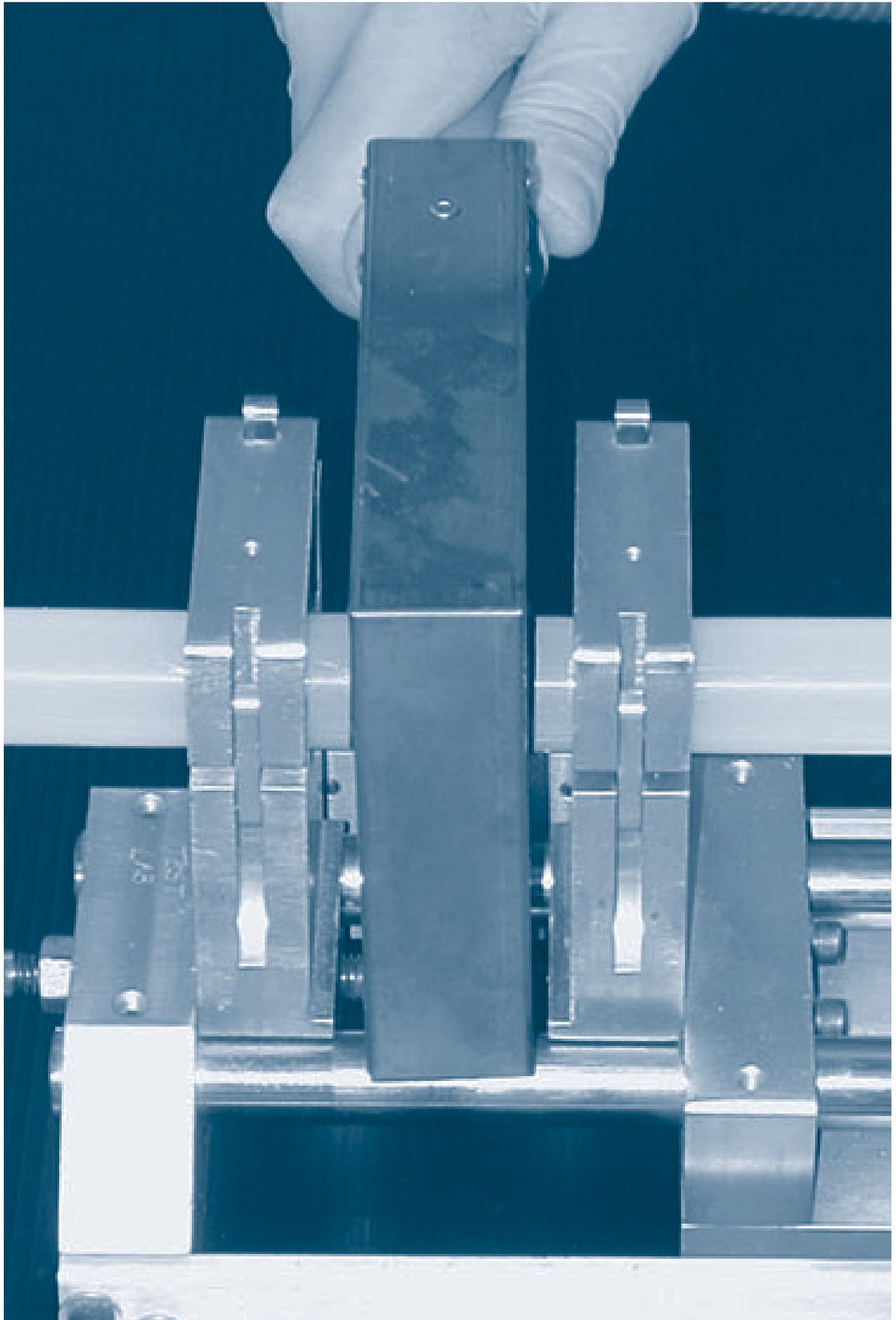




PUREBOND® 용접 공구

사용 설명서





## 목차

소개 .....	2	용접부 순서 .....	12
시설 및 환경 .....	3	용접 요령 .....	13
용접 공구 주문 정보 .....	3	유용한 힌트 .....	13
장비 설치 .....	4	용접 시스템 요구사항 .....	13
25.4mm(1인치) 및 50.8mm(2인치) 벤치톱 용접 공구 .....	4	설치된 파이프 지지대 .....	14
장비 조정 .....	5	열 팽창 및 수축 - 공식 1 .....	14
25.4mm(1인치) PureBond 용접 공구 - 표준 클램프형 .....	5	열 팽창 및 수축 - 공식 2 .....	15
25.4mm(1인치) PureBond 용접 공구 - 박형 클램프형 .....	5	용접 시스템 수정 .....	16
50.8mm(2인치) PureBond 용접 공구 .....	6	시운전 전 재용접 .....	16
용접 단계 .....	7	시운전 후 재용접 .....	16
표준 및 최소 용접부 .....	7	용접 도중과 설치 후의 안전 고려사항 .....	16
표준 클램프를 사용하여 측정 .....	7	재질 정보 .....	16
박형 클램프를 사용하여 측정 .....	8	경고 .....	17
단면 절삭(Facing) .....	8	발열체 안전 .....	17
용접 밀착 치수 .....	8	용접부 냉각 .....	17
용접 .....	9	감전 .....	17
지지 파이프 길이 .....	9	설치된 시스템 안전 .....	17
캡 피팅/파이프 .....	9	기술 정보 .....	18
보호 밸브 .....	9	크리프 저항 .....	18
용접부 검사 및 승인 .....	10	장기 파이프 강도 .....	18
용접부 육안 검사 .....	10	파이프 안전 계수 .....	19
용접부 플렉스 검사 .....	11	용접부 강도 .....	19
치수 용접 .....	11	정의 .....	21
용접부 유형 .....	11	추가 정보 .....	22
구성품 치수 .....	12	판매 규정 및 조건 .....	22
		제품 보증 .....	22

## 소개

PureBond® 파이프 구성품은 최초의 용접 가능한 PFA 파이프 제품이었습니다. Entegris는 전혀 새지 않고 PFA의 모든 화학적 불활성을 갖춘 파이프 시스템에 대한 업계의 요구에 부응하여 이러한 제품을 개발했습니다. Entegris는 토털 시스템 접근 방식으로 PureBond 파이프 제품을 설계 및 생산하기 위해 PFA 및 유체 관리 전문 기술을 사용했습니다. Entegris는 Schedule 40 파이프, Schedule 80 파이프, 피팅, 밸브, 액세서리 등 각종 시스템 구성품을 개발했습니다.

PureBond 파이프 제품을 개발하는 동안 다양성과 설치 편의를 고려하여 설계했습니다. 따라서 PureBond 파이프 용접 장비는 휴대하기 편하며, 가볍고, 사용하기 쉽습니다.

PureBond 파이프 구성품은 PFA로 제조되기 때문에 화학적으로 안정하고 불활성입니다. PureBond 파이프는 열화되거나 새지 않으므로 공정 화학 물질이나 순수(pure water)를 오염시키지 않습니다.

### 특허 받은 공정

Entegris는 독창적인 PureBond 파이프 용접 공정을 개발했습니다. PFA는 기존 용접 기술에 잘 맞지 않기 때문에 PureBond 파이프 용접부는 특허 받은 비접촉 용접 방법(미국 특허 번호 4,929,293)으로 만들어집니다. PureBond 파이프 용접 공구는 접합할 파이프, 피팅 또는 밸브의 끝단을 용융 상태로 가열한 후 함께 압착합니다.

Entegris의 PureBond 파이프 용접 공정은 설치 변수를 없애 줍니다. PureBond 파이프 용접 공구는 파이프, 피팅 및 밸브를 정렬된 상태로 고정합니다. 단면 절삭 공구는 부품이 용접 공구 안으로 들어가는 거리를 사전 설정하고, 용접 공구 가이드는 히터가 가운데에 있도록 해줍니다. 사전 설정된 잠금 장치는 용융된 끝단이 지나치게 압착되는 것을 방지합니다. 따라서 PureBond 파이프 용접 공정에서는 접합 품질의 일관성이 유지됩니다.

PureBond 파이프 용접부는 스투드가 제거되어 냉간 유동과 그로 인한 누출이 발생할 위험이 없습니다. 이러한 용접부는 파이프만큼 강하므로 스투드 시스템을 사용하는 경우보다 더 안전한 시스템을 제공합니다.

Entegris의 기술 담당자가 PureBond 파이프 맞춤형 구성품과 조립품 설계에 대해 상담해 드립니다.

참고: PureBond 용접 가능 파이프 제품은 재질 면에서 Entegris가 제조한 PureBond 피팅 및 파이프 구성품에 적합하도록 특별히 설계, 시험 및 분류되었습니다. PureBond 용접 가능 파이프 제품을 타사에서 제조한 구성품에 연결한 경우에는 잘 맞지 않고 용접부 연결이 완전하지 않을 위험이 있습니다. 또한 PureBond 용접 가능 파이프 제품을 Entegris에서 제조하거나 서면으로 보증하지 않은 공구를 사용하여 접합한 경우에도 잘 맞지 않고 용접부 연결이 완전하지 않을 위험이 있습니다.

### 맞대기 용접 방법

PureBond 파이프 제품에 사용되는 맞대기 용접 방법은 지침이 간단하고 복잡하지 않은 시각적 절차입니다. 타이밍 주기는 필요하지 않습니다. 시각적 절차는 작업자가 시계보다 작업에 집중할 수 있도록 해줍니다. 작업자는 끝단이 용접에 필요한 정도로 용융되었는지 육안으로 알 수 있습니다.

맞대기 용접 방법의 기본 원리는 비접촉 히터를 사용하여 두 표면을 용접 온도까지 가열한 후 두 표면을 맞대고 압력을 가해 두 표면을 융합하는 것입니다. 이 압력으로 인해 녹은 재질들이 접촉면 사이에서 유동하고 이 영향으로 혼합 부위에서 용착이 만들어 집니다. 냉각하면 원래 접촉면이 사라지고 두 부분이 결합됩니다. 접합된 두 조각 사이에 추가되거나 화학적으로 변하는 것은 없습니다.

용접부의 강도를 일정하게 유지하려면 다음 절차를 준수해야 합니다. Entegris는 용접 절차를 완전히 이해하는 사람만 수리를 위해 PureBond 파이프 제품을 용접하도록 권장합니다.

