

技術報告

大韓熔接學會誌  
第2卷第1號 1984年3月  
Journal of the Korean  
Welding Society  
Vol.2, No.1, Mar., 1984

용접 시공 요령

김태영\*

Essentials of Welding Production

by  
T. Y. Kim\*

자 하였고, 이것을 용접 시공 요령이라 한다.

1. 서 언

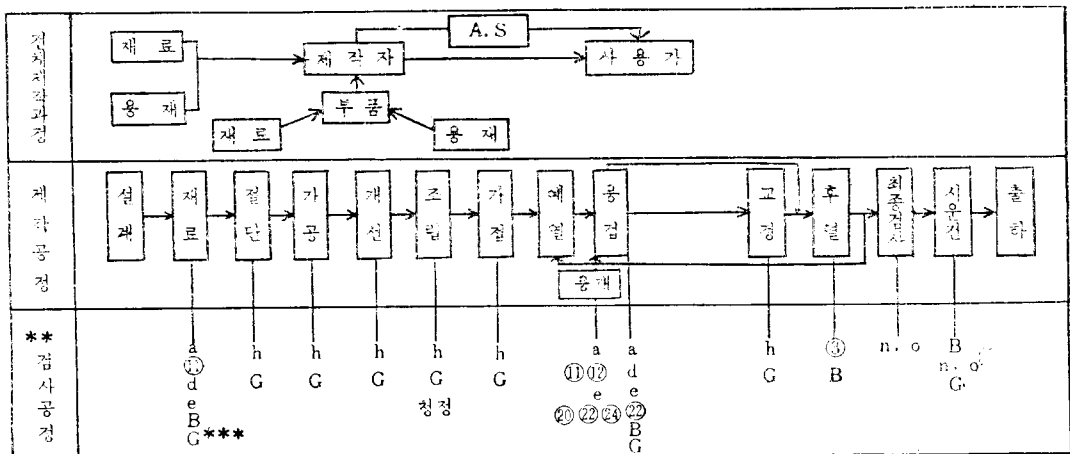
용접 구조물 제작에 있어서 이의 설계에서부터 최종 완성까지의 전 공정을 일괄하여 용접 시공이라 한다. 이것은 또 용접 구조물의 제작자가 사용자에게 품질을 보장하는 동시 납기에 맞추어서 가장 경제적으로 제작하는 과정으로도 볼 수 있다.

이를 위해서는 전 공정의 하나 하나를 여러 측면으로 나누어 상론하면서 다루어 가야 풀려질 것이나, 본 고에서는 용접 시공을 관리적인 관점에서 다루어 보고

2. 용접 시공의 개략적 Flow-Sheet

용접 시공에서는 제작된 구조물의 사용상 기능과 신뢰성이 중요하다. 따라서 매 제작 공정마다 철저한 검사 공정이 동반되어 수행되어야 하는 점이 특징적이라고 하겠다.

용접 공업 분야에 따라 차이는 있겠으나 개략적 제작 공정과 이와 동시에 수행되는 검사 공정을 나타내 보면 아래 그림 1과 같다.



