of 구성상에 대한 면적 분율을 분석하기 위해서 EBSD(electron back scattered diffraction) 기술을 활용하였다. EBSD 측정 시 IQ(image quality)의 경우 격자 결함과 연관성이 있으므로 상대적으로 마르텐사이트에서 낮은 IQ 값을 갖는다. 따라서 IQ값의 분포를 이용하여 마르텐사이트와 페라이트를 분류하고자 하였으며, 측정 시 발생하는 상간계면의 노이즈는 filtering 기술을 활용하여 각 상의 분율에 대한 정확도를 높이고자 하였다. 냉간압연 시 열연 DP강의 변형거동을 분석하기 위해서 CPFEM(crystal plasticity finite element method)를 활용하여 이론적으로 예측하였다. CPFEM에 활용된 각 상의 물성은 reverse 알고리즘을 통해 평간된 결과 값을 사용하였으며, 냉간압연 시 stored energy, equivalent strain, GND(geometrically necessary dislocation density) 및 집합조직의 변화에 대해 해석을 수행하였다. Periodic 경계 조건 하에서 실제 미세조직을 메쉬에 직접 mapping하는 방식에 기반한 RVE(representative volume element)를 사용하였다. CPFEM을 통해 열연 DP강의 냉간 압연 시 미세조직의 변화 거동을 이해할 수 있었다.

Keywords: DP steel, Nano-indentation, EBSD, CPFEM

1. 순천대학교 첨단부품소재공학과

교신저자: 순천대학교 첨단부품소재공학과, 교수, Email: shihoon@scnu.ac.kr

아연전착도금공정의 첨가물 배합비에 따른 도금표면조도에 관한 연구

최용진¹, 이상근², 황선광², 이인규², 이성윤², 박동용², 전수병³, 정명식[#]

A Study on the Plating Surface Roughness as a Function of Additive Mixing Ratio in Zinc Electroplating Process

*Y. J. Choi, S. K. Lee, S. K. Hwang, I. K. Lee, S. Y. Lee, D. Y. Park, S. B. Jeon, #M. S. Jeong

Abstract

아연전착도금은 뿌리산업 전반에 활용되는 부식방지 공정으로, 금속표면에 아연을 도금하여 수행된다. 도금표면의 거칠기는 도장품질에 큰 영향을 발생시키므로, 균일한 도금표면 거칠기는 도금공정의 핵심이라고 할 수 있다. 그러나 아연도금은 공정의 중요성에 비하여, 공정의 데이터화 및 최적화가 이루어지지 않고 있다. 본 연구에서는 도금공정에 필수로 첨가되는 첨가물 (Makeups, Brightener, Additive)의 배합 비율에 따라 도금표면의 거칠기를 측정하고자 하였다. 또한, 그 결과를 비교분석 하여 데이터화 하는데 목표를 두었다. 표면조도의 측정은 광학식 표면조도측정기를 활용하였다. 실험 결과, 각 첨가물의 배합비율에 따라 표면조도가 달라짐을 확인하였고, 이를 분석하여 특정 첨가물의 배합 비율을 정할 수 있었다.

Keywords: Surface Roughness, Zinc Electroplating, Additive Mixing Ratio,

1. 한국생산기술연구원, 연구원

2. 한국생산기술연구원, 수석연구원, 선임연구원, 연구원

3. ㈜일성도금, 책임연구원

교신저자: 한국생산기술연구원 수석연구원. E-mail: msjeong@kitech.re.kr

열간 압출 후 공정 조건에 따른 제품 정밀도 평가

이성윤^{1#} · 이인규¹ · 이상곤¹ · 최용진¹ · 박동용¹ · 정명식¹

Evaluation of Product Precision According to Process Conditions Post Extrusion

S. Y. Lee, I. K. Lee, S. K. Lee, Y. J. Choi, D. Y. Park, M. S. Jeong

Abstract

알루미늄 열간 압출품은 단면 형상이 복잡한 구조를 길게 성형 할 수 있어 최근 전기차 배터리케이스 및 배터리 하우징 부품으로 많이 적용되고 있다. 배터리 프로파일의 경우 배터리 셸을 보호하거나 지지하는 역할을 하며 긴 직선형태의 압출품은 로봇 용접을 통해 배터리 하우징 및 배터리 케이스에 접합된다. 로봇 용접으로 제품이 결합됨에 따라 압출품의 높은 진직도 및 평탄도가 요구된다. 열간 압출 공정은 압출 공정은 제품을 성형하는 공정과 이후 강도 및 제품 정밀도 확보를 위한 냉각, 스트레칭, 에이징 공정이 있으며 각각의 공정 조건에 따라 제품의 품질이 달라 진다.