## 시설 및 환경

공구는 외풍으로부터 보호되는 깨끗하고 건조한 구역에서 사용하십시오. 통상적인 작업장 환기는 허용됩니다. 외풍은 파이프 끝단의 불균일한 가열을 유발하므로 용접 품질이 불량해질 수 있습니다(Society of the Plastics Industry, Inc.의 '불소중합체 수지의 안전한 취급을 위한 가이드' 참고).

용접 오염을 줄이고 작업자에게 안전한 환경을 조성하기 위해 평평하고 깨끗한 작업대나 카트 위에서 공구를 사용하십시오. 항상 지정된 전압을 사용하여 히터를 연결해야 합니다(아래 표 참고). 가능하면 정격 전압의 ±5% 이내의 전압에 연결하십시오.

## 용접 공구 주문 정보

### 25.4mm(1인치) 벤치마운트 키트

부품 번호*	전압	사이클	전력
213-67	120VAC	50/60Hz	1280와트
213-68	100VAC	50/60Hz	1280와트
+ 213-69	230VAC	50/60Hz	1280와트

### 50.8mm(2인치) 벤치마운트 키트

부품 번호*	전압	사이클	전력
213-70	120VAC	50/60Hz	1280와트
213-71	100VAC	50/60Hz	1280와트
+ 213-72	230VAC	50/60Hz	1280와트

### 교체 부품

부품 번호*	설명
213-47	25.4mm(1인치) 단면 절삭 공구
1223-014	오른쪽 교체 블레이드
1223-015	왼쪽 교체 블레이드
213-33	12.7mm(1/2인치) 측정 공구
213-34	19.05mm(3/4인치) 측정 공구
213-35	25.4mm(1인치) 측정 공구
213-42	스페이서 플레이트가 있는 파이프 절단기
213-31	히터 홀더
213-48	박형 클램프 조립품
1220-003	12.7mm(1/2인치) 인서트 - 표준
1220-004	19.05mm(3/4인치) 인서트 - 표준
213-28	25.4mm(1인치) 키트 - 모든 부품 포함
1220-079	12.7mm(1/2인치) 인서트 - 박형
1220-078	19.05mm(3/4인치) 인서트 - 박형
213-44	120VAC 히터
213-45	100VAC 히터
+ 213-46	230VAC 히터
1220-179	6.35mm(1/4인치) 인서트 - 박형
213-84	6.35mm(1/4인치) 키트 - 모든 부품 포함
1223-027	25.4mm(1인치) 단면 절삭 공구용 교체 체인
215-164 절단기	표준 파이프용 교체 스프링
213-212	열 차단재

부품 번호*	설명
213-51	50.8mm(2인치) 단면 절삭 공구
1223-018	교체 블레이드(2개 필요)
213-33	12.7mm(1/2인치) 측정 공구
213-34	19.05mm(3/4인치) 측정 공구
213-35	25.4mm(1인치) 측정 공구
213-52	50.8mm(2인치) 측정 공구
213-30	파이프 절단기 - 표준
1223-021	교체 블레이드(세트)
213-53	파이프 절단기 - 50.8mm(2인치) 파이프
213-31	히터 홀더
1220-205	12.7mm(1/2인치) 인서트
1220-206	19.05mm(3/4인치) 인서트
1220-207	25.4mm(1인치) 인서트
213-55	120VAC 히터
213-56	100VAC 히터
+ 213-57	230VAC 히터
1223-028	50.8mm(2인치) 단면 절삭 공구용 교체 체인
215-164 절단기	표준 파이프용 교체 스프링
213-212	열 차단재

교체 부품은 요청 시 공장에서 구입할 수 있습니다.

\*PureBond 용접 공구를 임대하려면 부품 번호 끝에 " R"을 추가하십시오.

† 히터에는 저전압 지침 73/23/EEC(EN60335-1과 EN60335-2-45)에 따른 CE 마크가 부착되어 있습니다. **CE**

참고: 히터의 전원 코드는 교체할 수 없습니다. 코드가 파손되면 해당 기기를 폐기해야 합니다.

## 장비 설치

### 25.4mm(1인치) 및 50.8mm(2인치) 벤치톱 용접 공구

1. 작업 표면과 주변을 강한 열로부터 보호하기 위해 히터 스탠드를 열 차단재 안에 둡니다(열 차단재는 230VAC 장치에는 포함되어 있고, 다른 장치에는 옵션임). 브래킷이 위를 향하도록 적외선 히터를 스탠드 안에 거꾸로 배치합니다(사진 1 참고). 히터를 거꾸로 보관하면 용접 공구에서 히터를 똑바로 설치한 경우 열이 상승하여 보다 균일한 용접 표면이 형성됩니다.

**⚠ 주의: 히터/열 차단재에서 60cm(24인치) 이내에 있는 모든 인화성 물체를 제거하십시오.**

2. 히터 파손을 방지하기 위해 히터의 적외선 면의 어느 쪽도 방열을 차단하지 않도록 합니다.
3. 석영 표면이 깨질 수 있으니 히터를 떨어뜨리지 않도록 주의합니다. 또한 히터의 내부 구성품이 반복된 충격에 파손될 수 있으니 홀더에서 히터를 뒤쪽에 두어야 합니다. 석영판에 금이 간 경우 수리를 위해 히터를 공장으로 반환하십시오.
4. 적절한 전압을 히터에 적용합니다. 적정 암페어(최소 15암페어)가 필요합니다. 최소 15분간 히터를 예열합니다.
5. 벤치마운트 용접 공구를 작업대나 카트에 볼트나 클램프로 고정합니다.
6. 파이프와 피팅을 결합하기 위해 용접 클램프에 적정 치수의 인서트를 설치합니다(사진 2 참고). 25.4mm(1인치) 공구를 사용하는 경우 25.4mm(1인치) 치수의 구성품을 용접하는 데에는 인서트가 필요 없습니다. 또한 50.8mm(2인치) 구성품을 용접할 때는 50.8mm(2인치) 공구에 인서트가 필요 없습니다.

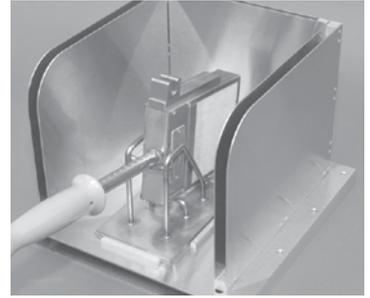


사진 1

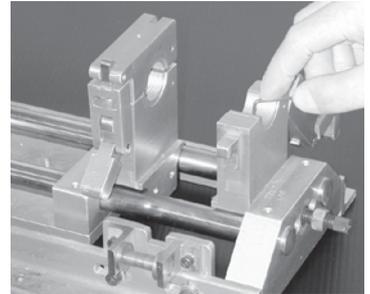


사진 2

## 장비 조정: 25.4mm(1인치) PureBond 용접 공구 - 표준 클램프형

### 공구 유지보수

PureBond 용접 공구는 유지보수가 거의 필요 없습니다. 슬라이딩 구성품에 오일 한 방울 가하는 것이 전부입니다. 단면 절삭 공구는 일반적으로 예리한 모서리가 장기간 유지되므로 날을 갈지 않아도 됩니다. 블레이드가 무뎠거나 이가 빠지면 교체하는 것이 좋습니다. 용접 공구가 조정된 상태에서 약간 벗어날 수 있습니다. 아래 지침에서는 공구를 적절한 작동 상태로 되돌리는 데 필요한 단계를 설명합니다.

### 용접 개방 치수

상단에서 하단까지 불균일하게 가열되거나 파이프 끝단을 용접한 후 히터가 잘 회전되지 않는 경우 용접 개방 치수를 조정해야 할 수 있습니다.

1. 개방 거리 고정나사 위의 잠금 너트를 풀어 줍니다.
2. 클램프 사이의 개방 치수가 정확히 50.8mm(2인치)가 되도록 개방 거리 고정나사를 조정합니다. 클램프 턱(jaw)의 내부 모서리에서 개방 거리를 측정합니다(사진 3 참고).
3. 잠금 너트를 사용하여 고정나사를 제자리에 잠급니다.

### 히터 브래킷 조정

파이프 용접부 양면이 균일하게 가열되지 않으면 허용되지 않는 불균일한 용접부가 발생합니다. 이 경우 히터 브래킷을 조정해야 할 수 있습니다.

1. 파이프를 용접 공구 안에 설치하고 측정 후 단면을 절삭합니다.
2. 전원을 켜지 않은 상온 상태의 히터를 제 위치에 놓고 정렬 상태를 점검합니다.

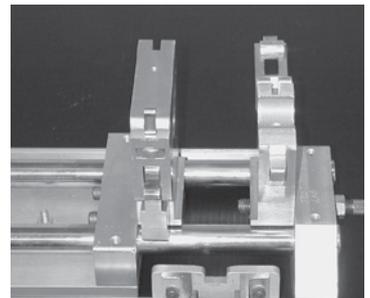


사진 3

3. 히터가 파이프 끝단에 수직으로 놓여 있지 않은 경우 필요한 방향으로 히터를 살짝 누릅니다. 이렇게 하면 브래킷이 연결된 판금 하우징이 점차 형태를 이루면서 오정렬이 수정됩니다(사진 4 참고).
4. 히터가 파이프 끝단 사이의 등거리에 있지 않은 경우 앵글 브래킷을 용접 공구에 고정하는 캡 나사를 풀어 줍니다. 필요한 방향으로 조정하고 다시 조입니다(사진 5 참고).
5. 그래도 히터가 등거리에 있지 않거나 제자리에서 돌려보았을 때 파이프에 닿는다면 브래킷을 히터에 고정하는 캡 나사를 풀어 줍니다(사진 6 참고).
6. 필요한 방향으로 히터를 조정한 후 브래킷 잠금 장치를 제자리에서 다시 조입니다.

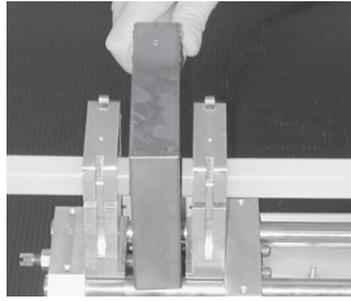


사진 4

### 파이프/피팅 정렬

용접 공구에 고정되어 있는 동안 끝단이 적절히 정렬되지 않으면 허용되지 않는 오프셋 용접이 발생합니다. 파이프를 고정하는 클램프를 정렬해야 할 수 있습니다.