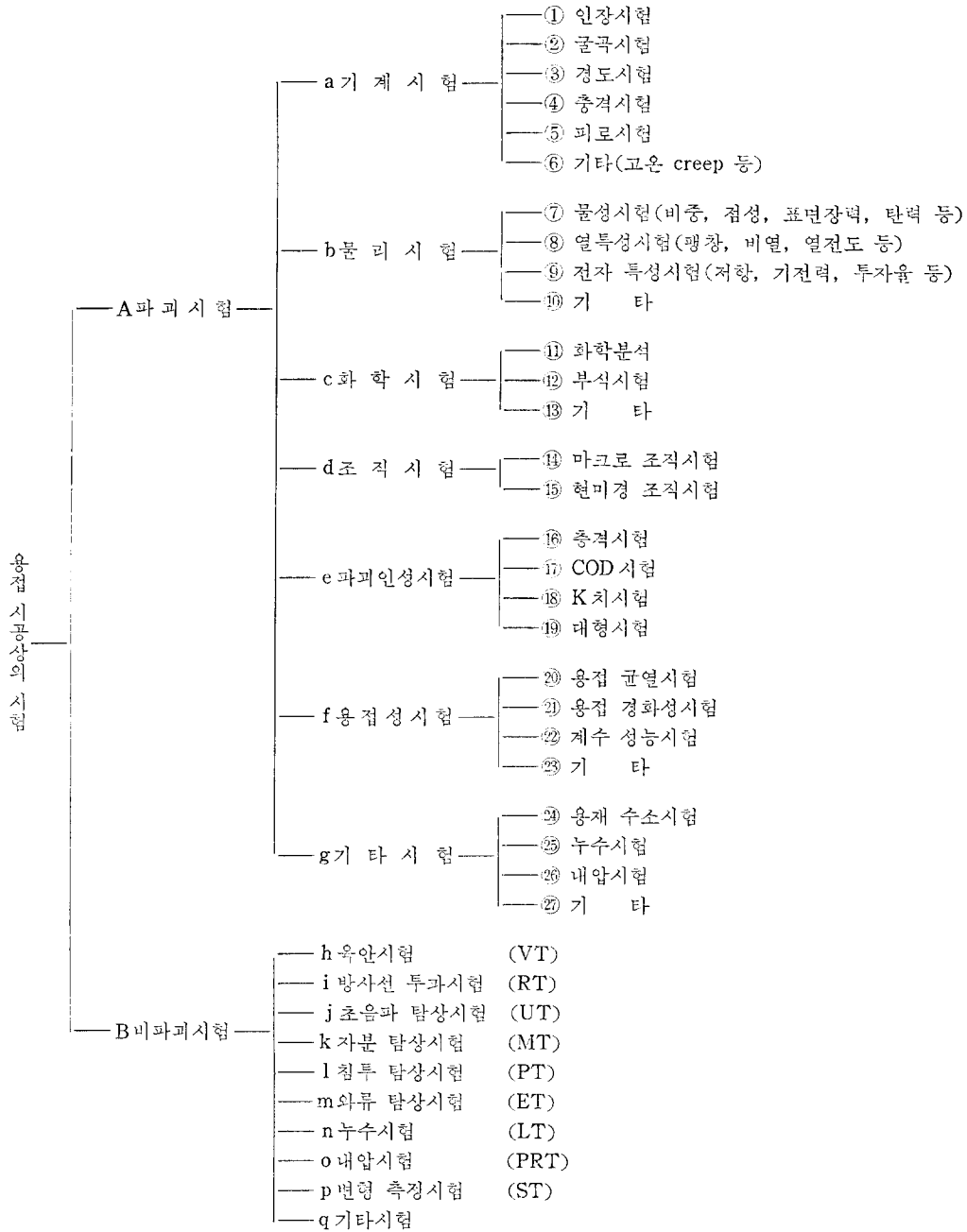
\*\* 검사 공정의 기호는 표 1 참조

\*\*\* G:형상, 치수의 검사

그림 1. 용접 시공상의 개략적 제작 공정과 검사 공정의 flow sheet

\* 고려 용접봉(주)

표 1. 용접 시공상 시험의 종류와 분류



3. 용접 시공 요령서

용접 구조물을 제작하기에 앞서서 제작 도면이 소정의 과정을 거쳐 만들어진다. 용접 기술자나 관리자는 제작 도면과 그 밖의 자료에 의거하여, 그림 1의 flow

sheet의 진행 순으로 제작과 검사를 시행하여야 한다. 올바른 시공과 검사를 위해서는 먼저 용접 시공 요령서를 작성하여 이에 의해 관리함이 바람직하다. 용접 시공 요령서는 구조물의 종류나 크기, 제작 업체의 사정 등 여러 가지 요인에 따라 기술되는 항목을 달리할 수 있다. 표 2는 건축 구조물의 용접 시공 요령서에 흔히

표 2. 용접 시공 요령서 작성을 위한 주요 항목 및 내용 (건축 구조물의 경우)

순 위	항 목	내 용
1	총 칙	적용 범위, 준거 규정, 이의 및 변경 조치
2	공 사 개 요	건물 개요, 공사 범위, 구조 개요, 공장 주위 상황(별첨* 1)
3	공사 담당 및 조직	공사 담당 조직, 담당 기술자, 담당원, 특수 기술자 명부(별첨** 2)
4	요 원 계 획	철골 공사, 용접 공사, 기타 특수 공법의 기능자 요원 계획(별첨 2)
5	사용 설비 및 기계	사용 설비, 사용 기계
6	재 료	사용 재료 검수 및 검사
7	가 설 계 획	장내 운반 방법 사상, 집적, 지상 조립을 위한 장소 집합용 또는 도장용 족장 가설 전력 및 용수 설비
8	전 합 계 획	접합 기기의 종류, 대수 및 점검 방법 검사(방법, 개수, 시기, 보고 형식)
9	타공사의 관련	도장, 벽판 공사
10	안 전 관 리	위험 및 건강 장애 방지를 위한 조치

