

냉동기기의 브레이징 기술

홍순국 · 강정윤

Brazing Technology of Refrigeration Equipments

Soon-Kuk Hong and Chung-Yun Kang



홍순국/LG전자 생산기술원/1960년/실장기술(재료개발), 레이저 미세가공



강정윤/부산대학교 금속공학과/1953/확산접합, 브레이징, 솔더링, 용접야금

1. 서 언

냉장고, 공조기, 자동판매기, 냉온수기, 제빙기 등의 냉동기기와 브레이징 기술과는 밀접한 관계가 있다. 냉동기기를 인체에 비유하면 냉매압축기는 심장, 열교환기는 폐, 냉매는 혈액, 냉매가 순환하는 배관은 혈관에 해당한다. 따라서 브레이징을 행하는 오퍼레이터는 이들의 장기와 혈관, 두꺼운 혈관과 가는 혈관을 봉합하는 외과 의사에 상당한다. 만약 브레이징 기술이 미숙하면, 혈관에서 출혈이 심하게 일어나서, 냉각 효율이 저하되고, 10년 이상의 품질을 보장할 수 없다. 이와 같이 냉동기기에 있어서 브레이징 기술은 아주 중요한 공정이라고 말할 수 있다.

이 해설에서는 냉동기기의 브레이징 기술에 관한 개요와 냉동기기에 주로 사용되는 재료인 순 Cu 브레이징 기초 이론을 근거로 결함 발생 원인과 그 대책방안 및 생산성을 향상시키기 위한 자동화 장치에 대하여 소개하고자 한다.

2. 냉동기에 사용된 주요 재료

그림 1은 냉장고 배관 전개도로서 냉매 순환 경로를 나타낸 것이다. 그림으로부터 알 수 있는 바와 같이 냉매압축기, 열교환기(응축기, 증발기) 등의 주요 부품과 배관이 아주 복잡하게 연결되고, 밀폐된 냉매의 순

환경로를 구성하고 있다.

냉장고와 업소용 공조기의 브레이징된 부위의 수를 표 1¹⁾에 표시한다. 냉동기에 사용되고 있는 주요 재료를 표 2¹⁾에 표시한다. 주요부품과 연결하는 배관은 주

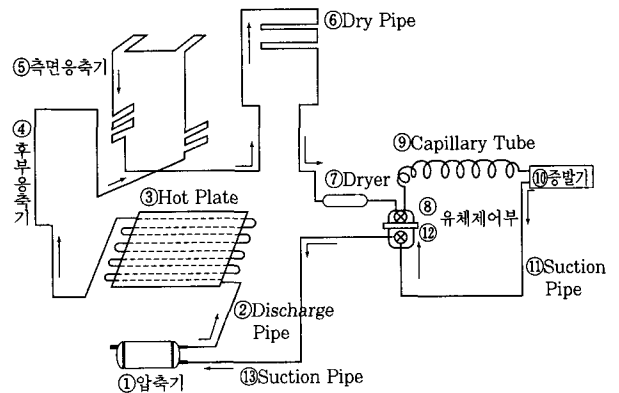


Fig. 1 냉장고 배관 전개도와 냉매 순환 경로

Table 1. 냉동기에서 브레이징하는 곳의 갯수

		냉장고	공조기
냉매압축기		5	5
열교환기	응축기		49
	증발기	19	16
기타 배관	Sub조립	13	37
	Main조립	19	14
계		56	121

Table 2. 인동 삽입금속의 종류(JIS Z 3264)

주요부품	모 재(JIS 규격)	삽입금속(JIS 규격)	플락스
냉매압축기	냉연압연강판(G3131 SPHE) 인탈산동(H3003 C1220 TS)	B _{Ag} (산성불화카리 붕산카리
열교환기	인탈산동(H3003 1220 TS)	BCuP(BCuP-2)	-
배관류	인탈산동(H3003 C1220 TS)	BCuP(BCuP-3)	-

로 인탈산동 관과 강이 주로 사용된다. 인탈산동이 주로 사용되는 것은 값이 싼 전기동은 수소분위기와 같은 환원성 분위기로 가열되면, 수소취성을 일으키기 때문이다. 인탈산동은 탈산제로서 P를 0.01-0.04% 첨가하여 탈산시킨 것이다. 인탈산동을 제조할 때 탈산제가 고용하여 잔류하게 되면, 전기전도도 및 열전도도가 저하하므로, 인탈산동을 구입할 때, 탈산제가 남아 있는지 여부를 검수하여야 한다.

