

2023년도 한국소성·가공학회 춘계학술대회 및 임시총회 초록집

일 정 : 2023년 5월 18일(목)~19일(금)

장 소 : 강릉 라카이 샌드파인 리조트

주 최 : (사)한국소성·가공학회

후 원 :  강릉시  강릉관광개발공사
Gangneung Tourism Dvlpmnt Corp.

후원사 : 한국재료연구원 금속소재종합솔루션센터
한국재료연구원 파워유닛스마트제조센터
한국재료연구원 재료인공지능·빅데이터연구실
한국생산기술연구원 대구뿌리기술지원센터
한국생산기술연구원 하이테크베어링기술센터
(주)솔루션랩 (주)에프엠케이
(주)엠에프알씨 (주)진합
오토폼엔지니어링코리아 (주)화신
오엠에이콤 유한회사 (주)스페이스솔루션
한국이에스아이(주) (주)씨에이이테크놀러지
(재)경북테크노파크 헬무트 피셔 코리아
한국시뮬레이션기술(주) 엠티디아이(주)
(주)알에스랩 (주)프로솔

제 1 발표회장

2023년 5월 18일(목)

▷▶ 컨벤션센터 라카이볼룸 II

○김영석 교수 정년퇴임 기념세션(1)		좌 장: 손현성 (포스코 기술연구원)
13:00~13:15	기념사 및 인사말	
13:15~13:30	KSTP_2023A_025	심리학적 이산요소법을 이용한 보행자 압사사고에 대한 해석: 밀집도와 힘 계산을 중심으로 박준영*(금오공과대학교), 김태형, 이승우
13:30~13:45	KSTP_2023A_001	전과정 탄소배출량 저감을 위한 자동차 차체 소재 및 공정 분야 연구개발 동향 배문기*(현대자동차), 유창열, 정준영, 손성국, 박찬훈, 김예름, 이보라, 권혁민, 정연일
13:45~14:00	KSTP_2023A_008	적층제조 기술을 이용한 핫스탬핑 부품 전단금형 제조기술 연구 홍명표*(한국생산기술연구원)
14:00~14:15	KSTP_2023A_093	판재 전단 라인의 롤러레벨러를 활용한 강판 내부 잔류응력 최소화 기술과 적용 사례 박기철*(포스코 기술연구원), 남재복
14:15~14:30	KSTP_2023A_028	자율주행 자동차 전동시트용 회전모듈 초고강도 상하부 회전판의 성형기술에 관한 연구 서창희*((재)대구기계부품연구원)
14:30~14:45	Coffee Break	
○김영석 교수 정년퇴임 기념세션(1)		좌 장: 성지현 (한국생산기술연구원)
14:45~15:00	KSTP_2023A_051	공정-미세조직 관계를 고려한 금속판재의 기계적 물성 예측 이명규*(서울대학교), 민경문, 박진흥
15:00~15:15	KSTP_2023A_092	양산라인의 공정이력을 고려한 핫스탬핑 시뮬레이션을 위한 물성평가 연구동향 손현성*(포스코 기술연구원), 지민기, 오경석, 복현호, 김흥기
15:15~15:30	KSTP_2023A_124	다물리(전자기-화학-열-기계 연계)시스템의 비가역적거동에 관한 열역학/수학적 모델링 및 산업적 응용 이은호*(성균관대학교)
15:30~15:45	KSTP_2023A_078	핫프레스포밍 공정 상변태 거동 전산모사 연구 강경필*(㈜솔루션랩), 문희범, 이경훈
15:45~16:00	KSTP_2023A_066	극저온 비원형 신선 공정 중 변형 응력 모드가 CP-Ti 와이어 쌍정 활성화에 미치는 영향 황선광*(한국생산기술연구원), 안지섭, 조아라, 정명식, 이상곤, 문영훈
16:00~16:15	KSTP_2023A_032	전기자동차 ESC용 상시 닫힘 밸브의 영구자석 솔레노이드 밸브 설계 이학선*(㈜성진포머), 김영석

* 16:45~18:05 초청강연

* 18:10~18:30 임시총회 및 시상식

제 2 발표회장

2023년 5월 18일(목)

▷▶ 컨벤션센터 샌드파인룸

○특별세션1 - 신소재 압연롤의 도입과 압연공정기술 및 시뮬레이션 소개		좌 장: 김응기 (BIT 범우연구소)
13:00~13:10	개회사 및 인사말	
13:10~13:25	KSTP_2023A_011	HIP(열간 등방압) 프로세스를 이용한 압연 롤 제조 공정의 해석 메커니즘 김웅*(㈜코나솔 SIM Center)
13:25~13:40	KSTP_2023A_100	VC기반 공구강에서의 V함량에 따른 미세조직 및 물성 변화 박성민*(한국기술연구원), 김대하, 임현태, 박광석, 서보성, 박형기
13:40~13:55	KSTP_2023A_123	가스아토마이징 및 Canning-HIP 공법을 활용한 고품위 압연롤 소재 제조 기술 개발 및 특성 평가 김대하*(㈜코나솔 중앙연구소), 문병호, 김성윤, 이원혁
13:55~14:10	KSTP_2023A_038	봉강압연에서 공정변수의 급속계산을 위한 프로그램 개발 이영석*(중앙대학교), 이동윤, 남규한, 이진환, 위창현, 문홍길
14:10~14:25	Coffee Break	
○특별세션1 - 신소재 압연롤의 도입과 압연공정기술 및 시뮬레이션 소개		좌 장: 이영석 (중앙대학교)
14:25~14:40	KSTP_2023A_014	Single-Roll Angular-Rolling 공정에 의한 다층구배구조 재료 제조 김형섭*(포항공과대학교)
14:40~14:55	KSTP_2023A_101	전기자동차 모터 케이스 비대칭 열간 링 압연공정의 유한요소해석 문호근*(㈜엠에프알씨), 정보근, 조문덕, 정승원, 전만수
14:55~15:10	KSTP_2023A_049	ALE 기법을 이용한 쌍롤 주조 공정의 유한요소해석 윤용석*(㈜솔루션랩), 김용관, 이경훈
15:10~15:25	KSTP_2023A_068	열간 압연 공정 중 워크롤에 발생하는 열기계적 응력의 유한요소해석 박동휘*(서강대학교), 김낙수
15:25~15:40	Coffee Break	
○특별세션1 - 신소재 압연롤의 도입과 압연공정기술 및 시뮬레이션 소개		좌 장: 김영수 (㈜코나솔)
15:40~15:55	KSTP_2023A_016	미스롤 정지시간 감소를 위한 슬리핑 압연 소재 성형에 관한 연구 이광택*(㈜코나솔)
15:55~16:10	KSTP_2023A_012	H-beam 압연 최종패스에서 소재 후단부의 상/하 압하력 변화에 대한 연구 김성기*(중앙대학교), 정현석, 위창현, 문홍길, 서경호, 변상민, 이영석
16:10~16:25	KSTP_2023A_057	고장력강판 압연유의 특성과 관리기술 개발 김응기*(범우연구소), 심우, 소광철, 권구준
16:25~16:40	KSTP_2023A_115	저온 핫 스탬핑 기술의 새로운 개발 및 자동차 B-필러의 직접 핫 스탬핑 사례 연구 김영수*(㈜코나솔), 강윤근, 황금철

제 3 발표회장

2023년 5월 18일(목)

▷▶리셉션동 한송룸

○특별세션2 - 첨단산업용 고청정 소재 자립화 기술개발 심포지엄		좌 장: 이승욱 (세아창원특수강)
13:00~13:05	개회사 및 인사말	
13:05~13:20	KSTP_2023A_064	첨단산업용 고청정 특수봉강 자립화 기술개발사업 소개 김태윤*(한국금속재료연구조합), 이승욱, 이진모, 박만호
13:20~13:35	KSTP_2023A_058	회전계용 고청정 내마모 특수강 및 대형 정밀기어부품(1000mm3000mm) 제조 기술개발 이진모*(태웅), 강영조, 강신곤, 심상철, 김광민, 윤상문, 이채훈
13:35~13:50	KSTP_2023A_154	AI이 첨가된 AISI 4340 Steel의 QT 열처리 중 발생하는 상변태 및 기계적 물성 변화 연구 강신곤*(동아대학교), 김은아, 심상철, 강영조
13:50~14:05	KSTP_2023A_077	반도체용 고청정 소재의 특허 전략 이정준*(특허법인 인큐브), 조우리, 김태윤
14:05~14:20	Coffee Break	
○특별세션2 - 첨단산업용 고청정 소재 자립화 기술개발 심포지엄		좌 장: 김덕령 (세아창원특수강)
14:20~14:35	KSTP_2023A_155	반도체 산업 소재부품 국산화 현황 이근영*(SK하이닉스)
14:35~14:50	KSTP_2023A_108	반도체 산업에 사용되는 Austenite계 316L 무게목 강관 및 봉강 개발 이승욱*(세아창원특수강), 김덕령, 이강희, 강수석, 정세지, 김한규, 김태윤
14:50~15:05	KSTP_2023A_109	유한요소해석을 이용한 열간 튜브 압출 공정의 금형 설계 최병진*(주)FMK, 임형철, 천세환, 최창혁
15:05~15:20	KSTP_2023A_060	반도체 산업용 극청정 특수강 부품개발 및 실증평가기술 개발 박만호*(아스플로)
15:20~15:35	Coffee Break	
○특별세션2 - 첨단산업용 고청정 소재 자립화 기술개발 심포지엄		좌 장: 박만호 (아스플로)
15:35~15:50	KSTP_2023A_156	극청정 SUS316L 소재의 전해연마 공정기술 공만식*(고등기술연구원)
15:50~16:05	KSTP_2023A_037	펠렛 성형 공정에 의한 다공성 금속분말 필터 제조 기술 윤종열*(한국재료연구원), 김민지, 윤수진, 김현주, 박만호
16:05~16:20	KSTP_2023A_031	TIG 용접한 STS316L의 백비드 특성 이현승*(한국항공대학교), 김강산, 한승호, 장시영
16:20~16:40	Open Discussion	반도체 가스 이송용 소재-부품의 개발이슈 협의 - 국산화 소재-부품의 개발 이슈 및 향후 보완 방안 - 국내 반도체 가스이송용 소재-부품-장비 공급망 구축 방안
		질의응답 및 폐회

제 4 발표회장

2023년 5월 18일(목)

▷▶ 리셉션동 호해룸

○일반 발표 - 일반금속가공1		좌 장: 최시훈 (순천대학교)
13:00~13:15	KSTP_2023A_113	선형마찰용접부 Ti-6Al-4v 합금의 잔류응력 및 기계적 특성 분석 이성경*(한국재료연구원), 최현성, 박현일, 석무영, 이동준, 권용남
13:15~13:30	KSTP_2023A_114	AI 합금의 ML-DIC 이미지에 대한 피로균열전파 거동분석 이승환*(한국재료연구원), 최현성, 박현일, 석무영, 이동준, 권용남
13:30~13:45	KSTP_2023A_054	전자빔 용해 공정 미세조직 예측을 위한 LBM-CA 모델 이원주*(한양대학교), 정유형, 장승범, 김성제, 임현교, 이호원, 강성훈, 현용택, 윤종현
13:45~14:00	KSTP_2023A_125	A7xxx 알루미늄합금의 ML-DIC이미지에 대한 후면 결함 분석 신윤우*(한국재료연구원), 최현성, 박현일, 석무영, 이동준, 권용남
14:00~14:15	Coffee Break	
○일반 발표 - 일반금속가공2		좌 장: 이태경 (부산대학교)
14:15~14:30	KSTP_2023A_053	용접 프로세스 중 용접 비드 프로파일 및 용융 풀 형상 측정을 위한 머신 비전 기반 시스템 장승범*(한양대학교), Truong Van Doi, 왕운봉, 주현우, 이원주, 이장욱, 윤종현
14:30~14:45	KSTP_2023A_040	고강도강 경량 상용차 로드휠 개발 권혁선*(포스코)
14:45~15:00	KSTP_2023A_036	초음파 나노표면 개질화 공정이 적층제조 조형체의 기계적 특성에 미치는 영향 김정기*(경상국립대학교), 배동화, 이동준, 아웨즈한 아마노프
15:00~15:15	KSTP_2023A_018	마찰교반처리로 만든 순수 알루미늄/산화 그래핀 복합재의 미세구조 진화 및 기계적 특성 향상 메커니즘 조사 유한결*(한밭대학교), Soumyabrata Basak, Mounarik Mondal, Sam Yaw Anaman, Puspendu Guha, 권덕황, 신은주, 홍성태, 조훈휘
15:15~15:30	Coffee Break	
○특별세션3 - 베어링 부품 단조 및 열처리 기술		좌 장: 송정한 (한국생산기술연구원)
15:30~15:45	KSTP_2023A_052	상변태를 고려한 베어링 궤도부의 열처리 변형해석 이승표*(주)일진글로벌, 이석재, 조균택, 최진규, 김사라
15:45~16:00	KSTP_2023A_070	SUJ2 고온 물성 평가 방법에 따른 링롤링 해석 영향 비교 최유림*(한국생산기술연구원), 김민기, 김호영, 서영호, 김태범, 송정한
16:00~16:15	KSTP_2023A_072	열처리에 따른 LAC 베어링의 화학적 조성과 상변화 오승환*(단국대학교), 이동희, 김우병
16:15~16:30	KSTP_2023A_126	크롬 함량이 합금강의 샷피닝-표면경화에 미치는 영향 최안드레*(한국생산기술연구원), 송수민, 김태범, 송영환, 전재열, 신세은, 조균택

제 5 발표회장

2023년 5월 18일(목)

▷▶ 리셉션동 해운룸

○일반 발표 - 단조1		좌 장: 오영석 (한국재료연구원)
13:00~13:15	KSTP_2023A_138	회전단조 공정에서 압하량에 따른 Inconel 706 합금의 미세조직 형성 거동 조성우*(한국재료연구원), 김효건, 이영선, 윤은유, 이상용, 우영윤
13:15~13:30	KSTP_2023A_129	동적재결정을 고려한 강의 열간형상압연 공정의 유동 시뮬레이션을 위한 실용적 방법 모하마드 카스완디 라자리*(경상국립대학교), 아파프 아메라 빈티 압둘 가위, 정석환, 최정목, 전만수
13:30~13:45	KSTP_2023A_041	열간 단조용 형상 가변형 스마트 금형 시스템 개발 차도진*(두산에너빌리티), 마영화, 임형철, 천세환, 이종욱
13:45~14:00	KSTP_2023A_076	알루미늄 레이저열압 열간단조 공정의 실험적 및 수치적 연구 박정휘*(현대위아), 누르히다야 빈티 압둘 하미드, 변종복, 전만수
14:00~14:15	Coffee Break	
○일반 발표 - 단조2		좌 장: 신영철 (한국생산기술연구원)
14:15~14:30	KSTP_2023A_017	가스터빈용 TiAl 블레이드의 제조기술개발 (Phase 1) 김동권*(한발중공업), 이경훈, 조종래, 정호승
14:30~14:45	KSTP_2023A_104	냉간 압조용 강선의 응력삼축비 의존 성형성 평가 권종혁*(건국대학교), 주호선, 이호원, 이기호, 박성수, 정용균, 김동규
14:45~15:00	KSTP_2023A_098	냉간단조 시뮬레이션에서 내부 요소밀도가 해석결과에 미치는 영향 변종복*(경상국립대학교), 이광희, 전만수
15:00~15:15	KSTP_2023A_097	알루미늄 냉간단조 중 유동 특성에 관한 연구 누르히다야 빈티 압둘 하미드*(경상국립대학교), 최연승, 김광민, 황태민, 전만수
15:15~15:30	KSTP_2023A_039	Fe-Mn-Si-C계 다상 TRIP강의 냉각속도에 따른 미세조직과 인장 특성 변화 연구 정창곤*(포항공과대학교), T.T.T. Trang, 우영윤, 윤은유, 이영선, 허윤욱
15:30~15:45	Coffee Break	
○일반 발표 - 단조3 / 플라스틱 가공 / 금형가공		좌 장: 이은호 (성균관대학교)
15:45~16:00	KSTP_2023A_144	항복비제어강의 초기 미세조직 제어에 따른 기계적 특성 분석 김규한*(한국재료연구원), 우영윤, 이영선, 이상용, 윤은유
16:00~16:15	KSTP_2023A_149	통전 기반 고상접합 효율성 향상을 위한 다공성 계면층의 형상 최적화 최현석*(울산대학교), 도 탄 츠영, 부이 티 뚜안, 추수현, 쯔 민 티엔, 김동규, 홍성태
16:15~16:30	KSTP_2023A_141	플라스틱 미세유체 칩 양산화를 위한 금형 가공/사출 성형 유영은*(한국기계연구원), 권다인, 오재환, 진재호, 윤재성, 김관오, 강도현
16:30~16:45	KSTP_2023A_152	수중 생물 부착 방지를 위한 생체 모방 기반 나노/마이크로 계층 구조 금속 표면 개발 권선목*(연세대학교), 이지현, 이재욱, 강신일

제 6 발표회장

2023년 5월 18일(목)

▷▶ 리셉션동 천연룸

○일반 발표 - 일반금속가공3		좌 장: 유영은 (한국기계연구원)
13:00~13:15	KSTP_2023A_005	초고장력강의 응력경로 변경 효과를 고려한 스프링백 치수 개선 연구 김기정*(현대제철), 윤승채, 정영주, 현주식, 박재명, 정유동
13:15~13:30	KSTP_2023A_009	철강기반 다중소재(멀티메타리얼) 적용 설계를 이용한 전기차용 배터리팩의 경량 설계 정창균*(포스코 기술연구원), 위상권, 공종판, 오흥준
13:30~13:45	KSTP_2023A_090	Cohesive Zone 모델을 이용한 SOFC용 집전체 랜싱 공정 유한요소해석 이상민*(공주대학교), Felix Rickhey, 이사랑, 홍석무
13:45~14:00	Coffee Break	
○일반 발표 - 경량금속		좌 장: 윤은유 (한국재료연구원)
14:00~14:15	KSTP_2023A_002	Heterogeneous 조직이 Ti-6Al-4V 합금의 인장 및 저주기 피로 특성에 미치는 영향 김건형*(포항공과대학교), 이태경, 염종택, 김재혁, 노윤경, 이초룡, 이종수
14:15~14:30	KSTP_2023A_046	Aging hardening and precipitation characteristics of extruded AZ91-0.3Ca-0.2Y Alloy 김현지*(경북대학교), 김영민, 배준호, 윤종현, 박성혁
14:30~14:45	KSTP_2023A_102	Mg-10Gd 압출재의 불균일 집합조직을 고려한 다결정 유한요소해석 이재성*(창원대학교), Dirk Steglich, 정영웅
14:45~15:00	KSTP_2023A_143	표면강소성 공정을 통한 내부 잔류응력이 피로 균열 성장 거동에 미치는 영향 고찰 홍종화*(한국재료연구원), 박현일, 석무영, 최현성, 권용남, 이동준
15:00~15:15	Coffee Break	
○일반 발표 - 압연/ 압출 및 인발		좌 장: 박성혁 (경북대학교)
15:15~15:30	KSTP_2023A_082	전산해석을 이용한 냉연 SPM 폭 방향 연시율 변화에 대한 연구 심은영*(현대제철), 선정안, 한학수
15:30~15:45	KSTP_2023A_153	Beta 열처리된 Ti-6Al-4V 티타늄 합금의 미세구조 및 물성 연구 이현석*(포항산업과학연구원), 최미선
15:45~16:00	KSTP_2023A_048	SS400 강의 열간 변형 거동 및 유한 요소 모델링을 이용한 압출재의 공정 파라미터 최적화 박정현*(인하대학교), 강태훈, 배성환, 최선묵, 신영철, 최호준, 이기안
16:00~16:15	KSTP_2023A_056	고온 압출 공정으로 제조된 Al3102 (Al-Mn)계 합금 납작판의 미세조직, 부식 및 기계적 특성 황원구*(인하대학교), 강태훈, 최호준, 신영철, 이승철, 이기안
16:15~16:30	KSTP_2023A_139	인발 공정 변수에 따른 알루미늄 인발 봉재 잔류응력 분포에 관한 연구 배성준*(한국재료연구원), 김정훈, 광경민, 최원영, 이광석

제 1 발표회장

2023년 5월 19일(금)

▷▶ 컨벤션센터 샌드파인룸

○김영석 교수 정년퇴임 기념세션(2)		좌 장: 서창희 (대구기계부품연구원)
9:00~9:15	KSTP_2023A_030	금속적층제조 분야 디지털 전환을 위한 가상 적층제조기술 연구 성지현*(한국생산기술연구원), 이재욱, 김건우, 김우성, 김다혜
9:15~9:30	KSTP_2023A_099	Ti-6Al-4V 합금의 온도 보상된 유동특성 지수민*(경상국립대학교), 모하마드 카스완디 라자리, 최정목, 전만수
9:30~9:45	KSTP_2023A_080	디지털 트윈을 위한 연계 해석과 광학 측정 장비 활용 김상훈*(㈜화신 선행연구팀), 도두이통, 박종규, 김영석
9:45~10:00	KSTP_2023A_010	IET 방법을 활용한 온도 변화에 따른 재료의 미시적 거동 평가 김유석*(수원대학교 그린카시뮬레이션연구원), 류호철, 김영범, 정영교
10:00~10:15	KSTP_2023A_029	인공신경망 및 앙상블 학습에 의한 중대형 후판의 곡률 성형 예측 오상균*((재)대구기계부품연구원), 전효원, 서창희, 권태하, 이상익
10:15~10:30	Coffee Break	
○일반 발표 - 박판성형3		좌 장: 홍석무 (국립공주대학교)
10:30~10:45	KSTP_2023A_116	집합조직 활용 성형한계도 예측 합성곱 신경망 모델 개발 이한준*(한국재료연구원), 김동규, 김지훈, 이호원
10:45~11:00	KSTP_2023A_119	이동식 하중 지지 스테이지를 이용한 점진성형 공정 윤형원*(한국생산기술연구원), 박남수
11:00~11:15	KSTP_2023A_130	Industry 4.0의 완성도 지표를 통해 본 프레스 스탬핑 산업의 디지털 전환 노력과 과제 이찬호*(오토폴리엔지니어링코리아㈜)
11:15~11:30	KSTP_2023A_135	비관련 유동법칙-방향경화 초탄소성 물성모델 정식화 이홍우*(포스코 기술연구원)
11:30~11:45	KSTP_2023A_147	건식 박판 금속 성형을 위한 휘발성 윤활제 분사 특성 김진철*(울산대학교), 채려홍, 경미영, 차승비, 김동, 홍성태
11:45~12:00	KSTP_2023A_159	Zn-Al-Mg 합금의 압출 공정 시 미세조직 변화에 대한 연구 서위걸*(순천대학교), 양동주, 최시훈

제 2 발표회장

2023년 5월 19일(금)

▷▶ 리셉션동 호해룸

○일반 발표 - 일반금속가공4		좌 장: 정영웅 (창원대학교)
9:00~9:15	KSTP_2023A_055	초고장력강 버링성 향상을 위한 2-Step 피어싱 기술 개발 박영철*(현대제철), 임기학, 김지영, 진병극, 윤승채, 현주식, 김상훈
9:15~9:30	KSTP_2023A_071	타이타늄의 고상변태에 미치는 전류의 비열적 효과 연구 최호욱*(서울대학교), 홍성태, 한흥남
9:30~9:45	KSTP_2023A_086	성형파편 관통성능 확인 시험 방법과 소재별 관통 특성 장민기*(풍산), 이재근, 박대영, 김주영, 서송원
9:45~10:00	KSTP_2023A_084	유한요소 해석용 탄-소성 및 파단 물성 결정 자동화 프로그램 개발 심규장*(서울대학교), 홍서준, 김찬양, 김현기, 홍승현, 이명규
10:00~10:15	KSTP_2023A_111	머신러닝을 적용한 폭발 환경에서의 파편 속도 분포 예측 노동환*(한국과학기술원), Piemaan Fazily, 서송원, 이재근, 서승재, 윤정환
10:15~10:30	Coffee Break	
○일반 발표 - 일반금속가공5		좌 장: 권용남 (한국재료연구원)
10:30~10:45	KSTP_2023A_067	전해연마 중 발생하는 불안정 오스테나이트계 스테인리스강의 마르텐사이트 변태 분석 채준영*(서울대학교), 권호준, 정찬우, 이시환, 조형준, 김성준, 한흥남
10:45~11:00	KSTP_2023A_073	Fe-Mn-Al-C 오스테나이트계 경량철강의 통전고상접합을 통한 경사기능재료 개발 이시환*(서울대학교), 문준오, 김황선, 조영환, 이호형, 정경재, 김이재, 최호욱, 서동우, 한흥남
11:00~11:15	KSTP_2023A_103	잔류응력 기반 Hole Expansion 공정 최적화 및 피로 균열 성장에 대한 잔류응력 영향 분석 백민재*(한국재료연구원), 최현성, 석무영, 권용남, 박현일, 이동준
11:15~11:30	KSTP_2023A_112	리튬 이온 배터리 파우치 필름의 소성 모델링 및 성형성 평가 장택진*(한국과학기술원), 사공철, 백주환, 김기수, 오정수, 백정규, 윤정환
11:30~11:45	KSTP_2023A_157	미세조직과 집합조직이 AA5083 알루미늄 합금의 헤밍성에 미치는 영향 프리탐*(순천대학교), Lalit Kasushik, 최시훈
11:45~12:00	KSTP_2023A_158	Effect of welding current on the microstructural evolution and lap shear performance of resistance spot-welded 340BH steel 사우라프 프라빈 파와르*(순천대학교), 박기성, 최시훈, Abhiesk Kumar

제 3 발표회장

2023년 5월 19일(금)

▷▶리셉션동 해운룸

○일반 발표 - 박판성형1		좌 장: 김대용 (전남대학교)
09:00~09:15	KSTP_2023A_013	탄소중립을 위한 차체 재료 및 가공기술 연구 김태정*(현대자동차), 김경보, 박상천, 서장호
09:15~09:30	KSTP_2023A_015	가변마찰적용 자동차 외판재 성형해석기술 김지영*(현대제철), 진병극, 윤승채, 현주식, 이명규
09:30~09:45	KSTP_2023A_027	DP980 판재의 변형 경로 의존성과 탄점소성 다결정 모델 해석 전보혜*(창원대학교), 이신영, 이재성, 정영웅
09:45~10:00	KSTP_2023A_003	고강도 차체 구현을 위한 이미지 기반의 핫스탬핑 성능 예측 기술 윤승채*(현대제철), 공제열, 박재명, 박계정, 현주식, 정유동
10:00~10:15	KSTP_2023A_004	데이터 기반의 핫스탬핑 수소취성 예측 연구 윤승채*(현대제철), 공제열, 김기정, 김혜진, 현주식, 정유동
10:15~10:30	Coffee Break	
○일반 발표 - 박판성형2		좌 장: 김민기 (한국생산기술연구원)
10:30~10:45	KSTP_2023A_033	초고강도강재를 사용한 물포밍 공정의 비등방성 경화 모델 수치해석 정규철*(한양대학교), 정유형, 주현우, 김근호, 윤종현
10:45~11:00	KSTP_2023A_043	Fex(CoNi)90-xCr10 철계 중엔트로피 합금의 이축신장성과 극저온 환경에서의 신뢰성 최연택*(포항공과대학교), 김래언, 권지혜, 이도원, 김형섭, 배재웅
11:00~11:15	KSTP_2023A_075	수치해석을 이용한 Front Strut 제품 Main Plate의 고강도 알루미늄 판재의 다단성형 공정 설계 이지호*(한국생산기술연구원), 송정한, 김봉환, 김보익, 허민철, 박시우, 배기현
11:15~11:30	KSTP_2023A_083	Siamese deep neural network를 활용한 딥드로잉 품질 예측 장인제*(한국생산기술연구원), 송정한, 이종섭, 박남수, 이상아, 남성우, 배기현
11:30~11:45	KSTP_2023A_110	마찰교반점용접된 알루미늄 합금 6061 판재의 물성예측 조덕상*(부산대학교), 김종현, 카할 파르비즈, 김지훈

제 4 발표회장 - 포스터발표 I

2023년 5월 19일(금) 9:20~11:00

▷▶ 컨벤션센터 라카이볼룸 II

○포스터 발표		좌 장: 김정기 (경상국립대학교) ※ 포스터 사이즈: 가로 90cm X 세로 130cm
P01	KSTP_2023A_006	다구찌 기법을 이용한 차량용 단자 압착 형상 최적화 신경호*(주식회사 경신)
P02	KSTP_2023A_007	DED 공정을 이용한 부품보수시 결함 발생이 잔류 응력 특성에 미치는 영향 분석 안동규*(조선대학교), 임성훈, 이광규
P03	KSTP_2023A_019	인공지능을 활용한 압연 생산품 표면 품질 검사 김진구*(주)씨에이이테크놀로지), 곽호택
P04	KSTP_2023A_020	QForm Direct를 활용한 예비성형공정 금형 자동 설계 김진구*(주)씨에이이테크놀로지), 곽호택
P05	KSTP_2023A_021	냉간 성형공법 적용 친환경차용 1.5GPa급 Side Sill Inner 부품 개발 이정흠*(대우공업(주)), 김대인, 김종윤, 박초롱, 남성우
P06	KSTP_2023A_022	LNG 선박용 멤브레인 성형해석 신뢰성 향상 연구 이정흠*(대우공업(주)), 남성우, 김대인, 김종윤, 박초롱
P07	KSTP_2023A_023	충돌해석을 이용한 알루미늄 배터리팩 연구 이정흠*(대우공업(주)), 남성우, 김종윤, 박초롱, 김대인
P08	KSTP_2023A_026	발전 가스터빈용 TiAl 블레이드의 열간단조 공정해석 조종래*(한국해양대학교), 정호승, 이경훈, 김동권
P09	KSTP_2023A_034	3D프린팅을 통한 경량기어 제조를 위한 유한요소해석 기반 위상최적화 연구 문인용*(한국생산기술연구원)
P10	KSTP_2023A_042	금형 설계 인자에 따른 전단가공 특성 평가 송재선*((재)대구기계부품연구원), 윤국태, 전강국, 박춘달
P11	KSTP_2023A_044	연속봉강압연에서 소재의 변형거동을 빠르게 예측하기 위한 전처리 및 후처리 알고리즘 개발 남규한*(중앙대학교), 이동윤, 이진환, 위창현, 문홍길, 이영석
P12	KSTP_2023A_045	마찰계수 변화에 따른 파이프의 내/외부 표면 변형률 변화 정원태*(중앙대학교), 최해창, 이영석
P13	KSTP_2023A_047	Effect of deformation direction on aging behavior of pre-deformed Mg-8Al-0.5Zn-0.2Mn alloy 김현지*(경북대학교), 박성혁
P14	KSTP_2023A_050	고상 접합된 이중 스테인리스강의 응력-부식 거동에 관한 연구 아나만 샘 야오*(한밭대학교), Shengwei Zhang, 홍성태, 김재국, 이종숙, 조훈휘
P15	KSTP_2023A_059	냉간 인발유 특성개선 및 성능평가 연구 남궁정*(포항산업과학연구원), 강희수, 임광혁, 박재현
P16	KSTP_2023A_062	하모닉 감속기용 소재의 Shot-peening 표면처리 공정조건에 따른 잔류응력층 및 기계적특성 변화 김범준*(경상국립대학교), 정영훈, 김정기

제 4 발표회장 - 포스터발표 II

2023년 5월 19일(금) 9:20~11:00

▷▶ 컨벤션센터 라카이볼룸 II

○포스터 발표		좌 장: 이상곤 (한국생산기술연구원) ※ 포스터 사이즈: 가로 90cm X 세로 130cm
P17	KSTP_2023A_063	반도체 산업의 공압식 밸브의 내구성 평가 후 전후 구동부에 관한 고찰 한덕현*(고등기술연구원), 양현석, 정향철, 정우철, 공만식
P18	KSTP_2023A_065	L-PBF 공정으로 제조된 Fe-Cr-Ni-Mn계 합금의 상온 및 극저온(77 K) 기계적 특성 박준영*(경상국립대학교), 김범준, 김정기
P19	KSTP_2023A_069	스마트 피막 소재를 적용한 너트-파이프 자동다단냉간단조 공정의 유한요소해석 정승원*(㈜엠에프알씨), 엄재근, 김호동, 전만수
P20	KSTP_2023A_074	고강도 궤도를 베어링 부품 판단조 공정의 탄소성 유한요소해석 박기근*(㈜태진다이텍), 이재성, 장성민, 전만수
P21	KSTP_2023A_079	오스테나이트계 고질소 스테인리스강의 인장 거동과 변형 집합조직에 미치는 변형 속도의 영향 김동욱*(영남대학교), 강지현
P22	KSTP_2023A_087	핫스탬핑 패치워크 성형크랙 예측 해석기법 연구 정영주*(현대제철), 김기정, 현주식, 정유동
P23	KSTP_2023A_088	블로우 성형해석에서 차수감소모델을 이용한 프리폼 온도 및 제품 두께 예측에 관한 연구 정의철*(한국생산기술연구원), 권창오, 홍석관
P24	KSTP_2023A_089	980MPa급 냉연 초고강도강 적용 리어 크로스멤버 형상 설계 변수 최적화 연구 김준영*(㈜화신 기술연구소), 김상훈, 최돈현, 손경주, 홍석무
P25	KSTP_2023A_091	역구배 치형을 가지는 모노블럭의 냉간단조 공정 설계에 관한 연구 이인규*(한국생산기술연구원), 이상곤, 이성윤, 조아라, 정명식, 박동용, 김경률
P26	KSTP_2023A_094	성형한계 및 한계드로잉비 시험을 통한 AI5083 판재의 온간 성형성 평가 전강국*((재)대구기계부품연구원), 윤국태, 박춘달, 송재선
P27	KSTP_2023A_105	팅스텐 및 고강도강의 극초음속 충돌거동에 대한 연구 윤태건*(풍산), 고원기, 서송원
P28	KSTP_2023A_106	전산해석을 이용한 후판 엿저 압연에 따른 크롭양 비교 이유성*(현대제철주식회사), 이성철, 한학수
P29	KSTP_2023A_107	CNT가 첨가된 Fe-2Ni 의 미세조직과 인장 물성 오정무*(영남대학교), 유현지, 김동우, 여환균, 강지현
P30	KSTP_2023A_118	이주속 압연을 통해 제조된 Fe계 바이메탈의 압연 패스 스케줄에 따른 영향 및 특성 평가 조우빈*(한국생산기술연구원), 유효상, 전재열
P31	KSTP_2023A_120	변형률속도를 고려한 금속재료의 국부 재료물성 평가 채유진*(한국생산기술연구원), 김민기
P32	KSTP_2023A_121	전기화학적 방법에 의해 수소 장입된 Ti 합금의 미세조직 및 기계적 거동 분석 이효주*(한밭대학교), 아나만 샘, 최정목, 박이주, 이근호, 박준식, 조훈휘

제 4 발표회장 - 포스터발표 III

2023년 5월 19일(금) 9:20~11:00

▷▶ 컨벤션센터 라카이볼룸 II

○포스터 발표		좌 장: 김정기 (경상국립대학교) ※ 포스터 사이즈: 가로 90cm X 세로 130cm
P33	KSTP_2023A_122	1.6 wt% C 고탄소강의 초기가열 온도에 따른 고온 변형 거동 및 미세조직 변화 안유정*(한국생산기술연구원), 유효상, 신세은, 전재열
P34	KSTP_2023A_127	단축 인장 변형 중 불균일 변형률 장에 대한 변형률속도 효과 정유진*(한국생산기술연구원), 송정환, 김민기
P35	KSTP_2023A_128	Acceleration of aging behavior and improvement of mechanical properties of extruded AZ80 alloy through {10-12} twinning 김현지*(경북대학교), 김예진, 이종언, 박성혁
P36	KSTP_2023A_131	Prestrain이 유황 쾌삭강의 절삭 특성과 기계적 물성에 미치는 영향 김종범*(서울대학교), 안형호, 배재민, 손동민, 오규환, 강전연, 한흥남
P37	KSTP_2023A_132	유한요소해석을 활용한 3000계 알루미늄 합금의 마찰교반용접 변수에 관한 연구 최국진*(서울대학교), 명동준, 이명규
P38	KSTP_2023A_133	냉각 금형과 슬라이딩 금형을 이용한 알루미늄 파이프 요크 단조공정에 관한 연구 이상곤*(한국생산기술연구원), 이인규, 이성운, 정명식, 박동용, 황선광, 박재욱, 황원석
P39	KSTP_2023A_134	유한요소해석을 이용한 알루미늄 합금의 온도별 압출 출구 온도 예측 구진모*(서울대학교), 민경문, 이명규
P40	KSTP_2023A_136	편치 형상에 따른 소재 접촉면의 응력 저감을 위한 후방압출 공정 설계 성상규*(한국재료연구원), 우영운, 이영선, 윤은유
P41	KSTP_2023A_137	금속 증착에 의한 전도성 고분자 멤브레인 제작 및 대전된 나노 입자의 여과 박지효*(한국기계연구원), 강도현, 윤재성, 유영은, 한흥남, 김관오
P42	KSTP_2023A_140	미세유로구조 플라스틱 성형을 위한 고경도 소재 가공기술 개발 및 가공특성 평가 곽은지*(한국기계연구원), 한준세, 제태진, 최두선
P43	KSTP_2023A_142	자동차 스프링용 선재 피로균열진전 특성에 관한 연구 최용준*(한국자동차연구원), 김동욱, 이용욱, 신정규, 서지혜, 강형석
P44	KSTP_2023A_145	강화유리섬유 PC 표면의 3D 레이저 마이크로 패터닝 기술 장웅기*(강원대학교), 서영호, 김병희
P45	KSTP_2023A_146	기체 막 분리 효율향상을 위한 초박형 PDMS-AAO 복합분리막 제작 황인태*(강원대학교), 이상우, 김범수, 김병희, 차예나, 서영호
P46	KSTP_2023A_148	냉간단조용 선재에 적용되는 윤활제 마찰특성 평가방법 개발 문지훈*(한국재료연구원), 이영선, 윤은유, 이상용, 우영운
P47	KSTP_2023A_150	레이저 용접된 이상강의 미세조직 및 기계적 특성에 통전 열처리가 미치는 영향 김지영*(한밭대학교), Sam Yaw Anaman, 유한결, Soumyabrata Basak, 홍성태, 조훈휘
P48	KSTP_2023A_151	순알루미늄의 순도가 강소성 변형 거동에 미치는 영향 신영철*(한국생산기술연구원), 하성호

목 차

1. 기념세션 (제 1 발표회장)

○ 김영석 교수 정년퇴임 기념세션(1)

- 심리학적 이산요소법을 이용한 보행자 압사사고에 대한 해석: 밀집도와 힘 계산을 중심으로
..... 박준영*(금오공과대학교), 김태형, 이승우 / 24
- 전과정 탄소배출량 저감을 위한 자동차 차체 소재 및 공정 분야 연구개발 동향
..... 배문기*(현대자동차), 유창열, 정준영, 손성국, 박찬훈, 김예름, 이보라, 권혁민, 정연일 / 25
- 적층제조 기술을 이용한 핫스탬핑 부품 전단금형 제조기술 연구
..... 홍명표*(한국생산기술연구원) / 26
- 판재 전단 라인의 롤러레벨러를 활용한 강판 내부 잔류응력 최소화 기술과 적용 사례
..... 박기철*(포스코 기술연구원), 남재복 / 27
- 자율주행 자동차 전동시트용 회전모듈 초고강도 상하부 회전판의 성형기술에 관한 연구
..... 서창희*((재)대구기계부품연구원) / 28
- 공정-미세조직 관계를 고려한 금속판재의 기계적 물성 예측
..... 이명규*(서울대학교), 민경문, 박진홍 / 29
- 양산라인의 공정이력을 고려한 핫스탬핑 시뮬레이션을 위한 물성평가 연구동향
..... 손현성*(포스코 기술연구원), 지만기, 오경석, 복현호, 김홍기 / 30
- 다물리(전자기-화학-열-기계 연계)시스템의 비가역적거동에 관한 열역학/수학적 모델링 및 산업적 응용
..... 이은호*(성균관대학교) / 31
- 핫프레스포밍 공정 상변태 거동 전산모사 연구
..... 강경필*(㈜솔루션랩), 문희범, 이경훈 / 32
- 극저온 비원형 신선 공정 중 변형 응력 모드가 CP-Ti 와이어 쌍정 활성화에 미치는 영향
..... 황선광*(한국생산기술연구원), 안지섭, 조아라, 정명식, 이상곤, 문영훈 / 33
- 전기자동차 ESC용 상시 닫힘 밸브의 영구자석 솔레노이드 밸브 설계
..... 이학선*(㈜성진포머), 김영석 / 34

2. 특별세션 1 (제 2 발표회장)

○ 신소재 압연롤의 도입과 압연공정기술 및 시뮬레이션 소개

- HIP(열간 등방압) 프로세스를 이용한 압연 롤 제조 공정의 해석 메커니즘
..... 김웅*(㈜코나솔 SIM Center) / 36
- VC기반 공구강에서의 V함량에 따른 미세조직 및 물성 변화
..... 박성민*(한국기술연구원), 김대하, 임현태, 박광석, 서보성, 박형기 / 38
- 가스아토마이징 및 Canning-HIP 공법을 활용한 고품위 압연롤 소재 제조 기술 개발 및 특성 평가
..... 김대하*(㈜코나솔 중앙연구소), 문병호, 김성윤, 이원혁 / 39
- 봉강압연에서 공정변수의 급속계산을 위한 프로그램 개발
..... 이영석*(중앙대학교), 이동윤, 남규한, 이진환, 위창현, 문홍길 / 40

- Single-Roll Angular-Rolling 공정에 의한 다층구배구조 재료 제조
..... 김형섭*(포항공과대학교) / 42
- 전기자동차 모터 케이스 비대칭 열간 링 압연공정의 유한요소해석
..... 문호근*(주엠에프알씨), 정보근, 조문덕, 정승원, 전만수 / 43
- ALE 기법을 이용한 쌍률 주조 공정의 유한요소해석
..... 윤용석*(주솔루션랩), 김용관, 이경훈 / 44
- 열간 압연 공정 중 워크롤에 발생하는 열기계적 응력의 유한요소해석
..... 박동휘*(서강대학교), 김낙수 / 45
- 미스틀 정지시간 감소를 위한 슬리팅 압연 소재 성형에 관한 연구
..... 이광택*(주코나솔) / 46
- H-beam 압연 최종패스에서 소재 후단부의 상/하 압하력 변화에 대한 연구
..... 김성기*(중앙대학교), 정현석, 위창현, 문홍길, 서경호, 변상민, 이영석 / 48
- 고장력강판 압연유의 특성과 관리기술 개발
..... 김웅기*(범우연구소), 심우, 소광철, 권구준 / 50
- 저온 핫 스탬핑 기술의 새로운 개발 및 자동차 B-필러의 직접 핫 스탬핑 사례 연구
..... 김영수*(주코나솔), 강윤근, 황금철 / 51

3. 특별세션 2 (제 3 발표회장)

○ 첨단산업용 고청정 소재 자립화 기술개발 심포지엄

- 반도체용 고청정 소재의 특허 전략
..... 이정준*(특허법인 인큐브), 조우리, 김태윤 / 53
- 펠렛 성형 공정에 의한 다공성 금속분말 필터 제조 기술
..... 윤중열*(한국재료연구원), 김민지, 윤수진, 김현주, 박만호 / 54
- TIG 용접한 STS316L의 백비드 특성
..... 이현승*(한국항공대학교), 김강산, 한승호, 장시영 / 55

4. 일반 논문 발표 / 특별세션 3 (제 4 발표회장)

○ 일반금속가공 1, 2

- 선형마찰용접부 Ti-6Al-4v 합금의 잔류응력 및 기계적 특성 분석
..... 이성경*(한국재료연구원), 최현성, 박현일, 석무영, 이동준, 권용남 / 57
- Al 합금의 ML-DIC 이미지에 대한 피로균열전파 거동분석
..... 이승환*(한국재료연구원), 최현성, 박현일, 석무영, 이동준, 권용남 / 58
- 전자빔 용해 공정 미세조직 예측을 위한 LBM-CA 모델
..... 이원주*(한양대학교), 정유형, 장승범, 김성제, 임현교, 이호원, 강성훈, 현용택, 윤종현 / 59
- A7xxx 알루미늄합금의 ML-DIC이미지에 대한 후면 결함 분석
..... 신윤우*(한국재료연구원), 최현성, 박현일, 석무영, 이동준, 권용남 / 60

- 용접 프로세스 중 용접 비드 프로파일 및 용융 풀 형상 측정을 위한 머신 비전 기반 시스템
.....장승범*(한양대학교), Truong Van Doi, 왕운봉, 주현우, 이원주, 이장욱, 윤종현 / 61
- 고강도강 경량 상용차 로드휠 개발
.....권혁선*(포스코) / 62
- 초음파 나노표면 개질화 공정이 적층제조 조형체의 기계적 특성에 미치는 영향
.....김정기*(경상국립대학교), 배동화, 이동준, 아웨즈한 아마노프 / 63
- 마찰교반처리로 만든 순수 알루미늄/산화 그래핀 복합재의 미세구조 진화 및 기계적 특성 향상 메커니즘 조사
.....유한결*(한밭대학교), Soumyabrata Basak, Mounarik Mondal, Sam Yaw Anaman, Puspendu Guha, 권덕황, 신은주, 홍성태, 조훈휘 / 64

○ 베어링 부품 단조 및 열처리 기술

- 상변태를 고려한 베어링 레도부의 열처리 변형해석
.....이승표*(주일진글로벌), 이석재, 조균택, 최진규, 김사라 / 65
- SUJ2 고온 물성 평가 방법에 따른 링롤링 해석 영향 비교
.....최유림*(한국생산기술연구원), 김민기, 김호영, 서영호, 김태범, 송정환 / 66
- 크롬 함량이 합금강의 샷피닝-표면경화에 미치는 영향
.....최안드레*(한국생산기술연구원), 송수민, 김태범, 송영환, 전재열, 신세은, 조균택 / 67

5. 일반 논문 발표 (제 5 발표회장)

○ 단 조

- 회전단조 공정에서 압하량에 따른 Inconel 706 합금의 미세조직 형성 거동
.....조성우*(한국재료연구원), 김효진, 이영선, 윤은유, 이상용, 우영윤 / 69
- 동적재결정을 고려한 강의 열간형상압연 공정의 유동 시뮬레이션을 위한 실용적 방법
.....모하마드 카스완디 라자리*(경상국립대학교), 아파프 아메라 빈티 압둘 가위, 정석환, 최정묵, 전만수 / 70
- 열간 단조용 형상 가변형 스마트 금형 시스템 개발
.....차도진*(두산에너지빌리티), 마영화, 임형철, 천세환, 이종욱 / 72
- 알루미늄 레이터럴압 열간단조 공정의 실험적 및 수치적 연구
.....박정휘*(현대위아), 누르히다야 빈티 압둘 하미드, 변종복, 전만수 / 73
- 가스터빈용 TiAl 블레이드의 제조기술개발 (Phase 1)
.....김동권*(한밭중공업), 이경훈, 조종래, 정호승 / 75
- 냉간 압조용 강선의 응력삼축비 의존 성형성 평가
.....권종혁*(건국대학교), 주호선, 이호원, 이기호, 박성수, 정용균, 김동규 / 77
- 냉간단조 시뮬레이션에서 내부 요소밀도가 해석결과에 미치는 영향
.....변종복*(경상국립대학교), 이광희, 전만수 / 78
- 알루미늄 냉간단조 중 유동 특성에 관한 연구
.....누르히다야 빈티 압둘 하미드*(경상국립대학교), 최연승, 김광민, 황태민, 전만수 / 80

- 항복비제어강의 초기 미세조직 제어에 따른 기계적 특성 분석
..... 김규한*(한국재료연구원), 우영윤, 이영선, 이상용, 윤은유 / 82
- 통전 기반 고상접합 효율성 향상을 위한 다공성 계면층의 형상 최적화
..... 최현석*(울산대학교), 도 탄 즈영, 부이 티 뚜안, 추수현, 쩌 민 티엔, 김동규, 홍성태 / 83

○ 플라스틱 가공

- 플라스틱 미세유체 칩 양산화를 위한 금형 가공/사출 성형
..... 유영은*(한국기계연구원), 권다인, 오재환, 진재호, 윤재성, 김관오, 강도현 / 84

○ 금형가공

- 수중 생물 부착 방지를 위한 생체 모방 기반 나노/마이크로 계층 구조 금속 표면 개발
..... 권선목*(연세대학교), 이지현, 이재욱, 강신일 / 85

6. 일반 논문 발표 (제 6 발표회장)

○ 일반금속가공 3

- 초고장력강의 응력경로 변경 효과를 고려한 스프링백 치수 개선 연구
..... 김기정*(현대제철), 윤승채, 정영주, 현주식, 박재명, 정유동 / 87
- 철강기반 다중소재(멀티머티리얼) 적용 설계를 이용한 전기차용 배터리팩의 경량 설계
..... 정창균*(포스코 기술연구원), 위상권, 공종판, 오홍준 / 88
- Cohesive Zone 모델을 이용한 SOFC용 집전체 랜싱 공정 유한요소해석
..... 이상민*(공주대학교), Felix Rickhey, 이사람, 홍석무 / 89

