

티뿔기 배관이음쇠의 단점을 보완한

용접개선형 배관이음쇠





개발배경

국내 소화설비배관 제작은 2008년 티뿔기 배관 공장제작 (pre-fabrication)의 본격화와 국내 소방법의 강화로 인해 규모가 확장되기 시작하였습니다.

현재 확관형 분기배관은 국가화재안전기준(NFSC)에 따른 엄격한 기술기준으로 제작되어, 국내 대부분의 건설현장에 시공되고 있으며, 공장제작 배관의 90%정도는 확관형 분기배관(티뿔기 방식)으로 제작 시공되고 있습니다. 하지만 확관형 분기배관의 기술적 한계에 따른 문제점을 극복하기 위한 구체적이고, 체계적인 대책이 없었습니다.

이에 당사는 티뿔기부에 용접되는 배관이음쇠를 개선하여 강제 인발에 따른 배관두께의 감소, 용접개선각이나 ROOT GAP이 없는 맞대기 용접에 따른 용접강도 저하, 용입량 부족, 편심인발, 편심용접에 따른 와류, 크랙 등의 문제점을 조금이라도 해결하고, 생산효율을 높여, 확관형 분기배관 공법이 좀 더 안정적이고 효율적인 배관이 될 수 있도록 하는데 있습니다.

또한 삽입 및 심부용접으로 인해 용접 후 냉각시 배관이음쇠의 휨 현상이 현저히 줄어 외관과 품질적인 면에서 우수합니다.

앞으로 끊임없는 기술의 연구개발과 엄격한 품질관리 및 생산관리로 분기배관의 활성화와 소방산업의 발전에 기여할 수 있도록 최선의 노력을 다하겠습니다.



CONTENTS

| | |
|--------------------------------------|-------|
| 1. 개 요 | 1~2 |
| 2. 기존 티뿔기 용접이음쇠와 본 발명품의 구분 | 3 |
| 3. 티뿔기 용접개선형 배관이음쇠의 주요 특징 | 4 |
| 4. 티뿔기 용접개선형 배관이음쇠의 fit-up & welding | 5 |
| 5. 티뿔기 용접개선형 배관이음쇠의 분기 연결형태 | 6 |
| 6. 기존 티뿔기 배관이음쇠의 용접부 단면 | 7 |
| 7. 티뿔기 배관이음쇠의 용접부 금속조직의 분석 | 8 |
| 8. 기존 티뿔기 이음쇠의 개선 | 9 |
| 9. 기존 티뿔기 배관이음쇠의 비파괴 검사 결과표 | 10 |
| 10-1,2. 분기배관(티뿔기) 제작의 문제 | 11~12 |
| 11. 기술기준의 프로세스 비교 | 13 |
| 12. 분기배관(티뿔기) 배관이음쇠 해결과제 | 14 |
| 첨부_시험성적서 | 15~16 |

1. 개요

1-1. 개요

본 안건은 티뽑기부에 용접되는 배관이음쇠의 단점을 보완 하기 위한 제안입니다.

1. 티뽑기 배관이음쇠의 기술기준 문제

- | 분기배관(티뽑기)의 기술기준은 KFIS 020
- | 분기배관의 배관이음쇠는 아무런 인정 및 검정이 없이 용접하여 성능인증 생산제품 검사를 실시중
- | 분기배관용 배관이음쇠는 소화설비 배관이음쇠(KFIS 020)의 기술기준
- | 분기배관은 소화설비 배관이음쇠의 기술기준에 맞게 KFI인정 및 생산제품검사를 합격한 제품을 사용해야 함

2. 티뽑기 배관이음쇠의 기술적 한계

- | 배관 강제 인발에 따른 편심, 두께감소, 금속 밀도차의 증가
- | 가접사의 기술정도에 따라 FIT-UP 동심정도의 차이가 발생
- | 용접개선각 가공 어려움, ROOT GAP 시공 어려워 용입량이 적고, 용접량 부족으로 용접강도 약화

3. 분기배관의 품질 향상을 위해 배관의 기본인 부속부터 강화

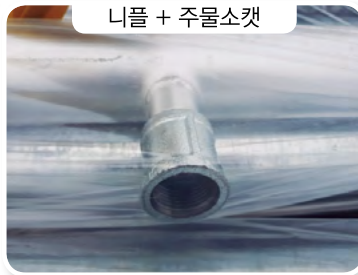
- | 분기배관 업체에 지급하는 부속, KFI인정품을 지급
- | 현재 국내 설비사에서는 기술기준 해석의 차이로 인해 임의부속(중국산, 저품질)을 지급하여분기배관을 제작
- | 향후 분기배관에 사용되는 부속은 소화설비 배관이음쇠의 기술기준에 맞는 부속을 사용

당사 발명품(특허)은 KFI인정 및 생산제품검사 합격품(진행중)으로,
설비사의 구매가격에 공급합니다.



1-2. 티뿔기 배관이음쇠 양산품 비교

티뿔기 배관이음쇠 현재 상황



티뿔기 용접개선형 배관이음쇠 특허 개발품



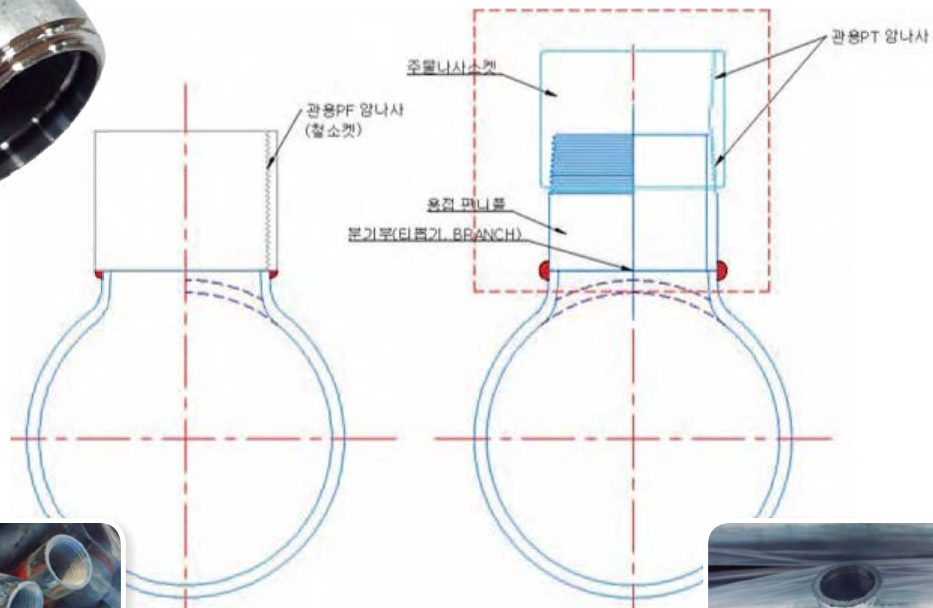
- ①상향식
- ②암나사
- ③후렉시블
- ④그루브
- ⑤숫나사
- ⑥후렉시블(직관)