1. 슬라이딩 기관 조립품 맞은편 클램프를 고정하는 캡 나사 2개를 풀어 줍니다.
2. 용접 공구 핸들을 닫힌 위치까지 밀고, 양쪽 클램프 사이의 거리가 대략 152.4mm(6인치)가 되도록 파이프 단면을 단단히 고정합니다(사진 7 참고).
3. 캡 나사 2개를 다시 조여 클램프를 제자리에서 잠급니다. 이렇게 하면 용접하는 동안 구성품이 적절한 정렬 상태를 유지합니다.

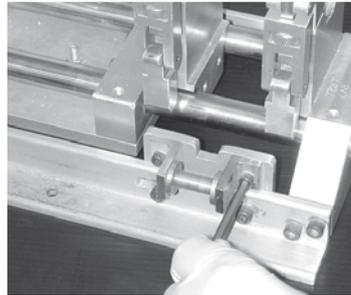


사진 5

## 장비 조정: 25.4mm(1인치) PureBond 용접 공구 - 박형 클램프형

### 설치 및 조정

1. 벤치마운트 용접 공구에서 표준 너비 클램프를 제거합니다.
2. 적절한 박형 클램프를 슬라이딩 기관 조립품에 조립하고 캡 나사를 단단히 조입니다(사진 8 참고). 슬라이딩 기관 작동 시 바인딩이 발생하지 않도록 클램프를 배치합니다.

**참고:** 2개의 박형 클램프는 좌우를 서로 바꿀 수 없으므로 클램프 래치가 공구의 앞쪽을 향하도록 주의해서 조립해야 합니다.

3. 나머지 클램프를 벤치마운트 공구에 조립하되, 캡 나사를 조이지 않습니다.
4. 치수가 25.4mm(1인치) 미만인 파이프와 피팅을 결합할 때는 파이프 인서트틀 클램프에 설치합니다.
5. 핸들을 닫힌 위치까지 밀고, 양쪽 클램프 사이의 거리가 대략 152.4mm(6인치)가 되도록 파이프의 단면을 고정합니다. 클램핑 장력은 클램프 상단의 스프링을 돌려서 조정할 수 있습니다. 조정하기 전에 파이프의 클램프를 풀어야 합니다.
6. 슬라이딩 기관 조립품 맞은편 클램프에서 나머지 캡 나사 2개를 단단히 조입니다. 이렇게 하면 용접하는 동안 구성품이 적절한 정렬 상태를 유지합니다.
7. 클램프에서 파이프를 제거하여 슬라이딩 기관 조립품이 개방 위치로 돌아가게 합니다. 이제 벤치마운트 공구가 단축된 용접 거리에서 작동할 준비가 되었습니다.

**참고:** 표준 너비 클램프를 벤치마운트 공구에 재설치할 경우 박형 클램프 설치에 설명된 동일한 절차를 따르십시오.



사진 6

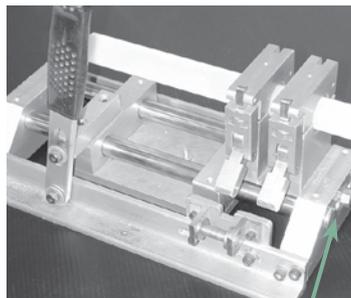


사진 7

캡 나사

8. 개방 거리 고정나사 위의 잠금 너트를 풀어 줍니다.
9. 박형 클램프 사이의 개방 거리가 정확히 42.0mm(1.65인치)가 되도록 고정나사를 조정합니다. 개방 치수는 사진 9와 같이 측정해야 합니다.
10. 고정나사를 제자리에 잠급니다.

## 장비 조정: 50.8mm(2인치) PureBond 용접 공구

PureBond 용접 공구는 유지보수가 거의 필요 없습니다. 슬라이딩 및 회전 구성품은 모두 자체 윤활되므로 추가 주의를 요하지 않습니다. 단면 절삭 공구 블레이드는 일반적으로 예리한 모서리가 장기간 유지되므로 날을 갈지 않아도 됩니다. 블레이드가 무뎠거나 이가 빠지면 교체하는 것이 좋습니다. 가능성은 적지만 용접 공구가 조정된 상태에서 약간 벗어날 수 있습니다. 아래 지침에서는 공구를 적절한 작동 상태로 되돌리는 데 필요한 단계를 설명합니다.

### 용접 개방 치수

상단에서 하단까지 불균일하게 가열되거나 파이프 끝단을 용접한 후 히터가 잘 회전되지 않는 경우 용접 개방 거리를 조정해야 할 수 있습니다.

1. 개방 거리 고정나사 위의 잠금 너트를 풀어 줍니다.
2. 클램프 사이의 개방 치수가 정확히 50.8mm(2인치)가 되도록 개방 거리 고정나사를 조정합니다(사진 10 참고). 클램프 턱(jaw)의 내부 모서리에서 개방 거리를 측정합니다.
3. 잠금 너트를 사용하여 고정나사를 제자리에 잠급니다.

### 히터 브래킷 조정

파이프 용접부 양면이 균일하게 가열되지 않으면 허용되지 않는 용접부가 발생합니다. 이 경우 히터 브래킷을 조정해야 할 수 있습니다.

1. 파이프를 벤치마운트 공구 클램프 안에 설치하고 측정 후 단면을 절삭합니다.
2. 전원을 켜지 않은 상온 히터를 제 위치에 놓고 정렬 상태를 점검합니다.
3. 히터가 파이프 끝단에 수직으로 놓여 있지 않은 경우 필요한 방향으로 히터를 살짝 누릅니다. 이렇게 하면 브래킷이 연결된 판금 하우징이 점차 형태를 이루면서 오정렬이 수정됩니다.
4. 히터가 파이프 끝단 사이의 등거리에 있지 않은 경우 그림과 같이 오른쪽 앞 필로우 블록에 있는 고정나사를 풀어 줍니다. 힌지 바를 필요한 방향으로 조정하고 다시 조입니다(사진 11 참고).
5. 그래도 히터가 등거리에 있지 않거나 제자리에서 돌려보았을 때 파이프에 닿는다면 브래킷을 히터에 고정하는 캡 나사를 풀어 줍니다(사진 12 참고).
6. 필요한 방향으로 히터 브래킷을 조정 후 브래킷 잠금 장치를 제자리에서 다시 조입니다.

### 파이프/피팅 정렬

용접 공구에 고정되어 있는 동안 끝단이 적절히 정렬되지 않으면 허용되지 않는 오프셋 용접이 발생합니다. 파이프를 고정하는 클램프를 조정해야 할 수 있습니다.

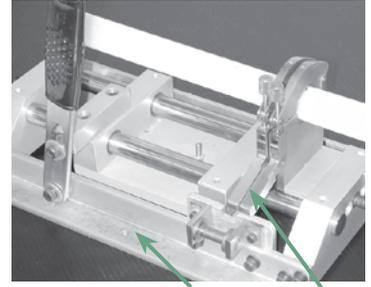


사진 8 앞면 클램프 래치

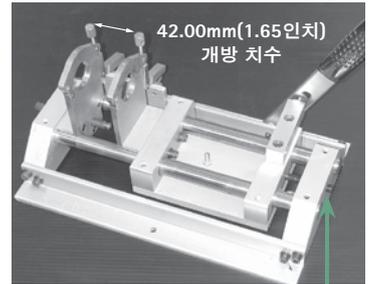


사진 9 잠금 너트와 개방 거리 고정나사

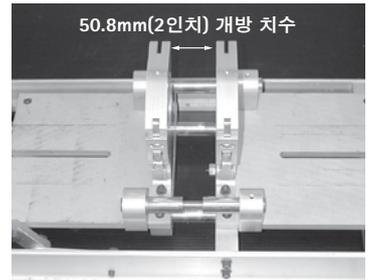


사진 10

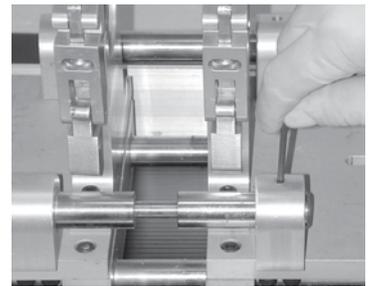


사진 11



사진 12

1. 슬라이딩 기판 조립품 맞은편 클램프를 고정하는 캡 나사 2개를 풀어 줍니다.
2. 용접 공구 핸들을 닫힌 위치까지 밀고, 양쪽 클램프 사이의 거리가 대략 152.4mm(6인치)가 되도록 파이프의 단면을 고정합니다.
3. 캡 나사 2개를 다시 조여 클램프를 제자리에서 잠급니다. 이렇게 하면 용접하는 동안 구성품이 적절한 정렬 상태를 유지합니다.
4. 슬라이딩 지지 클램프를 올바르게 정렬하기 위해 T-슬롯 잠금 볼트를 풀어 줍니다. 457.2mm(18인치) 길이의 파이프를 4개의 클램프 베이스 모듈에 걸쳐 놓고, 필요한 대로 슬라이딩 지지 클램프를 배치한 후 클램프를 제자리에 잠급니다.
5. T-슬롯 잠금 볼트를 다시 조이고 클램프를 풀어 파이프를 제거합니다.



사진 13

## 용접 단계

### 표준 및 최소 용접부

표준 용접부의 경우 25.4mm(1인치) 또는 50.8mm(2인치) PureBond 용접 공구에 표준 너비 클램프를 사용합니다. 이러한 클램프는 일반적인 용접에 사용되며 구성품을 가장 적절하게 지지합니다. 길거나 무거워 추가 지지가 필요한 파이프와 피팅을 접합하는 데 이러한 클램프를 사용해야 합니다.

박형 클램프 조립품은 25.4mm(1인치) PureBond 용접 공구에만 사용할 수 있으며, 피팅 사이의 실제 거리를 크게 줄여 줍니다.

**참고: 박형 클램프는 6.35mm(1/4인치) 파이프 제품을 용접하는 데 적합한 유일한 클램프입니다.**

박형 클램프 설치 지침은 6페이지의 “장비 조정: 25.4mm(1인치) PureBond 용접 공구 - 박형 클램프형”를 참조하십시오.

박형 클램프가 있는 벤치마운트 공구의 단면 절삭 및 용접 작업은 표준 클램프 작업과 동일합니다. 그러나 피팅 준비 및 측정 작업에서 약간 차이가 있습니다.

