

브레이징 이음부의 설계(I)

강정윤

Design of Brazing Joints(I)

Chung-Yun Kang

1. 이음부의 설계 개념

브레이징 이음부는 사용 목적에 따라서 크게 3종류로 나눌 수 있다. (1) 전기, 전자기기 부품과 같이 주로 통전을 위한 이음부, (2) 금속 구조물을 접합하여 구조물의 형태를 유지하기 위한 이음부, (3) 공기, 기름과 같은 각종 기체 및 액체류의 용기 등과 같은 기밀성을 유지하기 위한 이음부로 나눌 수 있다. (1) 및 (2)의 설계에서는 주로 강도에 중점을 두고, 삽입금속, 접합면적, 접합부 간격 등에 대해서 고려하면 되지만, (3)에서 기밀성을 확보하기 위해서는 이 조건 외에 삽입금속의 퍼짐성, 간격 내의 충전성, 내식성 및 균열, 기포 발생 방지 등에 대해서 고려하여야 한다.

강도를 필요로 하는 경우에는 삽입금속의 강도가 높고, 접합면적을 크게 하는 것이 중요하다. 중요한 설계 요점은 다음과 같다.

- (1) 하중이 접합면에 평행하게 작용하도록 한다.
- (2) 응력집중을 피하도록 브레이징부 위치를 선정한다.
- (3) 가열이 용이하고, 균일하게 되는 형상으로 설계한다.
- (4) 액상 삽입금속의 흐름이 방해가 되는 급격한 형상 변화를 피하고, 접합부를 모서리에 두지 않는다.
- (5) 액상 삽입금속의 퍼짐성을 좋게 하기 위하여 삽입금속의 설치 위치를 분산시킨다.

2. 이음부의 기본 형상

브레이징 접합부는 액상 삽입금속과 모재와 반응에 의한 모재의 용융과 모재 및 삽입금속 원소의 확산으로 인하여 원래 삽입금속의 성질과 다른 합금으로 존재하게 되므로, 복잡한 구조로 되어 있다. 용융 삽입금속이 완전히 접합부 전면에 퍼지는 경우, 이러한 특성 때문에 접합부의 인장 및 전단 강도는 일반적으로 원래 삽입금속 구조상태의 강도보다 높다. 그러나 삽입금속의 강도가 모재와 비교하여 대부분 약하기 때문에, 이음부의 형상은 접합재의 강도에 크게 영향을 미친다.

이음부의 형상을 선택할 때는 사용 목적에 따라 요구되는 성질(기계적 성질, 전기적 성질, 내식성 등), 모재의 종류, 삽입금속의 종류, 플라스 및 분위기, 부품의 형상, 접합방법 등을 충분히 고려한 다음에 결정해야 할 것이다.

브레이징 접합부의 기본 형상은 그림 1에 표시하는 바와 같이 맞대기 형(Butt Joint) 및 겹치기 형(Lap Joint)과 이들 형상을 변형한 조합한 맞대기-겹치기 형 및 스카프 형(Scarf Joint)이 있다.

맞대기 형(a)는 접합부 면적이 모재 면적과 같기 때문에 삽입금속의 강도에 따라서 접합부의 강도가 결정되지만, 삽입금속의 두께를 얇게 할수록 강도가 크다. 이 형상은 삽입금속의 강도 혹은 접합강도가 모재보다 큰 경우에 채용되는 경우가 많다. 예를 들면, 완전 풀림한 탈산동을 Ag삽입금속으로 접합하는 경우이다.

특히 이 형은 굽힘 힘에 대하여 아주 약한 것이 흠이고, 접합면의 평활도와 접합재 간의 평행도에 따라서 영향을 받는다.

겹치기 형(b)는 접합부 면적을 자유롭게 선택할 수 있으므로 모재 강도와 대등한 접합강도를 얻을 수 있다. 이 형상은 접합 후에 판 두께가 변한다는 단점을 가지고 있으므로, 특히 박판의 접합에 많이 사용된다.

스카프 형(c)는 모재와 동일한 두께를 가진 접합재를 얻을 수 있으면서, 접합면적을 맞대기 형의 것 보다 크게 할 수 있다는 이점이 있다. 스카프 각도가 각각 45, 30, 22.5, 19.5°이면, 모재의 단면적에 대한 접

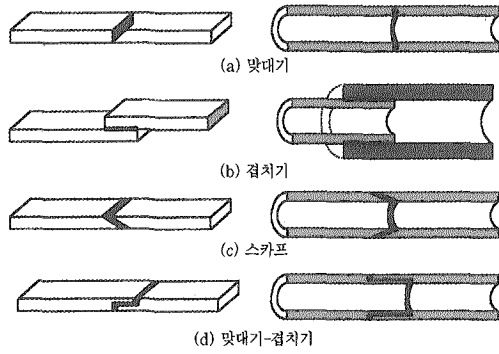


Fig. 1 브레이징 이음부의 기본 형상

합면적의 비는 1.4, 2.0, 2.6, 3.0으로 변화한다. 스카프의 각도를 작게 하면, 접합면적을 크게 할 수 있음을 알 수 있다. 일반적으로 19.5°가 많이 사용된다. 이 형상은 박판 접합에는 곤란하고, 보통 후판의 접합에 이용되는 경우가 많다. 단점으로서 가공이 어렵다는 점이다. 또한, 브레이징 작업시 스카프의 각도를 준 끝부분이 과열되기가 쉽고, 용융삼입금속의 흐름성이 나쁠 경우에는 접합결합이 발생하기 쉽기 때문에 가공 및 조립 등에 주의를 요한다.