용접 용입량 증가,
(ROOT GAP 형성)



2. 기존 티뿔기 용접이음식와 본 발명품의 구분

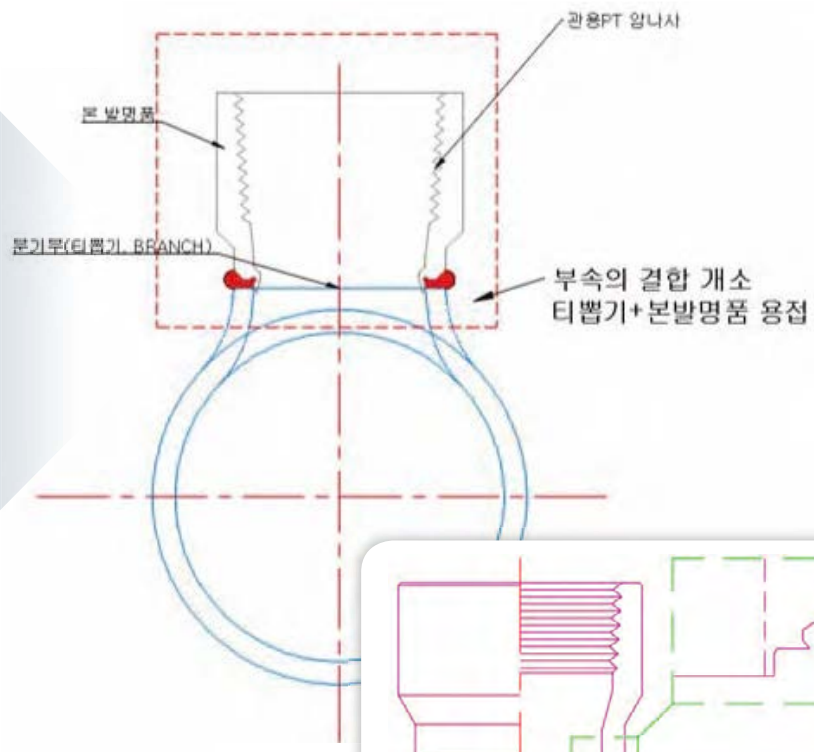


기존방식1



기존방식2

본발명품 방식

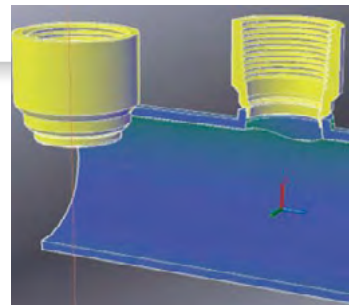
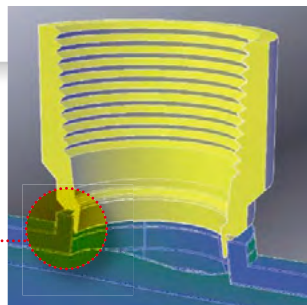
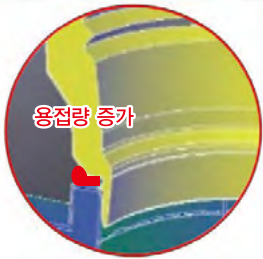
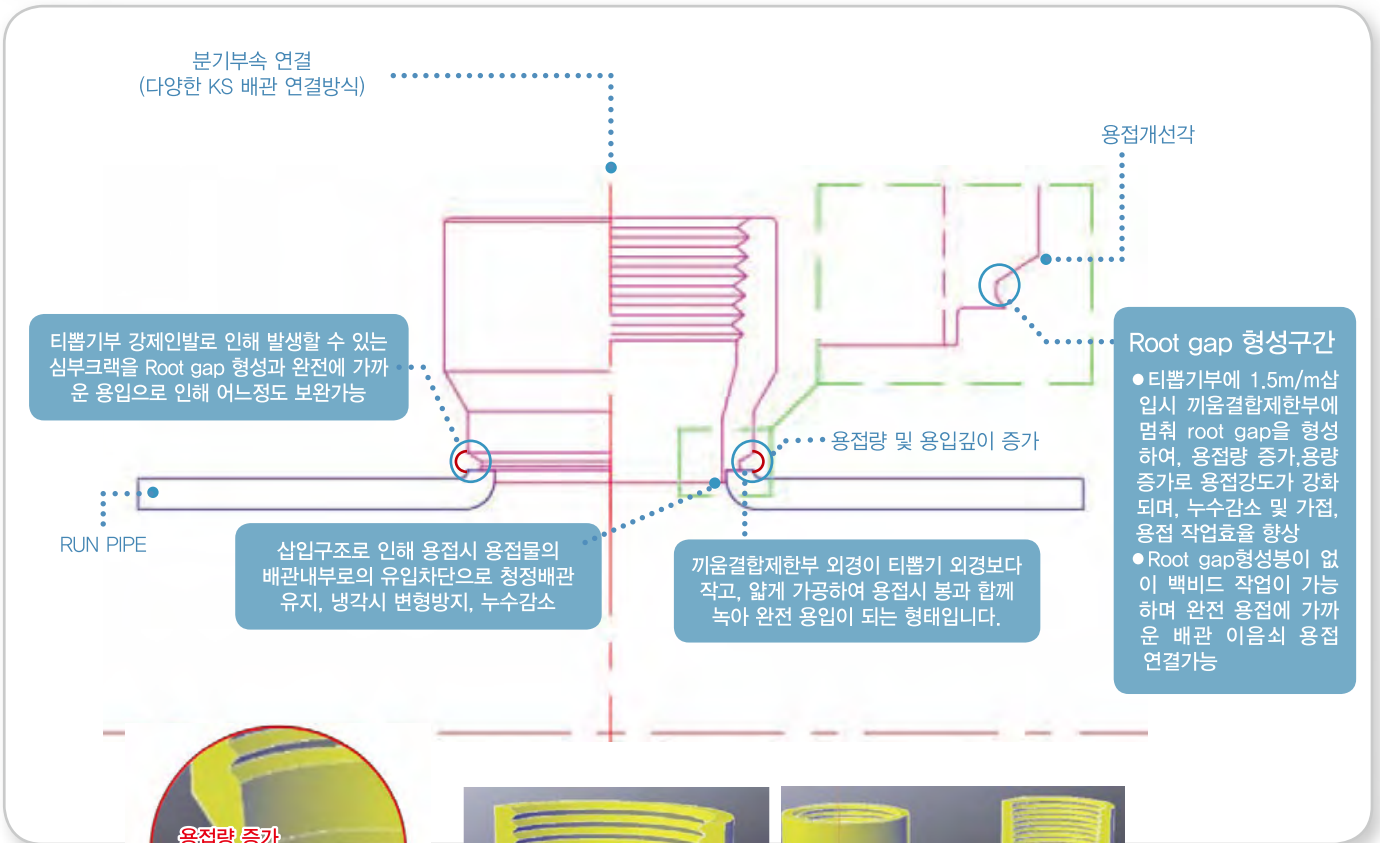