### 표준 클램프를 사용하여 측정

1. 제공된 래치형 파이프 전단기를 사용하여 파이프를 원하는 길이로 자릅니다(사진 13 참고).
2. 용접할 두 부품을 클램프 안에 놓고 제자리에 잠급니다. 잠금력은 엄지 휠로 조절할 수 있습니다. 엄지 휠을 조정하려면 클램프를 풀어야 합니다.

### 3. 25.4mm(1인치) 벤치마운트

용접할 두 부품 사이에 적정 치수의 측정 공구(12.7mm(1/2인치), 19.05mm(3/4인치) 또는 25.4mm(1인치))를 놓고 용접 공구 핸들을 밀어서 단습니다. 표준 클램프용 측정 공구만 사용하십시오.

### 50.8mm(2인치) 벤치마운트

용접할 두 부품 사이에 적정 치수의 측정 공구 12.7mm(1/2인치), 19.05mm(3/4인치), 25.4mm(1인치) 또는 50.8mm(2인치)를 놓고 용접 공구 핸들을 밀어서 단습니다.

4. 파이프/피팅이 측정 공구 안에 완전히 들어가도록 조정하면서 측정 공구의 걸면을 클램프와 수평으로 유지합니다(사진 14).
5. 클램프를 단단히 조이고 용접 공구 핸들을 해제한 후 측정 공구를 제거합니다.
6. 엘보와 티 같은 피팅이 포함된 경우 올바른 방향으로 회전하는지 확인합니다(10페이지, 캡 피팅/파이프 참조).
7. 부품 측정에서는 반복 가능한 용접 조립품 치수가 허용됩니다. 용접이 완료되면 두 부품이 원래 길이보다 약 5.7mm(0.224인치) 더 가까워집니다.

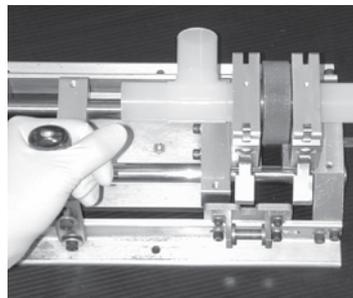


사진 14

**박형 클램프를 사용하여 측정**

1. 피팅을 클램프에 배치하기 전에 제공된 특수 래치 절단기(부품 번호 213-42)를 사용하여 스테브 끝단을 잘라냅니다(사진 15 참고).
2. 각각의 표준 12.7mm(½인치), 19.05mm(¾인치) 및 25.4mm(1인치) 피팅에는 스테브 끝단에서 약 38.1mm(1.5인치) 또는 19.1mm(0.75인치) 거리에 솔더가 있습니다. 스테브 끝단을 잘라낼 때는 절단기 측면에 있는 특수 스페이서 플레이트를 이 솔더에 단단히 고정해야 합니다.

**참고: 6.35mm(¼인치) 피팅과 최소 용접부 PureBond 피팅은 잘라내지 않아도 됩니다.**

3. 절단 후 솔더를 클램프에 대고 정면으로 눌러 피팅을 벤치 공구 박형 클램프 안에 배치해야 합니다. 파이프에 용접하는 경우 용접 전에 적절한 단면 절삭을 고려하여 적당한 길이의 파이프를 클램프 속으로 통과시켜야 합니다.
4. 박형 클램프를 사용할 때는 표준 너비 클램프에서 사용되는 측정 절차가 필요하지 않습니다. 표준 너비 클램프에서 사용되는 것과 동일한 단면 절삭 및 용접 절차를 진행하면 됩니다.

**참고: 표준 길이 용접부의 경우와 마찬가지로, 이러한 용접부는 길이가 짧기 때문에 2차 용접 작업이 가능한 적절한 재질은 없습니다.**

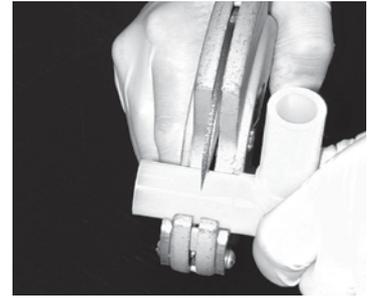


사진 15

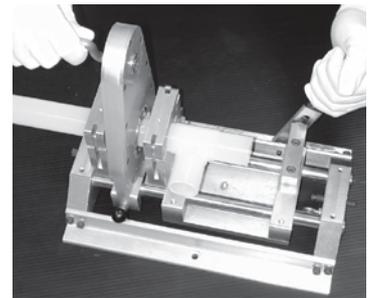


사진 16

**단면 절삭(Facing)**

1. 용접할 부품 사이에 단면 절삭 공구를 뒤에서부터 신중히 밀어 마운팅 로드 위에 삽입합니다. 단면 절삭 공구의 뒤쪽에 있는 스프링형 잠금 장치가 자동으로 단면 절삭 공구를 제자리에 잠급니다(사진 16 참고).
2. 단면 절삭 공구 핸들을 시계 방향으로 돌리면서 용접 공구 핸들을 지속적으로 힘을 가해 밀착합니다. 용접 공구가 더 이상 밀착되지 않고 모든 잉여 재질이 절삭될 때까지 계속 돌립니다. 핸들이 자유롭게 회전할 것입니다.
3. 스프링형 잠금 장치를 당겨서 단면 절삭 공구를 제거하고 공구를 뒤쪽으로 조심스럽게 밀습니다. 용접 공구 핸들을 사용하여 양쪽 끝단을 눌러서 서로 평행하고 일치하는지 확인합니다.
4. 끝단의 정렬 상태를 확인합니다. 약간의 오정렬은 클램프 조임을 조정하여 수정할 수 있습니다. 여전히 오정렬이 존재하면 6페이지와 7페이지의 파이프/피팅 정렬 지침을 참조하십시오.
5. 끝단에 먼지, 오물, 기타 부스러기가 없는지 점검합니다. 절삭된 끝단을 건드리지 않도록 주의하고 단면 절삭 공정 중에 생긴 부스러기를 파이프/피팅 내부에서 제거하십시오.
6. 일반적으로 단면 절삭 후 추가 세척은 필요치 않습니다. 하지만 필요하다면, 이소프로필 알코올(IPA) 같은 승인된 용제의 미세한 미스트를 끝단에 분무하십시오.
7. 나머지 잉여 부스러기는 IPA를 적신 보풀 없는 와이프로 제거할 수 있습니다.

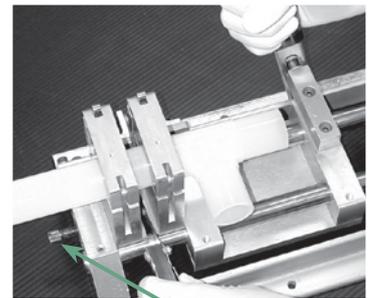


사진 17

잠금 너트 및 밀착 이동 정지 고정나사

**25.4mm(1인치) 용접 밀착 거리**

1. 파이프를 용접 공구 안에 설치하고 측정된 후 구성품 끝단을 단면 절삭합니다.
2. 밀착 이동 정지 고정나사 위의 잠금 너트를 풀어 줍니다.
3. 슬라이딩 클램프 조립품과 밀착 이동 정지 나사 사이에 0.635mm(0.025인치) 필러 케이지를 놓습니다. 구성품 끝이 서로 닿도록 공구를 잠급니다(사진 17 참고).
4. 파이프 끝단이 서로 닿고 슬라이딩 결쇠 조립품과 밀착 이동 정지 나사 사이에 0.635mm(0.025인치) 쉐기가 적절히 고정될 수 있는 위치로 고정나사를 조정합니다. 잠금 너트를 조여 조정을 유지합니다.

용접부에 매우 큰 비드가 있거나 용접부가 오목한 경우(11페이지의 용융 비드 에 참고) 용접 밀착 거리를 조정해야 할 수 있습니다.

50.8mm(2인치) 용접 밀착 거리

1. 파이프를 벤치마운트 공구 클램프 안에 설치하고 측정된 후 구성품 끝단을 절삭합니다.
2. 슬라이딩 기판 조립품이 자유롭게 움직일 수 있도록 조립품의 측면을 지지하면서 측면으로 벤치 공구를 갖습니다(사진 18 참고).
3. 밀착 거리 고정나사 위의 잠금 너트를 풀어 줍니다.
4. 파이프 끝단이 닿을 때까지 밀착된 위치로 핸들을 밀니다.
5. 고정나사의 끝단과 슬라이딩 기판 조립품의 반대쪽 면 사이에 0.025인치(0.64mm)의 간격이 유지되도록 밀착 거리 고정나사를 조정합니다.
6. 잠금 너트를 조입니다.

용접부에 매우 큰 비드가 있거나 용접부가 오목한 경우(11페이지의 용융 비드 예 참고) 용접 밀착 거리를 조정해야 할 수 있습니다.

용접

1. 적외선 히터를 용접 공구 히터 브래킷에 놓고 제자리에서 회전합니다. 파이프/피팅 끝단이 사진 19와 같이 히터 면을 향해야 합니다.

**경고: 용접 공정 중에 구성품 끝단이 히터에 닿아서는 안 됩니다.**

**참고: 50.8mm(2인치) 파이프 구성품을 용접할 때는 균일한 가열을 위해 개방된 끝단을 모두 막는 것이 좋습니다.**

2. 가열 시간은 육안으로 판단합니다. 약 20~25초 후에 끝단이 용해되기 시작합니다. 용해된 부위는 투명하게 됩니다(사진 20 참고).
3. 용해된 부위의 길이가 각 부품에서 약 0.8mm(0.03인치)에 도달하면 가열 주기가 완료됩니다.
4. 히터를 다른 쪽으로 돌려 놓고 용접 공구 핸들을 사용하여 양쪽 끝단을 함께 누릅니다. 슬라이딩 기판 조립품이 나일론 밀착 거리 정지 위치에 닿아야 합니다.
5. 용접 부위가 원래 모양으로 복구될 때까지 이 위치를 유지합니다. 15~20초 정도 걸립니다. 그 동안 용접부가 적절한 처리를 위해 충분히 냉각됩니다.
6. 클램프를 풀고 용접된 부품을 공구에서 제거합니다.
7. 취급 전에 용접부가 실내 온도로 냉각될 때까지 기다립니다(15~20분). 차가운 물을 부으면 용접부가 더 빨리 냉각될 수 있습니다.

지지 파이프 길이

길거나 무거운 파이프 및 피팅을 지지합니다. 벤치마운트 용접 공구만으로 지지해서는 안 됩니다. 부품이 잘못 정렬될 수 있습니다. 가급적 50.8mm(2인치) PureBond 용접 공구에 추가 슬라이딩 지지 클램프 세트를 사용하십시오(사진 21 참고). 조립품의 길고 무거운 쪽을 오른쪽에 두면 용접 공구의 고정된 쪽이 조립품을 지지하는 데 도움이 되며 외부 재질 지지가 용이해집니다.

