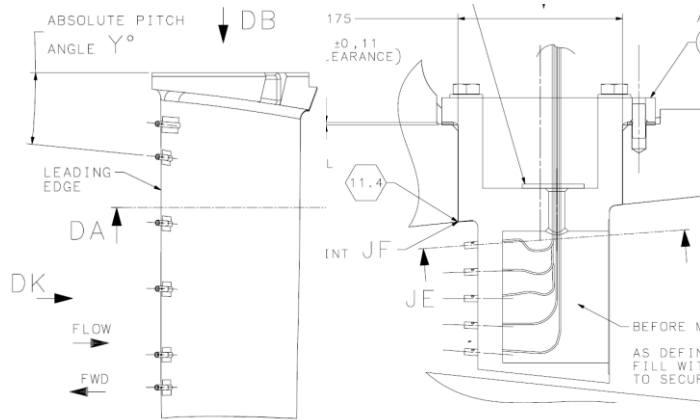


두산에너지빌리티 오픈이노베이션 과제

[과제번호-1] 3D Printing을 활용한 Kiel Vane 및 Rakes 제작 기술 개발



소속 : 파워서비스)GT Test기술팀

제안자 : 최근원 선임

기술 도입 or 개선 필요성

- Kiel Head가 적용된 Vane 또는 Rake는 GT 내부 유동의 전온도/전압력을 측정하며 개발 엔진의 성능 검증에 있어 매우 중요한 계측 구성품임
- 현재 개발된 대형 엔진 기준으로 측정 장치가 설계되어 있으나 추후 중소형 엔진 모델 개발에 대비하여 축소된 형태의 측정 장치 제작이 요구됨
- 축소된 측정 장치의 Instrument 난해성 극복을 위해 3D Print를 활용, 제작하고자 하며 설계 기준 제작 적합도를 만족시키기 위한 기술 개발이 필요함

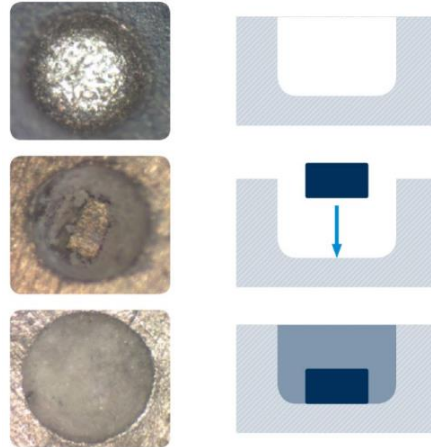
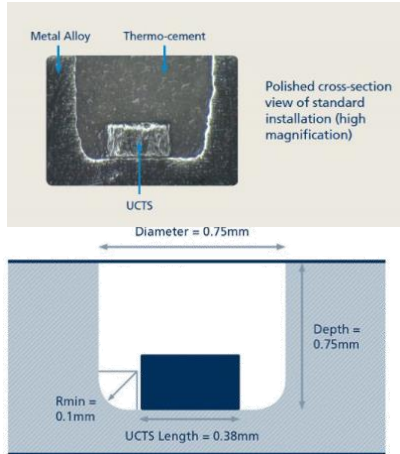
요구 기술에 대한 설명 (Spec 등)

- 축소된 Vane 및 Rake의 조립 공차 고려된 3D Print 제작
- 3D Print 제작 후 Cooling 시 수축 고려된 Programming 필요 (제작, 조립 공차 유지)
- 원소재 수준의 강도 및 표면 조도 유지 (예 : Ra 6.3, 3.2...)
- Kiel Head의 Yaw Angle, Pitch Angle, Inner diameter, Bleed Hole 등의 제작 공차 유지

기대효과

- 국내 제작 기술 확보로 해외 의존도를 낮추어 소요 기간 및 예산 절감 효과 기대
- 가스터빈 계측 구성품에 대한 3D Printing 기술 증진
- 복잡한 형상의 계측 구성품 제작 및 가공 필요한 계측 구성품의 3DP 제작으로의 대체 및 확대