\* 별첨 1 :

\*\* 별첨 2 : 담당 기술자, 지도원 약력, 용접공 명부(사진 요 첨부)

기술되는 항목이다.<sup>1)</sup>

어 보기로 한다.<sup>2)</sup>

건축 구조물의 경우 용접 시공 요령서 작성 예틀 들

표 3. 용접 시공 요령서의 일례 (건축 구조물의 경우)

<u>용 접 시 공 요 령 서</u>		시 공 자							
		공사감독자							
공사명 _____		작 성 자							
		일 자 :    년    월    일							
공 사 장	명 칭								
	소 재 지								
용접 공사 시공자		Tel.							
용접 기술 감독자		Tel.							
용 접 사* (KR 자격**)	자 격	명 수	자 격	명 수	자 격	명 수	자 격	명 수	
총 명수    명		합 계	합 계	합 계	합 계	합 계			
		KR 이외의 자격    명							
용 접 이 음 매 의 도 력 용 용 령 도		SS 41    맞대기 <i>kg/mm</i>		SM 41    맞대기 <i>kg/mm</i>		SM 50    맞대기 <i>kg/mm</i>			

구조물 골격 및 용접 이음매 형태와 접 자세	공장용접	주랑, 필렛, 맞대기(V형, K형)		자 세	F, H-Fil, V, OH							
	현장용접	주랑, 필렛, 맞대기(V형, K형)		자 세	F, H-Fil, V, OH							
환산 용접 길이(공장 용접, 하단, 10mm 두께, 맞대기 용접을 기본으로 한 환산)	공장용접	수동용접	맞대기	m	계	m						
			필렛	m								
		자동용접	맞대기	m	계							
			필렛	m								
	현장용접	수동용접	맞대기	m	계	m						
			필렛	m								
사 용 재 료	강 재	규격(기호)	종 류	제조회사명	사용량(%)	사 용 하 는 곳						
	용접재료	용 접 분		CO <sub>2</sub> 개스 용접용 와이어								
		규격	이름	직수(mm)	사용량(%)	규격	이름	직수(mm)	사용량(%)	규격	이름	직수(mm)
	E											
	E											
	E											
	E											
전 사 용 량	%				%				%			

강재의 절단 방법													
용접 부위 의 개선 형	별첨 참조***												
개선 의 사상 방법													
용 접 의 종 류	피복 아아크 용접(AC, DC), 반자동 용접(AC, DC), 자동 용접(AC, DC), 일렉트로 슬래그 용접, 기타												
용 접 기	500A 이하			500A 이상			A			A			
End tab (단위: mm)	관 두께	크 기	관 두께	크 기	관 두께	크 기	관 두께	크 기	관 두께	크 기	관 두께	크 기	
가 집 (단위: mm)	관 두께	비이드 길이	관 두께	비이드 길이	관 두께	비이드 길이	관 두께	비이드 길이	관 두께	비이드 길이	관 두께	비이드 길이	
Jig의 사용	표준 jig			조, 고정 jig			조, jig			조			
애벌 및 중간 온도													
사용 용접 재료의 용 접 전 (Amp)	부(mm)	KS				AWS							
		E	F	E	E	E	E	E	E	E	E	E	
Back stripping													

보수방법		
검사	시공전검사	bevel 검사
		개선 검사
	시공중검사	가접 용접 검사
		본 용접 검사
		back chipping 검사
	시공후검사	육안 검사
		표면 검사
		치수 검사
		내부 검사
<p>&lt;별첨&gt; * : 당 공사에 종사하는 용접사 일람표          **KR : 한국 선급협회의 뜻          *** : 용접부의 개선 형상          **** : 예열은 가접에도 적용</p>		

상기 표 3에서의 항목들 중에서 좀 더 구체적으로 조사되어야 할 경우가 있는 것으로 예를 들어보면 용접사, 환산 용접 길이, 사용 재료 중의 강재, 사용 용접 재료 용접 조건 검사이다. 이것들의 경우는 아래와 같이 조사하여 관리할 수도 있다.