캡 피팅/파이프

가급적 용접 피팅 및 파이프가 용접 공구에서 수직으로 위로 연장되지 않도록 해야 합니다. 가열이 불균일해질 수 있습니다. 이러한 부품은 레그가 측면 또는 아래쪽을 향하도록 두어야 합니다. 이렇게 할 수 없으면 수직 단면의 개구부를 막습니다.

보호 밸브

박형 클램프를 사용하여 밸브를 용접할 때는 열을 반사하고 액추에이터 하우스가 녹는 것을 방지하기 위해 알루미늄 포일로 액추에이터를 덮습니다. 밸브 본체를 용접할 때 액추에이터를 제거해서는 안 됩니다.

공압 밸브나 수동 샘플링 밸브를 용접할 때는 닫힌 오리피스로의 열 전달을 최소화하기 위해 열린 포트를 막아야 합니다. 또한 수동 샘플링 밸브는 용접하는 동안 개방된 위치에 두어야 합니다.

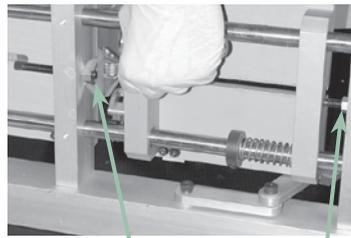


사진 18 밀착 거리 고정나사 개방 거리 고정나사

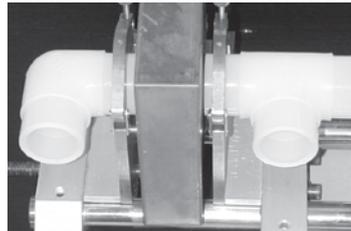


사진 19

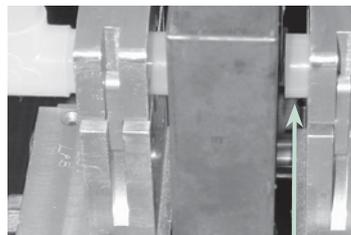


사진 20 깨끗한 용해 부위

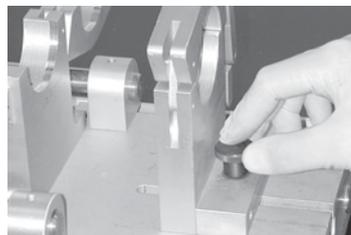


사진 21

## 용접부 검사 및 승인

용접부를 승인하기 위해서는 두 가지 검사(육안 검사와 플렉스 검사)가 필요합니다. 아래 설명된 대로 두 검사를 모두 통과한 경우 용접부가 승인됩니다. 매일 첫 번째 용접부에서 용접부 승인을 수행하여 장비가 올바르게 작동하는지 확인해야 합니다.

### 용접부 육안 검사

전체 용접부를 육안으로 검사합니다.

1. 용접부를 관찰하여 파이프 360° 둘레의 용접부 라인에 뚜렷한 비드가 있는지 확인합니다.
2. 외부 용융 비드를 그림 1의 예와 비교합니다.
3. 용접부에 많은 기포가 있는지 확인합니다. 이는 용접부에 먼지/부스러기가 있거나 과열되었음을 나타냅니다.
4. 파이프/피팅 둘레의 용접부에 필요한 비드가 보이지 않거나 많은 기포가 있는 경우 이 부위를 잘라내고 실내 온도로 냉각한 후 적절한 절차에 따라 다시 용접합니다.

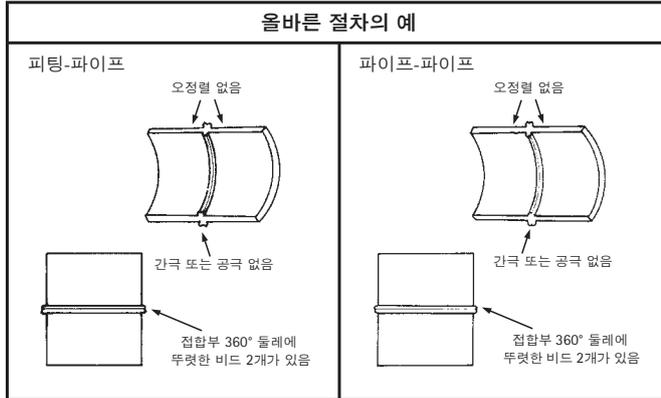
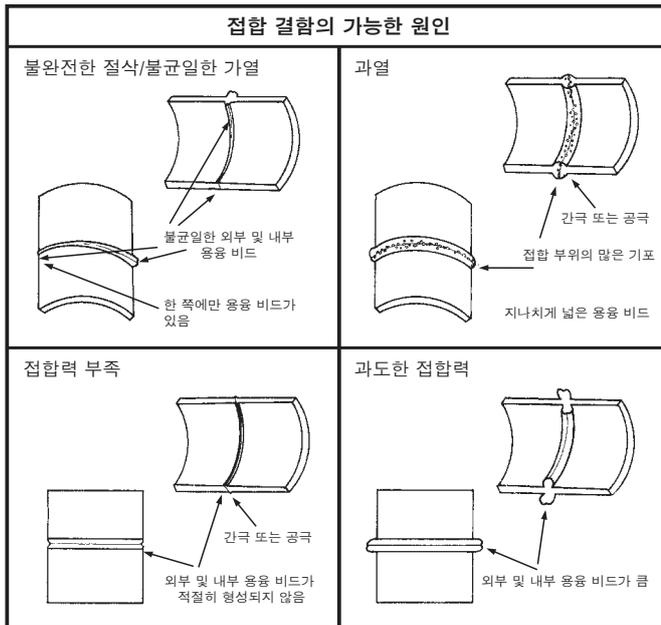


그림 1 용융 비드의 예



**용접부 플렉스 검사**

아래의 1~5단계에 따라 용접부 플렉스 검사를 수행한 후에는 매번 이동을 시작할 때 작업자 변경 사항에 따라 검사를 반복합니다.

1. 용접부의 한 쪽에서 50.8mm(2인치) 샘플을 남겨 두고 파이프를 자릅니다.
2. 파이프를 길이 방향으로 잘라 너비가 동일한 스트립 3개로 용접부를 절단합니다. 50.8mm(2인치) 파이프를 절단할 때 각 스트립은 너비가 약 25.4mm(1인치)여야 합니다.
3. 스트립의 양쪽 끝단을 구부립니다. 각 방향에서 용접부 안쪽과 바깥쪽을 확인합니다(사진 22 참고).
4. 용접 부위를 검사합니다. 금이 있거나 빈 공간이 명확하지 않으면 용접부에 결함이 있는 것입니다.
5. 용접부가 외관상 결함이 있는 경우 그림 1의 예를 사용하여 가능한 원인을 확인하고 다른 부위를 용접합니다.

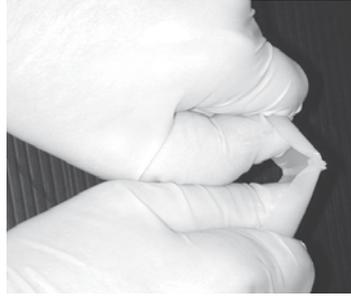


사진 22

**치수 용접**

치수 용접은 미리 정해진 치수에 맞게 조립품을 구성하는 작업입니다. 일반적으로 스킵드나 캐비닛에 설치된 배관에 수행되는 치수 용접에서는 작업자가 허용 가능한 용접부를 작업할 수 있는 것으로 가정하며, 구성품 치수, 측정 및 용접부 순서를 이해해야 합니다.

**용접부 유형**

치수 용접에는 네 가지 유형의 용접부가 필요할 수 있습니다(그림 2a 및 2b 참고).

**표준 용접부**

제조된 전체 길이의 구성품을 그대로 사용하여 25.4mm(1인치) 또는 50.8mm(2인치) 용접 공구로 작업한 용접부입니다.

원래 구성품을 단면 절삭하고 용접하면 각 끝단의 길이가 2.8448mm(0.112인치) 줄어들거나 5.6896mm(0.224인치)의 용접부가 생깁니다.

**최소 용접부**

25.4mm(1인치) 용접 공구에서 박형 클램프를 사용하여 작업하며, 구성품 사이의 거리가 가장 짧습니다. 인접한 두 피팅의 솔더 간 용접부 길이는 23.368mm(0.92인치)(2×11.684mm[0.46인치])입니다.

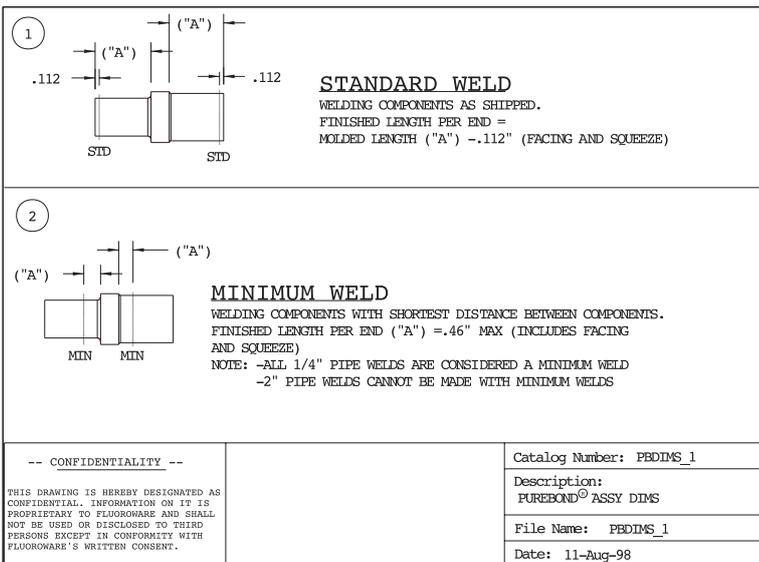


그림 2a.

**특수 용접부**

용접부 치수가 표준 용접부 또는 최소 용접부에서 변경된 용접부입니다. 단면 절삭 전에 하나의 구성품 또는 두 구성품 모두의 끝단이 특정 길이로 절단됩니다. 필요한 파이프 길이는 여러 가지 방법으로 결정될 수 있습니다.