○ 경량금속

- Heterogeneous 조직이 Ti-6Al-4V 합금의 인장 및 저주기 피로 특성에 미치는 영향
..... 김건형*(포항공과대학교), 이태경, 엄종택, 김재혁, 노윤경, 이초롱, 이종수 / 90
- Aging hardening and precipitation characteristics of extruded AZ91-0.3Ca-0.2Y Alloy
..... 김현지*(경북대학교), 김영민, 배준호, 윤종현, 박성혁 / 91
- Mg-10Gd 압출재의 불균일 집합조직을 고려한 다결정 유한요소해석
..... 이재성*(창원대학교), Dirk Steglich, 정영웅 / 92
- 표면강소성 공정을 통한 내부 잔류응력이 피로 균열 성장 거동에 미치는 영향 고찰
..... 홍종화*(한국재료연구원), 박현일, 석무영, 최현성, 권용남, 이동준 / 93

○ 압연

- 전산해석을 이용한 냉연 SPM 폭 방향 연시율 변화에 대한 연구
..... 심은영*(현대제철), 선정안, 한학수 / 94

○ 압출 및 인발

- SS400 강 of 열간 변형 거동 및 유한 요소 모델링을 이용한 압출재의 공정 파라미터 최적화
..... 박정현*(인하대학교), 강태훈, 배성환, 최선목, 신영철, 최호준, 이기안 / 95

- 고온 압출 공정으로 제조된 Al3102 (Al-Mn)계 합금 납작판의 미세조직, 부식 및 기계적 특성
.....황원구*(인하대학교), 강태훈, 최호준, 신영철, 이승철, 이기안 / 97
- 인발 공정 변수에 따른 알루미늄 인발 봉재 잔류응력 분포에 관한 연구
.....배성준*(한국재료연구원), 김정훈, 광경민, 최원영, 이광석 / 99

7. 기념세션 / 일반 논문 발표 (제 1 발표회장)

○ 김영석 교수 정년퇴임 기념세션(2)

- 금속적층제조 분야 디지털 전환을 위한 가상 적층제조기술 연구
.....성지현*(한국생산기술연구원), 이재욱, 김건우, 김우성, 김다혜 / 101
- Ti-6Al-4V 합금의 온도 보상된 유동특성
.....지수민*(경상국립대학교), 모하마드 카스완디 라자리, 최정묵, 전만수 / 102
- 디지털 트윈을 위한 연계 해석과 광학 측정 장비 활용
.....김상훈*(㈜화신 선행연구팀), 도두이통, 박종규, 김영석 / 103
- IET 방법을 활용한 온도 변화에 따른 재료의 미시적 거동 평가
.....김유석*(수원대학교 그린카시험연구원), 류호철, 김영범, 정영교 / 104
- 인공신경망 및 앙상블 학습에 의한 중대형 후판의 곡률 성형 예측
.....오상균*((재)대구기계부품연구원), 전효원, 서창희, 권태하, 이상익 / 105

○ 박판성형 3

- 집합조직 활용 성형한계도 예측 합성곱 신경망 모델 개발
.....이한준*(한국재료연구원), 김동규, 김지훈, 이호원 / 106
- 이동식 하중 지지 스테이지를 이용한 점진성형 공정
.....윤형원*(한국생산기술연구원), 박남수 / 107
- Industry 4.0 의 완성도 지표를 통해 본 프레스 스탬핑 산업의 디지털 전환 노력과 과제
.....이찬호*(오토폼엔지니어링코리아㈜) / 108
- 비관련 유동법칙-방향경화 초탄소성 물성모델 정식화
.....이홍우*(포스코 기술연구원) / 109
- 건식 박판 금속 성형을 위한 휘발성 윤활제 분사 특성
.....김진철*(울산대학교), 채려홍, 경미영, 차승비, 김동, 홍성태 / 110
- Zn-Al-Mg 합금의 압출 공정 시 미세조직 변화에 대한 연구
.....서위걸*(순천대학교), 양동주, 최시훈 / 111

8. 일반 논문 발표 (제 2 발표회장)

○ 일반금속가공 4, 5

- 초고장력강 버링성 향상을 위한 2-Step 피어싱 기술 개발
.....박영철*(현대제철), 임기학, 김지영, 진병극, 윤승재, 현주식, 김상훈 / 113
- 타이타늄의 고상변태에 미치는 전류의 비열적 효과 연구
.....최호욱*(서울대학교), 홍성태, 한홍남 / 114

- 성형과편 관통성능 확인 시험 방법과 소재별 관통 특성
.....장민기*(풍산), 이재근, 박대영, 김주영, 서송원 / 115
- 유한요소 해석용 탄-소성 및 과단 물성 결정 자동화 프로그램 개발
.....심규장*(서울대학교), 홍서준, 김찬양, 김현기, 홍승현, 이명규 / 116
- 머신러닝을 적용한 폭발 환경에서의 과편 속도 분포 예측
.....노동환*(한국과학기술원), Piemaan Fazily, 서송원, 이재근, 서승재, 윤정환 / 117
- 전해연마 중 발생하는 준안정 오스테나이트계 스테인리스강의 마르텐사이트 변태 분석
.....채준영*(서울대학교), 권호준, 정찬우, 이시환, 조형준, 김성준, 한홍남 / 118
- Fe-Mn-Al-C 오스테나이트계 경량철강의 통전고상접합을 통한 경사기능재료 개발
.....이시환*(서울대학교), 문준오, 김황선, 조영환, 이호형, 정경재, 김이재, 최호욱, 서동우, 한홍남 / 119
- 잔류응력 기반 Hole Expansion 공정 최적화 및 피로 균열 성장에 대한 잔류응력 영향 분석
.....백민재*(한국재료연구원), 최현성, 석무영, 권용남, 박현일, 이동준 / 120
- 리튬 이온 배터리 파우치 필름의 소성 모델링 및 성형성 평가
.....장택진*(한국과학기술원), 사공철, 백주환, 김기수, 오정수, 백정규, 윤정환 / 121
- 미세조직과 집합조직이 AA5083 알루미늄 합금의 헤밍성에 미치는 영향
.....프리탐*(순천대학교), Lalit Kasushik, 최시훈 / 122
- Effect of welding current on the microstructural evolution and lap shear performance of resistance spot-welded 340BH steel
.....사우라프 프라빈 파와르*(순천대학교), 박기성, 최시훈, Abhiesk Kumar / 123

9. 일반 논문 발표 (제 3 발표회장)

○ 박판성형 1, 2

- 탄소중립을 위한 차체 재료 및 가공기술 연구
.....김태정*(현대자동차), 김경보, 박상천, 서장호 / 125
- 가변마찰적용 자동차 외판재 성형해석기술
.....김지영*(현대제철), 진병극, 윤승채, 현주식, 이명규 / 126
- DP980 판재의 변형 경로 의존성과 탄점소성 다결정 모델 해석
.....전보혜*(창원대학교), 이신영, 이재성, 정영웅 / 127
- 고강도 차체 구현을 위한 이미지 기반의 핫스탬핑 성능 예측 기술
.....윤승채*(현대제철), 공제열, 박재명, 박계정, 현주식, 정유동 / 129
- 데이터 기반의 핫스탬핑 수소취성 예측 연구
.....윤승채*(현대제철), 공제열, 김기정, 김혜진, 현주식, 정유동 / 130
- 초고강도강재를 사용한 롤포밍 공정의 비등방성 경화 모델 수치해석
.....정규철*(한양대학교), 정유형, 주현우, 김근호, 윤종현 / 131
- Fex(CoNi)90-xCr10 철계 중엔트로피 합금의 이축신장성과 극저온 환경에서의 신뢰성
.....최연택*(포항공과대학교), 김래언, 권지혜, 이도원, 김형섭, 배재웅 / 132
- 수치해석을 이용한 Front Strut 제품 Main Plate의 고강도 알루미늄 판재의 다단성형 공정 설계
.....이지호*(한국생산기술연구원), 송정환, 김봉환, 김보익, 허민철, 박시우, 배기현 / 133
- Siamese deep neural network를 활용한 딥드로잉 품질 예측
.....장인제*(한국생산기술연구원), 송정환, 이종섭, 박남수, 이상아, 남성우, 배기현 / 134

- 마찰교반점용접된 알루미늄 합금 6061 판재의 물성예측
.....조덕상*(부산대학교), 김종현, 카할 파르비즈, 김지훈 / 135

10. 포스터 발표 (제 4 발표회장)

- 다구찌 기법을 이용한 차량용 단자 압착 형상 최적화
.....신경호*(주식회사 경신) / 137
- DED 공정을 이용한 부품보수시 결함 발생이 잔류 응력 특성에 미치는 영향 분석
.....안동규*(조선대학교), 임성훈, 이광규 / 138
- 인공지능을 활용한 압연 생산품 표면 품질 검사
.....김진구*(㈜씨에이이테크놀로지), 곽호택 / 139
- QForm Direct를 활용한 예비성형공정 금형 자동 설계
.....김진구*(㈜씨에이이테크놀로지), 곽호택 / 140
- 냉간 성형공법 적용 친환경차용 1.5GPa급 Side Sill Inner 부품 개발
.....이정흠*(대우공업㈜), 김대인, 김종윤, 박초롱, 남성우 / 141
- LNG 선박용 멤브레인 성형해석 신뢰성 향상 연구
.....이정흠*(대우공업㈜), 남성우, 김대인, 김종윤, 박초롱 / 142
- 충돌해석을 이용한 알루미늄 배터리팩 연구
.....이정흠*(대우공업㈜), 남성우, 김종윤, 박초롱, 김대인 / 143
- 발전 가스터빈용 TiAl 블레이드의 열간단조 공정해석
.....조종래*(한국해양대학교), 정호승, 이경훈, 김동권 / 144
- 3D프린팅을 통한 경량기어 제조를 위한 유한요소해석 기반 위상최적화 연구
.....문인용*(한국생산기술연구원) / 145
- 금형 설계 인자에 따른 전단가공 특성 평가
.....송재선*(((재)대구기계부품연구원), 윤국태, 전강국, 박춘달 / 146
- 연속봉강압연에서 소재의 변형거동을 빠르게 예측하기 위한 전처리 및 후처리 알고리즘 개발
.....남규한*(중앙대학교), 이동윤, 이진환, 위창현, 문홍길, 이영석 / 147
- 마찰계수 변화에 따른 파이프의 내/외부 표면 변형률 변화
.....정원태*(중앙대학교), 최해창, 이영석 / 149
- Effect of deformation direction on aging behavior of pre-deformed Mg-8Al-0.5Zn-0.2Mn alloy
.....김현지*(경북대학교), 박성혁 / 151
- 고상 접합된 이중 스테인리스강의 응력-부식 거동에 관한 연구
.....아나만 샘 야오*(한밭대학교), Shengwei Zhang, 홍성태, 김재국, 이종숙, 조훈휘 / 152
- 냉간 인발유 특성개선 및 성능평가 연구
.....남궁정*(포항산업과학연구원), 강희수, 임광혁, 박재현 / 153
- 하모닉 감속기용 소재의 Shot-peening 표면처리 공정조건에 따른 잔류응력층 및 기계적특성 변화
.....김범준*(경상국립대학교), 정영훈, 김정기 / 154
- 반도체 산업의 공압식 밸브의 내구성 평가 후 전후 구동부에 관한 고찰
.....한덕현*(고등기술연구원), 양현석, 정항철, 정우철, 공만식 / 155
- L-PBF 공정으로 제조된 Fe-Cr-Ni-Mn계 합금의 상온 및 극저온(77 K) 기계적 특성
.....박준영*(경상국립대학교), 김범준, 김정기 / 156

- 스마트 피막 소재를 적용한 너트-파이프 자동다단냉간단조 공정의 유한요소해석
.....정승원*(주엠에프알씨), 엄재근, 김호동, 전만수 / 157
- 고강도 웨도륜 베어링 부품 판단조 공정의 탄소성 유한요소해석
.....박기근*(주태진다이텍), 이재성, 장성민, 전만수 / 158
- 오스테나이트계 고질소 스테인리스강의 인장 거동과 변형 집합조직에 미치는 변형 속도의 영향
.....김동욱*(영남대학교), 강지현 / 160
- 핫스탬핑 패치워크 성형크랙 예측 해석기법 연구
.....정영주*(현대제철), 김기정, 현주식, 정유동 / 161
- 블로우 성형해석에서 차수감소모델을 이용한 프리폼 온도 및 제품 두께 예측에 관한 연구
.....정의철*(한국생산기술연구원), 권창오, 홍석관 / 162
- 980MPa급 냉연 초고강도강 적용 리어 크로스멤버 형상 설계 변수 최적화 연구
.....김준영*(주화신 기술연구소), 김상훈, 최돈현, 손경주, 홍석무 / 163
- 역구배 치형을 가지는 모노블럭의 냉간단조 공정 설계에 관한 연구
.....이인규*(한국생산기술연구원), 이상곤, 이성윤, 조아라, 정명식, 박동용, 김경률 / 164
- 성형한계 및 한계드로잉비 시험을 통한 Al5083 판재의 온간 성형성 평가
.....전강국*((재)대구기계부품연구원), 윤국태, 박춘달, 송재선 / 165
- 텅스텐 및 고강도강의 극초음속 충돌거동에 대한 연구
.....윤태건*(풍산), 고원기, 서송원 / 166
- 전산해석을 이용한 후판 엿저 압연에 따른 크롭양 비교
.....이유성*(현대제철주식회사), 이성철, 한학수 / 167
- CNT가 첨가된 Fe-2Ni 의 미세조직과 인장 물성
.....오정무*(영남대학교), 유현지, 김동우, 여환균, 강지현 / 168
- 이주속 압연을 통해 제조된 Fe계 바이메탈의 압연 패스 스케줄에 따른 영향 및 특성 평가
.....조우빈*(한국생산기술연구원), 유효상, 전재열 / 169
- 변형률속도를 고려한 금속재료의 국부 재료물성 평가
.....채유진*(한국생산기술연구원), 김민기 / 170
- 전기화학적 방법에 의해 수소 장입된 Ti 합금의 미세조직 및 기계적 거동 분석
.....이효주*(한밭대학교), 아나만 샘, 최정목, 박이주, 이근호, 박준식, 조훈휘 / 171
- 1.6 wt% C 고탄소강의 초기가열 온도에 따른 고온 변형 거동 및 미세조직 변화
.....안유정*(한국생산기술연구원), 유효상, 신세은, 전재열 / 172
- 단축 인장 변형 중 불균일 변형률 장에 대한 변형률속도 효과
.....정유진*(한국생산기술연구원), 송정한, 김민기 / 173
- Acceleration of aging behavior and improvement of mechanical properties of extruded AZ80 alloy through {10–12} twinning
.....김현지*(경북대학교), 김예진, 이종언, 박성혁 / 174
- Prestrain이 유황 폐삭강의 절삭 특성과 기계적 물성에 미치는 영향
.....김중범*(서울대학교), 안형호, 배재민, 손동민, 오규환, 강전연, 한홍남 / 175
- 유한요소해석을 활용한 3000 계 알루미늄 합금의 마찰교반용접 변수에 관한 연구
.....최국진*(서울대학교), 명동준, 이명규 / 176
- 냉각 금형과 슬라이딩 금형을 이용한 알루미늄 파이프 요크 단조공정에 관한 연구
.....이상곤*(한국생산기술연구원), 이인규, 이성윤, 정명식, 박동용, 황선광, 박재욱, 황원석 / 177

- 유한요소해석을 이용한 알루미늄 합금의 온도별 압출 출구 온도 예측
..... 구진모*(서울대학교), 민경문, 이명규 / 178
- 펀치 형상에 따른 소재 접촉면의 응력 저감을 위한 후방압출 공정 설계
..... 정상규*(한국재료연구원), 우영운, 이영선, 윤은유 / 179
- 금속 증착에 의한 전도성 고분자 멤브레인 제작 및 대전된 나노 입자의 여과
..... 박지효*(한국기계연구원), 강도현, 윤재성, 유영은, 한홍남, 김관오 / 180
- 미세유로구조 플라스틱 성형을 위한 고경도 소재 가공기술 개발 및 가공특성 평가
..... 곽은지*(한국기계연구원), 한준세, 제태진, 최두선 / 181
- 자동차 스프링용 선재 피로균열진전 특성에 관한 연구
..... 최용준*(한국자동차연구원), 김동욱, 이용욱, 신정규, 서지혜, 강형석 / 182
- 강화유리섬유 PC 표면의 3D 레이저 마이크로 패터닝 기술
..... 장웅기*(강원대학교), 서영호, 김병희 / 183
- 기체 막 분리 효율향상을 위한 초박형 PDMS-AAO 복합분리막 제작
..... 황인태*(강원대학교), 이상우, 김범수, 김병희, 차예나, 서영호 / 184
- 냉간단조용 선재에 적용되는 윤활제 마찰특성 평가방법 개발
..... 문지훈*(한국재료연구원), 이영선, 윤은유, 이상용, 우영운 / 185
- 레이저 용접된 이상강의 미세조직 및 기계적 특성에 통전 열처리가 미치는 영향
..... 김지영*(한밭대학교), Sam Yaw Anaman, 유한결, Soumyabrata Basak, 홍성태, 조훈휘 / 186
- 순알루미늄의 순도가 강소성 변형 거동에 미치는 영향
..... 신영철*(한국생산기술연구원), 하성호 / 187

1. 기 념 세 셴

김영석 교수
정년퇴임 기념세션(1)

(제 1 발표회장)

심리학적 이산요소법을 이용한 보행자 압사사고에 대한 해석: 밀집도와 힘 계산을 중심으로

김태형^{1,2} · 이승우^{1,2} · 박준영^{2,3#}

Analysis for Crushed Death using Psychological Discrete Element Method : Number Density and Force

T. Kim, S. Lee, J. Park

Abstract

문화의 발전과 사람들이 모이는 장소들이 늘어나고 있다. 종교행사, 스포츠 경기 관련, 각종 공연 등에 의해서 많은 사람들이 모일수 있는 행사들이 늘어나고 있고, 최근에는 지자체의 여러 행사나 자발적인 행사 등에 의해서 더더욱 늘어나고 있다. 하지만, 늘어나는 군중행사에 비해 군중의 유동에 의한 압사사고에 대한 연구는 현재 결핍 수준이다. 따라서, 본 논문에서는 심리학적 이산요소법을 사용하여 보행자 압사사고를 해석하고자 한다. 특히 최근 일어난 이태원 참사를 중심으로 해석하고 결과에서 나타난 밀집도와 보행자가 받는 힘 등을 계산하였다.

Keywords: DEM, Crushed Death, Pedestrian Dynamics

1. 금오공과대학교 기계공학과

2. 금오공과대학교 항공기계전자융합전공

3. 금오공과대학교 기계설계공학과

교신저자: 금오공과대학교 기계설계공학과 교수. E-mail: pcello@kumoh.ac.kr

전과정 탄소배출량 저감을 위한 자동차 차체 소재 및 공정 분야 연구개발 동향

배문기¹· 유창열¹· 정준영¹· 손성국¹· 박찬훈¹· 김예름¹· 이보라¹· 권혁민¹· 정연일²

The R&D trends in automotive body materials and processes for reducing carbon emissions throughout the entire life cycle

M.K. Bae, C.Y. Yoo, J.Y. Jeong, S.G. Son, C.H. Park, Y.R. Kim, B.R. Lee, H.M. Kwon, Y.I. Jeong

Abstract

현재 탄소 배출량 저감에 관한 이슈는 자동차 산업 분야의 지속 가능한 발전을 위한 가장 큰 화두이다. EU의 경우, 배터리 관련된 탄소 배출량 규제는 이미 확정되었으며, 승용 / 경상용차의 차량 단위의 전 과정 탄소 배출량 규제 또한 빠르면 2025년부터 적용될 것으로 예상된다.

이에 자동차 차체 분야의 연구개발의 방향과 목표 또한 급변하고 있다. 차량의 운용단계에서의 에너지 소모를 줄이는 방향인 연비/경제성 향상이 자동차 차체 분야에 있어 가장 주요한 연구개발 목표 중 하나였다면, 최근에는 연비/경제성 및 차량 성능뿐만 아니라, 탄소 배출량, 특히 차체용 소재 및 부품의 채취/생산/운송 등 전 과정에서의 탄소 배출량을 고려하고 감축해야 하는 시기가 도래한 것이다.

그리하여 자동차 차체 소재 분야에서는 소재 생산 단계에서의 재활용성을 고려한 소재 기술 개발과, 정련/제련 과정에서의 탄소 배출량 저감등을 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 자동차 차체 공정 분야에서는 알루미늄 소재 및 스틸 핫스탬핑 소재의 높은 탄소 배출량으로 인해, 고장력강관의 효용성이 증가하므로, 이에 대한 수요가 다시 늘어날 것으로 예상됨에 따라, 고차원의 냉간성형 기술과 차체 구조 최적화 및 부품 통합화 기술이 연구되고 있다. 이를 위해서는 해석 및 AI를 적극적으로 활용해야 하므로, 이에 기반이 되는 소재의 시험법 및 물성에 대한 중요성도 더욱 강조되는 상황이다.

다만, 이러한 기술들의 상용화 및 대량 생산에는 아직 한계가 존재하며, 향후 지속적인 연구개발이 필요하다.

따라서, 이러한 동향을 종합적으로 분석하고 새로운 기술과 아이디어를 제시하여, 지속 가능한 자동차 차체 분야 발전을 위한 연구 방향을 제시하고자 한다.

Keywords: Life Cycle Assessment, Carbon Emissions, Lightweight Material, Cold Trimming, R&D trends in the automotive body development

-
1. 현대자동차 연구개발본부 경량소재연구팀
 2. 현대자동차 연구개발본부 경량소재연구팀장

적층제조 기술을 이용한 핫스탬핑 부품 전단금형 제조기술 연구

홍명표^{1, #}

Research on Shear Mold Manufacturing Technology for Hot Stamping Parts Using Additive Manufacturing

M. P. Hong

Abstract

적층제조기술은 기존의 제조방식을 혁신적으로 변화시킬 수 있는 획기적인 기술 중 하나로 다양한 소재를 이용하여 입체적 물체를 제작할 수 있는 기술이다. 이 기술은 절삭에 의한 전통적인 제조방식과 비교하여 적용되는 분야에 따라 제조비용, 시간, 제품 성능 등의 개선이 가능하여 다양한 분야에서 제품의 제작과 생산에 적층가공 기술이 적용되고 있다. 본 연구에서는 이종소재 적층제조기술을 이용하여, 종래의 기술과 비교하여 제조비용 절감이 가능하고, 소재의 효율적인 활용과 유지보수가 용이한 인장강도 1.5 GPa급 핫스탬핑 부품의 전단금형 제조 기술에 대해 연구하였다.

Keywords: Additive Manufacturing, Direct Energy Deposition, Trimming Die, Hot Stamping, Heterogeneous Material

ACKNOWLEDGEMENT

This research was conducted with financial support from the the Korea Institute of Industrial Technology (Grant No: EO 230011).

1. 한국생산기술연구원 스마트제조기술연구그룹

교신저자: 한국생산기술연구원 스마트제조기술연구그룹, 선임연구원, E-mail: mp77@kitech.re.kr

판재 전단 라인의 롤러레벨러를 활용한 강판 내부 잔류응력 최소화 기술과 적용 사례

박기철[#] · 남재복¹

Application of Roller Leveler in Cut-to-Length Line for Reducing Residual Stress in Steel Sheet

K. C. Park, J. B. Nam

Abstract

냉연과 열연 강판은 코일 상태로 코일센터로 이송되어 각각의 최종 사용처에 적합한 평판한 판재나 폭이 작은 코일로 만들어지게 된다. 평탄한 판재는 코일센터의 Roller Leveler 에서 교정한 후에 절단하여 평탄하게 제조되며 폭이 작게 만들어진 코일은 사용처에서 1차로 제품 가공 전에 Roller Leveler 로 교정한 다음 절단 또는 프레스 가공 등에 사용하는 경우가 많다. 이렇게 만들어진 판재에 잔류응력이 과도한 경우에는 후 가공에 적절하지 못한 영향을 미치므로 교정 기술을 적용하여 잔류응력을 감소시킬 필요가 있다.

가장 일반적이고 심한 판재의 형상 불량은 Edge 나 Center Wave 인데 압축 잔류응력이 커진 부분에서 좌굴이 발생한 경우이다. 다음에 판재로 NCT 나 레이저 등으로 절단하는 경우에 발생하는 만곡 (Bow, Curl) 이나 캠버 (Camber) 불량이 있다. 그리고 특수한 용도에서는 판재를 블랭킹한 다음 두께의 일부를 기계가공이나 부식 등으로 가공하여 얇아지게 한 경우에는 평탄한 판재가 가공 후에 만곡을 가지는 경우도 있다.

Roller Leveler 는 공급처와 사양에 따라서 설비 구성 방법들이 매우 다양하지만 그 원리는 비교적 간단하다. 기본적으로 소재 길이 (압연) 방향으로 굽힘 변형을 가하는 것인데, 연속적인 굽힘에서 점진적으로 변형 크기를 차이 나게 가하는 기능이 있다. 이 기능만 가진 Leveler 도 있으나, 코일센터의 Roller Leveler 들은 여기에 더하여 소재 폭 방향으로도 굽힘 변형을 차등하여 부가하는 기능이 더해진다. 이러한 Leveler 를 정밀 레벨러라고 부르며, 가장 효과적으로 형상 교정에 활용할 수 있다.

먼저 앞에서 기술한 판재에 발생하는, 잔류응력이 원인인, 형상 불량 현상에 대하여 불량이 발생한 원인에 대하여 검토하였다. 그리고 형상 불량을 감소 시키기 위해서 Roller Leveler 의 두가지 (소재 압연 방향과 폭 방향) 차등 굽힘 변형 부가 기능의 역학적 검토 및 각 불량에 대한 대응 방향을 연구하고 이를 적용한 사례를 소개한다.

Keywords: Roller Leveler, Residual Stress, Steel Sheet, Wave, Curl, Bow, Camber, Cut to Length Line

1. 포스텍 철강·에너지소재대학원

#. 교신저자: (주)포스코 철강솔루션연구소, E-mail: parkkc@posco.com

자율주행 자동차 전동시트용 회전모듈 초고강도 상하부 회전판의 성형기술에 관한 연구

서창희[#] · 오상균¹ · 권태하² · 전효원² · 김환태³

A Study on Forming Technology of Ultra-high-strength Upper and Lower Rotation Plates for Electric Seat Rotation Module in Autonomous Vehicle

C. H. Suh, S. G. Oh, T. H. Kwon, H. W. Jeon, H. T. Kim

Abstract

Seats for autonomous vehicle must be able to rotate in order to utilize interior space. Since the rotation module must have high strength and high rigidity, ultra-high-strength steel is applied. In order to secure high rigidity, the parts that make up the rotation module have complex shapes and are difficult to form. In this study, the forming technology of the upper and lower rotation plates applied with ultra-high-strength steel, which are core parts of the rotation module, was studied. The upper rotation plate was formed in one process by applying the hot stamping method. The lower rotation plate was formed by applying the cold multi-step forming method. The finite element analysis technique was applied to predict the formability of the hot stamping and cold multi-step forming processes, and the accuracy of the analysis was verified through prototype production.

Keywords: Autonomous Vehicle, Electric Seat, Rotation module, Rotation Plate, Ultra-high-strength

본 연구는 소재부품기술개발사업(20004965)의 지원에 의하여 수행되었습니다.

1. 대구기계부품연구원 소재부품연구본부, 본부장

2. 대구기계부품연구원 소재부품연구본부, 선임

3. (주)정명, 연구소장

교신저자: 대구기계부품연구원, 소재부품연구본부, 책임연구원, E-mail: suhch@dmi.re.kr

공정-미세조직 관계를 고려한 금속판재의 기계적 물성 예측

이명규^{1,#} · 민경문² · 박진홍² · 한홍남¹

Prediction of Mechanical Properties in Consideration of Process-Microstructure Relationship

M. G. Lee, K. M. Min, J. H. Park, H.N. Han

Abstract

Advanced metals often present complex mechanical responses due to their microstructure characteristics induced from manufacturing process. The mechanical behavior of complex microstructured metals includes anisotropic hardening in flow stress, and enhanced or reduced formability/fracture under multiaxial loading. For example, advanced high strength steels (AHSS) featured with multi-phases exhibit considerable Bauschinger effect and anisotropic hardening under strain path changes, and sometimes they present strength differential between tension and compression. Therefore, for accurate description of the complex mechanical behaviors of advanced materials, appropriate constitutive modeling and numerical implementation should be applied in the stage of process design and optimization. In this presentation, recently developed constitutive models are presented in the context of process-microstructure-mechanical properties relationship.

Keywords: Mechanical properties, Microstructure, Constitutive model, Anisotropy

1. 서울대학교 재료공학부, 교수

2. 서울대학교 재료공학부, 대학원 연구원

교신저자: 서울대학교, 교수, E-mail: myounglee@snu.ac.kr

양산라인의 공정이력을 고려한 핫스탬핑 시뮬레이션을 위한 물성평가 연구동향

지민기¹· 오경석²· 복현호²· 김홍기²· 손현성^{2#}

Research Trend on Evaluation of Material Properties for Hot Stamping Simulation considering Process History of Mass Production Line

M. K. Ji, K. S. Oh, H. H. Bok, H. G. Kim, H. S. Son

Abstract

핫스탬핑은 오스테나이트 변태 온도 이상에서 프레스 성형과 동시에 급냉하여 다양한 고강도 부품을 제조하는 성형 방법이다. 근래 친환경에 대한 관심이 높아지면서 차량 경량화에 효과적인 공정 중 하나로 확대되어 국내 자동차 핫스탬핑 부품 시장 규모가 약 1조1000억원 정도로 점차 중요성이 커지고 있다. 이는 친환경차의 안전, 환경 규제에 대응하기 위해 더 높은 강도를 갖추면서도 경량화가 중요하기 때문이다. 본 연구의 목적은 핫스탬핑 부품 개발시 필요한 정밀 핫스탬핑 성형해석을 위한 방법으로 양산라인의 공정이력을 고려하여 실공정과 유사한 물성 평가에 대한 방법 및 적용을 소개하고 고찰한다.

Keywords: Hot Stamping

1. 인천대학교 기계공학부, 대학원생

2. 포스코 기술연구원, 수석연구원

교신저자: 포스코 기술연구원, 수석연구원, E-mail: hsson@posco.com

다물리(전자기-화학-열-기계 연계)시스템의 비가역적거동에 관한 일반화된 열역학/수학적 모델링 및 산업적 응용

이은호^{1,2#}

Unified mathematical modeling of multiphysical (electromagnetic-chemical-thermal-mechanical coupled) systems

E. H. Lee^{1,2#},

Abstract

첨단제품설계를 위하여 다중물리현상(전자기-화학-열-기계 연계)에 대한 이해와 응용은 매우 중요하다. 특히 다물리적 비가역적 변화가 생길 때 entropy 증가와 에너지 보존에 대한 정밀한 모델링 필요하다. 그런데 일반적인 상용해석 프로그램을 사용해서 해석 및 설계를 하면 (전자기-화학-열-기계 연계) 연계 시 열역학 1, 2법칙을 만족하지 못하는 경우가 발생할 수 있다. 이를 해결하기 위해 성균관대학교 다물리시스템연구실에서는 다물리 (전자기-화학-열-기계 연계) 해석에 열역학 1,2 법칙을 만족할 수 있는 일반화된 수학적 모델을 제안하였다 (Lee, E.H., 2021, A model for irreversible deformation phenomena driven by hydrostatic stress, deviatoric stress and an externally applied field, International Journal of Engineering Science). 또한 이 모델을 활용하여 하여 기업들과 최신산업문제 응용한 시스템 설계를 하였다 (전기차 모터 헤어핀코일, 반도체 package 이방성 열-기계 물성예측, 반도체 패키징 hybrid bonding공정 설계, 플라즈마 해석 및 에칭장비 최적설계, 배터리 화학-열-기계 데미지 계산, 양자컴퓨터 극저온 시스템 해석). 본 발표에서는 이 이론과 산업적응용을 소개한다.

Keywords: Multi-physics (Electromagnetic-chemical-thermal-mechanical coupled) modeling, Irreversible process, 1st thermodynamics law, 2nd thermodynamics law

1. 성균관대학교 기계공학부,

2. 성균관대학교 지능형웹테크

교신저자: 성균관대학교, E-mail: e.h.lee@skku.edu

핫프레스포밍 공정 상변태 거동 전산모사 연구

강경필¹ · 문희범¹ · 이경훈[#]

Numerical Simulation of Phase Transformation Behavior during Hot Press Forming Process

G. P. Kang, H.B. Moon, K. Lee

Abstract

핫프레스포밍 공정은 다양한 자동차 부품에 성공적으로 적용되어왔다. 이 공정의 장점은 성형 후 강도를 유지하면서도 후변형이 기존 냉간성형품보다 대폭 감소한다는데 있다. 본 연구에서는 핫프레스포밍 공정 중 발생하는 제반 현상을 유한요소법을 통해 분석하고자 한다. 해석 대상은 센터필러의 단면을 단순화한 모델로서 튜브의 V벤딩 공정을 선정하였다. 공정 중 발생하는 열전달, 상변태 거동, 변형을 및 응력의 계산을 연성하여 해석을 수행하였다. 수치 해석을 수행하는데 필요한 물성의 확보 과정을 보이고, 최종 스프링백 거동과 관련하여 시험결과와 비교하며, 수치모델에서 변태소성의 고려 유무에 의한 잔류응력 수준을 분석한다.

Keywords: Hot Press Forming, Phase Transformation, Finite Element Method, Transformation Plasticity, Spring Back

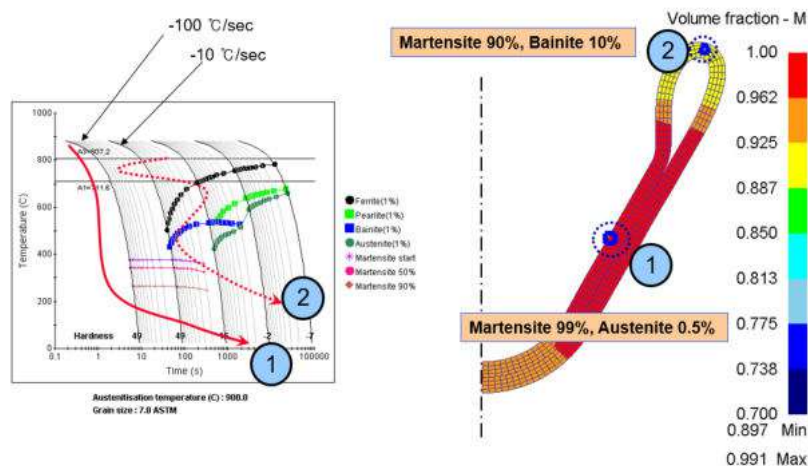


Fig 1. 위치별 냉각속도에 따른 상분율 분포

1. (주)솔루션랩 기술연구소

교신저자: (주)솔루션랩, 대표이사, E-mail: klee@solution-lab.co.kr

극저온 비원형 신선 공정 중 변형 응력 모드가 CP-Ti 와이어 쌍정 활성화에 미치는 영향

안지섭^{1,2}· 조아라^{1,2}· 정명식¹· 이상곤¹· 문영훈²· 황선광^{1#}

Effects of Deformation Stress Mode on Twin Activation of CP-Ti Wire during Cryogenic Non-Circular Drawing Sequence

J. S. An, A. R. Jo, M. S. Jeong, S. K. Lee, Y. H. Moon, S. K. Hwang

Abstract

극저온 환경에서 순수 타이타늄(CP-Ti) 소성변형 시 쌍정(Twin)에 의해 기계적 특성이 향상되는 연구 결과가 보고되고 있다. 본 연구에서는, 변형 응력 모드에 따른 CP-Ti의 Twin 활성화에 미치는 영향을 조사하기 위해 극저온(123K) 비원형 신선 공정을 설계하였다. 극저온 온도를 제어할 수 있는 액체 질소 스프레이 형태의 챔버를 제작하고, 3차원 변형 측정 카메라를 이용하여 극저온 인장 시험을 실시하여 기계적 특성을 평가하였다. CP-Ti의 극저온 인장시험 결과는 상온 인장시험과 비교했을 때 인장강도 58%, 연신을 52% 향상되었다. 고강도 CP-Ti 와이어의 연속 제조를 위해, 비원형 신선 공정을 극저온(123K)에서 실시하고 이를 기존 상온 신선 공정과 비교하였다. 성형해석 및 실험 결과를 토대로 극저온 비원형 신선 공정이 결함없이 CP-Ti 와이어를 연속해서 생산할 수 있음을 확인하였다. 극저온 비원형 신선 와이어의 기계적 특성은 상온 신선공정 대비 인장강도 12% 향상과 유사한 연신을 및 17% 증가한 마이크로 비커스 경도 결과를 보였다. EBSD를 통해 얻은 Twin map은 극저온 신선 와이어의 Twin이 온도와 공정 영향으로 상온 신선 와이어보다 크게 증가하였음을 보였다. 성형해석 결과 금형 형상에 의한 변형 응력 모드 변화로 비원형 신선 공정이 기존 원형 신선보다 더 많은 인장 Twin을 생성함을 확인하였다. 제안된 극저온 비원형 신선 공정은 금형 형상 및 온도에 의해 변형 응력 모드 및 Twin 활성화에 영향을 주었으며, 결정립 미세화와 기계적 특성 향상에 기여하였다. 이러한 결과를 바탕으로, 극저온 비원형 신선공정은 산업용 고강도 CP-Ti 와이어 제조에 유용하며 다양한 분야에 적용 가능할 것으로 판단된다.

Keywords: Cryogenic Deformation, Digital Image Correlation, Titanium Wire-Drawing Process, Microstructure, Twinning

1. 한국생산기술연구원 스마트제조기술연구그룹

2. 부산대학교 기계공학부

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

전기자동차 ESC용 상시 닫힘 밸브의 영구자석 솔레노이드 밸브 설계

이학선¹ · 김영석[#]

Design of permanent magnet solenoid valve of normal close valve for electric vehicle ESC

H. S. Lee, Y. S. Kim

Abstract

The Electronic Stability Control (ESC) of an electric vehicle has a solenoid valve for brake operation. The solenoid valve consists of a normal open valve and a normal close valve. The normal open valve is designed to be always open so that brake oil can pass through the flow path when hydraulic pressure is applied for brake operation. When power is applied, the flow path is blocked to prevent brake oil from passing through the flow path. The normal close valve is a valve in which the flow path is normally closed. Unlike normal open valve, this type opens the flow path when power is applied. In this study, the normal close valve of the ESC of an electric vehicle uses only the minimum power to open and close the flow path using a permanent magnet. In addition, in the maintenance section, power was cut off using a permanent magnet. To this end, it was possible to design a normal close permanent magnet solenoid valve by determining the location and specifications of the permanent magnet in the solenoid valve.

Keywords: Electronic Stability Control, Permanent Magnet Solenoid Valve, Normal Open Valve, Normal Close Valve, Electromagnetic Force

Acknowledgement:

This study was conducted under a purchase-linked project for small and medium sized commercialization technology development and purchase conditional new technology development of the Ministry of SMEs and Startups. We thank the Ministry of SMEs and Startups for its support (S2860926).

1. ㈜성진포머 기술연구소, 책임매니저

교신저자: 경북대학교 기계공학과, 교수. E-mail: caekim@knu.ac.kr

2. 특 별 세 션 1

신소재 압연롤의 도입과
압연공정기술 및 시뮬레이션 소개

(제 2 발표회장)

HIP(열간 등방압) 프로세스를 이용한 압연 롤 제조 공정의 해석 메커니즘

김 웅¹

Analysis Mechanism of Roll Forming Manufacturing Process using HIP (Hot Isostatic Press) Process

W. Kim

Abstract

One of the processes that produces construction and facility industry materials, such as steel bars, structural steel, and steel plates, is the rolling process, which includes casting, forging, and rolling. In terms of productivity, the rolling process is advantageous as a continuous process and is still being utilized as an important manufacturing process in the industry. In particular, the performance of rolls is a crucial factor in productivity and the quality of rolling process products.

This study comprehensively verifies the analysis mechanism applied to the manufacturing process of rolling rolls made through a Hot Isostatic Press (HIP) process that differs from traditional casting and forging methods. The study explains how to apply and verify the analysis for each step, such as the powder-based rolling roll manufacturing process, roll wear according to material, and material validation. Specifically, regarding the most important function of rolling rolls, wear resistance, the Archard Wear Model is used to compare and verify the experimental and analytical results in the process of the actual use of rolling rolls. As a result, it is judged that the manufacturing and application of rolling rolls are possible.

In general, rolling rolls suffer severe wear due to continuous contact with hot metal billets during the rolling process. This wear can cause significant damage to the rolls, leading to decreased roll quality and increased maintenance costs. The wear analysis of rolling rolls analyzes the roll wear characteristics under actual rolling conditions using two different materials with different wear resistances (H&F Material) and verifies the experimental results through metal-tissue analysis, high-temperature wear resistance, surface roughness tests, and analysis validation. These results can be applied to various rolling roll manufacturing processes to optimize the rolling process and improve product quality.

건축 및 설비 산업 자재 중 하나인 선재&관재(철근, 형강, 강판) 등을 생산하는 공정에는 주조, 단조, 압연 등 여러가지 공정이 있다. 생산성면에서 압연 공정은 연속공정이라는 장점으로 현재에도 기반 사업 중에서도 중요한 제조 공정으로 활용되고 있다. 압연공정 중 특히 롤에 대한 성능이 생산성 및 압연 공정 제품의 품질에 중요한 요소 중에 하나이다.

본 연구에서는 주조, 단조 등의 정통적인 압연 롤 제조방식과 다른, 내마모성이 향상되는 HIP(Hot Isostatic Press)공정에 의한 압연 롤을 만드는 제조 공정에 적용하는 해석 메커니즘을 전체적으로 검증한다. 분말을 이용한 압연 롤 제조 공정, 재질에 따른 롤 마모, 재질 검증

1. 코나솔, SimCenter, 이사

에 대하여 각 단계에서 해석을 적용하고 검증하는지를 설명한다.

특히 압연 롤의 기능 중 가장 중요한 내마모성에 대해서는 Archard Wear Model을 사용하여, 실제 사용되는 압연 롤의 공정에서의 시험적 결과와 해석적 결과를 비교 검증함으로써 압연 롤 제조 및 적용이 가능하다고 판단된다. 일반적으로 압연 롤은 압연 과정에서 뜨거운 금속(Billet)과 지속적으로 접촉하면서 심한 마모가 발생한다. 이러한 마모는 롤에 큰 손상을 일으켜 롤 품질의 저하와 유지보수를 위한 비용의 증가가 발생한다.

압연 롤 마모해석은 2가지 마모성이 다른 재질(H&F Material)을 사용하여 실제 사용되는 압연 조건에서의 롤 마모 특성을 분석하였다. 실험적 검증으로는 조직 분석, 고온 내마모성, 표면 거칠기 등을 시험하였으며, 이러한 실험적 결과와 해석과의 검증을 통하여 다양한 압연 롤 제조 공정에 적용하여 압연 공정 최적화와 제품 품질 향상에 활용 가능하다.

Keywords: Rolling Roll (압연 롤), Wear Analysis(마모해석), Archard Wear Model, Dynamic Analysis

VC 기반 공구강에서의 V 함량에 따른 미세조직 및 물성 변화

박성민¹ · 김대하² · 임현태¹ · 박광석¹ · 서보성¹ · 박형기^{1, #}

Effect of V content on the microstructure and mechanical properties of VC-based tool steels

S. M. Park, D. H. Kim, H. T. Im, K.S. Park, B. S. Seo, H. K. Park

Abstract

고속도공구강(high speed tool steels)은 절삭공구 및 금형 등에 쓰이는 공구강으로 특히 고속 절삭에 적합하며 높은 경도와 내마모성이 요구된다. 일반적으로 고탄소강에 W, V, Nb, Cr, Ti 등의 합금원소를 비교적 다량으로 첨가하여 WC, VC, NbC, CrC, TiC 등과 같은 탄화물을 통해 경도와 내마모특성을 향상시킨다. V계 고속도공구강의 경우에는 경도가 높은 VC를 석출시킴으로 우수한 경도와 내마모성을 갖고 있으며, 철강 등의 고강도 금속 소재를 성형하는 압연롤이나 절단 나이프 등에 적용된다.

본 연구에서는 VC 기반 공구강에서의 V함량에 따른 미세조직 및 물성 변화에 대한 연구를 수행하였다. 분말은 진공가스아토마이제이션 방법을 통해 제조하였으며, 열간등방압성형으로 벌크 시료를 제조하였다. 벌크 시료는 퀴칭-템퍼링 열처리를 적용하였으며, 열처리 후 V 함량에 따른 경도 변화를 측정하였다.

V함량이 높아짐에 따라 VC 탄화물 석출량이 증가하였지만, 오히려 경도는 떨어지는 경향이 발생되었다. 이러한 경도 변화에 대한 원인을 분석하기 위해, 열역학 계산 소프트웨어인 Thermo-calc를 이용하여 상형성 거동과 더불어 각 상의 평형 조성에 대해서 분석하였다. 또한, 열역학 계산 결과 확인을 위해 고온 XRD를 이용하여 고온에서의 상형성 거동을 분석하였고, nano-indentation 기법을 이용하여 기지상의 경도 저감에 대해 정밀 분석을 실시하였다.

Keywords: Powder metallurgy, High speed tool steels, Vanadium carbide, CPM-9V, Nano-indentation

1. 한국생산기술연구원 기능성소재부품연구그룹

2. ㈜코나솔 중앙연구소, 부장

교신저자: 한국생산기술연구원, 수석연구원, E-mail: mse03@kitech.re.kr

가스아토마이징 및 Canning-HIP 공법을 활용한 고품질 압연롤 소재 제조 기술 개발 및 특성 평가

김대하^{1,*,#}, 문병호¹, 김성윤¹, 이원혁¹

Development of high-quality rolling roll material manufacturing technology and evaluation of characteristics using gas atomizing and canning-HIP methods

D. H. Kim, B. H. Moon, S. Y. Kim, W. H. Rhee

Abstract

고특성 철강소재 생산을 위한 최적화 압연롤은 현재 국내에서는 부재하며, 기존 상용 소재를 적용한 압연공정 수행을 인하여 조업량이 감소하게 된다. 국내에서 사용되는 압연롤 소재는 낮은 제조원가를 바탕으로 저가의 중국제품이 많이 수입이 되고 있으며, 고가의 제품은 일본 및 유럽등지에서 수입 점유율이 높은 상황이다.

㈜코나솔은 국내에서 유일하게 합금분말 제조장비와 열간등방압성형(Hot Isostatic Press 이하 HIP)을 활용하여 압연롤 소재를 제조하는 회사이며 제작에 적용되는 분말은 유럽의 선진사로부터 수입을 하고 있다. 그러나 납품기한 증대 및 한정된 중간압연 공정의 단점들을 지니고 있어 이를 개선하기 위하여 인성 및 내마모성을 동시에 가능한 압연롤 소재를 개발하고 있다.

본 연구에서는 가스아토마이징+Canning-HIP공법으로 제조한 압연롤 소재의 특성평가에 관한 연구 결과이다.

가스아토마이징 공법으로 Fe-MC계 합금분말을 제조하여 미세한 탄화물 석출 제어를 위하여 140 μ m의 분말을 사용하였으며, 산소농도, 및 탄화물의 크기 및 분율등에 대하여 분석을 수행하였다. Canning-HIP 소재 개발을 위하여 STS304 sheet를 활용하여 캔을 제작하였으며, 분말충진, 디게싱, 밀봉 후 HIP 장비에 장입하여 소재를 제작하였다. 탄화물 석출제어를 위하여 HIP온도는 1,125°C, 1,145°C, 1,165°C로 제어하였으며, 압력은 1,000bar의 Ar gas 분위기에서 4시간을 유지하였다. 제조된 소재는 진공열처리를 수행하여 기본적인 강성 및 경도를 부여하였으며, 주조재 및 수입선진사 제품과 비교평가를 수행하였다.

Keywords: Gas-atomizing, Canning-HIP, Rolling Roll, Hardness, Wear resistance

1. ㈜코나솔 중앙연구소

교신저자: ㈜코나솔, 부장, E-mail: kdh@konasol.co.kr

봉강압연에서 공정변수의 급속계산을 위한 프로그램 개발

이동윤¹· 남규한¹· 이진환²· 위창현²· 문홍길²· 이영석[#]

Development of a program for rapid prediction of process parameters in bar rolling

D. Lee, G.H. Nam, J. H. Lee, C.H. Wee, H.G. Moon, Y. Lee

Abstract

We developed the analytical model-based program that quickly calculates mass balance for each pass by using roll rpm data that changes in real time in bar rolling process. In addition, the surface defects index (SDI) model based on FE analysis and bar rolling test was also developed and coupled with this program to quickly predict the possibility of surface defects occurring during bar rolling. Therefore, with this program, it is possible to establish rolling conditions that can avoid occurrence of surface defects by quickly analyzing the results for changes in diverse rolling conditions.

Keywords: Bar rolling, Analytical model, Rapid calculation, Platform

1. 도입

연속봉강압연에서 공정변수를 예측하거나 압연되는 소재의 변형거동을 예측할 때 FE(finite element) 해석을 많이 사용한다. 하지만 계산시간 때문에 생산현장에서 수치해석기반 FEA 프로그램을 실행하는데 한계가 있다. 또 연속압연 특성 때문에 FE해석을 위한 데이터 전처리 및, 후처리에 시간이 많이 걸리고 사용하기 FE해석을 위한 사용자 훈련도 필요하다. 따라서 사용자의 편의가 대폭 고려된 상용 FE해석 프로그램이라도 생산현장 (심지어 연구소)에서도 사용하기 쉽지 않다.

