



기술연구원

토 목 구 조 한 드 북



Contents

제 1 장 일반사항	1
1.1 하중	3
1.1.1 고정하중	3
1.1.2 활하중	3
1.1.3 온도변화	4
1.1.4 풍하중	4
1.2 처짐의 허용값	5
1.3 판두께에 따른 강재종류 선정기준	6
1.4 강재의 종류 및 특징	7
1.5 강재의 허용응력	8
1.5.1 인장응력	8
1.5.2 전단응력	8
1.5.3 압축응력	8
1.5.4 용접부	14
1.5.5 볼트허용력	14
1.6 콘크리트의 허용응력	15
1.7 강재 및 콘크리트의 물리상수	15
1.8 보의 계산공식	16
1.8.1 단순보 계산공식	16
1.8.2 연속보 계산공식	17
1.8.3 연속보 근사해법	18
1.8.4 단위 환산	18
제 2 장 강구조물 공사	19
2.1 용접 이음의 종류 및 기호	21
2.1.1 용접기본기호(KS B 0052)	21
2.1.2 용접부의 유효두께 및 유효깊이	21
2.1.3 용접 이음시 주의사항	22
2.1.4 용접기호 표시방법	22
2.2 용접검사의 종류 및 특징	23
2.2.1 용접허용 공차 및 측정방법	23
2.2.2 용접검사 게이지	25

2.3	고장력 볼트의 시공 및 검사	26
2.3.1	고장력 볼트의 시공 및 검사절차	26
2.3.2	고장력 볼트 현장조임 요령	27
2.3.3	고장력 볼트 조임 검사	28
2.3.4	볼트 간격	28
2.4	강교 가설정도 관리 및 Pre-setting	29
2.4.1	강교 정도관리 기준	29
2.4.2	CAMBER 관리기준	29
2.4.3	SHOE 와 BOX 의 중심 이격	29
2.4.4	SOLE Plate GAP	29
2.4.5	단경간 교량 Pre-setting 적용사례	30
2.5	도장 시공 및 검사	31
2.5.1	강교도장의 종류 및 특성	31
2.5.2	도장순서 및 도막두께(μm)	31
2.5.3	도장 방법	32
2.5.4	도장 조건	32
2.5.5	도장 전·후의 검사	32
2.5.6	도막의 품질기준	33
2.5.7	도막두께 허용오차	33
2.6	형강 제원	34
2.6.1	H-BEAM (Wide Flange Shapes)	34
2.6.2	I 형강 (I-Beams)	36
2.6.3	ㄷ형강(Channels)	36
2.6.4	등변 ㄱ형강(Equal Angles)	37
2.6.5	CT 형강(Structural Tees)	38
2.6.6	철도레일(Railway Rails)	40
2.7	강교의 운반	41
2.7.1	도로관계법규와 차량 및 적재화물 크기와 중량관계	41
2.7.2	적재도	42
제 3 장 철근 콘크리트 공사		45
3.1	콘크리트의 최저 설계기준강도	47
3.2	철근 제원	48
3.3	철근피복두께	49
3.4	표준갈고리, 구부리기	50

3.5 철근의 간격 및 배치	51
3.5.1 철근의 간격	51
3.5.2 주철근의 배치	52
3.5.3 스티럽 배치	52
3.5.4 띠철근 배치	52
3.5.5 개구부 주위의 철근	52
3.6 정착길이 및 겹이음길이, 커플러	53
3.6.1 철근의 정착	53
3.6.2 철근의 이음	58
3.7 허용균열폭, 보수방법	63
3.8 배력철근(수평철근) 배치	65
3.9 슬래브 사각부 철근배치	66
3.10 라멘 절점부 철근 배치	66
3.11 심부구속철근 배치 및 상세	67
3.12 캐미컬 앵커 시공	68
3.13 시공이음(Cold Joint)상세, 균열유발줄눈 상세	70
3.14 PS 강선 및 PS 강연선	71
 제 4 장 기초공사	73
4.1 직접기초	75
4.2 말뚝 장·단점 비교	76
4.3 말뚝제원과 허용하중	77
4.3.1 강관말뚝	77
4.3.2 PC 말뚝	78
4.3.3 PHC 말뚝	78
4.4 말뚝시공 깊이 및 허용지지력	79
4.5 말뚝 배치상세	80
4.6 말뚝 선단부 보강	81
4.6.1 강관말뚝	81
4.6.2 PHC 말뚝	81
4.7 말뚝이음	82
4.8 말뚝과 기초의 결합방법	83
4.8.1 강관말뚝	83
4.8.2 강관말뚝 - 방법 B	84
4.8.3 PHC 말뚝	85
4.8.4 현장타설말뚝	85
4.8.5 PHC - 방법 B	86
4.9 말뚝 시공오차 기준	87