**추가 파이프 용접부**

피팅 또는 밸브 끝단보다 길이를 더 길게 하기 위해 피팅이나 밸브 사이에서 파이프 단면을 용접합니다. 단면 절삭 및 용접을 고려하여, 용접에 필요한 파이프 길이는 원하는 치수보다 5.6896mm(0.224인치) 더 길어야 합니다.

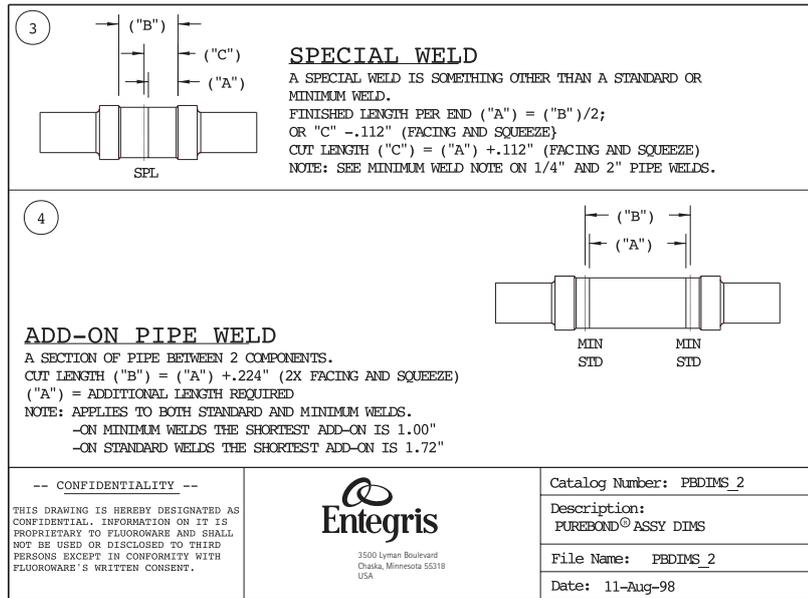


그림 2b.

**구성품 치수**

네 가지 용접부 스타일 모두 피팅 또는 밸브 끝단의 솔더를 측정 시작점으로 사용합니다. Entegris의 유체 관리 제품 카탈로그(Fluid Handling Products Catalog)에 모든 피팅, 밸브, 파이프 치수 및 기타 구성품의 전체 치수가 나와 있습니다. 구체적인 정보는 [www.entegrisfluidhandling.com](http://www.entegrisfluidhandling.com)을 참조하십시오.

일반적으로 PureBond 구성품 스테브(끝단과 솔더 사이에 있는 모든 피팅 및 밸브 끝단의 길이)는 외부 지름이 동일한 모든 구성품에서 길이가 같습니다.

**용접부 순서**

복잡한 모양을 용접할 때는 작업 계획이 매우 중요합니다. 적절한 계획이 없으면 용접할 수 없는 부분이 발생할 수 있습니다. 가장 흔히 실수하는 경우는 다음과 같습니다.

- 용접 공구에 고정할 수 없는 모양의 두 부분조립품을 용접하려는 경우
- 히터로 인해 구조가 손상될 수 있는 두 부분조립품을 용접하려는 경우

**용접 요령**

- 밸브와 필터 하우징의 유입구 및 유출구 방향을 확인합니다.
- 가능한 경우 필터 하우징, 탱크, 대형 밸브 및 ANSI 플랜지와 같은 크고 무거운 구성품을 마지막에 용접합니다.
- 좁은 "U"자형 조립품의 경우 "U"자의 두 절반을 마지막에 용접합니다.

**유용한 힌트**

파이프 시스템을 제작하는 동안 고려할 유용한 힌트는 다음과 같습니다.

1. PureBond 파이프 구성품을 실제로 용접하기 전에 공구가 적절히 조정되었는지 확인합니다. 이렇게 하려면 히터의 전원을 켜기 전에 실제 공정을 시뮬레이션합니다. 히터를 측정하고 단면 절삭한 후 제자리에서 회전해 봅니다. 히터가 파이프/피팅에 닿지 않고 히터 양쪽의 간격이 동일한지 확인합니다. 조정이 필요한 경우 5페이지의 공구 유지보수 섹션을 참조하십시오.
2. 매일 첫 번째 용접부에서 용접부 승인을 수행하여 장비가 올바르게 작동하는지 확인해야 합니다(11페이지 참고).
3. 모든 적외선 히터를 정확한 정격 전압(즉, 100, 120, 230VAC)에 연결해야 합니다. 가능하면 정격 전압의 ±5% 이내의 전압에 연결하십시오.
4. 가급적 용접 피팅 및 파이프가 용접 공구에서 수직으로 위로 연장되지 않도록 해야 합니다. 파이프/피팅 끝단이 불균일하게 가열될 수 있습니다. 대신, 이러한 부품은 레그가 측면 또는 아래쪽을 향하도록 두어야 합니다. 이렇게 할 수 없으면 수직 단면의 개구부를 막습니다.

**용접 시스템 요구사항**

**설치된 파이프 지지대**

쉽게 수리하고 파이프 벽의 응력과 변형을 최소화하기 위해 길이가 긴 PureBond 용접 가능 파이프를 지지해야 합니다. 파이프 지지대 사이의 최소 권장 거리는 파이프 중량과 그 내용물 및 허용되는 응력을 고려하여 계산되었습니다. 표 1에 나와 있듯이, 지지대 사이의 거리는 파이프 치수와 온도의 영향도 받습니다.

**표 1**

치수	23°C (73°F)	100°C (212°F)	177°C (350°F)
6.35mm (1/4인치)	68cm (26.9인치)	55cm (21.5인치)	37cm (14.5인치)
12.7mm (1/2인치)	82cm (32.4인치)	67cm (26.4인치)	46cm (18.0인치)
19.05mm (3/4인치)	91cm (36.0인치)	73cm (28.8인치)	49cm (19.2인치)
25.4mm (1인치)	101cm (39.6인치)	79cm (31.2인치)	55cm (21.6인치)
50.8mm (2인치)	122cm (48.0인치)	98cm (38.4인치)	64cm (25.2인치)

유체의 비중이 1.0을 초과하는 경우 파이프 지지대 간격에 부정적인 영향을 줄 수 있습니다. 이 경우 권장 간격에 표 2의 계수를 곱해 지지대 사이의 거리를 줄여야 합니다.

표 2

비중	계수
1.00	1.00
1.25	0.94
1.50	0.89
1.75	0.86
2.00	0.82
2.25	0.79
2.50	0.76
2.75	0.74
3.00	0.72

**참고: 이러한 권장사항은 파이프가 사양대로 작동하도록 하기 위한 것입니다. 행거 사이가 처질 수 있습니다. 처짐을 방지하려면 파이프를 지속적으로 지지해야 합니다.**

지정된 파이프 지지대는 파이프를 단단히 고정하고 이동을 제한하는 유형이 아니어야 합니다. 이는 열 팽창 및 수축이 발생하는 경우에 더욱 그렇습니다. 이 유형의 클램프를 사용하지 않으면 파이프 벽의 마모 및 손상이 방지됩니다. 중간 파이프 지지대 대신 파이프를 휴통에 놓고 지속적으로 지지할 수 있습니다. 앵글, 채널 및 도관 작업과 같은 일반적으로 돌출된 모양은 휴통에 적합합니다.

수직면을 참고하여 파이프의 중단면도 지지해야 합니다. 수직으로 1.5m(5피트) 간격의 브래킷을 설치하는 것 외에 항상 수직면의 상단과 하단을 지지해야 합니다.

밸브, 필터 하우스 등의 액세서리 품목은 파이프에 완전히 지지되어서는 안 됩니다. 파이프 시스템에 연결된 모든 중량 구성품에 대해서는 개별 지지대를 지정해야 합니다.

**열 팽창 및 수축**

파이프 시스템의 설계 및 설치 단계에서 PureBond 용접 가능 파이프의 열 팽창 및 수축을 고려해야 합니다. 작동 온도가 설치 온도보다 높으면 파이프가 더 길어지고, 작동 온도가 설치 온도보다 낮으면 파이프가 더 짧아집니다. 따라서 시스템을 설계할 때 설치 온도뿐 아니라 최대 및 최소 작동 온도를 고려해야 합니다. 한 가지 일반적인 지침은 작동 온도의 -12.22°C~-9.44°C(10°F~15°F) 내에 있을 때 파이프를 설치하는 것입니다. 그럴 수 없는 경우 파이프 레이아웃을 철저히 검사합니다.

PFA의 탄성 계수와 내재된 응력 완화 특성으로 인해 약간의 길이 변화는 허용될 수 있습니다. 변화가 큰 경우에는 파이프 레이아웃에서 보정해야 합니다. 길이 변화량 결정에는 특정 재질의 선형 열 팽창 계수를 고려한 공식이 사용됩니다(공식 1 참고).

**공식 1 - 열 팽창 고려**

$$\Delta L = L \cdot \Delta T \cdot C$$

여기서:

$\Delta L$  = 길이 변화, 인치

L = 원래 길이, 인치

$\Delta T$  = 온도 변화, °C(°F)

C = 열팽창 계수,

PFA의 경우 In/In/°C(°F)

$$21.11^\circ\text{C} - 100^\circ\text{C}(70^\circ - 212^\circ\text{F}) = 6.7 \times 10^{-5}$$

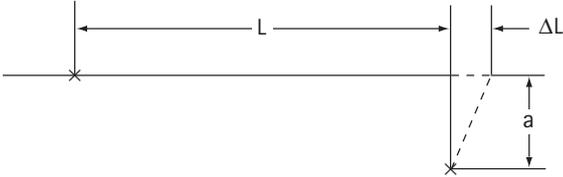
$$100^\circ\text{C} - 148.89^\circ\text{C}(212^\circ - 300^\circ\text{F}) = 9.4 \times 10^{-5}$$

$$148.89^\circ\text{C} - 208.89^\circ\text{C}(300^\circ - 408^\circ\text{F}) = 11.1 \times 10^{-5}$$

길이 변화를 간편하게 계산하기 위해 -12.22°C(10°F) 변화할 때마다 30.48m(100피트) 직선 길이에서 1인치 변화가 발생하는 것으로 가정합니다. 이후에도 길이 변화가 뚜렷한 경우에는 연성 단면, 확장 루프, 확장 용접부 등을 사용하여 보정해야 합니다. 파이프 시스템에서 이러한 문제가 발생하는 경우 Entegris에 문의하여 이러한 옵션을 적절히 반영하십시오.