본 연구에서는 열간 압출 공정 이후 냉각, 스트레칭, 에이징 공정조건에 따른 제품의 품질을 평가하였다. 제품의 형상 전기차에 적용되고 있는 사각바 형상으로 형상 및 압출공정 조건은 동일하게 수행 하였으며 각 공정조건에 따라 제품의 진직도를 평가하였다. 진직도는 3차원 접촉식 측정기를 이용하여 1m로 절단된 제품을 1mm 간격으로 4면을 측정하였으며 각공정별 진직도 평가를 통해 공정별 제품에 영향을 분석하였다.

This study has been conducted with the support of the Korea Institute of Industrial Technology as “Digital transfer project of Ppuritechnology master know-how (KITECH IL-23-0003, KITECH UR-23-0043)”

Keywords: Extrusion, Aluminium, Stretching, porthole Extrusion, Coordinate measuring machine

1. 한국생산기술연구원, 스마트제조기술연구그룹
한국생산기술연구원, 스마트제조기술연구그룹, 선임연구원
, E-mail: yunskills@kitech.re.kr

전기차 모터용 중공형 샤프트 제조 공정에 따른 부품 및 원소재 특성 분석

김상현^{1,2} · 성상규¹ · 이영선¹ · 이상용² · 윤은유^{1,#}

Analysis of Parts and Raw Material Properties According to The Hollow Shaft Manufacturing Process for EV Motors

S. H. Kim^{1,2}, S. G. Seong¹, Y. S. Lee¹, S. Y. Lee², E. Y. Yoon^{1,#}

Abstract

탄소배출 저감과 같은 친환경 정책에 따라 전동화 차량의 제조 및 수요가 확대되고 있으며 구동 모터, 배터리 부품의 제조 및 가격 경쟁력이 증가되고 있다. 그 중 전기차의 경우 전력 소량과 주행거리가 중요한 성능이며 고출력과 고효율의 시스템 확보를 위해서는 구동 모터의 무게 저감, 배터리 용량 증가가 필수적이다. 현재 모터용 로터 샤프트는 열간 단조를 통해 제조된 부품을 용접, 고주파 열처리 등 다양한 공법을 적용하여 중공 형태로 가공되고 있으며 무게 저감을 위해 2 피스 용접을 통한 내경 가공 또는 코어와 베어링 형상비를 증가시키는 방법 등을 적용시키고 있다. 하지만 추가 공정에 따른 비용 증가, 기계적 특성이 상이할 수 있으며 모터 구동 효율을 높이기 위해서는 샤프트 제조 공정 및 추가 공법에 따라 달라지는 기계적 특성에 관한 연구가 필요하다.

본 연구에서는 중공형 샤프트 제조에 앞서 원소재의 용접 성능 및 상온 기계적 특성 분석과 고온 기계적 특성으로 도출된 물성 DB를 유한요소해석에 적용시켜 열간단조 시 중공형 샤프트의 성형성을 확인하였다. 또한 열간단조 및 2 피스 용접을 통해 제조된 중공형 샤프트의 미세 조직 및 기계적 특성을 분석하여 최적화된 공정 조건을 제시하고자 하였다.