따라서 본 연구는 압연공정에서 numerical solution 대신에 closed-form solution을 빠르게 산출하는 해석모델(analytical model)을 기반으로 봉강압연에서 공정변수의 급속계산을 위한 프로그램을 개발한다. 이 프로그램은 각 패스에서 압연되는 소재의 단면 형상정보(소재 폭퍼짐량, 단면형상, 단면적, 평균상당변형률, 평균상당변형률 속도, 평균상당응력, 표면온도 등)와 pass schedule 정보(roll RPM, 소재속도, mass balance 변화 등)을 빠르게 산출한다. 그리고 이를 사용하면 현장의 조업자(operator) 및 연구소 연구원들이 공정조건 변경시에도 단면형상 및 pass schedule 정보를 몇초 안에 알 수 있다. 압연을 잘 모르는 사용자도 쉽게 사용할 수 있도록 많은 GUI(graphical user interface) 기능을 프로그램에 넣었다. 본 연구에 사용된 해석모델은 저서¹⁾에 모두 기술되어 있다.

본 연구에서 압연 중에 발생하는 표면 흠을 예측하는 능력을 프로그램에 부여하기 위해 SDI (surface defects index) 모델을 개발하였다. SDI 모델은 FE해석과 공형압연실험 데이터를 기반으로 개발되었다. 그래서 표면결함이 발생을 피하는 공정조건(예시: 롤 갭 변경)을 입력하면 변화된 입력데이터에 따라 변경된 출력을 빠르게 산출한다.

1. 중앙대학교 기계공학부, 대학원생

2. 현대제철㈜

교신저자: 중앙대학교 기계공학부 교수, E-mail: ysl@cau.ac.kr

즉, 많은 경우에 대해서 각 패스에서 SDI를 산출하여 표면결함 발생을 피할 수 있는 공정조건, 즉 압연조건을 세울 수 있다. 또한 실시간으로 변하는 roll rpm 데이터를 사용하면 각 패스(pass)의 mass balance 정보를 빠르게 산출하는 computing sequence algorithm을 개발하였다.

2. 결과

Fig. 1은 본 연구에서 개발된 프로그램의 4단계(공형압연 실험, SDI 모델 개발, FE해석, 급속예측 시스템 개발)를 간략하게 보여준다.

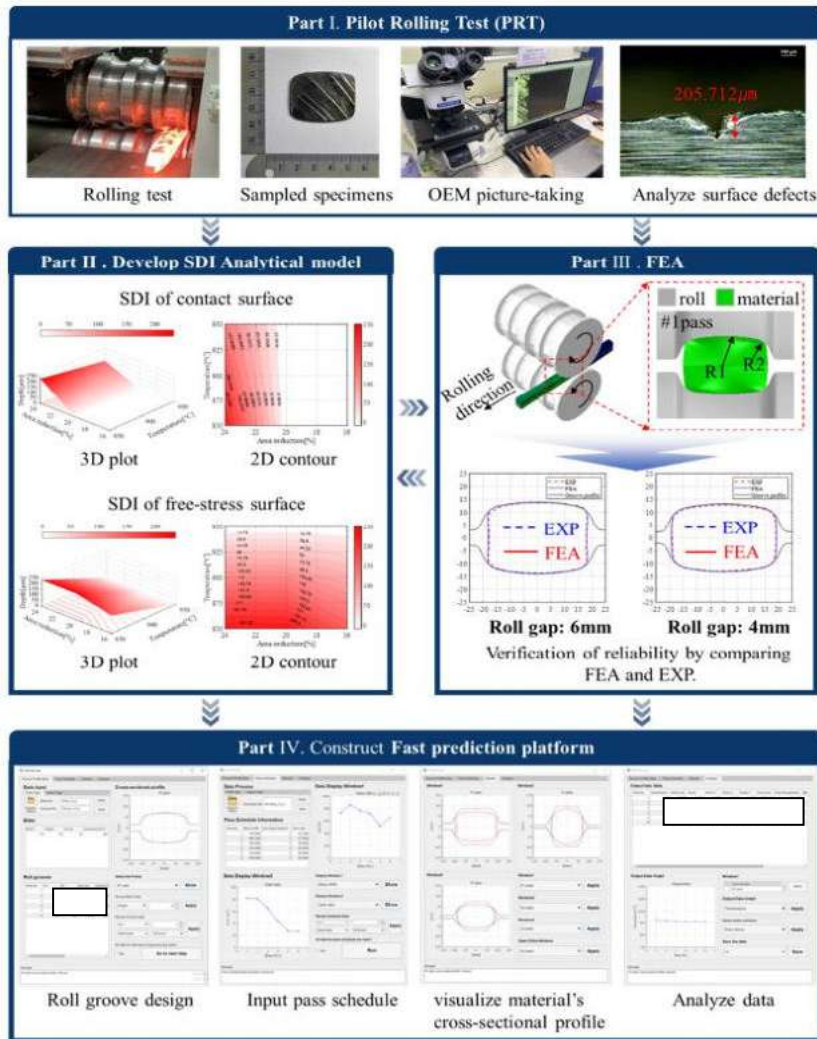


Fig. 1 Four steps used to develop the program

3. 인용문헌

[1] Youngseog Lee, Rod and Bar Rolling: Theory and Applications, 2004, Marcel Dekker, Inc, New York, USA. ISBN: 0-8247-5649-5

Single-Roll Angular-Rolling 공정에 의한 다층구배구조 재료 제조

김형섭^{1, #}

Multi-Layered Gradient Structured Materials by Single-Roll Angular-Rolling

Hyoung Seop Kim

Abstract

이 논문은 SRAR(Single-Roll Angular-Rolling)이라고 하는 금속 시트에 대한 연속적인 강소성변형 공정을 사용하여 제작된 새로운 유형의 고유한 구배 미세 구조(즉, 미세 입자 코어 및 조대한 표면 영역)를 보고한다. SRAR에 의해 생산된 구배 구조의 Cu 시트는 표면 나노결정 공정에 의해 생성된 기존 구배 재료(즉, 미세 조직 표면 및 조대 조직 코어 영역)와 분명히 다른 역미세구조를 가지고 있다. 유한요소분석은 SRAR에서 기울기 미세 구조의 진화가 원주 방향 전단 변형, 동일 채널 각도 압착 및 마찰 효과의 결합된 효과로 인해 두께 방향을 따른 전단 변형 이력의 이질성에 기인한다는 것을 보여준다. 그 결과, 구배 구조의 Cu 판재는 강도와 연성이 동시에 향상되었다. 균질한 상대물과의 체계적인 비교를 통해 강도와 연성의 놀라운 조합이 구배 구조 효과에서 비롯된 것임을 확인하였다. 마이크로 스케일 디지털 이미지 상관 방법을 사용하여 명확한 변형 분할 및 해당 변형 구배를 관찰하였다. 이는 구배 구조의 Cu 시트의 우수한 인장 특성이 미세 입자 층과 거친 입자 층 사이의 높은 소성 비호환성으로 인한 역응력 경화에서 발생함을 나타낸다. SRAR 공정은 산업에 적용할 수 있는 새로운 유형의 이중 재료 개발에 새로운 방향을 제시해준다.

Keywords: English 강소성 변형; 구리; 구배; 미세구조설계; 단일 롤 앵글러 롤링

1. 포항공과대학교 철강·에너지소재대학원 석좌교수

#. 교신저자: 포항공과대학교, 석좌교수, E-mail: hskim@postech.ac.kr

전기자동차 모터 케이스 비대칭 열간 링 압연공정의 유한요소해석

문호근¹ · 정보근² · 조문덕² · 정승원¹ · 전만수[#]

Finite Element Analysis of Non-symmetric Hot Ring Rolling Process in Electric Vehicle Motor Casing

H. K. Moon, B. G. Chung, M. D. Cho, S. W. Jeong, M. S. Joun

Abstract

In this study, defect formation in hot ring rolling is revealed by computer simulation of non-symmetric hot ring rolling processes. The rigid-plastic finite element method is employed for this study. Owing to the geometrical features of ring rolling processes, it is almost impossible to employ the finite element mesh system, which can deal with the friction or friction hill in the rolling direction. An analysis model having relatively fine mesh system and a penalty stabilizer to prevent overspreading is applied. The outer diameter inclination defect and shape defect in non-symmetric hot ring rolling of a motor casing has been simulated. It has been seen that the results are qualitatively good with actual phenomena.

Keywords: Non-symmetric Ring Rolling, Finite Element Analysis, Electric Vehicle, Motor Casing, Spread Restriction

좌우비대칭 환상 부품의 열간 링 압연(hot ring rolling) 기술은 좌우대칭 환상 부품의 열간 링 압연 기술에 비하여 크게 발전하지 못하였다. 일반적으로 비대칭 열간 링 압연에서는 소재의 흔들림으로 인하여 외경 형상결함 또는 외경 경사결함이 발생하므로 비대칭 열간 링 압연에서 정밀 링 압연은 용이하지 않다.

열간 링 압연 공정은 형상의 단순함에도 불구하고, 유한요소해석이 어려운 문제에 속한다. 재료의 전체 면적 대비 접촉면적이 매우 작으며, 링 압연 공정과 같이 매우 좁은 영역에서 발생하는 마찰언덕이 역학적 현상을 좌우하는 특성이지만, 이러한 현상을 예측하기 위해서는 링 압연 방향으로 접촉 요소가 다수 존재해야 한다. 대부분의 링 압연 공정의 해석이 외연적 유한요소법에 의존하고 있으며 적용 요소의 수가 제한적인 이 방식의 특성을 고려할 때, 진술한 문제로 대부분의 유한요소해석에서 전통적인 방식으로 마찰 문제를 해결하는 것에 문제가 있는 것으로 판단된다. 이 연구에서는 조밀요소밀도 기법과 파다 폭퍼짐 제어 기법을 적용하여 비대칭 열간 링 압연 시에 외경 형상결함을 유발시키는 링의 흔들림을 감소시키기 위하여 고안된 가이드 롤 장치를 고려하여 비대칭 열간 링 압연공정의 유한요소해석을 실시하였다. 그리고 실험 결과와 해석 결과를 비교함으로써 접근 방법의 타당성을 검증하고, 비대칭 링 압연 중 모터 케이스의 변형 및 운동 특성, 특히 외경 경사결함과 외경 형상결함의 발생 과정을 규명하고자 한다.

1. ㈜엠에프알씨 기술연구소

2. ㈜효립H.F

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

ALE 기법을 이용한 쌍롤 주조 공정의 유한요소해석

윤용석¹ · 김용관¹ · 이경훈[#]

Finite Element Analysis of Twin Roll Casting using ALE Method

Y. S. Yoon, Y. G. Kim, K. Lee

Abstract

쌍롤 주조법은 주조 용해로부터 나온 액상의 금속을 응고와 동시에 열간 압연하여 중간 공정없이 금속 판재를 생산할 수 있는 효과적인 공정이다. 수치해석적 접근에서는 액상과 고상을 모두 고려해야 하는 난점과 액상에서의 와류로 인해 요소의 변형이 매우 과도하게 나타남으로 일반적인 라그랑지안 기법으로는 분석이 매우 어려운 공정이다. 또한 정상 상태까지의 결과를 얻기 위해서는 매우 오랜 시간과 많은 노력이 필요하다.

이번 연구에서는 액상에서의 복잡한 유동에 따른 메쉬 변화를 효과적으로 처리하기 위해 ALE 기법을 활용하였다. 액상에서 고상으로의 상변태를 고려하고 내부 와류, 응고 그리고 압연 중의 변형을 효과적으로 분석할 수 있는 해석 기법을 정립하였다. 그리고 물의 온도 변화는 접촉면의 열유속을 이용하여 반복 계산함으로써 효과적으로 정상 상태를 예측하였다.

Keywords: Twin roll casting, Arbitrary Lagrangian-Eulerian(ALE), Finite Element Method(FEM)

1. ㈜솔루션랩

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

열간 압연 공정 중 워크롤에 발생하는 열기계적 응력의 유한요소해석

박동휘¹ · 김낙수[#]

Finite element analysis of thermo-mechanical stress fields in work rolls during the hot strip rolling process

D. Park, N. Kim

Abstract

This work presents a precise and efficient approach for the estimation of the stress, strain, and temperature field variations in the work rolls during the hot strip rolling process. The main process boundary conditions, thermal and mechanical interactions between the rolling mill, the rolled strip, and the surrounding environment have been considered and allowed to account for the non-steady phase and the transition to the steady phase. The proposed model can predict temperature evolution with an accuracy equal to 4.4 °C (9.1%), compared to real production measurement, while granting a computational time reduction from 26 hours (full 3D analysis) to 5 hours. The proposed algorithm has been utilised to investigate the effect of the process settings on the temperature and stress fields in the cross-section of the work rolls, with the aim of reducing the risk of thermal fatigue cracks in the rolls.

Keywords: Work roll, Hot strip rolling, Thermo-mechanical stress, Finite element analysis

1. 서강대학교 기계공학과, 대학원생

교신저자: 서강대학교 기계공학과, 교수, E-mail: nskim@sogang.ac.kr

미스를 정지시간 감소를 위한 슬리팅 압연 소재 성형에 관한 연구

이광택¹

A study on forming rolling materials for reducing downtime of mill operation in slitting rolling

K. T. Lee

Abstract

In this study, various problems that occur during the rolling process are addressed, and the validation of reducing the downtime of the miss-rolling in the slitting rolling material forming process is conducted.

In the slitting rolling machine, there are excellent effects on improving the rolling operation, such as standardizing the rotation direction of the rolling material after slitting, preventing accidents caused by the reduction of protrusions due to entry roller trough passage, reducing the frequency of repairs due to the wear of the trough, maintaining the necessary roller spacing by adjusting the distance between the rollers, and improving roller rotation with a lubricant supply device.

It can be widely used for optimizing the rolling process and improving the quality of the rolled products in subsequent processes.

The cause of miss-rolling is the protrusion on the side of the rolled material that passes through the splitter during the rolling process, which affects the next rolling process. The first cause of square trough miss-rolling is that the material is not held at all as it rotates due to the square box shape, which leads to miss-rolling due to accidents. The second cause is that the protruded part of the rolling material after slitting collides with the guide roller of the next rolling machine, causing miss-rolling due to accidents.

The third cause is that simple friction caused by the square box-shaped trough can cause significant damage to the rolling material, leading to decreased product quality, increased costs of trough replacement and maintenance of the rolling equipment.

The study experimentally verifies that installing the No. 1 Splitter exit side Entry Roller Trough can significantly reduce miss-rolling, as well as reduce downtime and maintenance costs, leading to significant cost savings and improving product quality.

본연구에서는, 압연 공정에서 발생하는 여러가지 문제점을 해결하고 그 중에서 슬리팅 압연 소재 성형으로 미스를 정지시간 감소에 대한 검증을 실시한다.

슬리팅 압연기에서 슬리팅 후 압연재의 회전방향 일정화, 엔트리 롤러 트라프로 통과로 인한 돌기부 축소로 치입불 사고 방지, 돌기부의 트라프 마모로 인한 잡철 감소, 한쌍의 롤러 간격조절로 항상 필요한 가격유지, 윤활유 공급장치로 설치로 롤러 회전을 항상 등으로 압연조업 개선에 탁월한 효과가 있으며, 압연 공정 최적화와 후 공정 압연제품 품질 향상을 위해 널리 활용될 수 있다.

1. 이광택, 이사, 코나솔

리팅 압연 중 스플리터를 거쳐나온 압연소재의 측면의 돌기부위가 다음 압연에 영향을 미쳐 미스롤의 원인이 된다. 사각 트라프 미스롤 유발 첫번째 원인은 사각 박스형으로 압연소재 회전 시 돌기부위를 전혀 잡아주지 못하고 소재가 회전하는대로 진행되어 치입불로 미스롤 원인이 도니다. 두번째는 압연재의 슬리팅 후 돌출된 부위가 다음 압연기 가이드 롤러에 부딪혀 치입불 미스롤 원인 된다.

세번째로는 단순 사각 박스형 트라프 마찰로 인한 압연소재 잡철은 압연롤에 중대한 손상을 일으킬 수 있어 사상압연 제품 품질 저하와 트라프 교체 및 압연 설비 유지보수 비용의 증가 원인을 제공한다.

연구에서는 No. 1 Splitter 출측 Entry Roller Trough 설치로 실험적 검증을 이용하여 미스롤 감소는 물론 압연 정지시간 감소, 유지보수비용 감소로 상당한 원가 절감이 가능하고, 품질향상에 큰 효과가 있다.

Keywords: 2B2 Slitting, Splitter, Roller Trough, Miss Roll

H-beam 압연 최종패스에서 소재 후단부의 상·하 압하력 변화에 대한 연구

김성기¹ · 정현석² · 위창현² · 문홍길² · 서경호² · 변상민³ · 이영석[#]

A Study on the Change in the Rolling Force of the Upper and Lower Rolls at the Rear of the Material in H-beam Rolling

S. G. Kim, H. S. Jung, C. H. Wee, H.G. Moon, K. H. Seo, S. M. Byon, Y. S. Lee

Abstract

In the final pass(U/F pass) of H-beam rolling, the rolling force is an important factor affecting the quality of the finished product. This study identified the cause of the increase in the rolling force of the upper and lower rolls at the rear end of the material in H-beam rolling through FE analysis. In addition, the FE model was verified by comparing the results of the FE analysis rolling force with the actual rolling force results in the field. The reason why the rolling force of the upper and lower rolls increases at the rear end of the material is that the dimensions of the radius of curvature of the junction and the web in contact with the upper and lower rolls change as rolling progresses.

Keywords: FEA, H-beam rolling, Universal finishing pass, Rolling force, Web, Flange, Junction

1. 도입

H형강을 생산하는 압연 공정은 크게 세 부분으로 나뉜다. 빔블랭크(beam blank)를 조압연하는 BDM(Break Down Mill), BDM 후 중간압연 과정인 RTM(Reverse Tandem Mill) 그리고 최종 제품의 품질과 치수를 결정하는 U/F(Universal Finishing) 압연기로 구성되어있다. 여기서 U/F 압연기는 상·하, 좌·우 총 4개의 롤(roll)으로 구성되어있으며, 상·하 롤은 H형강의 웹(web)부와 junction부를 압연하고, 좌·우 롤은 플랜지(flange)부를 압연한다.

U/F 압연기에서 압하력은 롤 갭을 설정하고 완제품의 품질 및 치수에 영향을 미치는 중요한 인자이다. 하지만 실제 현장에서 부정확한 압하력 예측에 의해 몇몇 사이즈 H형강의 웹(web)부와 플랜지(flange)부에 두께 편차가 발생할 수 있다. 이와 같은 문제를 해결하기 위해 정확한 압하력을 예측하는 것은 필수적이다. 또한 H형강 압연에서 소재의 변형은 판 압연(plate rolling)시 발생하는 변형보다 더 복잡하다. 따라서 H형강 압연해석은 복잡한 3차원 변형이 반드시 동반된다.

본 연구에서는 FE(Finite Element)해석을 통해 U/F 압연기에서 특정 사이즈 H형강의 압하력을 예측하였다. 생산현장에서 실측된 압하력과 FE해석을 통해 예측한 압하력을 비교하여 적용된 FE모델의 유용성을 검증하였다.

1. 중앙대학교 기계공학부, 대학원생

2. 현대제철㈜

3. 동아대학교 기계공학부, 교수

교신저자: 중앙대학교 기계공학부, 교수, E-mail: ysl@cau.ac.kr

또한 U/F 압연기에서 압연에서 소재 후단부에서 상·하 롤의 압하력이 급격하게 증가하는 특이한 현상이 발생하는데, 본 연구에서는 이러한 특이한 현상이 발생하는 원인에 대해 상세히 분석하였다.

2. 결과

Fig. 1은 FE해석을 통해 도출한 상·하 및 좌·우 롤의 압하력 결과이다. 압하력의 정량적인 수치는 기업 보안사항으로 비공개이다. 0.9초(sec)에서 상·하 롤의 압하력이 급격하게 증가하는 특이 현상이 발생한다. 이러한 특이 현상이 발생하는 원인은 소재 후단부에서 web부와 junction부의 치수가 변화해 상·하 롤에 더 많은 압력이 걸리기 때문이다. Fig. 2는 0.3, 0.5, 0.8초에서 각각 압연되는 소재의 치수변화이다. 소재의 치수 또한 기업 보안사항으로 비공개이다. 0.9초에서 압연되는 소재 치수를 보면 web부의 두께는 압연 전 초기(intitil) 소재보다 0.08mm 증가하였고, junction부의 곡률반경도 증가하였다.

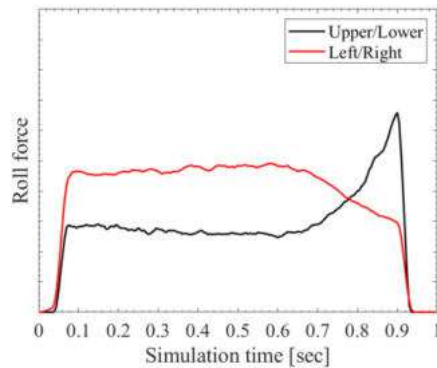


Fig. 1 Rolling force(FEA)

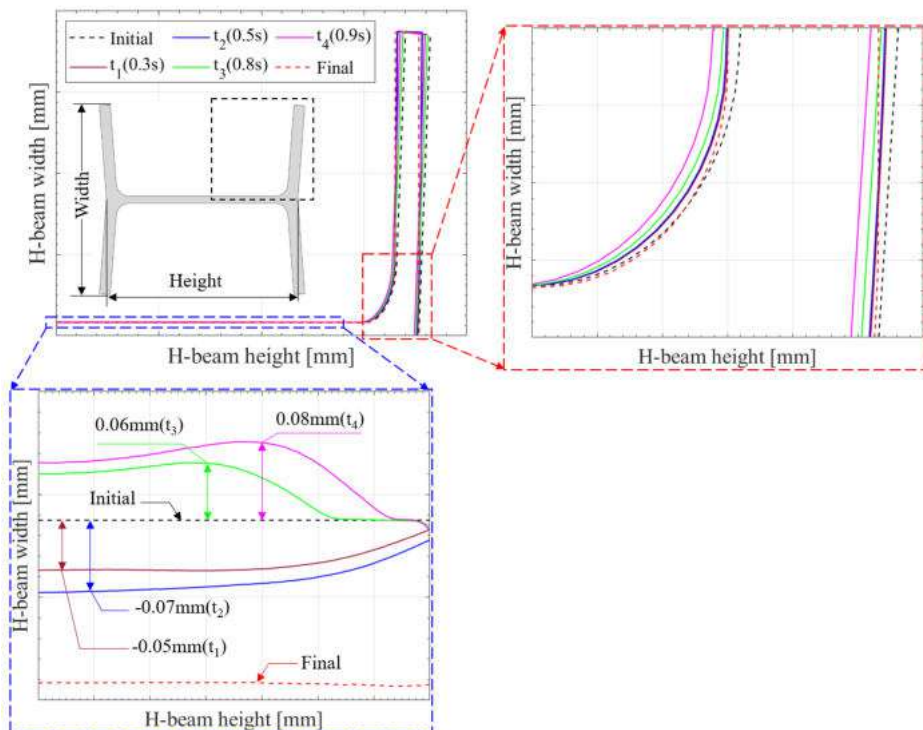


Fig. 2 Dimensions of web and junction in 0.09, 0.5, and 0.9 seconds

고장력강판 압연유의 특성과 관리기술 개발

심 우¹ · 소광철¹ · 권구준¹ · 김응기¹

Recent development and trends of Rolling oil in high strength steel sheet

Sim woo, So kwang chul, Kwon gu jun, Kim eung ki

Abstract

고온 또는 극한의 고압하에서의 마찰을 조절하여 롤 수명과 압연재의 표면 품질에 크게 영향을 미치는 압연유는 압연 기술과 생산성의 향상 및 초고장력, 고급강재의 진보와 더불어 진보되어 왔다.

철강 압연에 사용되는 압연유는 수용성과 비수용성으로 대별되며 공통적으로 Base oil과 유성제, 극압 윤활제가 배합되며 수용성의 경우 유화제를 활용하여 물과 함께 윤활과 냉각 효과를 발휘하게 된다. 특히 압연시 발생하는 마찰특성은 해당 공정에 적합한 마찰 특성의 확보를 통하여 슬립과 롤마모 특성의 관리는 물론 mill청정성을 유지하여야 하는 특성을 확보하여야 하므로 구성 물질의 진보와 더불어 예멀전 입자 사이즈, 극압 윤활성분의 평형유지관리, 철분 함량, 탈지성능등 현장에서의 관리 기법 또한 새롭게 개발되고 있다.

또한 최근의 모든 철강 현장에서와 같이 폐수처리특성의 안정화와 원단위의 감소 노력등 친환경적인 부가 특성과 내구성의 유지는 최근의 고장력강 생산 압연라인에서의 필수 요건이 되고 있다.

Keywords: Rolling oil, Rolling friction, water in oil lubrication,

저온 핫 스탬핑 기술의 새로운 개발 및 자동차 B-필러의 직접 핫 스탬핑 사례 연구

강윤근¹ · 황금철² · 김영수³

New Developments in Low-Temperature Hot Stamping Technologies and case study on Direct Hot Stamping of Automotive B-Pillar

Y. K. Kang, K. Hwang, Y. S. Kim

Abstract

핫 스탬핑 공정의 개선은 가공 비용을 줄이고 최종 부품의 생산성 및 인장 특성을 개선하는데 집중하여 왔습니다. 이에 관한 주요 접근 방식은 공정의 전부 또는 일부를 더 낮은 온도에서 수행하는 방안입니다. 본 논문은 다음과 같은 측면을 고려하여 저온 핫 스탬핑 기술을 실제 공정에 적용한 결과입니다. 본 연구에서는 기존의 핫 스탬핑 및 고급 개발, 가열 중 완전한 오스테나이트화가 달성되지 않는 온간 스탬핑의 해결법, 성형 온도가 낮은 핫 스탬핑, 즉 저온 핫 스탬핑(LTHS)공정, 오스테나이트화 온도가 낮고 LTHS에 적용할 수 있는 고급 중간 망간강의 적용공정, 등 LTHS 기술의 개발에 연구의 초점을 두었습니다. 또한 선택적 특성을 가진 B-필러의 열간 성형공정을 전체 성형성과 국부 강도를 높은 수준으로 향상시키고 스프링 백을 감소시키는 연구에 주안점을 두고 개발하였습니다.

Abstract

Improvement of the hot stamping process is important for reducing processing costs and improving the productivity and tensile properties of final components. One major approach to this has been to conduct all or part of the process at lower temperatures. The present paper reviews the state of the art of hot stamping techniques and their applications, considering the following aspects: conventional hot stamping and its advanced developments; warm stamping approaches in which complete austenitisation is not attained during heating; hot stamping with a lower forming temperature, i.e., low-temperature hot stamping (LTHS); advanced medium-Mn steels with lower austenitisation temperatures and their applicability in LTHS. Prospects for the further development of LTHS technology and the work required to achieve this are discussed. Hot forming of the B-pillar with tailored properties is an attractive alternative because it can improve global formability and local strength to a high level, as well as reduce spring back.

Keywords: low-temperature hot stamping; hot stamping; warm stamping; low heating temperature; low forming temperature; medium-Mn steel; cost-saving; productivity; mechanical property; monolithic B-pillar.

-
1. (주) 코나솔, 대표이사/회장
 2. (주) 코나솔, 나노소재연구소, 부사장/소장
 3. (주) 코나솔, 신사업본부, 부사장, E-mail: yskimsys@konasol.co.kr

3. 특 별 세 셴 2

첨단산업용 고청정 소재
자립화 기술개발 심포지엄

(제 3 발표회장)

반도체용 고청정 소재의 특허 전략

조우리¹ · 이정준² · 김태윤[#]

Patent strategy of high cleanliness 316L stainless for semiconductor industry

W. R. Cho, J. J. Lee, T. Y. Kim

Abstract

반도체 산업에서 사용되는 고청정 스테인리스강(316L) 강종의 특허 동향을 조사하고, 특허 분쟁 가능성을 검토하며, 특허 분석을 통해 신규 특허 아이디어를 도출하였다. 경쟁사들의 특허를 키워드, 기술분류(IPC) 및 경쟁사 명을 통해 다각도로 검색하여 특허 Data base를 구축하고, 구축한 특허 Data base를 기술 요소별 및 제조 단계별로 분류한 후, 고청정 소재 기술과 관련된 유효 특허를 추출하였다. 유효 특허의 등록 상황, 패밀리 특허 권리범위를 분석하여, 진출 가능한 해외 시장의 특허 분쟁 가능성을 검토하고, 회피/예방 방안을 마련하였다. 또한, 조사된 특허 동향으로부터, 최신 기술 동향을 파악하고, 공백 분야와, 기술 차별성을 도출하여 신규 IP 창출 영역을 확인, seed idea 들을 확보하였다.

Keywords: Patent, 316L, High Cleanliness Stainless, Semiconductor

1. 특허법인 인큐브, 책임연구원

2. 특허법인 인큐브, 대표변리사

교신저자: 한국금속재료연구조합, 책임연구원, E-mail: taeyoon.kim@komera.or.kr

펠렛 성형 공정에 의한 다공성 금속분말 필터 제조 기술

윤중열^{1, #} · 김민지¹ · 윤수진¹ · 김현주¹ · 박만호²

Fabrication of Porous Metal Powder Filter by Pellet-Pressing Process

J. Y. Yun, M. J. Kim, S. J. Yun, H. J. Kim and M.H. Park

Abstract

일반적으로 분말야금 공정으로 금속필터를 제조할 때는 성형체의 강도를 유지하기 위해 바인더를 2~3 wt% 정도 첨가하기 때문에, 바인더의 역할은 단순히 윤활제 및 성형강도를 유지하는데 그쳤었다. 본 연구에서는 바인더의 역할을 윤활 및 성형강도 증진뿐만 아니라 기공형성제로서의 역할을 할 수 있도록 바인더의 함량을 증가시켜 금속분말과 바인더가 혼합된 피드스톡을 제조한 다음 분쇄 및 분급 공정을 거쳐서 피드스톡을 금속몰드에 장입하기 적절한 크기의 펠렛으로 제조한 후 튜브 및 톱니형상의 금형으로 성형하고, 용매 및 가열탈지 공정을 실시한 후 고온 진공 소결 공정을 통해 금속분말 필터를 제조한 후 미세조직과 기공특성을 평가하였다.

Keywords: Porous Metal, Filter, Porosity, Permeability, Semiconductor

1. 한국재료연구원 금속분말연구실

2. ㈜아스플로 기술연구소, 연구소장

교신저자: 한국재료연구원 금속분말연구실, 책임연구원, yjy1706@kims.re.kr

TIG 용접한 STS316L의 백비드 특성

이현승¹ · 김강산¹ · 한승호¹ · 장시영[#]

Back bead Characteristics of STS316L welded by TIG

H.S. Lee, G.S. Kim, S.H. Han, S.Y. Chang

Abstract

본 연구에서는 STS316L을 VOD (Vacuum Oxygen Decarburization) 공정으로 싱글 펠팅한 후, TIG (Tungsten Inert Gas) 용접한 후 백비드가 미세조직 및 성분에 미치는 영향을 조사하였다. 미세조직은 OM을 통해 관찰한 결과, 1/4인치 내경을 가진 시편은 전류가 증가할수록 heat affected zone (HAZ)의 깊이는 166 μm 에서 355 μm 로 증가하였고, 면적은 350 μm^2 에서 720 μm^2 로 증가하였다. 1/16인치 내경을 가진 시편은 HAZ의 깊이가 0.9mm에서 0.5mm로 감소하였고, 면적은 1.3mm²에서 0.6mm²로 감소하였다. 경도는 비커스 경도계를 통해 측정하였으며, HAZ의 경도는 전류 값에 관계없이 약 140 Hv로 차이가 없었다. 표면조도 측정기(알파스텝)을 통해 백비드 부분의 거칠기를 측정하여 전류 변화에 따른 거칠기를 측정하였다. 또한, 용접으로 인한 성분 변화는 AES 및 XPS를 이용하여 비교 분석하였다.

Keywords: VOD (Vacuum Oxygen Decarburization), TIG welding, STS316L, Microstructure, Surface properties.

Acknowledgements

This work was supported by Ministry of Trade, Industry and Energy (MOTIE, Korea) under Industrial Technology Innovation Program, No. 20009937

1. 한국항공대학교 신소재공학과

교신저자: 한국항공대학교, 교수, E-mail: sychang@kau.ac.kr

4. 일반 논문 발표 / 특 별 세 셴 3

일반금속가공 1, 2

베어링 부품 단조 및 열처리 기술

(제 4 발표회장)

선형마찰용접부 Ti-6Al-4V 합금의 잔류응력 및 기계적 특성 분석

이성경¹· 최현성²· 박현일³· 석무영⁴· 이동준⁵· 권용남[#]

Analysis of residual stress and mechanical properties of linear friction welded Ti-6Al-4V alloy

S. G. Lee, H. S. Choi, H. I. Park, M.Y.Seok, D. J. Lee, Y. N. Kwon

Abstract

Ti-6Al-4V 합금은 우수한 중량 대비 강도 비율, 파괴 인성, 내피로성 및 우수한 내식성을 가지며 사용되는 모든 타이타늄 합금의 약 50%를 구성한다. 또한 비교적 고온인 300℃ 까지 견딜 수 있어 항공기 구조 부품 소재로 널리 사용되고 있다. 타이타늄 기반 합금의 용접은 열 전도율이 좋지 않아 용접 영역 전체에 급격한 열 구배 생성으로 높은 잔류응력이 발생하고 수소, 산소, 질소 또는 탄소 오염이 있는 상태에서 용접을 할 때 다공성 및 개재물의 형성에 취약하여 기계적 특성이 감소한다. 이러한 문제점을 개선하기 위해 용가재, flux 및 차폐가스가 필요하지 않고 결함률이 낮은 선형마찰용접(Linear Friction Welding)을 사용한다. 선형마찰용접은 큰 압축력을 받는 동안 상부 시편을 고정된 상태인 하부 시편에 대해 진동시켜 표면 사이에 재료를 가소화(Plasticization) 시키는 열을 발생하며 상, 하부 시편을 일체형으로 결합시키는 공정이다. 이러한 공정에서는 국부적인 열이 발생하므로, 내부에 잔류응력이 발생되고, 미세조직의 변화를 야기한다. 따라서, 용접부의 표면 및 내부 잔류응력과 미세조직의 변화가 기계적특성에 미치는 영향을 분석하였고, 본 연구에서는 선형마찰용접된 Ti-6Al-4V의 표면 잔류응력과 내부 잔류응력을 X선회절분석법 및 컨투어 장비로 분석하여 정량화 하였다. 또한 용접부의 잔류응력이 피로균열 성장에 미치는 영향을 확인하기 위해 피로 균열 전파 실험을 진행하였다.

Keywords: Ti-6Al-4V, Linear Friction Welding, Residual stress, Fatigue Crack Propagation

1. 한국재료연구원 학생연구원

교신저자: 한국재료연구원, 책임연구원, E-mail: kyn1740@kims.re.kr

AI 합금의 ML-DIC 이미지에 대한 피로균열전파 거동분석

이승환¹ · 최현성¹ · 박현일¹ · 석무영¹ · 이동준¹ · 권용남^{1, #}

Fatigue crack evaluation on Al alloy of ML-DIC images based

S. H. Lee, H. S. Choi, H. I. Park, M. Y. Seok, D. J. Lee, Y. N. Kwon

Abstract

Al 7xxx계 합금은 우수한 비강도, 피로수명, 내부식성, 응력부식균열 저항성, 파괴인성 값을 가진다. 또한 열처리에 대한 민감도가 낮아 압연 판재로 제작이 용이하다. 따라서 항공우주 및 자동차 구조 부품 소재로 널리 사용되고 있다.

구조물의 장기 신뢰성 확보를 위해서는 주기적 안전진단을 통해 탐지된 균열들이 임계조건에 도달하기 전에 적절한 보수를 실시하는 것이 필요하다. 따라서 탐지된 피로균열의 현재 ΔK 값 및 그에 따른 성장속도 뿐 만 아니라, 실질적 피로균열 특성을 평가하기 위해서는 Crack closure 거동에 의한 지연거동을 배제한 피로균열 특성인 ΔK_{eff} 를 예측해야 한다.

본 연구에서는 기계발광(Mechanical Luminance, ML) 탄소나노튜브(Carbon Nano Tube, CNT) 필름을 이용해 변형률 장을 분석하는 기법을 제시하였다. ML-CNT 필름은 기본적으로 인장, 압축, 전단, 진동 등의 기계적 압력이 가해질 때 압력의 세기와 일정한 관계를 갖는 발광 특성을 보이며, ML-CNT 필름에 포함된 CNT는 일종의 speckle pattern으로 간주되어 디지털 영상 상관법(DIC)이 적용 가능한 장점을 갖고 있다. 해당 기법을 활용하여 알루미늄 7xxx 합금의 피로균열 전파 시편에서의 기계발광 및 DIC 기반의 변형률 장을 분석하였고, 이를 기반으로 피로균열 성장률 및 ΔK 값, ΔK_{eff} 값을 유추하였다. 결과적으로, 균열을 탐지 및 분석하는 구조물 안전 진단평가에 제시한 ML-CNT 분석 기법의 적용 가능성을 확인하였다.

Keywords: Al alloy, Digital image correlation, Mechano-luminesce, Fatigue crack propagation

1. 한국재료연구원, 학생연구원

교신저자: 한국재료연구원, 책임연구원, E-mail: kyn1740@kims.re.kr

전자빔 용해 공정 미세조직 예측을 위한 LBM-CA 모델

이원주¹ · 정유형¹ · 장승범¹ · 김성제¹ · 임현교¹ · 이호원² · 강성훈² · 현용택² · 윤종현[#]

Numerical simulation for predicting the microstructure of electron beam melting process

W. J. Lee, Y. H. Jeong, S. B. Jang, S. J. Kim, H. K. Lim, H. W. Lee, S. H. Kang, Y. T. Hyun, J. H. Yoon

Abstract

Titanium and its alloy are widely applied in a variety industry field such as aerospace, automotive, and biomedical because of the excellent mechanical properties and corrosion resistance. In a pure titanium, an allotropic transformation takes place at around 1155 K. The pure titanium composes of beta phase with HCP structure above the transformation temperature and alpha phase below the transformation temperature, respectively. Since the cost for producing titanium ingots from raw materials is relatively high, the many research has been conducted in effort to recycle of the titanium scrap with electron beam melting (EBM) process. Furthermore, impurities in recycling titanium scraps need to be refine during the solidification process to guarantee the mechanical properties of titanium ingots. It is well known that the microstructure of Ti-6Al-4V via EBM process is mainly affected by thermal processing by resulting the various mechanical properties. This paper mainly considers the β/α transformation of Ti-6Al-4V alloy with lattice Boltzmann method – cellular automata simulation. Particularly, the effect of cooling rate on microstructures such as β grain size, α colony size, and α lath thickness was examined as well as overall morphologies. The validation of the proposed method was conducted to compare the simulation results with the experiment trends for microstructures of Ti-6Al-4V from the other literature.

Keywords: Solidification, Microstructure, Dendrite, Computational simulation

1. 한양대학교 기계설계공학과 소재부품장비융합전공

2. 한국재료연구원

교신저자: 한양대학교 ERICA 기계공학과, E-mail: yooncsmd@gmail.com

A7xxx 알루미늄합금의 ML-DIC이미지에 대한 후면 결함 분석

신윤우¹, 최현성¹, 박현일¹, 석무영¹, 이동준¹, 권용남[#]

Back side defect analysis on ML-DIC images of A7xxx aluminum alloy

Youn Woo Shin, Hyunsung Choi, Hyeon Il Park, Dong Jun Lee, Moo-Young Seok, Yong Nam Kwon

Abstract

Al-Zn-Mg를 기본으로 하는 7xxx계 알루미늄 합금은 우수한 비강도와 피로 특성 그리고 2xxx계 합금에 비해 우수한 부식 특성 등으로 항공기의 기체 구조용 소재로 널리 사용되고 있다. 그중 Al7050-T7451은 강도와 파괴인성이 높으며, T74 열처리로 인해 응력 부식 저항성이 높고, 최대 두께 200mm까지 압연 판재로 제작할 수 있어 항공기 기체 구조용으로 다양하게 적용되고 있다.

위와 같은 재료로 제작된 항공기의 기체 구조물은 외관상 내부균열을 진단하기 어려워 점검 시 간과할 경우 중대 사고로 이어질 수 있다. 이러한 사항에 대응하여 많은 비파괴 검사방법 중 기계 발광(mechanoluminescence)재료를 사용하는 방법이 선택되고 있다. 기계 발광재료는 형광체의 일종으로 인장, 압축, 비틀림, 마찰 등의 기계적 자극에 의해 반복적으로 유도되는 빛의 강도는 응력으로 변환할 수 있으며, 응력은 탄성계수로 나눈 변형률로 변환될 수 있다. 또한, ML 재료와 CNT 분말을 혼합하여 필름을 제작할 수 있으며, 필름의 CNT 입자를 요소로 digital image correlation(DIC) 법을 사용할 수 있다. 필름을 사용하여 ML 이미지와 DIC 이미지 간의 양방향 분석이 가능하고, 즉각적인 반응으로 인하여 실시간 균열 파악이 가능하다.

따라서 본 연구에서는 A7050-T7451로 제작한 인장 시편에 ML-CNT 필름을 부착하고 실제와 유사하게 무작위의 위치, 각도, 크기를 가지는 결함을 생성하였고, 인장시험 동안 ML과 DIC 이미지를 촬영하였다. FEM simulation 또한 인장시험 시편과 같은 결함들을 모델링 하여 분석하였고, FEM simulation에서 얻은 이미지와 인장시험에서 얻은 이미지로 후면 결함을 비교, 분석하였다.

Keywords: Al alloy, Non-Destructive Testing, mechanoluminescence, DIC, defect

1. 한국재료연구원

교신저자: 한국재료연구원, 책임연구원, E-mail: kyn1740@kims.re.kr

용접 프로세스 중 용접 비드 프로파일 및 용융 풀 형상 측정을 위한 머신 비전 기반 시스템

트루잉반도이¹ · 장승범¹ · 왕운봉¹ · 주현우¹ · 이원주¹ · 이장욱² · 윤종현^{3, #}

A machine vision-based system for welding bead profile and melting pool geometry measurement during welding process

Van Doi Truong, Seungbeom Jang, Yunfeng Wang, Hyeonwoo Ju, Wonjoo Lee,
Jangwook Lee, Jonghun Yoon

Abstract

Intelligent welding plays an important role in modern manufacturing in various fields such as shipping-building, nuclear power plant, pressure vessel. The inspection of welding beads and melting pool is necessary to automatically control the path planning, evaluate the quality of welding process. In this paper, we proposed the real-time visual monitoring of the weld bead and melting pool in welding process based on structured light and thermal camera system respectively. The combination of segmentation and RANSAC method is developed to find weld bead profile. As a result, the weld bead parameters including weld width, height and layer profile are extracted. Besides that, the temperature distribution is extracted to investigate the effect of welding parameters on welding quality. Finally, a series of validated experiments are conducted to demonstrate the efficiency of the proposed method with high accuracy.

Keywords: Intelligent welding system, machine vision, welding bead extraction, melting pool measurement.

1. 한양대학교 일반대학원 기계설계공학과, 대학원생

2. 한국수력원자력, 중앙연구원

3. 한양대학교 공학대학 기계공학과, 교수

교신저자: 윤종현, E-mail: jyoona@hanyang.ac.kr

고강도강 경량 상용차 로드휠 개발

권혁선¹

Development of Lightweight Commercial Vehicle Load wheel using Advanced High Strength Steel

Hyuk Sun Kwon

Abstract

최근 연비, 환경 이슈로 차량 경량화가 가속되고 있는 추세이며, 특히 재료분야에서는 복합 조직강 고강도강을 활용하여 차량 경량화 및 부품 경량화에 적용 시도되고 있다. 본 연구에서는 트레일러, 트럭, 버스 등에 사용되는 상용차용 로드휠을 경량화 개발하였다. 경량화를 위해 먼저 기존 연강용 휠의 형상을 기반으로 형상 최적화를 수행하였고, 고강도강의 적용으로 인한 두께 감소, 강성 저하 염려로 성능 검증을 위해 충격 성능을 기존 저강도 연강용 휠과 비교 검토하였다. 또한 디스크 성형을 위해 롤스피닝 해석 기술을 마련하였고, 실제 제작된 휠과 비교하였다. 신규 고강도강으로 개발된 로드휠은 25% 수준의 경량화를 달성하였으며, 기존 검증된 연강용 휠과 내구 동등 이상의 성능을 나타내었다.

Keywords: 상용차용 로드휠, 고강도강, 롤스피닝 성형, 내구성능

초음파 나노표면 개질화 공정이 적층제조 조형체의 기계적 특성에 미치는 영향

배동화¹ · 이동준² · 아웨즈한 아마노프³ · 김정기^{4, #}

Effect of ultrasonic-nanocrystalline surface modification on mechanical property of additively manufactured materials

D. Bae, S. Park, D. J. Lee, A. Amanov, J. G. Kim

Abstract

Because the surface roughness after additive manufacturing affect to the mechanical properties of metallic materials, mechanical surface treatment become one of interesting strategies for improving the performance of additively manufactured parts. Thus, the role of ultrasonic nanocrystalline surface modification (UNSM) treatment on the mechanical properties of additively manufactured 316L stainless steel was investigated. Large shear stress from UNSM not only induces severe grain refinement, but also makes crumbled traces at the surface of additively manufactured 316L stainless steel that causes strength enhancement compare with the as-built specimen. Also, the UNSM treatment removes unmelted particles that relived strain localization at the surface of tensile deformed additively manufactured 316L stainless steel. Meanwhile, UNSM treatment in the machined sample reduces surface quality including micro-cracks, which causes ductility degradation. This result shows the mechanical properties changes of surface treated additively manufactured materials depend on the initial surface morphology.

Keywords: Additive Manufacturing, Ultrasonic-nanocrystalline Surface Modification, Mechanical Property

1. 경상국립대학교 나노신소재융합공학과, 석사과정

2. 한국재료연구원, 선임연구원

3. 선문대학교, 교수

교신저자: 경상국립대학교 나노신소재융합공학과, 부교수, E-mail: junggi91@gnu.ac.kr

마찰교반처리로 만든 순수 알루미늄/산화 그래핀 복합재의 미세구조 진화 및 기계적 특성 향상 메커니즘 조사

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

Investigation of microstructure and mechanical properties improvement mechanism of pure Al/GO composites made by FSP

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, AMC)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. 공주대학교 기계공학과
 5. 한국과학기술연구원 에너지소재연구단
- # 교신저자 E-mail: hhcho@hanbat.ac.kr

상변태를 고려한 베어링 궤도부의 열처리 변형해석

이승표¹*, 이석재², 조균택³, 최진규¹, 김사라¹

Heat treatment deformation analysis for bearing raceways considering phase transformation

S. P. Lee, S. J. Lee, K. T. Cho, J. G. Choi, S. R. Kim

Abstract

베어링은 회전을 전달하고 축에 작용하는 하중을 지지하는 중요한 기계요소부품으로, 내륜(inner ring), 외륜(outer ring), 그리고 전동체(raceway)로 구성된다. 베어링의 회전은 내륜과 궤도부, 외륜과 궤도부의 접촉(contact)을 통하여 전달되며, 부품의 성능과 수명향상을 위하여 궤도부는 유도경화방법에 의한 열처리(induction hardening heat treatment)를 하는 것이 일반적이다. 열처리 공정 시 금속조직의 상변태(phase transformation)가 발생하며, 이 결과로 내륜과 외륜의 변형이 발생한다. 기존에는 열처리 변형을 작업자의 경험에 의존하여 예측하였으나, 이는 다수의 시행착오가 발생하여 시간과 비용의 소모가 야기된다. 본 연구에서는 상변태를 고려한 베어링 궤도부의 열처리 변형을 해석적으로 예측하는 방법을 제안하였다. 먼저 열처리 물성을 위하여 TTT 곡선과 CCT 곡선을 계산하고, 이를 이용하여 변형-열전달-상변태를 고려한 해석을 수행하였다. 해석의 신뢰성을 검증하기 위하여 열처리 변형 제품의 치수와 비교를 하였고, 그 결과 본 연구에서 제안한 열처리 변형 해석의 신뢰성을 확인하였다.