3. 티뿔기 용접개선형 배관이음식의 주요 특징

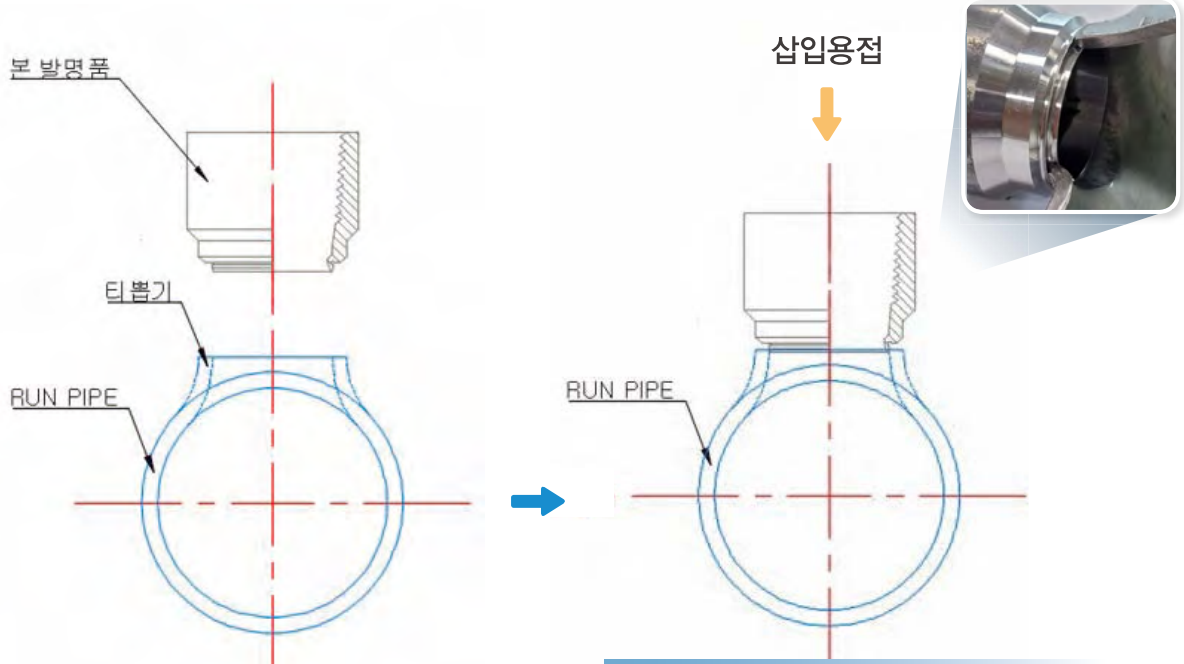


특허기술

끼움결합제한부를 두어 삽입, 심부용입, 용접접개선각, root gap, 용접량 증가 등을 고려하여 **용접 volume를 최적화**하여 설계 되었습니다.



4. 티뿔기 용접개선행 배관이음식의 fit-up & welding



부속준비

- 티뿔기
- 배관이음쇠

FIT-UP

- 제조공장에서 분기부에 삽입시 센터, 90각도, ROOT GAP이 자동으로 형성되어 작업 효율성이 50% 이상 상승, 납기 단품, 품질 향상



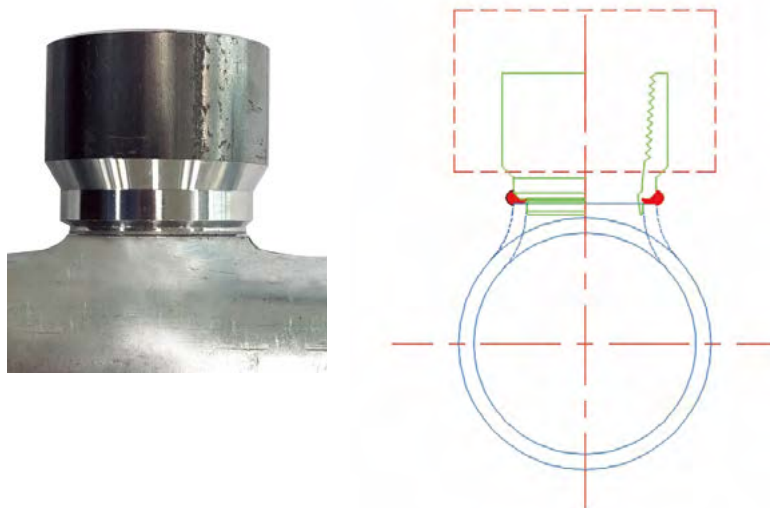
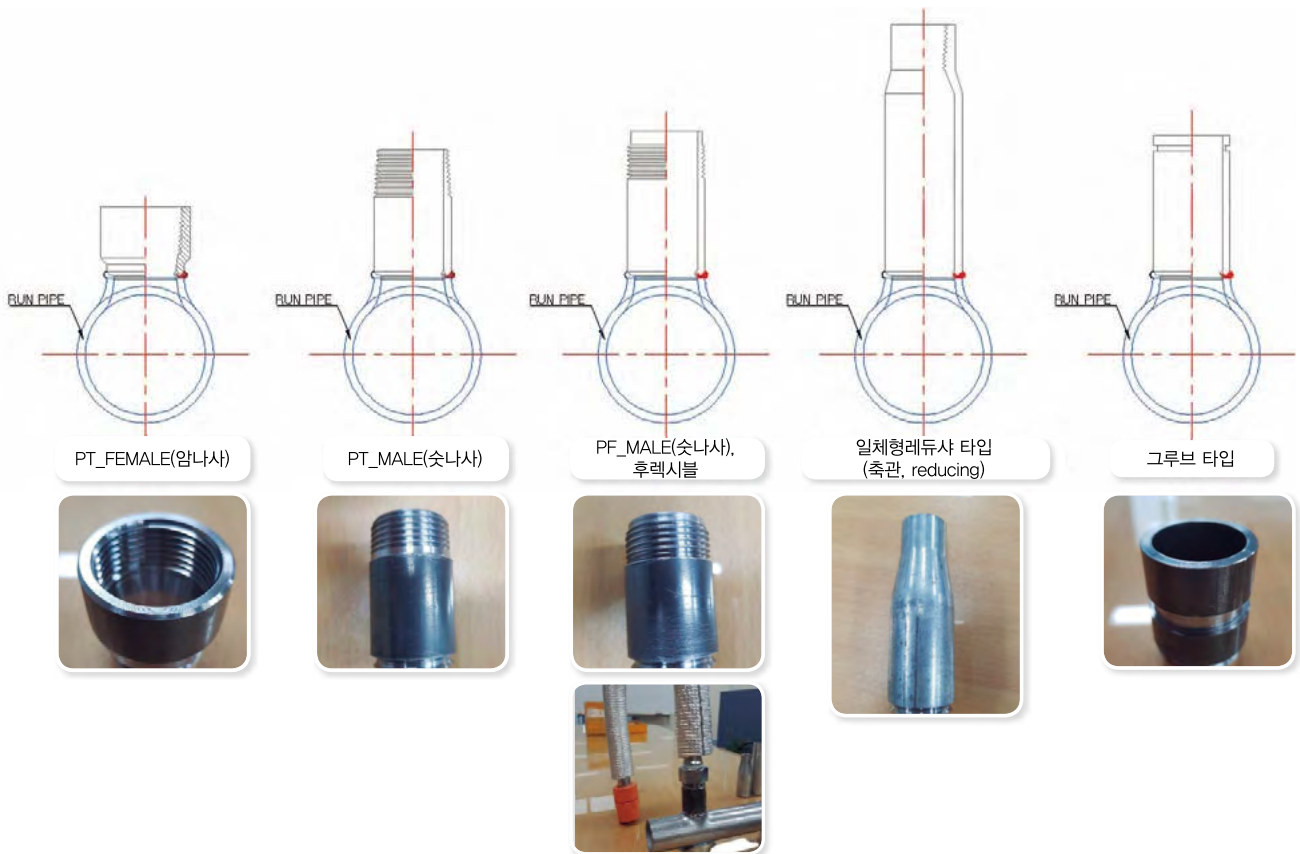
WELDING