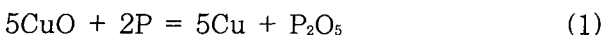
Cu는 일반적인 플락스를 사용하면, 비교적 쉽게 브레이징이 가능하다. 동관끼리 브레이징하는 경우에는 자체 플락스의 작용을 하는 BCu-P 삽입금속을 사용한다. 표 3²⁾ 은 BCuP의 종류를 나타낸 것이다.

Table 3. 인동 삽입금속의 종류(JIS Z 3264)

종 류	화 학 성 분 %				참 고 치		
	P	Ag	Cu	기타	고상선 온도℃	액상선 온도℃	브레이징 온도℃
BCuP-1	4.8~5.3	-	bal	0.2↓	약 710	약 925	790~930
BCuP-2	6.8~7.5	-	bal	0.2↓	약 710	약 795	735~845
BCuP-3	5.8~6.7	4.8~5.2	bal	0.2↓	약 645	약 815	720~815
BCuP-4	6.8~7.7	5.8~6.2	bal	0.2↓	약 645	약 720	690~790
BCuP-5	4.8~5.3	14.5~15.5	bal	0.2↓	약 645	약 800	705~815
BCuP-6	6.8~7.2	1.8~2.2	bal	0.2↓	약 645	약 790	730~815

Cu-P 삽입금속은 Cu 및 Cu합금에 대하여 플락스의 사용 없이 낮은 온도에서 접합이 가능한 삽입금속이지만, 경도가 높고, 취약하여 가공성이 불량할 뿐만 아니라 접합이음부의 연성 및 인성이 아주 낮다. 이와 같은 결점을 보완하기 위하여 Ag가 첨가되었다. Ag를 첨가하면 유동성이 증가되고, 가공성도 개선된다. 기본조성은 Cu-P계 및 Cu-Ag-P계가 있고, P는 약 5-7.5%의 범위에서 첨가된다.

이 합금의 최대의 특징은 자체플락스(Self Flux)작용이 있다는 것이다. 즉, 다음 식^{2~6)}과 같이 액상삽입금속 중에 遊離된 P가 銅(모재) 표면의 산화물을 환원하여, 표면을 활성화시키기 때문에 플락스를 사용하지 않고 브레이징이 가능한 것이다.



BCuP-1 : 설치형(Preplacement) 삽입금속의 프리폼(Preform)에 많이 사용된다. 접합부는 비교적 연성이 좋지만, 접합온도에서 유동성이 나쁘다. 간격은 0.02-0.12mm가 적당하다.

BCuP-2,4 : 접합온도에서 유동성이 양호하고 좁은 간격에도 침투가 가능하다. 간격은 0.02-0.08 mm가 적당하다.

BCuP-3,5 : 넓은 간격을 가진 이음부에 사용되고, 간격은 0.02-0.12mm가 적당하다.

BCuP-6 : BCuP-2 와 BCuP3의 특성을 합친 것으로, BCu-4 보다 Ag량이 적은 것이 특징이라 하겠다.

이외에도 기본조성에 Ni 혹은 Sn을 첨가한 것이 있다. Sn의 첨가는 용융온도의 저하에 효과가 있지만, 경도를 증가시켜 가공성을 나쁘게 한다. 최근에는 Cu-Ni-Sn-P 4원계 합금을 급냉응고법으로 극박판(30-50μm)으로 제조한 삽입금속이 개발되어 있고, 열교환기 등의 제조에 사용된다.

이 삽입금속을 사용할 때는 다음과 같은 점을 주의하여야 한다. ① Fe 혹은 Ni을 5% 이상 함유한 모재를 브레이징하면, 접합계면에서 Fe₃P 및 NiP를 형성하여 접합강도를 저하시킨다. 따라서, 이와같은 모재에는 사용하지 않는 것이 좋다. ② P는 S와 반응하여 아주 취약한 황인화합물을 형성하여 접합강도를 저하시키므로, S를 많이 함유한 환경에서 사용하는 제품의 브레이징은 피하는 것이 좋다. ③ 접합층 내에 인화합물이 정출하여 접합부의 인성이 낮기 때문에 접합부에는 응력이 집중하지 않도록 이음부를 설계하는 것이 바람직하다. ④ 용융 후 양 성분이 분리되는 경우가 가끔 있는데 이때는 될 수 있는 한 급속으로 가열하는 것이 좋다.