Keywords: Hot forging, hollow shaft, Welding, Mechanical property, Finite element method 1. Korea Institute of Industrial Technology, Senior Researcher

1. 한국재료연구원

2. 국립안동대학교

교신저자: 한국재료연구원, 책임연구원, Email: eyyoon@kims.re.kr

항복비제어강의 차량용 Ball pin 적용을 위한 냉간단조 공정 해석 및 공정품 경도 예측

김규한^{1,2} · 우영윤¹ · 이영선¹ · 이상용² · 윤은유^{1,#}

Prediction of Process Product and Forging Part Properties for Vehicle Ball Pin Application of Yield-Ratio-Control-Steel

G. H. Kim^{1,2}, Y. Y. Woo¹, Y. S. Lee¹, S. Y. Lee², E. Y. Yoon^{1,#}

Abstract

최근 환경오염에 대한 관심이 높아지며 자동차 부품 생산공정에도 탄소저감을 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 항복비제어강(Yield-Ratio-Control-Steel)은 이단 연속 열처리를 통해 열처리 조건에 따라 초기 미세조직을 변화시켜 기계적 특성을 제어할 수 있으며, 다양한 기계적 특성이 요구되는 차량용 부품에 대해 대응이 가능하다. 또한 항복비제어강은 비조질강의 한 종류로 냉간단조 시 우수한 가공경화 특성을 가지고 있어 Q/T(Quenching & Tempering)과정을 생략하여 부품에 요구되는 기계적 특성을 얻을 수 있으며, 공정 생략에 대한 비용 절감의 효과도 볼 수 있다.

본 연구에서는 항복비제어강 소재의 소성 변형률을 기반한 경도 변화 예측 방법론을 제안하였다. 항복비제어강 봉재를 이용하여 낮은 항복비(항복강도/인장강도)와 높은 가공경화 특성을 발현시키기 위해 이단 연속 열처리를 진행하였다. 이단 연속 열처리 후 항복비제어강을 단축 압축시험을 진행하여 소성 변형에 따른 단면 경도 분포를 분석하였고, 유한요소해석 상용 소프트웨어인 Forge NxT 3.2를 이용하여 단축 압축 시편 단면의 변형률을 분석하였다. 단축 압축 시편 단면의 위치에 따른 경도 실험값과 해석으로 얻어진 변형률의 상관관계를 비선형 회기 모델을 이용하여 분석하였다. 이를 활용하여 차량용 Ball pin 제품의 냉간단조공정 유한요소해석을 진행하였으며, 항복비제어강 적용 시 제품 내부 경도 분포를 예측하였다.

Keywords: Cold forging process, Yield-Ratio-Control-Steel, Non-Normalized Steel, Microstructure control, Ball pin, finite element analysis

1. 한국재료연구원

2. 국립안동대학교

교신저자: 한국재료연구원, 책임연구원, Email: eyyoon@kims.re.kr

유리섬유/폴리프로필렌 평직 복합재료의 압축 성형에 따른 뒤틀림 예측

김규형¹, 조동혁¹, 이주원¹, 김상덕², 신철민², 윤정환^{1,3#}

Prediction of Warpings in Glass Fiber/Polypropylene Plain Woven Composite Subjected to Compression Molding

Gyuhyeong Kim, Donghyuk Cho, Juwon Lee, Sangdeok Kim, Cheolmin Shin, Jeong Whan Yoon

Abstract

복합재료는 우수한 기계적 특성과 경량성으로 인해 다양한 엔지니어링 분야에 적용되고 있다. 최근에는 자동차의 경량화를 위해 유리섬유와 폴리프로필렌(GF/PP)으로 제작한 평직 복합재료로 자동차 배터리 보호 패널 개발을 시도하고 있다. 그러나, GF/PP 압축성형 공정 중 제품에 발생하는 과도한 뒤틀림이 문제가 되고 있다. 본 연구에서는 압축 성형 공정 중 복합재료의 뒤틀림을 예측하는 모델을 개발하고자 한다. 뒤틀림 예측 시 필요한 면 외 물성치인 탄성계수나 전단계수의 획득은 어렵고, 기존의 기계적 방법은 직조 복합재료의 물성치를 계산하는 데 한계가 있다. 이 문제를 해결하기 위해 직조 복합재료에 대해 대표체적요소를 적용한 유한요소 해석을 하였고, analytical 한 해석보다 우수한 예측을 보였다. 대표체적요소를 통해 추정된 GF/PP 복합재료의 물성치를 바탕으로, 열-기계적 커플링을 통한 뒤틀림 예측 모델을 개발하였다. 이 모델을 이용하면 압축성형 공정 뒤틀림 개선에 이용될 것으로 기대된다.