제 5 장 교량받침/신축이음	89
5.1 교량 받침종류	91
5.2 교량 받침배치	94
5.2.1 사교	94
5.2.2 곡선교	94
5.3 가동받침의 마찰계수	95
5.4 받침부 연단거리	95
5.5 신축이음장치 형식	96
5.6 교량 신축량	97
 제 6 장 거푸집/동바리	 99
6.1 작용하중	101
6.1.1 연직하중	101
6.1.2 측압	101
6.2 부재 제원 및 허용응력	102
6.2.1 합판	102
6.2.2 각재	102
6.2.3 목재의 허용응력	103
6.2.4 각관	103
6.2.5 강관	103
6.2.6 폼타이(Form tie)	104
6.2.7 Pipe Support	104
6.3 가설재 안전률	105
6.3.1 동바리의 안전률	105
6.3.2 거푸집용 부속품의 안전률	105
6.4 동바리의 사용제한	106
6.5 하부기초 형식	107
6.6 작용하중 및 부재배치	108
6.7 거푸집 시공오차	109
6.7.1 거푸집 변형기준	109
6.7.2 시공 허용오차	109
6.8 거푸집 탈형시기	111
6.8.1 콘크리트의 압축강도 시험을 하는 경우	111
6.8.2 콘크리트의 압축강도를 시험하지 않을 경우	111
6.8.3 기타사항	111

제 1 장 일반사항

1.1 하중

1.2 처짐의 허용값

1.3 판두께에 따른 강재종류 선정기준

1.4 강재의 종류 및 특징

1.5 강재의 허용응력

1.6 콘크리트의 허용응력

1.7 강재 및 콘크리트의 물리상수

1.8 보의 계산공식

1.1 하중

1.1.1 고정하중

고정하중은 아래의 표를 사용하고 실중량이 명백한 것은 그 값을 사용

재료	단위질량 (kgf/m ³)	재료	단위질량 (kgf/m ³)
강재, 주강, 단강	7,850	목재	800
주철	7,250	역청재(방수용)	1,100
알미늄	2,800	아스팔트포장	2,300
철근콘크리트	2,500	모래 및 모래자갈	2,000
프리스트레스트 콘크리트	2,500	사질토	1,900
콘크리트	2,350	점성토	1,800
시멘트모르터	2,150		

1.1.2 활하중

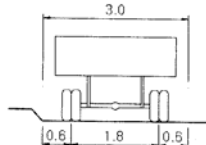
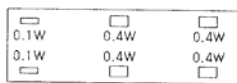
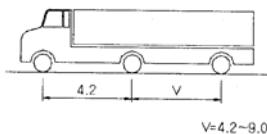
활하중은 표준트럭하중(DB 하중) 또는 차로하중(DL 하중), 보도하중 등의 등분포하중 및 궤도의 차량하중이다.

(1) DB 하중

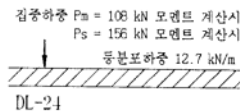
교량등급	하중등급	중량 W(kN)	총하중 1.8W(kN)	전륜하중 0.1W(kN)	후륜하중 0.4W(kN)
1등교	DB-24	240	432	24	96
2등교	DB-18	180	324	18	72
3등교	DB-13.5	135	243	13.5	54

(2) 보도 등에는 5×10^{-3} MPa 의 등분포하중을 재하한다.

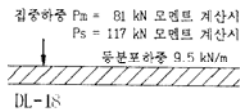
(3) DB 및 DL 하중(단위:m)



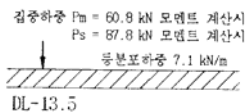
표준트럭하중(DB 하중)



DL-24



DL-18



DL-13.5

차로하중(DL 하중)

1.1.3 온도변화

- (1) 강교에서 온도변화는 가설시 온도를 기준으로 계산한다.
- (2) 콘크리트교의 온도변화 범위는 지역별 평균기온을 고려하여 정한다.
- (3) 수중 또는 토중에 있는 구조물에 대해서는 온도변화를 고려하지 않는다.

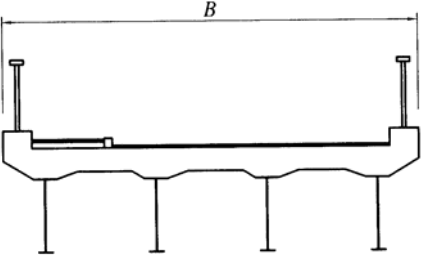
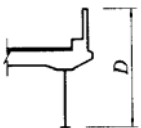
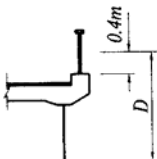
구분		온도변화
강교	표준	-10°C ~ +50°C
	특히 추운 지방	-30°C ~ +50°C
	타이드아치, 보강거더가 있는 아치, 라멘, 강바닥판 등 - 태양 직사부분과 그늘부분과의 온도차	15°C
콘크리트교	보통의 경우	15°C
	단면 최소 치수가 700mm이상인 경우	10°C
	바닥판과 기타부분의 온도차에 의한 단면력산정시	5°C
합성보	바닥판 콘크리트와 강재 거더의 온도차	10°C

1.1.4 풍하중

- (1) 플레이트거더교의 풍하중(kN/m)

단면형상	풍하중
$1 \leq B/D < 8$	$(4.0 - 0.2 B/D) D \geq 6$
$8 \leq B/D$	$2.4 D \geq 6$

* B : 교량총폭(m), D : 교량 총높이(m) (아래그림 참조)

총폭 B		
총높이 D	벽형 강성 방호울다리 	벽형 강성 방호울다리 이외 

(2) 기타형식의 교량

기타형식의 교량의 주거더 부분에 작용하는 풍하중. 활하중이 재하될 때에는 교면상 1.5m의 위치에서 150 kgf/m의 풍하중이 활하중에 대해 작용하는 것으로 본다.