Keywords: Bearing, Heat treatment, Phase transformation, Deformation, Heat transfer

이 연구는 2022년도 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임 (글로벌 시장 진출을 위한 중장비용 대형 주형압속기 베어링 제조를 위한 0.5%이하 초 저변형 열처리 기술 및 고효율 단조기술 개발, 1415180261, 20018618, 산업통상자원부)

1. (주)일진글로벌 기술연구소

2. 전북대학교 금속시스템공학전공, 교수

3. 한국생산기술연구원 동력소재부품연구그룹, 선임연구원

* 교신저자: ㈜일진글로벌, 이사, E-mail: leeseungpyo@iljin.com

SUJ2 고온 물성 평가 방법에 따른 링롤링 해석 영향 비교

최유림^{1,2}, 김민기², 김호영², 서영호², 김태범², 송정환[#]

Comparison of ring rolling analysis effect according to SUJ2 high temperature property evaluation

Y. R. Choi, M. K. Kim, H.Y. Kim, Y. H. Seo, T. B. Kim, J. H. Song

Abstract

중 장비용 대형 주행 감속기 베어링은 중량물의 하중 지지 및 구동 시 동력을 전달하는 핵심 부품으로 우수한 내구성, 내마모성 및 고성능이 요구된다. 베어링 제품은 높은 정밀도 확보를 위하여 복잡한 연계 단조 공정을 필요로 하며 이러한 열간 단조공정에서 베어링 제품 생산을 위해 보편적으로 탄소, 크롬이 함유되어 내마모성, 내식성이 우수한 SUJ2 강을 이용한다. 본 연구에서는 SUJ2 베어링 강의 변형률 속도 제어에 따른 유동 응력을 Gleeble 3500 system 장비를 이용하여 도출하였으며, 이를 유한요소해석 소프트웨어를 통한 물성 시험 모사 시뮬레이션을 통해 평가한다. 해당 열간 물성을 적용하여 변형률 속도 제어에 따른 열간 물성이 링 롤링 해석에서 미치는 영향을 비교한다. 해당 시뮬레이션은 유한요소 해석 소프트웨어 ABAQUS (Explicit) 로 진행되었다.

Keywords: Bearing, Ring-rolling, SUJ2, Abaqus (Explicit)

Acknowledgments

이 연구는 2023년도 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임. (글로벌 시장 진출을 위한 중장비용 대형 주행감속기 베어링 제조를 위한 0.5%이하 초 저변형 열처리 기술 및 고효율 단조기술 개발, 1415180261, 20018618, 산업통상자원부)

1. 인하대학교 대학원 기계공학부

2. 한국생산기술연구원 뿌리산업기술연구소

교신저자: 한국생산기술연구원 뿌리기술연구소

크롬 함량이 합금강의 샷피닝-표면경화에 미치는 영향

최안드레^{1,2}, 송수민^{1,3}, 김태범⁴, 송영환⁴, 전재열⁴, 신세은⁵, 조균택[#]

The effect of chromium content on shot peening-surface hardening of alloy steel.

Andrew Choi, S. M song, T. B Kim, Y.H Song, J. Y Jeon, S. E Shin, K. T. Choi

Abstract

Alloying elements such as Cr are commonly used in the production of alloy steels due to their ability to enhance wear properties by creating chromium carbide. However, Chromium carbide can have negative effects on the steel's ductility and toughness, which can lead to reduced resistance to cracking and fracture. To address this issue, surface hardening treatments such as coating, nitriding, and shot peening are used to increase surface hardness. Of these, shot peening is preferred due to its simplicity and affordability. Although many studies are focusing on improving the hardness of the surface by shot peening, Studies on the effects of Cr on the shot peening mechanism are insufficient depending on the Cr content.

In this study, Three specimens were prepared with varying levels of Cr: 1. (0.4%C), 2. (0.4%C, 5%Cr), and 3. (0.4%C, 10%Cr). Using a Micro Vickers hardness tester, an increase in hardness was observed with higher Cr contents. Optical and scanning electron microscopy revealed a severely deformed surface layer, and X-ray diffraction detected peak broadening and shifting, indicating grain refinement and severe deformation. The results indicate that higher levels of chromium content could enhance surface hardness, potentially attributed to the strengthening effect of dispersed chromium carbide and refinement of the grain size.

Keywords: Shot peening, Chromium, Surface Hardening

-
1. 한국생산기술연구원 근로연수생
 2. 순천대학교 신소재공학과 대학원생
 3. 한양대학교 신소재공학과, 대학원생
 4. 한국생산기술연구원, 수석연구원
 5. 순천대학교 교수

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

5. 일반 논문 발표

단 조

플라스틱 가공

금형가공

(제 5 발표회장)

회전단조 공정에서 압하량에 따른 Inconel 706 합금의 미세조직 형성 거동

조성우^{1,2}, 김효건¹, 이영선¹, 윤은유¹, 이상용², 우영윤^{1,#}

Microstructure formation behavior of Inconel 706 alloy according to pressure load in rotary forging process

S. W. Jo, H. G. Kim, Y. S. Lee, E. Y. Yoon, Y. S. Lee, S. Y. Lee, Y. Y. Woo

Abstract

니켈계 초내열 합금인 Inconel 706은 고온에서 우수한 기계적 특성을 가지며 단조를 통해 성형을 진행할 시 높은 하중을 갖는다. 회전단조공정은 상부 금형이 기울어진 각을 가지면서 동시에 회전, 하강하여 점진적인 성형을 부여하는 공정으로 기존 업세팅 단조공정 보다 적은 하중을 통해 부품의 성형이 가능하다는 장점을 가진다. 회전단조 공정의 상부는 높은 유효 변형량을 가지지만 하부는 낮은 유효 변형량을 가진다. 상, 하부 유효 변형량의 차이를 작게 하기 위해서는 압하량을 많이 주어야 하며, 이로 인해 압하량에 따른 미세조직 분석이 필요하다.

본 연구에서는 회전단조 공정에서 압하량에 따른 미세조직 거동을 분석하기 위해 값을 다르게 하여 단조를 진행하였다. 추가적으로 단조온도를 다르게 할 경우 결정립 크기가 달라지기 때문에 온도를 다르게 하여 단조를 진행하였다. 미세조직 분석을 위해 위치 별 유효 변형량 값이 필요하여 유한요소해석을 통해 위치 별 유효 변형량 값을 얻어 미세조직을 분석할 위치를 설정하였다. 단조 온도 및 압하량에 따른 향상된 특성을 확인하기 위해 기계적 특성을 통해 비교 분석하였다. 위치 별 미세조직 분석은 광학현미경과 후방산란전자 회절패턴 분석기를 통해 진행하였으며, 기계적 특성 분석은 상온 인장과 480°C 고온 인장, 650°C 650MPa 조건에서 크리프 특성을 통해 비교 분석하였다.

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

1. 한국재료연구원, 연구원

2. 국립안동대학교, 신소재공학과

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

동적재결정을 고려한 강의 열간형상압연 공정의 유동 시뮬레이션을 위한 실용적 방법

M. K. Razali¹ · A. Abd Ghawi² · 정석환³ · 최정묵³ · 전만수[#]

Practical Approach to Flow Simulation of a Shape Rolling Process of a Steel Bar Considering Dynamic Recrystallization

M. K. Razali, A. Abd Ghawi, S. H. Chung, J. M. Choi, M. S. Joun

Abstract

Dynamic recrystallization (DRX) during hot shape rolling significantly affects its microstructure and mechanical properties. In this study, DRX of 15V38 steel at various strain rates and temperatures is investigated. DRX-related parameters can be determined directly using the direct method (DM), including peak strain and strain at 50% recrystallization, improving practicality of DRX kinetic predictions. This method then employed into two-dimensional finite element method (FEM) subroutines for the shape rolling of a round bar accounting for DRX. In the applied example case, FE predictions and experiment were well correlated. Thus, the DM improves accuracy, reliability, and practicability of DRX FE predictions.

Keywords: Dynamic Recrystallization, Shape Rolling, FEM, Flow Parameters

1. 서론

Fig. 1 illustrated the microstructure evolution of metallic materials that determines their properties which strongly influence industrial applications [1]. Hence, FEM simulations to predict DRX kinetics evolution during hot forming processes was implemented [2].

The aim of this work is to improve the accuracy and practicability of DRX kinetics prediction by providing a DM for characterizing essential flow-related DRX parameters, including the peak strain and the strain at 50% recrystallization [2]. These parameters need not

be modeled separately and are treated as functions of state variables.

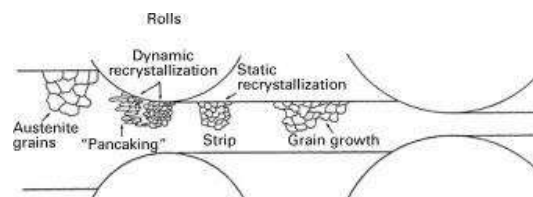


Fig. 1 Microstructure evolution schematic diagram [2].

2. 결과 및 검증

Avrami kinetic model and the DM are used to investigate the DRX behavior of extruded 15V38 steel. Fig. 2 presents the FE model for round bar shape rolling that accounts for the DRX [2].

The DM's validity is validated by demonstrating how to acquire the constants in practice. The greatest

1. 경상국립대학교 공학연구원, 연수연구원
2. 경상국립대학교 기계항공공학부, 대학원생
3. (주)엠에프알씨 서울연구소, 이사
4. (주)진합 기술연구소, 상무
교신저자: 경상국립대학교 기계항공공학부, 교수
E-mail: msjoun@gnu.ac.kr

strength of this method is its ability to incorporate state variables into its key parameters to adjust flow stress and eventually DRX evolutions. According to simulation results in Fig. 3, DRX occurs throughout the bar and has a positive correlation with equivalent plastic strain.

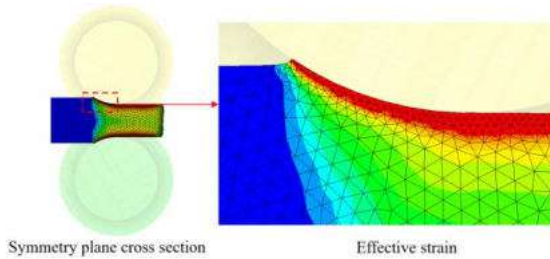


Fig. 2 FE modeling.

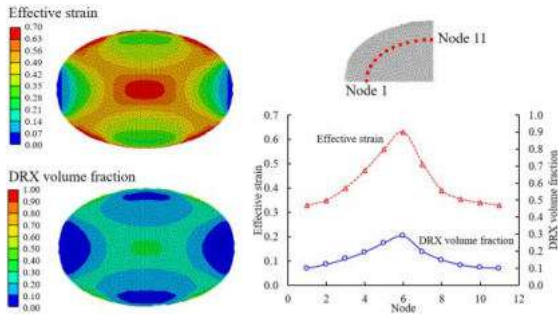


Fig. 3 Comparison between fraction of DRX and equivalent plastic strain.

3. 결론

Our methodology accurately predicts volume fraction and grain size of DRX kinetics and greatly enhances DRX microstructural predictions since it eschews mathematical modeling of peak strain and strain at 50% recrystallization in Avrami kinetics model. Accordingly, simulation accuracy is heavily dependent on flow curve and microstructural models

사사

본 연구는 산업통상자원부의 산업기술혁신사업(과제번호: 10081334)과 에너지인력양성사업(과제번호: 20214000000520)의 지원을 받아 수행된 연구임.

참고문헌

- [1] M. K. Razali, M. S. Joun, 2021, A new approach of predicting dynamic recrystallization using directly a flow stress model and its application to medium Mn steel, J. Mater. Res. Technol., Vol 11, 1991-1894.
- [2] M. S. Joun, M. K. Razali, S. H. Chung, M. Irani, 2022, A direct method of calculating flow-related dynamic recrystallization parameters for generality and accuracy in predicting microstructural evolution, Vol. 18, 3894-3907.

열간 단조용 형상 가변형 스마트 금형 시스템 개발

차도진¹ · 마영화² · 임형철³ · 천세환⁴ · 이종욱[#]

Development of Flexible Shape Die System for Hot Forging

D. J. Cha, Y. H. Ma, H. C. Lim, S. H. Chun, J. W. Lee

Abstract

This study proposes a flexible shaped smart die that can change the shape of the mold used in conventional hot die forging according to the shape of the product. First of all, the concept of a mold that can freely change the shape of the mold according to the shape of the product was proposed. The mold consists of an individual mold collection in charge of forging and an individual mold support. In this study, the optimal mold structure was proposed by reviewing the structure of individual molds and the structural stability of the entire mold that the proposed shape-variable smart mold can serve as molds in harsh environments of high temperature and high load. In order to evaluate the applicability of this technology, a computational simulation analysis was performed on the possibility of manufacturing a complicated large-sized steam generator for nuclear power plants with a nozzle attached to a dome shape.

Keywords: Flexible Shaped Die System, Hot Die forging, Nozzle Integrated Dome, SMR

A typical hot forging process requires a mold for each product to obtain the desired shape. Due to these characteristics, products that can be manufactured by hot die forging are limited to large-volume products due to high mold manufacturing costs. Therefore, it is a common thought of process designers so far that the hot die forging process is not suitable for small quantity and many kinds of products. In particular, large and hot forging parts, such as core parts for nuclear power, had problems with increased manufacturing costs and longer delivery due to mold manufacturing costs and duration.

As a result of this study, the concept and structure of the proposed shape variable smart mold can implement the target shape and secure structural stability suitable for application to a large hot forging process. In particular, in the case of SMR (Small Module Nuclear Power Plant), since the size and shape of core parts vary depending on the manufacturer and power generation capacity, the application of this technology is expected to reduce delivery times and reduce manufacturing costs.

-
1. 두산에너지빌리티, 기술연구원, 수석
 2. 두산에너지빌리티, 기술연구원, 팀장
 3. ㈜에프엠케이, 기술연구소, 과장
 4. ㈜에프엠케이, 기술연구소, 부장

교신저자: 두산에너지빌리티, 소재/제조개발센터, 센터장,
E-mail: jwook.lee@doosan.com

알루미늄 레이터럴암 열간단조 공정의 실험적 및 수치적 연구

박정휘¹ · 누르히다야 압들 하미드² · 변종복³ · 전만수[#]

Experimental and Numerical Study of Hot Forging of an Aluminum Lateral Arm

J. H. Park, N. A. Hamid, J. B. Byun, M. S. Joun

Abstract

A hot forging process of an aluminum lateral arm for a passenger's car is experimentally and numerically studied. The accurate flow information is employed for the non-isothermal analysis of the process. Comparison between the experiments and predictions in Fig. 1 shows that they are in a good agreement with each other.

Keywords: Hot Forging, Aluminum, Flow Behavior

1. 서론

알루미늄 단조는 재료의 저변형저항 특성으로 인하여 강의 단조에 비하여 뚜렷한 차이를 보인다. 이 연구에서는 알루미늄 단조의 특성을 파악하기 위하여 온도 및 마찰 보상된 고정도 유동정보를 활용하여 마찰특성에 대한 마찰계수에 관한 연구를 실시하였다.

2. 본론

자동차 부품(Lateral arm)을 대상으로 3단의 열간단조 공정을 설계하여 그래파이트 수용액을 금형 표면에 분사하는 방식의 윤활조건으로 4000 톤 용량의 기계식 프레스를 사용하여 시험생산하였다. 그리고 실린더 압축 시험에서 온도와 마찰의 영향을 고려하여 획득한 유동정보[1]를 이용하여 비등온 유한요소해석을 실시하였다. 실험 및 해석 결과를 Fig. 1에서 비교하였다.

3. 결론

레이터럴 암과 같이 긴 재료의 형단조에서, 특히 측방향의 유동이 통제된 경우, 상당히 넓은 범위의 마찰계수(0.075-0.25)에 대하여 변형 형상 측면에서 유의미한 해석결과를 얻었다.

1. 현대위아, 소재생산기술팀, 책임매니저

2. 경상국립대학교 기계항공공학부, 대학원생

3. 경상국립대학교 공학연구원, 연수연구원

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

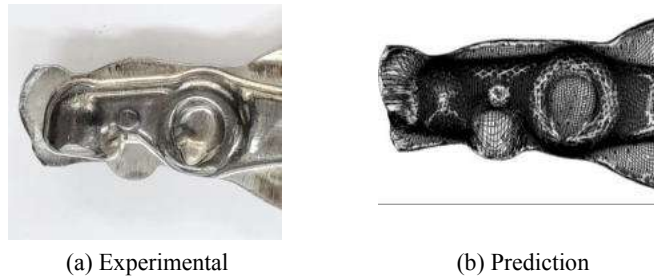


Fig. 1 Comparison between the experiments and predictions

사사

본 연구는 산업통상자원부의 산업기술혁신사업(과제번호: 10081334), 에너지인력양성사업(과제번호: 20214000000520), 지자체-대학 협력기반 지역혁신 사업(2021RIS-003)의 지원을 받아 수행된 연구임.

참고문헌

- [1] M.S. Joun, S.M. Ji, J.D. Yoo, S.H. Chung, H.K. Moon, E.J. Kim, D.J. Yoon, J.M. Choi, A. Babu, Characterization of AZ31B, AZ61A and AZ80A magnesium alloys with an emphasis on temperature compensation for their application to a hot forging, J. Manuf. Process., V. 84, 2022, pp. 764-785

가스터빈용 TiAl 블레이드의 제조기술개발 (Phase 1)

김동권[#] · 이경훈¹ · 조종래² · 정호승³

Manufacturing Technology Development for TiAl Blade of Gas Turbine (Phase 1)

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 선행연구의 일환으로 항온단조장치의 구조를 설계, 제작하였으며 단조공정에 대한 검토를 수행하였다. 이를 기반으로 몇 가지의 단조공정을 도출하였으며 이를 토대로 Al6061, Ti6Al4V, Pb 등을 활용한 모델실험을 실시함으로써, 향후에 TiAl 본 소재에 대한 단조작업을 수행할 수 있는 기반기술을 확보하였다.

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℃ 이상의 고온에서 소재와 금형을 동시에 가열하는 항온단조장치를 활용하여 제조하면, 터빈 블레이드가 요구하는 고온 성형성, 크리프특성 및 피로특성을 달성할 수 있을 것으로 기대된다.

2. 항온단조장치의 제작

2.1 항온단조장치의 구성

당사에서 현재 보유 중인 4,000톤 유압프레스를 활용하여 항온단조를 수행할 수 있도록 장치를 구성하였다. 기본적으로 프레스에 장착하여 성형을 하기 위한 상부 및 하부금형 세트가 필요하며, 소재를 프레스 밖에서 미리 가열하기 위한 전기로와 성형중에 소재의 온도를 유지하기 위하여 프레스안에 설치할 수 있는 별도의 가열로가 요구된다. 또한, 요구되는 소재의 성형온도가 고온이기 때문에 가열 및 성형 중에 발생하는 고온의 열원이 프레스 본체로 전달되는 것을 최대한 막을 수 있도록 금형의 상부 및 하부쪽에 냉각채널을 구성하였다.

1. 한발중공업(주), 연구소장

2. 한국해양대학교, 기계공학부 교수

3. 한국해양대학교, 학연연구교수

교신저자: 한발중공업(주), 연구위원. E-mail: kdg2638@hfm.kr

2.2 항온단조장치의 설계 및 제작

상부 및 하부금형세트는 성형될 소재와 직접적으로 닿는 부위의 형단조금형은 고온강도가 우수한 IN718 초내열합금으로 제작하고, 형단조금형을 감싸주는 홀더부위는 SKT4 소재로 제작하였으며, 그 외에 프레스 본체와 연결되는 부위는 프레스의 Daylight에 맞추어서 S20C 재질로 금형소재를 준비한 후 제작하였다.

성형될 소재를 프레스 밖에서 가열하기 위한 전기로는 1,400℃까지 가열할 수 있도록 가열로 내부 크기가 400W x 540L x 400 mmH인 전기로를 준비하였으며, 소재를 프레스 내에서 가열하기 위한 가열로는 1,250℃까지 가열할 수 있는 가열로 내부 Size가 1,500W x 1,500L x 1,200 mmH인 전기로를 설계 및 제작하였다. 프레스의 냉각채널은 프레스 본체와 연결되는 부위의 금형에 직경 17.5 mm의 냉각 라인을 4방향으로 가공하여, 냉각수가 각각 입구 2개와 출구 2개의 채널로 흐를 수 있도록 설계 및 제작하였다.

3. 항온단조공정의 설정

3.1 1차 단조공정 설정

TiAl 블레이드의 단조공정설정[3, 4]을 위하여 요구되는 블레이드의 정삭형상으로부터 단조도를 작성하고, 이를 성형하기 위한 단조공정해석을 DEFORM S/W를 활용하여 수행하였다. 이를 통하여 Preform은 압출공정을 통하여 성형하고 최종 단조작업은 형단조공정을 통하여 성형하는 단조공정을 도출하였다. 도출된 단조공정으로부터 Preform 압출금형과 최종 형단조금형의 설계 및 제작을 추진하였다. 이후에 TiAl 본 소재를 성형하기 전에 성형성과 단조작업성 확인을 위하여 Al6061, Ti6Al4V 소재를 활용하여 단조작업을 실시하였다. 특히, Ti6Al4V 합금의 단조작업시 가열 과정에서의 산화방지효과와 고온의 단조작업후의 이형효과를 위하여 소재와 금형의 표면에 Deltagraze 153 고온 유리윤활제를 도포하였다. 이를 통한 단조작업을 수행함으로써 성형시의 취출의 어려움과 단조품 치수불만족 등의 문제점을 도출하였다.

3.2 2차 단조공정 설정

도출된 문제점을 개선하기 위하여 2차 단조공정 설정을 추진하였으며, 이를 통하여 3단계 형단조를 통하여 제품을 성형하는 개선된 단조공정을 도출하였다. 본 단조공정은 Preform 소재의 중량은 1차 단조공정에서 설정된 형상보다 커서 회수율은 떨어지지만 성형중에 소재의 킴현상 완화와 안정적인 제품치수 확보에 유리할 것으로 기대된다. 이후에 최종 형단조공정에서 사용되는 Preform 형상을 Pb 소재를 활용하여 단조작업을 실시하여 개선된 효과를 확인할 수 있었다. 특히, Pb 소재는 주조금형을 별도로 제작하여 Pb를 주조하여 제작하였다.

4. 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 수행한 후 모델실험을 실시함으로써, 향후에 TiAl 본 소재에 대한 단조작업을 수행할 수 있는 기반기술을 확보하였다. 향후에는 확보된 단조장치와 단조공정을 기반으로 TiAl 소재를 사용하여 가스터빈용 블레이드의 제조기술 개발을 위한 노력을 이어갈 예정이다.

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] J. Zhang et al., 2007, A novel Canning Technology for Forging of gamma-TiAl Alloys, Materials Science Forum, Vols. 546-549, pp.1421-1426
- [4] S. Kremmer et al., 2007, Near Conventional Forging of Titanium Aluminides, Ti-2007 Science and Technology

냉간 압조용 강선의 응력삼축비 의존 성형성 평가

권종혁¹ · 주호선² · 이호원³ · 이기호² · 박성수² · 정용균² · 김동규^{1, #}

Evaluation of stress triaxiality-dependent formability for cold heading quality steel wire

J. H. Kwon, H. S. Joo, H. W. Lee, K. H. Rhee, S. S. Park, Y. G. Jung, D. -K. Kim

Abstract

최근 원가절감과 탄소규제로 인해 열처리 공정을 생략함과 동시에 선재 강도를 높인 부품이 확대되면서, 소재의 성형성을 적절히 평가하는 것이 중요해졌다. 본 연구에서는 열가공 이력이 다른 냉간 압조용(cold heading quality, CHQ) 강선 4종류를 선정하여, 성형성의 응력삼축비에 대한 의존성을 실험 및 수치적 접근을 통해 연구하였다. 열가공 이력에 따라 서로 다른 기계적 특성을 갖는 소재에 대해 응력삼축비 기반 성형한계선도를 도출함으로써 다양한 변형모드에 따른 성형성을 정량적으로 평가하고자 하였다. 이를 위해 각 소재에 대해 다양한 반경의 노치를 갖는 환봉형 시편으로 일축 인장 시험을 수행하였고, 게이지부의 두께가 얇은 중공형 Lindholm 타입의 시편으로 비틀림 시험을 수행하였다. 그런 다음 각 시편의 일축 인장 및 비틀림 변형에 대한 탄소성 유한요소해석을 수행하여 파단시점에서의 평균 응력삼축비와 파단 변형률을 계산함으로써 성형한계선도를 확보하였다. 이를 통해 각 소재의 성형성을 다양한 변형모드 및 응력삼축비에 따라 정량적으로 비교할 수 있었으며, 특정 응력삼축비 구간에서 어떤 소재가 가장 우수한 성형성을 갖는지 명확하게 확인할 수 있었다. 또한, 일축 인장 시험에서 얻을 수 있는 연신율과 같은 전통적인 성형성 평가 지표와는 달리 성형한계선도에서는 응력삼축비 변화에 따라 성형성 역전 현상도 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 변형모드에 따라서 소재의 성형성 순위가 달라질 수 있음을 보여준다.

Keywords: CHQ wire, Stress triaxiality, Formability, Fracture locus, Finite element analysis

1. 건국대학교 기계항공공학부

2. 포스코 철강솔루션연구소 성능연구그룹

3. 한국재료연구원, 재료인공지능·빅데이터 연구실

교신저자: 건국대학교 기계항공공학부, E-mail: dongkyukim@konkuk.ac.kr

냉간단조 시뮬레이션에서 내부 요소밀도가 해석결과에 미치는 영향

변종복¹ · 이광희² · 전만수[#]

Effect of internal finite element density on the predictions of a cold forging process

J. B. Byun, K. H. Lee, M. S. Joun

Abstract

To maintain accurate contact condition at the material-die interface during forging simulation without loss of computational efficiency, relatively coarse internal mesh density is inevitably utilized, which may damage some solution accuracy. Here, effect of internal mesh density of a tetrahedral finite element mesh system is investigated using the rigid-plastic finite element method with the automatic multi-stage cold forging process of a nut. Almost uniform and internally coarse finite element mesh systems (See Fig. 1) are tested to reveal the effect of mesh density on the die stresses at the final stroke of a forging stage. It has been revealed that it is very difficult to distinguish one from the other in terms of the deformed shape, whereas the die stresses, sensitively affected by the plastic deformation of the material, exhibit distinct difference.

Keywords: Cold Forging, Mesh Density, Tetrahedral Finite-Element, Automatic Multi-Stage Cold Forging

1. 서론

3 차원 체적 소성가공 시뮬레이션에서 요소망의 품질은 계산시간과 정도 양면에서 주요 현안 문제이다[1]. 계산의 효율과 제품의 정교한 표현을 위하여 대개 내부의 요소밀도를 표면에 비하여 낮추는 경우가 많다. 이 연구는 내부의 조대요소망이 해석결과에 미치는 영향을 분석한다.

2. 내부 조대 유한요소의 영향

Fig.1 은, 단조 시뮬레이션 중의 요소망으로써, 표면에서 유사한 요소밀도를 가졌지만 내부의 요소밀도가 서로 상이한 두 요소망(요소수: 229,497 개와 240,941 개)을 나타낸다. 이 두 요소망으로 동일한 문제를 해석한 결과, 외곽 형상은 육안구분이 불가능할 정도로 유사하였다. 그

려나 역학적 접촉 조건이 중시되는 금형의 구조 해석 결과는 Fig. 2 에서 보는 바와 같이 국부적으로 유의미한 차이를 나타내었다.

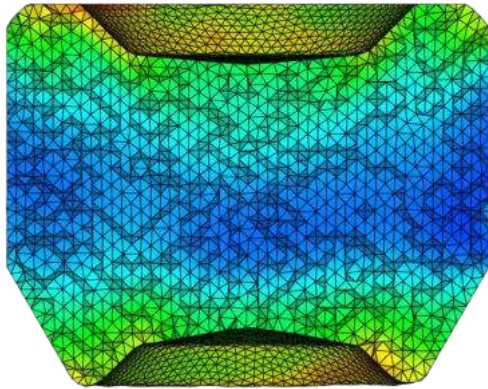
3. 결론

표면에서 요소망 밀도가 유사하지만, 내부 요소의 밀도가 상이한 두 경우에 대한 유한요소 해석결과, 거시적 결과는 동일하였으나, 접촉면에서의 역학적 조건에 큰 영향을 받은 구조해석 결과는 국부적으로 유의미한 차이를 나타내었다. 이 결과는 국부적으로 발생하는 금형 파괴 문제의 원인을 규명하기 위해서는 계산 시간과 해석 정확도를 동시에 만족시키는 최적 요소망의 사용이 필요함을 강조하고 있다.

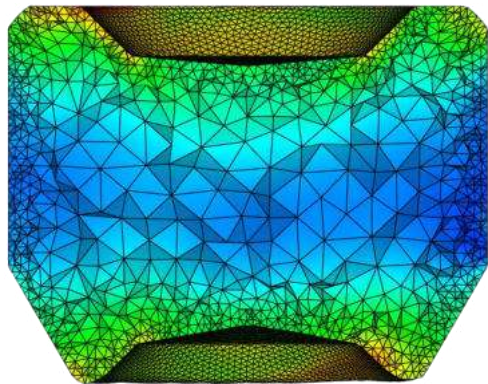
1. 경상국립대학교 공학연구원, 연수연구원

2. ㈜풍강 기술연구소, 상무이사

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

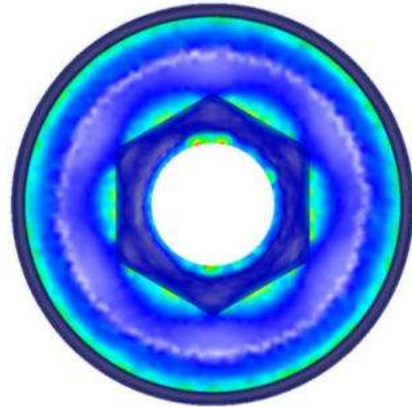


(a) Almost uniform

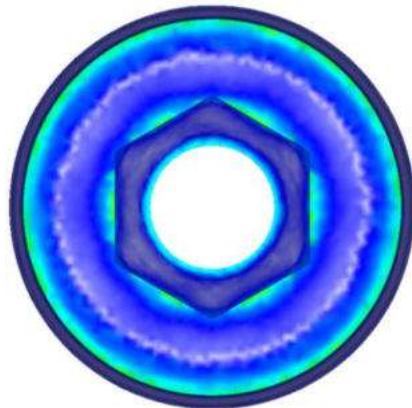


(b) Internally coarse

Fig. 1 Mesh systems tested



(a) Almost uniform



(b) Internally coarse

Fig. 2 Comparison of die stresses

사사

본 연구는 산업통상자원부의 산업기술혁신사업(과제번호: 10081334)과 에너지인력양성사업(과제번호: 20214000000520)의 지원을 받아 수행된 연구임.

참고문헌

[1] M.C. Lee, M.S. Joun, J.K. Lee, Adaptive tetrahedral element generation and refinement to improve the quality of bulk metal forming simulation, Finite Elem. Anal. Des., V 43, 2007, pp. 788-802.

알루미늄 냉간단조 중 유동 특성에 관한 연구

누르히다야 압둘 하미드¹, 최연승², 김광민³, 황태민⁴, 전만수[#]

Study on the flow behavior during cold forging of an aluminum alloy

J. H. Park, N. A. Hamid, J. B. Byun, M. S. Joun

Abstract

A hot forging process of an aluminum lateral arm for a passenger's car is experimentally and numerically studied. The accurate flow information is employed for the non-isothermal analysis of the process. Comparison between the experiments and predictions in Fig. 1 shows that they are in a good agreement with each other.

Keywords: Hot Forging, Aluminum, Flow Behavior

1. 서론

알루미늄은 저변형경화로 특히 냉간단조에서 유동의 불안정성에 노출되어 있다. 이 연구는 조향장치용 알루미늄 요크의 자동다단냉간단조에서 발생한 유동 불안정성 사례를 소개한다.

2. 본론

알루미늄 요크 자동다단냉간단조의 마지막 단(Fig. 1(a))에서 큰 귀의 높이 차이가 발생하였다. 이를 위하여 재료의 유동응력을 실험적으로 구하여 정량화시켰으며, 그 결과를 해석에 사용하였다. Fig. 1의 시험결과와 해석결과의 비교에서 보는 바와 같이 두 결과는 일치하고 있다.

3. 결론

알루미늄 냉간단조에서 발생하는 유동 불안정성은 유동 연화에 기인하는 것으로 그 주 원인은 저 변형연화와 온도 상승에 따른 재료의 극심한 연화현상인 것으로 판단된다.

1. 경상국립대학교 기계항공공학부, 대학원생

2. 경상국립대학교 기계항공공학부, 대학생

3. (주) SJF 기술연구소, 책임연구원

4. SJF VINA, 법인장 전무이사

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



Fig. 1 Comparison between the experiments and predictions

사사

본 연구는 산업통상자원부의 산업기술혁신사업(과제번호: 10081334), 에너지인력양성사업(과제번호: 20214000000520), 지자체-대학 협력기반 지역혁신 사업(2021RIS-003)의 지원을 받아 수행된 연구임.

참고문헌

- [1] K.M. Kim, M.C. Kim, T.M. Hwang, S.H. Chung, W.J. Chung, M.S. Joun, Numerical and experimental study on spring back in automatic multi-stage precision cold Forging Process of a Steering Yoke, Trans. Mat. Process., V. 28, 2019, pp. 115-122

항복비제어강의 초기 미세조직 제어에 따른 기계적 특성 분석

김규한^{1,2} · 우영윤¹ · 이영선¹ · 이상용² · 윤은유^{1,#}

Analyses of Mechanical properties of Yield-Ratio-Control-Steel according to initial microstructure control

G. H. Kim, Y. Y. Woo, Y. S. Lee, S. Y. Lee, E. Y. Yoon¹

Abstract

항복비제어강(Yield-Ratio-Control-Steel)은 이단 연속 열처리 방법으로 열처리 조건에 따라 ferrite, pearlite, retained austenite 그리고 martensite 의 다양한 미세조직을 변화시켜 항복비를 제어 하며, 요구되는 부품의 특성에 퀀칭 및 템퍼링과 같은 열처리 없이 만족시킬 수 있도록 냉간단 조용 소재로 개발된 비조질강이다. 개발된 항복비제어강의 기계적 특성은 초기 미세조직의 변화와 관계가 있기 때문에 본 연구에서는 항복비제어강 원소재의 미세조직 제어에 따른 기계적 특성을 분석하고자 한다. 실제 열간 압연공정을 거쳐 변형량에 따른 미세조직을 분석하고 상온 인장, 상온·저온 충격특성 및 피로특성과 같은 기계적 특성을 비교 분석하고자 하였다또한 유한 요소해석 상용 소프트웨어인 Forge NxT 3.2 를 사용하여 열간 압연공정과 동일한 조건으로 해석 하였으며, 해석결과 유효변형률 분포와 미세조직을 비교 분석하였다.

Key Words: Hot rolling process, Yield-Ratio-Control-Steel, Non-Normalized Steel, Microstructure control, Mechanical properties, finite element analysis

1. 한국재료연구원

2. 국립안동대학교

교신저자: 한국재료연구원, 선임연구원 E-mail eyyoon@kims.re.kr

통전 기반 고상접합 효율성 향상을 위한 다공성 계면층의 형상 최적화

최현석¹ · 도 탄 초영¹ · 부이 티 두 안¹ · 추수현² · 썸 민 티엔³ · 김동규⁴ · 홍성태[#]

Optimization of design parameters of porous interlayer for electrically assisted pressure joining

H. S. Choi, T. T. Do, T. A. Bui-Thi, S. H. Choo, M. T. Tran, D. K. Kim, S. T. Hong

Abstract

A study to overcome a drawback of an additive manufactured (AMed) porous interlayer (PIL) with closed cell pores for electrically assisted pressure joining (EAPJ) is conducted. The goal of the present study is to efficiently design an AMed open cell structure PIL without the flaw of trapped metal powders during AM, which frequently occurs in an AMed PIL with closed cell pores. While the finite element simulation of EAPJ of cylindrical specimens in axial direction (an AMed open cell structure PIL between the cylindrical specimens) has been conducted, EAPJ experiments also have been conducted to validate the effectiveness of selected simulation results. The experimental result shows that with the newly designed open cell structured PIL, the pores in the AMed PIL are nearly completely removed after joining without trapped metal powders.

Keywords: Solid-state joining, Electrically assisted pressure joining, Additive manufacturing, Porous interlayer, Finite element method, Optimization

1. 울산대학교 기계공학부, 대학원생

2. 울산대학교 기계공학부, 학부생

3. 건국대학교 기계항공공학부, 박사 후 연구원

4. 건국대학교 기계항공공학부, 조교수

교신저자: 울산대학교 기계공학부, 교수, E-mail: sthong@ulsan.ac.kr

플라스틱 미세유체 칩 양산화를 위한 금형 가공/사출 성형

유영은^{1#}, 권다인², 오재환², 진재호³, 윤재성¹, 김관오⁴, 강도현⁴

Machining Mold and Injection Molding for Mass Production of Plastic Micro-fluidic Chip

Y.-E. Yoo, D. I. Kwon, J.H. Oh, J.H. Jin, J.S. Yoon, K.-O. Kim, D.H. Kang

Abstract

최근 COVID 19와 같은 감염병의 대유행이나 사전 예방 중심으로의 의료 패러다임 변화 등으로 인하여 기존 대형 병원 중심의 진단에서 소규모 병원, 응급실 혹은 다중 이용 시설 등 일상 생활 환경에서의 신속하고 정확한 진단 기술에 대한 필요성이 증가하고 있다. 이에 요구되는 진단 키트의 주요 기반 기술로서 주목을 받고 있는 미세유로나 미세챔버 등의 구조가 적용된 미세유체 칩 기술에 대한 많은 연구가 지난 수십년 동안 이루어져 왔으며, 최근의 진단 시장 변화로 인하여 양산이 가능한 미세유체 칩 개발에 대한 수요가 증가하고 있다. 미세유체 칩 기반의 현장형 진단 키트의 실용화를 위해서는 사출성형에 의한 플라스틱 미세유체 칩의 양산화 기술 개발이 요구되고 있다. 이를 위하여 다양한 형상 및 크기의 미세구조가 적용된 내구성이 우수한 금형 가공 기술과 함께 미세구조의 정밀 성형 기술 개발이 필요하다. 본 연구에서는 리소그래피 공정, 니켈 전주도금 공정에 의한 수 μm ~ 수백 μm 범위의 미세유로 및 미세챔버 등의 미세구조가 적용된 금형 가공 및 이를 이용하여 사출 성형에 의한 플라스틱 미세유체 칩을 제작하였다. 또한 제작된 미세유체 칩에 대한 미세유로에서의 유동 특성 등을 분석하였다.

Keywords: Micro-fluidic Chip, Mold, Injection Molding, Plastic, Point-of-care Diagnostic

1. 한국기계연구원 나노공정장비연구실, 책임연구원

2. (주)네오나노텍 연구원

3. (주)네오나노텍 주임 연구원

4. 한국기계연구원 나노공정장비연구실, 선임연구원

교신저자: 한국기계연구원 나노공정장비연구실, 책임연구원 E-mail: yeyoo@kimm.re.kr

수중 생물 부착 방지를 위한 생체 모방 기반 나노/마이크로 계층 구조 금속 표면 개발

권선목¹· 이지현¹· 이재욱¹· 강신일^{1#}

Development of biomimetic-based Nano/Micro Hierarchical structures on Metallic surface for underwater anti-biofouling

S. M. Kwon, J. H. Lee, J. U. Lee, S. Kang

Abstract

Biofouling is the undesirable biological growth of micro/macro-organisms on surfaces dipped into underwater. Their growth increases the drag forces due to rising hydrodynamic volume and friction, and it can negatively affect the lifespan and performance of the surfaces through corrosion phenomena. Thus, designing and fabricating underwater structures on their surface is an essential aspect of anti-biofouling effect. While ordered hierarchical metallic structures can provide underwater anti-biofouling, producing such structure remains challenging.

In this study, we fabricated an anti-biofouling surface composed of nanostructures orderly superimposed on curved micro-riblets using the top-down method. To confirm the fidelity of the surface, we used SEM(Scanning Electron Microscopy), AFM(Atomic Force Microscopy), and CA(Contact Angle) measurements. Additionally, the bacterial adhesion experiment confirmed that nanostructures and hydration layer dramatically reduced the adhesion of micro-organisms, and the micro-riblets prevented the attachment of macro-organisms. This development of a functional metallic surface with hierarchical structures provides a promising solution for anti-biofouling in underwater structures.

Keywords: Anti-Biofouling, Metallic engineered surface, Nanoimprinting, Hierarchical topography, Biomimetics

1. 연세대학교 기계공학과

교신저자, E-mail: snlkang@yonsei.ac.kr

6. 일반 논문 발표

일반금속가공 3

경량금속

압연 / 압출 및 인발

(제 6 발표회장)

초고장력강의 응력경로 변경 효과를 고려한 스프링백 치수 개선 연구

김기정[#], 윤승채¹, 정영주¹, 박재명¹, 현주식, 정유동²

A Numerical Simulation study of new sheet metal forming process for Springback reduction by changing the stress path for Ultra High Strength Steel

K. J. Kim, S. C. Yoon, Y. J. Jung, J. M. Park, J. S. Hyun, Y. D. Jung

Abstract

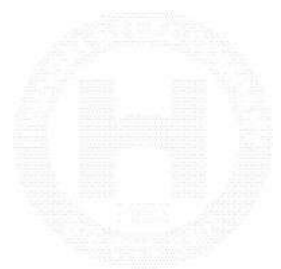
This study proposes reducing the springback of Ultra High Strength steel (UHSS) sheets in the Double Bending Forming process (DBF). It consists of three steps: (1) Binding of a sheet between an inner corner setting punch and upper die, (2) Forming under an upper die and press RAM, (3) Over-bending under a constant lower holder. A great advantage of this technology over other HAT Forming processes, such as draw bending and PAD forming, is that perfect hat-shaped are easily obtained for any type of UHSS just by determining One controllable process parameter. An accurate finite element simulation allows us to determine these process parameters prior to the experiment. The validation for this process was shown by performing the hat-shaped DBF simulations.

Keywords: Ultra High Strength Steel, HAT shape, Finite Element Method, Springback

1. 현대제철 응용기술실 자동차응용기술팀

2. 현대제철 제품개발센터

교신저자: 현대제철 연구개발본부 자동차응용기술팀 E-mail: kijungkim@hyundai-steel.com



철강기반 다종소재(멀티머티리얼) 적용 설계를 이용한 전기 차용 배터리팩의 경량 설계

정창균[#] · 위상권¹ · 공종판¹ · 오흥준²

Lightweight design of battery pack for electric vehicle using steel-based multi-material design concept

C. G. Jung, S. K. Wee, J. P. Kong, H. J. Oh

Abstract

Battery packs for electric vehicles are mostly made of aluminum alloy because of the extreme demand for lightweight. POSCO is responding by developing GIGA Steel with a tensile strength of over 1 GPa, but it is still heavier than parts made of aluminum alloy. POSCO developed its own battery pack concept as a multi-material design strategy that mixes aluminum alloy in some parts based on a steel battery pack. In this study, the basic frame of the battery pack is made of various GIGA steel, including the recently developed low-manganese 150kgf-class martensite steel. In addition, by partially combining aluminum extrusion profile, it achieved a weight reduction of about 10% compared to steel battery packs. The result means a weight level of new design is similar to an aluminum battery pack with same energy density. In addition, the synergistic effect of steel and aluminum alloy significantly improves crashworthiness. Through this, it was proved that POSCO's steel-intensive multi-material design strategy is sufficiently competitive in terms of weight, safety, and price compared to aluminum alloy parts.

Keywords: electric vehicle(EV), battery pack, multi-material, lightweight, crashworthiness

1. (주)포스코 기술연구원, 수석연구원

2. (주)현대자동차 연구개발본부 차체재료개발팀, 책임연구원

(주)포스코 기술연구원, 수석연구원, cgj@posco.com

Cohesive Zone 모델을 이용한 SOFC용 집전체 랜싱 공정 유한요소해석

이상민¹ · Felix Rickhey² · 이사람³ · 홍석무^{4#}

Finite Element Analysis of the Lancing of SOFC Current Collectors Using the Cohesive Zone Model

S. Lee, F. Rickhey, S.Yi, S. Hong

Abstract

오늘날 환경오염을 줄이기 위한 탄소 중립 정책이 강화됨에 따라 대체에너지에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. SOFC(solid oxide fuel cells)는 연료전지 기술 중 하나로, 수소와 산소의 화학적 에너지를 전기적 에너지로 변환시키며, 80~95%의 열효율로 인해 높은 에너지 효율을 나타낸다. SOFC를 이루는 부품 중 집전체는 촉매에서 발생한 전류를 분리판으로 이동시켜주며, 생성된 물이 촉매 밖으로 나오게 하는 통로 역할을 하는 부품으로 전기 전도성 및 통기성이 우수해야 하며, 동시에 SOFC 스택의 하중을 견디기 위해 강도를 확보해야 한다. 이러한 까다로운 조건에 의해 집전체 설계 시 많은 개발 시간 및 비용이 소모되는데, 본 연구에서는 유한요소해석을 활용하여 이를 개선하고자 한다. 기존에는 3D 프린터를 이용하여 집전체를 제작하였는데, 생산비용을 낮추고 속도를 개선하기 위해 랜싱(lancing) 공정을 사용했다. 랜싱은 판재 일부를 자르고 공정으로, 프레스 가공과 병행하여 절단된 면을 성형할 수 있는 장점이 있다. 하지만 제품 품질 및 통기성을 확보하기 위해선 깨끗한 절단과 정밀한 스프링백 제어가 보장되어야 하는데, 유한요소해석을 활용하면 이러한 문제를 예측 및 수정에 효과적이다. 얇은 금속 판재의 랜싱 해석을 위해 절단면을 기존에 알려져 있는 응집영역모델(cohesive zone model, CZM)로 대체했다. CZM의 변형 및 손상 거동은 이중 힘-간격 응답 법칙(traction-separation law), 즉 수직응력과 면내 전단응력에 의해 규정/예측이 되며, 수직응력과 면내 전단응력이 모두 작용하는 경우에 혼합 모드 공식(mixed mode formulation)이 사용되며 빠른 해석 속도에 비해 좋은 수렴 결과를 얻을 수 있어 효율적이다. 이때 CZM의 매개변수는 역설계 기법에 의해 결정하였고 향후 비선형 힘-간격 응답 법칙을 가정하여 더 정확한 결과를 얻을 수 있을 것으로 기대된다.

Keywords: Cohesive Zone Model, Current Collector, Finite Element Analysis, Lancing Process, Solid Oxide Fuel Cells

Acknowledgement

이 연구는 2023년도 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임 (G032593912)

1. 공주대학교 미래융합공학과, 대학원생

2. 공주대학교 그린카기술연구소, 박사

3. ㈜진영정기, 사원

4. 공주대학교 미래자동차공학과, 교수

교신저자: 공주대학교, 교수, E-mail: smhong@kongju.ac.kr

Heterogeneous 조직이 Ti-6Al-4V 합금의 인장 및 저주기 피로 특성에 미치는 영향

김건형¹ · 이태경² · 염종택³ · 김재혁⁴ · 노윤경⁵ · 이초룡⁶ · 이종수[#]

Heterogeneous-structure with enhanced mechanical properties in monotonic and cyclic deformation modes

G. Kim, T. Lee, J. T. Yeom, J. H. Kim, Y. K. Noh, C. R. Lee, C. S. Lee

Abstract

This study aimed to develop heterogeneous-structured (HS) Ti-6Al-4V composed of coarse and fine grains to enhance the alloy's mechanical properties. This microstructure was induced by selective activation of dynamic globularization by using water-quenching and subsequent rolling below the β -transus temperature. Microstructures and mechanical properties of the HS alloy in monotonic and cyclic deformation modes were compared with those of coarse-grained (CG) and ultrafine-grained (UFG) counterparts. HS Ti-6Al-4V had a higher mechanical strength and better resistance to low-cycle fatigue (LCF) fracture without the loss of ductility compared with commercial mill-annealed CG alloy, and HS alloy had an engineering advantage of low-cost mass production in contrast to UFG counterpart, despite their similar mechanical properties under both monotonic and cyclic deformations. The enhanced mechanical properties of HS alloy were attributed to the presence of UFG region and the partial transformation of transverse to basal texture with a high intensity. Such conditions gave rise to an active slip transfer, low internal stress, and high strain compatibility, thereby leading to the high LCF resistance.

Keywords: Ti-6Al-4V, Low-cycle fatigue, Dynamic globularization, Grain refinement

1. 포항공과대학교 철강에너지소재대학원, 박사과정

2. 부산대학교 기계공학부, 교수

3. 재료연구원 타이타늄 연구실, 책임연구원

4. 재료연구원 타이타늄 연구실, 선임연구원

5. (주)동아특수금속, 대표이사

6. (주)동아특수금속, 연구원

교신저자: 포항공과대학교, 교수. E-mail: cslee@postech.ac.kr

Aging hardening and precipitation characteristics of extruded AZ91-0.3Ca-0.2Y Alloy

김현지¹ · 김영민² · 배준호³ · 윤종현⁴ · 박성혁[#]

Aging hardening and precipitation characteristics of extruded AZ91-0.3Ca-0.2Y Alloy

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

Abstract

In this study, an AZ91-0.3Ca-0.2Y (SEN9) alloy having high corrosion and ignition resistance characteristics is recently developed. This study investigates the aging hardening and $Mg_{17}Al_{12}$ precipitation characteristics of the extruded SEN9 alloy by comparing those of a commercial AZ91 counterpart. Both alloys' microstructures consist of equiaxed recrystallized grains and they have an intense basal texture. Unlike the AZ91 alloy with a few Al-Mn particles, the SEN9 alloy contains numerous Al_2Y , Al_8Mn_4Y , and Al_2Ca particles. As the aging time increases from 0 to 8 h at 200 °C, the hardness increases from 63.6 to 95.4 Hv and 68.8 to 98.3 Hv for the AZ91 and SEN9 alloys, respectively. Although the hardness increments during aging and the peak aging times are almost the same for both alloys, their $Mg_{17}Al_{12}$ precipitation behavior considerably differs. During aging, the number of $Mg_{17}Al_{12}$ continuous precipitates formed in the SEN9 alloy is less than that in the AZ91 alloy because of the lower amount of Al solute atoms in the former. The nucleation and growth of $Mg_{17}Al_{12}$ discontinuous precipitates (DPs) are also suppressed in the SEN9 alloy because of the combined effect by the reduced Al solutes, finer grains, Ca and Y solutes, and second-phase particles. Consequently, the area fraction of DPs of the peak-aged SEN9 alloy is nearly half that of the peak-aged AZ91 alloy. This study demonstrates that adding small amounts of Ca and Y to AZ91 alloy causes drastic variations in the $Mg_{17}Al_{12}$ precipitation behavior during aging.

