

강교의 품질관리 지침서

Instructions for Quality Control of Steel Bridge

강교의 품질관리는 강교의 사용목적과 기능에 지장이 없도록 관리가 되어야 하며, 최근에 강교량이 점차 많이 제작 설치되고 있는 추세이므로 보다 안전한 상태로 제작 관리하고 정해진 내용년수에서 그 기능을 충분히 발휘할 수 있도록 노력한다는 것은 강교 관련 기술자에게 부과된 책무이다. 강교를 제작할 때 새로운 기술개발이 절실히 요청되며 새로운 품질관리의 방법을 개발하여야 할 필요성이 있다. 본지침서는 강교 제작 관련 기술자가 필히 숙지하여야 할 기본적인 사항인 품질관리의 개념과 강교 제작, 관리에 의거 관리되어야 할 주요 사항만을 기술, 품질관리 지침서로 활용하고자 한다.



鄭 正 謨*
Chung, Jung Mo

1. 목적

본 지침서는 최근 국내외에서 많이 채택되고 있는 강 도로교의 상부 구조인 STEEL BOX GIRDER의 제작, 설치 단계의 품질관리에 대한 제반 사항을 기술하여 제품의 품질관리를 보다 효율적으로 수행코져 하는데 그 목적이 있다.

1) 품질이란?

- (1) 품질 = 경영의 품질, 부문간의 품질, 업무의 품질 → 품질관리를 통해서 기업의 체질 변형.
- (2) 제품의 질 → 일의 질 → 사람의 질(인질관리) → 상품의 질.

2. 적용 기준 및 기타 관련 자료

- 1) 도로교 표준시방서 (건교부 제정)
- 2) ANSI/AWS D1.1
- 3) 최신 용접 HAND BOOK
- 4) 강도로교 시공 편람(사단법인 일본도로학회)
- 5) 기타 관련 규격 (KS, JIS, AISC등)

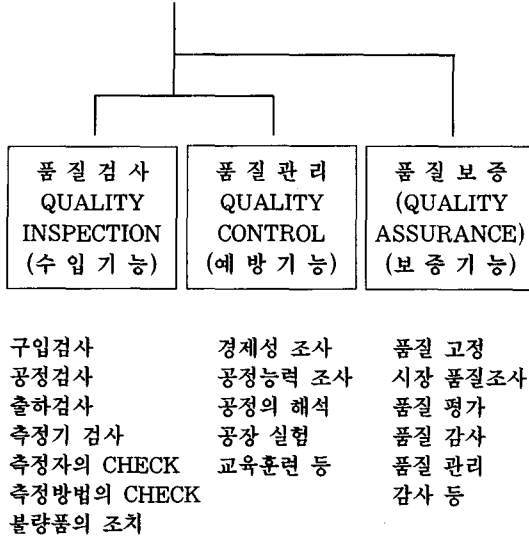
2) 품질 적능이란?

- (1) 품질은 검사만으로 보증되는 것이 아니고, 합리적인 설계, 정당한 공정 관리 등의 품질관리(예방 기능)의 업무가 바르게 행하여질 필요가 있다.
즉 품질보증 업무란 품질검사 및 품질관리의 업무가 바르게 행하여지고 있는가 어떤가를 조사하고 과연 목적하는 품질이 보증되어 있는가 어떤가를 설계, 제조, 판매 등의 각 부문에 대하여 조사하여 이들의 결과를 경영자에게 보고하는 기능이다.

3. 품질관리란?

*건설기계기술사, 서울검사 주식회사 전무이사.

(2) 품질 직능 (품질 관리)