강/강 및 강/Cu의 브레이징에는 플락스와 B_{Ag}삽입금속을 사용한다. 값이 싼 BCuP 삽입금속을 사용하지 않고 B_{Ag}를 사용하는 이유는 BCuP 삽입금속 중에 함유된 P와 Fe가 서로 반응하여 취약한 금속간화합물인 Fe₃P을 형성하여 사용 중에 기기 진동 등에 의해 브레이징된 부위에서 균열이 발생하는 경우가 중

Table 4. AWS 규격에 정해진 Cu/강의 브레이징용 플락스의 종류

AWS No.	사용 삽입금속	사용온도(℃)	배합성분	형 상
3A	B _{Ag} , BCuP	560~870	붕산, 붕산염 불화물, 붕불화물	분말, 액체 페이스트
3B	B _{Ag} , BCuP	730~1150	"	"

종 있기 때문이다. 강/강 및 강/Cu을 브레이징하는 경우에는 페이스트 형태의 플락스를 주로 사용한다. 표 4²⁻⁶⁾는 사용되는 플락스 종류를 나타낸 것이다. 플락스로서는 붕사계, 불화물계가 있다.

3. 브레이징부의 불량 원인과 대책

3.1 접합부의 불량 종류

그림 2는 에어컨 열교환기 제조 시 직경이 9mm 및 7mm 인탈산동 직선 파이프와 확장한 U밴드 파이프를 브레이징한 접합부의 마크로 조직을 나타낸 것이고, 그림 3은 대표적인 접합부의 미세조직을 나타낸 것이다⁷⁾. 이것으로부터 접합부의 결함은 주로 보이드임을 알 수 있다. 그림 4는 상기 결과로부터, 보이드 형상과 발생 위치로부터 분류한 예를 나타낸 것이다. A형의 보이드는 직선 파이프의 외벽과 U밴드의 내벽과 모두 접합하지 않는 얇은 큰 보이드이고, B형 보이드는 삽입금속 내부에 존재하는 편홀형의 미세한 보이드이고, C형의 보이드는 파이프 벽에 접촉되어 있거나, 근처(50 μ m)에 존재하는 미세한 보이드이다. 이들

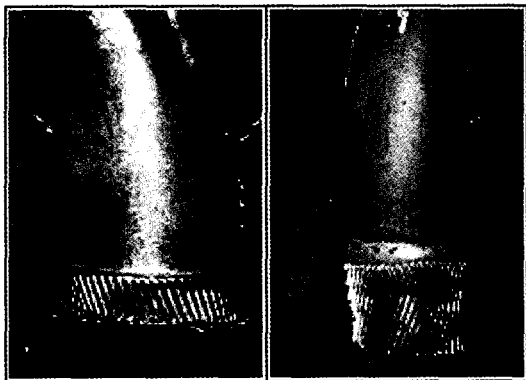


Fig. 2 에어컨 열교환기의 직선 파이프와 U밴드와 브레이징부의 단면 실체 사진

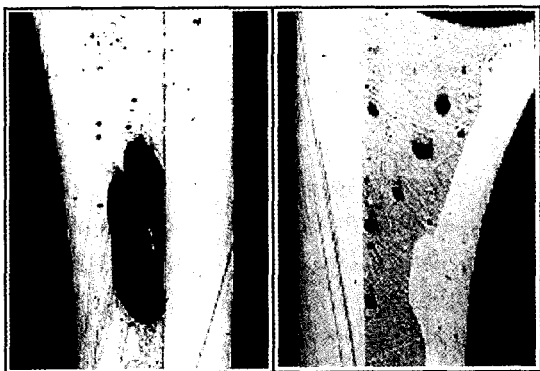


Fig. 3 에어컨 열교환기의 직선 파이프와 U밴드와 브레이징부의 단면 미세조직

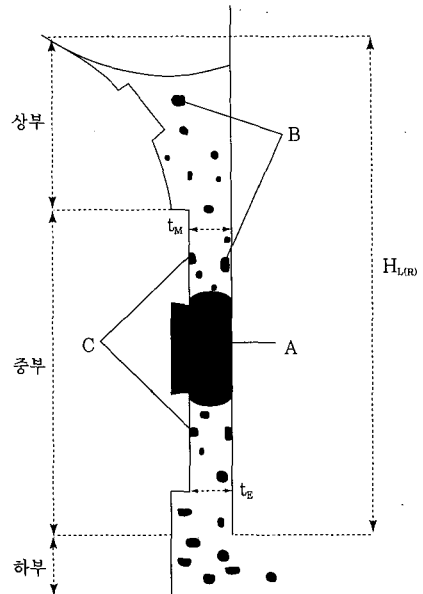


Fig. 4 전형적인 보이드형상의 모식도

보이드 중에 수압 시험에 체크될 수 있고, 누설에 치명적인 보이드는 A형 보이드일 것이다.