Keywords: Magnesium, Aging, Precipitation, Microstructure, Hardness

-
1. 경북대학교 신소재공학부, 박사과정
 2. 한국재료연구원 마그네슘 연구실, 실장
 3. 한국재료연구원 마그네슘 연구실, 책임연구원
 4. 한양대학교 기계공학과, 교수

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

Mg-10Gd 압출재의 불균일 집합조직을 고려한 다결정 유한요소해석

이재성¹ · Dirk Steglich² · 정영웅^{1, 3, #}

Inhomogeneous crystal texture in extruded Mg-10Gd alloy considered in crystal plasticity finite element simulation

J. Lee, D. Steglich, Y. Jeong

Abstract

Due to their biodegradability and biocompatibility, magnesium alloys are considered promising for cardiovascular stents. During surgery, the devices undergo irreversible deformations, which need to be predicted and controlled for certification. In this study, we investigated an extruded Mg-10Gd sample, which is a potential candidate for cardiovascular stents. Electron back-scattered diffraction (EBSD) scan was applied to the as-received extruded sample, which revealed a significant texture heterogeneity from the center to the outer regions. An averaged initial texture was measured by X-ray diffraction, with which the Voce hardening parameters were calibrated by fitting tension and compression stress-strain curves in the extrusion direction. Due to the geometrical limit, conventional mechanical tests such as uniaxial tension and compression in the radial or the circumferential direction was not feasible. Instead, three additional mechanical tests, i.e., C-ring compression, notched bar tension, and 3-point bending, were conducted. In each test, not only inhomogeneous stress/strain responses were induced, but also sample regions with different initial crystallographic texture were subjected to deformation. The predictive ability of a numerical model that can replace intricate mechanical experiments was evaluated through finite element simulations using the polycrystalline plasticity model with considering inhomogeneous initial texture.

Keywords: Anisotropy; CP-FEM; Mg-10Gd; Texture

1. 창원대학교 소재융합시스템공학과, 대학원생

2. Institute of Material Systems Modeling, Helmholtz-Zentrum Hereon

3. 창원대학교 신소재공학부, 부교수

교신저자: 창원대학교 신소재공학부, 부교수, yjeong@changwon.ac.kr

표면강소성 공정을 통한 내부 잔류응력이 피로 균열 성장 거동에 미치는 영향 고찰

홍종화¹ · 박현일¹ · 석무영¹ · 최현성¹ · 권용남¹ · 이동준^{1, #}

A Study on the Effect of Internal Residual Stress on Fatigue Crack Propagation Behavior through Surface Severe Plastic Deformation Process

Jong-Hwa Hong, Hyeonil Park, Moo-Young Seok, Hyunsung Choi, Yong Nam Kwon, Dong Jun Lee

Abstract

본 연구에서는 표면강소성(SSPD, surface severe plastic deformation) 공정 중 하나인 쇼트 피닝(SP, shot peening) 공정을 통해 부과된 내부 잔류응력이 피로 균열 성장(FCP, fatigue crack propagation) 거동에 미치는 영향에 대해서 고찰해 보았다. 피로 균열 성장 시험은 낮은 변위를 가함에도 기하학적인 형상으로 인해 균열 끝단에 소성영역이 존재하게 되고, 이에 따라 균열이 끝단에서부터 성장하게 된다. 하지만, 표면강소성 공정을 가한 소재의 경우, 공정에 의해 부과된 내부 잔류응력 분포에 의해 균열의 성장 거동이 모재와 달라진다. 부과된 내부 잔류응력에 의한 피로 균열 성장 거동을 관찰하기 위해, 다양한 하중 조건의 피로시험을 통해 사이클에 따른 내부 잔류응력의 변화를 측정하였다. 균열 끝단에서 측정된 변형률 분포를 통한 응력 분포를 활용해, 피로시험 시 하중에 따른 내부 잔류응력 변화 거동을 얻어 내었다. 이를 통해, 유효응력분포를 얻어내어 내부 잔류응력에 의해 모재와 달라진 피로 균열 성장 거동을 이해할 수 있었다. 또한, 측정된 잔류응력 분포 함수를 사용자 서브루틴(user subroutine)을 이용하여, 확장유한요소법(X-FEM, extended finite element method)에 적용하였으며, 이를 통하여 수식적, 수치적인 방식을 동시에 이용하여, 내부 잔류응력을 지닌 소재의 피로 균열 성장 거동을 이해할 수 있었다.

Keywords: Residual stress, Surface severe plastic deformation (SSPD), Fatigue crack propagation (FCP), X-ray diffraction (XRD), Numerical simulation, Extended finite element method (X-FEM)

1. 한국재료연구원 항공재료연구센터.

교신저자: 한국재료연구원 항공재료연구센터, E-mail: djlee@kims.re.kr

전산해석을 이용한 냉연 SPM 폭 방향 연시율 변화에 대한 연구

심은영[#] · 선정안¹ · 한학수¹

Method for Implementing Uniform Elongation in the Width Direction of Steel Strip in Cold Rolling Skin Pass Mill by Using FEM

E. Y. Sim, J. A. Seon, H. S. Han

Abstract

Skin Pass Mill (SPM) is a facility for temper rolling, improving mechanical properties, surface properties and the shape of strips. And non-uniform elongation causes a deviation of material properties and the shape defects for strips. Therefore, it is important to procure a uniform elongation along with the entire width direction. However, generally the elongation control comprises the mean of strip elongation value, so it is difficult to secure the uniform elongation in the entire width direction using conventional control system alone. In this paper, it is proposed to change the positions of Anti Crimping Roll (ACR) and Anti Cross Breaking Roll (ACBR) of SPM as a solution for securing uniform elongation. The research process consists of three stages. First, the effects based on the positions of ACR/ACBR on width-directional elongation were observed via FEM. Next, optimum ACR/ACBR positions were calculated, using Response Surface Methodology (RSM) and FEM. Finally, the verification of the results was performed with FEM.

Keywords: Skin Pass Mill, Anti Crimping Roll, Anti Cross Breaking Roll, Billy Roll

1. 현대제철 압연공정연구팀

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

SS400 강의 열간 변형 거동 및 유한 요소 모델링을 이용한 압출재의 공정 파라미터 최적화

박정현¹ · 강태훈¹ · 배성환² · 최선목² · 신영철³ · 최호준³ · 이기안^{1, #}

The hot deformation behavior of SS400 steel and the extrusion process parameter optimization using finite element modeling

Jung-Hyun Park, T. H. Kang, S. H. Bae, S. M. Choi, Y. C. Shin, H. J. Choi, K. A. Lee

Abstract

SS400 강은 대표적인 구조용 0.2 wt.% 저탄소강 (low carbon steel)으로, 우수한 가공성과 낮은 비용으로 인해 자동차, 조선, 건설, 토목 등 여러 산업 분야에서 폭넓게 응용되었다. 이러한 구조강은 적용 목적에 따른 특정 치수 및 형태로 사용되기 위해 열간 가공 단계가 필요하며, 제품의 특성 최적화 및 수명 유지를 위한 가공 중 공정적 설계는 매우 중요한 요소이다. 본 연구에서 SS400강의 열간 변형 거동을 온도범위 700~1000℃, 변형속도 0.001~1s⁻¹의 조건에서 등온 압축시험으로 조사하였다. 유동응력 예측을 위해 유동응력과 Zener-Hollomon 파라미터를 이용하여 도출한 constitutive equation을 사용하였으며, 그 결과 실제 실험값과 예측값이 높은 일치도를 보였다. SS400 소재의 유동 거동은 동적 재료 모델을 기반으로 한 processing map을 통해 설명될 수 있었다. 낮은 온도 영역 및 높은 변형률 속도 조건에서 instability 영역이 주로 관찰되었으며, 700℃, 0.01~0.001s⁻¹ 구간 및 1000℃, 1s⁻¹ 구간은 높은 power dissipation을 통해 최적 공정 조건으로 확인되었다. 또한 유동 응력에 대한 동적 재결정 부피 분율 및 grain boundary의 영향은 안정한 공정 조건과 불안정한 공정 조건에서의 미세 조직 비교를 통해 확인되었다. 이를 통해 도출된 최적화 공정 조건을 반영하여 실제 압출재를 제조하였으며, 제조된 소재의 미세조직을 관찰하였으며 기계적 물성을 평가하였다. 또한 소성 거동 모델링을 위해 constitutive equation을 적용한 유한요소법을 수행하였으며 제조된 압출재의 유효 변형률 분포를 예측하였다. 상기 결과들을 바탕으로 유한요소법 적용 예측 결과를 실제 제조된 압출재의 미세조직 및 기계적 특성 분석 결과와 연계하여 비교 분석하고자 하였다.

Keywords: SS400 steel, Hot deformation behavior, Processing map, Finite element method simulation

1. 인하대학교 신소재공학과

2. (주) 선우엔지니어링

3. 한국생산기술연구원 성형기술그룹

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

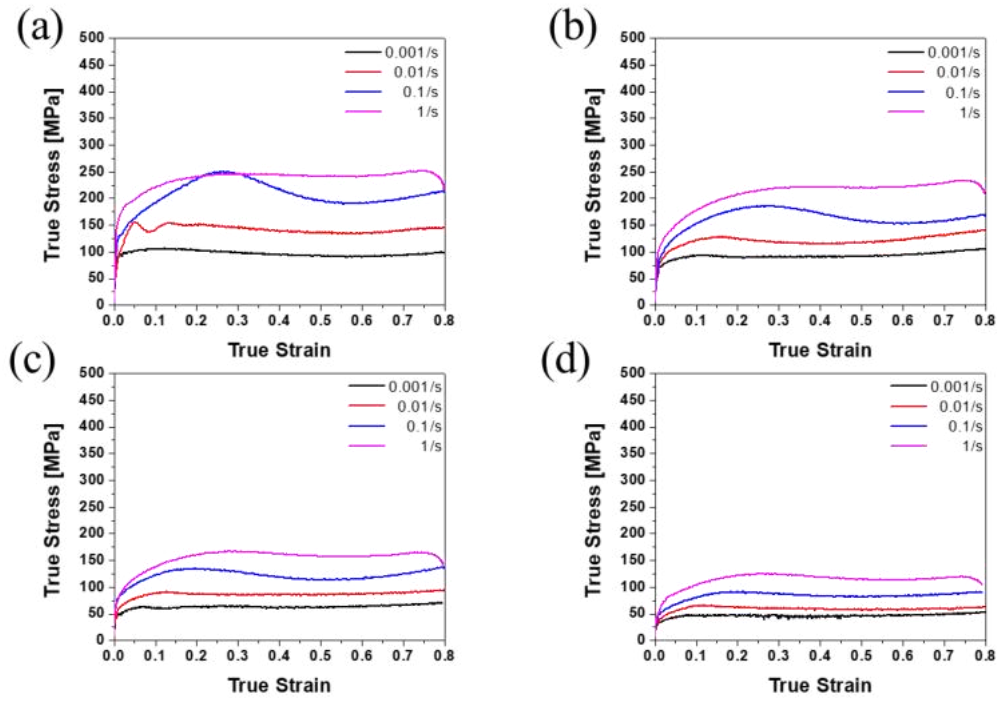


Fig. 1. True stress-strain flow curves of SS400 at different temperature (a) 700°C (a) 800°C (a) 900°C (a) 1000°C

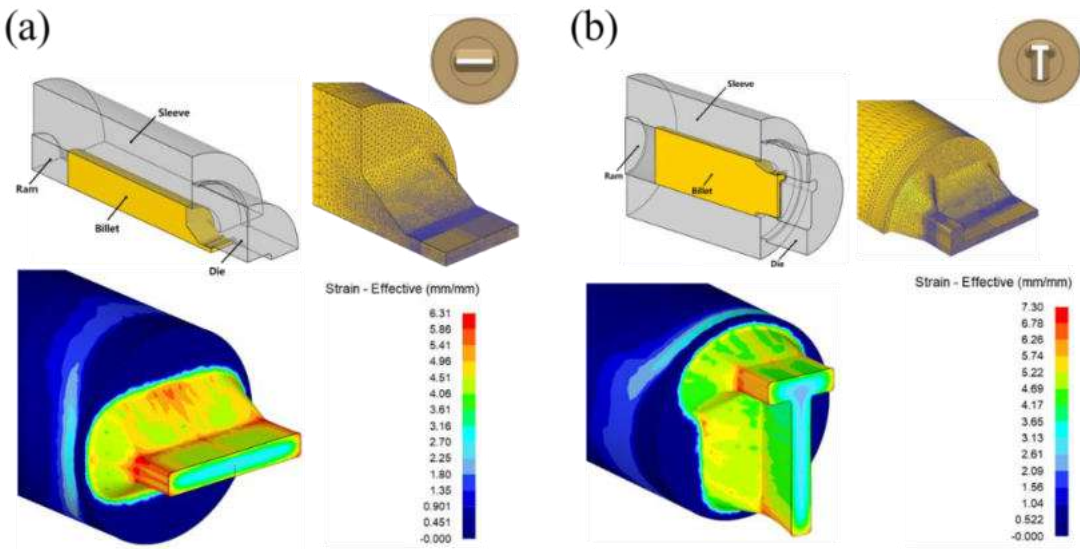


Fig. 2. Schematic diagram images of extrusion system and results FEM simulation on effective strain distribution of (a) Bar-type (b) T-type

고온 압출 공정으로 제조된 Al3102 (Al-Mn)계 합금 납작관의 미세조직, 부식 및 기계적 특성

황원구¹ · 강태훈¹ · 최호준² · 신영철² · 이승철³ · 이기안[#]

Microstructure, corrosion and mechanical properties of Al3102 alloy flat tube manufactured via hot extrusion process

Yuanjiu Huang, T. H. Kang, H. J. Choi, Y. C. Shin, S. C. Lee, K. A. Lee

Abstract

Al3102 (Al-Mn)계 합금은 합금 원소가 미량으로 첨가되어 우수한 가공성을 나타내 압출과 같은 소성 공정에 적합한 합금으로, 우수한 내식성, 열전도도를 나타내어 히터 튜브, 자동차 열교환기 등에 사용되고 있다. 본 연구에서는 Al3102 (Al-Mn) 합금 빌렛(billets)을 고온 압출 공정을 이용하여 납작관(flat tube)으로 제조하였으며, 빌렛과 납작관의 미세조직, 부식 저항성 및 기계적 특성에 대해 조사하였다. Al3102 합금 빌렛은 510°C에서 10시간 균질화 처리하였으며 이후 빌렛을 가열한 후 납작관을 제조하였다. Electron Backscatter Diffraction (EBSD) Pattern 스캔 후 Inverse Pole Figure (IPF) map 분석 결과, 두 소재들 모두 equiaxed grain을 가지고 있었으며 평균 결정립 크기는 빌렛: 242.9 μm , 납작관: 77.3 μm 로 측정되어 고온 압출 후 평균 결정립 크기는 감소하였다. 빌렛의 경우 결정립계에서 석출물이 관찰된 반면, 납작관 압출 후 결정립 내부 및 결정립계 모두 석출물이 존재하였다. 석출물을 EPMA로 분석한 결과, 두 소재들 모두 Mn과 Fe 함량이 높게 나타나 $\text{Al}_6(\text{Mn}, \text{Fe})$ 인 것으로 확인되었다. 한편, FE-SEM을 통해서 두 소재의 $\text{Al}_6(\text{Mn}, \text{Fe})$ 크기와 분율을 측정하였다. 그 결과 $\text{Al}_6(\text{Mn}, \text{Fe})$ 크기는 빌렛: $1.56 \pm 0.57 \mu\text{m}$, 납작관: $1.61 \pm 1.24 \mu\text{m}$ 로 거의 유사한 수준으로 얻어졌으나, 납작관($0.29 \pm 0.11\%$)의 $\text{Al}_6(\text{Mn}, \text{Fe})$ 분율이 빌렛($0.35 \pm 0.15\%$) 대비 감소하였다. 갈바닉 부식 시험은 ASTM G69에 따라 수행하였으며 그 결과, 부식 전위(E_{corr})는 유사한 수준으로 나타난 반면(빌렛: -659.6mV , 납작관: -636.9mV), 납작관의 부식 전류(I_{corr}) 및 부식 속도는 각각 $25.73\mu\text{A}$, 0.279mm/year 로 측정되어 빌렛 (I_{corr} : $45.99\mu\text{A}$, 부식 속도: 0.499mm/year) 대비 납작관의 부식 저항성이 더 우수한 것으로 나타났다. 상온 인장 시험에서 빌렛과 납작관의 인장 강도는 각각 76.37MPa , 81.72MPa 로 확인되었다. 상기 결과들을 바탕으로 두 소재들의 갈바닉 부식 기구와 상온 인장 변형 거동을 미세조직과 연계하여 고찰하였다. [본 연구는 산업통상자원부의 글로벌 주력산업품질대응 뿌리기술개발사업 (20011767)의 지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다].

Keyword: Al3102 alloy, high temperature extrusion, Microstructure, corrosion resistance, mechanical property

1. 인하대학교 신소재공학과

2. 한국생산기술연구원 성형기술그룹

3. 대한공조(주) M/C TUBE생산팀

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

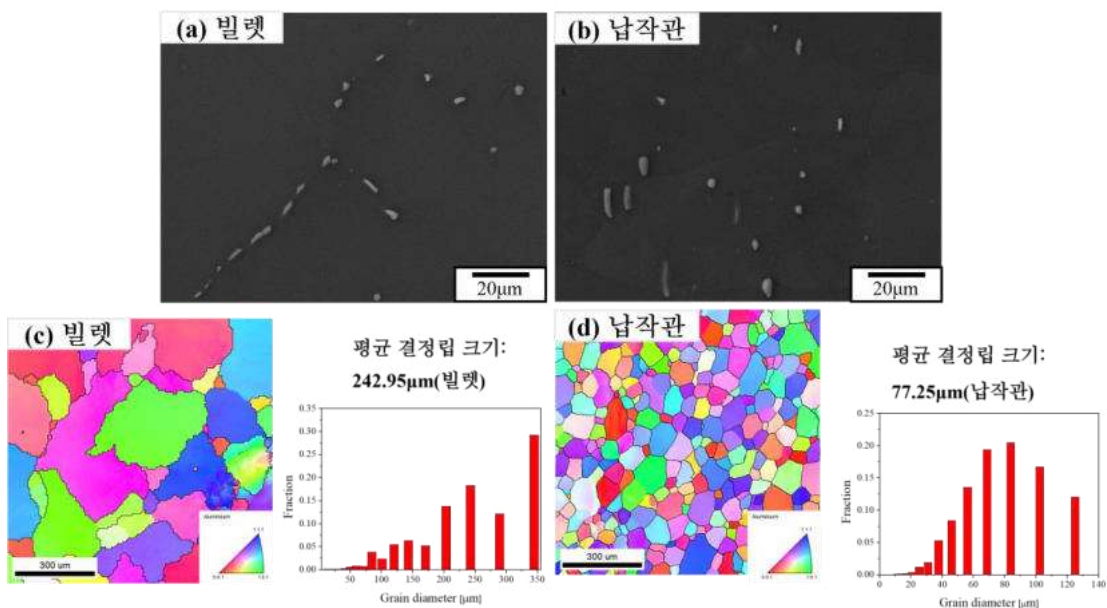


Fig. 1 Microstructure observation results (SEM, EBSD) of Al3102 alloy billets (a, c) and flat tubes (b, d)

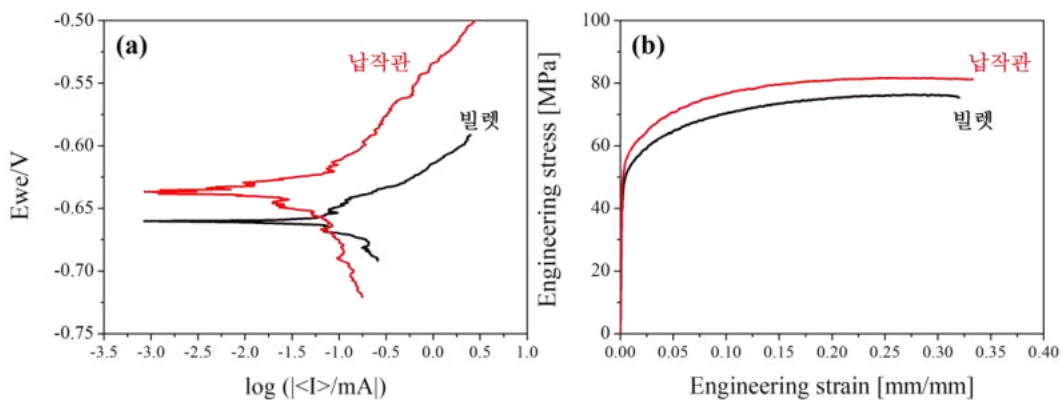


Fig. 2 (a) Galvanic corrosion test result, (b) Room temperature tensile test result of Al3102 alloy billet and flat tube

인발 공정 변수에 따른 알루미늄 인발 봉재 잔류응력 분포에 관한 연구

배성준¹ · 김정훈² · 곽경민³ · 최원영⁴ · 이광석[#]

The Study on Residual Stress Distribution of Cold Drawn Aluminum Alloy Rods as a Function of Drawing Process Parameters

S. J. Bae, J. H. Kim, G. M. Gwak, W. Y. Choi, K. S. Lee

Abstract

In this study, the effect of process conditions on changes in microstructure and residual stress during continuous drawing of aluminum valve spool materials for hybrid vehicle auto transmission was introduced. First, after securing the 3D shape through die reverse engineering, the optimal shape of the die for reducing the drawing load was derived through finite element analysis after securing the 3D shape through die reverse engineering. The distribution of residual stress of aluminum drawn tubes was investigated based on variables of the drawing process such as different reduction ratios of 5, 18, and 25%. It was confirmed that the surface tensile residual stress, which affects the quality of the drawn material, could be maintained at 20 MPa or less even when the reduction ratio was applied up to 25%. At the same time, the required yield and ultimate tensile strength were satisfied as above 315 and 345 MPa, respectively.

Keywords: Cold drawing process, Finite elements method, Aluminum alloy, Residual stress

1. 한국재료연구원, 기술지원

2. 현대제철, 책임연구원

3. 지엠비코리아(주), 차장

4. 지엠비코리아(주), 연구원

교신저자: 한국재료연구원, 책임연구원, E-mail: ksl1784@kims.re.kr

7. 기 념 세 셴 / 일반 논문 발표

김영석 교수
정년퇴임 기념세션(2)

박판성형 3

(제 1 발표회장)

금속적층제조 분야 디지털 전환을 위한 가상 적층제조기술 연구

이재욱¹, 김건우¹, 김우성¹, 김다혜¹, 성지현^{2, #}

Research on Virtual Printing Technology for Digital Transformation in the Field of Metal Additive Manufacturing

Lee Jae Wook¹, Kim Kun Woo¹, Kim Woo Sung¹, Kim Da Hye¹, Sung Ji Hyun^{2, #}

Abstract

적층제조기술은 분말소재와 레이저 및 전자빔과 같은 고밀도 열원을 이용해 디지털 모델을 레이어 한층 한층 쌓아 올려 3차원 모델을 제조하는 기술이다. 설계 유연성 향상, 개발 시간 단축, 공구 비용 절감, 재료 소비 감소 등 기존 절삭 공정에 비해 큰 이점을 지닌 친환경 제조기술이다. 그리고 적층제조 기술은 분말 상태의 원소재로부터 제품의 디지털 설계, 적층제조 공정의 설계변수 모니터링, 후처리 공정 및 제품의 품질 평가, 그리고 서비스 종료 후 폐기까지 제품의 전수명 주기 동안 전체 프로세스 제어가 가능한 제조기술이다. 이러한 디지털 스레드 구성이 가능한 지능형 디지털 트윈 맞춤형 제조기술이기도 하다. 본 연구에서는 이러한 금속적층제조 분야의 디지털 전환을 위해 DfAM(Design for Additive Manufacturing) 기술을 통한 가상적층 제조기술(Virtual printing technology for digital twin)을 개발하였다. 시뮬레이션 기반 공정예측, 부품성능 최적화기술, 적층제조 시 부품 수준의 빌드 예측기술과 부품 성능 변화를 예측하는 기술 등에 대해 소개하였다.

Abstract

Additive manufacturing is a technology that uses powder materials and high-density heat sources such as lasers and electron beams to build up digital models layer by layer to create a 3D model. It is an eco-friendly manufacturing that has great advantages over conventional cutting processes, such as improved design flexibility, reduced development time, reduced tool costs, and reduced material consumption. In addition, additive manufacturing technology is capable of controlling the entire process throughout the entire life cycle of a product, from raw materials in powder form to digital design of the product, monitoring of design parameters in the additive manufacturing process, post-processing process and product quality evaluation, and end-of-service disposal and also an intelligent digital twin customized manufacturing technology capable of configuring such a digital thread. In this study, virtual printing technology for digital twin was developed through DfAM (Design for Additive Manufacturing) technology for digital conversion in the field of metal additive manufacturing. Simulation-based process prediction, component performance optimization technology, component-level build prediction technology during additive manufacturing, and technology to predict component performance change were introduced.

Keywords: DfAM, Additive Manufacturing, Digital Twin, Digital Thread, Virtual Printing

후기

본 연구는 한국생산기술연구원 내부사업 및 산업통상자원부의 소재부품기술개발-패키지형 ‘MW급 수소전소 가스터빈 고온 핵심부품 (1100도급) 소재 및 적층기술 개발(과제번호: 20017668)’과제의 지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

1. 한국생산기술연구원, 대경본부, 스마트제조기술연구그룹
2. 한국생산기술연구원, 대경본부, 대경본부장실
교신저자: 한국생산기술연구원, 대경본부, 대경본부장실, E-mail: jsung@kitech.re.kr

Ti-6Al-4V 합금의 온도 보상된 유동특성

지수민¹ · 모하마드 카스완디 라자리² · 최정목³ · 전만수[#]

Temperature-Compensated Flow Behavior of Ti-6Al-4V Alloy

S. M. Ji, M. K. Razali, J. M. Choi, M. S. Joun

Abstract

The flow behavior of a Ti-6Al-4V alloy in the temperature range of warm forming was characterized. The experimental flow curves obtained by compression test of cylindrical specimens at the warm forming conditions were fitted by a generalized C-m model and then temperature-compensated by the systematic temperature-compensation scheme previously presented. Finite element analyses of the compression tests were conducted at various sample temperatures and strain rates using the flow model, revealing that the predicted compression loads and deformed shapes (Fig. 1) were excellently consistent with the experiments.

Keywords: Titanium Alloy, Flow Behavior, Temperature Compensation, Cylinder Compression, Non-Isothermal Simulation

1. 서론

이 연구에서는 Ti-6Al-4V 합금의 압축시험에서 획득한 유동 곡선 및 정보를 온도에 대한 보상을 실시함으로써 기존의 연구[1]보다 현실적인 유동정보로 변환하였으며, 그 타당성을 입증하였다.

2. 본론

Fig. 1 은 온도 보상이 이루어진 유동정보를 사용하여 원통압축시험을 해석하여 실험결과와 비교하고 있다. 두 결과는 잘 일치하였으며, 그 변형형상은 온도 영향에 따라 발생한 심한 베럴링 현상을 특징으로 한다.

3. 결론

이 연구는 온도에 민감한 Ti-6Al-4V 합금의 고정도 유동정보를 획득하여 그 타당성을 압축시험 및 해석을 통하여 입증하였다.

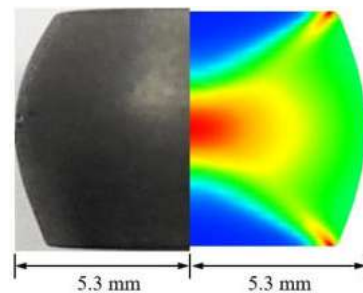


Fig. 1 Comparison between the experiments and predictions

사사

본 연구는 산업통상자원부의 산업기술혁신사업(과제번호: 10081334)과 에너지인력양성사업(과제번호: 20214000000520)의 지원을 받아 수행된 연구임.

참고문헌

[1] S.M. Ji, S.M. Jang, Y.S. Lee, H.M. Kwak, J.M. Choi, M.S. Joun, Characterization of Ti-6Al-4V alloy in the temperature range of warm metal forming and fracture analysis of the warm capping process, J. Mater. Res. Technol., V. 18, 2022, pp. 1590-1606.

1. 기계항공공학부, 대학생
2. 경상국립대학교 공학연구원, 연수연구원
3. ㈜진합 기술연구소, 상무
교신저자: 경상국립대학교 기계항공공학부, 교수
E-mail: msjoun@gnu.ac.kr

디지털 트윈을 위한 연계 해석과 광학 측정 장비 활용

김상훈¹ · 도두이통¹ · 박종규¹ · 김영석[#]

Application of Coupled Analysis and Optical Measurement Equipment for Digital Twin

S. H. Kim, D. T. Do, J. K. Par, Y. S. Kim

Abstract

최근 자동차업계는 IT/SW 기반의 자체 프로세스 개발, 기술 제휴 및 협업을 통한 디지털 트윈(digital twin)의 가속도를 내며, 연구개발, 생산공정 및 유지보수 등 다양한 분야에 급격한 변화를 이루어내고 있다. 특히 연구개발 분야에는 기존의 경험 기반 및 실물 검증 기반의 개발 체계를 데이터 기반의 디지털 트윈을 이용한 개발 체계로 변환함으로 기존의 물리적인 시험을 대신해 가상공간에서 보다 쉽고 간편하게 다양한 해석으로 대체하고 있다. 신뢰도 있는 해석 결과가 중요해지고, 양질의 DB(data base)구축을 위하여 제품에 대한 성능 해석으로만 그치지 않고, 사전 공정 해석을 연계하여 해석 결과의 신뢰성을 높이는 노력을 하고 있으며, 또한 광학 측정 장비(optical measurement equipment)인 3 차원 스캐너 및 변위 측정 장비를 활용하여 해석 결과와 시제품의 품질을 비교함으로써 해석 신뢰성 검증, 분석, 예측 및 최적화 연구에 활용 중이다. 이미 수십년 전부터 다양한 광학 측정 장비를 활용하여 자동 품질 측정 시스템을 발전시켜왔고, 더 나아가 공정 해석과 성능 해석의 신뢰성 확보를 위한 광학 측정 장비의 활용 방안을 제공하고자 한다.

Keywords: Digital Twin, Finite Element Analysis(FEA), Data Base, Optical Measurement Equipment

후 기

이 연구는 2023년도산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT)연구비지원에 의한 연구임 (780 MPa급이상 초고강도 소재 적용 전기자동차 샤시및 300 MPa급이상 알루미늄 배터리케이스 용접을 위한 요소 공정해석기술 개발 및 제품화 실증, 1415185590, 20022438, 산업통상자원부)

1. (주)화신 기술연구소, 책임연구원

교신저자: 경북대학교 기계공학부. E-mail: caekim@knu.ac.kr

IET 방법을 활용한 온도 변화에 따른 재료의 미시적 거동 평가

김유석¹ · 류호철¹ · 김영범¹ · 정영교[#]

Microscopic Behavior Evaluation of Materials by Different Temperature Using IET Method

Y.S. Kim, H.C. Ryu, Y.B Kim, Y.K. Jung

Abstract

산업이 발전함에 따라 다양한 온도 환경 조건에서 작동되는 부품 및 장비들이 많아지고 있다. 따라서 부품 및 장비들의 품질과 안전성을 확보하기 위해 온도 환경에 적합한 소재를 선정하는 것이 중요하다. 이를 위해서는 소재 물성을 정확히 파악하는 것이 필요하며, 다양한 평가 방법을 통하여 물성을 획득하는 것이 가능하다. 물성 평가는 크게 정적인 평가 방법과 동적인 평가 방법으로 나눌 수 있는데 특히 동적인 평가 방법 중 하나인 IET(Impulse Excitation Technique)는 시편에 임의의 충격을 주어 재료의 결정구조나 원자와 원자 결합력의 차이로 발생하는 응답 신호를 찾아내는 방법으로 소재의 미시적 변화의 지표인 내부마찰계수와 동탄성계수, 동전달계수를 온도변화에 따라 획득할 수 있다. 본 연구에서는 IET를 활용하여 온도변화에 따라 내부마찰계수, 동탄성계수, 동전달계수를 측정하였으며, 인장시험을 통해 획득한 정탄성계수 및 레질리언스 계수를 비교하여 온도변화에 따른 소재의 미시적 거동과의 상관성을 평가하였다.

Keywords: IET, Internal friction, Modulus of resilience, Dynamic young's modulus, Dynamic shear modulus

1. 수원대학교 산학협력단 그린카시뮴연구원

교신저자: 수원대학교 산학협력단

인공신경망 및 앙상블 학습에 의한 중대형 후판의 곡률 성형 예측

오상균[#] · 전효원¹ · 서창희² · 권태하¹ · 이상익³

Prediction of Curvature Forming of Medium and Large-sized Sheet by Artificial Neural Network and Ensemble Learning

S.G. Oh, H.W. Jeon, C.H. Suh, T.H. Kwon, S.I. Lee

Abstract

조선해양, 항공, 건축 구조물 등 다양한 분야에 곡률을 갖는 중대형 후판 패치가 소요되나, 중대형 후판 패치 곡률 성형을 위한 다점성형 곡면가공시 작업자의 숙련도에 의존하므로 제품 치수 불균일의 문제가 있다. 본 연구에서는 중대형 크기와 두께 10 mm 알루미늄 후판의 다점 성형공정을 대상으로 머신러닝과 성형해석을 연계한 최종 곡률 성형성 예측 모델에 대해 연구하였다. 상관계수 분석을 통해 설계변수와 목적함수 사이의 방향과 강도를 평가하였다. 입력층 1개, 은닉층 2개, 출력층 1개로 구성된 4층 인공신경망(Artificial Neural Network, ANN) 기반의 스프링백 후 곡률예측 모델을 개발하였고, Ensemble 학습 알고리즘인 XGBoosting(eXtreme Gradient Boosting) 모델을 구축하였으며 예측 모델의 성능을 검증하였다. 개발된 모델의 성능 평가를 위한 지표로 MAE(Mean Absolute Error), 결정계수 등을 적용하였으며, XGBoosting 알고리즘이 인공신경망 및 결정트리, 다중선형회귀 등 기존 머신러닝 회귀분석 모델과 비교하여 우수한 예측 성능을 나타냈다.

Keywords: Machine Learning, Artificial Neural Network, Ensemble Learning, Curvature Forming, XGBoosting

본 연구는 산업통상자원부 및 한국산업기술평가관리원 기계산업핵심기술개발사업(20010024)의 지원을 받아 수행되었습니다.

1. 대구기계부품연구원 소재부품연구본부, 선임연구원

2. 대구기계부품연구원 소재부품연구본부, 책임연구원

3. 기득산업(주) 기술연구소, 책임연구원

교신저자: 대구기계부품연구원 소재부품연구본부, 본부장, E-mail: osk@dmri.re.kr

집합조직 활용 성형한계도 예측 합성곱 신경망 모델 개발

이한준¹ · 김동규² · 김지훈³ · 이호원^{4, #}

Development of Convolutional Neural Network for Predicting Forming Limit Diagrams from Crystallographic Texture

H. J. Lee, D. K. Kim, J. H. Kim, H. W. Lee

Abstract

본 연구에서는 딥러닝 기반의 접근법을 통해 재료의 성형성 평가에 영향을 미치는 집합조직의 비율 변화를 고려한 모델을 제안하였다. 기존의 성형한계도(Forming Limit Diagram) 예측 방법들은 시험과 데이터 처리과정에 많은 시간과 경제적 비용이 소요되는 한계가 있었다. 이에 따라, 본 연구에서는 재료의 성형성을 빠르게 평가할 수 있는 딥러닝 기반의 새로운 방법을 제시하였다.

M-K모델과 결정가소성 유한요소모델을 결합한 가상 성형성 시험모델을 사용하여 학습에 필요한 데이터를 얻었으며, 해석 데이터를 기반으로 집합조직 비율에 따른 방위분포함수 (Orientation Distribution Function, ODF)데이터와 FLD 데이터를 생성하였다. 이를 바탕으로 3D Resnet 모델을 활용하여, ODF데이터로부터 FLD를 예측하는 모델을 개발하였다. 학습 결과, 딥러닝 모델이 집합조직에 따른 재료의 성형성을 예측할 수 있음을 확인하였다.

Keywords: Forming limit diagram, texture, deep learning, 3D ResNet

-
1. 한국재료연구원, 재료인공지능빅데이터연구실 석사과정
 2. 건국대학교 기계공학부, 교수
 3. 부산대학교 기계공학부, 교수
 4. 한국재료연구원, 재료인공지능빅데이터연구실 책임연구원
- # 교신저자: 한국재료연구원, 연구원, E-mail: h.lee@kims.re.kr

이동식 하중 지지 스테이지를 이용한 점진성형공정

윤형원^{1, #} · 박남수^{1, #}

Novel Incremental Sheet Forming Process in aid of a Movable Support Stage with an Elastomer

H.W. Youn, N. Park

Abstract

본 연구에서는 하부 이동 지지대를 사용한 무금형 점진성형 방법에 대해 유효성을 검토한다. 일반적으로 단일 증분 점진성형(Single point incremental forming, SPIF)의 경우 성형하중 지지부의 부재로 형상정밀도 확보에 한계가 존재한다. 이를 해소하기 위해 이점 증분 점진성형(Two point incremental forming, TPIF) 또는 양면 증분 점진성형(Double-sided incremental forming, DSIF) 기술이 제안되었으나 TPIF는 성형형상에 따른 하부 금형 가공이 필수적으로 요구되며 DSIF는 성형 소재에 따라 상하부 공구 동기화 제어 및 최적 성형 경로 생성에 대한 광범위한 연구가 필요한 상황이다. 본 연구에서는 하부 이동 지지대를 이용한 점진성형 공정을 제안하여 무금형 기반의 성형공법을 구축함과 동시에 탄성체를 포함한 하부 지지 스테이지 위치 제어를 통해 성형 중인 소재에 지속적인 하중 지지력을 부여하는 방안을 검토한다. AL5052-H32 1t 소재를 사용하여 시성형을 수행하고 GOM社의 ARGUS 장비를 활용하여 소재 변형 특성을 분석한다. 소재 및 성형 공구 간 마찰저감을 위해 자동차용 엔진오일(5W-30 규격)을 윤활유로 적용하며 최종적으로 점진성형 결과물 간 비교 분석을 통해 제안 방법의 유효성을 검증한다.

Keywords: Incremental sheet forming, ARGUS, Support stage-assisted, dieless

Acknowledgements

본 연구는 한국생산기술연구원 기관주요사업 "제품생산 유연성 확보를 위한 뿌리공정기술 개발(KITECH E0-23-0008)"의 지원으로 수행한 연구입니다.

1. 한국생산기술연구원 뿌리기술연구소

교신저자: 한국생산기술연구원 뿌리기술연구소, 선임연구원. E-mail: nspark@kitech.re.kr

Industry 4.0의 완성도 지표를 통해 본 프레스 스탬핑 산업의 디지털 전환 노력과 과제

이찬호¹

Digital Transformation Efforts and Challenges for the Press Stamping Industry Based on Maturity Index of Industry 4.0

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 논의해 보고자 한다.

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

1. 오토펙엔지니어링코리아(주), 컨설팅본부장

비관련유동법칙-방향경화 초탄소성 물성모델 정식화

이홍우^{1#}

Formulation of Hyperelastoplastic Material Model Considering Non-Associated Flow Rule with Directional Hardening

H. W. Lee

Abstract

The use of high strength steels in vehicle structural parts is on the rise due to stricter environmental and crash regulations. Ultra high strength steels(UHSS) exhibits distinct plastic behavior compared to conventional ones, necessitating new material models to capture their complexity. This study presents a hyperelastoplastic material model that formulates large-deformation elastoplastic behavior, incorporating non-associated flow rule(NAFR) and directional hardening(DH) to express behaviors that are challenging to capture in conventional models. Consequently, the proposed model can be integrated with the conventional associated flow rule-isotropic hardening model, enabling the description of more complex elastoplastic behavior in a single formulation.

Keywords: Hyperelastoplastic Material Model, Non-associated Flow Rule, Directional Hardening

1. 포스코 기술연구원, 수석연구원

교신저자(E-mail): leehongw@posco.com

건식 박판 금속 성형을 위한 휘발성 윤활제로서의 액체 이산화탄소 분사 특성

김진철¹· 채려홍¹· 경미영¹· 홍성태[#]· 차승비²· 김 동³

Injection Characteristics of Liquid Carbon Dioxide as a Volatile Lubricant for Dry Sheet Metal Forming

Jin-Cheol Kim, Lihong Cai, Meiling Geng, Sung-Tae Hong, Seung-bi Cha, Dong Kim

Abstract

Liquid carbon dioxide (CO₂) is considered as a volatile lubricant for dry sheet metal forming. The liquid CO₂ transforms to dry ice with the Joule-Thomson effect under adiabatic expansion conditions and then evaporates without residue under atmospheric pressure. In the present study, the injection characteristics of liquid CO₂ according to the internal shape of the additively manufactured nozzle with a micro-hole are investigated. three different shapes of micro-hole are considered: straight, confusor, and diffuser, with the fixed outlet diameter (0.6 mm) and hole height (10 mm). During the injection experiment, the liquid CO₂ was sprayed at a pressure of 40 bar. The injection characteristics are investigated using the shadowgraph technique and cooling rate. The result of the experiment suggests that the confusor micro-hole provides a better performance as a micro-nozzle for the volatile lubricant than the straight and diffuser ones.

Keywords: Dry metal forming, Liquid Carbon dioxide, Dry ice, Micro-hole, Volatile lubrication

1. 울산대학교 기계자동차공학과, 대학원생

2. 울산대학교 기계자동차공학과, 학부생

3. 울산대학교 기계자동차공학과, 조교수

교신저자: 울산대학교, 교수, E-mail: sthong@ulsan.ac.kr

Zn-Al-Mg 합금의 압출 공정 시 미세조직 변화에 대한 연구

서위걸¹, 양동주², 최시훈¹

A study on microstructure evolution during extrusion process of Zn-Al-Mg alloy

W. G. Seo, J. D. Yang, S. H. Choi

Abstract

최근 Zn 합금은 인체에 무해하고, 인체내에서 마그네슘과 철의 중간 정도의 연화 거동으로 인해 바이오 소재로 각광받고 있다. 또한, 철강 소재의 내식성을 향상하기 위해서 도금 소재로도 활용되고 있다. 압출용 빌렛을 제조하기 위한 목적으로 길이 100 mm와 직경 75 mm의 원통형의 Zn-2wt%Al-1wt%Mg 합금을 주조하였다. 주조 시편의 조성을 균일하기 위한 목적으로 250°C에서 3시간 동안 균질화 열처리를 수행하였다. 열처리된 소재에 대해서 미세조직을 분석하기 위해 XRD, SEM과 EDS를 활용하였다. 열처리된 소재는 직접 압출기를 사용하여 ram 속도가 0.7mm/sec, 온도가 300°C 조건에서 압출을 실시하였다. 압출 시 미세조직의 변화를 관찰하기 위해 압출된 소재의 미세조직을 SEM과 EBSD를 이용하여 분석을 수행하였다. DEFORM 상용 FEA 소프트웨어를 이용하여 Zn-Al-Mg 합금의 압출 공정 동안 시편에 작용하는 응력 및 변형률의 불균일성을 이론적으로 해석하였다. 이 결과는 압출 시편에 발달하는 미세조직의 불균일성을 설명하는데 활용하였다.

Keywords: Zn Alloy, Mechanical properties, Casting, Extrusion, Simulation

1. 순천대학교 첨단부품소재공학과

2. (주)하나스틸

8. 일반 논문 발표

일반금속가공 4, 5

(제 2 발표회장)

초고장력강 버링성 향상을 위한 2-Step 피어싱 기술 개발

박영철¹ · 임기학² · 김지영¹ · 진병극¹ · 윤승채¹ · 현주식¹ · 김상훈³

Development of 2-step piercing technology to improve burring properties of ultra-high-strength steel

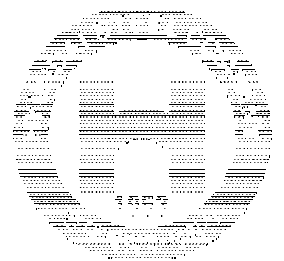
Y. C. Park, G. H. Yim, J. Y. Kim, B. K. Jin, S. C. Yoon, J. S. Hyun, S. H. Kim

Abstract

Edge cracks typically occur in press forming processes of the advanced high strength steel or ultra high strength steel. While Prototype components are often manufactured by milling or laser cutting, automotive parts are actually produced by shear cutting like blanking due to cost efficiency. Many researchers and engineers are trying to solve the edge crack problems. This study focused on hole piercing process to reduce the cut-edge damage in advanced high strength steel by applying 2-step shear process to suppress the occurrence of micro-crack on fracture zone. To compare the difference between 1-step and 2-step shear cutting for some hot-rolled steels, FE simulation, HER experiment and Test for Burring parts were carried out. It was shown that 2-step shear process is effective to reduce sheared damage and to enhance formability (burring, hole expansion).

Keywords: Hole piercing, cut-edge damage, Fracture, Hole expansion Ratio (HER), Burring part

-
1. 현대제철 연구개발본부, 책임연구원
 2. 현대제철 연구개발본부, 전임연구원
 3. ㈜화신 선행연구팀, 책임연구원



타이타늄의 고상변태에 미치는 전류의 비열적 효과 연구

최호욱¹ · 홍성태² · 한홍남^{1, #}

Abstract

금속 소재에서 일어나는 어닐링, 특정 상의 용해, 새로운 상의 석출 등 많은 재료 현상을 전류를 사용하여 수행할 때 일반적인 열처리에 비하여 빠르게 진행된다는 사실은 이미 잘 알려져 있고 또 여러 공정에 적용되고 있다. 이는 전류의 비(非)열적 효과에 의한 결과이며, 결함 부근에서 발생하는 전하 불균형이 입자간 결합력을 약화시켜 현상의 키네틱이 향상되기 때문이라고 알려진 바 있다.

본 연구에서는 전류 가열 및 일반 열처리 조건에서 순 타이타늄의 고상동소변태지점을 측정하여, 전류가 재료 현상의 운동학적뿐만 아니라 열역학적 측면에서도 영향을 미칠 수 있다는 것을 검증하였다. 일반 열처리 하에서의 고상변태지점은 딜라토미터와 시차주사열량분석법을 활용하여 측정하고 미세구조 분석을 통해 확인하였다. 대부분의 전류 조건에서 일반 열처리에 비해 고상변태가 더 낮은 온도에서 발생하였으며, 전류 밀도가 증가함에 따라 더욱 낮은 온도에서 고상변태가 일어났음을 발견하였다. 비교군으로 결정립 크기를 미세구조적 변수로 설정한 실험에서도 같은 결과를 얻었으나, 결정립이 미세한 경우에 더 낮은 온도에서 고상변태가 발생하였다.

Keywords: 전류 가열, 고상변태, 타이타늄, 비열적 효과, 미세구조 분석

1. 서울대학교 재료공학부

2. 울산대학교 기계공학부

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

성형파편 관통성능 확인 시험 방법과 소재별 관통 특성

장민기¹ · 이재근² · 박대영³ · 김주영³ · 서송원[#]

A Test Method for Determining Performance of Fragment and Study on Penetration Characteristics by Fragment Material

M. K. Jang, J. K. Lee, D. Y. Park, J. Y. Kim, S. W. Seo

Abstract

파편탄두는 최적화되고 균일화된 파편의 형성으로 유효파편의 수량을 증가시켜 목표물에 피해를 극대화 시키는 것을 목적으로 하는 탄두의 한 종류이다. 이중 성형파편형 파편탄두는 최적화된 형상으로 가공된 파편을 탄체 표면에 부착시켜 기존 파편탄두보다 유효파편의 수량을 최대화 시킬 수 있는 것을 특징으로 하며, 목표 타겟이 사람인지 장비인지 혹은 다른 무기체 계인지에 따라 성형파편의 형상과 재질은 달라져야한다. 본 연구에서는 성형파편을 최적화하기 위해 개별 관통 성능을 확인하는 시험 방법을 확보하였으며, 관통 시험을 통해 얻은 데이터를 이용하여 성형파편의 소재별 관통 특성을 분석하였다. 성형파편의 소재는 텅스텐과 스틸을 적용하였으며, 표적은 연강판을 사용하였다.

Keywords: Fragment Warhead, Performance of Fragment, Fragment material, Penetration Characteristics.

