

# BRAZING 방법에 따른 품질 및 작업특성 The Characteristics of the Quality and Workability on the several Brazing Method

\*김중삼, 최우현  
(주)한진중공업, 기술지원팀

## 1. 개 요

Copper alloyed pipe는 일반적으로 냉동장치의 냉각 system이나 내부식성 piping system에 많이 사용되고 있으며 이들 접합부의 경우는 강도상의 품질보다도 기밀성에서의 품질을 우선하는 경우가 많아 brazing에 의한 작업이 많이 적용되고 있다. 본 test는 선박 건조 시 일반적으로 사용되고있는 소구경 copper pipe에 적용될 수 있는 각종 접합 방법 중 TIG 용접과 brazing에 대해 작업성 및 품질특성 등을 비교/검토하여 현장 적용에 유리한 최적 process를 제시하고자 하였다.

## 2. Test 범위의 설정

### 2.1 Test process 및 소재

Copper pipe의 접합방법으로 가장 많이 사용되고 있는 Oxyacetylene gas를 이용한 Gas torch brazing과 TIG brazing, TIG welding 등을 선정하였고, 이들 pipe중 brazing 접합으로 많이 사용되고 있는 소구경(10-50A)의 pipe중에서 25A를, 용가재로서 brazing에는 BCup-3, TIG welding에는 ER-Cu를 사용하였다.

Base metal	Type of joint	Process	Filler material	Working method
Copper pipe (25A)	socket joint	Gas torch brazing	BCup-3(2.4mm)	Manual(1torch)
		TIG brazing	BCup-3(2.4mm)	Manual
		TIG welding	ER-Cu(2.4mm)	Manual

Table 1. Base metal and filler materials

### 2.2 Test 범위 설정 및 조건

현장적용 타당성을 검토하기 위해 작업이 용이한 조건과 품질의 안정성을 확인하기 위한 PT, 인장강도 등을 test item으로 선정하여 비교하였다.

Process	Position	W/condition	Flux	Test items
Torch brazing.	2G(H)	neutral flame	봉사	Visual Insp. PT, Macro. etch, Tensile strength.
TIG brazing	2G(H)	75 - 85A	NA	
TIG welding	2G(H)	80 - 90A	NA	

Table 2. Welding condition and items of test

## 3. Test 결과

### 3.1 용접조건

Process	Joint clearance	Joining time	Joining speed	Remark
Torch brazing	0.05 - 0.35mm	3분 55초	20 mm/min	torch에서 전류조정이 가능한 장비 사용
TIG brazing		1분 5초	72 mm/min	
TIG welding		1분 43초	45 mm/min	

Table 3. Joining speed by process

### 3.2 Process별 작업성(용접성)의 비교

Torch brazing의 경우는 torch flame에 의한 예열과 flux의 도포, filler metal의 적용 등 brazing의 전 공정이 완료될 때까지 상당한 시간이 소요되는 특성이 있고 flux와 filler metal 공급에 기술적인 어려움이 따르지만 용가재의 젖음성(유동성)이 양호하여 접합부에 깊숙이 침투해 들어가는 감각을 느낄 수 있다.

TIG brazing의 경우는 초기 arc start후 모재가 약간 용융되기 시작하는 시점까지 예열한 후 filler metal을 적용하게 되므로 용융풀에서 모재의 용융이 일어나면서 filler metal의 용융액이 접합틈새로 빨려 들어가는 감각을 느낄 수 있다. 작업중 filler metal의 control에 있어서는 torch brazing 보다 훨씬 더 용이하다.

TIG welding에서는 용접 시작부에서는 모재와 filler metal이 충분히 가열되지 않아 용입이 작게 느껴지나, 작업이 진행됨에 따라 과도한 입열이 느껴지므로 작업도중에 arc를 일시 중단하거나 전류를 낮추어 입열을 조절할 필요가 있다.

### 3.3 용접 외관 및 PT 결과

Torch brazing에서는 접합부 주위에 flux로 인한 이물질들이 넓게 잔류하여 피막을 형성하고있어 이를 제거하는 작업이 필요하며, 그렇지 않을 경우 P.T. 결과도 양호하지 않게 나타나게 된다. 반면에, TIG brazing의 경우는 접합부 주위가 상당히 깨끗하여 별도의 후처리가 필요치 않을 정도이며, P.T. 결과 양호하게 나타났다. TIG welding에서는 부분적으로 모재와 용가재간의 융합상태가 완벽하지 못한 경향이 있으며, 부분적인 overlap도 발생된다.