- 정확한 센터에 용접함으로 분규칙한 냉각에 따른 다대 힘발생 감소
- 용입량 증가, 용접강도 증가, 백비드 용접가능
- 티뿔기부 심부 크랙에 위험성 완화
- 용접누수 감소
- 외력에 대한 강도 증가
- 기존 티뿔기이음쇠의 단점 보완

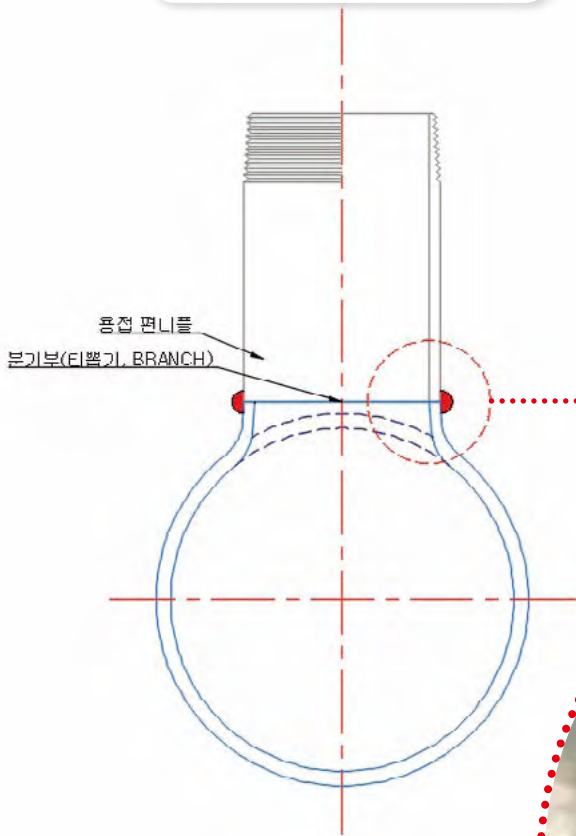
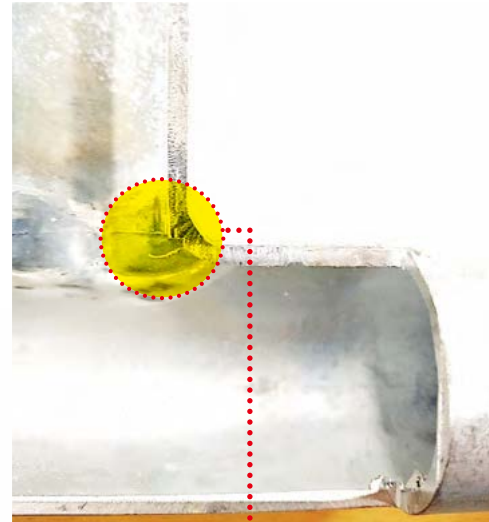
5. 티뿔기 용접개선형 배관이음식의 분기 연결형태

분기부의 다양한 연결형태

- 1) KS 배관연결방식에 맞는 다양한 방식으로 제작
- 2) 기존의 티뿔기의 제작방식과 동일 하지만 용접부에 대한 강성, 누수, 안정성은 월등히 높음
- 3) 주차장, 세대의 나사배관, 그루브배관, 후렉시블 SP등 무용접 배관에 우수
- 4) 모든 제품이 KFI인정 및 생산제품검사 합격품



