

용접부의 검사방법에 대하여

한국어선협회 삼천포출장소

검사원 박 점 석

선박용접부는 제조검사시에는 건조과정에, 기존선박에 대하여는 입거 또는 상가시에 실시하는 것이 보통이며 이 때 세밀하게 검사하는 것이 선박 안전에 중요한 영향을 주는 것을 의심할 여지가 없으나 기존선박 검사시에는 단기간에 세부까지 점검하기란 사실상 어려운 일이며 검사시마다 주의 깊게 관찰할 필요가 있다.

용접부의 검사방법에는 파괴검사법과 비파괴검사법이 있으며 전자는 용접부위의 일부분을 파괴하여 강도의 상태를 알아내는 방법이므로 선박 해난 등의 조사, 기타 기술적 연구이외는 행해지지 않고 있으므로 후자에 대하여만 기술하고자 한다.

1. 외관검사법 (外觀検査法)

외관검사법은 과학적인 방법이 못될 뿐만 아니라 다른 검사방법에 비해 비효율적이지만 다음과 같은 특색이 있다.

○ 특 색

— 장 점

- ▲ 어떠한 장소에서도 간편하게 실시할 수 있다.
- ▲ 검사하는 데 시간이 걸리지 않는다.
- ▲ 비용이 들지 않는다.

— 단 점

- ▲ 다년간의 경험이 요구되며 매우 어렵다.
- ▲ 내부까지 검사를 할 수 없다.

○ 검사방법

외관검사방법에 있어서 용접부의 개선상태, 가용접상태, 용접순서 등의 검사는 부분적으로 밖에 할 수 없으며 용접이 끝난 후 본용접상태 즉, 비드의 표면상태, 용접의 시작과 끝의 비드상태, 비드의 표면과 그 부근의 균열의 유무, 설계사양에 의한 용접시공여부 등을 유의하여 검사하여야 한다.

가. 개선상태 검사

선체용접이음부의 상태에 따라 용접결과에 중대한 영향을 미치므로 용접시행전에 개선의 치수, 형상, 간격 등을 충분히 검사하여 용접시공을 하도록 해야 한다.

① 강판용접 맞대기이음의 기준 (강선구조규칙)을 소개하면 다음과 같다. (표 1)

② 강판수동용접이음부의 개선 형상은 아래와 같이 검사한다.

○ 맞대기이음 “I” 개선의 형상은 좋은가 : 허용한도 $0 < a \leq 3$, $\theta = 90^\circ \pm 1^\circ$. (그림 1a)

○ 맞대기이음 “V” 개선의 형상은 좋은가 : 허용한도 $0 < a \leq 4$, $50^\circ < \theta < 60^\circ$, $0 < b < 3$.

(그림 1b)

▲ $4 < a \leq 7$ 의 경우 뒷면 받침판(Back plate)을 부착 용접하여 뒷면 받침판을 제거한 후 다듬질을 하는가. (그림 1c)

▲ $7 < a \leq 15$ 의 경우 뒷면 받침판을 부착한 후 용접살붙임(肉盛: Build up)하여 기준의 개선형상으로 한 후 뒷면 받침판을 제거하여 용접

표 1. 용접 맞대기 이음

		판 두께 (밀리미터)	a (밀리미터)	b (밀리미터)	θ
I형		판 두께 4 밀리미터미만의 것에 사용하고 a는 2 밀리미터이하, b는 1 밀리미터로 한다.			
V형		4	1	1	60
		6	2	1.5	60
		8	2	2	60
		10	2.5	2	60
		11	2.5	2.5	60
		13	3	2.5	60
		14이상 25이하	3	3	60
X형		16 이상	3	2	60

하는가. (그림 1d)

○ 판 두께의 차가 4 mm 이상일 경우 Taper는 붙였는가: 허용한도 $\ell = 3b \pm 5$. (그림 1e)

○ 맞대기이음 "X"개선의 형상은 좋은가: 허용한도 $0 < a \leq 4$, $50^\circ < \theta < 60^\circ$, $0 < b \leq 3$.