### 3.4 인장시험 결과

접합부에 대한 인장시험의 결과는 process에 따른 차이가 크게 나타나지 않았으며 입열에 의한 연화현상으로 접합부의 강도가 저하되어 열영향부에서 파단이 일어나는 전형적인 결과가 나타났다.

구분	Base metal	Torch brazing	TIG brazing	TIG welding
Tensile strength	32kg/mm <sup>2</sup>	21.4 kg/mm <sup>2</sup>	20.4 kg/mm <sup>2</sup>	19.7 kg/mm <sup>2</sup>
Fracture point	-	Base metal(HAZ)	Base metal(HAZ)	Base metal(HAZ)

Table 4. Comparison of tensile test

## 4. 결과 고찰

### 4.1 단면 Macro etch test

Torch brazing은 flux의 사용과 전 구역의 가열효과 등으로 인해 용가재의 젖음성이 좋아져 접합면에 대한 습입정도가 상당히 깊게 나타나고 있고 단면결합이 없다. TIG brazing의 경우에는 flux를 사용하지 않았음에도 불구하고 상당량의 습입이 이루어지며 모재의 용융이 거의 없었던 것으로 관찰되고 있고 단면의 결합도 없는 것으로 관찰된다.

TIG welding에서는 전반적으로 용입이 이루어지기는 하지만 start 부위와 end 부위의 용입상태에서 많은 차이가 나타나고 있다.

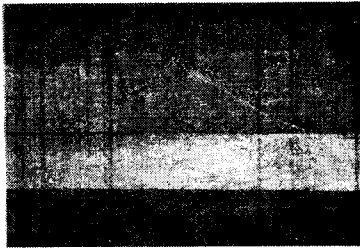
Fig 1. Comparison of Macro etch test section

### 4.2 현장 적용 가능 Process의 검토

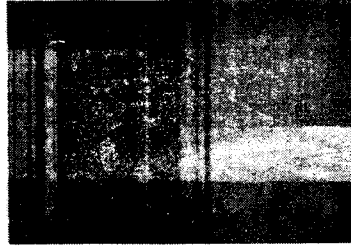
1)경제성(작업용이성) : 단위 piece당 용접시간 및 작업의 용이성 측면을 비교 했을때 TIG brazing이 가장 유리한 것으로 나타나고 있다.

2)품질의 안정성 : Brazing 작업시 모세관현상에 의한 접합부의 습입정도는 torch flame의경우가 가장 양호한 것으로 나타나고는 있으나 외관이 불량한 경향이 있다. 하지만, TIG brazing의 적용시에도 강도상으로 안정된 정도의 습입이 얻어지며 외관뿐만 아니라 기밀성의 특성에서도 양호한 것으로 나타나고 있다.

3)현장 적용 가능성 : 수동제작 작업이 이루어지는 shop 의 경우는 TIG brazing의 적용이 상대적으로 유리할 것으로 판단되며, 현장설치 작업의 경우에도 관련 장비의 이용이 가능하다면 TIG brazing의 적용이 바람직한 것으로 판단된다.



(Gas torch brazing)



(TIG brazing)



(TIG welding)

#### 4.3 기타 고려사항

TIG brazing을 열전도가 좋은 copper pipe에 안정되게 적용하기 위해서는 용접중의 입열조절이 용이하도록 전류의 torch control이 가능한 장비의 사용이 바람직하다.

#### 5. 결 론

- (1) Copper pipe의 접합에 있어 TIG 용접이나 brazing간의 강도차이는 크지 않으므로 사용목적에 따라 경제적인 process의 선택이 가능하다.
- (2) Copper pipe의 접합에서 수동 brazing이 적용될 경우 Gas torch brazing 보다 TIG brazing의 경우가 작업의 용이성, 경제성, 품질의 안정성 측면에서 유리하다.
- (3) TIG brazing의 적용 활성화를 위해서는 작업중에 사용전류의 조절이 가능한 torch control type의 TIG 용접기 사용이 권장된다.

#### 참고문헌

- [1] “용접·접합 편람”, 6장, 대한용접학회, 1998.
- [2] “Welding Handbook”, Vol-2: 8th edition AWS, 1991.
- [3] “KWE” Vol-1(Process), -2(material) KIMM, 1996.
- [4] “QIR-Copper pipe 용접 process 적용 비교 test”, 한진중공업, 1995.