[과제번호-2] UCTS를 활용한 온도 계측 기술 개발



Reference : LG Tech-Link Global

소속 : 파워서비스)GT Test기술팀

제안자 : 최근원 선임

기술 도입 or 개선 필요성

- UCTS (Uniform Crystal Temperature Sensor)는 SiC(탄화 규소)를 주성분으로 하는 Crystal로써 고온에 노출됨에 따라 결정구조가 변하는 특성을 X-ray 회절 분석하여 온도로 표현할 수 있는 Sensor의 일종임
- 열전대 설치가 어려운 회전체 파트, 매우 얇거나 복잡한 형상을 갖는 구성품에 다수 설치하여 온도분포를 파악하는데 활용되나 센서의 설치 및 해체, 분석 기술의 해외 의존도가 독보적이므로 이에 대한 국내 기술 도입 및 내재화가 요구됨

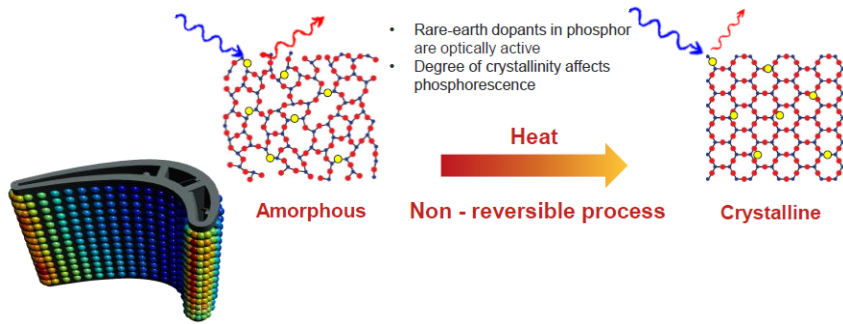
요구 기술에 대한 설명 (Spec 등)

- UCTS 기술의 이해
- UCTS의 온도 분석을 위한 단결정 X-ray 회절 분석 및 Calibration Nomogram을 활용한 분석 기술
- Micro-size 센서 설치 (Application), 해체 및 센서 설치를 위한 구성품 가공 기술 확보

기대효과

- 국내 설치, 해체 및 분석 기술 확보로 해외 의존도를 낮추어 예산 절감 효과 기대
- 센서 적용 대상품의 다변화 및 확대 기대

[과제번호-3] Thermal History Coating을 활용한 온도 계측 기술



소속 : 파워서비스)GT Test기술팀

제안자 : 최근원 선임

Reference : Sensor Coating Systems (SCS)

기술 도입 or 개선 필요성

- 고온에 노출되면 비가역적으로 결정구조와 발광 성질이 변하는 코팅 소재로써 이를 비파괴 여기 및 감지를 통해 노출된 최고 온도를 측정할 수 있는 기술임
- 고온 부품에 Thermal Barrier Coating과 유사한 절차로 Thermal History Coating을 적용할 수 있으며 엔진 환경에 노출되어 해당품의 온도를 맵핑하여 냉각설계 검증에 사용할 수 있으나 해당 코팅의 적용 및 분석 기술이 해외 업체의 독보적인 기술로써 의존도가 매우 높음
- 고온부품 특성 상 전략물자 및 기술의 해외 유출 우려가 늘 존재하며 다양한 고온부품으로의 확대가 불가하여 국내 기술 도입의 니즈가 높음

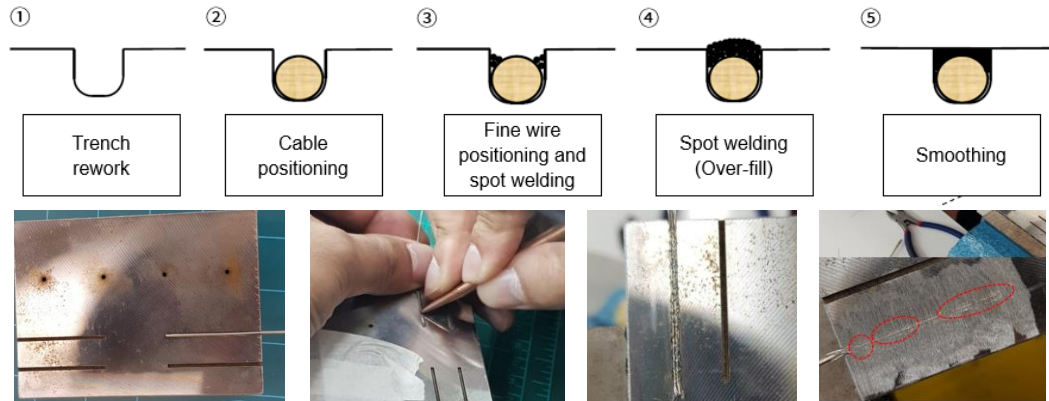
요구 기술에 대한 설명 (Spec 등)