1. ㈜풍산 방산기술연구원, 전임연구원

2. ㈜풍산 방산기술연구원, 책임연구원

3. ㈜풍산 방산기술연구원, 선임연구원

교신저자: ㈜풍산 방산기술연구원, 이사보. E-mail: sonamu@poongsan.co.kr

유한요소 해석용 탄-소성 및 파단 물성 결정 자동화 프로그램 개발

심규장¹ · 홍서준¹ · 김찬양² · 김현기³ · 홍승현³ · 이명규[#]

Automatic Mechanical Property Identification Software for Sheet Forming FE Simulation

G. J. Sim, S. Hong, C. Kim, H. Kim S.H. Hong, M.G. Lee

Abstract

유한요소법을 이용한 자동차 부품의 성형 및 부품 충돌 해석의 효율성과 정밀도는 해석에 사용된 재료의 탄-소성 및 파단 거동을 정확하게 표현할 수 있는 구성방정식(constitutive laws)에 깊이 의존한다. 이들 구성방정식의 상수들은 전통적으로 표준화된 실험법에 의해 결정되어 왔으나 최근 개발되고 있는 소재들의 미세조직적 특성과 하중 및 변형경로의 다양화로 인해 단순 실험에 의존한 재료 상수 결정법의 한계가 다수 보고되고 있다. 예를 들어, 판재의 복잡한 이방성을 표현하기 위한 비이차 이방성 항복함수는 단순 일축 인장 시험에서 벗어나 전단 또는 등이축 인장 실험이 활용되고 있으며, 연성과단 모델을 결정하기 위해 다양한 형상의 시편에 대한 인장실험과 동일한 조건에서의 유한요소해석과의 비교를 통한 하이브리드법이 제안되기도 하였다. 실험으로 측정된 응력-변형을 관계 또는 하중-변위 데이터를 단순 회귀(regression)법에 의해 재료 상수를 결정하기도 하지만, 복잡한 변형 조건에서의 재료 상수 결정법으로 유한요소해석 결과와 실험값을 일치하게 하여 상수를 결정하는 방법으로 대표적인 역공학법(inverse engineering)의 하나인 finite element updating (FEMU)법이 널리 활용되고 있다. 이 과정에서 사용자의 주관에 의존하는 데이터 전처리 방식, 유한요소의 종류, FEMU 방식 등에 따라 상이한 값을 나타내기도 한다. 따라서, 본 발표에서는 구성방정식 상수 결정에 있어 객관성과 효율성을 높이고자 금속 판재의 소성 및 파단 모델 상수 결정을 자동화할 수 있는 소프트웨어 개발 과정을 소개하고자 한다. 탄소성 재료모델로는 Swift-Voce 경화모델 및 이차/비이차 이방성 항복함수를, 연성과단 모델로는 Hosford-Coulomb 모델이 적용되었다. 또한, FEMU를 위한 유한요소해석 프로그램은 대표적인 범용 유한요소해석 프로그램인 ABAQUS, LS-DYNA와 오픈소스 소프트웨어 WARP3D를 활용할 수 있게 하였으며, 다양한 소재와 하중 조건을 부여하여 개발된 재료상수 결정 자동화 소프트웨어의 성능을 검증하고자 하였다.

Keywords: Material constants, Constitutive model, Finite element modeling, Plasticity, Fracture

본 연구는 현대자동차의 지원으로 수행되었으며 이에 깊이 감사드립니다.

1. 서울대학교 재료공학부, 대학원생

2. 한국재료연구원, 연구원

3. 현대자동차, 교수연구원/센터장

교신저자: 서울대학교, 교수, E-mail: myounglee@snu.ac.kr

머신러닝을 적용한 폭발 환경에서의 파편 속도 분포 예측

노동환¹ · Piemaan Fazily¹ · 서송원² · 이재근³ · 서승재⁴ · 윤정환[#]

Machine Learning Approach to Predict Fragment Velocity Distribution under Explosive Loading Condition

D. Noh, P. Fazily, S. W. Seo, J. K. Lee, S. J. Seo, J. W. Yoon

Abstract

본 연구에서는 머신러닝을 적용하여 다양한 디자인 변수에 따른 파편 속도 분포를 예측하였다. 폭발 하중으로 인하여 원통형 탄두의 파편화가 발생하게 되며, 파편 속도 분포는 파편 성능을 평가하는 척도 중 하나이다. 이러한 파편 속도 분포는 원통형 탄두 디자인의 영향을 받는 것으로 알려져 있기 때문에, 탄두 디자인 변수로 직경, 두께, 그리고 길이를 선정하였다. 하지만 최적의 속도 분포를 얻기 위해서는 탄두 디자인을 진행할 때마다 수많은 실험을 하거나 유한요소해석을 수행해야 한다. 이러한 한계를 극복하기 위하여 머신러닝을 적용하고자 하며, 머신러닝은 파편 속도 분포와 디자인 변수 사이의 관계를 구성하게 된다. 머신러닝은 유한요소해석 결과를 바탕으로 사전에 학습되었다. 이로 인하여 추가적인 유한요소해석 없이 신속하게 파편 속도 분포를 획득할 수 있는 시스템을 구축하였다.

Keywords: Dynamic material behavior, Explosive loading condition, Fragmentation, Machine learning, Velocity distribution

1. 한국과학기술원 기계공학과, 박사과정

2. 풍산방산기술연구원, 수석연구원

3. 풍산방산기술연구원, 책임연구원

4. 풍산방산기술연구원, 선임연구원

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

전해연마 중 발생하는 준안정 오스테나이트계 스테인리스강의 마르텐사이트 변태 분석

채준영¹, 권호준², 정찬우¹, 이시환¹, 조형준², 김성준², 한흥남^{1, #}

Analysis of martensitic transformation of metastable austenitic stainless steel during electrochemical polishing

J.Y. Chae, H.J. Gwon, C.W. Jeong, S.W. Lee, H.J. Cho, S.J. Kim, H.N. Han

Abstract

다양한 초기 표면 거칠기와 조성의 준안정 오스테나이트계 스테인리스강에서 전해연마 중 마르텐사이트 변태가 관찰되었다. EBSD 및 페라이트스코프를 통해 마르텐사이트 분율을 관찰한 결과, 높은 초기 표면 거칠기 값을 갖는 시편과 저함량 니켈 시편(16Cr-5.0Ni)에서 마르텐사이트 변태가 다량 발생하였다. 마르텐사이트 변태 현상을 정량적으로 분석하기 위해, COMSOL Multiphysics 시뮬레이션을 활용하여 각기 다른 초기 표면 거칠기를 갖는 시편에 축적되는 전하량을 계산하였다. 계산된 전하량을 바탕으로, 축적된 전하가 기계적인 특성 변화에 미치는 영향을 파악하는 제1 원리 계산을 수행하였다. 전하 축적으로 인해 격자 내부에 상당한 크기의 응력이 유발되며, 높은 초기 표면 거칠기 값을 갖는 시편에서 낮은 초기 표면 거칠기 값을 갖는 시편 보다 20% 이상 많은 응력 유기 마르텐사이트 변태 구동력을 갖는 것으로 나타났다. 더하여, Thermo-Calc 계산을 통해 니켈 함량에 따른 임계 마르텐사이트 변태 에너지를 계산한 결과, 저함량 니켈 시편은 고함량 니켈 시편(16Cr-6.1Ni)보다 25% 이상 낮은 응력 유기 마르텐사이트 변태 구동력 하에서도 변태가 발생할 수 있었다. 결과적으로, 다양한 전해연마 조건에서 준안정 오스테나이트계 스테인리스강의 마르텐사이트 변태 양태가 정량적으로 분석되었으며, 전해연마 유기 마르텐사이트 변태 선행 이론이 검증되었다.

Keywords: Martensitic transformation, Electrochemical polishing, Electroplasticity, Multi-physics simulation, First-principle calculation

1. 서울대학교 공과대학 재료공학부

2. 포항공과대학교 철강·에너지소재대학원

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

Fe-Mn-Al-C 오스테나이트계 경량철강의 통전고상접합을 통한 경사기능재료 개발

이시환¹ · 문준오² · 김황선³ · 조영환¹ · 이호형⁴ · 정경재¹ · 김이재¹ · 최호욱¹ · 서동우³ · 한홍남^{1, #}

Abstract

Fe-Mn-Al-C계 경량철강은 가벼우면서도 우수한 기계적 물성을 가져 구조용 소재로 주목을 받고 있다. 본 연구에서는 경량철강의 상반되는 기계적 특성을 조합한 경사기능소재를 개발하고 조사하였다. Fe-Mn-Al-C 오스테나이트계 경량철강의 기계적 물성이 κ -탄화물의 석출에 의하여 조절될 수 있다는 것에서 착안하여, Mo와 Si 첨가를 각각 첨가하여 상이한 κ -탄화물의 석출 키네틱스를 가지는 두 오스테나이트계 경량철강을 접합하여 새로운 경사기능재료를 제작하였다. 일반적인 용융 용접 시 Mn에 의하여 발생할 수 있는 접합부의 불균일한 미세조직을 막기 위하여, 통전압력접합법 도입하여 고상접합을 진행하였다. 미세조직 분석과 기계적 시험을 진행한 결과, 상대적용 짧은 시간에 견고한 고상 접합부가 제작되었으며, 접합부에서 원소의 편석 및 이상조직도 나타나지 않았다. κ -탄화물 석출을 지연시키는 Mo와 촉진시키는 Si의 상반되는 특성에 기인하여, 접합된 경량철강은 Mo첨가-저경도 부분과 Si첨가-고경도 부분으로 나뉘었다. 뿐만 아니라, Si 첨가부에서 Mo 첨가부로 C확산이 일어나, 접합부에서 Si첨가부로 C의 농도가 점진적으로 증가는 양상을 보였으며, 그에 따라 κ -탄화물의 분율과 크기도 점진적으로 증가하였다. 결과적으로 κ -탄화물의 분포에 따라 경도가 변화하는 새로운 경사기능재료를 제작할 수 있었다.

Keywords: 경량철강, 표면경화, 통전접합, κ -탄화물, 경사기능재료

1. 서울대학교 공과대학 재료공학부
2. 창원대학교 신소재공학부
3. 오크리지 국립연구소
4. 포항공과대학교 철강에너지소재대학원
교신저자: E-mail: hnhan@snu.ac.kr

잔류응력 기반 Hole Expansion 공정 최적화 및 피로 균열 성장에 대한 잔류응력 영향 분석

백민재 · 최현성 · 석무영 · 권용남 · 박현일 · 이동준[#]

Residual Stress-based hole expansion process optimization and investigation of residual stress effect on fatigue crack growth

Min Jae Baek, Moo Young Seok, Yong Nam Kwon, Hyeonil Park, Hyunsung Choi, Dong Jun Lee

Abstract

항공부품의 제조과정에서 소성가공에 의해 발생한 잔류응력은 부품의 피로수명 및 균열 성장에 영향을 끼친다. 항공부품에 잔류응력을 부과하는 방법으로는 널리 사용되는 Hole Expansion공정이 있다. Hole Expansion공정은 홀 주변에 확공을 하여 압축 잔류응력을 발생시켜 균열 성장을 억제시키는 효과가 있다. 이러한 표면 압축잔류응력은 피로 한도를 높여주고, 응력부식균열(SCC)의 억제등 기계적 특성을 향상시키는 효과가 있다. 소재나 부품에 요구되는 잔류응력 크기를 발생하기 위해서 Hole Expansion공정 최적 설계가 필요하다. 실험적으로 반복해서 설계를 진행하기엔 비용 및 시간 측면에서 비효율적이므로 유한요소해석을 통해 공정 변수와 관심 Output간의 효율적인 상관관계 분석이 요구되어 진다. 본 연구에서는 Hole Expansion 최적 공정설계를 위해서 Insert Angle, Mandrel Diameter, Plate Hole Diameter 3가지 설계 변수로 선정하여 잔류응력 크기 및 분포 하중 및 Mandrel Stress의 상관관계를 분석하였다. 도출된 최적 공정을 이용하여, Hole Expansion공정에서 소재에 발생한 잔류응력에 대해 측정 방법 3가지 (XRD, Hole Drilling, Contour)를 이용하여 비교 분석하였고, 이를 통해 피로 균열 성장에 대한 영향을 분석하였다.

Keywords: Hole Expansion Method(홀 확장법), Genetic Algorithm(최적화 알고리즘), Compressive Residual Stress(압축 잔류 응력), Residual Stress Method(잔류응력 측정법), Fatigue Crack Growth(피로균열 성장)

리튬 이온 배터리 파우치 필름의 소성 모델링 및 성형성 평가

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

Anisotropic Modeling and Formability Evaluation of Lithium-Ion Battery Pouch Film

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

Abstract

최근 국제적 환경 문제로 인한 친환경 기조를 바탕으로 리튬 이온 배터리의 사용량이 크게 증가함에 따라, 리튬 이온 배터리의 효율성 향상에 대한 관심이 높아지고 있는 추세이다. 특히, 배터리 파우치 필름은 파우치형 배터리에서 배터리 셀을 감싸고 있는 외장재로써, 파우치 필름의 성형 깊이를 증대시켜 배터리 셀의 적층 효율을 높이는 방안이 고려되고 있다. 이로 인해, 효율적인 성형 깊이 증대를 위해서는 배터리 파우치 필름의 성형성에 대한 해석적 접근이 필수적이다. 본 연구에서는, 배터리 파우치 필름의 해석적 접근을 위해 방향별 인장시험 및 등축 인장 시험을 수행하였다. 그리고, Yld2000-2d 항복 함수를 사용하여 재료의 이방성을 모사하였고, Modified Hockett-Sherby 경화 선도를 사용하여 배터리 파우치 필름의 소성 모델링을 수행하였다. 결과적으로, 획득한 물성을 사용하여 파우치형 배터리 성형 시뮬레이션을 수행하였고, 해당 배터리 파우치 필름의 성형성을 평가하였다.

Keywords: Lithium-ion battery pouch film, Anisotropy, Formability

1. 사사

본 연구는 2023년도 중소벤처기업부의 기술개발사업 지원에 의한 연구임 [S3288770]

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

미세조직과 집합조직이 AA5083 알루미늄 합금의 헤밍성에 미치는 영향

Preetham Alluri¹, Lalit¹, 최시훈^{1#}

Microstructure and texture influence on hemming performance of AA5083 aluminium alloy

Preetham Alluri, Lalit Kaushik, Shi-Hoon Choi

Abstract

In the automotive industry, the hemming process is widely used to shape aluminum alloys by bending them to a 180-degree angle without creating cracks or surface defects. However, the current AA5083 aluminum alloys, which exhibit higher strength to weight ratio, are susceptible to failure during hemming. While textures in aluminum alloys are known to affect deformation behavior and surface defects, the relationship between textures and hemming performance is not well-established. Therefore, this study aimed to investigate the influence of different texture components on the hemming behavior of AA5083 aluminum alloy sheets. We have conducted hemming tests on samples taken along rolling (Bent_RD) and transverse directions (Bent_TD). The results of grain orientation spread (GOS) analysis, Taylor factor, and Schmid factor analysis with different texture components from EBSD characterizations indicated that the texture components significantly contribute to hemming performance.

Keywords: AA5083 alloy, Hemming process, Microstructure, Texture, VPSC simulation

1. Department of Advanced Components and Materials Engineering, Suncheon National University, ROK

Corresponding author: Suncheon National University, E-mail address: shihoon@snu.ac.kr

저항 점용접 340BH 강재에서 용접 전류가 미세조직 변화

Saurabh Pawar¹ · Abhishek Kumar Singh^{1, #} · 박기성¹ · 최시훈^{1, #}

Effect of welding current on the microstructural evolution and lap shear performance of resistance spot-welded 340BH steel

Saurabh Pawar, Abhishek Kumar Singh, Ki-Seong Park, Shi-Hoon Choi

Abstract

In this study, we used experimental characterizations and finite element analysis (FEA) techniques to investigate the effect that welding current exerts on the microstructural features and mechanical properties of bake-hardened (BH) steels. Resistance spot welding (RSW) experiments were conducted using 5.0 and 7.0 kA of welding current. The microstructure across the weld regions was analyzed using optical microscopy (OM) and electron backscatter diffraction (EBSD). FEA was employed to simulate the RSW process, predict nugget dimensions, and determine cooling rates. The results of the OM analysis showed that nugget size increased with an increase in the welding current, and EBSD characterization revealed similar microstructures under both levels of current, but significant variations were observed within weld zones. Lath martensite formed as a result of rapid cooling in the fusion zone (FZ). Whereas, fine and coarse grains were found in the heat-affected zone (HAZ). In addition, the formation of lath martensite in the FZ resulted in high hardness on a 2D map of microhardness. The welding current had no substantial effect on microhardness, but it did impact the mechanical properties under lap-shear test conditions, which resulted in significant changes in the fracture mode. The deformation and fracture behavior of spot-welded specimens was studied using a lap-shear test coupled with 3D digital image correlation (DIC). The experimental results indicated a fracture in the 5.0 kA current samples near the FZ/HAZ boundary, while 7.0 kA welding current resulted in base metal (BM) necking and tensile fracture. FEA was also employed to elucidate the local deformation properties and fracture modes during lap-shear testing. The results of this study show that nugget size has no effect on a failure site during lap-shear loading, but size does affect the nugget load-carrying capabilities. The failure behavior was influenced by the microstructural properties of the distinct weld areas.

Keywords: Resistance spot welding, Bake-hardened steel, Finite element analysis, Mechanical properties, Microstructure, Fracture

1. Department of Advanced Component and material Engineering, Sunchon National University, Suncheon, ROK

Corresponding author: shihoon@senu.ac.kr

Co-corresponding author: abhisinghiitr@gmail.com

9. 일반 논문 발표

박판성형 1, 2

(제 3 발표회장)

탄소중립을 위한 차체 재료 및 가공기술 연구

김태정^{1, #} · 김경보¹ · 박상천¹ · 서장호²

A study on the body material and processing technology for carbon neutralization

T. J. Kim, K. B. Kim, S. C. Park, J. H. Seo

Abstract

최근 글로벌 환경 규제에 따라 각 산업부문에 있어 탄소중립 실현을 위한 구체적인 로드맵과 다양한 실행 방안을 발표하고 있다. 자동차 분야에서도 2050년 탄소중립을 목표로 재료, 제조, 운송, 주행 및 폐차에 이르기까지 자동차 생애 전주기에 대해 온실가스 배출량을 정확히 계산하고 주요 배출원에 대한 탄소발생 저감을 위한 노력을 기울이고 있다. 재료부문에서는 철강, 알루미늄, 플라스틱 재료의 재활용 기술과 원재료 생산공정에서의 탄소발생을 줄이기 위한 공정 개선으로 크게 나뉘볼 수 있다. 재활용 재료의 확대를 위해서는 재활용 소재의 비율에 따른 재료의 물성 저하를 극복하여 자동차용 고품질 물성을 확보해야 한다. 원재료의 생산과정에서 탄소 배출 저감을 위해서는 철강산업의 주요 배출원인 고로 공정에 대한 개선이 필수적이다. 근본적으로 철광석의 환원제로 사용되는 석탄을 줄이기 위해 천연가스 및 수소가스를 이용하여 환원시킨 친환경 원료를 사용하는 방법이 연구되고 있다. 알루미늄의 전기 제련 공정에서도 다량의 이산화탄소가 발생하므로 불활성 양극산화 기술을 개발하거나 수력, 태양광 등의 친환경 재생에너지를 활용하는 방법 등이 적용되고 있다. 원소재뿐만 아니라 부품 제조 공정에서도 탄소중립 구현을 위해서 많은 활동이 필요하다. 공정상에서 실질적인 온실가스 배출 저감뿐만 아니라 고에너지가 투입되는 공정을 개선하여 에너지를 절감시키는 노력도 필요하다. 즉, 열처리를 생략하거나 가열 온도를 낮추는 등의 공정 개발이 필요한 상황이다.

본 연구에서는 차체의 주요 재료인 강판 및 알루미늄 소재에 대해 생산단계에서 발생하는 온실가스 배출량을 비교하고 저감을 위한 기술을 살펴본다. 이를 바탕으로 도어 시스템 대상으로 강판 및 알루미늄 재료를 적용한 경우에 대한 온실가스 배출량을 비교하고 개선 방안을 고찰한다. 또한 차량의 측면 충돌 성능을 확보하는 대표적인 부품인 센터 필러 보강재 대상으로 핫스탬핑 공정과 냉간 성형 공정별로 온실가스 배출량을 비교해 보고 추가적인 온실가스 저감을 위한 방안을 고찰해 본다.

Keywords: Green House Gas, Carbon Neutralization, Recycling, Eco-friendly, Hydrogen, Hot Stamping

1. 현대자동차 연구개발본부 차체재료개발팀, 책임연구원
2. 현대자동차 연구개발본부 탄소중립기술혁신팀, 연구원
교신저자: 현대자동차 책임연구원, E-mail : voidian@hyundai.com

가변마찰적용 자동차 외판재 성형해석기술

김지영^{1,2}·진병극¹·윤승채¹·현주식¹·이명규[#]

Friction based forming simulation for automotive outer panel

J. Y. Kim, B. K. Jin, S. C. Yoon, J. S. Hyun, M. G. Lee

Abstract

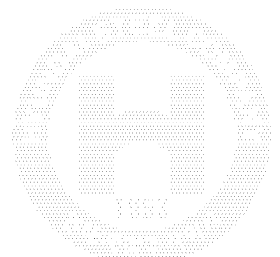
As the manufacturing process, material and shape of automotive parts continue to be more complex, attentions to frictional properties during press forming processes have increased in the automotive and steel making industries. For example, it has been well known that the formability of automotive sheet metals is strongly dependent on variable friction coefficient as functions of tool pressure, sliding velocity, tool strength and microstructure etc. This study aims to investigate the practical application of variable friction analysis for automotive outer panel by applying experimental values of variable friction coefficient measurement in consideration of tool contact load and sliding velocity. The preliminary result shows that for galvanized coated outer plate parts with high friction variability, using a fixed friction coefficient results in decreased consistency of the analysis results, particularly in the vicinity of high contact pressure and small R contact conditions.

Keywords: Variable friction coefficient, Automotive outer panel, Metal forming, Tool contact load, Forming simulation

1. 현대제철연구소, 책임연구원

2. 서울대학교 재료공학부, 대학원생

교신저자: 서울대학교 재료공학부, 교수, E-mail: myounglee@snu.ac.kr



DP980 판재의 변형 경로 의존성과 탄점소성 다결정 모델 해석

전보혜¹ · 이신영² · 이재성¹ · 정영웅^{3, #}

Strain path dependence of DP980 sheet: an analysis based on elasto-visco-plastic polycrystal simulation

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

Abstract

자동차용 강재로 널리 사용되는 DP강은 연성이 높은 페라이트와 고강도 마르텐사이트로 구성되어 있으며 우수한 기계적 성질을 보인다. DP강은 B필러를 포함하여 다양한 차체 부품제작에 사용되며, 성형 공정 중에 다양한 변형 경로의 변화를 겪게 된다. DP강을 이루는 두 상의 기계적 특성 차이가 크며, 그에 따라 DP강의 기계적 거동은 유사한 단상 철강재의 거동과 뚜렷하게 구분된다. 따라서 DP강의 기계적 거동을 명확히 이해하기 위해서는 DP강을 이루는 페라이트 및 마르텐사이트 개별상의 미세조직학적 인자를 정량분석하여, 결정학적 특성에 기인한 변형 메커니즘에 대한 이해가 선행되어야 한다.

본 연구에서는 최근 발표된 탄점소성 결정소성 모델 (Δ EVPSC 모델)을 활용하여 DP강의 변형 경로 의존성과 탄성 비선형성에 대해 조사하였다. 서로 다른 두 경화 모델을 선택하여 각기 사용한 결과를 살펴보고, 로딩-언로딩-로딩 (loading-unloading-loading) 환경에서 발현되는 응력선도의 비선형성 원인과 바우싱어 효과의 원인을 결정학적 인자와 미세변형 메커니즘으로 분석하였다. 사용된 첫번째 경화모델에서는 전위 슬립의 임계전단응력을 전위 밀도에 대한 함수로 표현하고, 전위의 생성, 성장, 소멸 등의 미세조직학적 상태변화를 모사한다. 두번째 경화 모델에서는 전위 슬립의 임계전단 응력 변화를 경험 수식에 기반한 연속 함수로 표현한다. 두 경화 모델을 각기 활용하여 일축 인장, 인장-압축-인장 및 하중-재하중 시험등 다양한 응력 조건에서 유동 응력-변형률 곡선을 중심으로 비교를 진행하였다. 시험 결과로 얻은 비선형적 응력-변형률 곡선, 바우싱어 효과의 발달 원인을 결정립의 방위 분포(집합조직), 전위 슬립 시스템, 두 상의 강도 차이에 이르는 다양한 미세조직학적 인자를 활용하여 분석하였다.

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)

-
1. 창원대학교, 소재융합시스템공학과
 2. 포항공과대학교, 철강 에너지 소재 대학원
 3. 창원대학교, 신소재공학부

교신저자: 창원대학교, 신소재 공학부, 부교수 E-mail: yjeong@changwon.ac.kr

고강도 차체 구현을 위한 이미지 기반의 핫스탬핑 성능 예측 기술

윤승채[#] · 공제열¹ · 박재명² · 박계정² · 현주식¹ · 정유동³

Analysis of Image-Based Prediction of Hot Stamping Performance for Implementation of High-Strength Steel in Vehicles

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

Abstract

The use of high-strength steel sheets with strength exceeding 1 GPa has become increasingly common in the automotive industry to reduce car body weight and meet fuel efficiency regulations. However, ensuring the stability of high-strength parts is important to meet enhanced crash requirements and ensure passenger safety during collisions. Despite the growing application of advanced high-strength steel sheets in vehicle bodies, their use in various parts is challenging due to limitations in forming and dimensional precision. This challenge can be overcome using hot stamping technology, which involves heating the material to high temperatures for improved formability, followed by in-die quenching to achieve a strength of 1.5 GPa or more. The objective of this study is to predict welding and hydrogen embrittlement of materials by analyzing the color change that occurs after hot stamping and predicting the process conditions based on image data. Predicting these phenomena is important for ensuring the quality and reliability of high-strength parts. Additionally, the study aims to develop technology for predicting the strength of components based on their shape, which will facilitate the use of high-strength steel in various parts of the vehicle body. The proposed technology will enable the design and production of high-strength car body parts that meet necessary safety requirements and fuel efficiency regulations. This study will contribute to the development of more efficient and reliable hot stamping processes, which can ultimately improve the safety and performance of vehicles.

Keywords: Hot stamping, High Strength Vehicle, Mechanical Performance, Machine Learning

1. 현대제철연구소 응용기술실 자동차응용기술팀, 책임연구원

2. 현대제철연구소 응용기술실 자동차응용기술팀, 전임연구원

3. 현대제철연구소 제품개발센터, 상무

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

데이터 기반의 핫스탬핑 수소취성 예측 연구

윤승채[#] · 공제열¹ · 김기정¹ · 김혜진¹ · 현주식¹ · 정유동²

Analysis of Hydrogen Embrittlement Prediction Based on Data-Informed Approach

S. C. Yoon, J. Y. Kong, K. J. Kim, H. J. Kim, J. S. Hyun, Y. D. Jung

Abstract

The use of hot stamping engineering to produce car body parts for weight reduction has become widespread. As a result, various research groups are actively investigating methods to improve its applicability. Hot stamping involves heating the material to high temperatures to enhance formability, followed by in-die quenching to achieve a strength of 1.5 GPa or more, and determining the optimal process to achieve various performance characteristics. During the hot stamping process, a few coatings (Al-Si, Zn) are utilized to prevent oxidation scale on the sheet's surface during the high-temperature austenitization in the furnace. The performance of hot stamping applications can be affected by the process conditions, and vehicle body part properties can be significantly influenced. Therefore, predicting and controlling the performance characteristics of hot stamped parts is important. This study focused on developing a model to predict hydrogen embrittlement performance that may occur as a result of the hot stamping process using data-informed analysis. Furthermore, finite element analysis was utilized to predict phenomena that may occur at the component level in the vehicle body. Thus, the results of this study could contribute to the development of more effective hot stamping processes and improved quality control of hot stamped parts in the production of high-strength vehicle bodies. By accurately predicting the performance of hot stamped parts, it may be possible to design and manufacture more reliable and durable car body parts, ultimately improving vehicle safety and performance.

Keywords: Hot stamping, Mechanical Performance, Machine Learning, Hydrogen Embrittlement

1. 현대제철연구소 응용기술실 자동차응용기술팀, 책임연구원

2. 현대제철연구소 제품개발센터, 상무

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

초고강도강재를 사용한 롤포밍 공정의 비등방성 경화 모델 수치해석

정규철¹ · 정유형¹ · 주현우¹ · 김근호^{1,2} · 윤종현^{1#}

Numerical analysis with anisotropic hardening model of roll forming process for advanced high-strength steels

K.C. Jeong, Y.H. Jeong, H.W. Joo, K.H. Kim, J.H. Yoon

Abstract

인장강도 1.5GPa급 초고강도강재는 단면적 형상이 일정한 차량 부품에 적용되며, 롤 포밍 공정으로 제작된다. 롤 포밍 공정은 하중의 작용-제거가 반복적으로 이루어지며, 일부 구간은 인장-압축이 발생하는 등 복잡한 거동을 보인다. 이러한 거동 내에서 금속 판재는 바우싱어 효과(Bauschinger effect) 및 영구 연화(permanent softening)를 보이며, 스프링백 예측 및 롤 포밍 이후의 벤딩 공정 설계에 영향을 끼친다. 따라서 롤 포밍의 수치해석에 비등방성 경화 모델(Anisotropic hardening model)이 적용되어야 한다. 본 발표에서는 이동경화모델(Kinematic hardening model) 및 왜곡경화모델(Distortional hardening model)을 차량 부품의 롤 포밍 공정에 적용한 결과를 고찰한다. 구체적으로, 등방성 모델과 Yoshida 및 Uemori에 의해 제안된 YU 모델 및 초고강도강재를 대상으로 제안된 Barlat의 HAH20 모델을 롤 포밍에 적용한 결과를 비교한다.

Keywords: Roll forming, Anisotropic hardening model, Advanced high-strength steels, Numerical analysis, Bauschinger effect

1. 한양대학교 기계공학과

2. (주) 아산 R&D팀 이사

교신저자: 한양대학교 기계공학과 교수, E-mail: jyoon@hanyang.ac.kr

$\text{Fe}_x(\text{CoNi})_{90-x}\text{Cr}_{10}$ 철계 중엔트로피 합금의 이축신장성과 극저온 환경에서의 신뢰성

최연택¹· 김래연²· 권지혜¹· 이도원¹· 배재웅³· 김형섭[#]

Stretch formability and cryogenic environmental applicability of $\text{Fe}_x(\text{CoNi})_{90-x}\text{Cr}_{10}$ ferrous medium-entropy alloys

Y. T. Choi, R. E. Kim, J. Kwon, D. W. Lee, J. W. Bae, H. S. Kim

Abstract

고엔트로피 합금(High-entropy alloys, HEAs)의 출현은 합금 설계의 새로운 전략을 제시하였을 뿐만 아니라 개발 합금들이 보여준 우수한 기계적 성질 덕분에 차세대 구조용 소재로 주목받고 있다. 그러나, 산업 현장에서의 상용적 활용을 위해서는 아직 해결해야 할 과제들이 많이 남아 있는 실정이다. 고엔트로피 합금 개발의 중요 고려사항 중 하나는 우수한 성능을 유지하면서도 가격 경쟁력 있는 합금을 개발하는 것이며, 철 함량을 높임과 동시에 변태유기소성을 활용하는 방법이 각광받고 있다. $\text{Fe}_x(\text{CoNi})_{90-x}\text{Cr}_{10}$ ($x = 60$ and 64 at%) 조성의 철계 중엔트로피 합금(Ferrous medium-entropy alloys, FeMEAs)은 높은 철 함량으로 가격 경쟁력을 갖추었을 뿐만 아니라, 상온에서는 연성이 우수하고(~85%), 극저온 환경에서는 변태유기소성을 활용하여 고강도를(~1.5 GPa) 나타내는 재료로써 앞서 언급한 개발 전략을 충실히 반영하고 있다. 본 연구에서는 철계 중엔트로피 합금 두 종의 상용화 가능성을 검증하기 위해 상온에서 이축 신장성 평가를 수행하였고, 성형을 마친 FeMEA 부품을 극저온 환경(77 K)에서 인장 시험하여 신뢰성을 분석하였다. 성형성 평가에 에릭슨 시험법(ISO 20482)을 사용한 결과, 철을 60%, 64% 함유한 중엔트로피 합금 각각의 에릭슨 지수는 14.3 mm, 12.3 mm로 우수한 성형성이 확인되었으며, 사전 변형 시편을 극저온 환경에서 일축 인장 하였을 때, 각 재료는 1.10 kJ, 0.80 kJ의 변형 에너지를 추가적으로 흡수할 수 있는 것으로 분석되었다. 즉, 본 연구에서 다룬 철계 중엔트로피 합금들은 상온에서 복잡한 형상의 부품으로 성형될 수 있으며, 극저온 환경에서는 높은 변형 수용력을 갖추어 충돌이나 침투와 같은 외력에 대해 안전성을 보장할 수 있는 재료임을 확인하였다.

Keywords: High-entropy alloy, Stretchability, Stretch formability, Biaxial deformation, Transformation-induced plasticity, Cryogenic applicability

1. 포항공과대학교 신소재공학과, 대학원생
2. 포항공과대학교 철강에너지소재대학원, 대학원생
3. 국립부경대학교 융합소재공학부, 교수
교신저자: 포항공과대학교, 교수, E-mail: hskim@postech.ac.kr

수치해석을 이용한 Front Strut 제품 Main Plate의 고강도 알루미늄 판재의 다단성형 공정 설계

이지호¹ · 송정 한¹ · 김봉환¹ · 김보익² · 허민철² · 박시우² · 배기현^{1, #}

Multi-stage Forming Process Design of Main Plate Part in Front Strut Assembly Using the Numerical Analysis

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

Abstract

전기차 시장의 급속한 확대와 국내 및 선진국의 전기차 보조금 지원 삭감 정책에 따라 최근 가격 경쟁력을 갖는 시장 친화형 전기차의 중요성이 매우 높아지고 있다. 국내에서는 아직 서스펜션 부품에 대한 경량화 소재적용 기술개발이 미흡하여 전기차 시장에 대한 적극적 대응에 한계가 존재한다. Strut 부품은 운전자의 승차감 향상을 위한 방진 제품 중 하나이며 방진성능 뿐만 아니라 피로내구 성능 또한 만족해야 한다. 기존 강판을 알루미늄 판재로 대체하기 위해 주조 공법이 고려되고 있지만 소재 및 공법의 높은 비용으로 인해 한계가 존재하며 알루미늄 판재의 낮은 성형성을 극복할 수 있는 성형공법 설계기술 개발이 필수적이다.

본 논문에서는 알루미늄 판재의 낮은 성형성 극복을 위해 Strut Main Plate 부품의 다단 성형 공정 설계방법을 제안한다. 300Mpa 이상의 Eco-Almag6 판재를 이용하여 기계적 물성 평가를 진행하였고 성형해석용 물성모델을 구성하였다. 이후 수치해석 과정을 통해 Eco-Almag6 판재의 성형 특성을 분석하여 문제점 분석 및 파단 현상 개선을 위한 방안을 모색하였다. 이후 최종적으로 성형성 확보가 가능한 Strut Main Plate 성형공정을 제안하였다.

Keywords: Multi-Stage Forming, High-Strength Aluminum Sheet, Numerical Analysis, Front Strut Assembly

1. 한국생산기술연구원

2. 세동산업 기술연구소

교신저자: 한국생산기술연구원, 수석연구원, baegh@kitech.re.kr:

Siamese deep neural network를 활용한 딥드로잉 품질 예측

장인제^{1,2}·송정한¹·이종섭¹·박남수¹·이상아¹·남성우³·배기현[#]

Drawing quality prediction using the Siamese deep neural network

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

Abstract

In recent years, the intelligent and artificial intelligence (AI) processing system industry is moving rapidly towards the realization of the Internet of Things (IoT), Industry 4.0, and sensors are a very important element in collecting digital information in the process. However, the limited quality data obtained through sensors in the manufacturing process poses a limitation to the use of data-driven deep learning, which is currently actively researched. In this study, we constructed a Siamese deep neural network to monitor deep drawing quality using a small number of datasets obtained through numerical analysis. First, time-series data of punch load according to various holding forces in the deep drawing process were obtained through numerical analysis. Then, a Siamese network was constructed based on the contrastive loss function to learn similarity. The embedded vector based on the trained network was clustered, and K-Nearest Neighbor (KNN) was applied to utilize it in quality prediction classification. The constructed quality prediction algorithm was validated by predicting bolt-type load data in the drawing experiment.

Keywords: Drawing quality, Machine learning, Siamese network, Process monitoring, Cup drawing test

1. 한국생산기술연구원 뿌리기술연구소

2. 한양대학교 융합기계공학과

3. 대우공업 기술연구소

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

마찰교반 점용접된 알루미늄 합금 6061 판재의 물성에측

조덕상¹ · 김종현¹ · 카할 파르비즈² · 김지훈^{1#}

Prediction of mechanical property for friction stir spot welded AA6061 sheets

D. S. Jo, Jong Hyun Kim, Parviz Kahhal, Ji Hoon Kim

Abstract

The objective of this study is to predict weldment property for friction stir spot welded (FSSWed) AA6061 sheets. Aluminum alloys are used in various industries. However, due to the poor weldability of the aluminum alloy, it is difficult to weld the aluminum alloy using conventional welding methods. Because of these problems, friction stir (spot) welding is used as an aluminum alloy welding method. First, for the optimization of the friction stir spot welding process, the joint is confirmed using the solid-state bonding criteria based on finite element analysis (FEA) results. Finite element analysis used the Arbitrary Lagrangian-Eulerian (ALE) and Coupled Eulerian-Lagrangian (CEL) techniques of the ABAQUS software. In addition, process parameters were optimized using an artificial neural network (ANN) and the results were verified by comparing with the experimental results. The weldment properties of FSSWed AA6061 sheet using the derived process parameters were predicted with indentation tests and reverse algorithms, and compared with the experimental results.

Keywords: Friction stir spot welding, Bonding criteria, Artificial neural network, Indentation test, Aluminum alloy

1. 부산대학교 기계공학부 정밀가공시스템 전공

2. 부산대학교 하이브리드 제조혁신 엔지니어링 센터

교신저자: 부산대학교 기계공학부, E-mail: kimjh@pusan.ac.kr

10. 포스터 발표

(제 4 발표회장)

다구찌 기법을 이용한 차량용 단자 압착 형상 최적화

신경호^{1, #}

Optimization in Crimping Shape of Vehicle Terminal Using Taguchi Method

K. H. Shin

Abstract

차량 부품인 전기 커넥터(Electrical connector)는 수많은 회로들을 연결하고 서로 다른 와이어 링 하네스(Wiring harness)를 결속하여 전기적 신호를 안전하게 공급해주는 역할로 단자(Terminal) 및 전선(Wire)를 압착하는 공정(Crimping)에 의해 제조된다. 특히 단자의 압착 형상은 커넥터의 전기 및 기계적 성능을 결정하는 중요한 요인으로 전선의 도체 압착 단면의 압착률(Crimp cross section ratio)로 부품의 양품 기준을 판단하게 된다. 본 연구에서는 비선형 해석(Nonlinear analysis) 및 실험계획법 기반의 다구찌 기법(Taguchi method)을 이용하여 단자의 도체 압착률을 만족하는 형상 최적화 문제를 수행한다.

다구찌 기법은 제어가능한 인자(Factor)로 제어할 수 없는 잡음인자에 대해 강건설계(Robust design)를 하는 것으로 단자의 압착률에 영향을 미치는 인자들을 선정하고 선정된 인자의 실험 배치 및 실시를 통해 최적 조건을 도출하게 된다. 먼저 설계제약조건을 고려하여 상수인자인 단자의 두께를 제외한 높이, 너비, 지름을 제어인자로 선정하고 부품 특성을 고려하여 산포에 따라 압착률에 영향을 주는 인자로 제어할 수 없으나 실험 가능한 압착 후 단자의 단면 형상 높이를 잡음인자로 선정한다. 그리고 2수준계 직교배열표를 배치하여 잡음인자의 수준에 따른 반복실험을 통해 제어인자 별 S/N비(S/N ratio)를 확인하고 목적함수를 만족하는 최적 수준을 판단한다. 목적함수는 단자의 양품 기준인 단면의 도체 압착률로 선정하고 약 75%에서 85% 사이 값을 목표로 한다. 최종적으로 산포를 최소화하고 양품의 압착률을 만족하는 단자의 압착 형상 최적 모델을 수립한다.

Keywords: Terminal, Crimp cross section ratio, Nonlinear Analysis, Taguchi Method, Robust design, S/N Ratio

1. 주식회사 경신, 선임연구원

교신저자: 주식회사 경신, 선임연구원, E-mail: shinkh@kyungshin.co.kr

DED 공정을 이용한 부품보수시 결함 발생이 잔류 응력 특성에 미치는 영향 분석

임성훈¹ · 이광규² · 안동규[#]

A Study on the Effects of the Formation of Defect on Residual Stress Characteristics of the Repaired Part by DED Process

S. H. Yim, K. K. Lee, D. G. Ahn

Abstract

적층 제조 공정중 하나인 에너지 제어형 용착 (Directed Energy Deposition : DED) 공정은 고에너지 열원을 사용하여 적층을 하고자 하는 곳에 금속 기저부를 조사하여 용융지를 생성하여 동시에 금속 분말을 공급하여 적층을 하는 방식이다. 이와 같은 특성으로 적층 형상에 대한 자유도가 높아 기계 부품의 보수에 넓게 활용되고 있다. 하지만 적층 공정이 진행되는 동안 적층부 인근에 반복적으로 급격한 가열과 냉각이 발생하여 잔류 응력이 형성되는데 이는 적층된 제품의 기계적인 결함을 발생시키는 원인이 된다. 특히, 적층시 기공이 발생하는 경우 기공이 발생한 위치에 좀더 잔류 응력이 높아질 수 있어 기공 발생 위치에 따른 잔류 응력 특성 분석이 필요하다. 본 연구에서는 DED 공정을 이용하여 AISI 1045 위 AISI 1045 적층시 기공 발생위치에 따른 잔류 응력 특성을 유한요소 해석 (Finite Element Analysis : FEA) 를 이용하여 분석하였다. 해석모델은 SYSWELD V16.01 을 이용하였으며 개발되었으며, 기저부 경사각이 45 ° 인 기저부 형상을 가진다. 기공의 발생위치에 따라 기저부 경사면과 수평 방향의 교차지점을 기준으로 경사면 방향과 수평 방향으로 총 7 가지의 해석모델이 개발되었다. 해석에 적용된 AISI 1045 의 온도 의존 열 물성 데이터는 JmatPro V12.0 을 통해 도출된 데이터를 사용하였다. 해석 결과는 기공의 위치가 기저부 경사면과 수평 방향의 교차지점인 모서리부에 위치하는 경우 가장 높은 잔류 응력을 형성함을 알 수 있었다. 기공의 위치와 관계없이 최종 잔류 응력은 기공이 발생하는 영역에 집중되어 발생함을 확인할 수 있었으며, 기공의 발생위치가 경사면 방향으로 발생하는 경우가 기저부 수평 방향으로 발생하는 경우보다 낮은 잔류 응력을 형성함을 알 수 있었다. 영향 분석을 통해 부품 보수시 기공이 발생하지 않는 최적의 공정 조건을 선정하는 것이 좋지만, 기공이 발생했을 경우 경사면 방향으로 발생하는 것이 잔류 응력 측면에서 더 좋을 것으로 사료된다.

Keywords: Directed energy deposition, Finite element analysis, Characteristics of residual stress, Location of pore

1. 조선대학교 기계공학과,

2. 조선대학교 기계공학과, 박사과정

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

인공지능을 활용한 압연 생산품 표면 품질 검사

김진구^{1#}, 곽호택²

Surface defect detection of rolling products using AI algorithm

J. G. Kim, Hotaek Kwak

Abstract

현대 산업 분야에서 압연 가공품은 기계, 반도체, 디스플레이 등 전반적인 산업에 활용되고 있다. 활용도가 높은 만큼 압연 가공품의 결함은 제품에 치명적인 불량을 유발한다. 이러한 불량을 방지하기 위해 압연 가공품은 생산 단계 후 레이저 검사 방식이나 육안 검사 방식 등의 품질 검사 공정을 거치게 된다. 그러나 압연 가공 기술의 발달로 인해 결함의 크기는 점차 감소하여 기존 검사 방식으로 검출할 수 없다는 한계점을 가지고 있다. 이러한 한계점을 극복하기 위해 인공지능 검사 방식이 적용되는 사례가 증가하였다. 본 연구에서는 압연 공정으로 제작한 알루미늄 박판의 표면 결함을 인공지능 검사로 검출하였다. 객체 인식 알고리즘인 YOLOv5 알고리즘을 이용하여 알루미늄 박판 표면 결함을 탐지하는 모델을 훈련하였다. 결함 데이터는 핀홀 클래스 1610개, 크랙 클래스 477개로 수집하였고, 각각 훈련 70%, 검증 20%, 시험 10%로 데이터를 나누었다. 모델 훈련 시에는 구성 모델의 깊이와 너비를 바꾸어 훈련을 진행하였다. 그 결과 깊이가 1.00이고 너비가 0.95일 때 핀홀 94.9%, 크랙 94.6%의 정확도를 가진 모델을 훈련할 수 있었다. 향후 더 많은 데이터를 수집하고 추가적인 전처리 기법을 통해 검출 정확도를 높일 예정이다.

Keywords: AI Sheet, Deep learning, Defect detection, YOLOv5, Rolling

1. 씨에이이테크놀로지, 책임연구원

2. 씨에이이테크놀로지, 대표이사

교신저자 E-mail: jgkim@caetech.co.kr

QForm Direct를 활용한 예비성형공정 금형 자동 설계

곽호택^{1, #}, 김진구²

Automatic design of preforming die using QForm Direct

Hotaek Kwak, J. G. Kim

Abstract

단조 공정에서 복잡한 형상의 제품을 생산할 때에는 예비 성형 공정 후에 최종 제품 성형 공정을 진행한다. 예비 성형 공정은 표면 및 내부 결함과 재료 낭비를 최소화하기 위해 단조 공정에서 핵심 단계이다. 본 연구에서는 등온 표면 방식을 기반으로 냉간 및 열간 단조 공정을 위한 예비 성형 금형 자동 설계 프로그램인 QForm Direct를 이용하여 'Road eye' 제품의 예비 성형 금형 설계 및 성형 해석을 수행하여 기존에 생산된 제품의 표면 및 내부 결함을 비교 및 분석하였다. 기존 금형의 'Road eye'는 생산 방식은 평평한 금형에 예비 성형 공정을 진행한 후 최종 성형 제품을 제작한다. 이러한 기존 방식에서는 미성형 등의 결함이 나타났다.

본 연구에서는 'Road eye' 3D 형상을 QForm Direct에 적용하여 분석한 후 예비 성형 금형을 자동으로 설계한다. 그 후 QForm 성형 해석 프로그램과 연계하여 해석한 후 결함 생성 가능성을 표시한다. 제시된 예비 성형 금형은 최종 제품보다는 단순하면서도 특징적으로 설계가 가능하였다. 이를 통해서 기존 'Road eye'의 표면 및 내부 결함을 QForm Direct를 사용한 예비 성형 금형을 통해서 결함을 제거할 수 있었다. 이후 실제 제품을 생산하여 해석 결과와 비교하였다.

Keywords: Forging process, QForm Direct, Preforming optimization, Road eye

1. 씨에이이테크놀로지, 대표이사

2. 씨에이이테크놀로지, 책임연구원

교신저자 E-mail: htkawk@caetech.co.kr

냉간 성형공법 적용 친환경차용 1.5GPa급 Side Sill Inner 부품 개발

남성우^{1#}, 이정흠¹, 김대인¹, 김종윤¹, 박초롱¹

The Development of 1.5GPa Grade Side Sill Inner parts For Eco-friendly vehicles with Cold Forming Method

S. W. Nam, J. H. Lee, D. I. Kim, J. Y. Kim, C. R. Park

Abstract

최근 세계적으로 주요 완성차 업체들의 친환경차에 대한 성장세가 급속하게 가속화되면서, 연비향상을 위한 경량화 및 충돌 시 배터리 보호를 위한 구조 최적화 및 신소재(Giga급 Steel, 알루미늄, CFRP등)의 도입이 증가하고 있다. 국내 자동차 완성업체에서도 친환경차 실용화 기술을 적극 지원하고 있는중이며, 충돌성능 및 경량차체 개발을 위한 노력으로 Giga급 초고강도 강판 적용 비율을 지속적으로 증가하는 추세이다.

본 연구에서는 측면 충돌 시 탑승자의 안전과 친환경차 배터리 구조물로 충격이 전달되는 것을 방지하는 역할을 하는 구조용 부품인 Side Sill Inner을 기존 롤-포밍 공정 대신 프레스 냉간 성형공법을 통하여 개발하였다. 성형해석을 통하여 1.5GPa급 초고강도판 냉간성형에 적합한 성형공법(포밍-캠/리스트라이킹)을 선정하였으며, 시제품 - 해석간의 비교분석들을 통해 문제점과 개선점을 도출하여 성형성 및 스프링백을 향상시켰다.