(그림 1f)

○ 양면용접이 불가능한 경우의 "V"개선의 형상은 좋은가: 허용한도 $6 < a < 8$, $45^\circ < \theta < 55^\circ$. (그림 1g)

○ 필릿(Fillet)이음의 형상은 좋은가: 허용한도 $a \leq 3$. (그림 1h)

▲ $3 < a \leq 5$ 일 때 각장은 $a - 3$ 을 증가하였는가.

▲ $5 < a \leq 12$ 일 때 개선을 45° 로 하고 뒷면받침판을 부착하여 용접한 후에 뒷면받침판을 제거하고 용접시공하는가. (그림 1i)

▲ $a > 12$ 일 때 Liner를 넣을 경우 Liner의 두께와 길이는 적합한가: $t_1 \geq t_2 < t$, $\ell = 3.5t \sim 4t$. (그림 1j)

○ 필릿이음으로 양면용접이 안되는 경우에 개선의 형상은 좋은가: 허용한도 $6 < a < 8$, $45^\circ < \theta < 50^\circ$ (그림 1k)

○ 필릿이음으로 경사가 있는 경우에 형상은

좋은가: 허용한도 $\theta \leq 45^\circ$ 인 경우 $45^\circ < \theta < 90^\circ$. (그림 1l)

▲ $5 < a \leq 12$ 일 때 그림 1i에 준한다. (그림 1 m)

③ 강판자동용접 이음부의 개선형상을 검사한다.

○ "I"개선형상의 간격은 좋은가: 허용한도 $a < 0.8$. (그림 2a)

○ 판 두께의 차이가 3 mm 이상일 때 Taper는 좋은가: $\ell > 3b$. (그림 2b)

○ 맞대기이음 "Y"개선형상의 간격은 좋은가: 허용한도 $a < 0.8$, $\theta = 60^\circ \pm 1^\circ$, $t' = 8 \pm 0.5$. (그림 2c)

○ 맞대기이음 "X"개선형상은 좋은가: 허용한도 $a < 0.8$, $\theta = 70^\circ \pm 1^\circ$, $t = 5 \pm 0.5$. (그림 2d)

④ 기타 용접이음부의 개선형상을 검사한다.

○ 접이음의 경우: 허용한도 $a < 5$, $\ell = 2t + 25 \pm 5$ 단, t는 얇은 판의 두께. (그림 2e)

○ Slot 용접일 때. (그림 2f)

$t \leq 6$ 일 때 $a = 65$, $b = 35$

$7 \leq t \leq 8$ 일 때 $a = 75$, $b = 40$

$t \geq 9$ 일 때 $a = 80$, $b = 45$ 를 각각 표준으로 한다.

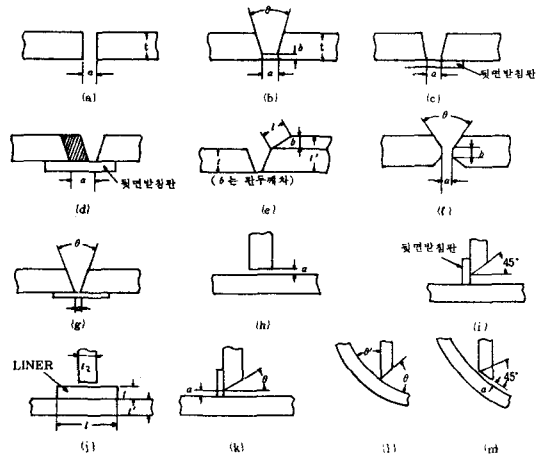


그림 1

나. 가용접 상태검사

가용접은 소량의 용접을 시행하기 때문에 용입 불량, 언더컷, 균열 등의 결함이 발생하기 쉬우

므로 이에 주의해서 검사하여야 한다.