- Thermal History Coating 소재 특성 및 분석 기술에 대한 이해
- Thermal History Coating의 APS (Atmospheric Plasma Spray) 공정 기술 확보

기대효과

- 전략 물자 및 기술의 유출 우려 없이 Thermal History Coating을 활용한 냉각설계 검증 가능함
- 국내 기술 확보 시 해외 운송 시 발생하는 제한적인 요소가 없으므로 다양한 형태의 구성품으로 확대 가능

[과제번호-4] 매립형 열전대 설치 기술 확보



소속 : 파워서비스)GT Test기술팀

제안자 : 최근원 선임

기술 도입 or 개선 필요성

- 고온부품의 Metal 온도를 측정하기 위하여 가공된 Trench에 열전대를 삽입하고 Fine Metal wire를 저항 용접하여 Trench를 메우는 설치 공정이 필요하나 해당 설치 기술의 국내 기술, 경험 부재와 장시간의 공정 요구에 따라 해외 의존도가 높음
- 주로 고온부품 익형(Airfoil)에 적용되므로 전략 물자, 기술의 유출 Risk를 낮출 필요가 있음

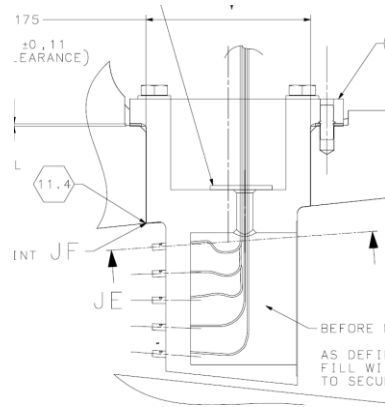
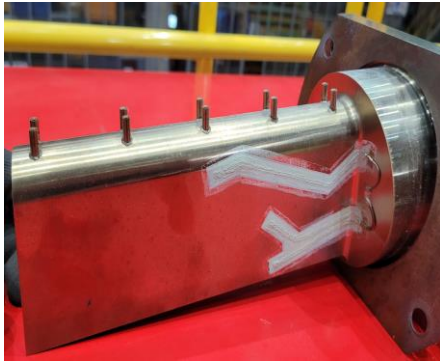
요구 기술에 대한 설명 (Spec 등)

- 익형 곡률 기준 동일한 깊이 및 폭을 유지하는 Trench 가공 기술 요구 (방전 가공을 위한 전극봉 제작 기술 요구)
- Wire 저항 용접 시 공극 발생 방지 (특히, 열전대의 특정점 인근에 공극 발생 시 Metal 온도가 아닌 공극의 온도가 측정될 수 있음)
- 용접된 Wire의 과도한 표면 돌출, 곡률을 벗어나지 않도록 표면 사상(Smoothing) 요구

기대효과

- 국내 기술 확보로 해외 의존도 낮추고 비용 절감 및 소요 기간 단축 가능
- 가스터빈 익형 외 리그 단위의 구성품으로의 적용 확대 기대

[과제번호-5] Rake 제작 및 Application 기술



[Kiel Head]

소속 : 파워서비스)GT Test기술팀

제안자 : 최근원 선임

기술 도입 or 개선 필요성

- 운전 중인 가스터빈 내부 유동의 온도 및 전압력을 측정하는 장치로써 장치가 파손될 경우 엔진 내부 손상의 영향이 높아 선진 가스터빈 OEM사와의 제작 경험 및 기술을 확보한 해외 제작 업체 의존도가 매우 높으며 이는 예산 및 제작 일정 증가로 야기됨
- 신규 Rake 제작 및 기존 Rake의 수정 제작, 보수 등에 탄력적으로 대응할 수 있도록 하여 당사 엔진 개발 도모 필요함