Keywords: Ultra-high strength steel, Cold stamping, forming analysis

후 기

본 연구는 산업통상자원부의 글로벌주력산업품질대응뿌리기술개발사업 ‘글로벌 시장 진출을 위한 1.5GPa급 초고강도강 및 경량합금 친환경차 충돌안전 부품의 품질편차 저감을 위한 실시간 지능형 금형 제어 프레스 성형기술개발(과제번호:20018447)’과제의 지원을 받아 수행하였습니다.

1. 대우공업(주) 기술연구소

E-mail: namsw@daewooindustry.com

LNG 선박용 멤브레인 성형해석 신뢰성 향상 연구

이정흠^{1#} · 남성우¹ · 김대인¹ · 김종윤¹ · 박초롱¹

A study on reliability improvement of stamping analysis for membrane of LNG ship

J. H. Lee, S. W. Nam, D. I. Kim, J. Y. Kim, C. R. Park

Abstract

LNG 선박용 멤브레인은 극저온의 LNG를 운반 및 저장하는 화물창을 구성하는 부품으로 현재 프랑스, 대한민국, 일본 등에서 설계, 제작기술을 보유하고 있다. LNG 선박용 멤브레인 화물창을 구성하는 각각의 멤브레인들은 LNG 수송 중 발생할 수 있는 여러 문제에 대비하기 위해 품질의 요구수준이 높은 부품이다. 이를 위해 금형제작과 try-out 공수에 많은 시간과 비용을 투자하고 있으며 현장기술 의존도가 높다. 또한, 특수소재를 사용하며 다수의 소재 제작공정으로 인해 개발비용을 더욱 증가시키는 문제가 있다.

본 연구에서는 LNG 선박용 멤브레인의 개발비용을 감소시키고자 성형공정해석의 신뢰성을 향상시킬 수 있는 변수 중 마찰계수에 대해 연구하였다. 마찰계수에 따른 소재 유입량 및 성형품 두께, 성형성에 대해 실험품과의 정합성을 검증하여 최적의 해석조건을 도출하였다. 또한, 도출된 해석조건을 적용한 가상 try-out과 현장 try-out의 결과를 비교하여 신뢰성을 검증하였다.

Keywords: LNG ship, membrane, stamping analysis, friction coeff., thickness

후 기

본 연구는 산업통상자원부 조선해양산업기술개발 ‘시장경쟁력 확보를 위한 BOR 0.07% 이하의 LNG 선박용 화물창 개발(과제번호:20012875, 과제고유번호: 1415180882)’과제의 지원을 받아 수행하였습니다.

1. 대우공업(주) 기술연구소

E-mail: leejh5@daewooindustry.com

충돌해석을 이용한 알루미늄 배터리팩 연구

김대인^{1#}, 남성우¹, 이정흠¹, 김종윤¹, 박초롱¹

A Study of impact analysis for battery-pack of Aluminum sheet

D. I. Kim, S.W. Nam, J. H. Lee, J. Y. Kim, C. R. Park

Abstract

전기자동차 시장이 보여준 지속적인 성장은 더욱 가속화가 이루어지고 있으며, 각국의 완성차사들은 소비자들의 니즈를 충족시키기 위한 차종 다양화 등 지속적인 EV시장의 성장에 따라 차체 플랫폼 개발을 비롯하여 배터리팩의 경량화에 대한 연구개발이 활발히 이루어지고 있다.

본 연구에서는 대표적인 경량화 소재인 알루미늄 6000계 시트소재를 적용하여 배터리팩 케이스를 설계하였고, 충돌하중 해석을 통한 영향도 분석을 진행하였다. 연구방법으로는 주요 충돌부위의 단면적에 따른 평균하중과 최대하중 값을 비교하여 분석하였고, 기존 양상부품과의 비교를 통해 수준을 확인하였다. 동등수준을 확보하기 위한 소재 특성을 분석하여 현재 설계단계에서의 최적 소재를 도출하였다. 추후 연구방향으로는 사이드폴 충돌 안전을 고려한 배터리팩 케이스 사이드프레임의 위상최적화 구조해석을 통해 최적 단면구조 형상을 도출하여 레이저 접합 공정을 통한 배터리팩 케이스 부품을 개발할 예정이다

Keywords: Battery-Pack Case, Aluminum sheet, Side Pole crush

본 연구는 산업통상자원부의 재원으로 기계장비 산업기술개발사업의 지원을 받아 연구되었습니다. [20014796, 8kW급 링코어 광섬유 레이저 광원 및 3D용접헤드 개발, 과제고유번호 1415178960]

1. 대우공업(주) 기술연구소

E-mail: kimdi2@daewoointustry.com

발전 가스터빈용 TiAl 블레이드의 열간단조 공정해석

정호승¹· 이경훈²· 김동권²· 조종래[#]

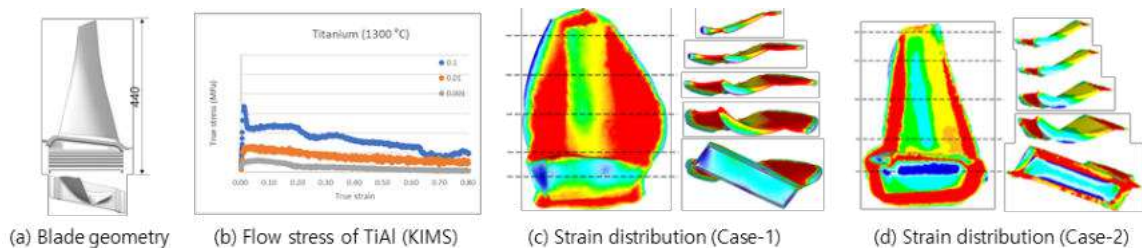
Process Analysis of TiAl Isothermal Forging for Gas Turbine Blade

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

Abstract

일반적으로 국내 가스터빈에서는 고중량 Ni계(비중 8.67) 블레이드를 사용하고 있으나, 최근에는 가스터빈의 수명 향상 및 고효율화를 위해 경량 블레이드로 대체되는 추세이며, 경량 블레이드는 전량 수입에 의존하고 있기 때문에 국산화를 위해 많은 연구 개발이 진행되고 있는 실정이다. 개발 대상품은 블레이드의 길이가 440mm인 중형 가스터빈용 TiAl(비중 4.1) 단조 블레이드이며, 50도 정도의 루트 단면과 에어포일 단면의 각도차를 가지고 있다. 또한, 에어포일의 두께는 루트보다 상대적으로 매우 길고 얇으며 넓은 면적을 가지고 있고, 길이별 단면은 점진적으로 회전된 형상을 가지고 있다. 그러므로, 열간 형단조 동안 소재의 성형성을 고려한 예비 성형체 형상이 중요한 변수 중의 하나이다.

TiAl 소재는 고온에서의 좋은 크립성과 내산화성 및 인코넬 합금 소재보다 비중 대비 높은 강도를 가지고 있다. 그러나, 성형성이 좋지 않고, 단조 온도 구간이 좁은 단점을 가지고 있어, 일반적으로 등은 단조 방법으로 초저속 성형을 하고 있다. 그러므로, TiAl 블레이드 열간 형단조 동안, 분위기 온도, 초기 소재와 금형 소재의 온도, 성형 속도 등에 의한 공정 제어가 중요하다. 그러므로, 열간 형단조 공정해석을 통해 다양한 공정 변수에 따른 성형성 평가를 수행하였다. 소재와 금형을 1250°C로 성형하였을 때 적절한 예비 형상 설계로 4000톤 프레스로 성형이 가능함을 확인하였다. 또한, 소재의 온도는 1300°C, 금형 온도는 1100°C에서도 만족하는 성형성을 확보하였다.



Keywords: Isothermal Forging, TiAl, Gas Turbine Blade, Forging Simulation

본 연구는 2021년 중소벤처기업부 재원인 중소기업기술혁신개발사업(S312414)으로 수행된 연구이며 이에 감사드립니다.

1. 한국해양대학교 학연연구교수

2. 한발중공업(주) 기술연구소

교신저자: 한국해양대학교 기계공학부 교수, E-mail:cjr@kmou.ac.kr

3D프린팅을 통한 경량기어 제조를 위한 유한요소해석 기반 위상최적화 연구

문인용[#]

A Study on Topology Optimization for Lightweight Gear Manufacturing Based on 3D Printing

I. Y. Moon

Abstract

Recently, as interest in the environment, safety, and economic feasibility of the international community has increased, a high level of lightweighting of machinery and equipment is required. It is known that the weight reduction of mechanical parts can improve the efficiency and performance of mechanical equipment, and it is also a great help in improving the price competitiveness of equipment by reducing transportation and storage costs. In addition, lightweight components have the advantage of lower carbon emissions and reduced resource consumption as they conserve energy. Therefore, in this study, a lightweight design and additive manufacturing method for gears commonly used in mechanical devices were developed. Prior to additive manufacturing, a finite element analysis-based topology optimization technique was applied to design a lightweight gear that can operate normally even under the load applied to the existing gear. Through this, it was confirmed that the volume and weight can be reduced compared to the existing gear by removing unnecessary materials under the given load and boundary conditions of the gear. In addition, by replacing SCR420 steel, the material of the existing gear, with Ti-6Al-4V, the weight of the gear could be dramatically reduced. The model that designed by topology optimization was fabricated into an actual gear through the selective laser melting process, one of the additive manufacturing methods. In the future, research on the post-processing such as heat treatment to adjust the mechanical properties will be conducted.

Keywords: Gear, Topology Optimization, Additive Manufacturing, Lightweight

1. 한국생산기술연구원 기능성소재부품연구그룹

교신저자: 한국생산기술연구원, 선임연구원, E-mail: mooniy085@kitech.re.kr

금형 설계 인자에 따른 전단가공 특성 평가

송재선^{1, #}, 윤국태¹, 전강국¹, 박춘달¹

EEvaluation of shearing characteristics according to die design factors

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

Abstract

프레스 가공법 중 소재를 전단변형시켜 최종적으로 소재의 파괴를 야기하여 절단, 분리시키는 방법인 전단가공(shearing)은 일반적으로 상형의 펀치를 하강하여 소재 표면에 접촉시켜 압축하중을 발생시킨다. 이때 소재는 굽힘 가공을 하면서 모멘트가 발생되며, 소재는 펀치와 금형의 인선을 따라 강한 압축응력과 인장응력을 받게 되고, 항복점을 넘어 소성영역에 들어서면서 파괴의 시작과 크랙이 발생된다.

전단가공은 형상에 따라 블랭킹(blanking), 피어싱(piercing), 전단(shearing), 셰이빙(shaving) 등으로 구분되며, 전단가공 후 눌림면(shear droop), 전단면(burnish), 파단면(fracture), 젓힘(burr)등의 절단면이 형성된다. 소재의 강도에 따라 절단면의 형성 비율은 상이 하지만 일반적으로 연성 재료는 눌림면과 전단면의 형성 비율이 크고, 강도가 높은 소재일수록 전단면에 비해 파단면의 형성 비율이 커진다.

본 연구에서는 전단 금형의 설계 인자 중 클리어런스 변화에 따른 영향을 평가하고자 전단 가공시 실시간 하중 측정으로부터 클리어런스와 하중과의 상관관계 분석 및 클리어런스 변화에 의한 절단면(전단면, 파단면)의 형성 비율의 양상을 평가하였다.

Keywords: Shearing, Clearance, Shear force, Real-time Acquisition

1. 대구기계부품연구원

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

연속봉강압연에서 소재의 변형거동을 빠르게 예측하기 위한 전처리 및 후처리 알고리즘 개발

남규한¹ · 이동윤¹ · 이진환² · 위창현² · 문홍길² · 이영석[#]

Development of pre-processing and post-processing algorithms for real-time prediction of material mass balance in bar rolling

G. H. Nam, D. Y. Lee, J. H. Lee, C. H. Wee, H. G. Moon, Y. S. Lee

Abstract

This study developed an algorithm for pre-processing and post-processing to analyze mass balance on each pass in the continuous bar rolling process. The algorithm was designed using MATLAB's AppDesigner feature, allowing users to input necessary values and intuitively view the results (material width spread, cross-sectional shape, average strain, average strain rate, mass balance, surface temperature, average temperature, and roll separating force) in 10 seconds. Therefore, it is possible for operators in the production site to analyze the results and adjust the rolling conditions rapidly for stable operation and production of bars with suppressed surface defects.

Keywords: Bar rolling, MATLAB, AppDesigner, Real time, Mass balance

1. 도입

연속봉강압연(multi-pass bar rolling)은 여러 패스에 걸쳐 연속으로 재료의 직경을 구매자가 원하는 크기로 제조한다. 연속봉강압연을 현장에서 ‘대형압연’ 또는 ‘강편압연’ 이라고도 부른다. 최종제품의 직경 진원도(roundness)를 확보하기 위해서, 표면흠 발생을 억제하기 위해서, 그리고 압연 중 각 패스사이의 소재의 질량균형(mass balance)을 이루기 위해 FE(finite element)해석결과를 사용할 수 있다. 하지만 연속압연을 FE해석하기에 기술적인 어려움이 많고 무엇보다 계산시간이 매우 크다는 단점이 있다. 또한 현장에서 FEA 프로그램을 사용하려면 조업요원들을 위한 전문적인 교육과정도 필요하다. 하지만 이는 현실성이 없다. 따라서 연속봉강압연해석에 필요한 공정변수 값들을 빠르게 계산하고, 결과를 시각화 시켜주는 알고리즘의 개발이 절실하다.

따라서 본 연구는 closed-form solution을 제공하는 해석모델에 기반하여 전처리(pre process) 및 후처리(post process)을 위한 알고리즘을 개발하고 전처리-계산(solver)-후처리를 10 초 이내에 실행할 수 있는 프로그램을 개발하였다. 이 알고리즘은 MATLAB의 AppDesigner 기능을 사용하여 해석모델 사용에 필요한 값을 산출하며, 산출된 결과를 직관적으로 보여준다. 실제 생산현장에서 생성되는 조업데이터를 실시간(real time)으로 받아서 각 패스에서 소재의 변형거동(폭퍼짐, 단면형상, 평균변형률, 평균변형률 속도, 질량균형, 표면온도, 평균온도, 압하력)을 빠르게 분석할 수 있는 알고리즘을 개발하였다.

1. 중앙대학교 기계공학부, 대학원생

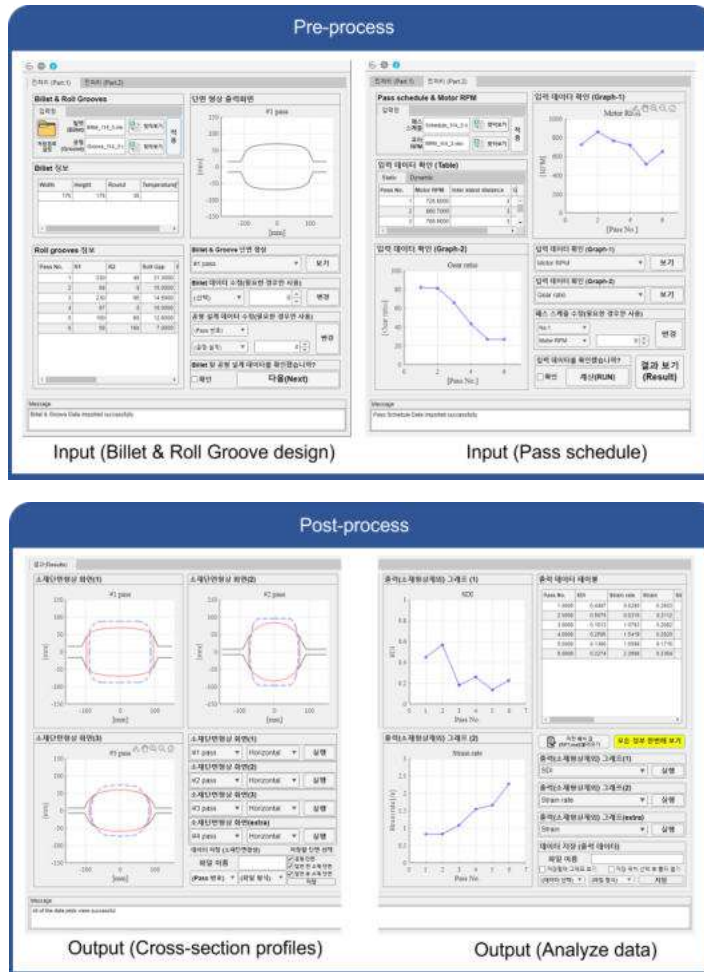
2. 현대제철㈜

중앙대학교 기계공학부, 교수, E-mail: ysl@cau.ac.kr

그리고 현장의 조업요원들이 쉽게 이 프로그램을 사용할 수 있도록 조업자가 직관적으로 결과를 분석할 수 있도록 알고리즘을 만들었다. 소재의 변형거동 데이터 산출과정에 사용된 해석모델은 저서¹⁾에 모두 기술되어 있다.

2. 결과

개발된 알고리즘을 사용하면 6 패스 연속압연공정 데이터를 산출하는데 필요한 시간이 약 10 초가 소요된다. 이 시간은 FE 해석을 사용하였을 때 소요되는 시간(1 개의 패스당 해석시간 2~3 시간 소요)보다 매우 짧은 시간이며 실제 조업에 필요한 시간(약 30 초)과 비교해도 1/3 정도의 시간만 소요된다. 이를 통해 실제 조업에서 빠른 feedback 이 가능하고, 다음 소재(Billet)를 압연하기 전에 압연조건 조정이 가능하게 된다.



3. 인용문헌

[1] Youngseog Lee, Rod and Bar Rolling: Theory and Applications, 2004, Marcel Dekker, Inc, New York, USA. ISBN: 0-8247-5649-5

마찰계수 변화에 따른 파이프의 내/외부 표면 변형을 변화

정원태¹, 최해창², 이영석[#]

Variation of internal/external surface strain and residual stress of pipe depending on the change of friction coefficient

W.T. Jung, H.C. Choi, Y. Lee

Abstract

This study calculates the strain distribution inside/outside the pipe depending upon the change in friction coefficient. The strain distribution on the inner/outer surfaces of the pipe under heterogeneous lubrication conditions were analyzed. The drawing conditions and the range of friction coefficient values that minimized the change in the amount of deformation on the inner/outer diameter surface of the pipe were calculated by calculating the amount of plastic deformation on the inner/outer diameter surface of the pipe and the distribution of residual stress.

Keywords: Bar rolling, Analytical model, Rapid calculation, Platform

1. 도입

튜브 인발(tube drawing)이라고도 하는 파이프 인발은 파이프(pipe)의 내/외경을 줄이는 데 사용되는 소성가공공정이다. 파이프 인발은 항공우주, 자동차, 정유산업을 비롯한 다양한 정밀산업에서 필요한 정확한 치수와 공차를 가진 파이프제품을 생산하는 데 사용된다.

마찰계수는 파이프의 내부/외부 표면상태와 표면에 걸리는 변형량을 결정하는 데 중요한 역할을 한다. 마찰계수가 높을수록 다이와 튜브 사이의 마찰력이 커져 표면 거칠기와 변형량이 증가한다. 이는 튜브(파이프)가 다이(die)를 통한 움직임에 대해 더 큰 저항을 경험하게 되어 국부적으로 높은 변형 및 변형 영역을 초래할 수 있기 때문이다. 결과적으로 파이프의 내/외부 표면 마감이 더 나빠지고 굽힘, 홈 및 기타 표면 결함이 더 많아질 수 있다. 반면에 마찰계수가 낮으면 다이를 통한 파이프의 움직임에 대한 저항이 적어 튜브의 표면 마감이 더 좋아지고 표면 결함이 줄어든다.

전반적으로 파이프의 표면 상태와 잔류응력이 허용 가능한 한도 내에 있도록 하기 위해 튜브 인발 중에 마찰계수를 신중하게 제어하는 것이 중요하다. 마찰계수에 영향을 줄 수 있는 요소에는 다이와 튜브의 재료 특성, 사용된 윤활제의 물리/화학적 특성, 인발공정 운용조건이 포함된다. 좋은 윤활제를 사용하는, 즉 마찰계수값을 최소화하는 것은 생산비용의 증가로 이어지기 때문에, 윤활제를 사용하지 않고 파이프 인발 가능성에 대한 연구가 요구되고 있다. 즉, 파이프 인발에서 마찰계수 값의 증가를 어디까지 허용할 것인가에 대한 물음에 대한 답변이 요구되고 있다.

1. 중앙대학교 기계공학부, 대학원생

2. 삼원강재

교신저자: 중앙대학교 기계공학부 교수, E-mail: ysl@cau.ac.kr

본 연구는 FE해석을 사용하여 마찰계수 변화에 따른 파이프 내/외부의 변형률 분포를 계산한다. 불균질 윤활조건에서 파이프 내/외부 표면의 변형률 편차를 분석한다. 그래서 파이프 인발시 파이프 내/외경면 변형량 및 잔류응력 분포 계산하여 파이프 최종제품의 내/외경면에서 변형량 변화가 최소 되는 인발조건 및 마찰계수 값의 범위를 도출한다.

2. 결과

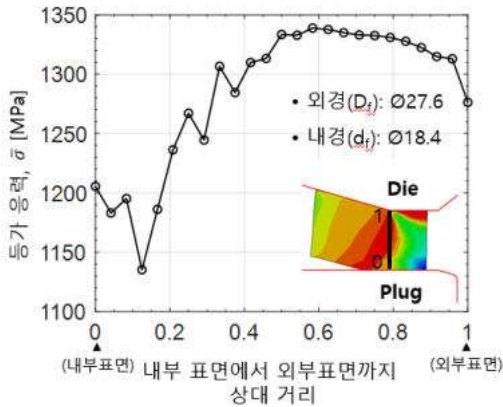


Fig. 1 Equivalent stress during tube drawing

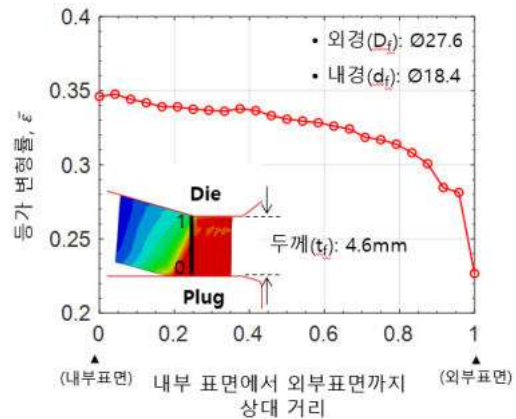


Fig. 2 Equivalent strain during tube drawing

인발 전 파이프의 외경은 31.8[mm], 인발 후의 외경은 27.6[mm], 다이반각의 각도는 12°, 파이프의 두께는 4.6[mm] 및 인발속도를 2(m/min)으로 고정 후 해석을 진행하였다. Fig. 1 과 Fig. 2 는 다이와 소재, 플러그(Plug)와 소재의 마찰계수를 동일하게 0.8로 고정하고 인발 중 소재의 중간 지점에서의 등가응력(Equivalent stress) 과 등가 변형률(Equivalent strain) 결과 값이다.

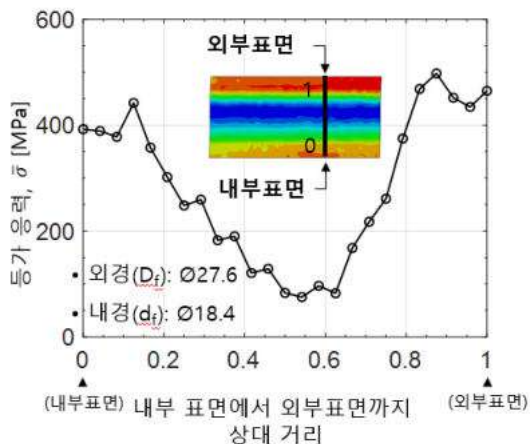


Fig. 3 Equivalent stress after tube drawing

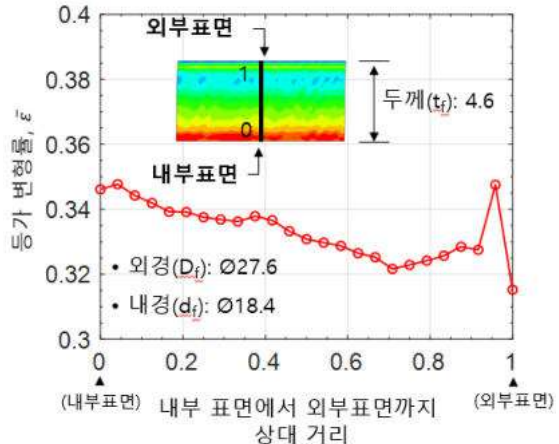


Fig. 4 Equivalent strain after tube drawing

Fig. 3 과 Fig. 4 는 다이와 소재 간, 플러그(Plug)와 소재 간의 마찰계수를 동일하게 0.8로 고정하고 인발 후 소재의 중간 지점에서의 등가응력(Equivalent stress) 과 등가 변형률(Equivalent strain) 결과 값이다. 다이, 플러그의 마찰계수를 동일하게 적용하였더니 소재의 내부표면과 외부표면 값의 차이가 크지 않았다.

Effect of deformation direction on aging behavior of pre-deformed Mg-8Al-0.5Zn-0.2Mn alloy

김현지¹, 박성혁[#]

Effect of deformation direction on aging behavior of pre-deformed Mg-8Al-0.5Zn-0.2Mn alloy

H.J. Kim, S.H. Park

Abstract

In this study, extruded Mg-8Al-0.5Zn-0.2Mn (AZ80) alloy samples are tensioned or compressed to a plastic strain of 5% along the extrusion direction (ED), and the pre-deformed samples are subsequently aged at 200 °C to analyze their precipitation behavior. Although the amount of applied strain is the same, the microstructure and texture of the tensioned and compressed samples are considerably different. The tensioned sample has an initial basal fiber texture and twin-free structure, whereas the compressed sample has a partially twinned structure containing numerous {10-12} twins and an ED-oriented twin texture is formed in this sample. These differences in the microstructural characteristics of the two samples cause different precipitation behaviors of Mg₁₇Al₁₂ phase during aging. Moreover, the peak-aging time with the highest hardness value is significantly shorter in the compressed sample than in the tensioned sample, because twinned regions in the former sample have a high driving force for precipitation. For the tensioned and compressed samples, the variations in the formation and growth of both continuous precipitates and discontinuous precipitates with aging time are analyzed, and the aging behaviors of the two samples are compared on the basis of the difference in their internal strain energy accumulated by pre-deformation.

Keywords: Magnesium, Pre-deformation, Twinning, Aging, Precipitation

1. 경북대학교 신소재공학부, 박사과정

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

고상 접합된 이종 스테인리스강의 응력-부식 거동에 관한 연구

Sam Yaw Anaman¹ · Shengwei Zhang² · 홍성태² · 김재국³ · 이종숙³ · 조훈휘^{1#}

Evaluation of the stress-corrosion behavior of solid-state joints of dissimilar stainless steel alloys: a combined experimental and numerical approach

S. Y. Anaman, S. Zhang, S. T. Hong, J. K. Kim, J. S. Lee, H. H. Cho[#]

Abstract

The effects of the uniaxial tensile stress on the galvanic corrosion behavior of a dissimilar joint of stainless steel alloys is investigated in 0.5 M Na₂SO₄ electrolyte solution at room temperature. The microstructural features show a defect-free joint with some degree of grain refinement due to the solid-state joining procedure known as electrically assisted pressure joining. The experimental stress-corrosion test results reveal that application of uniaxial tensile stress causes a decrease in the corrosion potential as well as a subsequent increase in the corrosion rate compared to the non-stressed specimen. Parameters obtained from the mechanical and electrochemical stress-corrosion tests are implemented in a numerical model to further assess the effect of the application of a variety of uniaxial tensile strains on the joint in a neutral environment. The numerical results were validated using the results from the experimental stress-corrosion tests. Consequently, a series of case studies is presented in this study using the proposed model to investigate the galvanic corrosion behavior of the joint of the dissimilar stainless steel alloys, while under the applied tensile strains with and without corrosion defects located along the joint length.

Keywords: Stainless steel alloys; Electrically assisted pressure joining; Stress-corrosion; Uniaxial tensile stress; Simulation

References

1. Sam Yaw Anaman et al., *Materials Characterization* 154 (2019) 67-69
2. Sam Yaw Anaman et al., *Materials Characterization* 165 (2020) 110404
3. Sam Yaw Anaman et al., *Journal of Materials Science and Technology* 87 (2021) 60-73

1. 한밭대학교 신소재공학과
2. 울산대학교 기계공학부
3. 전남대학교 신소재공학부
교신저자 E-mail: hhcho@hanbat.ac.kr

냉간 인발유 특성개선 및 성능평가 연구

남궁정^{1, #} · 강희수¹ · 임광혁² · 박재현³

Study on the Performance Estimation of the Modified Cold Drawing Lubricant

J. Namkung, H. S. Kang, K. H. Yim, J. H. Park

Abstract

발전소 열교환기 부품소재 및 반도체, 자동차, 산업계에서 널리 사용되고 있는 Ni계 특수강 합금 튜브가공을 위한 냉간인발공정에서는 염화파라핀계 고점도인발유가 범용적으로 사용되고 있다. 인발소재의 기계적 특성, 소성가공 부하량, 생산속도 등 인발가공환경 및 공정조건에 따라서 만족하게 부합되지 못한 윤활성능의 문제로 인하여 공구와 피 가공 소재 표면간의 마찰력 증가, 인발하중 증가, 인발제품의 결함발생 및 인발공구의 수명단축 등 여러가지 공정상 문제를 야기할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 상용 인발유를 기반으로 하여 인발유 성능개선 목적으로 미량의 S계 첨가제를 발굴 적용하여 상용인발유 특성개선을 시도하였으며 시험 제조된 인발유 샘플에 대하여 여러가지 성능평가를 실시하였다. 성능평가지험에서는 인발유 특성으로 주요하게 요구되는 마찰계수, 점도특성, 극압특성, 인발하중, 마모특성을 평가하였고 기존 상용인발유와 개선된 인발유 특성을 비교 제시하였다.

Keywords: 특수강, 냉간 인발유, 마찰계수, 점도, 극압성

1. 포항산업과학연구원, 수석연구원

2. ㈜한스코 기술연구소, 소장

3. ㈜한국에스티에스, 부장

교신저자: RIST, 수석연구원, E-mail: namkung@rist.re.kr

하모닉 감속기용 소재의 Shot-peening 표면처리 공정조건에 따른 잔류응력층 및 기계적특성 변화

김범준¹ · 정영훈¹ · 이석규² · 김정기[#]

Abstract

로봇 산업의 성장과 함께 로봇용 감속기로 활용되는 하모닉 감속기에 대한 수요가 꾸준히 증가함에도 불구하고 주요부품의 대부분은 해외 업체에 의존하고 있으며, 기술 격차로 인해 국산화가 쉽지 않은 상황이다. 특히, 하모닉 감속기에서 성능 및 수명에 중요한 부품 중의 하나인 Flex Spline은 마모, 피로 등 복합환경에 노출되기 때문에 표면처리 조건에 따라 수명이 크게 좌우된다. 특히, 표면처리 공정 중 하나인 Shot-peening은 공정조건에 따라 표면 잔류응력 정도, 잔류 응력층의 깊이 및 미세조직 등의 변화가 발생하게 되는데 이에 대한 정량적 데이터베이스 구축을 통해 공정조건과 하모닉 감속기 수명과의 상관관계를 확인할 필요가 있다. 본 연구에서는 하모닉 감속기용 소재의 Shot-peening 조건에 따라 잔류응력층에 나타나는 변화에 대해 분석하기 위해 표면 잔류응력 분석과 더불어 미세조직, 기계적 특성 등을 비교하였다. 그 결과, 같은 압력 하에서 Shot-peening 표면처리 공정시간이 증가할수록 인장시험에서 항복강도 및 최대인장강도는 증가하지만 연신율은 약간 감소함을 확인하였다. 또한, 잔류응력층은 공정시간이 늘어날수록 서서히 확장되고, 표면 잔류응력은 특정 압력 이후로는 더 이상 증가하지 않고 포화가 발생함을 확인했다. 상기 결과를 통해 Shot-Peening 공정조건에 따른 잔류 응력층의 변화를 확인했고, 특정 압력과 시간 이후 포화점이 발생함을 확인해 최적 공정조건 확립에 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

Keywords: Harmonic drive, Shot-peening, Surface treatment, Residual stress, Mechanical property, Micro structure

1. 경상국립대학교, 학사과정

2. 포항산업과학기술원, 선임연구원

교신저자: 경상국립대학교, 부교수, E-mail: junggi91@gnu.ac.kr

반도체 산업의 공압식 밸브의 내구성 평가 전후 구동부에 관한 고찰

한덕현¹ · 양현석¹ · 정항철² · 정우철³ · 공만식[#]

A Study on Using Before and After Parts Evaluating the Durability of a Pneumatic Valve in Semiconductor Industry

D. H. Han, H. S. Yang, H. C. Jung, W. C. Jung, M. S. Kong

Abstract

반도체 산업에서 공압식 밸브(Pneumatic valve)는 다양한 제조 공정에서 고순도 가스와 액체의 흐름 조절에 매우 유용하다. 반도체 제조 과정에서 오염은 최종 제품의 품질에 큰 영향을 끼칠 수 있기 때문에 고순도의 재료를 사용하는 것이 필수적이다. 일반적으로 반도체 제조에 사용되는 공압식 밸브는 스테인리스강, PTFE 또는 기타 특수 재료와 같은 고순도 유체와 내부식성을 갖춘 소재로 제작된다. 이러한 밸브는 제조 공정에서 가스와 액체의 흐름을 정확하게 안정적으로 제어하기 위해 설계되었으며, 복잡한 제어 시스템을 구축하기 위해 종종 다양한 종류의 밸브와 조절기와 함께 사용된다. 그 밖에도 공압식 밸브는 반도체 산업에서 화학 기상 증착(CVD) 반응기의 가스 흐름 제어, 식각 공정에서 공정 가스 제어, 세척 과정에서 초순수 흐름 제어 등에 적용되고 있다. 전체적으로 반도체 산업의 공압식 밸브는 고품질 반도체 기기 생산의 중요한 요소로서 내구성이 보장되어야 한다.

본 연구에서는 공압식 밸브의 내구성 테스트 전 후의 각 부품의 유로 및 동작 시 소성 가공이 발생할 수 있는 부분들에 대해 표면조도 분석을 진행하였다. 공압식 밸브는 공압 액츄에이터, 본넷, 액츄에이터 버튼, 와셔, 다이어프램 및 시트 등으로 구성되어 있으며, 각 부품 별 소재의 대한 분석을 진행하였다. 구동 부에서 오염에 대해 중요한 부위인, 유로, 다이어프램, Seat에 대한 표면조도 값을 비교 분석하여 내구성에 관하여 고찰하였다.

Keywords: Pneumatic Valve, PTFE(Polytetrafluoroethylene), Durability Test, Surface Roughness.

1. 고등기술연구원 신소재공정센터, 선임연구원

2. 고등기술연구원 신소재공정센터, 책임연구원

3. 고등기술연구원 신소재공정센터, 연구원

교신저자: 고등기술연구원, 수석연구원, E-mail: mskong@iae.re.kr

L-PBF 공정으로 제조된 Fe-Cr-Ni-Mn계 합금의 상온 및 극저온(77 K) 기계적 특성

박준영¹, 김범준², 김정기^{3, #}

Abstract

근 10년간 레이저 기반 적층제조 공정이 발전됨과 동시에 우수한 내식성, 기계적 특성 및 용접성을 갖추고 있는 3XX계열 스테인리스 강의 적용을 통해 금속 기반 적층제조 활용 폭이 증가되었다. 그러나, 이들 소재의 우수한 특성에도 불구하고 높은 분말가격 및 Ni 원소 가격의 증가로 인해 상용화에 어려움을 겪고 있는 실정이다. 따라서, 본 연구에서는 상대적으로 고가인 Ni 원소를 대체하기 위해 Mn을 첨가한 Fe-Cr-Ni-Mn계 신합금의 Laser-Powder Bed Fusion (L-PBF) 적층제조 조형성에 대한 연구를 수행하고 극저온 밸브로서의 적용성을 평가하기 위해 극저온 기계적 특성평가를 진행하였다. 해당 소재가 기존 적층제조 공정에서 활용되지 않았으므로 최적의 공정 변수를 획득하기 위해 실험계획법 중 하나인 반응표면분석법을 진행해 최적 경도 및 밀도를 가지는 공정 변수를 획득했으며, 실제 실험과 일치함을 확인하였다. 상기 최적 조건에 기반해 상온 및 극저온 인장시험을 수행한 결과, 각각 796.5 MPa - 41.7% (상온) / 1444 MPa - 20.9% (극저온)의 기계적 특성에 도달했다. 이들 기계적 특성은 기존 3XX계 스테인리스강과 비교해 비슷하거나 약간 떨어지는 수준으로 기존 대비 65%의 가격을 가지는 본 소재가 준수한 기계적 특성을 보임을 확인하였다. 상기 결과를 통해 향후 Fe-Cr-Mn-Ni계의 조정을 통하여 기존 스테인리스강 대비 저렴하면서도 준수한 물성을 가지는 적층제조 조형체의 가공이 가능할 것으로 기대된다.

Keywords: Additive Manufacturing, Metastable-Austenite Steels, Process Optimization, Response Surface Design, Cryogenic Tensile Properties

1. 경상국립대학교 나노신소재융합공학과, 석사과정

2. 경상국립대학교 나노신소재공학부, 학사과정

3. 경상국립대학교 나노신소재융합공학과, 부교수

교신저자: 경상국립대학교 나노신소재융합공학과 부교수, junggi91@gnu.ac.kr

스마트 피막 소재를 적용한 너트-파이프 자동다단냉간단조 공정의 유한요소해석

엄재근¹ · 정승원¹ · 김호동² · 전만수[#]

Finite-element analysis of an automatic multi-stage cold forging process of a nut-pipe using a smart-coated material

J. G. Eom, S. W. Jeong, H. D. Kim, M. S. Joun

Abstract

Nut-pipes were conventionally manufactured by hot forging and there has thus been an inherent problem of their poor rigidity. Research of cold forging technology for these kinds of products is being conducted using an automatic multi-stage cold forging machine with an emphasis on the application of eco-friendly lubrication technology, that is, smart-coating technology. Here, the effect of friction coefficient on the defect formation that may occur during cold forging is numerically studied and discussed to check forgeability.

Keywords: Smart-Coated Material, Automatic Multi-Stage Cold Forging, Nut-pipe

1. 서론

너트 파이프는 형상적인 문제로 열간 단조를 통해 제작된다. 이로 인한 강성이 부적합한 문제 해결을 위해 냉간단조 공정의 개발이 진행되고 있으며 열간단조 대비 성형성이 떨어져 정밀한 부품 제조를 위해 열처리 과정을 거쳐야 하는 문제가 있다. 냉간단조 시 성형성을 높이하고자 스마트 피막 소재를 적용한 연구가 진행되고 있으며 이 연구에서는 마찰조건에 따른 소재 유동을 예측하고자 한다.

2. 자동다단냉간단조 공정의 유한요소해석

스마트 피막 소재를 적용하면 윤활유를 사용하지 않기 때문에 적합한 공정과 마찰을 고려한 설계가 중요하다. Fig. 1에 마찰계수 0.03, 0.05에 대한 해석결과를 나타내었다. 마찰계수가 0.03인 경우 4단 공정에서 전방압출되는 과정에서 형상적으로 문제가 없지만 0.05인 경우에는 붉은 원으로 표시한 부분에서 겹침 결함이 발생하는 것으로 예측되었다.

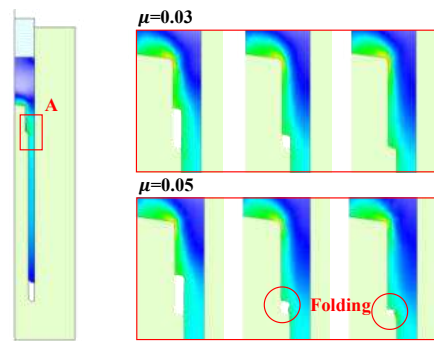


Fig. 1 Comparison of finite element predictions

3. 결론

이 연구는 마찰이 중시된 해석결과를 통해 너트-파이프의 냉간단조 가능성을 분석하였다.

후기

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

참고문헌

- [1] M. S. Joun, H. G. Moon, I. S. Choi, M. C. Lee, B. Y. Lee, Effects of friction laws on metal forming

1. (주)에프알씨

2. (주)중원산업

교신저자: 경성대학교 기계항공공학부,

E-mail: msjoun@gnu.ac.kr

고강도 궤도륜 베어링 부품 판단조 공정의 탄소성 유한요소해석

박기근¹ · 이재성¹ · 장성민² · 전만수[#]

Elastoplastic finite element analysis of a plate forging process of a high-strength raceway bearing part

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

Abstract

The inner and outer rings of raceway bearing components of the suspension system are in contact with the bearing balls. The outer ring is fixed to the housing so that the bearing balls can roll smoothly while the inner ring is fixed to the shock-absorber to rotate with it. Here, the plate forging process of the inner and outer rings of the raceway bearing parts is simulated using elastoplastic finite element method to find the optimal working conditions.

Keywords: Elastoplastic Finite Element Analysis (탄소성 유한요소해석), Raceway (레이스웨이), Suspension system (현가장치), Transfer molding process (트랜스퍼 성형 공법)

1. 서론

궤도륜 베어링 부품(Raceway)은 현가장치(Suspension system)를 구성하는 부품으로 그 역할은 매우 중요하다. 궤도륜 베어링 부품(재질: S70C)은 현가장치 내부에 장착되고, 노면이나 외부의 충격을 견디는 역할을 하며 비틀림이나 평면상의 변형과 크랙 등의 결함이 없어야 한다[1].

이 연구에서는 금형에 부가된 하중 조건 및 금형 간의 상대 운동을 고려한 판단조 공정의 탄소성 유한요소해석을 수행하였다[2, 3].

2. 현가장치용 궤도륜 베어링 부품의 유한요소해석 및 개발

기존의 궤도륜 베어링 부품은 프로그레시브 공법(Progressive process)으로 생산하고 있다. 이 연구에서는 투입 소재 중량을 절감하기 위하여 원소재 블랭킹(Blanking)과 트랜스퍼 성형 공법(Transfer molding process)을 활용하였다. Fig. 1에서 탄소성 유한요소해석(Elastoplastic finite element analysis) 결과를 보여주고 있다. 최종성형 결과의 스프링백 각도를 비교했을 때, 스프링백 전, 후로 약 1.2도 변하는 것을 확인하였다.

1. ㈜태진다이텍

2. ㈜엠에프알씨 기술연구소

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

3. 결론

이 연구에서 고강도 퀼도를 베어링 부품의 개발을 위하여 성형공정에 대한 2차원 탄소성 유한요소해석이 이루어졌으며, 실험결과와 형상적 측면에서 부합하는 결과를 얻었다.

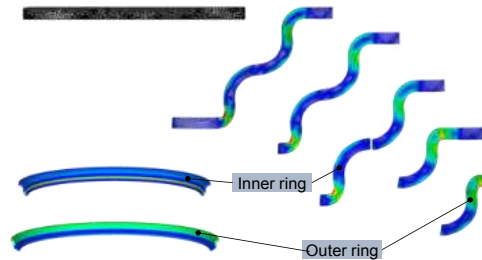


Fig. 1 Predictions of the plate forging process (Effective strain)

후 기

이 연구는 중소벤처기업부의 구매조건부신제품개발사업(S3301013)의 지원으로 수행됨.

참고문헌

- [1] J. M. Kim, 2018, Optimization of a manufacturing process of raceway parts of MacPherson strut suspension bearing unit, Master's thesis, Gyeongsang National University.
- [2] N. A. Razali, S. H. Chung, W. J. Chung, M. S. Joun, 2022, Implicit elastoplastic finite element analysis of tube-bending with an emphasis on springback prediction, Int. J. Adv. Manuf. Technol., Vol.120, pp.6377-6391.
- [3] K. G. Park, S. M. Jang, J. S. Lee, M. S. Joun, 2020, Elastoplastic finite element analysis of a plate forging process of suspension strut mount part using a special die imposing force or displacement on material, Proceed. KSTP Conf., pp.95-96.

오스테나이트계 고질소 스테인리스강의 인장 거동과 변형 집합조직에 미치는 변형 속도의 영향

김동욱¹ · 강지현^{1#}

Effects of strain rate on tensile behavior and deformation texture of high nitrogen austenitic stainless steels

D. W. Kim, J. H. Kang

Abstract

오스테나이트계 고질소 스테인리스강은 강도 및 연성이 높고, 가공성이 우수한 소재이다. 재료를 온전한 제품으로 가공 및 성형하는 과정에서 하중 상태가 변하거나, 변형 속도가 바뀌는 것은 빈번하게 발생한다. 이러한 과정에서 재료는 각기 다른 인장 거동을 나타낸다. 본 연구에서는, 0.35 wt%의 질소를 함유하는 오스테나이트계 스테인리스강에서 변형 속도가 재료의 인장 거동과 변형 집합조직에 어떠한 영향을 미치는지 분석하였다. 인장거동은 Ludwigson 모델을 활용하여 모델 계수를 비교하였으며, 집합조직은 EBSD를 활용하여 분석하였다.

Keywords: High nitrogen austenitic stainless steels, Strain rate, Tensile behavior, Deformation texture

1. 영남대학교 신소재공학부

교신저자: 영남대학교, E-mail: jeekang@yu.ac.kr

핫스탬핑 패치워크 성형크랙 예측 해석기법 연구

정영주¹, 김기정¹, 현주식¹, 정유동²

Research on hot stamping patchwork forming crack prediction analysis method

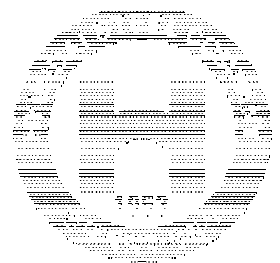
Y. J. Jung, K. J. Kim, J. S. Hyun, Y. D. Chung

Abstract

자동차 충돌안전규제의 지속적인 강화와 경량화를 위한 초고강도강 적용이 증가함에 따라 초고강도 핫스탬핑 부품의 차체적용 비율이 지속적으로 증가하고 있다. 핫스탬핑 적용 기술 중 하나인 패치워크 성형은 강성이 요구되는 부분에 점용접을 적용하여 모재와 패치를 접합한 후, 접합된 모재와 패치를 동시에 성형하는 기술이다. 패치워크 기술이 강성을 강화시키는 기존 보강 방법과의 가장 큰 차이점은 패치와 모재를 동시에 성형함으로써 성형 공정 감소 및 금형투자비용, 트림비용 절감에 따른 생산단가를 감소시킬 수 있는 장점이 있고 치수정밀도가 더 우수하다는 장점이 있으나, 패치와 모재의 용접으로 인한 용접부위의 응력집중으로 인한 성형성 저하의 우려가 크다는 단점이 있다. 기존 핫스탬핑 성형해석의 경우 패치와 모재를 접합하는 방식이 용접부 너겟의 특성을 반영하지 않기 때문에 용접부 크랙 양상이 실제와는 다른 경향을 보인다. 실제 용접부 크랙의 경우 눈썹 모양의 크랙을 시작으로 크랙이 전파되는 반면, 기존 성형해석의 경우 크랙이 일자로 이어지는 양상을 나타내기 때문에 정확한 성형 크랙 예측이 어려운 실정이다. 이에 본 연구에서는 핫스탬핑 패치워크가 적용된 용접부 성형크랙을 예측하기 위해 용접부 너겟 형상을 모델링 후 모사부품 단위 해석과 실부품 해석을 통한 모델링 효과를 검증하였다.

Keywords: Hot Stamping, Patch work, Spot welding,

-
1. 현대제철 연구개발본부 자동차응용기술팀
 2. 현대제철 연구개발본부 제품개발센터



블로우 성형해석에서 차수감소모델을 이용한 프리폼 온도 및 제품 두께 예측에 관한 연구

정의철¹ · 권창오² · 홍석관[#]

A Study on Predicting Preform Temperature and Product Thickness in Blow Molding Analysis Using a Reduced-Order Model

E. C. Jeong, C. O. Gwon, S. K. Hong

Abstract

Non-isostatic heated blow molding analysis is a very complex non-linear analysis that can take tens of minutes to hours to calculate a single case. In this study, a reduced-order model (ROM) was implemented in blow molding analysis to instantly confirm the analysis results and predict the temperature of the preform and the thickness of the final product. The ROM used singular value decomposition, which is one of the proper orthogonal decomposition methods. The efficiency of blow molding analysis calculations was improved by using a preconfigured ROM to restructure data, rather than reinterpreting physical phenomena using the entire computational grid when analyzing new conditions. A reduced-order model for the entire system was constructed using a set of basis vectors, and then basis vectors at desired analysis conditions were obtained using ROMs. Calculation results at new analysis conditions were obtained by projecting them back into high-dimensional space using mapping functions. The thickness of the preform was predicted by obtaining a response surface through approximately 50 blow molding analysis results and predicting values for new conditions from the response surface. As a results, approximately 3,000 artificial intelligence training data sets were efficiently generated in a relatively short period of time.

Keywords: Blow molding, Reduced order model, Singular value decomposition, Artificial intelligence training data, Thickness

Acknowledgement

This work was supported by the Machinery Industry Core Technology Development Program (20014837, Development of intelligent blow molding system with selective non-conformal surface temperature control for preform) funded By the Ministry of Trade, Industry & Energy (MOTIE, Korea).