① 수동용접의 가용접상태를 검사한다.

○ 가부착 길이는 30mm 전후로 하고 용접봉 지름은 3~4mmφ봉을 사용하고 있는가

○ 필릿용접의 가부착이 단속용접 길이내 인가 또는 용접길이의 시작과 끝 부위가 아닌가.

○ 부재이음의 단부(端部) 150mm 이내에 가용접을 하는 등 불합리한 가용접을 하고 있지 않은가. (그림 3a)

○ 면재(Face) 등 소부재의 개선면이 가부착으로 인하여 균열이 생긴 부위는 없는가.

○ 맞대기용접이음에는 Strong back으로 눈틀림 방지용 피이스를 가부착시키고 있는가.

○ 가용접에 균열이 발생한 부위는 완전히 제거하였는가.

○ 맞대기이음 개선용접이 완료되지 않은 경우에 필릿 가부착은 개선면으로부터 150mm 이내에 하지 않았는가. (그림 3b)

○ 선측후판 0.6L간의 상연(上緣)에 피이스류를 가부착 하지 않았는가.

○ 가부착전에 부재상호간의 눈틀림은 없는가.

○ 슬롯트용접 등에서는 만곡부에 가용접을 하지 않았는가.

② 자동용접의 가용접상태를 검사한다.

○ 가용접길이는 약 50mm, 간격은 약 250mm로 하며 양단부는 가용접길이 약 200mm로 하고 용접봉은 3mmφ의 저수소계 용접봉을 사용하고 있는가. (그림 3c)

○ 가부착전에 개선면의 녹, 수분 등의 불순물을 버너로 태우고 Wire brush로 완전히 제거되어 있는가.

○ 판의 단부에는 150mm×150mm 이상의 같은 두께의 Tab이 가부착되어 있는가. (그림3d)

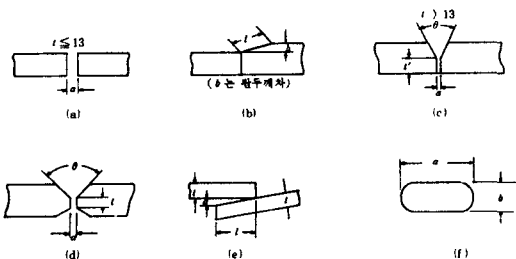


그림 2

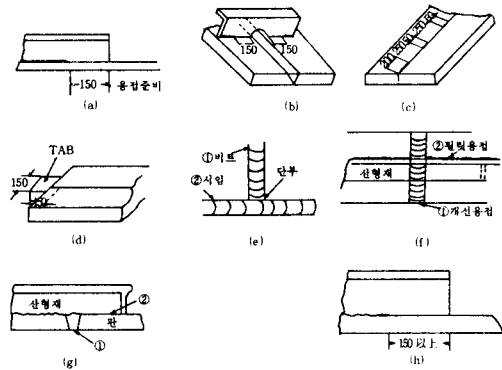


그림 3

○ 가부착전에는 판의 눈틀림이 생기지 않았는지를 충분히 확인하였는가.

다. 용접순서

용접순서는 선각구조에 크게 영향을 미치므로 구속용접을 피하여 변형을 적게 하여야 한다.

① 용접순서는 다음과 유의하여 검사한다.

○ 수축량이 큰 쪽의 용접을 끝내고 작은 쪽을 나중에 용접하고 있는가.

○ 맞대기이음의 경우 버트(Butt)를 먼저 하고 시임(Seam)을 나중에 하고 있는가, 또한 버트의 단부는 정상적인 개선 형상으로 하여 시임을 용접하고 있는가. (그림 3e)

○ 맞대기이음과 산형, T형체가 교차하는 경우의 용접은 개선면을 먼저 끝내고 필릿용접을 나중에 하고 있는가. (그림 3f,g)

○ 부재이음의 단부의 용접준비는 150mm 이상으로 하였는가. (그림 3h)

○ 부재이음의 용접순서는 개선면의 용접을 먼저하고 필릿용접을 나중에 하는가.