부재의 단면형상		풍하중 (kgf/m)	
		풍상측 부재	풍하측 부재
원형	활하중재하시 활하중비재하시	75 150	75 150
각형	활하중재하시 활하중비재하시	150 300	75 150

(3) 옹벽 및 방음벽 등

지 역	기본풍속 (m/s)	지 명	표준 풍하중 (kgf/m ²)			
			토공부			교량부
			H≤4.5m	H=5.0~9.0m	H>9.0m	
내 륙	30	서울, 대구, 대전, 춘천 청주, 수원, 추풍령, 전주, 익산, 진주, 광주	70	90	100	110
서 해 안	35	서산, 인천	90	120	130	150
서남해안 남 해 안 동남해안	40	군산, 여수, 충무 부산, 포항, 울산	120	150	150	200
동 해 안 특수지역	45	속초, 강릉, 목포	150	150	150	250

* 토공부 방음벽의 풍하중은 방음벽의 높이에 따라 결정하되, 최대 150kg/m²로 한다.

** 지표조도나 교량부 방음벽 고도가 표준조건과 달라 표준 설계풍하중을 초과하는 경우에는 사안별로 검토한다.

1.2 처짐의 허용값

충격하중을 포함한 활하중에 의한 강교의 주거더 및 가로보의 최대처짐

교량형식			최대처짐	
플레이트 거더 형식	종류	지간	단순지거거더 및 연속거더	게르버거더의 캘틸레버부
	철근콘크리트 슬래브가 있는 플레이트거더	L ≤ 10m	L/2,000	L/1,200
		10<L ≤ 40m	$\frac{L}{20,000/L}$	$\frac{L}{12,000/L}$
		L>40m	L/500	L/300
	기타의 슬래브가 있는 플레이트거더		L/500	L/300
현수교형식			L/350	
사장교형식			L/400	
기타형식			L/600	L/400

1.3 판두께에 따른 강재종류 선정기준

판두께 (mm)		6	8	16	25	32	40	50	100
일반 구조용강	SS400	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
용접 구조용강	SM400A	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	SM400B	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	SM400C	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	SM490A	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	SM490B	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	SM490C	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	SM490C-TMC	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	SM490YA	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	SM490YB	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	SM520B	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	SM520C	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	SM520C-TMC	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	SM570	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	SM570-TMC	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	SMA400A	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	SMA400B	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	SMA400C	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	SMA490A	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	SMA490B	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	SMA490C	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	SMA570	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

주) 1. 판두께 40mm 를 초과하는 강재는 허용응력감소를 고려해야한다.

2. 판두께 25~32mm 의 SM490YB 는 진정강괴로 제조되어야 한다.

MEMO

1.4 강재의 종류 및 특징

분 류	종 류	특 징	용 도
일반구조용 압연강재 (KS D 3503) (KS D 3502)	SS400	가장 많이 쓰임. 통상적으로 두께 25mm 이하는 용접성 염려 없음	보, 기둥
	SS490	용접에 불리, 순수 볼팅 구조물에 사용	보, 기둥
	SS490	특정구조물에 사용됨	철담뿔
용접구조용 압연강재 (KS D 3515) (KS D 3502)	SM400A,B,C	SS 강재에 비해 용접성이 우수함, 통상 두께 50mm 까지 용접성 보증	용접성이 특히 요구되는 경우
	SM490A,B,C	일반적으로 많이 쓰임 통상 32mm 이상 용접시 예열요구	보, 기둥
	SM490YA,YB	Nb 를 첨가 항복강도를 10% 향상	높은 항복강도가 요구되는 곳
	SM520B,C	탄소/망간의 함유량을 높여 강도를 향상	보, 기둥
	SM570	열처리한 고장력강	보, 기둥
	SM490TMC SM520TMC SM570TMC	제어압연, 가속냉각 방식으로 제조, 고강도/고인성, 우수한 용접성을 가지며 두께 40mm 이상 후판에서도 설계강도의 저감이 없음.	고층건물, 장스편구조 큰보, 기둥재
용접구조용 내후성 열간 압연강재 (KS D 3529)	SMA400A,B,C SMA490A,B,C SMA570A,B,C	Cu, Cr, P, Ni 등의 원소를 소량 첨가한 저합금강 일반강 대비 4~8 배 내식성 발휘 대기노출 후 일정시간 경과하면 질은 갈색의 비정질 안정녹층 형성 재도장 필요없어 유지관리 및 환경보호에 유리	교량 및 외부노출 구조재
H 형강말뚝 (KS F 4603)	SHK400, 400M SHK490M	관입성이 우수하여 횡다가 어려운 지반에서 시공 우수 부력 우려지반에서 기초 겸용 인장 말뚝으로 사용됨	건축토목용 기초 말뚝
열간압연 널말뚝 (KS F 4604)	SY295 SY390	흙막이, 물막이용 강관말뚝	영구용 : 옹벽, 호안 가설용 : 토류공사
용접경량형강 (KS D 3558)	SWH 400, 500	강재성분은 SS 재와 유사함 판두께 3.2~12mm 철판을 공장용접 하여 제작	소규모건물 2 차부재
경량형강 (KS D 3530)	SSC 400	강재성분은 SS 재와 유사함 판두께 1.6~6mm 철판을 냉간압연하여 제작	경미 구조물 2 차부재
탄소강관 (KS D 3566)	STK 400, 490 STK 540	강재성분은 SS 재와 유사함 판두께 2~22mm, $\Phi 21.7 \sim 609.6\text{mm}$	트러스재 강관말뚝

