

연구개발계획요구서(RFP)

과제명 : 광폭(1.2m급) 열처리형 알루미늄 소성가공재 제조기술 개발

1. 개요

가. 기술의 개념 및 정의

- 국내에서 시판되고 있는 범용 알루미늄합금 판재는 주로 비열처리 알루미늄 합금으로 건축재, 구조재, 방열재 등의 형태로 다양하게 판매되고 있으나 고 특성을 요구하는 민수용 항공기나 군수용 특수차량에 사용되는 알루미늄 소재로는 사용하지 못하고 전량 수입에 의존하고 있는 실정으로, 이는 고강도 및 고 내식성을 나타내는 열처리형 합금인 7000계 또는 2000계 알루미늄 합금의 용해, 주조 정련시스템과 대형 슬래브를 생산 가능한 기술 및 장비의 부재로 인함

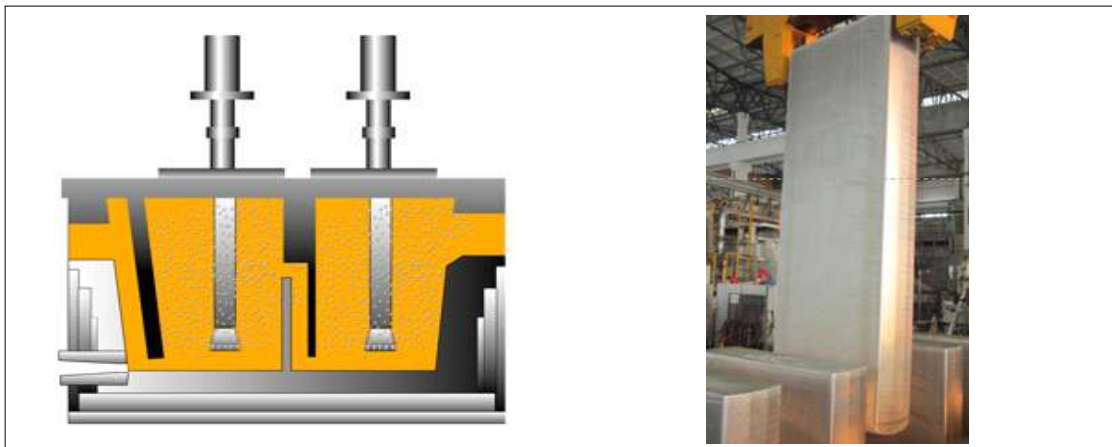


그림 1. 본기술 개발에 적용될 주조 및 용탕 청정화 시스템 :
(좌) 용융알루미늄 정련시스템, (우) 대형 슬래브 (520mm(T)X1620mm(W))

- 본 과제는 고청정의 광폭 고력 알루미늄 압연재 및 압출재를 국내기술로 개발함으로써 현재 수입 소재인 7000계열 또는 2000계열 합금부품을 개발소재로 대체하고, 현용 장갑재인 알루미늄 2519합금 대비 약 10%이상 강도향상 및 용접성 확보를 통하여 10% 이상의 두께 감소에도 동등 이상의 특성 유지가 가능하도록 경량화와 기동성이 동시에 구현될 수 있는 소재개발을 목표로 함
- 실용화를 위해서는 광폭판재가 요구되고 있고, 이를 위해서 원소재인 슬래브 대형화(폭 1200mm 이상) 연구가 반드시 포함되어야함. 또한 기존 장갑재 대비 고강도화를 위해서는 희토류 원소첨가와 결정립 미

세화 및 제2상 석출 등의 신탄금 설계가 필수적으로 수행되어야함.
본 과제에서는 이들 연구를 포함함

나. 기술의 중요성/필요성 및 시급성

○ 기술의 중요성/필요성

- 정부의 항공산업 발전전략(17.04.19, 산업통상자원부 고시)에 의하면 경제 성장에 따른 항공수요의 증가로 항공산업은 민항기 수요를 중심으로 꾸준히 성장할 것으로 전망하고 있으며, 엔진, 항전, 신소재 등을 주력 기술로 고려하고 있음. 이로 인해 미래의 '친환경, 스마트화' 항공기 플랫폼혁신을 위한 경량 신소재 확산에 따라 항공기용 소재인 알루미늄 개발이 확대될 것으로 판단되며 따라서 대형, 광폭의 소재 제조기술 개발이 필요
- 본 개발기술은 장갑재용 광폭의 고강도 알루미늄합금 개발로서, 기술 개발시 항공용으로 사용되고 있는 고력 알루미늄합금에 기술응용이 가능하며, 이에 따라 현재 전량 수입중인 연간 2만 톤, 약 2천억원 규모의 국내 항공기용 알루미늄(2000계 및 7000계열)의 수입대체가 가능