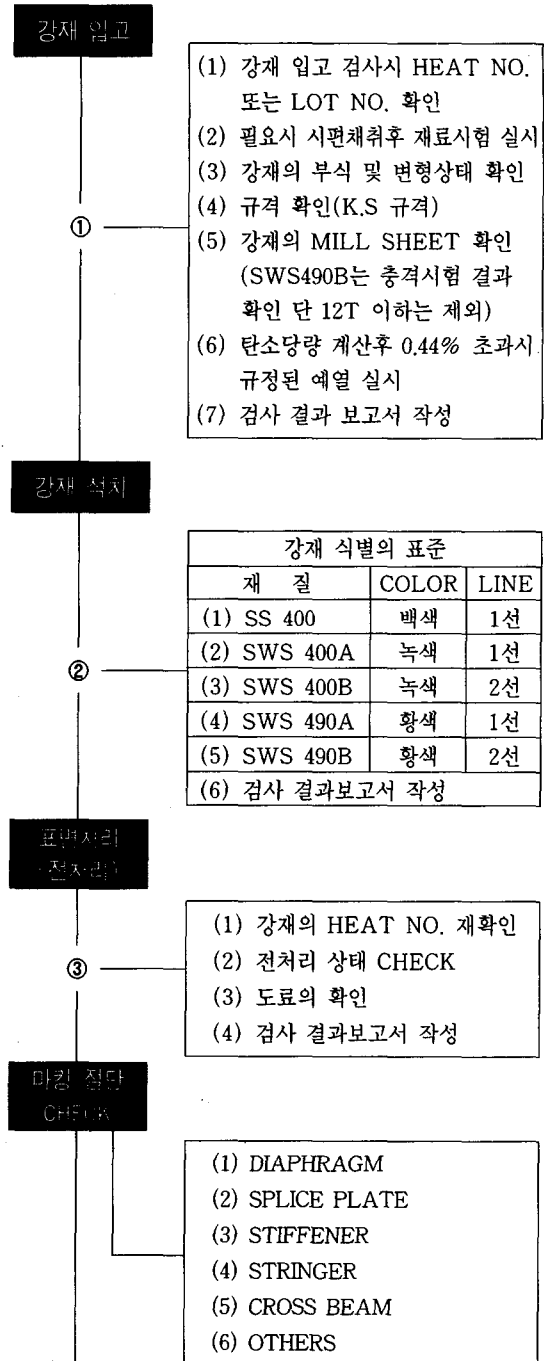


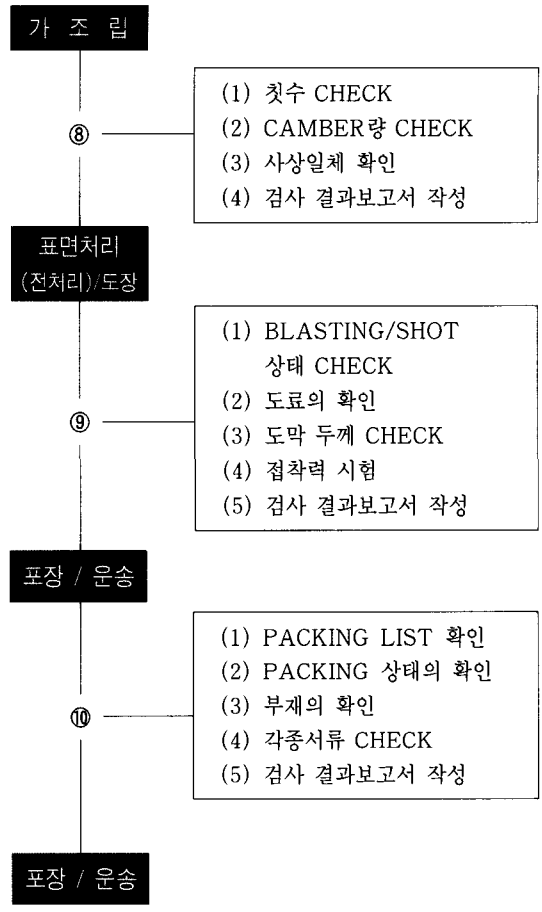
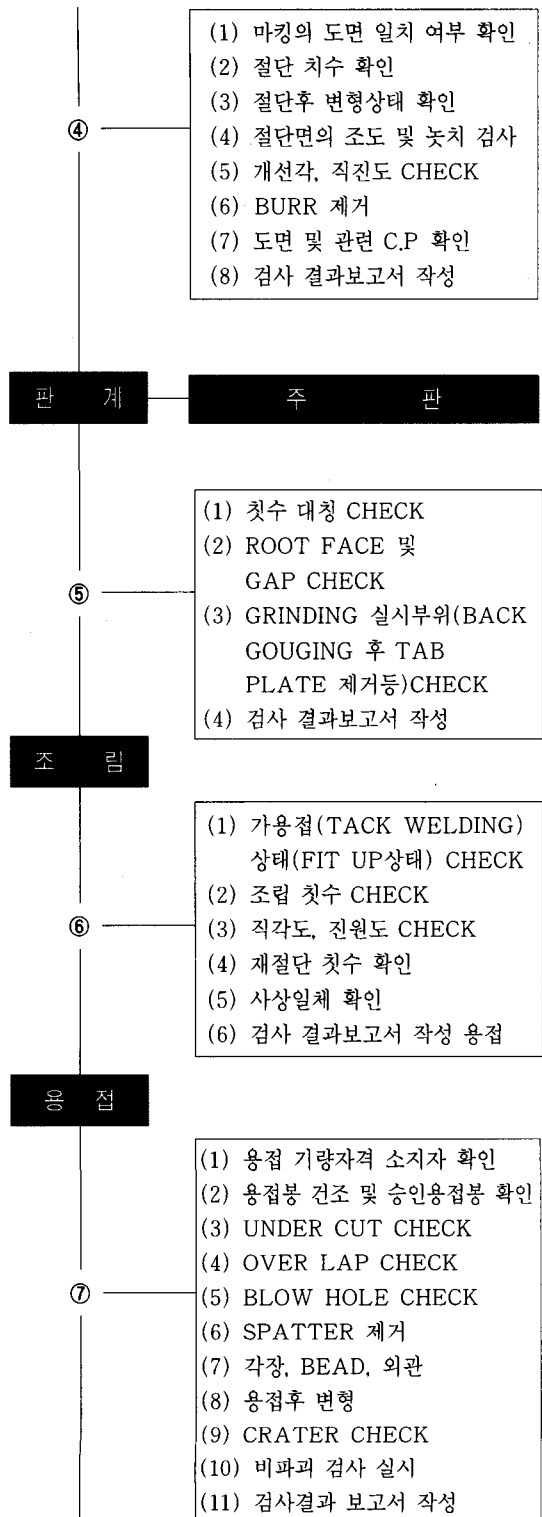
3) 품질 관리와 검사의 차이점