Keywords: Representative Volume Element (RVE), Plain woven, Compression Molding, Thermo-mechanical analysis, Glass fiber/polypropylene (GF/PP),

1. 한국과학기술원 기계공학과

2. 광성기업 선행개발실

3. School of Engineering, Deakin University

교신저자: 한국과학기술원 기계공학과, 교수, E-mail: j.yoon@kaist.ac.kr

금형냉각이 Al-Mn계 알루미늄 합금 납작관의 압출 특성 변화에 미치는 영향

신영철^{1#}, 소태영¹, 임성식¹, 이승철², 강태훈³, 이기안³

Effects of Dies Cooling on the Change of Extrusion Characteristics of Al-Mn Aluminum Alloy Flat Tube

Y. C. Shin, T. Y. So, S. S. Lim, S. C. Lee, T. H. Kang, K. A. Lee

Abstract

In order to increase the extrusion production rate of aluminum, extrusion dies cooling technology using liquid nitrogen has recently attracted a lot of attention. Increasing the extrusion speed increases the temperature of the extrusion dies bearing area and the extrusion profile, which may cause defects on the profile exit surfaces. Extrusion dies cooling technology is to directly inject liquid nitrogen through a cooling channel formed between the die and the backer inside the die-set. The liquid nitrogen removes heat from the die-set, and gaseous nitrogen, at the exit of the channel, covers the extrusion profile of an inert atmosphere reducing the oxidation and the profile temperature. The aim of this study is to evaluate the cooling capacity by applying dies cooling to extrusion of Al-Mn-based aluminum alloy flat tubes, and to investigate the effects of dies cooling on the change in extrusion characteristics of flat tubes. Cooling capacity was confirmed by observing the temperature change of the extrusion profile depending on whether or not dies cooling is applied. To observe changes in extrusion characteristics due to dies cooling, tensile tests are conducted on extrusion profiles and surface observation with measurements of the surface roughness are conducted. In addition, microstructure and precipitate analysis are conducted on the extrusion profile cross section.

Keywords: Dies Cooling, Liquid Nitrogen, Extrusion, Al-Mn Aluminum Alloy, Flat Tube

1. 한국생산기술연구원

2. 대한공조주

3. 인하대학교 신소재공학과

한국생산기술연구원, 금형성형연구부, 수석연구원, E-mail: ycshin@kitech.re.kr

공동 압밀된 열가소성 복합재료 PCM 공정의 단일겹침 접합 시험을 통한 분석

최현석¹, 전용준², 김동언^{2,#}

Analysis of the Prepreg compression molding for co-consolidated thermoplastic composites through single lap shear test

H. S. Choi, Y. J. Jeon, D. E. Kim

Abstract

유인항공기의 개발과 보급에 따라 항공기의 성능향상 및 경량화를 위해 일체형 구조물과 제작공정이 요구된다. 또한 고성능 열가소성 복합재료의 상용화는 향상된 접합성을 통해 일체형 구조와 복잡한 기능의 구현을 가능하게 한다. 복합재료 기반의 항공기 부품은 고온, 고압 환경을 구현하기 위하여 대부분 Autoclave공정으로 제작된다. 그러나 최근 에너지와 비용 절감을 목표로 OoA(Out-of-Autoclave)공정에 관한 관심이 증가하고 있으며 그 중 PCM(Prepreg compression molding)공정이 주목받고 있다. PCM공정은 가열된 금형을 프레스로 가압하기 때문에 공정시간이 짧고 압력전달이 용이하다. 하지만 일체형 부품을 성형하기에는 금형 구조가 복잡해질 수 있다. 따라서 본 연구에서는 PCM공정을 이용해 공동압밀(Co-consolidation)된 일체형 시편의 특성을 coupon 수준에서 분석하였다. 시편은 단일 겹침 접합시험 규격을 따라 제작, 시험하였고 파단면과 겹침부 단면의 파괴검사를 통해 소재 내부의 결함을 정성적으로 분석하였다.

Keywords: Carbon fiber, PEKK, Prepreg Compression Molding, Co-consolidation

1. 고려대학교 기계공학과

2. 한국생산기술연구원 금형성형연구부문

한국생산기술연구원, 금형성형연구부문, 수석연구원 E-mail: kdu0517@kitech.re.kr