○ 기술개발의 시급성

- 광폭의 열처리형 알루미늄 합금개발 기술은 저비용으로 친환경 금속소재 및 공정기술 개발을 위한 핵심기술로서 선진국에서는 이미 상용 및 군용 항공기에 적용되어 있고, 항공·우주 및 대형 수송기기, 특수차량용 광폭 고강도 알루미늄 합금의 슬래브 제조기술 및 소성가공 기술이 보편화되고 있는 실정임에 반하여 국내에서는 관련 원천기술이 부재하여 국내기술개발이 필요할 뿐 아니라 모든 선진국에서 관련기술을 군사기밀로 분류하고 기술내용의 정보노출을 철저히 제한하고 있어 국내 원천기술 구축이 시급함
- 현재 국내의 대형 슬래브 및 광폭 판재는 대부분 6000계 및 비열처리형 합금이 주를 이루고 있으며, 고강도 합금(2000,7000계)의 경우 주로 압출재를 대상으로 소형부품에만 제한적으로 적용되고 있고, 광폭 열처리형 판재의 기술은 전무한 실정임. 따라서 비철금속 소재산업에 대한 국가적인 경쟁력 확보를 통한 군수용 장갑차량, 민항기, 고속철도 및 선박과 같은 광폭의 열처리형 고강도 알루미늄합금 구조재가 필수적으로 요구되는 산업으로의 적용확대에 대한 준비가 시급함

다. 연구개발 최종 목표

○ 군수용/민수용

	연구개발 항목		단위	목표성능
응용연구	인장강도		MPa	500 이상
	항복강도		MPa	445 이상
	연신율		%	10 이상
	용접부 피로강도		kg/mm2	4.5 이상 (100만 Cycle, 노치 k=1.5)
	SCC 특성		-	C-ring시험시 크랙이 없음
	판재 치수	폭	mm	1200 이상
두께		mm	38 이하	
시험개발	방호 한계 속도 (V50 ballistic limit)		fps	A2519-T87 동등 또는 이상 (MIL-DTL-32341A 참조)
	용접부 방탄시험, 유효충돌속도 (corner, flat joint)		m/s	335 ± 10
민수용 소재 특성			제안자가 적용처 및 소재특성 등을 제안	

2. 국내외 기술현황 및 전망

가. 국내 기술동향 및 전망

- 최근 세계 양대 항공기제작사인 보잉과 에어버스의 항공부품 수요가 증가 추세에 있으며, 국내 항공산업은 군의 대형 국책사업 (KHP, 해상작전헬기 사업, 차세대 전투기 사업 등)의 추진으로 세계 수출시장 진출의 전략적 기회를 맞고 있음
- 2020년 민항기 산업의 생산규모는 2005년 대비 20배 수준인 10억 달러로 성장이 예상되며, 주요 품목인 대형 여객기 부품 및 대형 여객기용 엔진부품, 중형 헬기의 연간 생산규모를 종합하면, 2000년대 후반에는 연평균 32% 증가, 2010년 중반에는 연평균 17.5% 고성장이 예상됨. 민항기 산업에 대한 수입은 향후에도 이루어지지 않고 국내에서 전량 대체될 것으로 전망되고, 대형 여객기 부품에 소요되는 대형 고청정 알루미늄 빌렛에 대한 수요가 상당할 것으로 예상됨
- 상업용 6000계 합금 및 광폭 비열처리형 알루미늄합금 판재의 경우 OO코리아(주) 및 OO알미늄(주)등의 업체에서 주로 생산되고 있는 반면, 고품위 고강도 알루미늄 합금(7000계 또는 2000계열)에 대한 국내 광폭 열처리형 고강도 알루미늄 판재 제조기술은 전무에 가까우며, 사용된다 해도 소형 압출재 형태 위주로 사용되고 있어 그 적용 범위

가 넓지 않음

- 현재 적용되고 있는 장갑판 소재로 강도 및 내식성이 우수한 열처리형 A2519-T87 합금을 적용하고 있으나 전량 수입에 의존하고 있어 국방 및 핵 심소재 국산화에 많은 어려움을 겪고 있음