6. 기존 티뵘기 배관이음식의 용접부 단면

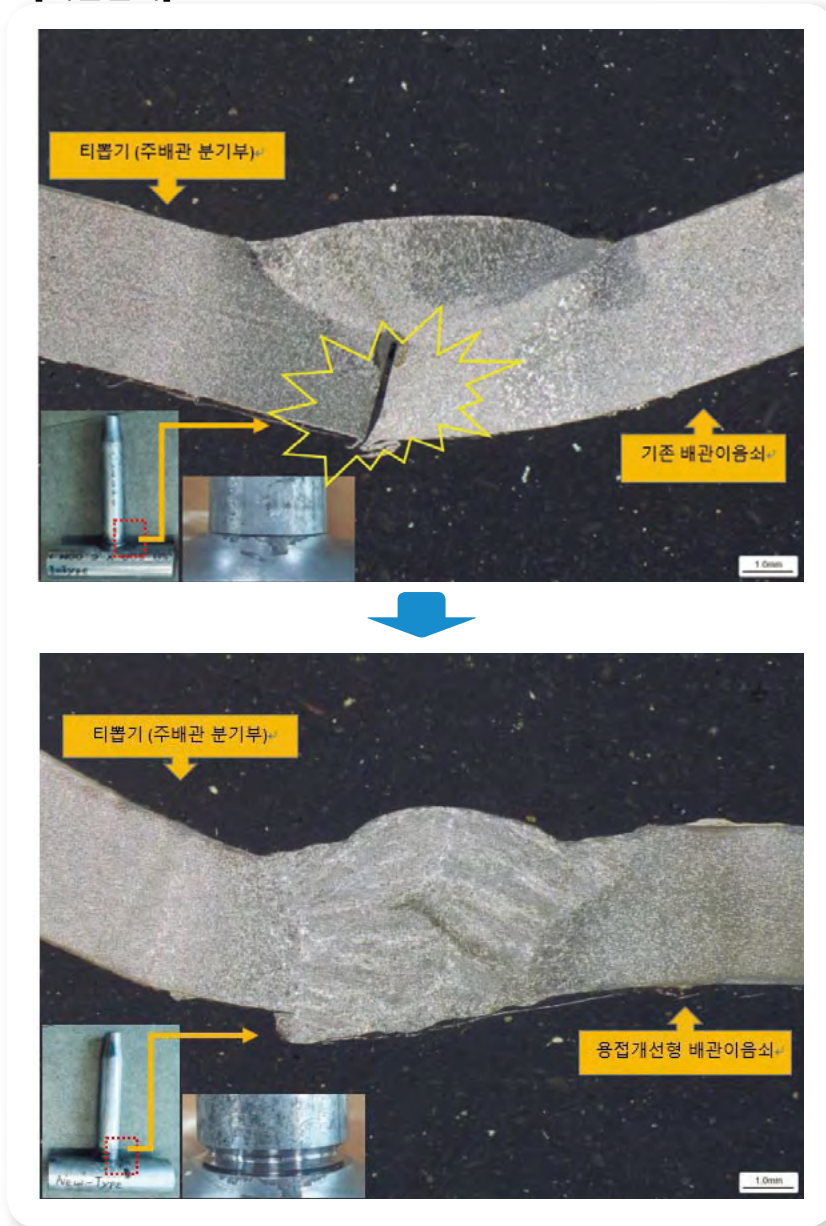


용접이 되지 않는 배관 절단면



7. 티뿔기 배관이음식의 용접부 금속조직의 분석

[시험결과]

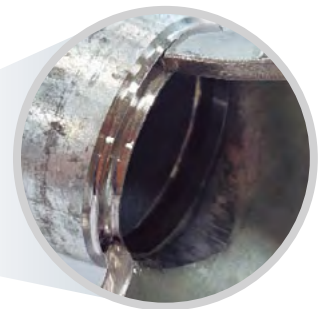


기존 티뿔기부 배관이음쇠 용접

용접시 파이프 두께의 절반도 못미치게 용입이 되어, 배관 내부는 유체에 의한 부식이 빠르게 발생 하는 구조이며 특히 직관이 아닌 유체의 저항과 마찰응력이 많이 발생하는 분기부로 용접강도의 강화가 필요합니다.

티뿔기 용접개선형 배관이음쇠 용접 (시험성적서 참조)

티뿔기(파이프 분기부)부와 분기부 연결 배관이음쇠가 완전히 용접되어 용접강도가 강화되는 구조입니다.



8. 기존 티뿔기이음쇠의 개선 방향

기존 티뿔기이음쇠



! 문제점 !

- | | | |
|--------------------|----------------------------|--------------------|
| 1. 개선각 無 | 7. 용입량 부족 | 13. BACK BEED형성 불가 |
| 2. 용접ROOT GAP 형성 無 | 8. 누수증가 | 14. 다양한 형태의 분기 불가 |
| 3. 가접시 편심발생 | 9. 인발부 크랙 위험성 증가 | 15. 결합개소 증가 |
| 4. 직각도 불량 | 10. 작업효율 저하 | 16. 원가상승 |
| 5. 용접량 부족 | 11. 용접시 이물질 내부에 발생시 청소 어려움 | 17. 냉각시 휨발생 |
| 6. 외력에 대한강도 약화 | 12. 용접시 용입물 내부 침투시마찰증가 | |

해결책(Solution)

티뿔기 용접개선형 배관이음쇠(특허)



9. 기존 티뿔기 배관이음식의 비파괴 검사 결과표



비파괴 검사를 통한 배관의 비교

용접두께 1.5t : 5.0t 분기배관이 3배 이상 얇고 금속밀도 0.4% : 0.13% 분기배관이 3배 이상 밀도 감소를 증가. 본 발명품은 용접부에 대한 ROOT GAP을 형성하는 구조로, 티뿔기 용접부의 용입불량을 줄일 수 있어, 만족스러운 RT검사 결과를 얻을 수 있을 것입니다.

| 구분 | | 공정 사진 |
|------|-----------|-------|
| 분기배관 | 티가공 (티뿔기) | |
| | 배관 이음쇠 용접 | |

| | | | |
|---|--|---|--|
| REPORT OF RADIOGRAPHIC EXAMINATION APN Inspection Tec. 방사선 투과 검사 보고서 | | 보고서번호 Report No. ASR-2012-1101 페이지번호 Page No. 1 of 3 | |
| 주문주/고객 Owner/Customer Project No./Name(과사번호/명) 90201516 | | 제품번호/제품명 Rem No./Name 스텝 배관 파이프 투공번호/투공명 Part No./Name 파이프 분기배관, 아몰렛 용접부 | |
| 트레이너 TRV No. N/A | | Rev. No. N/A | |
| S/No. 90201516 | | S/No. N/A | |
| Voltage 250 Kvp | | Source type <input type="checkbox"/> Ir-192 <input type="checkbox"/> Co-60 | |
| Current 5 mA | | Intensity Ci | |
| Focal Size 2.0 x 2.0 mm | | Focal Size mm | |
| X-ray Generator X선 발생장치 | | X-ray Generator 조사기 | |
| Exposure Time Hr 1 Min 40 Sec | | Exposure Time Hr Min Sec | |
| Material Type(재질) K90 3507, KG D 3562 | | Mat'l Thickness(두께) 0.25, 0.4 | |
| Penetration Thickness(투공두께) N/A | | Ghm Thickness(실두께) N/A | |
| Contrastmeter(저포계) <input type="checkbox"/> With <input type="checkbox"/> Without | | Source to Film Distance 600mm | |
| Density(농도) 2.0-4.0 | | Sensitivity(감도) N/A | |
| Film Viewing(필름관람) <input type="checkbox"/> Single <input type="checkbox"/> Double | | Developing Condition(현상조건) 20 C 5 Min | |
| Number of Film/cassettes(가제트/필름/캡) 1 리 | | Number of Radiographs(촬영횟수) 1 리 | |
| Remarks (Shooting Sketch) | | | |
| 시험 및 평가자 양희동 (Yang, Hyeon dong) | | 지역 번호 방사선 비파괴검사 102041502688 | |
| 검사 일자 2020. 12. 11 | | | |

