

조선분야에서의 용접기술 응용연구

成饒慶·韓龍燮

大宇造船工業(株) 技術研究所

1. 서 론

세계 조선업계는 70년초의 오일쇼크 이후 장기간의 불황을 탈출하여 선가의 회복과 건조수요의 증가에 따른 호황을 맞이하고 있다. 이러한 추세에 따라 한국도 지난해 수주 및 건조실적에 유래없는 기록을 세우면서 대부분 조선소에서 많은 흑자를 기록하였다.

세계 선박 건조량의 추이를 보면 1974년경 약 3000만 GT에 달하던 건조량이 '87년경 1200~1400만 GT까지 감소하였다가 최근 다시 상승하는 추세를 보이고 있다. 국내 조선업의 시장점유율은 1975년도 약 1.2% 정도였으나 '80년대 초부터 점점 증가하여 '88년도 27%까지 이르렀다. 일본의 세계 시장 점유율은 상대적으로 감소하여 80년대초 50%를 점유하던 것이 '88년도 34%까지 감소하였으며, 당시 국내에서는 곧 한국이 일본을 추월할 수 있을 것이라는 가능성이 기대하였다. 그러나 그후 한국의 시장점유율은 점점 감소하였으며, 상대적으로 일본의 점유율은 상승하였다. 이에 따라 1991년에는 한국의 점유율은 21.7%까지 감소하였으며, 일본은 45.3%를 점하게 되었다.

더구나 최근 일본조선소가 대대적인 설비보수에 나서고 있어 그들의 호언처럼 일본이 세계시장의 70% 이상을 점유할 수도 있을 것이다. 이경우 제일 많은 타격을 받는곳은 한국이다. 그이유는 지금까지 수주 현황을 냉정히 분석해볼때 국내 수주 상황은 대부분 일본이 수주 Peak를 이룬후 증가하고 있는 상태이기 때문이다. 즉 일본의 건조능력이 수요를 따라가지 못할 경우에만 국내조선소에 건조의뢰가 들어오기

때문에 일본 건조능력이 충분하다면 그만큼 상대적으로 한국의 건조량이 줄어든다는 것이다. 이러한 상황을 극복하고 국내 조선업계가 세계적인 호황이 예상되는 1995년 이후에도 국제 경쟁력을 갖추기 위해서는 무엇보다도 일본이나 서구의 조선 선진국들 처럼 조선 관련 기술분야의 기술개발을 적극적으로 추진하여야 할 것이다.

현재 국내 조선업계의 기술수준을 일본조선소와 비교하면 일반상선 경우 설계기술 측면에서는 큰 차이를 보이고 있지 않으나, 생산기술 측면에서는 상당히 뒤떨어져 있다. 표 1에는 몇몇 상선건조시 국내와 일본 조선소의 생산성을 간단히 비교하여 나타내었다. 이표에서 보면 국내 생산성이 일본에 비해 2:1정도 뒤떨어져 있음을 알 수 있다.

표 1 국내조선소와 일본조선소와의 생산성 비교

	제작공수		대 비	
	국 내	일 본	국 내	일 본
6만톤 화물선	40만	18만	2.2	1
15만톤 화물선	50-60	25만	2.2	1
대형 화물선	70-80	40만	1.9	1

더우기 일본에서는 최근 생산성을 향상 시키기 위해 컴퓨터를 이용한 새로운 생산기술의 개발을 위해 많은 연구가 이루어지고 있다. 따라서 국내에서 그 이상의 노력을 기울이지 않는다면 이러한 생산성의 차이는 당분간 지속될 것으로 판단된다.

일반적으로 조선 건조작업은 5% 부재제작, 45~50% 선각조립, 30~35% 의장, 9~12% 도장 및 기타 3%로 구성되며, 이들 대부분이 용접작업이다. 따라서 본고에서는 조선 건조작업의 생산성을 높이는데 매우

중요한 역할을 하고 있는 용접기술의 현황을 살펴보고, 이를 능률화시킬 수 있는 방법을 최근 일본조선소를 중심으로 고찰하였다.

2. 조선용접 기술의 현황

2.1. 선박의 구조 및 건조법

그림 1은 대형 유조선(VLCC)의 선체 중앙부의 구조와 분할 예를 보이고 있다. 선박구조는 크게 곡선 부분이 많은 선수, 선미 부분과 직선 부분이 많은 중앙부로 나누어지며, 세부적으로 주판과 종방향(Longi. 재) 골재와 횡방향(Trans. 재) 골재로 구성된다. 주판과 종(혹은 횡방향) 골재와의 기본조합을 블록(혹은 판넬)이라 불리우며, 이들 블록의 조합에 의해 대형 선박이 완성된다.