1.5 강재의 허용응력

1.5.1 인장응력

허용축방향인장응력 및 허용휨인장응력(MPa)

강재 판두께(mm)	강종 SS400 SM400 SMA400	SM490	SM490Y SM520 SMA490	SM570 SMA570
40 이하	140	190	210	260
40 초과 75이하	130	175 (190)*	200 (210)*	250 (260)*
75초과 100이하			195 (210)*	245 (260)*

* TMC 강재일 경우에는 ()의 값을 적용한다.

1.5.2 전단응력

허용전단응력(MPa)

강재 판두께(mm)	강종 SS400 SM400 SMA400	SM490	SM490Y SM520 SMA490	SM570 SMA570
40 이하	80	110	120	150
40 초과 75이하	75	100 (110)*	115 (120)*	145 (145)*
75초과 100이하			110 (120)*	140 (145)*

* TMC 강재일 경우에는 ()의 값을 적용한다.

1.5.3 압축응력

(1) 허용휨압축응력

① 압축플랜지가 콘크리트바닥판에 직접 고정되거나, 상자형 또는 Π 형 단면인 경우

강재 판두께(mm)	강종 SS400 SM400 SMA400	SM490	SM490Y SM520 SMA490	SM570 SMA570
40 이하	140	190	210	260
40 초과 75이하	130	175 (190)*	200 (210)*	250 (260)*
75초과 100이하			195 (210)*	245 (260)*

* TMC 강재일 경우에는 ()의 값을 적용한다.

② ①에 규정한 이외의 경우

강종 판두께 (mm)		SS400 SM400 SMA400	SM490	SM490Y SM520 SMA490	SM570 SMA570
$\frac{A_w}{A_c} \leq 2$	40 이하	140 : $\ell / b \leq 4.5$ 140-2.4(ℓ / b -4.5) : 4.5 < $\ell / b \leq 30$	190 : $\ell / b \leq 4.0$ 190-3.8(ℓ / b -4.0) : 4.0 < $\ell / b \leq 30$	210 : $\ell / b \leq 3.5$ 210-4.4(ℓ / b -3.5) : 3.5 < $\ell / b \leq 27$	260 : $\ell / b \leq 5.0$ 260-6.6(ℓ / b -5.0) : 5.0 < $\ell / b \leq 25$
	40 초과 75 이하	130 : $\ell / b \leq 5.0$ 130-2.2(ℓ / b -5.0) : 5.0 < $\ell / b \leq 30$	175 : $\ell / b \leq 4.0$ 175-3.5(ℓ / b -4.0) : 4.0 < $\ell / b \leq 30$	200 : $\ell / b \leq 4.0$ 200-4.2(ℓ / b -4.0) : 4.0 < $\ell / b \leq 27$	250 : $\ell / b \leq 5.0$ 250-6.2(ℓ / b -5.0) : 5.0 < $\ell / b \leq 25$
	75 초과 100 이하			195 : $\ell / b \leq 4.0$ 195-4.0(ℓ / b -4.0) : 4.0 < $\ell / b \leq 27$	245 : $\ell / b \leq 5.0$ 245-6.0(ℓ / b -5.0) : 5.0 < $\ell / b \leq 25$
$\frac{A_w}{A_c} > 2$	40 이하	140 : $\ell / b \leq 9/K$ 140-1.2(K ℓ / b -9) : 9/K < $\ell / b \leq 30$	190 : $\ell / b \leq 8/K$ 190-1.9(K ℓ / b -8) : 8/K < $\ell / b \leq 30$	210 : $\ell / b \leq 7/K$ 210-2.2(K ℓ / b -7) : 7/K < $\ell / b \leq 27$	260 : $\ell / b \leq 10/K$ 260-3.3(K ℓ / b -10) : 10/K < $\ell / b \leq 25$
	40 초과 75 이하	130 : $\ell / b \leq 10/K$ 130-1.1(K ℓ / b -10) : 10/K < $\ell / b \leq 30$	175 : $\ell / b \leq 8/K$ 175-1.75(K ℓ / b -8) : 8/K < $\ell / b \leq 30$	200 : $\ell / b \leq 8/K$ 200-2.1(K ℓ / b -8) : 8/K < $\ell / b \leq 27$	250 : $\ell / b \leq 10$ 250-3.1(K ℓ / b -10) : 10/K < $\ell / b \leq 25$
	75 초과 100 이하			195 : $\ell / b \leq 8/K$ 195-2.0(K ℓ / b -8) : 8/K < $\ell / b \leq 27$	245 : $\ell / b \leq 10/K$ 245-3.0(K ℓ / b -10) : 10/K < $\ell / b \leq 25$
비 고		A_w : 복부판의 총단면적 (mm^2) A_c : 압축플랜지 총단면적 (mm^2) ℓ : 압축플랜지의 고정점간 거리 (mm) b : 압축플랜지 폭 (mm) $K = \sqrt{3 + \frac{A_w}{2A_c}}$			