3.2 보이드 종류 및 발생 원인과 그 대책 방안

3.2.1 보이드의 종류

삽입금속 흐름의 불량에 의한 보이드 형태는 여러가지가 있지만, 브레이징부를 X선 초음파 검사 등을 행할 때, 또는 브레이징부를 파단하였을 때 판별할 수가 있다. 이러한 보이드는 브레이징부에서 가장 많이 발생하기 쉬운 결함으로서, 접합부의 성능을 좌우한다.

그림 5¹⁾는 브레이징 부분이 동결 균열로 파괴된 예를 나타낸 것이다. 이것은 브레이징 부위에 물이 침투할 수 있는 아주 미세한 결함이 있으면, 물이 침투되고, 결빙(체적 팽창)과 해빙이 반복되어 결함인 흠의 체적이 서서히 확대하여 결국에는 파이프 벽을 파괴하기 때문이다.

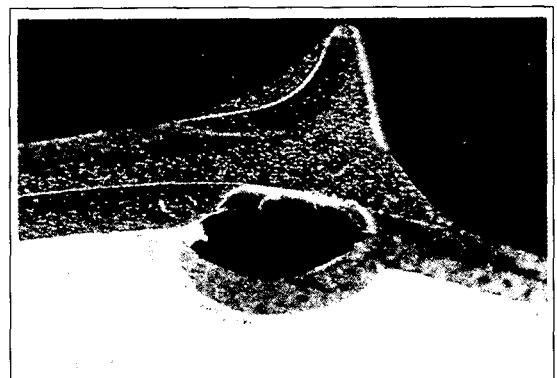


Fig. 5 브레이징부의 동결 파손 사례

3.2.2 삽입금속이 채워지지 않는 대형 보이드(A형)의 발생 원인과 대책

삽입금속 흐름의 불량에 의한 보이드 형태는 여러가지가 있지만, 브레이징부를 X선 초음파 검사 등을 행할 때, 또는 브레이징부를 파단하였을 때 판별할 수가 있다. 이러한 보이드는 브레이징부에서 가장 많이 발생하기 쉬운 결함으로서, 접합부의 성능을 좌우하기 때문에 충분히 주의하여 작업할 필요가 있다.

삽입금속 흐름의 불량은 발생원인도 많고 단순하게 해결할 수는 없다. 그 원인으로는 (1) Joint 설계의 오류 및 조립 불량 (2) 전처리 부족 (3) 플라스의 영향 (4) 가열온도의 부적당 및 불균일 (5) 삽입금속의 부족 등이 있다.

(1) Joint 설계부족 및 조립 불량

접합부 간격이 좁은 경우, 특히 0.025mm 이하인 경우에는 삽입금속이 접합부 안으로 흐를 수가 없기 때문에 보이드가 생기고, 너무 간격이 넓은 경우에도 모세관 현상으로 용융 삽입금속이 접합부 간격 사이로 흐르지 못하기 때문에 발생한다. 일반적으로 적정 간격은 표 5에 표시하는 것처럼 모재 및 삽입금속의 종류에 따라서 다르다. 가능한 적정접합부 간격을 유지하도록 확인할 때 주의 할 필요가 있다.

실제 외경 9.56mm인 인탈산동 파이프와 이것을 내경이 10.54mm가 되도록 확관한 파이프를 그림 6의 (a)와 같이 조립하여, 링 형상의 BCuP-3을 사용하여 브레이징한 경우, 조립된 형태에 따른 보이드 발생을 조사하여 보면 다음과 같다⁷⁾. 그림 6은 파이프를 1/2로 절단하였을 때 나타나는 파이프와 파이프의 대표적인 조립상태를 모식적으로 나타낸 것이고, Type I은 좌우 간격이 차가 존재하는 경우, Type II는 삽입된 파이프가 확관된 파이프와 거의 접촉하여 틈이 없고, 밑 부분은 간격이 아주 넓은 경우이다. 정상상태 (a)에서는 A형 보이드가 존재하지 않았다. 이것은 용융 삽입금속의 흐름이 양호하기 때문인 것으로 생각된다. 한편, Type I은 14개 중에 4개(29%)가, Type II은 10개(71%)가 존재하였다. 이것으로부터 파이프