### 공식 2 - 열 팽창 고려

작동 상태에서의 파이프 길이 변화는 고정 브래킷 및 연성 단면을 사용하여 수용할 수 있습니다. 연성 단면은 튜브와 파이프의 열 팽창 및 수축을 보정하기 위해 이동되도록 설계됩니다. 대부분 90° 벤드 또는 U-벤드입니다. 아래 그림에서는 연성 단면에서 길이 변화를 수용하는 방법을 보여 줍니다.



연성 단면의 길이는 다음 공식을 사용하여 계산할 수 있습니다.

$$a = k(\Delta L \cdot D)^{1/2}$$

여기서:

a = 연성 단면의 길이, 인치

k = 상수(k = PFA의 경우 25)

$\Delta L$  = 튜브/파이프 길이 변화, 인치

D = 튜브/파이프 외부 지름, 인치

예:

길이가 10피트이고 외부 지름이 25.4mm(1인치)인 튜브가 70°F에서 설치되었으며 작동 온도는 200°F입니다. 설치 시점에서 작동 상태 간의 길이 변화 및 이러한 변화를 수용하는 데 필요한 연성 단면의 양을 결정하십시오.

공식 1 사용:

$$L = 10\text{피트} = 120\text{인치}$$

$$\Delta T = 200^\circ - 70^\circ = 130^\circ\text{F}$$

$$C = 7.6 \times 10^{-5} \text{ in/in/}^\circ\text{F}$$

$$\Delta L = 120 \cdot 130 \cdot 7.6 \times 10^{-5} = 1.19\text{인치}$$

공식 2 사용:

$$k = 25$$

$$\Delta L = 1.19\text{인치 (공식 1을 사용하여 계산)}$$

$$D = 1\text{인치}$$

$$a = 25(1.19 \cdot 1)^{1/2} = 27.2\text{인치}$$

## 용접 시스템 수정

### 시운전 전 재용접

최소 용접부 클램프를 사용하는 경우를 제외하고는 PureBond 파이프 구성품에서 맞대기 용접부를 쉽게 절단하고 다시 작업할 수 있습니다. Entegris에서는 필요한 경우 PureBond 피팅을 두 번 이상 용접하도록 설계했기 때문에 피팅을 떼기하지 않아도 됩니다.

### 시운전 후 재용접

시운전 후 재용접이 가능하더라도 특정 유체를 사용한 경우에는 일반적으로 구성품을 재용접하지 않는 것이 좋습니다. 이와 관련된 자세한 내용은 현지 Entegris 대리점 또는 Entegris, Inc.에 문의하십시오.

## 용접 도중과 설치 후의 안전 고려사항

### 재질 정보

지난 반세기 동안 불소중합체 수지의 취급으로 인한 중상, 장기 질병 또는 사망이 보고된 사례는 한 건도 없었습니다. 추가 시험 결과, 이 수지는 부작용 없이 음식물로 섭취될 수 있으며 피부에 염증을 일으키거나 민감하지 않은 것으로 나타났습니다. 또한 가열되지 않은 제작된 재질 형태의 수지 취급으로 인해 발생한 것으로 알려진 피부염, 알레르기 또는 기타 부작용도 없었습니다.

가열된 불소중합체 수지에 노출된 경우 치명적인 영향도 발견되지 않았습니다. 대신 이러한 노출로 인해 중합체 증기열(Polymer Fume Fever)이라는 일시적인 감기와 같은 현상이 발생한 적이 있을 뿐입니다. 이 증상은 일반적으로 노출 후 약 2시간 이상이 경과할 때까지 나타나지 않으며, 치료 시 36~48시간 이내에 사라집니다. 이러한 증상은 지속적인 효과가 없으며 누적되지도 않는 것으로 확인되었습니다.

이러한 증상은 수지 처리 작업에 사용되는 고온에서 중합체 증기에 노출된 경우에 발생합니다. PFA 공정 및 용접에서는 이러한 증기가 발생할 수 있습니다.

가열된 불소중합체 수지에 노출된 경우 치명적인 영향이 없는지 확인하기 위해 독립된 연구소를 통해 용접 중 불화물 분해 부산물이 생성될 가능성에 대한 조사가 이루어졌습니다. 공기 샘플은 미립자 또는 기체 분해 부산물이 생성되는지 확인하기 위해 용접점 바로 위에서 1시간 동안 채취했습니다.

또한 최악의 조건을 시뮬레이션하기 위해 정체된 공기 중에서 시험을 실시했습니다. 이 시간 동안 가수분해 가능한 불화물로 측정된 분해 부산물은 검출되지 않았습니다. 이 시험의 검출 하한은 0.3ppm이었습니다. 시험 결과, 정상적인 용접 공정 중에 유해한 분해 부산물이 생성될 가능성이 거의 없는 것으로 나타났습니다.

## 경고

올바른 업계 관행으로서, 이 잠재적 문제를 방지하고 이로 인한 작업자의 불편을 없애려면 적절히 환기하는 것이 좋습니다. 200°C(392°F) 이상에서의 처리, 용접 또는 기타 작업 시 환기에 대한 자세한 내용은 Entegris에 문의하십시오. 중합체 증기열의 잠재적 불편함을 추가로 예방하려면 PFA 재질의 처리, 용접 또는 가열 중에 흡연하지 마십시오. 담배를 통해 유입되어 과열될 수 있는 양은 적지만 흡연하지 않으면 분해 부산물을 흡입할 가능성이 줄어듭니다.

Entegris는 용접 공구에 경고 문구를 효과적으로 부착해 두었습니다. 이러한 경고를 인지하시기 바랍니다.

## 발열체 안전

PFA는 용융점이 매우 높기 때문에 용접하려면 이 온도를 초과해야 합니다. 발열체의 흰색 석영 면과 금속 지지대는 매우 뜨겁습니다.(537.78°C(1000°F)가 넘음). 주의해서 취급하고 핸들만 잡으십시오. 사용하지 않을 때는 홀더/열 차단재 안에 넣어 가연성 물질로부터 적절한 거리에 보관해야 합니다. 적절한 열 방출을 위해 홀더/열 차단재 위에 610mm(24인치) 이상의 공간이 있어야 합니다. 230VAC 히터에는 저전압 지침 73/23/EEC(EN60335-1과 EN60335-2-45)에 따른 CE 마크가 부착되어 있습니다.

발열체는 플러그를 뽑은 후 냉각하는 데 시간이 오래 걸립니다. 평균적으로 1시간 정도 냉각한 후 취급하거나 포장하십시오.

## 용접부 냉각

PFA는 열을 매우 느리게 전도합니다. 새 용접부는 용접 후 약 15~20초 동안 자체 중량을 지지하고 이동할 수 있을 정도로 튼튼합니다. 그러나 약 1분 동안은 화상을 입힐 정도로 뜨겁습니다.

새 용접부는 실내 온도로 냉각되며 15~20분간 강도를 그대로 유지합니다.



**경고: 화상을 방지하려면 냉각하는 동안 용접 부위를 만지지 마십시오.**

## 감전

전기 장치와 마찬가지로 발열체는 감전을 일으킬 수 있습니다. 플러그, 전원 코드 및 발열체는 정상적인 수리 상태를 유지해야 합니다. 물이나 기타 액체 주위에서 사용하지 않는 것이 좋습니다.

## 설치된 시스템 안전

모든 PureBond 구성품에는 작동 등급이 있습니다. 이러한 등급은 엄격한 시험을 통해 개발되었습니다. 설치된 시스템을 게시된 등급을 벗어나 작동하지 않는 것이 좋습니다. 등급 및 시험 절차는 Entegris의 유체 관리 제품 카탈로그(Fluid Handling Products Catalog)에서 확인할 수 있습니다. 구체적인 정보는 [www.entegrisfluidhandling.com](http://www.entegrisfluidhandling.com)을 참조하십시오.

PFA는 매우 강한 재질이지만 무거운 물체를 PureBond 용접 시스템으로 지지하지 않는 것이 좋습니다.

## 기술 정보

### 크리프 저항

파이프 시스템을 설계할 때 의도된 응력에서 크리프율이 낮은 재질을 지정해야 합니다. 완전히 불소 처리된 불소중합체 중에서 PFA는 크리프 저항이 가장 높습니다.

응력이 500psi인 실내 온도에서 10,000시간 후의 크리프율이 1.2%입니다. 마찬가지로 100°C(212°F)에서의 크리프율은 4%로 측정됩니다. 200°C(392°F)에서도 크리프율은 6.3%에 불과합니다. 이것이 중요한 이유는 크리프율이 높을 경우 예기치 않은 조기 결함이 발생할 수 있기 때문입니다.

### 장기 파이프 강도

PureBond 파이프에 사용되는 PFA의 장기 정수압 강도는 ASTM D2837, Obtaining Hydrostatic Design Basis for Thermoplastic Pipe Materials에 규정된 시험 절차에 따라 결정되었습니다. 이 분석에서 PureBond 파이프에는 23°C(73°F)에서 100,000시간의 1600psi 장기 강도 값이 지정되었습니다.

다음은 이 값을 결정한 방법에 대한 간략한 요약입니다.

1. PFA 파이프 표본에 서로 다른 압력 레벨에서 일정한 내부 수압을 적용하고 파단 시간을 측정합니다. 파이프 설계 공식에 따라 압력에서 각 표본의 응력을 계산합니다.

공식 3:

$$S = \frac{P(D-t)}{2t}$$

여기서: S = 응력, psi

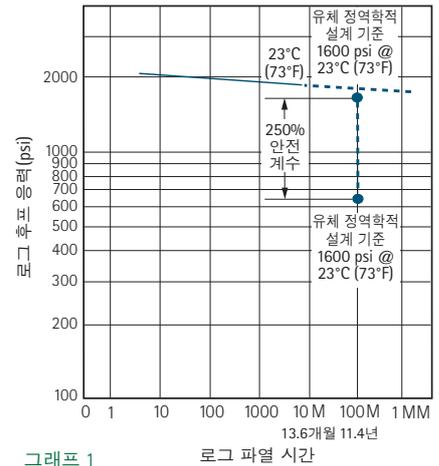
P = 압력, psig

D = 평균 외부 지름, 인치

t = 최소 벽 두께, 인치

ASTM D2837의 엄격한 사양에 따라 10,000시간(약 13.6개월) 동안 시험이 계속되었습니다. 후프 응력과 파열 시간에 대한 정확하고 재현 가능한 선형도가 그래프 1과 같이 로그-로그 좌표로 생성되었습니다.