* TMC 강재일 경우에는 판두께에 상관없이 판두께 40mm 이하에 해당하는 값을 적용한다.

(2) 허용축방향압축응력

구조용 강재의 허용축방향압축응력은 다음식에서 산정된 값으로 한다.

$$f_{ca} = f_{cag} \times f_{cal} / f_{cao}$$

f_{ca} : 허용축방향압축응력 (MPa)

f_{cag} : ①에 표시된 국부좌굴을 고려하지 않은 허용축방향압축응력 (MPa)

f_{cal} : ②, ③ 및 ④에 규정한 국부좌굴에 대한 허용응력 (MPa)

f_{cao} : ①의 국부좌굴을 고려하지 않은 허용축방향압축응력의 상한값 (MPa)

① 국부좌굴을 고려하지 않은 허용축방향압축응력(MPa)

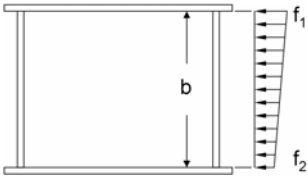
강종 판두께 (mm)	SS400 SM400 SMA400	SM490	SM490Y SM520 SMA490	SM570 SMA570
40 이하	$140 : \ell / r \leq 20$ $140-0.84(\ell / r-20) :$ $20 < \ell / r \leq 93$ $\frac{1,200,000}{6,700+(\ell / r)^2} :$ $93 < \ell / r$	$190 : \ell / r \leq 15$ $190-1.3(\ell / r-15) :$ $15 < \ell / r \leq 80$ $\frac{1,200,000}{5,000+(\ell / r)^2} :$ $80 < \ell / r$	$210 : \ell / r \leq 14$ $210-1.5(\ell / r-14) :$ $14 < \ell / r \leq 76$ $\frac{1,200,000}{4,500+(\ell / r)^2} :$ $76 < \ell / r$	$260 : \ell / r \leq 18$ $260-2.2(\ell / r-18) :$ $18 < \ell / r \leq 67$ $\frac{1,200,000}{3,500+(\ell / r)^2} :$ $67 < \ell / r$
40 초과 75 이하	$130 : \ell / r \leq 20$ $130-0.75(\ell / r-20) :$ $20 < \ell / r \leq 97$	$175 : \ell / r \leq 15$ $175-1.1(\ell / r-15) :$ $15 < \ell / r \leq 83$	$200 : \ell / r \leq 14$ $200-1.4(\ell / r-14) :$ $14 < \ell / r \leq 78$ $\frac{1,200,000}{4,700+(\ell / r)^2} :$ $78 < \ell / r$	$250 : \ell / r \leq 18$ $250-2.1(\ell / r-18) :$ $18 < \ell / r \leq 69$ $\frac{1,200,000}{3,600+(\ell / r)^2} :$ $69 < \ell / r$
75 초과 100 이하	$\frac{1,200,000}{7,300+(\ell / r)^2} :$ $97 < \ell / r$	$\frac{1,200,000}{5,300+(\ell / r)^2} :$ $83 < \ell / r$	$195 : \ell / r \leq 14$ $195-1.3(\ell / r-14) :$ $14 < \ell / r \leq 79$ $\frac{1,200,000}{4,900+(\ell / r)^2} :$ $79 < \ell / r$	$245 : \ell / r \leq 18$ $245-2.2(\ell / r-18) :$ $18 < \ell / r \leq 69$ $\frac{1,200,000}{3,700+(\ell / r)^2} :$ $69 < \ell / r$
비 고	ℓ : 부재의 유효좌굴길이 (mm) 아래 그림 참조 r : 부재 종단면의 단면회전반경 (mm)			

* TMC 강재일 경우에는 판두께에 상관없이 판두께 40mm 이하에 해당하는 값을 적용한다.