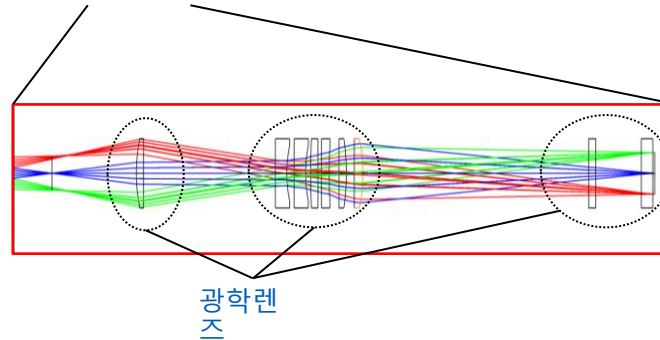
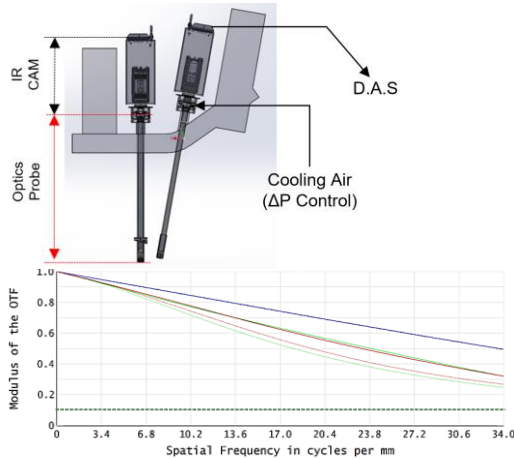
요구 기술에 대한 설명 (Spec 등)

- Kiel Head 제작 (온도측정용, 압력 측정용)
- Rake Body 제작 (용접 방식 아닌 원형 소재 가공으로 제작), Kiel Head 설치 Hole 가공 및 Laser Welding
- Kiel Head의 Yaw Angle, Pitch Angle, Inner diameter, Bleed Hole 등의 제작 공차 유지
- SUS Tube/Thermocouple의 Kiel Head 접합 및 Routing, Spot welding을 통한 Cable 고정 등 Instrument Application

기대효과

- 국내 제작 기술 확보로 해외 의존도를 낮추어 소요 기간 및 예산 절감 효과 기대
- Rake 제작의 국내 실적을 점진적으로 확보함으로써 신규 제작, 수정 제작, 보수 등 개발 엔진 모델에 대한 탄력적 대응 기대 효과 높음

[과제번호-6] 가스터빈용 IR 계측 시스템 개발 (광학설계)



소속 : 파워서비스)GT Test기술팀

제안자 : 최근원 선임

기술 도입 or 개선 필요성

- 회전하는 가스터빈 블레이드의 온도를 IR Camera로 계측하는 기술로써 고온 환경의 엔진 내부 측정 피사체가 빛의 손실을 최소화하여 엔진 외부의 Camera로 전달될 수 있도록 냉각 설계가 고려된 광학 프로브 (Optics Probe) 설계 및 제작이 요구되나 본 시스템이 요구하는 조건에 상응하는 광학 렌즈의 설계 제작 경험 부재로 해외 소수 업체에 의존하고 있고 Trouble shooting 대응에 어려움이 있음

요구 기술에 대한 설명 (Spec 등)

- 중첩 배열 시 선명도(투과율) 등 고려된 광학 렌즈 설계 (34.0LP/mm 이상, Modulus of the OTF)
- 화각 변경을 위한 프리즘 가공 및 접합 기술
- 곡률 반영된 렌즈의 제작 기술
- 광학 프로브 및 Purge Tip 제작

기대효과

- 국내 광학 설계 및 제작 기술 확보 시 해당 시스템 개발 수준 증대
- 엔진 적용 전, 리그 시스템으로 대상 다변화하여 다양한 시스템 설계 조건 수립 및 해당 시스템의 기초 설계 검증 데이터 확보 가능

[과제번호-7] 특정부위에 코팅 증착 안되도록 하는 기술 개발 (도포제 또는 마스킹, 특수소재 개발)

Bond /Top Coating 전 Hard Masking



소속 : 파워서비스)GT고온부품공장

Top Coating 전 Tape Masking



제안자 : 심광범 과장

기술 도입 or 개선 필요성

- 플라즈마 코팅은 미 대상 영역(Edgy, Cooling Hole, 기타 Special Area 등)이 분사 면적 내 노출되어 대상 영역과 동시에 작업 될 수 밖에 없는 공정을 갖고 있음.
- 현재 Steel Plate로 된 Hard Masking 방식을 활용하고 있지만, 적용이 어려운 구간은 Masking Tape 부착 하거나 코팅 후 사상을 통해 코팅을 제거하는 방식을 활용하고 있음.
- 그러나, 제품 형상에 따른 Hard Masking 제작 비용이 높고, 고온/반복으로 인한 재사용 기간이 짧으며, 코팅 후 사상 시 수작업 비용 또한 높게 형성되어 있음.
- 또한, 코팅 후 Hard Masking 및 Tape 분리 시 주변 코팅 탈락 Risk가 상시 존재 함.
- 따라서, Bond/Top 코팅 시 코팅 대상영역 외에는 코팅이 증착 되지 않도록 Material(도포제 또는 마스킹 등) 및 적용가능한 공정 개발이 필요함.