구분	품질관리	검사
목적	생산성 향상 보증 품질	품질 보증 (소비자에 대하여)
정의	소비자의 요구 제품을 경제적으로 생산	합격·불합격 판정
범의내용	제조 과정 검토 (재료·기계·작업자·작업방법)	합격·불합격 판정
대상	만들어지는 전 공정 (설비-판매-사용)	만들어진 제품 (부품·완성품 포함)
활동주체	모든 사람 (전 종업원)	한정된 사람(검사원)
사용하는주요표	작업 표준	검사기준
사 고	공동목표에 동시 참여	조사의식과 피조사 의식의 부조화
	불량 원인의 제거 (예방)	불량 현상의 제거
효 과	불량품 발생 기회 감소(근본적)	양호·불량의 선별 (피상적)

4. 강교(STEEL BRIDGE)의 제작 공정도

1) STEEL BOX GIRDER의 제작 공정





5. 강교 STEEL BOX GIRDER의 제작 요령

- 1) 마킹(MARKING)
- (1) 기준 테이프의 확인
- 가. KSB 5209에 의한 강재 감는자 1급 50M 1분을 보유하고 있는지의 확인
- 나. 공사 현장용 기준자 또는 마킹용 TAPE는 보유중인 TAPE와 대조하여 오차가 발생하지 않도록 한다.
- (2) 마킹검사
- 가. 마킹검사는 도면을 필히 지참하거나 SKETCH 도면을 휴대하여 마킹이 도면과 일치하는지 확인한다.

나. STIFFENER, 중 형RIB등의 취부 위치는 한쪽면을 기준하고 있는지 확인한다.

다. 용접 수축을 고려한 MARGIN이 있는지 확인한다.

라. 길이, 폭 및 대각선, HOLE의 위치 등 필요 사항을 CHECK 한다.

마. MILL SHEET의 대조

2) 절단 (CUTTING)

(1) 직선 부재의 경우 다음 장비를 사용하여 절단토록하여 절단에 의한 부재의 변형이나 NOTCH의 발생을 최소화하고 특히 BEVELING의 정확한 각도를 유지토록 한다.

(2) 절단 부재에 대한 검사

자재의 종류	사용 장비
철 판	NC GAS 절단기 FLAME PLANNER RAIL을 이용한 자동 절단기 반자동 GAS 절단기

가. 절단후 부재의 열에 의한 변형 유무 확인

나. 절단면의 NOTCH 검사

다. 촌법의 확인

라. 개선부의 치수 및 각도 (BEVELING)확인

(3) 대형 판재 즉 UPPER & LOWER FLANGE 및 WEB PLATE 또는 중 RIB재 등의 양쪽을 동시에 절단하여 열에 의한 휨을 방지시키도록 CHECK한다.

3) 구멍의 정도 검사

(1) 형판 및 구멍의 정밀도 검사를 수시 실시하며 이음 구멍의 모서리부는 면짜기를 한다.

(2) 공경의 허용차

(3) 구멍의 직각도는 1/20 이하로 한다.