○ 블록 맞대기이음용접이 일시선이 아닌 경우 버트 전후 300mm 이상의 용접준비를 하고 버트를 먼저 다듬질한 후에 시임을 시행하고 있는가.

○ 이중저구조의 블록은 늑판, 거어더 상호의 필릿을 먼저하고 판과 내부재의 필릿은 나중에 하며 또한 중심에서부터 외측방향대칭으로 진행하고 있는가.

○ 갑판, 외판 등의 블록에서는 중심에서부터 상하, 좌우, 전후로 향해 대칭으로 진행하고 있

는가.

○ 리벳과 용접이 근접하여 있는 경우, 부근의 리벳팅 전에 용접을 시행하고 있는가(리벳팅 후 용접을 행할 경우 용접부위로부터 150~200mm 이내는 행하지 말 것).

○ 블록 조인트의 용접은 블록의 중앙부로부터 선수미 및 양현으로 향하여 진행방향도 같은 모양으로 진행하고 있는가.

○ 공사구멍(Working hole) 등의 개구부의 막음판의 맞대기 용접의 순서는 지키고 있는가.

라. 본 용 접

본용접은 적절한 아크길이, 전류, 봉, 각도, 운봉법, 용접속도를 지키는가를 검사하여 결합을 최소한 줄이고 용접봉은 대상부재의 재질, 용접자재, 사용목적에 적합한 것을 사용하는가를 검사한다.

① 본용접의 수동용접의 경우 다음을 검사한다.

○ 용접개소의 물, 녹, 페인트, 먼지 등의 불순물은 제거되었는가.

○ 맞대기이음, 개선면의 최초의 일층은 원칙적으로 4mmφ 봉을 사용하고 슬러그를 와이어 브러쉬로 제거한 후 다음 용접에 착수하고 있는가.

○ 단속필릿용접의 시작과 끝 지점의 용접불량 및 Crater cut은 없는가. 또한 용접장, 각장은 좋은가. (그림 4)

○ 부재단부의 들림용접은 완전히 시행하였는가.

○ 단속용접으로 비입, 늑골, 거어더 및 갑판, 외판, 내저판, 격벽 등과 필릿용접을 하는 경우 일부 연속용접부위는 적합하게 시행하고 있는가. (그림 4)

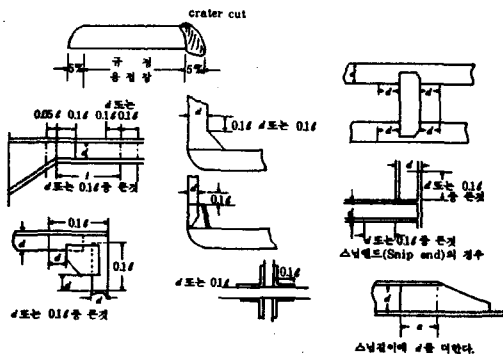


그림 4

○ 갑판보기대 (양묘기대, 계선기대, 양화기대 원치대 등), 마스트, 필라하부의 반대측 필릿용접은 연속용접을 하였는가.

○ 기관실내 보기대 취부부위의 늑골, 제2갑판 뒤틀면 비입 등은 연속용접이 시행하여져 있는가.

○ 목재, 하역용 피이스 등의 특설늑골, 격벽 등에 부착되어 있는 부위의 면재의 용접, 방오재의 용접은 연속되어 있는가.

○ 주, 단강재의 용접에는 저수소계의 용접봉을 사용하고 있는가.

○ 용접완료 후 반드시 슬러그를 제거 하였는가.

② 이음용접의 외관을 검사한다.

○ 덧살을림높이는 좋은가: 허용한도 : 1~5 (그림 5a)

○ Under cut 등은 없는가: 허용한도 : $a < 0.5$ (그림 5b)

○ 비드(Bead)의 변형이 균일한가.