선박 블록의 조립은 각기 작업단계에 따라 다음과 같이 나누어진다.

- 1) 소조립 단계 : 평판에 Frame을 취부하는 정도의 조립(5t~10t 정도)
- 2) 중조립 단계 : 소조립이 완료된 것을 결합하여 선박의 한 평면 정도까지의 조합

(50t 정도)

- 3) 대조립 단계 : 중조립 한 것을 입체적인 블록으로 조립하며, 공장내 혹은 옥외에서 이루어진다.(300t~500t 정도)
- 4) 탑재 단계 : 대형크레인에 의해 선대 혹은 도크에서 대조립, 단계서 완성된 대형블록을 결합한다.

이러한 기본적인 선체조립 이외에도 선박운항에 필요한 각종 의장, 배관 및 기기설치 작업이 동시에 이루어짐으로서 최종 선박이 만들어진다.

2.2. 조선용접의 특징

선박의 건조시 가장 중요한 생산기술중의 하나인 용접분야는 타 분야의 용접과 비교할때 다음과 같은 특징을 가지고 있다.

- 1) 주문생산으로 매척마다 선종, 선형이 다른 다 품종 소량생산이다.
- 2) 용접장이 대단히 길다(예 : VLCC 약 80만m 정도)
- 3) 용접부위가 다양하기 때문에 자동화하기 어렵다.
- 4) 높은 수준의 용접품질이 요구된다.

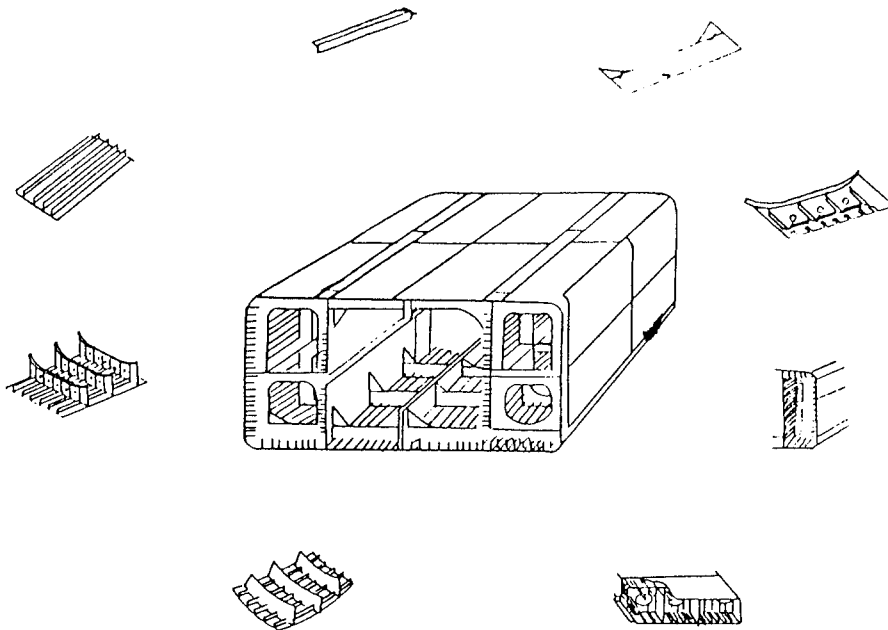


그림 1 대형 유조선(VLCC)의 선체중앙부의 대표적인 구조

- 5) 용접 부재들이 대형이어서 Fit-up 조건이 정확하지 않다.
- 6) 부재들이 대형이어서 운반이 힘들고, 고소작업이 많은 매우 위험한 작업들이다.

이러한 특징때문에 선박건조시 자동화 보다는 인력에 의존하는 비율이 높으며, 국제경력을 높이기 위해서는 이들 인력에 의존하는 비율을 낮추고 동시에 생산성의 향상이 요구된다.

표 2에는 대형 유조선에서 각 용접자세 및 용접장 비율을 간략히 나타내었다.

표 2 각 용접자세별 용접장 길이 및 그비

	Butt (%)	Fillet (%)
아래보기	8.9	—
수 평	5.4	67.8
수 직	2.0	12.4
위 보기	0.8	2.7
계	17.1	82.9

이표에서 보듯이 배 선종에 따라 차이는 있으나 조선용접의 총 용접장중 약 80% 이상이 Fillet 용접으로 구성되어 있다. 따라서 용접생산성을 향상시키기 위해서는 Fillet 용접 특히, 수평자세의 용접능률을 높여야 한다. 물론 Butt 용접부는 생산시수를 기준으로 할때는 Fillet 용접부 보다 월등히 높으나, 많은 부분들이 벌써 반자동화 되어 있기 때문에 현재 기술로는 더 향상시키는데는 한계가 있을 것이다.