(4) HOLE의 가공허용치

볼트의 명칭	볼트의 공경	볼트의 공경의 허용차(MM)	
		일반의 경우	볼트군의 20%에 대하여 인정될 수 있는 값
M 20	22.5	+1.0	+1.0
M 22	24.5	+1.0	+1.0
M 24	26.5	+1.0	+1.0

볼트의 명칭	볼트의 공경	볼트의 공경의 허용차(MM)	
		일반의 경우	볼트군의 20%에 대하여 인정될 수 있는 값
M 27	30	+1.5	+1.5
M 30	33	+1.5	+1.5
M 36	39	+1.5	+1.5

명칭	그림	한계허용차
HOLE의 CENTER 위치		-1 ≤ ΔL ≤ +1
HOLE의 간격		-1 ≤ ΔP1 ≤ +1 -2 ≤ ΔP2 ≤ +2
HOLE의 EDGE거리		Δa1 ≥ -2 Δa2 ≥ -2

4) 판이음 및 조립

(1) 판이음 및 조립은 가능한 한 조립 정반상에서 JIG를 최대한 활용하여 조립의 정도를 향상시킨다. 부재의 취부는 JIG 및 직각자 등을 이용하고 FILLET 용접부는 가능한 한 밀착시켜 가용접한다. 조립은 이미 마킹된 위치에 부재를 취부하는 것이기 때문에 취부는 마킹위치에 부재가 정확히 위치해 있어야 하고 직각도를 CHECK 해야 한다.

BEAD의 길이	BEAD의 길이		PITCH	비고
	수동용접	자동용접		
t ≤ 25	80 mm	50 mm	300	
t > 25	80 mm	70 mm	400	

(2) 취부용 가용접(TACK WELDING)

가. 취부용접 개소는 본 용접의 품질을 위하여 최소로 한다.

BEAD의 길이 및 PITCH는 다음의 표를 기준하여 수시 CHECK 한다.

나. 취부용 가용접은 본 용접의 일부이며 본 용접과 동종의 용접봉을 사용하는지 CHECK 한다.

(3) 판이음의 검사 기준

구분	그림	관리허용치	비고
(1) T이음 감극(e)		$e < 1\text{mm}$	
(2) 맞대기 이음의 마감값(e)		① $e < t/10\text{mm}$ ② $e < 0.5\text{mm}$	
(3) 후트간 격(이음용 접)(e)		$-1 < \Delta e < +1\text{mm}$	
(4) 후트면 (Δa)		수동아크 용접 및 반자동 용접 BACK PLATE 없는 경우 : $\Delta a < 2\text{mm}$ BACK PLATE 부착시 : $\Delta a < 1\text{mm}$ 자동용접 : $\Delta a < 1\text{mm}$	
(5) 경사각 도(Δa)		$\Delta a \leq \pm 2.5^\circ$ *참고: AWS의 규정 $+5^\circ$	

5) 용접

(1) 용접공

작업에 투입되는 모든 용접사는 (가용접 포함) KS 또는 AWS D1.1에 의한 자격증 소지자를 투입하는 것을 원칙으로 한다. 특별한 경우는 감독관과 협의하여 일정한 TEST를 거쳐 합격자에 한해서 본 작업에 투입할 수 있게 조치한다.

(2) 용접 재료의 관리 상태 점검

가. 용접재료는 공장내 중앙 관리실에서 관리 통제되고 있는지?

나. 용접재료는 MAKER 요구 사항에 맞는 온도로 건조하고 있는지?

다. 저수소계 피복 ARC 용접봉은 제조 회사에 규정한 온도에서 2시간 이상 건조시켜야 하며 DRY OVEN에서 꺼낸 후는 70°C 정도 유지할 수 있는 휴대용 용접봉함에 넣고 사용하고 있는지?

(3) 용접시공

가. 용접 시작 전의 청소 상태

용접할 곳의 수분, 녹, SLAG 등 불순물이 있

는지 용접 전에 필히 CHECK 한다.

나. 각 PASS 후 다음 PASS 용접이 들어가기 전에 SLAG를 철저히 제거하고 있는지 CHECK 한다.

다. 용접 순서 및 자세

용접은 변형, 잔류응력 및 구속력을 최소화 하도록 용접순서를 정하여 용접하되 가능한 한 하향 또는 수평 자세로 용접하고 있는지 수시 CHECK 한다.

라. 최소예열 온도(°C)

(단위 : °C)

강종	이음	용접봉	판두께 (MM)		
			t<19	19<t<38	39<t<50
SS 400 SWS 400 SMA 40	GROOVE	피복 ARC 용접	~	10	40~60
		FLUX CORED ARC 용접 SUBMERGED ARC 용접	~	10	40~60
SWS 490 SWS 490Y SWS 500 SMA 490	GROOVE	피복 ARC 용접	~	40~60	80~100
		FLUX CORED ARC 용접 SUBMERGED ARC 용접	~	10	40~60

마. 용접조건

용접재료 및 자세에 대하여는 하기에 의거하여 적절한 수치를 선정하여 우수한 용접 결과가 이루어지도록 항시 CHECK 한다.