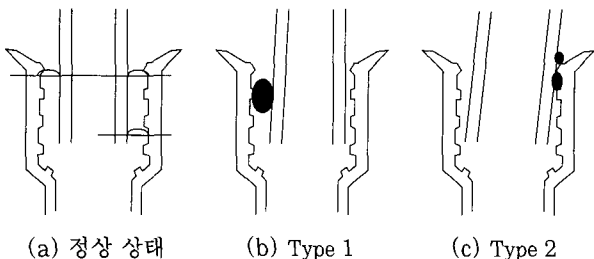


Fig. 6 직선 파이프와 U밴드와 조립된 상태

/파이프 접합부의 조립이나 체결이 불량하여 부분적으로 간격이 불균일하게 되는 경우에는 모세관 현상이 일어나지 않아, 삽입금속 흐름이 불량하게 되어, A형의 보이드가 발생할 확율이 크고, 특히 거의 접촉하는 경우는 A형 보이드의 발생율은 거의 80% 이상임을 알 수 있다.

(2) 전처리 부족

브레이징 작업에서 삽입금속과 모재를 구입할 당시에는 비교적 청정하지만, 오랜 시간 동안 보존하게 되면, 표면이 산화하거나, 이물질이 부착하거나, 유지 등이 묻는 경우가 있다. 이것은 브레이징 시에 젖음성을 나쁘게 하므로, 보이드가 발생하는 원인이 된다. 따라서 브레이징 전에 아세톤이나 신나 또는 약 5~10%의 황산 회석액으로 세정하는 것이 바람직하다.

(3) 플라스의 영향

플라스는 삽입금속 및 모재에 적합한 것을 사용해야 한다. 예를 들면, 스테인레스강을 BAg로 브레이징하는 경우, 간단한 봉사나 봉산과 같은 플라스로는 Cr산화물 부동태 피막을 파괴할 수 없으므로, 보이드의 주요 생성 원인이 된다. 이 경우에는 불화물을 적당량 함유한 플라스를 사용하여만 양호한 브레이징 이음부를 얻을 수 있다. 결국, 부적당한 플라스를 선택하게 되면, 젖음성이나 용융 삽입금속의 흐름성에 큰 영향을 미치게 되어 보이드의 생성 원인이 된다. 또한 재료의 두께가 커서 브레이징 시간을 장시간 요하는 경우에는 플라스의 기능이 상실하여 보이드가 다량 생성되는 경우가 있다. 이 경우에는 플라스를 수명이 긴 것을 사용하여야 하며, 플라스의 도포량을 많게 하므로써 보이드의 생성을 방지할 수가 있지만, 그 량이 너무 많으면, 용융삽입금속 내에 플라스가 혼입될 가능성이 많다.

(4) 가열온도

가열방법이 부적당 하거나, 필요 이상으로 과열하거나, 반대로 가열온도가 낮거나 불균일하게 가열하는 경우, 온도편차가 생기게 되어, 삽입금속의 흐름이 균일하지 못하게 되어 대형 보이드의 형성 원인이 된다. 이에 대한 대책으로서, 고주파 브레이징에서는 특히 두께가 다르거나, 투자율이 다른 재료를 사용할 경우, 코일 간격 설계에 세심한 배려가 필요하다. 또한, 토치 브레이징에서는 토치의 위치나 경사각도, 화염의 조정에 유의하여야 한다.

(5) 삽입금속의 부족

삽입금속이 부족하여 브레이징 접합부 간격이 넓은 경우, 용융 삽입금속이 처져서 떨어지는 경우가 있다.

특히 코너 부분을 브레이징할 경우, 삽입금속 부족현상이 발생하기 쉽다. 따라서 접합부 간격에 충진할 수 있는 적정 필요량을 사용하여 삽입금속의 흐름이 최적인 치수로 해야 한다. 표 5²⁻⁶⁾는 모재 및 삽입금속에 따른 적정 접합부의 간격을 나타낸 것이다. 최적 간격보다 더 큰 간격이 되면 삽입금속 부족이 일어날 수 있다. 또 과열이나 브레이징 시간이 길어지면 삽입금속이 흘러 넘쳐서 부족 현상이 발생하므로 주의해야 한다.

Table 5. 모재/삽입금속의 조합과 적정 접합부 간격(mm)

삽입금속	강	Cu합금	탄소강
BCuP	0.05-0.25	0.07-0.38	-
BAg	0.05-0.38	0.05-0.38	0.02-0.15

3.2.3 핀홀(B, C형)의 발생 원인과 대책

핀홀은 브레이징 접합부에 작은 구멍이 발생하는 것으로, 압력시험 등을 행할시 소량의 누설이 확인되는 수가 있다.