2.3. 조선에서 적용되고 있는 대표적 용접 방법

그림 2에는 조선에서 대표적으로 사용되고 있는 용접재료의 사용비율의 변화를 나타내고 있다. 1984년까지는 주 용접재료가 SMAW이었으나, '84년부터 CO₂ 용접이 도입되면서부터 CO₂ 용접이 급격히 증가하였으며 상대적으로 SMAW 방법은 줄어 들었다. 여기서 언급한 CO₂ 용접은 일반 조선에서는 거의 90% 이상이 CO₂ 가스를 사용한 FCAW 방법을 말한다. SAW 방법은 최근 10년 동안 약 10% 내외로 변화가 없었으나, Gravity 용접은 CO₂ 용접이 도입되면서 줄어 들었다가 '88년경부터 이 기법의 우수성이 인정되어 다시금 사용량이 증가하게 되었다.

이를 일본과 비교해 보면, 일본의 경우 단순히 용접재료의 사용 비율로 볼때는 한국의 대규모 조선소와

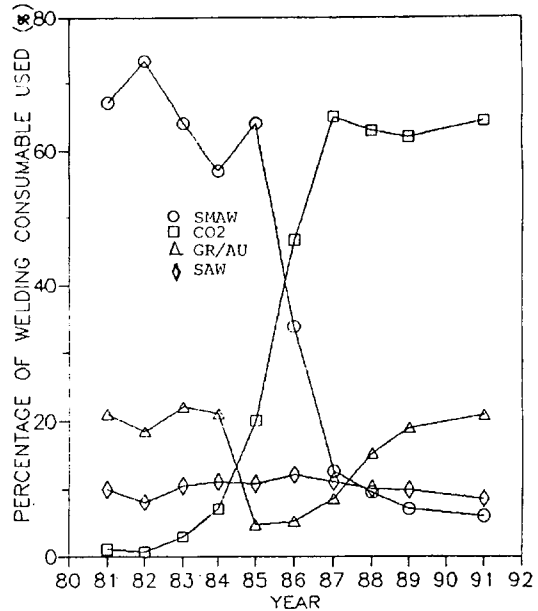


그림 2 국내 대형조선소의 용접재료 사용비율 변화

큰 차이를 보이지 않지만, 내용적으로는 상당한 차이를 보이고 있다. CO₂ 용접의 경우 국내에서는 거의 대부분 수동용접이나, 일본의 경우 CO₂ 용접 Wire의 50% 이상이 기계화 혹은 간이 기계화에 의해 소모되고 있다. 그림 3에는 일본조선소에서 최근 사용되고 있는 용접재료의 비율을 나타내었다.

그림 4에는 선박 중심 Block을 기본으로 많이 사용되고 있는 용접 Process를 나타내었다. 소위 판넬 블록이라 불리는 직선 블록의 주판 용접부(그림의 4 Joint)에는 SAW법이 사용되고 있다. 이 Process는 조선소들의 규모 및 설비 형태에 따라 SAW 양면용접(Single Wire 사용 혹은 Tandem Wire 사용), FCB(Flux and Copper Backing), FAB(Fulx and Asbestos Backing) 등을 이용한 편면용접 등으로 변형되어 사용되고 있다.(참조 그림 5) 주판에 Longi재가 조합되는 용접부(그림 8)는 Gravity 용접 혹은 CO₂ 용접법이 혼용되어 사용되고 있으며, 최근에는 기계화된 CO₂ 용접이 많이 개발/적용되고 있다. Longi재와 Trans 재가 교차되는 용접부위(소위 Slot 부위)는 CO₂ 용접이 사용되고 있다.

내구재와 같은 소조립 단계의 용접시에는 수평 Fillet 용접부위는 Gravity 용접이 많이 사용되며, 수직 Fillet 용접부는 CO₂ 용접이, 판재의 Butt Joint에는 SAW 및 CO₂ 양면(혹은 편면) 용접이 많이 사용된다.