○ Crater의 처리는 좋은가.

○ Over lap은 없는가. (그림 5c)

○ 용접 비드 너비는 적절한가.

○ 균열 Pin hole 등은 없는가.

③ 필릿용접의 외관을 검사한다.

○ 큰 Under cut은 없는가: 허용한도 : $a < 0.8$ (그림 5d)

○ Over lap은 없는가. (그림 5e)

○ Pin hole은 없는가.

○ 각장은 규정의 치수로 되어 있는가: 허용한도: 규정의 15% ~ -10% (그림 5f)

○ 단속용접의 용접장 및 피치는 적절한가: 피치허용한도규정 + 5

○ Throat 두께는 좋은가: 허용한도 $a > 0.6\ell$ (그림 5g)

○ 큰 Crater cut은 없는가: 허용한도 $a < 0.8$

○ 크게 편육된 비드는 없는가: 허용한도: 규정각장의 .0.9 (그림 5h)

○ 균열이 발생한 부위는 없는가.

④ 자동용접에서 본용접은 다음을 검사한다.

○ Wire flux의 조합은 승인된 사양서의 것을 사용하는가.

- 용접, 속도, 전류, 전압은 승인된 사양서 대로 시행하고 있는가.
- 개선면의 청소는 충분히 하고 용접을 하고 있는가.
- 용접면의 경사각도는 좋은가.
- 촉매제(Flux)에 습기 및 먼지가 혼입되지 않도록 방법을 강구하고 있는가.

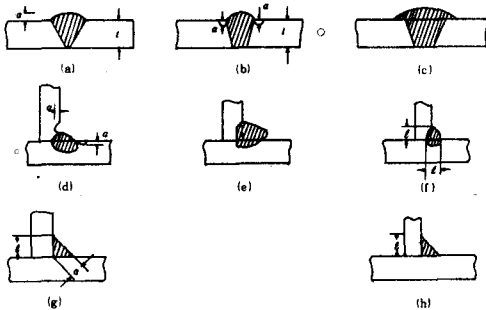


그림 5

2. Hose test

이 방법은 간단하고 효과적이므로 자주 행해지고 있다. 보통 선외에서 용접부(외판의 균열발견 시에도 행한다)에 사수(射水)하여 그 이면(裏面)에 물이 스며드는지 여부를 검사한다. 경우에 따라서는 선내에서 사수하고 외부에서 검사하는 수도 있다.

Hose test를 실시할 때 다음 사항에 유의해야 한다.

- 수압은 2 kg/cm^2 이상(호스끝단의 압력)이어야 한다.
- 사수는 검사하려는 부위에 직각방향으로 쏘아야 한다.
- 선박의 경우 수압은 2 kg/cm^2 이상으로 하여야 하며 사수거리 및 사수시간은 특별히 정해져 있지는 않다.
- 사수된 물이 외판 등의 검사부위에 닿는 소리를 들으면서 검사해야 하며 사수하는 장소와 검사하는 장소가 달라서는 Hose test의 의미가 없다.
- 내부와 외부의 연락은 Test hammer로 외판을 때려 그 소리를 서로 확인하면서 사수검사를 해야 한다.

- 사수는 밑에서 위의 순서로 행해야 하며 만약 먼저 위에서부터 하게 되면 상부에서 누설부분이 있으면 하부의 누설부위의 검사가 불가능하다.

- 검사하는 부위는 (사수 반대측) 반드시 건조시켜야 한다.

- 큰 누수부위는 사수중에 발견되지만 작은 부위는 수시간 경과 후에 물이 스며들게 되므로 검사종료 후 한번 더 확인할 필요가 있다.

3. Air test

Air test는 물대신에 공기를 불어 넣어 (보통 0.24 kg/cm^2) 누설부위를 조사하는 방법으로서 외부의 검사부위(용접부위, 균열부위 등)에 빙눅물을 발라서 누설이 있는 결합부를 발견한다. Air test시행시의 주의사항은 다음과 같다.