용접사 항목에 있어서는 용접사 훈련 과정을 마친 후 기량 사정이 되어 관리되지만, 보다 확실한 용접 품질 관리를 위해서 표 4와 같은 관리 항목을 설정하여 자료화 한 예를 볼 수 있다.<sup>3)</sup>

표 4. 용접사에 대한 기량을 비롯한 관리 항목과 그 기록표

이름	생년월일	나이	용접년수	사진					
학벌	조명	직급	호봉						
노무종	본용접사	특수기능	자동용접 가능	건강상태	건강				
	임시용접사		반자동용접가능		보통				
	하청용접사		gravity Autocon } 가능		병약				
	간접용접사		기타						
자격	ABS	Q <sub>1</sub>	수동용접기량						
		Q <sub>2</sub>	등급	자세	하향	H-Fil	입향	상향	종합
		Q <sub>3</sub>	우수						
	KR	1 급	양호						
		2 급	보통						
			약간떨어짐						
		3 급	불량						

X-ray	항상 안전		안전 작업	안전 작업자	
	약간 불안정			사고 유	
	불명			사고 다발	
마감 시간	항상 빠름		작업 지	현장 작업 가능	
	보통			내지 작업만 가능	
	늦음				
끝마무리상태	지나치게 정중		동작 (지시에대해)	빠름	
	정중			보통	
	보통			늦음	
	조잡		연구 심	많음	
	매단히 조잡			보통	
			적음		
끝마감	끝마감 가능		추이	점점 향상	
	약간 가능			느리게 향상	
	되지 않음			정지	
				퇴보	
특기 사항					

표 3의 환산 용접 길이 항목에 있어서 이를 논하기에 앞서 먼저 용접 길이를 보면, 이것은 공사량의 산정과 밀접한 관계가 있는 항목으로서 일반적으로 이음매 길이(계수장), 비이드 길이, 환산 용접 길이(환산 용접장) 등의 용어들이 쓰이고 있다.

이음매 길이란 용접 부재와 부재와의 접촉하는 이음매의 길이를 나타내는 것으로, 이음매의 용접 방법과는 전혀 무관한 길이이다. 비이드 길이는 말 그대로 비이드 길이를 나타내는 것이다. 예를 들어 이음매 길이 1m와 T 이음매의 양면 연속 필렛 용접에 대해 생각하면, 이음매 길이는 1m라 하더라도 비이드 길이는 그의 2배인 2m가 된다. 환산 용접 길이(환산 용접장)는 위와는 달리 용접 방법의 변화에 따라 변하도록 된 것이다. 이를테면 용접량의 증가에 따라 이에 비례해서 크도록 되어 있다. 즉 용접하고자 하는 판의 두께, 용접 자세, 용접 장소 등의 용접 방법에 따라 변화하게 된다. 구체적으로 설명하면 판 두께가 커지면 그 판 두께 이음매가 커지게 되어 용접량이 많아지고 따라서 환산 용접 길이는 커지며, 상향 용접의 경우에는 하향 용접의 경우에 비해 동일한 이음매 길이라 하더라도 용접량은

많아져 환산 용접 길이가 커지게 되며, 또 공사가 즉 장상의 높은 곳의 용접이라든지 옥외 용접의 경우에는 옥내의 정반상의 용접보다도 환산 용접 길이가 역시 커지게 된다. 이와 같이 여러 가지의 판 두께, 용접 자세, 용접 장소 등의 상이에 대해, 이를 계수로 나타내어 실제의 비이드 길이에 곱한 수치를 환산 용접 길이로 하였다.

이 환산 용접 길이는 공사량 예산의 기본이 되는 것이다. 그리고 출도되면 바로 그 도면에 의해 환산 용접 길이를 계산해 두어야 시공상 매우 편리하게 된다.

실제 환산 용접 길이의 계산에 사용되는 환산 계수는 사용 용접 재료의 공사 종류, 사용 봉종 등에 따라 어느 정도 차이가 있으나 아래의 조선소에서 사용되는 환산 계수의 예를 들고자 한다. (표 5 참조)

환산의 기본은,

판 두께 : 10mm

용접 장소 및 용접 자세 : 공장 용접 하향 맞대기 용접  
 용접 봉 : 일미나이트계 피복 아아크 용접봉  
 으로 하고, 이의 계수를 1.0으로 하였을 때이다. 용접 봉이 저수소계일 경우는 표의 2~3배 정도가 된다.