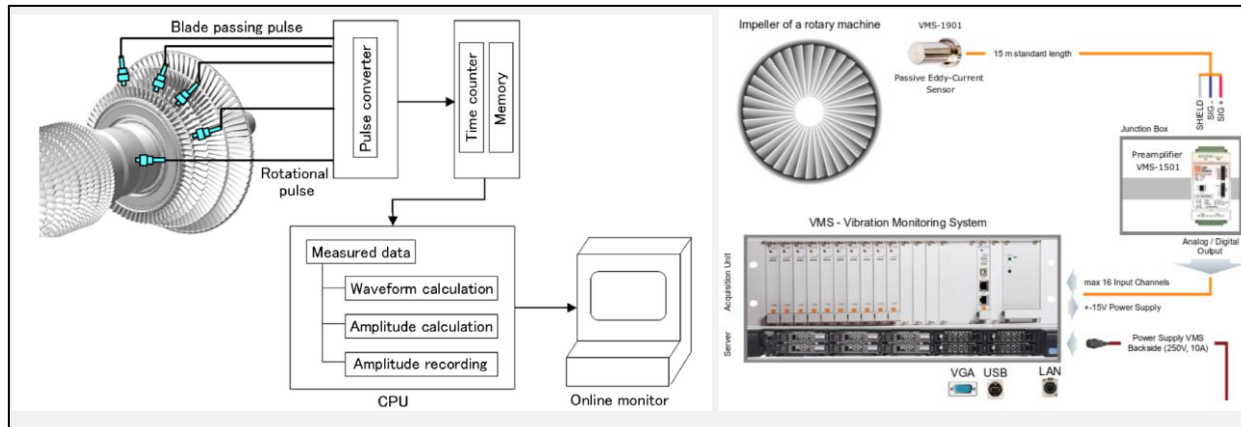
요구 기술에 대한 설명 (Spec 등)

- [도포제의 경우] 비 Coating 영역에 쉽게 도포가 가능하고, Coating 후 쉽게 제거 될 수 있어야 함
- [마스킹의 경우] 커팅/가공/제관/조립 등 제작성이 고려되어야 하고, 비용적인 측면에도 검토가 되어야 하며, 고온/반복에도 재사용이 가능해야 함.
- 적용된 소재는 800도 ~1000도 수준의 온도에서 녹거나 태워지지 않는 재료 선택이 필요하고, 공정 이후 코팅이 도포되지 않거나 쉽게 박리될 수 있어야 함.
- 단가가 저렴하여 소모되는 비용 절감이 가능해야 함.

기대효과

- Hard Masking 제작 비용 개선(제품수량X0.5배수X약 20만원)
- Coating 탈락 Risk 감소 (Coating 제거 비용 및 재 Coating 비용 감소)

[과제번호-8] 블레이드 BTT 모니터링 장비



소속 : 전력/혁신)터보기계기술개발팀

제안자 : 김정찬 책임

기술 도입 or 개선 필요성

- 향후 가스터빈 사업확대에 따라 블레이드의 Health monitoring에 대한 고객들의 Needs가 증가할 것으로 예측되어, 서비스 가능한 자체 장비를 확보하고자 함
- 현재 사용하고 있는 해외 장비는 고가일 뿐만 아니라, 장비 점검/운영에 따른 비용 부담이 크며, 기술지원이 용이하지 않음
- 당사가 개발 중인 진단 솔루션과의 연계도 되지 않아 통합 진단솔루션의 적용에 한계 있음

요구 기술에 대한 설명 (Spec 등)

- 터빈Casing에 부착된 비접촉식 센서로 블레이드 Tip에도착하는 시간을 측정하여 블레이드의 진동을 분석하는 기술 임
- 100MHz~200MHz의 고샘플링 주파수 Spec.의 장비로 획득한 신호로부터 블레이드의 진동 상시 모니터링 하며, 진동을 실시간으로 분석함
- 비접촉식 센서(레이저, Eddy current 등)을 위한 Signal Conditioner가 별도 필요함
- 업체 요구사항 : 모니터링 시스템 (HW-DAQ, Signal Conditioner, SW-진동모니터링 소프트웨어)