- 공기압은 7 kg/cm^2 정도가 적당하다.
- Hose는 직각으로 불어 넣는다.
- 비눗물을 칠한 면은 건조하지 않아도 된다. 또한 비눗물은 거품이 생기면 어떤 비누라도 상관없다.
- 큰 균열이 있으면 거품이 바로 사라지므로 유의하여야 한다.

4. Color check

Color check의 방법도 비교적 널리 보급되어 있고 간단히 단시간에 실시 가능하며 비용이 적게 들고 장소도 필요하지 않는 등의 잇점이 있다. 검사방법은 아래와 같다.

- 용접부 표면을 씻는다.
- 검사부위에 착색액을 바른다.
- 다시 표면을 씻는다.
- 균열부분, 용접불완전부분이 적색분말로 나타나게 된다.

5. 압력검사법 (壓力檢査法)

압력검사방법에는 수압, 기압, 유압검사가 있다. 수압검사는 액체를 수조 등의 용기에 넣어 누설의 유무와 압력에 견디는가를 조사한다. 기압

검사는 검사하려는 용기에 높은 기압을 걸은 후 외면에 비눗물 등을 발라서 검사한다. 유압검사는 물보다 용이하게 침투하는 성질이 있으므로 발견하기 쉽다.

6. X선 검사법

X선이 금속판에 닿으면 금속에 흡수되는 성질을 이용한 것이다. 두꺼운 금속은 흡수되는 X선의 통과량이 적게 된다. 손상부분과 같이 부분적으로 얇게 되어 있는 부분의 통과량이 많으므로 발견하기 쉽다. X선은 동(銅), 강(鋼), 연(鉛)의 순으로 통과하기가 어렵게 되고 남은 완전히 차단해 버린다. X선은 인체에 유해하므로 취급에 주의할 해야 한다. 최근에는 소형으로 가볍고 이동식이 있으므로 편리하다.

X선으로 검사할 수 있는 곳은 균열, 불순물, 용입불량 등이다.

7. 特殊目的의 檢査法

이 검사방법은 특히 특별한 검사를 하는게 아니고 상기의 검사방법이 비교적 많이 사용되고 있는 반면 특수한 경우 예를 들면 선주, 본선, 검사원 등의 요구에 의해 특별히 정밀하게 조사할 때 실시된다.

① 자기검사법

이 방법은 용접부의 결함부위를 누설자속의 변

화에 따라 검사하는 방법으로서 큰 손상부위 발견용인 탐색Coil방식과 작은 결함부위 발견용인 자기분말로 하는 전식과 습식이 있다.

② r선검사법

이 방법은 X선방식에 비해 인체에 영향이 크므로 그다지 실시되고 있지는 않으나 X선보다 투과력이 크기 때문에 X선으로 검사불가능한 두꺼운 물건을 조사할 수가 있다.

③ 침투검사법

○ 유침투방식

검사하려는 용접부분을 경유(輕油)에 담근 후 꺼내어서 용접부분을 건조시켜 진동을 주면 결함 부분으로부터 기름이 스며 나온다.

○ 형광탐상검사

용접표면에 형광성 침투액을 발라 내부에 침투시킨 후 물로 표면을 씻고 건조시켜 어두운 장소에서 검사하면 결함부분에서 형광을 발하므로 이를 발견하게 된다.

○ 천공검사법

용접부분을 적당한 간극으로 구멍을 뚫어 검사하는 방법으로 간단하지만 연속적으로 검사할 수 없는 결점이 있다.

이상에서 기술한 바와 같이 용접부를 단기간에 세부까지 점검하기란 용이한 일이 아니다.

상기 검사방법이 검사업무에 종사하는 검사원은 물론 조선소의 품질관리담당기사 및 현장기사들에게 도움이 되기를 바란다.

혼란속에 간첩오고

안정속에 번영온다.