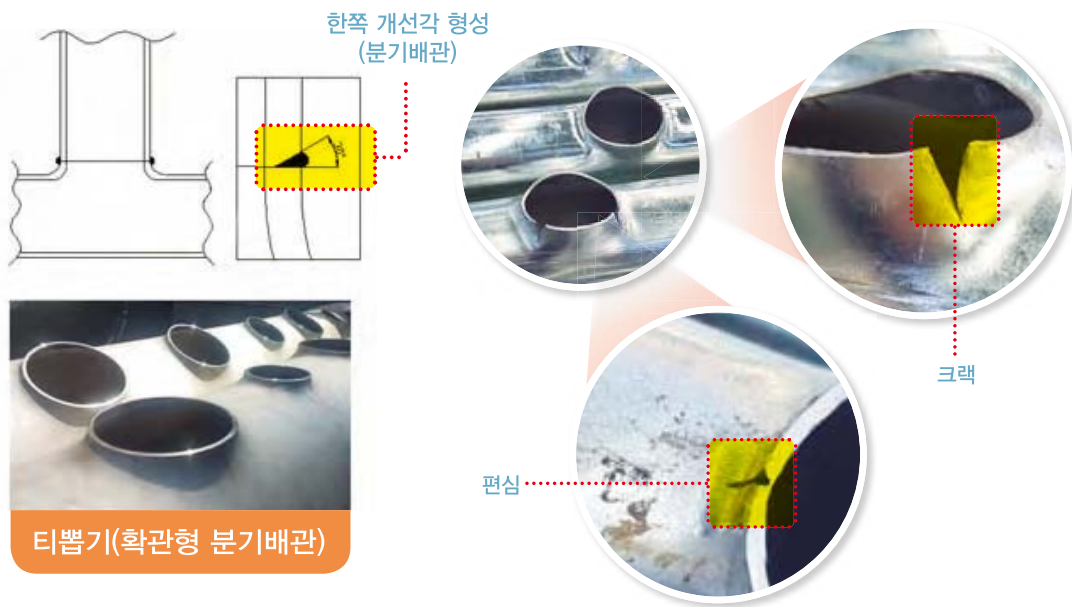
| | | | | |
|--|------------|---|------------------------------------|---------------|
| REPORT OF RADIOGRAPHIC EXAMINATION APN Inspection Tec. 방사선 투과 검사 보고서 | | 보고서번호 Report No. ASR-2012-1101 페이지번호 Page No. 2 of 2 | | |
| Identification No. 확인 번호 | Acc. 합격 | Rej. 불합격 | Interpretation 판정 | Remarks 비고 |
| 1 | | V | 용입부족 | 용접 배관 |
| 2 | | V | 용입부족 | 용접 배관 |
| A | | | 농도변화 (금속밀도의 차이) | 용접 배관 |
| B | | | 최저3.69 최고4.04 약 10%감소 (0.35~0.45가) | 용접 배관 |
| 1 | | V | 정상 | 용접 배관 |
| 2 | | V | 정상 | 용접 배관 |
| A | | | 농도변화 (금속밀도의 차이) | 용접 배관 |
| B | | | 최저3.68 최고3.76 약 3%감소 (0.1~0.13가) | 용접 배관 |
| - 이 상 - | | | | |

- 용입부족
- 밀도차 증가(0.13% : 0.4% 전공에 비해 3배)



10. 분기배관(티뿌기) 제작의 문제점

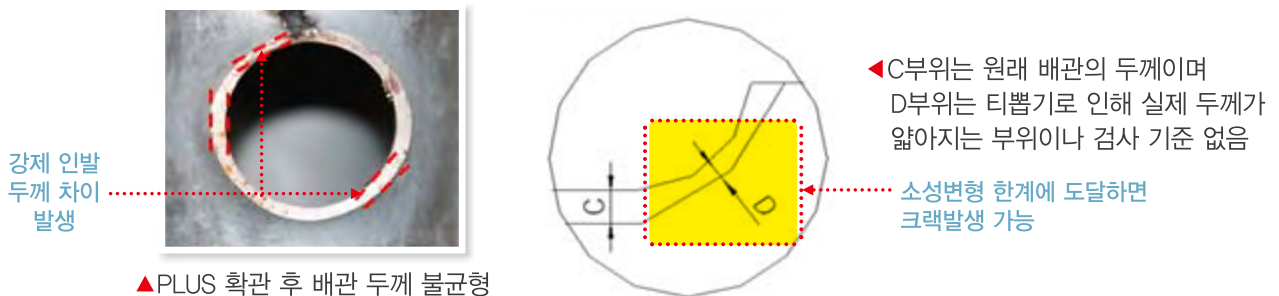
- 01** 분기배관의 강제 인발에 따른 두께변화(-34%)
 - 응력제거를 위한 별도의 공정이 없어 배관의 수명단축 및 외력에 취약
- 02** 강제인발(냉간소성) 작업을 단시간에 급격한 변화로 인해 소성변형부에 편심과 크랙의 발생 위험 발생
- 03** 심부 크랙의 경우 면가공 후에도 육안 식별이 어렵고, 배관이음쇠를 용접 하면 확인 불가



KSD 3507의 기준: 두께의 기준이 -12.5%까지 인정하며 파이프 생산업체는 -10% 수준으로 생산
완성된 분기배관 분기점의 두께 = 파이프의 제조업체들의 허용오차 + 티뿌기 과정의 손실

| 호칭 | 외경 | KS규격_KSD3507(SPP) | KFIS규격_KFIS022(티뿌기) | KS규격대비 두께축소비율 |
|-----|------|-------------------|---------------------|---------------|
| 15A | 21.7 | 2.65 | | |
| 20A | 27.2 | 2.65 | | |
| 25A | 34 | 3.25 | | |
| 32A | 42.7 | 3.25 | 2.4 | 26% |
| 40A | 48.6 | 3.25 | 2.4 | 26% |
| 50A | 60.5 | 3.65 | 2.4 | 34% |
| 65A | 76.3 | 3.65 | 2.9 | 21% |
| 80A | 89.1 | 4.05 | 3 | 26% |

배관 두께의 변화 -34% 감소



해외는 주로 **배관 이음쇠(OUTLET)를 사용한 소화배관 제작(FABRICATION)**이며, 분기배관(확관형)의 경우 보다 엄격한 기준을 적용하고 있음.

소화설비 배관-Integrally Reinforced Forged Branch Outlet Fittings
(완전하게 강화된 단조 아웃렛) MSS-SP-97 또는
Welded Outlet Fittings (용접식 아웃렛) UL 213B · FM1920

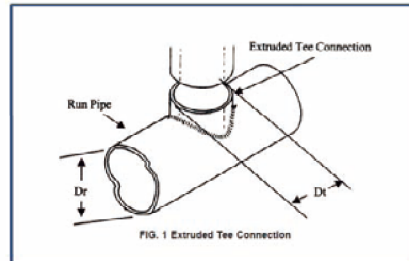
확관형 소화배관(확관형 분기배관)-Non-Reinforced Extruded Tee Connections
(비강화 압출 Tee) ASTM F 2014

- 일반적으로 해외의 경우 강제인방시 안전성을 강화하기 위해 매우 까다로운 조건의 검사를 하며.
- S/40의 고압용 흑관배관을 사용하며, 세계적으로 한국만 SPP(일반배관용 탄소강관)를 사용합니다.
- 따라서 두께가 얇은 파이프(SPP)를 사용하여 티뎁기하는 방식은 해외의 경우와 비교가 어렵습니다.