기대효과

- 가스터빈, 스팀터빈, 원자력 등 블레이드가 적용되는 제품에 적용하여, 실시간 진동 측정 및 분석 가능함.
- 기존의 고가의 장비를 대체하여 장비 구매/점검/운영/기술지원 비용 절감
- 당사에서 개발 중인 진단기술과 연계하여, 통합 블레이드 Health monitoring 기술개발에 활용 가능하며, 향후 디지털 트윈, 수명진단 솔루션 등에 활용 가능함

[과제번호-9] 수소 멀티실린더 저장 및 공급



소속 : 전략/혁신)터보기계기술개발팀

제안자 : 고영건 책임

기술 도입 or 개선 필요성

- 최근 국내외 탄소중립 목표 달성을 위해 수소를 연료로 사용하는 기기 개발 필요성이 증대함
- 수소 연료 사용기기 개발을 위해서는 다량의 수소를 장시간 공급이 가능한 설비 필요함
- 수소 Trailer를 사용하면, 다량의 수소공급이 가능하나 기반공급설비 구축에 많은 비용이 소요되어 다른 방식의 수소공급 방법 필요함
- 다수의 수소 실린더를 연결하여 연속적으로 공급하는 방식이 있다면, 수소 Trailer를 사용하지 않아 기반설비 구축비용 절감 가능할 것으로 예상됨

요구 기술에 대한 설명 (Spec 등)

- 1개의 Rack에 10개 내외의 수소 실린더를 장착하고, 2~4개의 Rack이 상호 연결되어 수소공급량을 통합 조절할 수 있는 수소공급장치

기대효과

- 수소 Trailer를 사용하지 않아 기반설비 구축에 소요되는 비용 절감

[과제번호-10] LASER ALIGNMENT 자동 조절 장치



소속 : 전략/혁신)기술성과/평가팀

제안자 : 최병인 기술과장

기술 도입 or 개선 필요성

가공장비 정도검사(각 축별 이동 정확도) 시 사용되는 LASER 측정 장비 사용 시 최소 1 m 에서 최대 15 m까지 LASER HEAD와 반사경 간의 ALIGNMENT 조절에 많은 M/H 투입 됨.

1. ALIGN MENT 작업에 많은 M/H 발생되는 만큼 설비 LOSS TIME 증대
2. 장거리(10 m)이상 ALIGNMET 조절 기술 습득에 다년 간의 경험이 필요
3. ALIGNMET 일치률에 따른 측정오차 발생되어 가공설비 품질 수준이 유동적

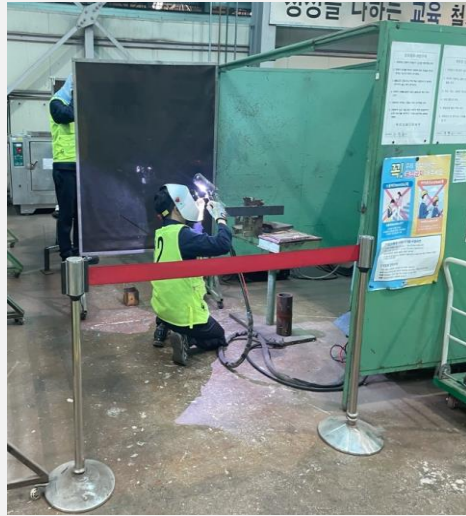
요구 기술에 대한 설명 (Spec 등)

1. LASER HEAD에서 발생하는 BEAM이 반사경에 접촉하여 반사되는 각도 인식
2. 현재 사용 중인 반사경을 쉽고 견고하게 장착 가능
3. 반사되는 각도 값이 "0"이 되도록 반사경 POSITION(상,하,좌,우) 자동 조절
4. 설비에 부착 가능하도록 조절 장치에 자석(MAGNETIC)기능 포함