1. 한국생산기술연구원 금형성형연구부문, 포스트닥터

2. (주)동아정밀공업, 연구소장

교신저자: 한국생산기술연구원 금형성형연구부문, 선임연구원, E-mail: skhong@kitech.re.kr

980MPa급 냉연 초고강도강 적용 리어 크로스멤버 형상 설계 변수 최적화 연구

김준영^{1,2} · 김상훈² · 최돈현³ · 손경주⁴ · 홍석무[#]

A Study on Optimizing the Shape Design of Rear Cross Member Using 980MPa Cold-rolled Ultra High Strength Steel

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

Abstract

세계적으로 탄소중립을 실현하기 위해 자동차 산업에서도 친환경 자동차인 전기자동차 생산 체제로 전환되고 있다. 대용량의 배터리 팩 적용으로 인해 공차 중량이 증가하였고, 이를 해결하고자 초고강도강(Ultra-High Strength Steel) 적용 자동차 부품 개발 연구 또한 증가하고 있다. 하지만 초고강도강 적용 새시(Chassis) 부품 제작 시, 높은 강도 및 낮은 연신율로 인해 파단 발생 및 스프링백 증가 등 다양한 성형 불량 및 금형 수명 단축 등의 문제가 발생한다. 따라서 본 연구에서는 다구찌(Taguchi) 기법을 활용하여 인장강도 980MPa급 초고강도강 부품의 성형성을 확보하기 위해 설계 변수 최적화를 연구하였다. 자동차 새시 부품인 리어 크로스멤버(Rear Cross Member) 내 성형성 확보가 가장 어려운 부품의 모사시편(Simulated Specimen)을 설계하고, 성형해석(Finite Element Analysis, FEA)을 통해 변수의 영향도와 상관관계를 분석하여 최적의 변수를 도출하였다. 이를 검증하기 위해 시험 금형을 제작하여 실제 모사시편을 제작하였으며 3차원 스캐너(3D Scanner)를 활용하여 성형해석의 신뢰성을 검증하였다. 본 연구를 바탕으로 초고강도강 적용 새시 부품의 성형성 확보를 위한 향후 연구 방향에 대해 제시하였다.

Keywords: Ultra High Strength Steel, Taguchi Method, Finite Element Analysis, Simulated Specimen, Rear Ccross Member, 3D Scanner

-
1. 공주대학교 기계공학과, 대학원생
 2. ㈜화신 기술연구소, 주임연구원, 책임연구원
 3. 현대모비스 금속재료셀, 책임연구원
 4. 현대제철 자동차부품기술팀, 책임연구원

교신저자: 공주대학교 미래자동차공학과, 교수, E-mail: smhong@kongju.ac.kr

역구배 치형을 가지는 모노블럭의 냉간단조 공정 설계에 관한 연구

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

A Study on the Design of Cold Forging Process of Mono-block with Back-Taper Tooth Profile

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

Abstract

듀얼 클러치 변속기(Dual Clutch Transmission)에 적용되는 모노블럭(Mono-Block)은 역구배 치형(Back-Taper)을 가지는 부품으로 높은 정밀도와 내구성이 요구된다. 역구배 치형을 성형하기 위한 냉간단조 공정 설계 및 금형 제작기술이 미흡하여 수입에 의존하고 있으며, 글로벌 시장에서 경쟁력을 확보하기 어려운 실정이다. 최근 모노블럭 역구배 금형의 국산화를 위한 금형 소재 및 가공 기술에 대한 연구가 수행되고 있으나 역구배 냉간단조 공정 설계 기술력이 미흡하여 피로수명을 확보하기 어려운 실정이다. 본 연구에서는 모노블럭 제조 기술의 국산화를 위해 인공지능(Artificial Neural Networks, ANN)을 이용하여 피로수명을 확보하기 위한 냉간단조 최적공정설계를 수행하였다. 인공지능을 이용한 냉간단조의 최적공정설계를 위해 금형 형상 및 마찰 조건에 따른 유한요소해석의 금형 유효응력 결과를 학습데이터로 활용하였다. 인공지능을 통해 최적공정 조건은 치형부 외측(R0.4825), 치형부 내측 (R0.67), 마찰상수(0.2)으로 예측되었다. 금형 소재를 STD11으로 적용할 경우 역구배 냉간단조 금형의 피로수명은 약 114,839 회로 예측되었으며, 수입된 금형의 수명과 유사한 결과를 보였다.

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

* 이 연구는 2023년도 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임(20016474).

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

성형한계 및 한계드로잉비 시험을 통한 Al5083 판재의 온간 성형성 평가

전강국¹ · 송재선^{1, #} · 윤국태¹ · 박춘달¹

Worm fomability evaluation of Al5083 according to FLD and LDR test

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

Abstract

최근 에너지 효율 증가를 위한 차체의 경량화와 안정성 증가 등의 성능이 요구됨에 따라 초고장력강판과 알루미늄의 적용이 증가하고 있다. 알루미늄은 철에 비해 비중이 약 34%정도로 차체 적용시 차체의 경량화와 연비 증가 등 큰 효율을 기대할 수 있으나, 난성형 소재인 알루미늄은 소재의 이방성때문에 동일 조건 성형시에 재연성이 불균일하게 나타나며, 전단가공 시 칩이 발생함에 따라 성형 및 생산공정에 문제가 발생된다. 따라서 실용적 가치는 높게 평가되지만 여러 문제로 차체에 적용되는 개발기간이 길어지는 실정이다.

본 연구에서는 AL소재 중 AL5083의 원활한 성형을 위해 온간 성형의 조건을 검토하였으며, 상온과 온도별 성형한계도 시험 및 한계드로잉비 시험을 통하여 Al5083의 FLC(forming limit curve)과 DR(drawing ratio)별 소재의 성형성을 평가하였다. 또한 상온과 고온에서 블랭크(blank)의 지름에 따른 DR을 계산하여 온도별, 윤활 적용에 따라 성형성에 미치는 영향을 분석하였으며, 적정 열과 마찰특성의 개선으로 성형성이 향상됨을 확인하였다.

Keywords: Al5083, Worm Fomability, FLD, LDR

1. 대구기계부품연구원

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

텅스텐 및 고강도강의 극초음속 충돌거동에 대한 연구

윤태건¹ · 고원기² · 박주성³ · 윤종원³ · 서송원[#]

A study on the hypersonic collision behavior of tungsten and high-strength steel

T. G. Yun, W. K. Ko, J. S. Park, J. W. Yoon, S. W. Seo

Abstract

As research on hypersonic speed is actively progressing in the aerospace field, it is necessary to review the collision phenomenon of fine fragments of hypersonic vehicles. In this study, the crash characteristics of each material (tungsten, high-strength steel (AISI4340)) of the same weight and the crash characteristics according to the weight difference of the fragments under hypersonic collision conditions were analyzed using LS-Dyna, a finite element analysis program.

Keywords: Tungsten, High strength steel, Hypersonic collision

1. ㈜풍산 방산기술연구원, 전임연구원

2. ㈜풍산 방산기술연구원, 전임연구원

3. ㈜풍산 방산기술연구원, 책임연구원

교신저자: ㈜풍산 방산기술연구원, 이사보, E-mail: sonamu@poongsan.co.kr

전산해석을 이용한 후판 엡저 압연에 따른 크롭양 비교

이유성¹ · 이성철² · 한학수³

Comparison of Crop Shear Amount Either Using Edger Rolling or Not in Thick Plate by Using FEM

Y. S. Lee, S. C. Lee, H. S. Han

Abstract

후판 공정은 가열로에서 가열된 슬라브를 이용하여 Roughing mill(RM)과 Finishing mill(FM) 공정 그리고 냉각을 거쳐 날판의 형태가 되고, 그 후 전단을 포함한 후처리 과정을 거쳐 최종 제품에 이르게 된다. 날판의 회수율을 높이기 위해서는 압연공정에서 압연한 슬라브의 형태가 직사각형의 날판으로 만드는 것이 최적이다. 하지만 여러 공정 조건에 의해서, 예를들어 Edger의 사용 유무, 패스 수, 폭 출비 등, 패스 스케줄 제한 조건에 의해 정확한 직사각형의 날판을 만들기는 어렵다.

본 연구에서는 압연공정에서 압연률을 활용한 두께방향 압연과 Edger 롤을 활용한 폭방향 압연 모사 해석을 소성가공프로그램인 Deform-3D를 활용하여 시뮬레이션 하였다. 시뮬레이션을 통해 패스별 Edger의 사용유무가 최종 FM공정 후 Crop양을 얼마나 감소시키는지 확인 및 비교할 수 있었다.

Keywords: RM, Edger, Deform-3D, Pass number

CNT가 첨가된 Fe-2Ni의 미세조직과 인장 물성

오정무¹ · 유현지² · 김동우² · 여환균² · 강지현^{1, #}

Abstract

복합재료에서는 2가지 이상의 각기 다른 재료를 적절히 조합되어 향상된 물성이 나타난다. 복합재료는 다양한 종류가 있는데 그 중 금속을 기지로 하는 복합재료는 비강성, 비강도, 크립저항 등을 향상시키기 위해 제조된다. 실제로 Al, Ti과 같이 연성이 높은 금속 모재에 카본나노튜브(CNT)를 첨가하면, 그 강도가 비약적으로 향상된다. 현재까지 철강소재를 모재로 활용하여 CNT 첨가에 의한 미세조직과 물성 변화가 보고된 적은 없다. 본 연구에서는 분말사출성형공정을 통해 Fe-2Ni에 CNT를 첨가하여 철강 기지 복합재료를 제조하였다. 이후, 미세조직을 OM, SEM, EBSD로 관찰하고 경도, 항복강도, 인장강도를 평가하여 CNT의 첨가가 미세조직과 기계적 물성에 미치는 영향을 분석하여 강화기구를 모색하였다.

Keywords: Fe-2Ni, 강화기구, 분말사출성형, 카본나노튜브 강화

이주속 압연을 통해 제조한 Fe계 바이메탈의 압연 패스 스케줄에 따른 조직 및 기계적 특성 평가

유효상¹ · 조우빈^{1,2} · 전재열^{1,#}

Evaluation of structure and mechanical properties according to the rolling pass schedule of Fe-based bimetal produced by differential speed rolling

H. S. Yoo, W.B. Jo, J. Y. Jeon

Abstract

최근 개폐기시장과 전력차단기시장이 지속적으로 성장하고 있으며, 중전기의 수요가 늘어남에 따라 과전류 발생 방지를 위한 300kW 이상 전자개폐기용 바이메탈 소재의 개발이 요구되고 있다. 기존의 바이메탈은 동속 압연을 통한 클래딩 공정으로 제조된다. 동속 압연은 상부 표면에는 워크롤과 마찰에 의한 압연방향의 전단변형이 작용하고, 하부 표면에는 압연 반대방향의 전단변형이 작용한다. 따라서, 중심부는 전단변형의 영향을 받지 않고 평면변형만 작용하여 표면부와 중심부의 두께별 도입된 변형량이 상이하게 된다.

이에 본 연구에서는 바이메탈 판재에 두께별 균일한 전단변형을 부여하기 위해 비대칭 압연의 일종인 이주속 압연을 클래딩 공정에 적용하였다. 바이메탈 제조를 위해 고열팽창소재는 63Fe-36Ni-1Mo합금, 저열팽창소재는 64Fe-36Ni합금을 사용하였다. 클래딩은 총 2pass로 실시하였으며, 1pass 롤 속도비는 1.0:1 ~ 2.0:1의 조건 하에서 초기 두께 3mm에서 1.5mm까지 50%의 압하율로 압연을 실시하였고, 2pass는 1pass와 동일하게 롤 속도비 1.0:1 ~ 2.0:1의 조건으로 두께 1.5mm에서 0.75mm까지 50%의 압하율로 압연하여 총 압하율 75%의 이주속 압연을 실시하였다.

동속 압연 및 이주속 압연 시 도입된 전단변형량을 측정한 결과, 1pass 시 동속 클래드재의 전단변형량은 -0.2~0.2로, 전단변형이 압연방향과 압연반대방향 모두 도입되었고 롤 속도비 2.0:1의 이주속 압연한 클래드재의 전단변형량은 0.1~0.6으로 전단변형이 압연방향으로만 도입되었다. 2pass시 전단변형량을 측정한 결과, 동속 클래드재의 경우 -0.4~0.5, 이주속 클래드재의 경우 0.3~1.0으로 높은 압하율로 인해 전단변형량이 증가하였으며, 1pass와 유사한 경향을 나타냈다.

전단변형의 도입에 따른 미세조직 및 집합조직의 변화를 분석하기 위해 클래딩 전 냉간압연상태의 고열·저열팽창합금판재, 1pass 및 2pass 동속 클래드재와 이주속클래드재의 극점도 및 방위분포함수를 EBSD를 통해 분석하였다. 1pass의 경우 동속 클래드재 중심부의 경우 전형적인 압연집합조직인 Brass 방위가 주로 발달하였으며 롤 속도비 2.0:1의 경우, 동속 대비 약한 Brass 방위와 전단집합조직인 {112}(110)과 같은 방위가 발달하였다. 또한 롤 속도비 2.0:1의 이주속 클래드재의 고열팽창합금은 TD축을 기준으로 했을 때, RD 방향으로 동속 대비 약 5° 회전, 저열팽창합금은 약 35° 회전된 전단집합조직이 관찰되었다. 더불어, 롤 속도비가 증가할수록 전단변형의 도입으로 인해 전위밀도가 증가하고 집합조직의 집적도가 완화되었다.

Keywords: Differential speed rolling, Cladding, Bimetal, Shear strain, Texture

1. 한국생산기술연구원, 연구원

2. 조선대학교, 대학원생

교신저자: 한국생산기술연구원, 수석연구원, E-mail: yjeon0156@kitech.re.kr

변형률속도를 고려한 금속재료의 국부 재료물성 평가

채유진¹ · 김민기[#]

Evaluation of Local Material Properties of Metallic Material Considering Strain Rate

Y. Chae and M. Kim

Abstract

This paper addresses evaluation of local material properties of a metallic material sheet considering the strain rate based on the digital image correlation (DIC) analysis. The metallic material with a large grain size was selected to investigate the local properties with regard to local strain rates. The metallic material shows non-uniform deformation in the gage-section during tensile tests at the quasi-static state. Two different tests were designed to confirm the change of the local properties under different loading conditions such as the uniaxial tension and the uniaxial loading-unloading. Target strain rates were set to the quasi-static state ranging from 0.001/s to 0.1/s. Based on the DIC analysis, local strain and strain rate data were measured to be correlated with the load data from the load-cell in a universal material testing machine (UTM). The obtained local flow behaviors were guaranteed with checking the strain path in the uniaxial tension. The local properties were compared to the global one measured by a conventional method with an extensometer.

Keywords: Local material property, Digital image correlation, Strain rate, Uniformity, Strain path

Acknowledgement

본 연구는 한국생산기술연구원 “고성능 항공우주부품 제조를 위한 고응점 내화 합금의 정밀 성형성 예측기술 개발 (과제번호: KITECH UR-23-0013)” 과제의 지원으로 수행되었음.

1. 한국생산기술연구원, 학생연구원, 석사과정

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

전기화학적 방법에 의해 수소 장입된 Ti 합금의 미세조직 및 기계적 거동 분석

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

Microstructural Evolution and Mechanical Performance of Ti Alloys Induced by Electrochemical Hydrogen Charging

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 장입에 의한 Ti 합금의 미세조직 및 기계적 거동을 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. 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 예측하였으며, 장입 시간이 증가할수록 장입 깊이 영역이 증가하는 것을 확인하였다. 수소 장입에 의한 Ti 합금의 미세조직 특성을 전자후방산란회절(Electron Backscatter Diffraction, EBSD) 현미경으로 분석하였으며, 압축 시험을 수행하여 초기 Ti 합금과의 기계적 강도를 비교하였다.

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

Acknowledgement

The authors gratefully acknowledge the extended support provided to this work by the Lightweight Material National Strategy Project (10081334) funded by the Korea Evaluation Institute of Industrial Technology (KEIT).

1. 한밭대학교 신소재공학과

2. ㈜진합 기술연구소

3. 국방과학연구소

교신저자: 한밭대학교 신소재공학과, 교수, E-mail: hhcho@hanbat.ac.kr

1.6 wt% C 고탄소강의 초기가열 온도에 따른 고온 변형 거동 및 미세조직 변화

안유정^{1,2}, 유효상¹, 신세은³, 전재열^{1,#}

Hot deformation behavior and microstructure changes with initial heating temperature of 1.6 wt% C high carbon steel

Y. J. An, H. S. Yoo, S. E. Shin, J. Y. Jeon

Abstract

1.6 wt% C 고탄소강은 결정립계를 따라 망상 시멘타이트를 석출할 뿐만 아니라, 펄라이트 내에 시멘타이트가 침상으로 석출되어 있기 때문에 취성적 성질을 가지고 있어 열산성형을 통한 가공제 등으로 사용하는 데에 한계가 있다. 이러한 한계를 극복하기 위해서는, 적절한 가공 및 열처리 조건 도출을 통해 고탄소강의 난성형성을 개선하여 다양한 분야에 적용할 수 있는 연구가 필요한 실정이다. 따라서, 본 연구에서는 고온 성형에 적합한 공정 조건을 도출하기 위해 고온 압축 시험에서 얻은 유동응력 값을 활용하여 Processing map 작성 및 미세조직 분석을 통한 신뢰성 확인과 더불어 EBSD를 통해 동적 재결정 거동을 확인하였다. 본 연구에서는 고온 압축 시험 전 초기가열 온도는 1200 °C와 1100 °C 두 가지 조건으로 나누어 실시하였고, 압축 시험 온도는 800, 900, 1000 및 1100 °C, 변형률 속도는 0.001, 0.01, 0.1 및 1.0/s에서 변형률 50%로 진행하였다. 고온 압축 시험을 통해 얻은 유동응력 값을 Zener-Hollomon 식에 적용하여 활성화 에너지를 도출하였으며, 초기가열 온도 1200 °C에서는 717.731 kJ/mol 그리고 1100 °C에서는 746.233 kJ/mol로 계산되었다. 이를 통해, Zener-Hollomon 매개변수가 포함된 아레니우스 방정식에 기초한 구성 방정식을 정량화하였다. 미세조직 분석 결과, 더 높은 활성화 에너지를 갖는 초기가열 온도 1100 °C에서 동적 재결정이 더 발달되었으며, Power dissipation 값과 일치하였다.

Keywords: High carbon steel, Processing map, Microstrucuture, Dynamic Recrystallization, Constitutive equations

1. 한국생산기술연구원, 연구원

2. 순천대학교 신소재공학과, 대학원생

3. 순천대학교 신소재공학과, 교수

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

단축 인장 변형 중 불균일 변형률 장에 대한 변형률속도 효과

정유진¹ · 송정한² · 김민기[#]

Effect of Strain Rate on Heterogeneous Strain Field in Uniaxial Tensile Deformation

Y. Jung, J. H. Song, M. Kim

Abstract

This study is concerned with changes in strain field under uniaxial tension at different strain rates. An aluminum alloy sheet was solution-heat-treated to observe heterogeneous strain field during the deformation, so-called Portevin-Le Chatelier (PLC) effect. Since the PLC effect that induces the serration of the flow stress is strongly related to movement of the dislocation, tensile tests were designed with different loading speeds for identifying the strain rate effect. The uniaxial tensile tests were performed at the strain rates from 0.001/s to 0.1/s. To observe the heterogeneous strain field during the tests, a 3D digital image correlation (DIC) system was employed so that it is possible to locally measure the strain and the strain rate. It is noted from the experimental results that the strain fields are different from each other when the strain rate becomes higher. To discuss this phenomenon in detail, types of the PLC band regarding the strain rates are compared based on the strain hardening behavior and the heterogeneous strain fields at different strain rates.

Keywords: PLC effect, Strain rate, Heterogeneous strain field, Uniaxial tensile test, Digital image correlation

Acknowledgement

본 연구는 한국생산기술연구원 “고성능 항공우주부품 제조를 위한 고응점 내화 합금의 정밀 성형성 예측기술 개발 (과제번호: KITECH UR-23-0013)” 과제의 지원으로 수행되었음.

1. 한국생산기술연구원, 학생연구원, 석사과정

2. 한국생산기술연구원, 수석연구원

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

Acceleration of aging behavior and improvement of mechanical properties of extruded AZ80 alloy through {10-12} twinning

김현지¹ · 김예진² · 이종언³ · 박성혁[#]

Acceleration of aging behavior and improvement of mechanical properties of extruded AZ80 alloy through {10-12} twinning

H.J. Kim, Y.J. Kim, J.U. Lee, S.H. Park

Abstract

The effects of pre-existing {10-12} extension twins on the precipitation behavior of an extruded AZ80 material during aging and on its mechanical properties after peak aging are investigated. The material containing {10-12} twins—which are formed by compression before aging (twinned material)—has a finer grain size and higher dislocation density than the extruded material. Although the peak hardnesses of the twinned and extruded materials are almost the same, the time to reach the peak hardness is considerably shorter in the former material than in the latter (4 h and 24 h, respectively). In the twinned material, the high dislocation density of the {10-12} twins promotes continuous precipitation, which results in the formation of numerous fine $Mg_{17}Al_{12}$ precipitates within the twins in the early stage of aging. The formation of these continuous precipitates reduces the driving force for discontinuous precipitation, which consequently suppresses the formation and growth of coarse $Mg_{17}Al_{12}$ precipitates at the grain boundaries. Despite its shorter peak-aging time, the 4 h-peak-aged twinned material shows higher tensile strength and elongation than the 24 h-peak-aged extruded material. These higher mechanical properties of the former material are attributed primarily to the presence of more abundant fine continuous precipitates, which are effective in strengthening the material, and less abundant coarse discontinuous precipitates, which can act as crack initiation sites. These results demonstrate that the introduction of {10-12} twins into wrought Mg-Al-based alloys can accelerate the $Mg_{17}Al_{12}$ precipitation kinetics considerably and improve the strength and ductility of the peak-aged alloys simultaneously.

Keywords: AZ80 alloy, Twin, Aging, Precipitation, Tensile properties

1. 경북대학교 신소재공학부, 박사과정

2. 경북대학교 신소재공학부, 박사과정

3. 경북대학교 신소재공학부, 박사과정

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

Prestrain이 유황 쾌삭강의 절삭 특성과 기계적 물성에 미치는 영향

김종범¹ · 안형호² · 배재민² · 손동민² · 오규환³ · 강전연⁴ · 한홍남^{1, #}

The effect of prestrain on machinability and mechanical properties of resulfurized free cutting steel

Abstract

플라스틱 금형 소재인 유황 쾌삭강의 절삭성 향상과 기계적 물성 강화 효과를 확인하기 위하여 후판 시편을 냉연 압연 공정으로 compressive prestrain (~13 %) 처리를 하였다. 머시닝 센터에 공구 동력계를 장착하여, 엔드밀 가공시 발생하는 절삭력을 측정하였고, 가공 전/후 EBSD 분석을 실시하여 prestrain 의한 미세조직 변화와 변형 특성을 확인하였다. 가공 후 표면 마감성을 평가하기 위하여 공초점 현미경을 사용하여 표면 거칠기를 측정하였다. 기계적 물성 평가를 위하여 인장시험을 실시하였다. 절삭력과 표면 거칠기를 종합하였을 때, 8 % 이하의 prestrain에서는 공정 안정성과 연관 있는 $F_{\text{peak to peak}}$ 가 줄어들고, 표면 거칠기가 감소하여 절삭성 향상과 기계적 물성 강화가 동시에 이루어졌다. Prestrain이 13 % 이상 되었을 때, 가공 경화로 인하여 기계적 물성은 향상되었으나, $F_{\text{peak to peak}}$ 가 커지고, 표면 거칠기 정도도 더 커져, 절삭성은 악화되었음을 알 수 있다. 이 같은 절삭성 평가와 금속 조직 분석 결과로 결부시켜, 적절한 prestrain 처리를 통해 유황 쾌삭강의 기계적 물성과 절삭성을 동시에 개선시킬 수 있음을 확인하였다.

Keywords: 절삭성, 금형 가공, 유황 쾌삭강

-
1. 서울대학교 공과대학 재료공학부
 2. 세아창원특수강 제품연구센터
 3. 서울대학교 공과대학 재료공학부 신소재공동연구소
 4. 한국재료연구원 철강재료연구실

유한요소해석을 활용한 3000계 알루미늄 합금의 마찰교반용접 변수에 관한 연구

최국진¹ · 명동준¹ · 서오석² · 박종규² · 이명규[#]

Study on friction stir welding parameters of 3000 series aluminum alloy using finite element simulation

G. J. Choe, D. J. Myung, O. S. Seo, J. K. Park, M. G. lee

Abstract

Friction stir welding (FSW) is a well-known solid state joining technique for similar or dissimilar materials including hard-to-weld light weight alloys such as aluminum and copper alloys. The aim of this study is to find optimal FSW parameters of A3003 aluminum alloy using numerical simulations. Among various numerical techniques for simulating FSW process, the coupled-Eulerian-Lagrangian (CEL) approach implemented in the commercial software ABAQUS was used for designing the whole welding processes consisting of plunging, dwelling, and linear welding steps. In this study, a fully coupled thermos-mechanical 3D FE model was established for the FSW simulation, in which the major welding parameters were feed rate, rotational speed, and effect of the thread on the tool. By utilizing various simulation results, optimal process parameters are suggested in terms of cost and productivity of FSW process to be applied to real industrial process.

Keywords: Friction Stir Welding (FSW), Finite element simulation, Coupled-Eulerian-Lagrangian (CEL), Welding parameters, A3003 aluminum

1. 서울대학교 재료공학부, 대학원생

2. (주) 화신, 연구원

교신저자: 서울대학 재료공학부, 교수, E-mail: myounglee@snu.ac.kr

냉각 금형과 슬라이딩 금형을 이용한 알루미늄 파이프 요크 단조공정에 관한 연구

이인규¹· 이성윤¹· 정명식²· 박동용¹· 황선광²· 박재욱³· 황원석⁴· 이상곤[#]

A Study on the Forging Process for Aluminum Pipe Yoke using Cooling Die and Sliding Die

I. K. Lee, S. Y. Lee, M. S. Jeong, D. Y. Park, S. K. Hwang, J. W. Park, W. S. Hwang, S. K. Lee

Abstract

기존 내연기관 자동차뿐만 아니라, 친환경 전기 자동차에 대한 경량화는 매우 중요한 이슈이다. 차량 경량화를 위해서는 효율적인 구조설계, 경량소재 확대적용 등이 필요하며, 자동차 조향장치 또한 중요한 경량화 대상품이다. 최근, 자동차 조향장치의 경량화를 위해 알루미늄 합금 적용이 확대되고 있다. 파이프 요크(pipe yoke)는 조향장치 모듈의 핵심부품 중 하나이며, 경량화를 위해 기존 철계 소재에서 알루미늄으로 변경되고 있다. 파이프 요크는 요크 헤드(head)와 내부에 치형이 있는 바디(body)로 구성되어 있으며, 생산성 향상 및 기계적 성질 향상을 위해 최근 다단 단조공정으로 제조되고 있다. 알루미늄의 경우 기존 철계 소재보다 성형성이 상대적으로 열악하기 때문에 건전한 파이프 요크 성형을 위해서는 적절한 다단 단조공정 설계가 매우 중요하다.

본 연구에서는 초기 중실소재를 적용한 알루미늄 파이프 요크 성형을 위한 다단 단조공정 설계를 수행하였다. 다단 포머가 적용되는 다단 단조공정의 경우 작업속도가 빠르며, 반복작업이 적용되기 때문에, 냉간 성형공정이지만 공정 중 온도상승이 알루미늄 소재의 성형성에 악영향을 미친다. 또한, 파이프 요크 바디 성형 시 성형 깊이가 깊고, 내부 맨드렐이 있는 전방압출공정이 적용되기 때문에 성형난이도가 높다. 따라서, 본 연구에서는 바디 성형 시 금형과의 마찰저감이 가능한 슬라이딩 금형을 적용하여 성형성을 향상시키고, 지나친 온도상승을 방지하기 위한 냉각 금형을 적용하여 알루미늄 파이프 요크를 성형하였다. 설계된 공정을 적용한 현장 테스트 결과, 냉각금형의 적용으로 다단 단조공정 시 알루미늄 소재의 온도를 상온으로 유지할 수 있었으며, 슬라이딩 금형의 적용으로 성형하중을 감소시킬 수 있었다. 또한, 최종 성형된 알루미늄 파이프 요크의 품질도 우수함을 알 수 있었다.

Keywords: Aluminum Pipe Yoke, Forging Process, Sliding Die, Cooling Die

후 기: 본 연구는 한국생산기술연구원의 지원(과제번호: JH230007, IR230012)으로 수행되었음.

1. 한국생산기술연구원 스마트제조기술연구그룹, 선임연구원

2. 한국생산기술연구원 스마트제조기술연구그룹, 수석연구원

3. 대한메탈 주식회사, 기술연구소, 과장

4. 대한메탈 주식회사, 기술연구소, 이사

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

유한요소해석을 이용한 알루미늄 합금의 온도별 압출 출구 온도 예측

구진모¹ · 민경문² · 이명규³

Prediction of extrusion exit temperature of aluminum alloy based on FEA at various initial temperatures

J. M. Koo, K. M. Min, M. G. Lee

Abstract

This paper presents a finite element analysis (FEA) approach for predicting the extrusion exit temperature of aluminum alloy at various initial temperatures using the coupled temperature-displacement in the commercial software ABAQUS. The coupled temperature-displacement model in ABAQUS/Standard was developed based on the heat transfer and thermomechanical behavior of the extrusion process. The analysis was performed with different initial temperature of the Billet, including 350°C, 400°C, 450°C, 500°C, while the die temperature was kept constant at 450°C. The temperature-dependent material properties were considered to accurately simulate the material behavior during the extrusion process. The FEA model was validated by comparing the simulated results with experimental data. The results showed that the FEA approach using ABAQUS can accurately predict the extrusion exit temperature of aluminum alloy at different initial temperatures. The proposed approach can be useful for optimizing the extrusion process parameters and improving the quality of extruded products.

Keywords: Finite Element Analysis, Extrusion, Aluminum alloy, Temperature dependence, Exit temperature.

1. 서울대학교 재료공학부, 석사과정

2. 서울대학교 재료공학부, 박사과정

3. 서울대학교 재료공학부, 교수

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

펀치 형상에 따른 소재 접촉면의 응력 저감을 위한 후방압출 공정 설계

성상규¹ · 우영윤¹ · 이영선¹ · 윤은유^{1, #}

Backward extrusion process design to reduce stress on the material contact surface according to punch shape

S. G. Seong, Y. Y. Woo, Y. S. Lee, E. Y. Yoon

Abstract

후방압출은 단조공정에 속하는 성형 공법으로 펀치의 진행방향과 반대 방향으로 소재의 성형이 이루어져 주로 캔 또는 튜브형 부품을 제조하는데 주로 활용되고 있다. 후방압출 공정은 성형과정에서 금형과 펀치사이의 벽면을 따라 소재의 표면 확장이 크게 발생하게 되는데 이때 윤활특성이 급격히 나빠져 윤활피막이 파열되어 소재와 금형이 협착되어 발생된 크랙으로 최종 부품 형상을 만족하지 못하거나 더 나아가 접촉부의 표면에 과도한 응력이 작용되어 금형 파손까지 발생할 수 있어 적절한 공정 설계가 필요하다. 본 연구에서는 자동차용 조향장치에 쓰이는 일체형 요크 부품 성형을 위해 후방압출 공정을 설계하였으며 성형 해석에 필요한 소재 물성은 우수한 가공경화 특성을 가지고 비조질강 중 하나인 항복비제어강(YRCS)을 사용하였다. 후방압출 시 성형하중 저감과 더불어 펀치 접촉면에 작용되는 응력을 최소화하기 위해 원통형 펀치를 기준으로 Taper부 형성 및 형상을 수정하여 설계를 진행하였으며 유한요소해석을 통해 펀치와 소재의 접촉면에 작용되는 응력과 성형하중, 소재의 유효변형률을 비교 분석하여 최적의 펀치 형상을 도출하고자 하였다.

Keywords: Backward extrusion, Die stress, Finite element method, Punch shape, Yield-Ratio-Control-Steel

1. 한국재료연구원

교신저자: 한국재료연구원, 선임연구원 E-mail: eyyoon@kims.re.kr

금속 증착에 의한 전도성 고분자 멤브레인 제작 및 대전된 나노 입자의 여과

박지효^{1,2} · 강도현¹ · 윤재성¹ · 유영은¹ · 한홍남² · 김관오^{1*}

Abstract

유체 내 미세 입자의 분리 기술은 물리적 장치 혹은 외력을 사용하여 유체로부터 미세 입자를 제거 또는 회수하기 위한 기술로 수질 정화, 의공학, 제약 등의 분야에 적용된다. 멤브레인 기반 미세 입자 분리 및 농축 기술은 단순한 원리와 간단한 작동 방법을 가지는 고효율 기술이며, 비교적 넓은 범위의 시료량에 적용 가능하여 널리 사용되는 주요 기술이다. 그러나 대상 입자보다 작은 공경을 사용하기 때문에 미세 입자의 크기가 작아질수록 유동 저항 및 구동 압력이 증가한다. 또한, 많은 경우 입자가 멤브레인의 기공 및 표면에 흡착되어 유동 저항의 증가를 가속화하며, 고분자 멤브레인의 기공이 변형될 경우 여과 효율의 감소를 야기한다.

본 연구에서는 멤브레인 오염과 압력 손실을 감소시킨 전기장 기반 미세 입자 분리 기술과, 전도성 고분자 멤브레인의 제작 과정에 대해 소개한다. 전자빔 증착법을 통해 멤브레인의 표면에 금속 박막을 증착하여 전도성을 가지도록 하였으며, 대상 입자보다 큰 공경을 가지는 멤브레인을 사용하여 유동 저항을 감소시켰다. 전도성 멤브레인에 전압을 인가하여 발생한 동전기적 힘으로 대전된 미세 입자의 거동을 제어하여 직경 450 nm의 멤브레인 공극보다 작은 직경 25 – 195 nm 나노 입자를 분리 및 농축시켰다. 또한, 전압 인가 시 여과 시간에 따른 구동 압력 증가량이 감소됨을 확인함으로써 멤브레인 공극 및 표면으로의 입자 흡착을 억제하여 멤브레인의 오염 및 변형을 최소화할 수 있음을 확인하였다. 이 기술은 에너지 효율적이며 내구성을 향상시킨 고효율 입자 분리 수단이 될 것으로 기대한다.

Keywords: 금속 증착, 전도성 고분자 분리막, 나노 입자 분리, 전기장 기반 멤브레인 여과

1. 한국기계연구원 나노공정장비연구실

2. 서울대학교 재료공학부

교신저자: 1. 한국기계연구원 나노공정장비연구실, E-mail: kkim@kimm.re.kr

미세유로구조 플라스틱 성형을 위한 고경도 소재 가공기술 개발 및 가공특성 평가

곽은지^{1#}, 한준세¹, 제태진², 최두선²

Development of machining technology and characterization of machining properties of ultra-hard materials for plastic products with micro-channels

E.-J. Gwak, J.S. Han, T.J. Je, and D.-S. Choi

Abstract

최근 바이오진단키트, 바이오리액터, 전자/반도체 정밀소자, 디스플레이 등 고부가가치 산업에서 10 μm 급의 초미세 홀, 채널, 자유형상 등의 구조를 기반으로한 노즐, 필터, 유로 등의 제조기술이 요구되고 있다. 특히 금형을 기반으로한 플라스틱 성형기술은 다양한 제품을 대량생산하는데 기초가 되는 핵심 제조기술로서, 높은 생산성과 내열/내마모성이 요구되기 때문에 초경합금, 티타늄, 실리콘카바이드, 사파이어 등 초고경도 소재의 사용이 필수적이다. 하지만 초고경도 소재의 경우, 방전가공이나 레이저가공 등 기존 미세구조 가공기술을 활용하는데 한계가 있어 고경도 소재에 적합한 가공기술과 이에 따른 가공 특성 및 결과에 대한 고찰이 필요하다.

본 연구에서는 방전가공을 통하여 PCD(다결정다이아몬드) 및 PCBN(다결정질화붕소) 공구를 제작하고 동일 시스템에서 기계가공을 통해 홀 및 채널형상을 제조할 수 있는 방전-기계 일체형 초정밀 가공시스템을 개발하고, 이를 활용하여 텅스텐카바이드 등의 초고경도 소재에 가공을 진행하면서 절삭력 및 음향신호를 수집하여 가공조건에 따른 가공특성을 평가한다. 이를 기반으로 10 μm 급 폭의 채널 격벽 구조체와 20 μm 급 직경의 홀 구조에 대한 최적 가공기술을 개발한다.

Keywords: Ultra-hard material, master mold, microhole, microchannel

1. 한국기계연구원 나노융합장비연구부 나노공정장비연구실, 선임연구원
2. 한국기계연구원 나노융합장비연구부 나노공정장비연구실, 책임연구원
교신저자: 한국기계연구원, 선임연구원, E-mail: ejgwak@kimm.re.kr

자동차 스프링용 선재 피로균열진전 특성에 관한 연구

최용준¹ · 이용욱¹ · 김동욱¹ · 신정규² · 서지혜² · 강형석^{1, #}

The Study of Fatigue Crack Growth Rates on Spring Wire with Surface Layer Modification

Y. J. Kim, Y. W. Lee, D. O. Kim, J. K. Shin, J. H. Seo, H. S. Kang

Abstract

본 연구에서는 자동차용 코일스프링에 적용되는 스프링용 선재의 표면연화열처리 진행 여부에 따른 피로균열진전 실험을 통해 스프링 선재의 피로특성 변화를 확인하고자 하였다. 피로균열진전 시험은 선형적인 균열성장률을 갖는 구간에서 응력확대계수범위와 피로균열진전속도 사이에 비례관계가 존재함을 나타내는 Paris's equation ($\Delta K-da/dN$ 선도)을 얻는 실험으로, 피로가 진행됨에 따라 균열 길이를 측정하여 구해진다. 피로시험용 합금은 약 0.54% 탄소 함량을 가지는 SAE9254 스프링강을 사용하였으며, 피로시험은 4점 굽힘피로시험을 위한 Single Edge Notched Bending(SENB) 형상으로 제작하였다. 본 피로시험 전 충분한 길이의 곧고 예리한 피로균열을 확보하고자 예비균열 피로시험을 진행하였으며, 예비균열 피로시험은 10kN의 힘으로 50,000회 반복 하중을 인가하여 균열이 관찰되지 않으면 하중을 10%씩 증가시켜 약 1mm의 예비균열이 만들어질 때까지 진행하였다. Paris's equation에 따라 피로 수명은 C, m값과 반비례하며, 실험 결과 표면연화열처리 전 소재는 Paris's equation 계수인 m값이 3.370, C값이 2.0E-12로 나타났다. 표면연화열처리 후 소재는 각각 3.247, 5.0E-13로 나타나 표면연화열처리를 진행한 소재의 피로 수명이 개선되었음을 확인할 수 있었다. 따라서 본 연구를 통해 소재 강도가 2GPa 이상으로 매우 높은 스프링 선재에서 국부적인 표면연화열처리는 피로균열진전 속도를 낮추어 피로특성을 향상시킬 수 있을 것 예상되었다.

Keywords: Automotive Spring, Spring Wire, Surface Heat Treatment, Crack Growth Rate, Fatigue Test

1. 한국자동차연구원 새시·소재기술연구소 신소재기술부문

2. ㈜영흥 자동차부품사업부

교신저자: 한국자동차연구원, 책임연구원, E-mail: kanghs@katech.re.kr

강화유리섬유 PC 표면의 3D 레이저 마이크로 패터닝 기술

장웅기¹ · 서영호² · 김병희[#]

3D Laser Micropatterning Technology on the Surface of Reinforced Glass Fiber PC

W. K. Jang, I. S. Choi, Y. H. Seo, B. H. Kim

Abstract

본 연구에서는 레이저 가공 기술을 이용하여 유리섬유강화 PC 소재의 어블레이션 거동과 패터닝, 표면 거칠기 등의 특성을 평가하고, 선폭 제어 기술 개발을 목표로 하였다. PC (GF30%) 및 PA (GF50%) 소재에 대한 표면 분석을 통해 소재별 가공흔의와 특성을 분석하였으며, 레이저 출력(P) 변화에 따른 어블레이션 거동을 평가하였다. 선행연구의 피드백을 통해 연구 진행 방향을 도출하였고, 소재와 도금층간의 밀착력 향상을 위한 레이저 패턴 디자인을 하였다. 이어서, 레이저 특성(방식 및 출력) 및 스캐닝 속도에 따른 유리섬유강화 PC 소재의 패터닝 및 표면 거칠기 평가를 진행하였다. PC 표면 passivation을 통한 어블레이션 깊이 및 선폭 제어 기술 개발을 위해 웨어러블 및 모바일 기기의 안테나 디자인 형상 외곡 방지 및 선택적 영역에 한하여 도금층을 성장시키기 위한 표면 passivation공법을 제안하였고, 이를 이용하여 PC 소재에 대한 70 μ m 이하 선폭을 구현하였다. (이 연구는 2020년도 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원 (KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임(20012834))

Keywords: Laser direct plating, Glass fiber PC, Mobile devices, Micro anchor structure, Electroless plating

1. 강원대학교 스마트헬스 과학기술융합학과, 박사후 연구원

2. 강원대학교 스마트헬스 과학기술융합학과, 교수

교신저자: 강원대학교 스마트헬스 과학기술융합학과, 교수 E-mail: kbh@kangwona.c.kr

기체 막 분리 효율향상을 위한 초박형 PDMS-AAO 복합분리막 제작

황인태¹ · 이상우¹ · 차예나³ · 김범수¹ · 김병희^{1,2} · 서영호^{1, 2, #}

Fabrication of ultra-thin PDMS-AAO composite membrane for gas membrane separation efficiency improvement

I. T. Hwang, S. W. Lee, Y. N. Cha, B. S. Kim, B. H. Kim, Y. H. Seo

Abstract

공기로부터 기체를 분리하려는 노력은 19세기 초부터 진행되어 왔으며 현재는 극저온 분리법, 흡착 분리법, 막 분리법으로 나뉜다. 이 중 막 분리 법은 별도의 에너지가 필요하지 않은 단순한 분리 공정으로, 다른 공정 방식에 비해 접근성이 우수하고 비용 효율성이 높다는 장점이 있지만 분리 성능과 생산량이 낮은 단점이 있다. 따라서 막 분리법의 분리효율을 향상시키기 위하여 분리막의 소재 및 복합소재 개발을 통해 분리성능을 높이는 연구와 분리막을 다공성 구조물에 적용하여 생산량을 높이는 연구가 진행되고 있다. 그러나 다공성 구조물에 분리막을 적용하는 방식은 불균일한 기공으로 인해 취급이 어렵고 생산량을 늘리는 데 한계가 있다는 문제점이 있다. 따라서 본 연구에서는 현재 사용되고 있는 다공성 구조물에서 발생하는 다양한 문제점을 해결하고 개선하기 위한 방안으로 수직형 나노채널 구조의 AAO 서포터를 이용한 초박형 복합 분리막을 제작하였다. 분리막의 성능을 평가하기 위해 75 μm 와 220 μm 두께의 분리막을 제작한 후 산소센서와 유량계를 이용하여 제작한 측정시스템을 통해 분리성능과 투과도를 비교하였다. 측정 결과 75 μm 두께의 분리막이 220 μm 두께의 분리막에 비해 분리 성능이 1.4%, 투과율이 2.5배 증가하는 경향을 보였다. 또한 3 μm 두께의 분리막은 220 μm 두께의 분리막에 비해 분리 성능이 5%, 투과율이 50배 증가하여 수율이 크게 향상됨을 실험적으로 확인하였다. 이러한 결과는 막분리법의 생산량을 높이기 위한 기술개발의 기반이 되며, 의료, 자동차, 산업 등 현 산업분야에서 매우 효율적인 복합막 모델을 제시할 수 있을 것으로 기대된다.

Keywords: Membrane separation, Anodic aluminum oxide, PDMS, Ultra-thin, Nano-porous

ACKNOWLEDGEMENT

This research was supported by Korea Institute for Advancement of Technology(KIAT) grant funded by the Korea Government(MOTIE) (P0020616, The Competency Development Program for Industry Specialist)

-
1. 강원대학교 스마트헬스 과학기술 융합학과
 2. 강원대학교 기계의용·메카트로닉스·재료공학부 메카트로닉스공학전공
 3. 강원대학교 기계융합공학과
- # 교신저자: mems@kangwon.ac.kr

냉간단조용 선재에 적용되는 윤활제 마찰특성 평가방법 개발

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

Evaluation method for friction condition of lubricant applied to steel wire for cold forging

J. H. Moon, Y. S. Lee, E. Y. Yoon, S. Y. Lee, Y. Y. Woo

Abstract

냉간단조 공정의 윤활특성은 소재의 단조성과 금형의 수명에 큰 영향을 끼치며 생산성 향상을 위한 중요한 요소 중 하나이다. 윤활제는 소재와 금형 사이의 마찰계수를 감소시켜 공정 시 일어나는 소착, 크랙 등의 결함을 방지한다. 냉간단조 공정 시 윤활피막의 손상이 일어나게 되면 소재와 금형 사이의 마찰계수 증가로 인한 결함이 발생하여 단조품의 품질에 영향을 미치며 생산성이 저하된다. 냉간단조 공정을 통해 제조되는 부품들의 요구성능의 변화에 따라 소재가 고강도화 되고 형태가 복잡해지는 추세이며 윤활제의 역할이 중요해졌다. 냉간단조 공정 시 윤활피막의 손상이 적고 마찰계수가 낮은 고품성 윤활제의 연구개발이 활발히 진행되고 있으나, 냉간단조용 선재에 적용 가능한 정량적인 마찰특성 평가법은 현재 개발되어 있지 않은 상황이다.

본 연구에서는 롤 금형을 이용해 선재 시편에 변형을 가하는 방법으로 토크를 측정하여 냉간단조용 선재 시편의 마찰특성을 평가할 수 있는 시험법을 제안하였다. 윤활특성에 따른 토크 값 및 유효 변형률 차이를 확인하기 위해 유한요소해석을 진행하였으며 선재마찰시험을 통해 마찰계수가 서로 다른 윤활피막을 선재에 각각 적용하여 실험을 진행하였다. 윤활특성에 따른 링 압축시험을 통한 마찰특성을 분석하여 본 연구에서 제안한 평가법의 검증을 수행하였다.

Keywords: Friction condition, Cold heading quality wire, Wire rod, Lubrication

1. 한국재료연구원, 연구원

2. 국립안동대학교, 신소재공학과

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

레이저 용접된 이상강의 미세조직 및 기계적 특성에 통전 열처리가 미치는 영향

김지영¹ · Sam Yaw Anaman¹ · 유한결¹ · Soumyabrata Basak² · 홍성태² · 조훈휘^{1, #}

Effect of electrically-assisted post-welding heat treatment on microstructure and mechanical properties of laser-welded dual phase steel

J. Y. Kim, S. Y. Anaman, H. G. Yoo, S. Basak, S. T. Hong, H. H. Cho

Abstract

본 연구에서는 통전 열처리가 레이저 용접된 DP steel의 미세조직과 기계적 특성에 미치는 영향을 분석한다. 광학현미경(Optical Microscopy, OM)과 전자후방산란회절(Electron Backscatter Diffraction, EBSD)현미경을 통해 DP steel의 모재(Base material, BM), 용접부(Weld zone, WZ) 및 열처리된 용접부(heat treated weld zone, HT-WZ)의 미세조직을 분석하였고, 비커스 경도시험(Vickers hardness test)으로 각 영역 별 경도를 측정하였다. BM에서 나타나는 마르텐사이트 상은 용접 후에 lath 마르텐사이트 상으로 관찰된다. 용접으로 인한 마르텐사이트 분율 증가 및 결정립 미세화는 WZ의 경도를 증가시켰다. HT-WZ는 열처리 과정 중 열 입력에 의해 결정립이 성장하였으며, 이에 따라 경도가 감소하였다.

Keywords: DP steel, Laser welding, Electrically-assisted post-welding heat treatment, microstructure, mechanical property

1. 한밭대학교 신소재공학과

2. 울산대학교 기계공학과

교신저자: 한밭대학교 신소재공학과, 교수, E-mail: hhcho@hanbat.ac.kr

순알루미늄의 순도가 강소성 변형 거동에 미치는 영향

하성호¹ · 신영철[#]

Effects of Purity on Severe Plastic Deformation Behavior of Pure Aluminum

S. H. Ha, Y. C. Shin

Abstract

Pure aluminum is extensively used in many fields such as thin deposition, semiconductor, display, LED and photo voltaic devices, glass coating, etc. The purity of aluminum is important for the quality of aluminum components. The forming behavior of pure aluminum can change depending on its purity. Therefore, in this study, we investigated the effects of purity on plastic deformation behavior of pure aluminum by applying severe plastic deformation. 2N and 5N aluminum workpieces were employed. As a method of applying plastic deformation, a biaxial alternate forming (BAF) was used. The BAF was designed to assess mechanical properties of materials depending on accumulated strain level. A desired amount of strain can be applied to workpiece by repeated forging passes using the BAF dies with an octagonal cross-sectional cavity. In this study, pure aluminum workpieces were forged 30 pass through the BAF dies in room temperature. The microstructure formation depending on purity was examined by electron back scatter diffraction.

Keywords: Pure aluminum, Biaxial Alternate Forging, Severe Plastic Deformation, Purity, EBSD

1. 한국생산기술연구원, 수석연구원

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