Designation: F 2014 - 00

Standard Specification for
Non-Reinforced Extruded Tee Connections for Piping Applications¹



확관형 분기배관 작업 기준 첨부 ASTM F2014

확관형 분기배관(EXTRUDED TEE)은

**COPPER,
COPPER NICKEL,
TITANIUM,
STEEL,
STAINLESS STEEL**
등의 소재에 적용할 수
있으나 아래와 같은 조항 하에 가능함.



TABLE 1 Materials That Have Acceptable Forming Qualities To Produce Extruded Tee Connections

| Material | ASTM Material Specifications |
|-----------------------|--|
| Copper | B 68, B 68M |
| Copper nickel | B 280 B 466/B 466M B 467 |
| Titanium ⁴ | B 337 Grades 1 and 2 B 338 Grades 1 and 2 A 53A 53M A 135 |
| Steel ⁵ | A 161 low carbon A 180A 180M Grade F15 A 205A 205M Grade F1 A 240A 240M Grade F16 A 333A 333M Grade 1 A 500 Grade A A 518 Grade 10 10 A 587 Grade A A 106 Grade B A 135 Grade A A 170A 170M A 202 Grade 130 A 210A 210M Grade A 1 A 252 Grade 1 A 334A 334M Grade 1 A 512 Grade SF 1010 A 567 A 672 Grade A-4 |
| Stainless steel | A 312A 312M TP 304 A 312A 312M TP 304L A 312A 312M TP 309S A 312A 312M TP 316 A 312A 312M TP 316L A 312A 312M TP 317 A 312A 312M TP 321 A 312A 312M TP 347 |

MATERIAL TABLE

⁴Titanium run pipe must be commercially pure (99.1%) and is limited to a maximum tee ratio of d.8.

A. 티타늄의 주관은 순도 99.1% 함유율로 맥시멈 TEE 비율 d.8에 제한한다.

⁵The material shall be in a normalized or fully annealed condition before cold forming the extruded tee.

⁶Steel shall be hot formed in the temperature range from 850 to 1000°C (from 1562 to 1832°F). Under these conditions, no subsequent stress relieving is required.

- B. 적용소재는 냉간 성형 전 노말라이즈 또는 완전히 어닐링한 후 작업한다.
- C. STEEL은 850도~1000도 사이에서 열간 성형(HOT FORMING)한다. 열간성형시는 후에 STRESS RELIEVING이 필요 없다.

- 티뎁기는 Non-Reinforced Extruded tee connection으로 원어에서 알 수 있듯이 비강화 압출TEE라는 분기배관 제작방식입니다.
- 원파이프의 강도보다 약화되는 구조의 배관 분기방식으로 해외에서 사용하기 위해서는 여러가지 까다로운 기술기준이 필요합니다.
- 그래서 본 발명품(티뎁기 용접개선형 이음쇠)는 티뎁기의 최대 단점인 '비강화 압출부 및 연결부를 강화' 하기 위해 개발된 제품입니다.

11. 기술기준의 프로세스 비교

소화설비 배관의 제작

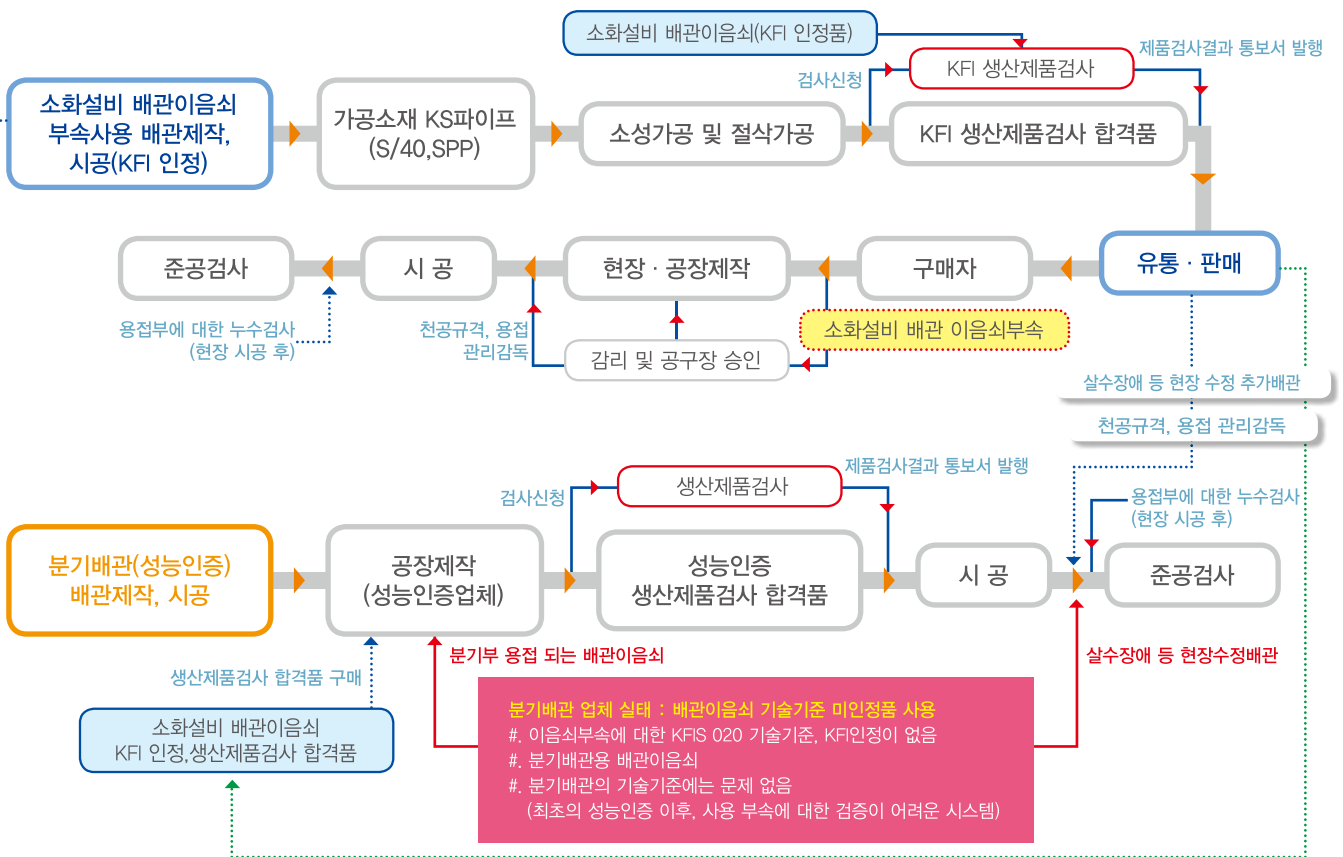
국내에서도 해외 처럼 소화설비 배관이음쇠를 사용하여 배관 제작 시작 (1999년~2010년)