전처리가 부적당하여 모재에 부착되어 있는 오염물이나 유지등이 탄화되어 흡입되는 경우, 모재에서 나오는 가스에 의해 발생한다. 따라서 세정을 충분히 하여야 하며, 적절한 플락스 사용하면 제어할 수 있다. 또한 예열을 행하여 탈가스 처리를 행한 후에 브레이징 작업을 시행할 필요가 있다.

한편 삽입금속이 가열에 의해 산화되어, 핀홀이 발생하는 수가 있다. 특히 Zn, Cd, Sn 등을 함유하고 있는 삽입금속을 사용하는 경우에는 과열하게 되면, 삽입금속 표면이 약간 산화하므로, 젖음성이 나쁘게 되어, 핀홀이 발생하게 된다. 따라서 과열을 피하고 적당한 작업온도에서 작업하고, 브레이징 시간을 너무 길지 않게 하여야 한다.

3.4 기타 불량률의 발생 원인과 대책

3.4.1 접합부의 강도 부족

설계단계에서 예측한 것보다 접합부 강도가 낮은 경우가 발생할 경우가 있다. 이것은 원인이 다양하다. 그 원인으로서는 (a) 접합부의 설계 불량, (b) 삽입금속의 선정 오류, (c) 플락스의 종류 및 량 선정 오류 (d) 가열 방법(토치 위치, 가열 온도 및 시간) (e) 조립시 잘 못으로 접합부의 간격의 불균일 (f) 모재의 결정립 조대화 등을 들 수 있다. 특히 접합부의 설계에서는 간격이 지나치게 좁거나, 너무 넓은 경우는 삽입금속의 흐름 불량, 보이드의 발생 원인이 되기 때문이다. 따라서 기본적인 것을 재검토 확인하여 충분한 강도가 얻

어질 수 있도록 세심한 주의가 필요하다.

특히 가열 시간이 길거나, 브레이징 온도가 높을 때는 모재의 결정립이 조대화되어 접합부의 강도가 저하하고 균열이 발생하는 경우가 있다. 따라서 적정한 가열 온도와 유지시간을 잘 선정하여야 한다.

3.4.2 균열 발생

브레이징 후 접합부 혹은 모재에서 균열이 발생하는 경우가 종종 발생한다.

접합부에서 발생하는 균열의 원인으로는 (1) 브레이징 후에 급냉하게 되면 모재의 수축과 삽입금속의 수축이 상이한 경우 (2) 체결도구나 치구의 불량 (3) 용융온도가 범위가 넓은 삽입금속으로 아주 느리게 가열하는 경우 등이 있다. 특히 (3)과 같은 경우에는 편석이 발생하여 용융온도가 낮은 부분이 먼저 용융하여서, 녹지 않은 것은 모재와 융합되지 않은 경우가 있다. 따라서 이 경우에는 접합부가 브레이징 온도에 도달한 후에 삽입금속을 공급하면, 균열을 방지할 수 있다.

모재의 균열은 전기동이나 많은 가공응력을 받은 탄소강 등을 브레이징한 경우, 브레이징 후에 발생한다. 그 원인으로서는 (1) 과열에 의해 모재의 결정립이 조대화하는 경우 (2) 전기동에서 수소취성이 발생 경우 등이 있다. 따라서 브레이징 전에 모재의 과열과 취성에 대해서는 충분한 검토가 필요하다.

3.4.3 접합부 외부에 삽입금속의 유출

삽입금속이 접합부 간격 이외의 부분에 유출되면, 제품 전체의 미관을 손상하고, 용융삽입금속이 파이프 내부에 부착되는 경우에는 냉매의 유로를 방해하므로 냉각 효율이 저하될 우려가 있다.

이 결함은 접합부 간격이 너무 넓거나, 과열이나 장시간 가열에 의해서 발생하고, 또한 삽입금속의 량이 과다한 경우에도 발생한다. 따라서 접합부 간격 및 가열조건을 적당히 하고, 삽입금속 필요량 이상 사용하지 않아야 한다.

3.4.4 플락스의 말려 들어감

삽입금속의 흐름 부족과 같은 현상으로 생각된다. 플락스 사용량이 삽입금속의 양에 비해서 지나치게 많은 경우에 접합부 간격이 불균일하게 되어 모세관 인력이 변하게 되어 삽입금속의 흐름에 난류가 일어나, 플락스가 삽입금속 안으로 흘러들어 잔존하게 된다. 경우가 발생한다. 방지 대책으로는 우선 적정 플락스를 사용하여야 하고, 균일한 가열을 행하고, 특히 브레이징하는 방향의 설정이 중요하다.