표 5. 환산 계수

a) Butt weld 용접장 환산 계수

두께 (mm)	공 장 용 접						현 장 용 접					
	F		V		OH		F		V		OH	
	표	이 (F/OH)	표	이	표	이 (F)	표	이 (OH)	표	이	표	이 (F)
5.5	0.4	0.4 0.6	1.0	1.0	1.1	0.4	0.5	0.7	1.2	1.2	1.3	0.5
8	0.9	0.4 0.6	1.8	1.0	2.0	0.4	1.1	0.7	2.2	1.2	2.4	0.5
10	1.0	0.5 0.8	2.4	1.4	2.7	0.5	1.2	1.0	2.9	1.7	3.2	0.6
13	1.6	0.5 1.2	3.8	1.5	4.2	0.5	1.9	1.4	4.6	1.8	5.0	0.6
15.5	2.0	0.6 1.7	4.5	1.5	5.0	0.6	2.4	2.0	5.4	1.8	6.0	0.7
18	2.8	0.6 1.7	6.2	1.5	6.8	0.6	3.4	2.0	7.5	1.8	8.2	0.7
20.5	3.3	0.6 1.7	7.2	1.5	9.0	0.6	4.0	2.0	8.6	1.8	11.0	0.7
23	4.2	0.6 1.7	9.0	1.5	10.0	0.6	5.0	2.0	11.0	1.8	12.0	0.7
25.5	4.8	0.6 1.7	10.2	1.5	11.0	0.6	5.8	2.0	12.0	1.8	13.2	0.7
28	5.8	0.6 1.7	12.0	2.0	13.0	0.6	7.0	2.0	14.0	1.8	16.0	0.7
30.5	6.5	0.6 1.7	13.7	2.0	15.0	0.6	7.8	2.0	16.5	1.8	18.0	0.7
33	7.5	0.6 1.7	16.4	2.0	18.0	0.6	9.0	2.0	19.7	1.8	21.6	0.7
35.5	8.2	0.6 1.7	18.4	2.0	20.0	0.6	9.8	2.0	22.0	1.8	24.0	0.7
38	9.4	0.6 1.7	22.0	2.0	24.0	0.6	11.0	2.0	26.4	1.8	39.0	0.7

b) Fillet weld 용접장 환산 계수

각 (mm)	공 장 용 접			현 장 용 접		
	F. H-Fil.	V	OH	F. H-Fil.	V	OH
5.5	0.3	0.6	0.7	0.4	0.7	0.8
7	0.4	0.9	1.1	0.5	1.1	1.3
8.5	0.5	1.3	1.5	0.6	1.6	1.8
10	0.6	1.6	1.9	0.7	2.0	2.3
12.5	1.0	2.6	3.0	1.2	3.1	3.6
15	1.4	3.6	4.1	1.7	4.3	4.9
18	2.1	5.3	6.0	2.5	6.4	7.3
21	2.8	7.4	8.5	3.5	8.8	9.7
24	3.8	9.4	11.0	4.6	11.0	13.0