가) 피복 ARC 용접(수용접)

규격	봉경 (MM)	전류 (A)		비고
		하향, 수평	입형	
JIS Z 3211 D 4301	3.2	110~150	80~120	
	4	150~190	110~160	
(일미나이트계)	5	190~240	150~200	
	6	260~310		
JIS Z 3211 D 4303 (라임티타나계)	3.2	100~140	80~130	
	4	140~190	110~170	
	5	200~260	140~210	
	6	250~330		
JIS Z 3212 D 5016 (저수소계)	3.2	90~130	80~120	
	4.5	130~180	110~170	
	6	180~240 250~310	150~200	

나) 탄산가스 ARC 용접

다) 서브머지드 ARC 용접

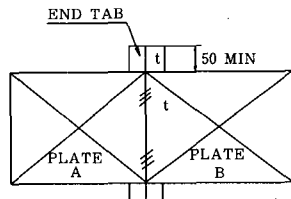
바. 맞대기 용접 끝단부의 END TAB 취부 확인 개선

WIRE 외경	전 류(A)	전 압(V)
1.2φ	200 ~ 350	18 ~ 22

구 분	두께	와이어 (외경)	전류(A)	전압(V)	속도 (CM/MIN)
BUTT WELD	12~31	4φ	550~850	32 ~ 36	20 ~ 30
	32~45		600~900	32 ~ 38	15 ~ 35
	46~60		650~1150	32 ~ 38	15 ~ 35
FILLET WELD	6~8	4φ	550~600	32 ~ 34	45 ~ 60
	10~11		600~650	32 ~ 34	45 ~ 50
	12~13		600~650	32 ~ 34	40 ~ 45

용접 (GROOVE)의 시작과 끝단은 필히 END TAB을 취부하여 CO₂ 또는 SUBMERGED ARC 용접, 또는 수동용접을 하여야 한다.

예)



사. 용접의 마무리 점검

SLAG, SPATTER, UNDER CUT, ROUND WELDING 등 다음 공정에 넘어가기 전

결함	보수 방법
CRACK	초음파 탐상 검사 또는 침투 탐상 검사 결과에 따라 자체의 한계를 분명히 하여 자체의 단부로부터 가까운 모재를 50mm 이상 ARC GOUGING으로 제거한 후 재용접을 한다.
UNDER CUT	허용치를 초과한 것은 육성 용접을 한다.
각장 부족	소정의 SIZE까지 육성 용접을 한다.
OVER LAP	GRINDING, GOUGING 등으로 해당 부분을 제거한다.
ARC STRIKE	GRINDER로 해당부분을 제거하고 또 깊이 2mm 이상의 경우는 보수를 하고 필요에 따라 마무리(사상) 작업을 한다.
BLOW-HOLE 용입량 부족 PIT.	비파괴 검사에 의한 불합격된 경우는 그 결함의 범위를 확인하여 AIR GOUGING으로 제거하여 재용접을 한다.

필히 작업한 그곳에서 그 작업자에 의해 수정 내지 청소가 이뤄지도록 점검지도 한다.

- 가) 용접 요령서(WPS)에 따라 작업하는지 확인한다.
- 나) 용접봉의 건조상태 및 승인된 용접봉으로 작업하는지 확인한다.
- 다) 용접부의 외관 검사를 실시한다.
- 라) 용접 각장등의 준법 검사를 행한다.
- 마) 용접 기량 자격 소지자에 한하여 용접 작업을 실시 하도록 한다.
- 바) 각종 용접 결함을 확인한다.
- 아. 불량 용접부의 보수
불량 용접부의 보수는 하기의 방법으로 보수한다.
- 자. 용접부의 정밀도

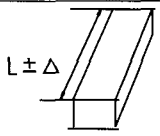
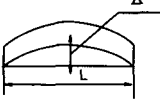
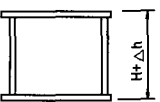
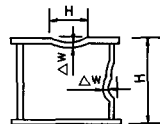

명칭	그림	한계허용차
FILLET 용접 SIZE		0 ≤ ΔS ≤ 0.5S -1 ≤ ΔS ≤ 0mm 길이의 10% 이내
FILLET 용접의 목 두께		0 ≤ Δa ≤ 0.4S
BUTT 용접의 덧붙임		B < 15 : 0.5 ≤ e ≤ 3 15 ≤ B < 25 : 0.5 ≤ e ≤ 4 25 ≤ B : 0.5 ≤ e ≤ 4/25B
UNDER CUT		1) 맞대기 용접 : e ≤ 0.3 2) GROOVE : e ≤ 0.5 3) 전면FILLET : e ≤ 0.5 4) 측면FILLET : e ≤ 0.8

6) 제품 검사 (DIMENSION CHECK)

(1) 용접이 완료된 BOX는 가조립전 단품으로써의 DIMENSION CHECK SHEET를 작성하고 그 결과치를 아래의 허용치와 비교 검토 한다. 허용치가 OVER 되는 경

우 수정 지시토록 한다.