4. 생산성 향상을 위한 자동 브레이징 장치 및 공정

4.1 냉매 압축기 제조공정에서 브레이징 공정

냉매 압축기는 압축기계 부분과 소형모터가 고압용기내에 밀폐되어 있지만, 이 강제 용기의 경판과 냉매의 출구, 입구의 동편과 Ag 브레이징한다. 브레이징 전후의 개략적인 공정은 다음과 같다.

- ① 압연 강판 절단 → ② 프레스 성형 → ③ 용제 탈지 → ④ 브레이징 → ⑤ 산세 → ⑥ 수세 → ⑦ 건조 → ⑧ 검수

국내의 일부 업체에서는 아직도 수동 브레이징을 으 로 행하고 있지만, 일본에서는 테이블형 가스 토치식의 자동기를 사용하고 있다. 그림 7¹⁾은 압축기 경판과 동 파이프를 브레이징하는 장치를 나타낸 것이다.



Fig. 7 압축기 덮개판의 브레이징 장치

자동 브레이징 공정은 적외선 방사온도계로 약 700℃ 까지 가열되는 것을 체크한 후에 삽입금속을 공급하고, 이 때 작업 물체를 고정하고 이동하는 지그의 정밀도는 높아야 만 한다. 또한 플럭스를 브레이징할 부분에 일정 량 만큼 안정하게 도포할 수 있는 것 등이 특징이므로 브레이징 접합부의 품질을 비약적으로 향상시킬 수 있다. 한편, 적외선 온도계는 토치의 화염에서 발생하는 적외선을 감지하므로, 브레이징 물체의 정확한 온도를 표시하지 않는 경우가 있다. 따라서 적외선 필터를 엄선 하는 것이 필요하다.

4.2 열교환기 (증발기) 제조공정에서 브레이징 공정

열교환기는 주로 핀 플레이트형이고, 개략적인 공정은 다음과 같다.

- ① 동파이프 크기 측정 → ② 헤어 핀 형상 밴딩 → ③

- AI 열교환기 타발, 구멍 뚫기 → ④ 삽입 조립 → ⑤ 헤어 핀 확관 → ⑥ 탈지 → ⑦ U 밴드판 삽입 → ⑧ 브레이징 → ⑨ 기밀시험

여기서는 연속 콘베어형 가스토치식의 자동기를 사용하고 있다. 그림 8¹⁾ 및 그림 9¹⁾는 냉장고용 열교환기 및 공조기용 열교환기의 자동 토치식 브레이징 장치를 나타낸 것이다. 이때 BCuP 삽입금속은 미리 링 형상으로 제작하고, 이것을 U자형 리턴 밴드에 고정 하여 브레이징을 실시한다.

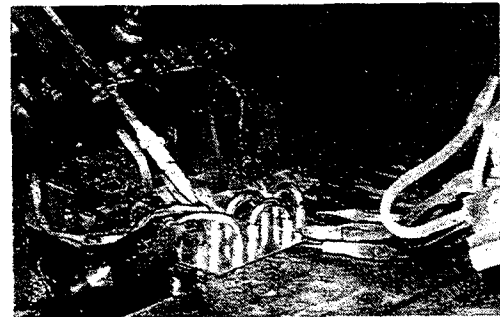


Fig. 8 냉장고용 열교환기의 브레이징 장치



Fig. 9 공조기용 열교환기의 브레이징 장치

4.3 압축기, 핫 플레이트, 조인트관의 자동 서브 브레이징 공정

이 브레이징공정의 개략적인 순서는 다음과 같다.

- ① Hot Plate위에 압축기를 고정 → ② 압축기의 파이프 형상을 고정 → ③ 조인트 관 삽입 → ④ 고주파 자동 브레이징 → ⑤ 가스 토치 자동 브레이징(A) → ⑥ 가스 토치 자동 브레이징(B) → ⑦ 서브 조립품 이동 적재

일본의 마쯔시다에서는 브레이징 뿐만 아니라, Slot conveyor 와 Free flow conveyor을 조합시켜 다른 잡업과 복합한 자동라인으로 하여 생산성을 향상시키고 있다. 그림 10¹⁾은 고주파 자동 브레이징 장치를 나타낸 것이고, 그림 11¹⁾은 가스 브레이징(B) 장치를 나타낸 것이다.