1999년경_ 국내최초 소화배관 제작에 소화설비 배관이음쇠를 배관부속으로 사용

2005년_ 소화설비 배관이음쇠 기술기준 제정(KFIS 020)

2008년_ 분기배관(확관형) 기술기준 제정(KFIS 022)

2011년_ 분기배관(비확관형) 기술기준 제정(KFIS 022)



한국소방산업기술원(KFI) 공문 : 제품검사 합격품 유통판매

| | | |
|-------|-----------|---|
| 3-3-7 | 소화설비배관이음쇠 | - KFI인정수량(총 40건) - 제조 및 수입업체(총 16개사) |
|-------|-----------|---|

소화설비배관이음쇠 개요
소화설비를 구성하는 배관 등을 연결하거나 접합하기 위하여 사용되는 배관이음쇠를 말함

KFI인정관련규정 및 처리과정
소화설비배관이음쇠의 KFI인정은 제조업체 등의 신청에 따라 한국소방경정공사에서 「소화설비배관이음쇠의 KFI인정기준」에 의거하여 엄정한 시험을 거쳐 인정승인함

참고사항

- 구조에 따라 헤드이음쇠, 직관분기 용접볼이이음쇠, 그루브 이음, 클럼프 이음 등으로 구분
- 헤드이음쇠의 헤드연결부는 관용테이퍼나사이이어야 함

다, 시제품에 대한 제품인정 이후에는 양산제품을 검사(제품검사)하여 합격한 제품에 한하여 합격표시를 하고 출고·유통하게 됨

12. 분기배관(티뿔기) 배관이음쇠 해결과제



기존의 배관이음쇠의 문제점인 **중국산 임의부속**의 사용 등을 근절하고, 소화설비 배관이음쇠 **기술기준(KFIS 020)**의 제정 취지에 맞는 **우수한 제품**을 생산, 이를 이용하여 분기배관의 제작에 적극 활용하고 있습니다.



| 과제 | 현황 | 방향 | 비고 |
|-------------------------|--|--|--------------------|
| 1 기술기준 문제 | 분기배관 기술기준이 소화설비 배관이음쇠의 기술기준에 맞지 않는 배관이음쇠를 사용중 (KFIS 022) | KFI인정 및 생산제품검사 합격품 사용 (KFIS 020) | 일부 제조업체들 KFI인정 진행중 |
| 2 용접량 부족 | ROOT GAP, 용접개선각이 없이 맞대어 용접 | 용접개선, ROOT GAP, BACKING RING 기능 강화 | 외력에 대한 강도 강화 필요 |
| 3 품질문제 (크랙, 편심, 냉각휨) | 티뿔기 볼로 강제 인발, 메카니즘상 발생할 수 밖에 없는 구조, 가접사 취부시 육안작업으로 추가 편심발생, 냉각시 균일하지 못한 가접으로 인해 다대 직각도 문제 발생 | 티뿔기 분기부 기준으로 센터에 압입 후 가접, 용접하여 동심이 정확하며, 잔크랙은 깊은 용입으로 어느정도 해소 가능 | |
| 4 외력에 대한 강도 | 용접두께가 기존 배관의 절반 정도, 누수는 없음 | ROOT GAP, 개선각으로 인해 용입량 증가 외력에 대한 강도 증가 | |
| 5 작업효율감소 - 납기지연 | 가접사가 육안으로 센터, 수평으로 직각 확인 취부 | 삽입 후 바로 취부 (센터, 직각 자동형성) | |
| 6 부속 지급방식 및 단가 | 설비사가 제작업체에 공급 | 동일조건 (설비사 구매 단가) | 자동화 라인 및 재고 확보 |
| 7 중국산 저가 부속 (임의부속) | 배관 부속사에 의존 | 국내 KS소재, KFI인정 및 생산제품검사 합격품 | 배관의 기본은 부속 |

시험성적서(첨부자료)



시험성적서

ISO9001:2015 / ISO14001:2015

- * 성적서 번호 : ML-21-E147
- * 접수 일자 : 2021. 05. 11
- * 시험 일자 : 2021. 05. 17
- * 업체명 : ㈜피엘에스
- * 주소 : 경남 사천시 용현면 사천대로 969-4
- * 용도 : 품질관리용 * 재질 : 금속시험편
- * 시험방법 : 용접부 매크로시험
- * 시료구분 : 기존 티뵘기 배관이음쇠 용접 (T TYPE)
- * 온도 : 23±1 °C 습도 : 43±3 % R.H.



부산시 사상구 모덕로 11
전화번호 : 051-305-9002
팩스번호 : 051-305-9006

[시험결과]



* 시험자 : 박진형 / 금속재료기능장

[비고]

1. 이 성적서는 의뢰자가 제시한 시료 및 시료명으로 시험한 결과로서 전체 제품에 대한 품질을 보증하지 않습니다.
2. 이 성적서는 홍보, 선전, 광고 및 소송용 등으로 사용될 수 없으며, 용도 이외의 사용을 금합니다.

마이스터랩 금속시험소 대표



MLP-403-04(00)

Meister Laboratory

A4(210x297)



시험성적서

ISO9001:2015 / ISO14001:2015

- * 성적서 번호 : ML-21-E146
- * 접수 일자 : 2021. 05. 11
- * 시험 일자 : 2021. 05. 17
- * 업체명 : ㈜피엘에스
- * 주소 : 경남 사천시 용현면 사천대로 969-4



부산시 사상구 모덕로 11
 전화번호 : 051-305-9002
 팩스번호 : 051-305-9006

- * 용도 : 품질관리용 * 재질 : 금속시험편
- * 시험방법 : 용접부 매크로시험
- * 시료구분 : 개선형 티뵘기 배관이음쇠 용접 (NEW TYPE)
- * 온도 : 23±1 °C 습도 : 43±3 % R.H.

[시험결과]



* 시험자 : 박진형 / 금속재료기능장 *(Signature)*

[비고]

1. 이 성적서는 의뢰자가 제시한 시료 및 시료명으로 시험한 결과로서 전체 제품에 대한 품질을 보증하지 않습니다.
2. 이 성적서는 홍보, 선전, 광고 및 소송용 등으로 사용될 수 없으며, 용도 이외의 사용을 금합니다.

마이스터랩 금속시험소 대표




MLP-403-04(00)

Meister Laboratory

A4(210x297)

Welded outlet fittings & total piping solution

 (주)피엘에스

Factory. 경남 진주시 사봉면 사곡리 1840-1

Head Office. 경남 사천시 용현면 사천대로 969-4

Tel. 055)752-8884 Fax. 0303-3130-7713 E-mail. pls1943@naver.com