(2) 부재의 정밀도 허용치

명 칭	그 림	한계허용차
BOX GIRDER의 전장		1) $L \leq 10(M)$ $\Delta = \pm 3(mm)$ 2) $L > 10(M)$ $\Delta = \pm 4(mm)$
직선도		$\Delta \leq L/1000$ (mm)
부재높이		$H \leq 2(M)$ $\Delta h \leq \pm 4(1M$ 증가시 Δh 는 1mm 증가)
평면도		$\Delta W \leq H/150$ (mm)
FLANGE의 직각도		$\Delta \leq L/100$ (mm)

(3) 제품 검사의 중점 사항

가. 승인된 도면 및 사양에 따라서 제품이 제작되어졌는가 확인한다.

나. 제품의 촌법, 부재기호, 외관등이 허용범위 내에 드는지 확인한다.

7) 가조립

(1) 가조립 검사

가. 가조립의 각각 촌법이 허용범위내에 있는지 확인 한다.

나. 가조립 검사는 무응력인 상태에서 검사한다.

다. SPLICE HOLE 접합 상태를 확인한다.

라. CAMBER, CURVE 등

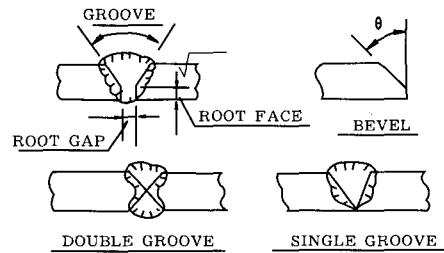
6. 강교 STEEL BOX GIRDER의 검사 요령

1) 도면의 검토

(1) 기본도면 및 제작도면의 비교 검토

(2) 상세부분에 대한 상세도(DETAIL DW'G)의 숙지 SCALLOP, SLOT HOLE, HOLE의 DIA· 등

(3) 용접부위의 상세확인



- FILLET 용접 각장

$$t_1 > S \geq 2t_2$$

- BUTT 용접

SINGLE OR DOUBLE GROOVE의 확인 등 SPLICE PLATE, BOLT, STIFFENER 등 일부 부재에 대한 강도계산 요령 숙지

2) 수시 검사(제작중의 수시 검사)

(1) MARKING, 절단상태 및 치수확인

NOTCH, BEVEL 각 ROOT FACE, DRILLING HOLE 등

(2) 취부상태의 확인 (주부재 TACK) GAP, 어긋남 (MISALIGNMENT), 직각도 등

(3) 가용접 상태

(4) 부재의 누락 여부

(5) 특히 본 용접전 상세 부위의 도면에 의한 시공여부 확인

(6) 용접 순서 및 각장 확인

3) 완성검사

모든 작업이 완료된 상태에서 총체적으로 검사 하는 것이나 여기에서는 용접에 관한것만 논하기로 한다.

(1) 육안 검사(VISUAL INSPECTION)

비드의 폭과 높이 및 각장 용입상태

CRATER의 처리상태

UNDER CUT

OVER LAP

CRACK

SLAG의 섞임 및 BLOW HOLE

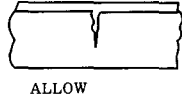
그의 SPATTER, ARC, STRIKE 등

(2) 염료 침투검사(DYE PENETRATION

IN SPECTION, DYE CHECK 또는 PT)

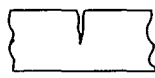
표면의 균열(CRACK)이나 PIT등의 결함을 검출할 수 있는 방법으로써 일반적으로 가장 많이 사용되고 있다.

염료침투 검사(DYE PENETRATION)



침투액 칠하기전
표면 청소

침투액이 스며든다



침투액이 스며든
후 표면청소

검출액을 칠한다
결함부위가 선명하게 나타남

TEST

(3) 초음파 검사(ULTRASONIC INSPECTION(TE)UT
라고 통용된다.