표 3의 사용 재료 항목에 있어 특히 구조물의 제작  
상 재질이 문제될 경우, 아래와 같은 예에 준해 구입

사양이 만들어지고 이에 의해 관리하는 예를 설명하면  
표 6과 같다.<sup>5)</sup>

표 6. 사용 강재에 있어 구입 사양서 작성시 주의 사항

순위	항 목	주 의 해 야 할 사 항
1	화 학 성 분	규격에는 합금 원소를 필요에 의해 추가할 수 있으므로 이것을 파악해 둘것. 용도에 따라서는 E, S, Ceq 등은 규정해 두는 것이 바람직함.
2	제 강 법	전로, 전기로가 사용되는데 어떠한 제강법으로 만들어지는가를 파악하여 둘것.
3	정 련, 조 피	탈가스법 및 조피법은 강재의 청정도와의 관계가 깊으므로 충분히 파악하여 둘것.
4	결정입도 조직	notch 인성 값 등의 성능에 미치는 영향이 크므로 필요한 경우에는 결정입도 목표치를 설정하여 둘것.
5	청 정 도	특별한 용도에 대해서는 사전에 판정 기준을 설정하여 둘것.
6	가 스 함 유 량	일반적으로 문제는 되지 않으나 N <sub>2</sub> 는 천이온도를 상승시키므로 중요도에 따라 gas 함유량을 규제할 것.
7	열 처 리	압연 그대로, 소준, 소입, 소려가 있는데 PWHT를 행할 경우에는 그 조건을 제시할 것. 이 경우 소입, 소려제로서는 소려온도의 하한을 협정할 것.
8	기 계 적 성 질	시험편의 채취 조건 및 위치를 정할 것. 필요한 경우에는 T 방향 또는 L, T 양 방향에서 충격 시험편을 채취할 것. 제품을 PWHT하는 경우에는 기계적 시험편은 PWHT 부위로 할 것. 재료 규격에 정해진 시험 이외의 지정 예로 NRL 낙중 시험의 실시 및 Charpy 천이 곡선을 작성할 것.
9	재 질 의 기 폭	화학적분, 청정도, 결정입도, 강도 등이 가급적 기폭이 심하지 않는 것.
10	사 용 조 건	용도와 사용상의 문제를 명확히 하여 둘것.
11	가 공 성	제작 과정에서 냉간 가공 또는 열간 가공을 행하는 것은 가공 조건을 재료 제조자에 알터서 사전에 충분히 검토할 것.
12	용 접 성	용접 조건 특히 입열에 관해서는 재료 제조자와 타협하여 사전에 검토하여 둘것. 용접 균열에서부터 경화성, 용접 균열 감수성에 이르기까지 검토하여 둘것.
13	조 음 과 탐 상	판정 기준을 제조자와 타협해서 사전에 결정하여 둘것. 또 탐상 장소 및 탐상 pitch 도 지시할 것.
14	Sulfur print. 자 분 탐 상 칩 투 탐 상	판의 단면 검사를 행할 경우, 좌기 검사법의 어느 것에 의하는가를 사전에 타협하여 판정 기준을 명확히 하여 둘것.
15	치 수, 의 관	용도에 따라서 ASTM 등의 기준에 준해서 설정할 것.



표 3의 사용 용접 재료의 용접 조건을 좀 더 자세하게 나타내면 표 7과 같다.

표 7. 사용 용접 재료의 용접 조건 관리표(자동 용접의 경우)

판 번 호	재 질	판 두께	작업년월일			용접자	기 록 자			
내면										
외면										
작업환경	월 일	월 일	월 일	월 일	월 일	월 일	월 일	월 일	월 일	
	시작	8:00	13:00	17:00	8:00	13:00	17:00	8:00	13:00	17:00
	천기									
	기온 °C									
습도 %										
용접재료	와이어	이름				후락스	이름			
		lot no.				lot no.				
예열, 후열	예열방법	가스열, 히타	후열방법			가스열, 히타	기타			
	예열온도	°C	후열온도, 시간			°C				
패스 수	측정개소	예열패스간 온도	봉경 (mm)	전류 (A)	전압 (V)	속도 (cm/min)	입열 (KJ/cm)	비 고		
가우징	위치	천 1		지 2		작 3		우 4		
	깊이									
	폭									

표준용접조건	강종	HT 80	SM 580	SM 41 B
	와이어, 경	EG-G, 4.8	EG-A4, 4.8	EH 14, 4.8
	후락스, mesh	F 11 A 6, 20×D	F 7A6 20×D	
	전류 (A)	600~850 (800)	600~950 (800)	
	전압 (V)	34~38 (36)	34~38 (36)	
	속도 (cm/min)	30~45 (40)	20~50 (35)	
	입열량 (KJ/cm)	각패스 50 이하 (43.2)	각패스 80 이하 (49.4)	각패스 80 이하 (49.4)
	예열, 패스간 온도 (°C)	125~230	75~230	—
	후열온도 (°C×min)	150×120	—	—

표 3의 검사 항목의 경우는 표 8과 같은 검사 항목과 검사 방법으로 작성할 수도 있다. (표 8 참조)