나. 국외 기술동향 및 전망

- 항공·우주용 알루미늄 합금은 미국, 일본, 러시아, 유럽 등 선진국에서 주로 개발되어 있으며, 러시아에서는 MIG 전투기의 경우 기존의 700여 부품, 중형 항공기의 경우 400여개의 알루미늄 단조부품을 주조 부품으로 대체 개발하여 제조 단가를 현저하게 절감 시키고 있고, 미국 일본 등에서도 전차, 항공기, 자동차의 고속화 및 경량화 추세에 따라 고강도 알루미늄합금을 적용하여 높은 안정성과 신뢰성을 향상시키기 위한 연구를 수행하고 있음
- 항공기 산업의 세계 시장규모는 2005년 말 약 90억 달러 규모에서 2020년에는 140억 달러로 증가할 전망이다, 이에 따라 대형 여객기 부품, VLJ, 중형 헬기 등의 항공기 부품용 고강도 알루미늄 시장 규모도 증가가 예상
- 최근 신형 장갑차량에 사용되는 장갑판은 주로 ALCOA 社(미국)에서 개발된 A2519-T87 소재 및 ALCAN 社(영국)에서 개발된 A7017-T651 소재가 기존 A5083 및 A7039 합금을 대체하여 미국 및 프랑스를 비롯한 국내 차세대 장갑차량에 적용되고 있음
- A2519-T87 소재는 기존 A2024 합금보다 Cu함량을 높이고 용접성 개선을 위해 Mg을 첨가량을 낮췄고, A7017-T651 소재는 소입 민감도를 증가시키지 않으면서 용접성을 크게 저하시키지 않도록 설계되어 우수한 방호한계와 내응력 부식균열성을 갖는 소재임

3. 연구개발계획

가. 단계별 연구개발 목표

* 단계별/년도별 구체적 연구목표/연구내용은 제안자가 제시할 사항임

구분	연구개발 목표	주요 연구내용	주요 결과물
응용 연구	신합금설계 및 제조공정 연구	-신합금설계 -용탕 청정화 연구 및 제조공정연구 (단조, 압연 등) -용접공정(FSW 등) 및 광폭(1,200mm 이상) 압연공정 연구	-지식재산권 -기술보고서 -광폭 압연소재 시제품
시험 개발	산업화규모 제조 및 성능평가	-최적제조공정 확립(산업화제조 공정을 위한 단조, 압연, 열처리 등) -광폭(1,200mm 이상) 압연소재 제조공정 확립 -방탄특성 시험평가 등	-기술보고서 -광폭 압연소재 시제품 -방탄특성시험평가 결과

* 민·군기술협력사업 공동시행규정 별지 서식 제4-1C호(연구개발계획서)의 III. 2.

연차별 개발 목표/내용 및 평가에서 구체적으로 제시

* 연차별 목표 설정 및 예산 배분은 회계연도 일치를 고려하여 작성

예시) 응용연구 3년/시험개발 2년 과제

연구 단계	응용연구 (3년 / 36개월)				시험개발(2년 / 24개월)		
연차	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	1차년도	2차년도	3차년도
연차별 기간	6개월 (‘18.7~’18.12)	12개월 (‘19.1~’19.12)	12개월 (‘20.1~’20.12)	6개월 (‘21.1~’21.6)	6개월 (‘21.7~’21.12)	12개월 (‘22.1~’22.12)	6개월 (‘23.1~’23.6)
평가	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
	진도평가	진도평가	진도평가	단계평가	진도평가	진도평가	최종평가
예산 지급	▲	▲	▲	▲	▲	▲	

* 개발단계(응용연구/시험개발)간 예산 이동 불가

* 재료비, 장비비 등은 사업 초기에 집행하여 활용도 제고

* 응용연구에서 개발된 시제품의 시험개발단계 재활용계획 제출

나. 연구기간 및 연구비

○ 연구기간 : 총 5년 이내 (응용 3년 / 시험 2년)

○ 정부출연금 : 총 50억원 이내 (응용 28억원 / 시험 22억원)

4. 적용 및 파급효과

가. 적용분야

- 민수 : 항공기의 스킨, 동체 프레임, 자동차 부품, 레저스포츠 부품, 압력 용기, 반도체 장비, 고속철도용 차체 및 각종 경량 구조 재료
- 군수 : 각종 장갑차량 및 수송기기용 차체, 부품, 헬기 및 훈련기, 전투기 외피 및 각종 부품

나. 파급효과

○ 기술적 측면

- 개발기술은 용탕내 수소가스 및 알칼리 금속과 같은 유해조직 제어등을 포함하고 있어 기존 상용 알루미늄 합금에 비해 용탕 청정도가 월등히 우위에 있으며, 다른 주조설비와 달리 주조시 냉각속도를 단속적으로 제어함으로써 특히 고강도 대형 빌렛 및 슬래브 주조시 가장 문제가 되는 균열 발생을 방지하는데 타 주조 방식과 차별화되는 방식임
- 국내 고강도 알루미늄합금에 대한 대형 빌렛 및 압연재 제작을 위한 기반기술이 취약하고 기술수준이 낮아, 본 연구를 통하여 선진국과의 기술격차를 좁힐 수 있을 것으로 판단되며 장갑판재 개발을 위한 광폭 압연용 대형 빌렛과 압연재 생산을 위한 국내 기반기술 확보 가능