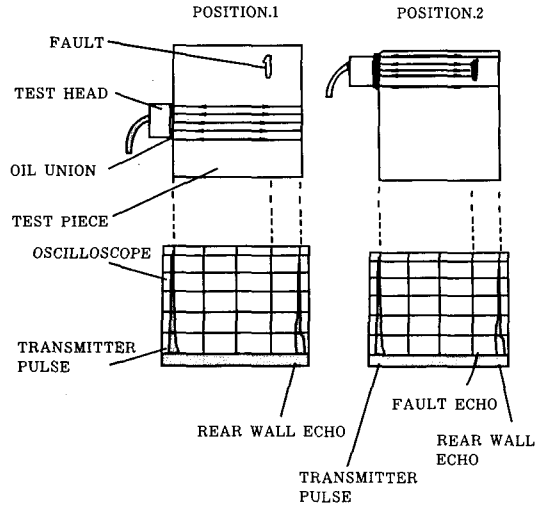
0.5~15MHZ 파장을 검사물의 내부에 침투시켜 결함을 찾는 방법이다. 초음파의 속도는 강재에서 약 6,000m/sec 정도이다.

(4) 방사선 투과시험(RADIO·GRAPHIC TEST) RT 또는 X-RAY로 통용되고 있다.

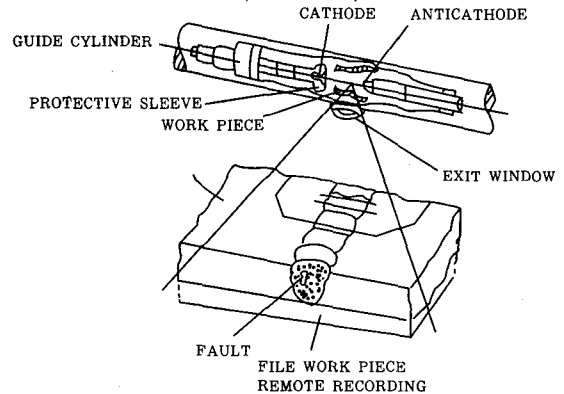
RT는 비파괴 검사중 널리 사용되고 있는 방법으로써 X선을 검사물에 투과시켜 방사선 강도의 차이를 사진 FILM에 촬영하여 검사물 내부의 이상을 찾아낸다.

(5) 자분탐상검사(MAGNETIC FLUX TEST)

자분탐상검사(MAGNETIC FLUX TEST)

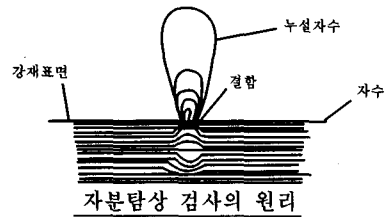


초음파 검사(ULTRASONIC TEST BY THE REFLECTION METHOD)



방사선 투과검사(RADIOGRAPHIC TEST)

철 분말액을 검사하고자 하는 BEAD에 살포하면 결함부위에서 분말의 불균형(교란)이 발생하여 육안으로 그 결함위치를 발견할 수 있다. 분말은 철 또는 자성산화철(Fe_3O_4)이며, 약 0.1mm이하의 분말로써 백색, 적색 등으로 착색하여 보기 쉽게 하였다.



7. 품질 관리 절차서

1) 완제품

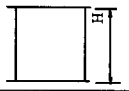
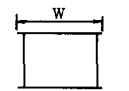
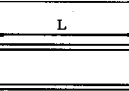
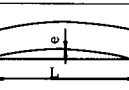

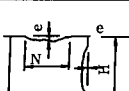
(1) 제품 치수검사

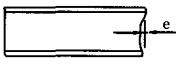
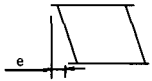
가. 제작된 구조물(BOX GIRDER)의 치수, 비틀림 정도의 확인 및 마감정도의 검사를 실시하는 것으로 검사기준은 BOX GIRDER의 치수 허용기준에 따라야 하며, BOX GIRDER한 부재마다 검사 성적서를 제출한다.

나. 검사방법은 다음과 같다

- 치수검사
- 완제품의 부재 취부상태 검사
- 완제품의 용접부 외관검사
- 현장 이음부의 절단면 검사
- 모든 구조물(BOX GIRDER)은 아래 <표 1> 치수 허용기준에 만족하여야 하며, 검사에 합격된 부재에 대하여 가조립

<표 1> BOXGIRDER의 치수 허용기준

관리항목	그림	관리허용오차
부재의 높이		H ≤ 2(M) ± 4(mm) 2 < H ≤ 3 ± 5(mm) 3 < H ≤ 4 ± 6(mm) 4 < H ≤ 5 ± 7(mm)
플랜지의 폭		W ≤ 1(M) ± 2(mm) W > 1(M) ± 4(mm)
부재의 길이		L ≤ 10(M) ± 3(mm) L > 10(M) ± 4(mm)
압축부재의 구부러짐 (직선도)		e ≤ L/1,000(mm)
플랜지의 직각도		e ≤ L/1,000(mm)
강판의 평면도		복부판 : e ≤ H/250(mm) 플랜지 : e ≤ H/150(mm)

관리항목	그림	관리허용오차
FINAL 절단면의 정밀도		e ≤ 1.5(mm)
CROSS-BEAM용 BUILT-UP BEAM의 높이(H)		H < 400mm : ± 2(mm) 400mm ≤ H < 1000mm : ± H/200(mm) H ≥ 1000mm : ± 5(mm)
비틀림		e ≥ 5(mm)

장으로 이동할 수 있으며, 합격, 불합격의 식별이 가능하도록 한다.