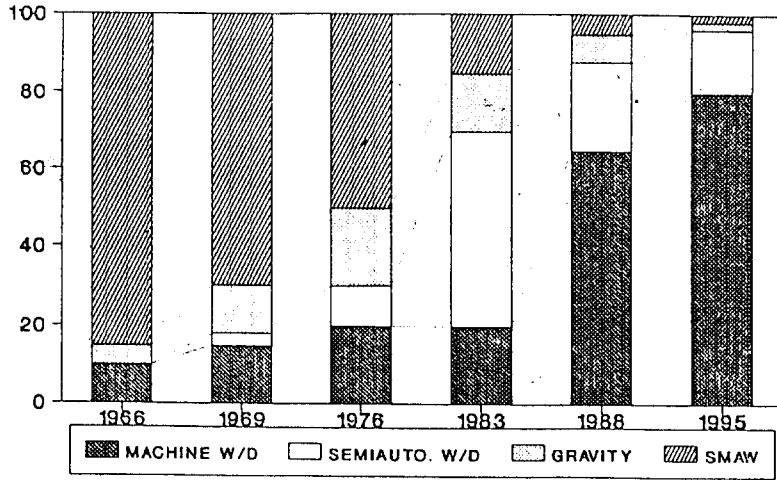
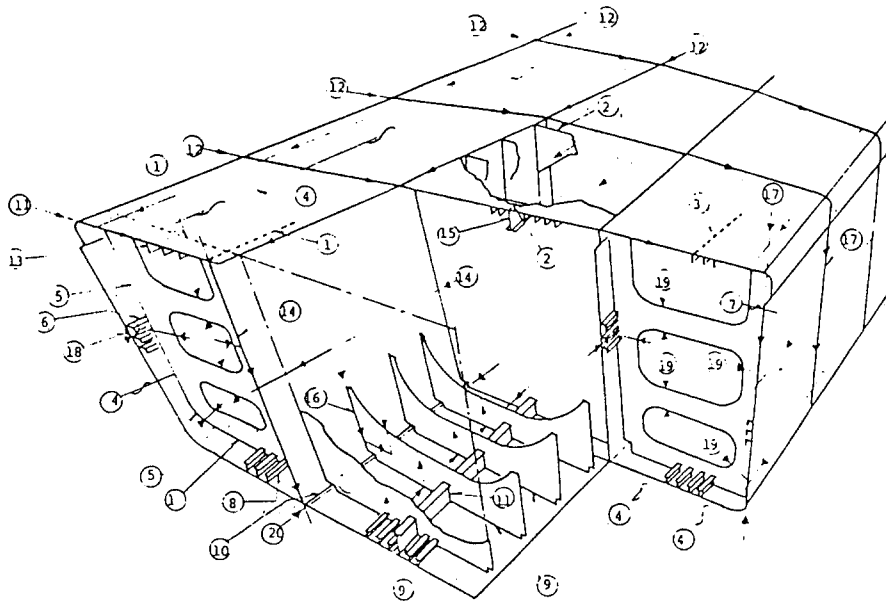
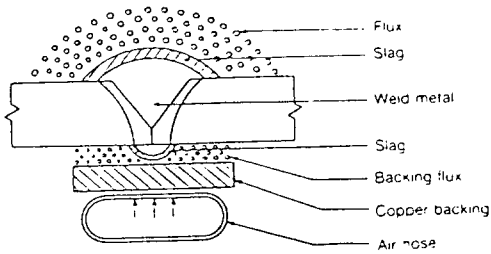


그림 3 일본 A조선소의 용접재료 사용비율 변화

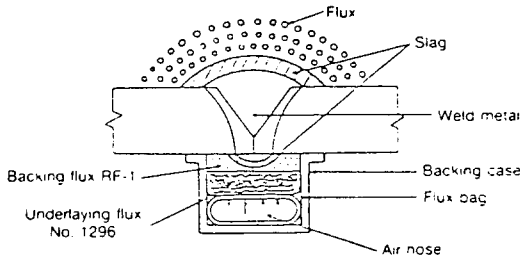


Process	Joint 번호
FCAW	1, 2, 5, 9, 11, 15, 16, 18
SAW	4, 7, 14, 19
FCAW+SAW	12
Gravity	3, 6, 8, 13
Eled20gas	17
편면 CO ₂	10, 20
CO ₂ 기계화	3, 8, 13

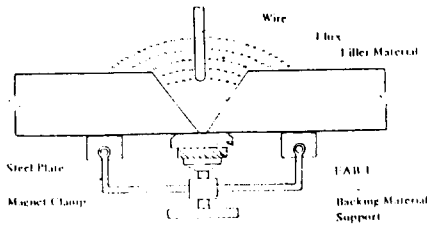
그림 4 조선에 적용되고 있는 용접 Process 예(VLCC 경우)



a. FCB Process



b. RF Process



c. FAB Process

그림 5 각종 SAW 편면 용접방법 예

대조립에서 완성된 Block 들은 선대(혹은 도크)내에서 상호 연결되는 소위 탑재 과정에 이르게 된다. 탑재 과정에서 사용되는 특이한 용접 방법으로 Electrogas 용접이 있다(그림 4-17). 이 용접은 수직 Butt 용접에서 적용되며, 콘도라를 이용하여 사람 및 장비등을 동시에 이동시키면서 고능률로 용접을 하고 있다. Transverse 격벽의 수직 Butt Joint 경우 한때 Electroslag 용접이 적용되기도 하였으나, 고입열에 따른 낮은 인성 및 용접 종단부의 수정처리에 공수가 많이 소요되어 거의 사용되지 않고 있다.