맞대기-겹치기형(d)는 맞대기형과 겹치기형의 조합한 형상으로, 최대 접합강도를 유지하면서, 동일한 소재의 두께를 유지하기 위해 고안된 형상으로, 접합 면적은 스카프형보다 크다. 이 형상은 소재의 가공이 더 필요하다는 결점이 있지만, 작업 시 지지대가 필요하지 않다는 이점도 있다.

그림 2는 판재 및 파이프를 용융용접 및 브레이징하는 경우, 이음부의 형상을 설계상의 차이점을 나타낸 것이다. 브레이징 이음부에서는 가능한 접합면적을 넓

게 하는 형상으로 설계하고 있음을 알 수 있다. 실제 브레이징 작업 시는 기본 형상을 응용하거나 조합한 형상을 채택하는 경우가 많다. 그림 3은 AI 합금의 브레이징 추천되는 접합부 형상을 나타낸 것이다.

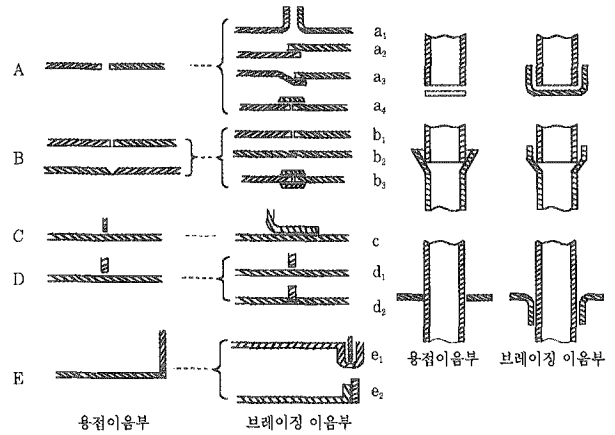


Fig. 2 용융용접과 브레이징 이음부의 설계 시 형상 차이

3. 접합 면적 선정

그림 4는 브레이징 시 접합부의 간격, 면적 및 원래 모재 강도와 접합 강도와 관계를 정성적으로 나타낸 것이다. 접합강도는 일정한 면적까지 접합면적이 증가할수록 증가하지만, 그 이후에는 거의 변화가 없다. 한편 간격이 어느 한계까지는 좁을수록 접합강도가 높지만, 그 이후는 급격히 감소하는 경향이 있는 것을 알 수 있다. 따라서 접합부 설계 시 우선적으로 검토하여야 사항은 접합부 간격과 면적이다. 따라서 강도를 요구하는 경우에는 겹치기 형상을 기본으로 한 것을 설계하는 것이 바람직하다.