기대효과

고속연자 부재에 따른 기술공백 최소화 및 작업 M/H 단축으로 가공설비 LOSS TIME 절감

[과제번호-11] 스마트 용접 부스 개발로 용접 검정 스마트화



소속 : 전략/혁신)기술성과/평가팀

제안자 : 이상근 기술차장 / 이학민 기술대리

기술 도입 or 개선 필요성

1. 용접 검정 절차서에 따라 검정 과정에서 산출되는 Data를 수집 및 기록 관리 필요
 - 1) 용접사 신분
 - 2) 검정 WPS 준수 사항(전류/전압 값, 층간 온도, 자세 등)
 - 3) 검정 시작/종료 및 검정장 출입 시간
2. 현재 산출되는 각종 Data들을 인력에 의존하여 수집되며 수기로 기록하기 때문에 비효율적이며, 수집 Data 추후 확인 시 시간 소요
3. 부정행위 예방을 위해 감독관 2인 상주하고 있으며, M/H 소요
4. 인력에 의해 용접사 검정 감독이 이루어지기 때문에 휴먼에러 발생 위험

요구 기술에 대한 설명 (Spec 등)

1. 검정 기록 전산화
 - 1) 용접사 검정장 출입 시간 자동 입력
 - 2) 검정 시작/종료 시간 자동 입력
 - 3) 전류/전압 값 자동 측정 및 모니터링 시스템
2. 부정행위 및 품질불량 예방 시스템
 - 1) 검정 시작 후 고정된 시편의 동작 감지 센서
 - 2) 용접 부스에 지정된 용접사만 출입되는 시스템
 - 3) 시편 층간온도 측정 및 모니터링 시스템

기대효과

1. 용접사 자격인정, 용접절차인정 등 용접분야 필수 업무 스마트화
2. 휴먼에러 예방 및 부정행위 억제로 고객신뢰 향상

[과제번호-12] 전동지게차 안전작업환경 개선



소속 : 원자력)원자력공장 공정파트 공정반

제안자 : 진병곤 기술과장

기술 도입 or 개선 필요성

- 산업재해 발생 비율 중 전동지게차로 인한 안전사고 발생 비율이 매우 높음
- 지게차를 이용 트럭등에 제품 상하차 작업 시 백레스트나 핑거보드등에 운전자의 시야가 가려져 제품 전도 또는 충돌로 인한 안전사고 발생 우려
- 지게차 후진 작업 시 사각지대 발생에 따른 시야확보의 어려움이 있어 보행자 또는 제품 충돌등으로 인한 안전사고 발생 우려

요구 기술에 대한 설명 (Spec 등)

- 전동지게차 전후방 사각지대를 쉽게 확인하면서 작업 할 수 있는 카메라 설치 및 계기판의 모니터 설치를 통한 사각지대 개선 (차량의 어라운드뷰와 유사한 형태)

기대효과

- 지게차 사각지대의 시야확보로 위험요소 제거 및 안전사고 예방효과

[과제번호-13] 트랜스포트 충돌 방지 개선



소속 : EHS/관리)출하기술팀

제안자 : 추병관 기술수석차장

기술 도입 or 개선 필요성

- 트랜스포터 특성상 길이 폭이 넓어 운행 회전 시 사각 지역이 발생하여 충돌 위험 발생.
- Jig 및 트랜스포터 보다 제품이 장비를 벗어나면 백밀러 시야가 보이지 않음.
- 협소한 장소는 신호수 여러명이 좌우앞뒤 배치가 되어야 함.

요구 기술에 대한 설명 (Spec 등)

- 차량에 적용되는 어라운드뷰와 같은 개념으로 모니터를 통해 사각지대가 없는 360° 확인 가능하여야 함.
- 장비와 인접한 사물/사람과의 거리를 실시간 확인할수 있는 시스템이어야 함.

기대효과

- 협소한 곳을 운행할때 충돌 안전 사고 예방.
- 운전원의 피로도 감소

[과제번호-14] W/Roll 전자동화 UT시스템



포스코, 무인 운전시험 성공
안전·조업 효율성 향상 기대

소속 : EHS/관리)비파괴검사팀

제안자 : 김성진 기술대리

기술 도입 or 개선 필요성

- 1) 제품 입고 시 크레인 이용 제품 Set-up (EHS관련 안전지적 다수)
- 2) UT자동화 장비의 노후화로 인한 잦은 고장
- 3) UT자동화를 위한 전문인력 부족

요구 기술에 대한 설명 (Spec 등)

W/Roll입고 시 UT검사장 앞에 적치하여 크레인을 이용하여 제품 Set-up을 하는 형태에서 W/Roll 입고 후 자동으로 Set-up까지 할 수있는 시스템 발굴
ex)포스코 광양제철소의 자동화크레인(?) 모티브

기대효과

크레인 사용시 안전확보 및 인력난 해소 등