데크부와 데크부가 접합되는 Butt Joint 부분은 SAW 방법이 적용되고 있다. 이 경우 초층은 CO₂용접이 사용되며, 나머지 부분은 SAW방법이 사용된다. 탑재 용접에서 문제되고 있는 곳은 수평 Butt Joint이다. 현재 거의 대부분 수동 CO₂용접이 사용되고 있으나, 생산능률을 높이기 위해서는 기계화 혹은 자동화 방법이 요구된다.

대조립 혹은 탑재 과정중 설치되는 파이프, 배관 등의 의장 제품등은 몇년전만 하여도 SMAW방법이 많이 사용되었으나, 최근에는 대부분 CO₂용접이 사용되고 있다.

3. 조선용접의 합리화 방안

조선업은 일찌기 “무겁고, 더럽고, 위험한” 작업이 많고, 이것의 해소가 근대화의 제일보라고 일컬어져 왔다. 다시 말하면 조선의 각종 작업은 비인간적인 요소를 많이 갖고 있기 때문에 작업환경개선, 중량 작업 및 중량물 운반의 기계화, 고소 위험작업의 지상화등 많은 개선 노력이 행해져 왔다. 아울러 이런 작업들은 단시간에 능률적으로 완료하기 위한 각종 생산기술들이 연구되어 왔다.

이러한 노력은 선박 건조시에 중요한 용접 작업에서도 여러 방법으로 시도되었으며, 이들 생산성을 향상시키는 방법들의 대표적인 원칙은 다음과 같다.

- 1) 단위 시간당 용착량 증가
- 2) 용접을 위한 순수 Arc Time 향상
- 3) 용접속도의 증대
- 4) 구조물의 용접장 감소
- 5) 단위 용접장에 대한 용착량 감소

이들중(1)과 (2), (3)는 주로 용접재료나 용접장비의 합리화를 통하여 이루어지며, (4)와 (5)등은 용접설계 방법에 따라 결정된다.

3.1. 용접재료의 개발

조선용접의 생산성을 획기적으로 향상시킨것은 역시 Fluxed Cored Wire(FCW)의 개발이었다. FCW는 용착 능률이 기존 SMAW 보다 우수할 뿐만아니라 작업성도 우수하여 앞에서 설명한 바와 같이 1985년 이후 그 사용이 급격히 증가하였다. 더구나 FCW 경우

수직 Fillet 용접부에 하진용접을 적용할 수 있어 용접 생산성을 더욱 향상시킬 수 있었다.

표 2에서 언급한 바와 같이 조선의 전용접장중 Fillet 용접부가 차지하는 비율은 약 80% 정도로 매우 높다. 따라서 용접생산성을 향상시키기 위해서는 Fillet 용접 특히 수평자세의 용접생산성을 높여야 하나, FCW는 내 Pit성에 약간 열등한 점이 있다. 이러한 단점을 개선하기 위해 수평 Fillet 전용의 내 Pit성 FCW가 개발되었다. 특히 조선의 경우 철판의 전처리 과정에서 대부분 철판이 무기 징크 Primer로 도장되기 때문에 용접중 Pit가 많이 발생하여 수평 Fillet 용접부의 용접속도를 30~40cm/분으로 제한하였다. 그러나 본 용접재료의 개발로 용접속도를 60~70cm/분으로 증가시킬 수 있었으며, 또한 다음에 언급한 수평 Fillet 전용 간이 Carriage 이용도 가능하게 되었다.

SAW 용접경우 용접생산성을 높이기 위해서는 사용전류를 높이거나, 사용 Wire의 수를 늘여야 한다. 그러나 일반 고장력강 경우 전류를 높이면 입열량이 증가하게 되고 이에 따라 강재의 기계적 성질이 나빠지게 된다. 이를 개선하기 위해 최근 용접성이 우수한 TMCP강이 개발되고, 이에 맞는 대입열용 용접재료가 개발됨에 따라 단위 시간당 용착량을 증가시킬 수 있었다.

3.2. 용접 장비의 개선

CO₂용접이 증가한 만큼 CO₂ 용접기 댓수도 획기적으로 증가하여 조선소에서 사용되는 용접기의 반 정도를 차지하게 되었다. 이에 따라 좀더 고성능의 용접기가 요구되었으며, 제어방식도 용접성을 향상시키기 위해 Thyristor에서 더욱 정밀한 Pulse 제어, Inverter 제어방법이 개발되었다. CO₂용 Inverter 용접기 경우 용접전류가 안정하여 용접작업성은 우수하나 선박 건조작업의 대부분이 옥외 또는 먼지등 작업환경이 나쁜 장소에서 수행되기 때문에 수선유지가 어려워 사용이 많지 않다. Pulse 제어 경우 최근 Membrane Type LNG 건조시 박판 TIG 용접이 적용되고 있다.