표 8. 용접 시공전, 중 및 후 검사의 검사 항목 및 검사 방법

구분	검 사 항 목	검 사 항 목	비 고		
시 공 전	환 경	작업 환경	육 안		
		용접 환경	"		
		안전 위생	"		
	재 료	강 재	규 격		
		용제의 종류 및 조합	"		
	기 기	사용기기 상태	규 정		
		전원 용량 및 안정성	육안 및 계측		
		냉각수 공급 상태	육 안	소모 노즐식 electro slag 용접	
	기 기	소모 노즐의 취부 상태	"	"	
		자동 장치의 취부 상태	"	자 동 용 접	
	검 사	공 작	개선 형상	"	
			개선의 치수 (각도, 루트면)	계 이 지	
루트 간격			계이지 & 자		
기 타		틈 사 이	"		
		뒷받침쇠의 취부 상태	육 안		
		가 접	"		
		end tab 취부 상태	"		
기 타	용접면의 청결 상태	육 안			
	예열의 확인	온도 크레온 또는 기기			
시 공 중	봉 또는 와이어경	계 이 지			
	용접 순서	육 안			
	용접 전류	계 량			
	용접 전압	"			
	용접 속도	"			
	운 봉	육안, 계이지			
	비이드 놓는 법	육 안			
	아아크 방향 각도	"			
	전통까지의 비이드 상태	"			
	각층의 슬래그 청소	"			
	back chipping	"			
	패스간 온도	온도 크레온 또는 기기			

검사사	후락스 공급		육 안	자동 용접
	슬래그물의 길이 조절		슬래그 비등음, 전류, 전압의 안정도	소모 노즐식 electro slag 용접
	소모 노즐의 위치 및 유지		육 안	''
	뒷받침쇠의 가열 상태		''	''
	와이어의 공급 상태		''	반자동, 자동 용접
시공품	표면 결함	비이드의 외관	육 안 특히 지정된 경우 하기에 의한 다. · JIS Z 2343 (침투 탐상 시험 방법 및 결함 모양의 등급 분류) · JIS Z 0565 (철강 재료의 자분 탐상 시험 방법 및 결함 자분 모양의 등급 분류)	
		핏 트		
		오버랩		
		余盛 toe 상태*		
		언더컷		
후검	수	크래이터 상태		
		슬래그, 스패터의 제거		
		덧살의 치수	계 이 지	
		용접장	자	
		필렛의 각장, 보강	계 이 지	
사	내부 결함	''의 크기	''	
		''의 부등 각장	''	
		균열	· JIS Z 3104 각 용접부의 투과 시험 방법 및 투과 사진의 등급 분류 방법에 의한. 단, T 이음매 및 코너 이음매는 투과 시험을 적용치 않음	
		용합 불량		
		용입 불량		
슬래그 혼입				
블로우홀, 필출 gas pocket				
처리	end tab	규 정		

\* 피로 강도 때문에 특히 지정

표 9. 표면 결함과 내부 결함 관리표

			No.		
			년	월	일
근사명	이음매 기호		용접선의 합부 판정		
판두께	x mm	재질	발취율 (%)		
			시행년월일	담당자	검사자
			비고		
육안 시험(VT)			년 월 일 ~ 년 월 일		
침투 탐상 시험(PT)			년 월 일 ~ 년 월 일		

특히 시공 후 검사에서의 표면 결함과 내부 결함에 9와 같다.  
있어 실질적 관리 항목 설정과 작성 예를 나타내면 표

자분 탐상 시험(MT)		년 월 일~년 월 일													
초음파 탐상 시험(UT)		년 월 일~년 월 일													
방사선 투과 시험(RT)		년 월 일~년 월 일													
시험 개 소	표 면 결 합						내 부 결 합						비 고		
	VT	PT(MT)				총	보	RT			UT			총	보
	합	등		급	분	류	합	보	결		등			합	보
	부	선	원	분	분	부	수	합	등	합	합	수		수	
관	상	형	산	산	관	회	중	분	부	부	회	회			
정	(급)	상(급)	군	정	정	(회)	(중)	(급)	정	정	(회)	(회)			
1															
2															
3															
4															
5															
6															

참 고 문 헌

- 1) 溶接技術, Vol. 25, No. 11, (1977), pp. 36
- 2) Ibid, pp. 46
- 3) 溶接便覽, 환선(주) (1972), pp. 1049
- 4) Hukuda 외, 新板 溶接施工法, 産報 (1972), pp. 104
- 5) 溶接學會誌, Vol. 49, No. 8, (1980), pp. 519