■ 기둥의 유효좌굴길이

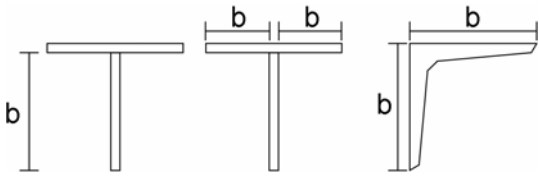
좌굴모양이 점선과 같은 경우						
β 의 이론값	0.5	0.7	1.0	1.0	2.0	2.0
β 의 설계값	0.65	0.8	1.2	1.0	2.1	2.0

② 양면지지판의 국부좌굴에 대한 허용응력 (MPa)

강 종	강재판 두께 (mm)	국부좌굴에 대한 허용응력 (MPa)	
SS400 SM400 SMA400	40 이하	140 $220,000(t_i/b)^2$	$b/(39.6 i) \leq t$ $b/(80 i) \leq t < b/(39.6 i)$
	40초과 100이하	130 $220,000(t_i/b)^2$	$b/(41.1 i) \leq t$ $b/(80 i) \leq t < b/(41.1 i)$
SM490	40 이하	190 $220,000(t_i/b)^2$	$b/(34.0 i) \leq t$ $b/(80 i) \leq t < b/(34.0 i)$
	40초과 100이하	175 $220,000(t_i/b)^2$	$b/(35.5 i) \leq t$ $b/(80 i) \leq t < b/(35.5 i)$
SM490Y SM520 SMA520	40 이하	210 $220,000(t_i/b)^2$	$b/(32.4 i) \leq t$ $b/(80 i) \leq t < b/(32.4 i)$
	40초과 75이하	210 $220,000(t_i/b)^2$	$b/(33.2 i) \leq t$ $b/(80 i) \leq t < b/(33.2 i)$
	75초과 100이하	210 $220,000(t_i/b)^2$	$b/(33.6 i) \leq t$ $b/(80 i) \leq t < b/(33.6 i)$
SM570 SMA570	40 이하	210 $220,000(t_i/b)^2$	$b/(29.1 i) \leq t$ $b/(80 i) \leq t < b/(29.1 i)$
	40초과 75이하	210 $220,000(t_i/b)^2$	$b/(29.7 i) \leq t$ $b/(80 i) \leq t < b/(29.7 i)$
	75초과 100이하	210 $220,000(t_i/b)^2$	$b/(30.0 i) \leq t$ $b/(80 i) \leq t < b/(30.0 i)$
비 고	t : 판두께 (mm) b : 판의 고정면 사이의 거리 (mm) i : 응력구배계수, $i = 0.65\Phi^2 + 0.13\Phi + 1.0$ Φ : 응력구배, $\Phi = (f_1 - f_2)/f_1$ f_1, f_2 : 판 양면에서의 응력 (MPa) $f_1 \geq f_2$ 이며 압축응력을 (+)로 한다.		

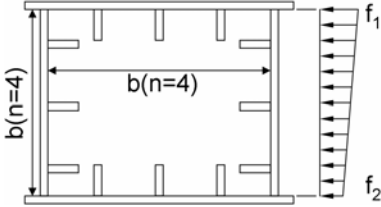
* TMC 강재일 경우에는 판두께에 상관없이 판두께 40mm 이하에 해당하는 값을 적용한다.

③ 자유돌출판의 국부좌굴에 대한 허용응력 (MPa)

강 종	강재판 두께 (mm)	국부좌굴에 대한 허용응력 (MPa)
SS400 SM400 SMA400	40 이하	140 : $b / 13.1 \leq t$ $24,000(t / b)^2$: $b / 16 \leq t < b / 13.1$
	40초과 100이하	130 : $b / 13.6 \leq t$ $24,000(t / b)^2$: $b / 16 \leq t < b / 13.6$
SM490	40 이하	190 : $b / 11.2 \leq t$ $24,000(t / b)^2$: $b / 16 \leq t < b / 11.2$
	40초과 100이하	175 : $b / 11.7 \leq t$ $24,000(t / b)^2$: $b / 16 \leq t < b / 11.7$
SM490Y SM520 SMA520	40 이하	210 : $b / 10.7 \leq t$ $24,000(t / b)^2$: $b / 16 \leq t < b / 10.7$
	40초과 75이하	200 : $b / 11.0 \leq t$ $24,000(t / b)^2$: $b / 16 \leq t < b / 11.0$
	75초과 100이하	195 : $b / 11.1 \leq t$ $24,000(t / b)^2$: $b / 16 \leq t < b / 11.1$
SM570 SMA570	40 이하	260 : $b / 9.6 \leq t$ $24,000(t / b)^2$: $b / 16 \leq t < b / 9.6$
	40초과 75이하	250 : $b / 9.8 \leq t$ $24,000(t / b)^2$: $b / 16 \leq t < b / 9.8$
	75초과 100이하	245 : $b / 9.9 \leq t$ $24,000(t / b)^2$: $b / 16 \leq t < b / 9.9$
비 고		

* TMC 강재일 경우에는 판두께에 상관없이 판두께 40mm 이하에 해당하는 값을 적용한다.