3.3. 용접설계 방법에 따른 합리화

용접부의 개선 향상 및 Fit-up 조건의 변경은 단면적당 용접량을 줄일 수 있기 때문에 용접생산성 향상에 결정적 역할을 한다. 예를 들어 CO₂용접의 경우

V개선 형상에서 개선 각도를 50°~60°에서 40, ~50°로 줄임으로서 용접재료의 절감과 고능률을 도모할 수 있었다. 박판의 Butt용접에 있어서도 12mm두께까지는 CO₂ 용접으로도 I 개선이 가능하게 되어 SAW방법시 요구되는 Rail설치시간, 무거운 장비 이동을 줄일수 있어 결국 용접생산성을 높일 수 있었다. 또한 SAW법의 경우 20mm까지 1개선이 가능하게 되어 용접능률을 향상시킬 수 있게 되었다.

최근 각 조선소에서는 단위 Block의 대형화를 위해 각종 설계 변경을 하고 있다. Block의 대형화는 용접공수가 많이 소요되는 평판의 Butt Joing, T-Bar등 내구재의 Butt Joint등을 줄일 수 있다. 또한 동시에 생산성이 극히 나쁜 선대 혹은 Dock내의 탑재 단계의 작업을 극소화 할 수 있었다.

고장력강의 사용증대로 용접생산성을 향상시킬 수 있었다. 동일한 하중을 받는 부위를 연강에서 고장력강으로 대체함으로써 강판의 두께를 줄일 수 있으며, 이는 결국 용접량을 줄이는 효과를 가져왔다. 얇은 판을 사용할 경우 용접량의 감소 뿐만 아니라 선박의 경량화도 이룰 수 있어 에너지 절약의 효과도 동시에 얻을 수 있다.

이 밖에서 적정 각목 각장 유지 혹은 Fit-up 조건의 개선, 정도관리를 통해 용접생산성 향상을 이룰 수 있다.

4. 용접 기계화 및 자동화 현황

최근 생산기술중 가장 많이 언급되고 있는 것은 공장 자동화이며, 용접기술에 있어서도 생산성 향상을 위한 용접기계화 혹은 용접자동화가 많은 관심이 되고 있다.

생산성을 향상시키기 위한 기계화 및 자동화의 일반적인 도입순서는 다음과 같다.

- 1) 수동성 작업의 치구화
- 2) 반자동 용접의 확대 적용
- 3) SAW 용접과 같은 기계화된 용접기 사용(간이 자동화)
- 4) 새로운 용접장치 또는 전용장치에 의한 자동화
- 5) 전블록 흐름 자동화 및 이에 관련한 용접공정의 자동화 혹은 로보트화

6) 지능장비에 의한 무감시, 무인화 용접
이러한 과정중 국내 현수준은 3단계 정도가 대부

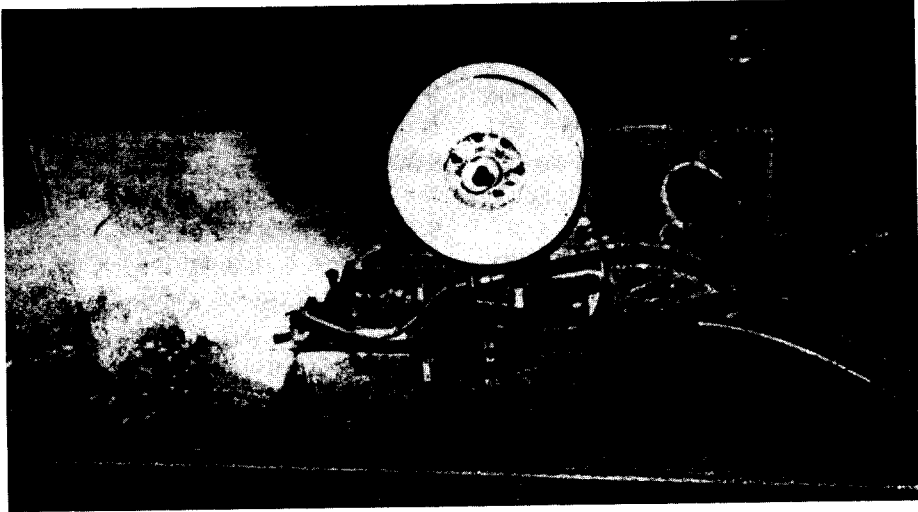


사진 1 Carriage를 이용한 CO₂ 간이기계화 용접예

분이며, 일부에서는 4단계가 시험 적용되고 있는 정도이다. 이에 비해 조선소마다 다르지만 4단계를 완료하고, 제5단계를 한창 도입하고 있는 중이다. 물론 제6단계는 조선 작업의 특성상 오랜시간이 요구될 것으로 판단되나, 현대 Computer 기술의 발전속도로 보아 일반적인 예상보다는 일찍 올것으로 생각된다.