2. 응력 파괴 데이터는 후프 응력과 시간 방정식을 생성하기 위해 통계적 회귀를 통해 분석되었습니다. 이 방정식에서 100,000시간 설계 응력을 얻기 위해 10년의 시간이 수치적으로 100,000시간(약 11.4년)으로 외삽되었습니다. 이는 작동 응력을 결정하는 첫 번째 단계입니다.
3. 다음 단계에서는 전체 설계 응력 척도를 연속된 증분값으로 분할합니다. 각 증분값은 하위 구간보다 약 25% 더 큼니다. psi 단위의 이러한 증분값은 800, 1260, 1600, 2000, 2500 등입니다. PFA에는 100,000시간 설계 응력이 속하는 증분값의 임계값이 지정되었으며, 이를 유체 정역학적 설계 기준이라고 합니다. 작동 응력을 계산할 때 이 값이 기본 응력이 됩니다. 이 평가에서 PureBond 파이프의 유체 정역학적 설계 기준은 23°C(73°F)에서 1600psi인 것으로 나타났습니다.



### 파이프 안전 계수

PureBond 파이프 제품 계열은 최종 사용자 안전을 염두에 두고 개발되었습니다. 파이프, 피팅 및 관련 구성품의 제조와 품질 보증 척도는 최고의 시스템 무결성을 보장합니다. 각 응용 분야의 여러 변수를 보정하기 위해 안전(설계) 계수가 포함되었습니다. 이는 다음을 허용합니다.

- 간헐적 압력 서지/위터 해머
- 부적절한 파이프 설치 및/또는 지지(어느 정도)
- 열 팽창 및 수축으로 인한 응력
- 파이프의 중방향 응력

PPI(Plastic Pipe Institute)의 Hydrostatic Stress Committee에서는 유체 정역학적 설계 기준의 200%를 최소 안전(설계) 계수로 권장합니다. PureBond 파이프 제품이 사용되는 응용 분야의 심각성을 고려하여 Entegris, Inc.에서는 이러한 유형의 장치를 수용하는 데 250%의 안전 계수가 보다 적절하다고 여깁니다. 따라서 유체 정역학적 설계 응력은 다음과 같습니다.

$$HDS = \frac{1600psi}{2.5}$$

$$HDS = 640psi$$

유체 정역학적 설계 응력은 장기적으로 파이프 결함이 발생할 확률이 높으며 지속적으로 적용될 수 있는 내부 정수압으로 인한 파이프 벽의 최대 후프 응력으로 정의됩니다. 일반적으로 이 방식으로 계산되는 파이프 시스템의 최소 수명 연한은 50년입니다.

### 용접부 강도

PureBond 파이프 구성품은 맞대기 용접으로 접합됩니다. 이 유형의 접합은 수년 동안 강하고 안전한 것으로 검증되었습니다. Entegris에서 여러 가지 이유로 PureBond 파이프 구성품에 맞대기 용접을 선택했으며, 그 중 몇 가지는 다음과 같습니다.

- 맞대기 용접의 내부 윤곽에는 하나의 작은 용융 비드만 있습니다. 미립자가 간히고 흐름이 제한될 수 있는 큰 장애물과 공극이 없습니다.
- PureBond 맞대기 용접 기술은 지침이 간단하며 빠르고 간편한 시각적 절차입니다. 일반적으로 용접 파이프와 관련된 변수는 용접 공구 설계에서 해결되었습니다. 비접촉, 비오염 히터는 일관성 있는 뛰어난 품질의 용접부를 제공합니다.
- 맞대기 용접 구성은 구조적으로 안전한 접합입니다. 파이프 굴절로 인한 응력은 용접부에 집중되지 않고 파이프를 통해 분산되도록 설계되었습니다.
- PureBond 용접부는 파이프, 피팅, 밸브 또는 기타 구성품의 안전 계수나 등급에 영향을 주지 않습니다. 이는 23°C(73°F)에서 실시된 다음 시험을 통해 증명되었습니다.

단기 버스트

ASTM D1599, Short-time Hydraulic Failure Pressure of Plastic Pipe, Tubing and Fittings 표준에서는 결함이 발생할 때까지 균일하고 지속적으로 표본의 압력을 높이는 방식을 적용합니다(사진 23 참고). 결함은 60~70초에서 발생해야 합니다. 각 치수(1/2인치, 3/4인치 및 1인치)의 많은 표본을 평가했으며, 모든 경우에서 용접부의 완벽한 내결함성이 입증되었습니다. 평균 결함 압력은 다음과 같습니다.

6.35mm(1/4인치)	71bar (1030psig)
12.7mm (1/2인치)	51bar (741psig)
19.05mm (3/4인치)	42bar (608psig)
25.4mm (1인치)	36bar (529psig)
50.8mm (2인치)	24bar (357psig)

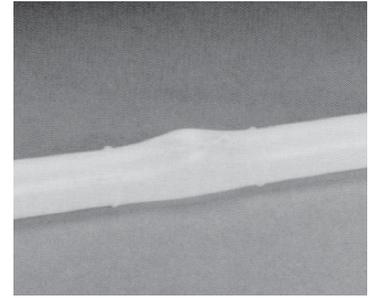


사진 23

주기적 충격 시험

모든 치수의 파이프 및 용접된 피팅 외에 용접부도 100만 주기 넘게 완벽한 내결함성을 유지했습니다. 분당 30회 주기에서 주기 압력은 0~12.9bar(0~187psig)를 유지했습니다.

인장 시험

용접부를 구분하기 위해 12.7mm(1/2인치), 19.05mm(3/4인치) 및 25.4mm(1인치) PureBond 용접 파이프의 여러 견본에 대해 Instron 인증 시험을 실시했습니다. 분당 1인치를 당겼을 때 용접부 결함이 발생하지 않습니다. 최대 결함 인장력은 다음과 같이 기록되었습니다.

6.35mm (1/4인치)	110kg (243lb)
12.7mm (1/2인치)	228kg (502lb)
19.05mm (3/4인치)	307kg (676lb)
25.4mm (1인치)	441kg (973lb)

이러한 시험 결과는 파이프 및 피팅 동작을 예측하는 데에만 유용하며, 장기적인 등급으로 사용해서는 안 됩니다. 이러한 결과를 달성하려면 PureBond 파이프 구성품에 대해 적절한 용접 절차를 준수해야 합니다.

## 정의

**구성품 끝단** - PureBond 용접에 적합한 용접 가능 피팅, 밸브 또는 파이프 부분입니다.

**크리프** - 내부 또는 외부적으로 적용된 응력으로 인한 모양의 변화입니다.

**치수 용접** - 미리 정해진 치수에 맞게 조립품을 구성하는 작업입니다.

**단면 절삭** - 특수 공구로 끝단을 깎아 용접한 구성품을 준비하는 공정입니다.

**연성 단면** - 용접된 시스템에서 파이프 시스템의 열 팽창/수축을 수용하는 부분이며, 일반적으로 주 런(run)에 수직입니다.

**측정** - 용접 공구에서 구성품을 올바르게 배치하는 공정입니다.

**히터** - 용접을 위해 PFA를 용융하는 데 사용되는 적외선 열원입니다. 더 나은 청정도를 위해 히터의 흰색 면은 석영이며, 따라서 깨지지 않습니다.

 **주의: 히터의 온도는 537.78°C(1000°F)보다 높습니다.**

**최소 용접부** - 1인치 용접 공구에서 박형 클램프를 사용하여 작업한 용접부입니다. 최소 용접부는 구성품 사이의 거리가 가장 짧습니다.

**중합체 증기열** - 일반적으로 고온의 PFA에서 발생하는 증기로 인한 일시적인 감기와 같은 증상입니다. 용접하는 동안 흡연을 하면 중합체 증기열이 발생할 가능성이 높아집니다.

**솔더** - 구성품의 본체가 파이프 치수 끝단과 만나는 피팅 또는 밸브 외부의 단입니다.

**특수 용접부** - 구성품 중 하나 이상을 지정된 길이에 맞게 절단하여 작업한 용접부입니다.

**열 팽창** - 가열이나 냉각으로 인한 파이프(또는 기타 구성품) 길이의 변화입니다. PFA 열 팽창은 스테인리스 강의 열 팽창보다 훨씬 큼니다.

**박형 클램프** - 박형 클램프는 1인치 용접 공구에서 표준 클램프를 대체하며, 용접 공정 중에 구성품을 고정하는 데 사용됩니다. 박형 클램프를 사용하는 경우 최소 용접이 허용됩니다.

**용접부** - 용접된 두 구성품의 접합부입니다.

**용접** - 구성품의 양쪽 끝단을 동시에 가열한 후 용해된 끝단을 함께 누르는 공정입니다.

**용접 밀착 거리** - "스퀴즈"라고도 하며, 접합 공정 중에 중첩될 수 있는 용해된 구성품의 양입니다. 공구가 밀착되어 있는 동안 슬라이딩 클램프 쪽의 내부 가장자리에서 이동 정지 고정나사까지의 거리로 측정됩니다. 이 거리는 0.635mm(0.025인치)입니다.

## 추가 정보

지금 가까운 고객 서비스 센터에 연락하여 Entegris에서 제공하는 서비스를 확인해 보시기 바랍니다. Entegris 웹사이트 [www.entegris.com](http://www.entegris.com)을 방문하여 "고객 서비스" 링크를 클릭하면 가까운 센터를 확인하실 수 있습니다.

## 판매 규정 및 조건

모든 구매는 Entegris의 "판매 규정 및 조건"을 따릅니다. 이와 관련된 정보를 보고 인쇄하려면 Entegris 웹사이트 [www.entegris.com](http://www.entegris.com)을 방문하여 하단에 있는 "법적사항 고지" 링크를 선택하십시오.

## 제품 보증

제품 보증을 보려면 Entegris 웹사이트 [www.entegris.com](http://www.entegris.com)을 방문하여 하단에 있는 "법적사항 고지" 링크를 선택하십시오.

Entegris®, Entegris Rings Design®, Creating a Material Advantage® 및 PureBond®는 Entegris, Inc.의 등록 상표입니다.

**인테그리스 코리아(주)**  
경기도 수원시 영통구 광교로 109, 한국나노기술원 13F  
대표 번호: 031-8065-8300 | 대표 팩스: 031-8065-8301  
[www.entegris.com](http://www.entegris.com)

©2004–2015 Entegris, Inc. All rights reserved P/N 230-21 Rev D 3130-1575ENT-1115KRN