2) 가조립

(1) 가조립 검사 내용

가. 부재 및 가조립의 치수오차는 <표 1>에 따르며 가조립 검사는 공장제작의 최종 검사이므로 전반적인 강교의 상태 즉, 용접상태, 선형, 부재의 뒤틀림, 부재의 손상, 부재의 규격등을 모두 점검하여야 한다.

나. 가조립 검사시에는 각 부재가 무응력상태가 되도록 적당한 지지장치를 받친다.

다. 가조립 검사시에는 레벨측정기를 사용 강교의 종단구배, 캠버를 측정하고 광과기를 사용 평면선형도를 측정하여야 한다.

라. 가조립시 현장이음부를 정확하게 유지하기 위하여 적어도 볼트 구멍수의 30% 이상을 볼트 및 드리프트 핀을 사용 견고히 조여야 한다.

마. 철선, 테이프 또는 피아노선을 사용하여 직 접 지점간의 경간을 측정하여 교량슈 (SHOE) 설치에 이용하여야 한다.

바. 가조립검사는 연속교인 경우 전장을 모두 가조립하여야 하며 부득이한 경우 PIER TO PIER 중복되게 조립 검사하도록 하고 반드시 가로보(CROSS BEAM)도 함께

가조립한다.

사. 가조립 검사시 현장이음부 사이는 우수(雨水), 먼지의 침입과 축적을 방지하는 의미에서 될수있는한 적게 하는 것이 바람직하며 그 허용공차는 <표 1>에 따른다.

아. 가조립검사는 <표 2> 가조립 정밀도의 허용공차 이어야 하며 검사 종류별로 검사 기록서에 기록하고 그 결과를 감독원에게 제출하여야 한다.

<표 2> 가조립의 정밀도

관리항목	그림	관리허용오차
전장, 지간		$\pm(10+L/10)$ (mm) L = 전장 또는 지간(M)
보, 트러스의 중심간거리		$\pm(4(B-2) \times 0.5)$ (mm) B = 설계중심간거리 (M)
현장 이음부의 간격		$e \leq 3$ (mm) e = 좌측그림에서 e1, e2 중에서 큰값적용
캠버(솟음)		L ≤ 20: ±5 (mm) 20 < L ≤ 40: -5 ~ +10 (mm) 40 < L ≤ 80: -5 ~ +15 (mm) 80 < L < 100: -5 ~ +25 (mm) L = 지간거리(M)

자. 가조립의 정밀도

(2) 드릴

가. 드릴 가공된 구멍의 직경 및 피치를 검사하며 검사기준은 아래 <표 3>에 따른다.

나. 구멍의 정밀도 즉 홀중심의 어긋남, 홀간격

<표 3> 볼트의 공경 및 구멍의 허용차

볼트의 호칭 (mm)	볼트의 공경 (mm)		볼트 구멍의 허용치 (mm)		
	마찰 접합	지압 접합	마찰 접합	지압 접합	볼트군의 20%에 대하여 인정될 수 있는 값 (마찰 접합)
M20	22.5	21.5	+0.5	±0.3	+1.0
M22	24.5	23.5	+0.5	±0.3	+1.0
M24	26.5	25.5	+0.5	±0.3	+1.0

관리항목	그림	관리허용오차
홀중심의 어긋남		$-1\text{mm} \leq e \leq +1\text{mm}$
홀간격의 오차		$-1\text{mm} \leq \Delta P1 \leq +1\text{mm}$ $-2\text{mm} \leq \Delta P2 \leq +2\text{mm}$
홀의 끝단부 가장자리		$\Delta a1 \geq -2\text{mm}$ $\Delta a2 \geq -2\text{mm}$
홀간 오차		$e \leq 1\text{mm}$
고장력볼트 접합부의 틈새 (조이기전)		$e \leq 1\text{mm}$

<그림 1> 볼트구멍의 정밀도

의 오차, 구멍의 직각도 등을 버니어캘리퍼스, 직각자, 줄자등으로 검사하고 검사기준은 아래 <그림 1>에 따른다.

(원고 접수일 1998. 5. 6)