4.1. 조선용접의 기계화

1) Handi-Type간이 자동 용접기

조선용접의 용접생산성을 높이기 위한 첫단계는 수용접작업의 치구화이다. Gravity 용접은 수동용접 치구를 이용하여 생산성을 높인 전형적인 방법이며, 현재까지 국내의 중·소 조립 Stage에 많이 사용되고 있다. 그러나 Gravity 용접은 용접 잔여부 처리문제 수정 용접문제, 용접 Fume 문제 때문에 일본에서는 사용이 점점 줄어들고 있으며, 이러한 단점을 보완하기 위해 개발된것이 경량 자중용접기이다. 국내에서도 대부분 대형 조선소에서 적용이 확대되고 있다.

간이 자동용접기는 소형경량이며, 무감시등이 가능하여 1인이 여러대 조가 할 수 있는 장점이 있다. 그외에도 전용 자동용접기와 Robot에 비해 저가격이며, 기량이 필요없으며 미숙련자도 작업이 가능하다는 장점이 있다. 사진 1은 대조립 공장에서 Block의 Longi. 재와 수평 Fillet 용접부를 용접하는 간이 자동기를

보여 주는 것이다.

2) 복수 용접 Torch를 가진 FCB 편면 용접

선각의 주판 용접시 다전극을 이용한 편면 SAW 방법으로 일본의 많은 조선소와 국내 일부 조선소에서 사용되고 있다.

3) Gantry Type Fillet 용접 전용장비

조선에서 가장 기본이 되는 Skin Plate에 보강재(T-Bar 혹은 Plate Bar, Bracket류등)가 규칙적으로 접합되는 내구재에 Multi-Torch를 이용하여 동시에 용접하는 전용장비이다. 일본뿐만 아니라 국내의 일부 조선소에서도 사용중이거나 도입중에 있다.

4.2. 조선용접의 Robot화

1) Robot 도입 사례

조선 생산 자동화의 주요 관심분야는 역시 용접 Robot이며, 일본에서는 1980년대 초부터 이의 개발을 위해 연구되어 왔다. 지금까지는 Robot 용접이 적용하기 쉬운 부품조립의 Fillet 용접부와 비교적 단순 구조인 선체 중앙 구조의 Fillet 용접부가 대상이 되어 왔다. 일본의 Ariake 조선소는 순수 Robot 및 NC Ro-

표 3. 일본 조선소의 Robot 활용현황

구 분	일본 조선소	사 용 현 황
소조립 용접	Mitsui Chiba Hitachi Ariake Mitsubishi Nagasaki Kawasaki Sakaide	· 보강재 용접용 5축 NC Robot · 소조립 부재 수평용접용 NC Robot · 입체 소조립 용접 Robot · 수평 용접용 NC Robot · 컨테이너 설치 정형 부재 용접용 Teaching Play Back 방식 간이 Robot
Panel Line Long, Fillet 용접	Sanoyas NKK	· 자주식 Twin CO ₂ 용접기 개발 적용 · Multi. Torch CO ₂ W/D Gantry 개발
선각 대조립 Line	Hitachi Ariake Mitsubishi Nagasaki Sumitomo Oppama	· Butt, Fillet 용접용 다관절 NC Robot · Teaching Play Back 다관절 Robot · Egg-Box 공법용 전자세 EBOC W/D System
관제작 공장	Mitsui Chiba Mitsubishi Nagasaki Kurushima	· Pipe Flange 및 Elbow 용접 Robot · Flange, 단관, 곡관 용접용 Sequence Robot · 25-150A 2 Line CAM Line화

bot로 진행되는 용접량이 전체 용접량의 60% 이상을 작업하고 있다고 알려져 있지만, 일본 기타 대다수 조선소에서는 기계용접이 약 30~40% 정도이며 Robot 용접은 아직 2% 정도에 불과하다. 그러나 향후 기계 용접은 점점 증가할 것이며 이중 Robot 용접이 차지하는 비중은 20% 충분히 차지할 것으로 전망된다.

이에 비해 국내 조선소의 경우는 Robot 도입은 Angle류의 Profile 절단을 위해 도입된 것이 전부이다. 이는 국내 전반적인 Robot에 대한 기술이 낙후한 때문이기도 하지만, 아직까지는 선진국에 비해 인력수급에 문제가 적어 투자 가치가 낮기 때문이다.