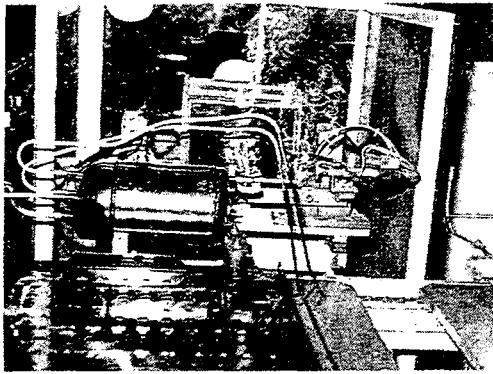


Fig. 10 그림 8 고주파 자동 브레이징 장치

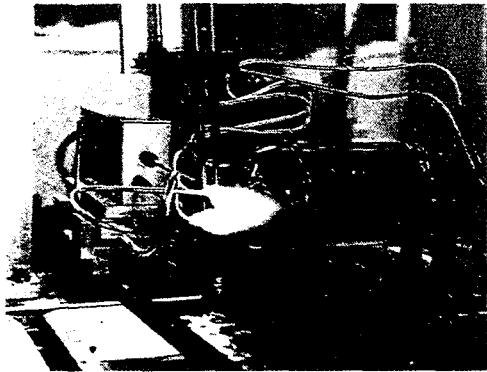


Fig. 11 가스 토치 자동 브레이징 장치

가열 안정성 면에서는 고주파 가열이 바람직하지만, 가스 토치와 병용하는 이유는 냉동기기의 콤팩트화에 따른 스페이스가 좁아 고주파 가열이 불가능하기 때문이다. 이와 같이 자동 브레이징이 성공적으로 수행되기 위해서는 전술한 압축기 브레이징에서 설명한 바와 같이 정밀도가 요구되는 부품을 일정한 가열 위치에 정확히 정지시키는 것이다. 정지 정밀도는 X, Y, Z 방향으로 모두 $\pm 1\text{mm}$ 이하가 필요하다. 압축기의 경우도 같다. 이 자동 브레이징 라인 이외도 테이블형 가스 토치식이 서브 조립에 사용되고 있다.

4.4 메인 조립공정에서 브레이징 공정

상기 개별의 프로세스와 별도로 우레탄 단열재를 현장 발포하는 캐비닛의 메인 조립공정이 있다. 미리 측면 응축기, 후면 응축기, 드라이 파이프가 장착된 캐비닛에 증발기, 응축기, 핫 플레이트의 서브 조립품을 조합하여 넣고, 기계실 중에서 사람이 가스 토치로 최후 배관을

완료한다. 이 작업은 자동화가 어렵다. 그 이유는 전술한 바와 같이 기계실 자체가 협소하기 때문이다.

4.5 품질 보증

냉동 기기의 브레이징에 있어서 품질 보증은 밀폐된 시스템 내에 냉매를 봉입 순환 시켜 사용하는 것이므로 10년~15년에 걸쳐서, 냉매가 리크하지 않는 것을 보증하여야 한다. 이 때문에 완성품은 냉매를 봉입·밀폐 브레이징 후에 일본 전자 제품의 경우 할로겐 리크 검출기에 의해 기밀 검사를 전 제품의 브레이징부 모두에 대해서 실시하여 품질 보증을 실시하고 있다. 그러나 국내에서는 수압 검사를 주로 하고 있다. 검출기는 냉매 봉입량이 200g/대 이면 15년간에서 봉입량의 10% 이하의 리크량 즉 1gr/년을 검출시킬 수 있는 정밀도를 지녀야 한다. 또한 냉매 압축기, 열교환기 등의 주요 부품에 대해서는 각각 단품별로 기밀 검사를 행하고 있고, 그 방법은 수조 시험, He 리크 시험 장치를 사용하고 있다.

5. 맺음말

냉장고, 공조기 등과 같은 냉동기기 조립에 있어서 브레이징 기술은 냉동기기 제품의 품질과 수명을 좌우하는 기술이다. 현재 에어컨, 냉장고의 가전 제품의 품질과 생산량면에서 세계적인 수준이지만, IMF로 원화 가치가 낮은 상황에서는 보다 품질을 향상시키고, 생산단가를 낮추는 것만이 해결하여 나갈 수 있을 것으로 생각된다. 이 자료가 이에 대한 조그만 보탬을 줄 수 있으면 하는 바람이다.

참고 문헌

1. 伊藤 : 日本溶接學會誌 61-4 (1992), p321
2. 강정윤, 김우열 : 대한용접학회지, 10-2(1992), p14
3. AWS : Welding Hand Book 7th(1978)
4. AWS : A5.8-81 Specification for Brazing Filler Metal(1981)
5. AWS : Brazing Manual
6. M.M Schwarz : Brazing, ASW(1987)
7. 강정윤 : LG전자 산학협동 연구과제 보고서(1998)