④ 보강된 판의 국부좌굴에 대한 허용응력 (MPa)

강종 판두께 (mm)	SS400 SM400 SMA400	SM490	SM490Y SM520 SMA490	SM570 SMA570
40 이하	$140 : b / 28in \leq t$ $140-2.5(b/tin-28)$ $: b/56in \leq t < b/28in$ $220,000(tin/b)^2$ $: b/80in \leq t < b/56in$	$190 : b / 24in \leq t$ $190-3.9(b/tin-24)$ $: b/48in \leq t < b/24in$ $220,000(tin/b)^2$ $: b/80in \leq t < b/48in$	$210 : b / 22in \leq t$ $210-4.5(b/tin-22)$ $: b/46in \leq t < b/22in$ $220,000(tin/b)^2$ $: b/80in \leq t < b/46in$	$260 : b / 22in \leq t$ $260-6.7(b/tin-22)$ $: b/40in \leq t < b/22in$ $220,000(tin/b)^2$ $: b/80in \leq t < b/40in$
40 초과 75 이하	$130 : b / 28in \leq t$ $130-2.2(b/tin-28)$ $: b/58in \leq t < b/28in$	$175 : b / 24in \leq t$ $175-3.3(b/tin-24)$ $: b/50in \leq t < b/24in$	$200 : b / 22in \leq t$ $200-4.1(b/tin-22)$ $: b/46in \leq t < b/22in$ $220,000(tin/b)^2$ $: b/80in \leq t < b/46in$	$250 : b / 22in \leq t$ $250-6.3(b/tin-22)$ $: b/40in \leq t < b/22in$ $220,000(tin/b)^2$ $: b/80in \leq t < b/40in$
75 초과 100 이하	$220,000(tin/b)^2$ $: b/80in \leq t < b/58in$	$220,000(tin/b)^2$ $: b/80in \leq t < b/50in$	$195 : b / 22in \leq t$ $195-3.8(b/tin-22)$ $: b/48in \leq t < b/22in$ $220,000(tin/b)^2$ $: b/80in \leq t < b/48in$	$245 : b / 22in \leq t$ $245-6.0(b/tin-22)$ $: b/42in \leq t < b/22in$ $220,000(tin/b)^2$ $: b/80in \leq t < b/42in$
비 고	<p>t : 판두께 (mm) b : 판의 고정면 사이의 거리 (mm) n : 종방향보강재에 의해 구분되는 패널의 수 (n ≥ 2) i : 응력구배계수 $i = 0.65(\Phi/n)^2 + 0.13(\Phi/n) + 1.0$ Φ : 응력구배, $\Phi = (f_1 - f_2) / f_1$ f₁, f₂ : 보강된 판 양면의 응력 (MPa) f₁ ≥ f₂ 이며 압축응력을 (+)로 한다.</p>			

* TMC 강재일 경우에는 판두께에 상관없이 판두께 40mm 이하에 해당하는 값을 적용한다.

1.5.4 용접부

용접부 허용응력(MPa)

강종			SS400 SMA41		SM490		SM490Y, SMA490 SM520			SM570 SMA570		
강재판두께(mm)			40 이하	40초과 100이하	40 이하	40초과 100이하	40 이하	40초과 75이하	75초과 100이하	40 이하	40초과 75이하	75초과 100이하
F0 강 종	전단면용접 홀용접	압축응력	140	130	190	175 (190)*	210	200 (210)*	195 (210)*	260	250 (260)*	245 (260)*
		인장응력	140	130	190	175 (190)*	210	200 (210)*	195 (210)*	260	250 (260)*	245 (260)*
		전단응력	80	75	110	100 (110)*	120	115 (120)*	110 (120)*	150	145 (150)*	140 (150)*
	필릿용접 부분용접 홀용접	전단응력	80	75	110	100 (110)*	120	115 (120)*	110 (120)*	150	145 (150)*	140 (150)*
현장용접			공장용접에 준하는 품질을 얻을 수 없는 경우에 있어서 상기의 90%로 한다.									

* TMC 강재일 경우에는 ()의 값을 적용한다.

1.5.5 볼트허용력

① 마찰이음용 고장력볼트의 허용력(kN)(1 볼트 1 마찰면마다)

볼트의 등급 나사호칭	F8T	F10T	S10T ^{주)}
M20	31	39	39
M22	39	48	48
M24	45	56	56

주) S10T : T/S 볼트의 기계적 성질에 따른 등급을 나타내는 기호

② 지압이음용 고장력볼트의 허용전단응력(MPa)

볼트의 등급	B8T	B10T
허용전단응력	150	190

③ 지압이음용 고장력볼트의 허용지압응력(MPa)

모재 및 거세트판의 강재 판두께(mm)	강종 SS400 SM400 SMA400	SM490	SM490Y SM520 SMA490	SM570 SMA570
40 이하	240	320	360	460
40 초과 75이하	220	300 (320)*	340 (360)*	440 (460)*
75초과 100이하			330 (360)*	430 (460)*

* TMC 강재일 경우에는 ()의 값을 적용한다.