표 3에는 현재 일본조선소에서 사용되고 있는 용접 Robot를 간략히 소개하였다.

5. 금후의 용접기계화 및 용접 Robot화

용접기계화로 현재 가장 보편적으로 사용되고 있는 간이 자동용접기는 저가이며, 적용범위도 넓고 효과를 얻기 쉬운 방법으로서 금후도 사용대수는 증가할 것으로 전망된다. 장기적으로 보면 Robot화 되어 감소할 것으로 생각되지만 당분간은 간이 자동기가 주류로 될 것으로 판단된다.

현재의 간이 자동기에 대한 문제로서는 다음과 같은 것이 있다.

- 1) 입향자세의 것이 거의 없다.

- 2) 선대, 도크의 블록 용접부에 적용될 수 있는것이 없다.(현재의 것보다 더욱 경량 소형으로 옥외 사용에 견딜 수 있는 것이 필요하다)
- 3) 용접 불가능 부위가 많고 코너부의 용접과 모퉁이 돌리기 용접이 불가능하다.
- 4) Gas Hose 및 Cable류의 처리등에 사람이 필요하게 된다.

용접 Robot화는 금후의 조선소에서도 대단히 크고 중요한 테마이다. Robot의 조선에의 적용에는 여러 가지 문제가 있지만 대표적으로 다음과 같은 것을 들 수 있다.

- (1) 경량 소형으로 되지 않으면 안된다.(현재 시판되는 범용 Arc 용접기는 커서 사용하지 않는다)
- (2) Gravity용접, 간이 자동용접의 1인 여러대에 대항할 수 있는 용접처리 능력을 갖고 있지 않으면 안된다.(Robot를 다전극화 하지만 용접 속도를 대폭적으로 고속화 할 수 있는 용접재료료가 필요하다)
- (3) 행동범위가 넓은 Robot가 아니면 안된다.(Robot를 어떻게 이동시키고 Handling한 것인지를 기술 개발이 불가결하다)
- (4) 정도의 차이에도 불구하고 좋은 품질을 얻을 수 있는 Sensor등이 필요하다.
- (5) 쉽게 프로그래밍 할 수 있어야 한다.
- (6) 다소의 바람이나 비와 고온다습, 분진이 있는

환경에서도 고장이나 오작동 하지 않는 Robot가 아니면 안된다.

6. 결 론

지금까지 조선의 용접기술 현황과 최근 가장 관심의 대상인 용접의 합리화 방안에 대해 검토해 보았다. 이러한 합리화 방안은 서론에서도 언급한 바와 같이 점점 국내 시장점유율을 잃어 가고 있는 국내 조선업이 경쟁력을 키워 1995년 이후의 조선호황을 맞아 최대의 이익을 얻고자 하는 노력의 일환이다.

일본등 선진국에 비해 아직까지는 인력수급에 문제가 적은 국내 현실로는 대규모 투자가 소요되는 용접기계화나 Robot화가 성급하다는 의견도 있으나 최근의 노사문제, 제조업분야의 노동인력 부족등을 고려할때 적극적인 대처가 요구된다. 특히 동구권의 개방화, 중국의 조선업계 발전등을 고려할때 국내조선소가 이들과 경쟁하기 위한 유일한 방법은 선진국에 뒤떨어진 기술의 개발 밖에 없다고 판단된다.

이러한 기술개발 특히 용접기술은 조선소 자체의 설계, 기술, 현장 등에 있는기술인력들 만에 의해 이

루어지는 것이 아니라 용접재료 Maker, 용접기 Robot Maker, 관련설비, 부품 Maker등을 포함한 관계자 전원의 노력과 상호협력이 불가결하다고 생각된다. 아울러 국내 연구소 및 대학에 소속된 전문 연구원들이 국내 조선소가 당면하고 있는 현실 문제점에 좀더 깊은 관심을 가져준다면 선진국과의 기술차이를 극복하는데 필요한 시간을 더욱 단축시킬 수도 있을 것이다.

참 고 문 헌

- 1) 제9회 용접기술 강습회 교재, 대한 용접학회, 1991. 9
- 2) 선박 설계, 생산 전산시스템 III(절단 가공 조립 자동화 시스템 개발) 보고서, 과학기술처, 1991. 8
- 3) 한종만 : 조선용접기술의 현황과 합리화 방안, 한국강구조 학회지, Vol.3, No. 4, 1991, P13-P19
- 4) Tadashi Hayashida : Application of Automatic Welding Equipment an Welding Robot, Vol. 39, No. 12, 1991, P82-P87
- 5) Shigem Nakayama, Masak Tanak : Development of De-skillization in the Shipbuilding Industry, Vol.61, No. 1, 1991, P42-P47