○ 경제·산업적 측면

- 광폭 고강도 알루미늄합금 압연을 위한 빌렛생산과 압연재의 국산화를 통한 관련 알루미늄 제조산업의 고도화로 미래 융합산업에 대한 선진국과 기술격차를 줄임으로써 선진국 동등의 산업적 위치 확보 가능
- 광폭 고강도 알루미늄 생산/제조 기술의 국내 독자개발로 고강도 알루미늄이 사용되는 장갑차, 각종 차량용 부품 및 레저부품 등에 국내부품을 제 공함으로써 수입대체 효과와 경량 구조물 산업분야에 파급효과 증대 전망

○ 군사적 측면

- 독자적인 광폭 고강도 알루미늄 생산을 위한 원천기술을 확보함으로써 체계 설계범위의 유용성을 확대할 수 있어 군 운용능력 향상에 기여
- 현재 사용되는 2519합금이나 7039합금보다 방호성능이 우수한 차세대 장갑재료 개발기술을 확보하고 무기체계의 성능을 향상시킴으로써 생

존성 향상, 기동성 향상 등을 기대할 수 있으며, 군전력 향상에 기여

5. 연구개발 결과 제시물 및 평가항목

가. 연구개발 결과 최종 제시물

- 고강도 신 알루미늄합금 설계자료
- 광폭의 고강도 알루미늄합금 제조 및 특성평가에 관한 기술보고서
- 폭 1,200mm 이상의 고강도 알루미늄 압연재 시제품 및 시험결과(응용연구)
- 폭 1,200mm 이상의 고강도 알루미늄 압연재 시제품과 시험결과 및 방탄성능 평가결과(시험개발)

나. 연구개발 결과 평가항목

- 1-다 항의 “연구개발 최종목표”를 충족하는 평가항목, 평가방법과 환경 조건 조성 방안 등을 제안자가 제시할 것

6. 참여 요건

가. 추진 체계 요건

- 주관기관 : 민·군기술협력사업 촉진법 제7조 2항 및 동법 시행령 제 14조 제2항 각 호에 해당하는 기관 또는 단체
- 참여기관 : 제한 없음
- 기업 분담율 : 민·군기술협력사업 공동시행규정 제27조(별표 4)
- ※응용연구 및 시험개발의 경우에는 주관기관 또는 참여기관에 기업은 필수
- ※실용화 촉진을 위하여 시험개발단계는 기업 주관 장려

나. 연구책임자의 자격 및 과제 신청요건

- 연구책임자의 자격 : 관련분야의 연구 경험이 풍부한 중견 연구자를 책임자로로서 연구계획, 업무프로세스 정립, 원활한 추진 및 조정과 과제관리를 원활히 수행할 수 있어야 함
- 과제 신청요건 : 주관기관은 컨소시엄을 구성함에 있어서 제안한 연구개발 목표를 충분히 달성할 수 있는 연구팀을 구성하여야 함. 특히 방탄성능 시험/평가를 위하여 관련 지식과 시험시설을 구비한 기관 이, 대형 열처리로, 스트레칭 장비 등의 대형 장비를 구비(또는 임대 가능)한 기관의 참여가 필수적임

다. 기타

- 본 과제에서 목표로 하는 광폭 고강도 알루미늄합금을 개발하기 위하여 대형 빌렛을 제조할 수 있는 핵심장비 보유가 필수적임. 또한 외국 특허를 회피할 수 있는 신 고강도 알루미늄합금을 설계하거나 단조/압연 공정개발, 방탄특성평가, FSW용접공정개발 등 관련 전문지식을 겸비한 기관의 참여가 필요

7. 참고문헌

- Aluminum Alloy Armor Rolled Plate (1/2 TO 4 inches thick) Weldable (Alloy 2519) MIL-DTL-46192C(MR)(1998)
- Martinez,N, Kumar.N, Mishra.R.S, and Doherty.k.j. “Microstructural variation due to heat gradient of a thick friction stir welded aluminum 7449 alloy” In. Journal of Alloy and Compounds, Vol 5, 713, Nov. p.51 (2017)
- 이용연, 이웅조, 송영범, 알루미늄 장갑재에 대한 기술현황분석보고서, ATRC-411-940495(1994).

8. 과제 문의사항 연락처

소속	성명	연락처
민군협력진흥원	송홍섭	042-607-6042