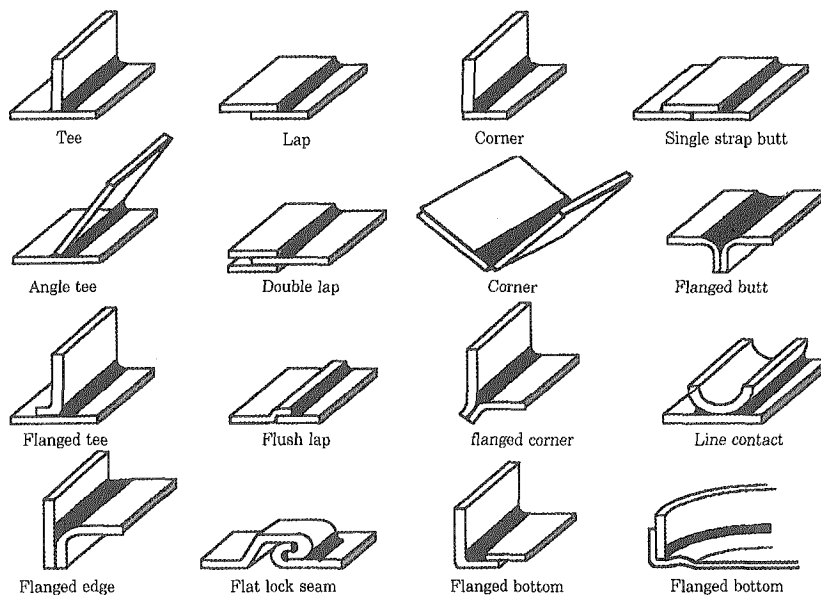


Fig. 3 AI합금 브레이징 이음부의 예

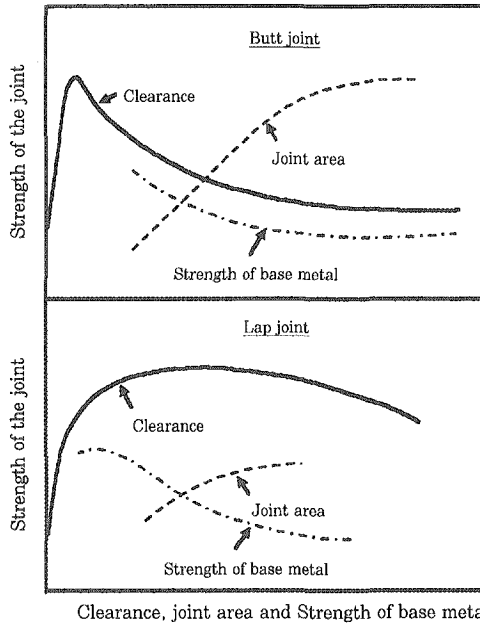


Fig. 4 접합부의 간격, 접합면적 및 원래 모재 강도와 접합부 강도와의 정성적인 상관관계

그림 5의 (a)와 같이 브레이징한 접합부에 화살표 방향으로 인장하면, 접합부/모재의 응력(전단응력)은 (b)에서 사선으로 표시한 것처럼 분포하고, 삽입금속의 중앙부가 가장 작다. 접합부에는 인장응력에 의한 우력이 생겨, 양 끝쪽에 굽힘 모멘트가 걸리고, 삽입금속 층의 양 끝 쪽에는 인장력이 걸려 결국 이 부분에서 균열이 발생한다. 그림 6의 (a) 및 (b)와 같이 모재에 경사를 주거나, 또는 스카프의 형상으로 하여 브레이징하는 경우, 불리한 응력분포를 피할 수 있다. 또한 그림 7과 같이 접합면적을 크게 하여 이러한 현상을

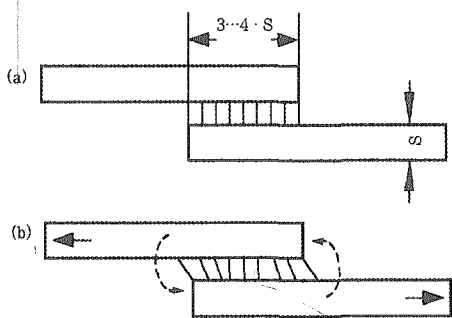


Fig. 5 인장시험시 접치기 이음부에서 발생하는 전단응력 분포 (a) 접치기 이음부 (b) 화살표로 인장할 때 생기는 응력분포



- 강정윤(姜晶允)
- 1953년생
- 부산대학교 금속공학과
- 확산접합, 브레이징, 솔더링, 용접야금
- e-mail : kangcy@pusan.ac.kr

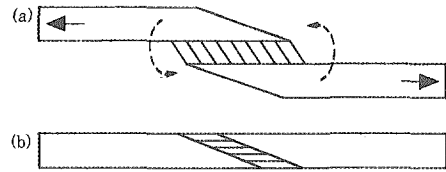


Fig. 6 인장시험시 접치기 이음부 형상에 따른 전단응력 분포 (a) 모재에 경사면을 준 경우 (b) 스카프 이음부

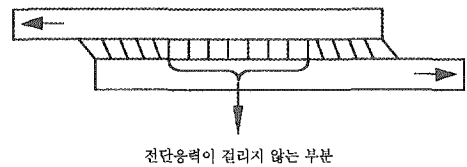


Fig. 7 접합면적을 넓게 한 경우 이음부의 전단응력 분포

피하려고 하여도 기대에 미치지 못한다는 것을 알 수 있다. 그래서 접치기 길이는 판 두께의 3~5배가 적당하다. 일반적으로 접치기 형상에서 적당한 접합면적은 다음 식으로 구한다. 그림 8의 (a)와 같이 판재와 판재를 접합할 때 접합면적은 (1)식으로 구할 수 있고, 그림 8의 (b)와 같이 파이프와 파이프를 접합할 때에는 (2)식으로 구할 수 있다.

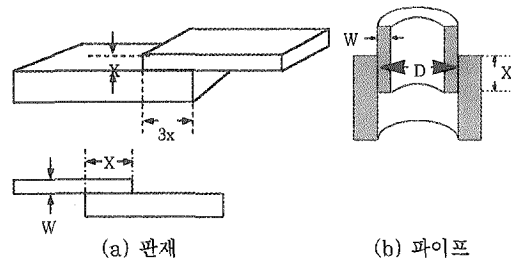


Fig. 8 접치기 이음부의 모식도

$$X = Y(TW/L) \tag{1}$$

$$X = Y \{TW(D-W)/LD\} \tag{2}$$

여기서, X는 접합면적, W는 모재의 두께, D는 파이프의 직경, T는 인장 강도, L는 삽입금속의 전단강도, Y는 안전계수이다. 단, W와 L의 값은 약한 모재 쪽의 것을 선택하고, 특히 T는 브레이징 온도로 가열된 후의 인장강도를 취하고 있다. Y값은 보통 2-3의 값을 사용한다. 일반적으로 접합면적은 판 두께의 3-5배 정도를 채용한다.