④ 앵커볼트 등의 허용응력(MPa)

강종		강종	SM35C	SM45C
응력종류	응력종류			
전단응력	앵커볼트 핀	60 100	80 140	80 150
휨응력	핀	190	260	290
지압응력	핀(회전동반X)	210	280	310
	핀(회전동반O)	105	140	155

⑤ 철근의 허용응력

응력의 종류	철근의 종류	SD30	SD35	SD40
허용인장응력		150	160	160
허용압축응력		150	175	180

1.6 콘크리트의 허용응력

콘크리트 압축강도 f_{ck} (MPa)	허용휨 압축응력 f_{ca} (MPa)	허용휨 인장응력 f_{ta} (MPa)	허용지압응력 f_{ba}^* (MPa)	허용전단응력 v_{ca} (MPa)	최대허용 전단응력 $v_{ca,max}^{**}$ (MPa)
18	7.20	0.55	4.50	0.34	1.70
21	8.40	0.60	5.25	0.37	1.83
24	9.60	0.64	6.00	0.39	1.96
27	10.80	0.68	6.75	0.42	2.08
30	12.00	0.71	7.50	0.44	2.19
35	14.00	0.77	8.75	0.47	2.37
40	16.00	0.82	10.00	0.51	2.53

* 하중이 부분적으로 재하될 때의 허용지압응력은 면적비($\sqrt{A_2/A_1} \leq 2$)를 곱하여 산정한다.

** 최대허용전단응력은 전단보강철근이 있는 경우의 최대허용 값이다.

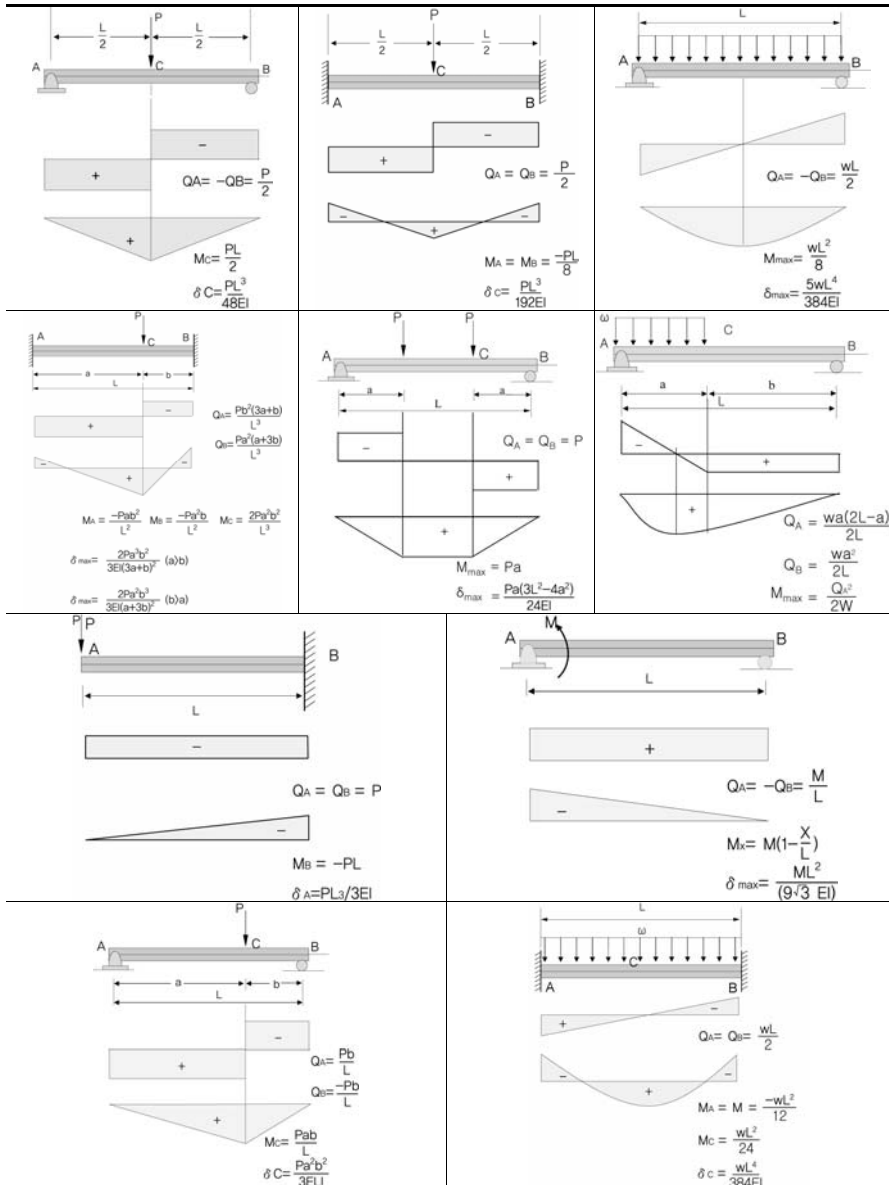
1.7 강재 및 콘크리트의 물리상수

종류		물리상수 값		콘크리트 단위질량 Wc=2,300(kgf/m³)	
				콘크리트 압축강도	
		fck (MPa)		Ec (MPa)	Gc (MPa)
강과 주강	탄 성 계 수	210,000 MPa	18	19940	8546
철근		200,000 MPa	21	21538	9231
PS강선, PS강연선, PS강봉		200,000 MPa	24	23025	9868
주철		100,000 MPa	27	24422	10467
강의 전단탄성계수		81,000 MPa	30	25743	11033
강과 주강의 포아송비		0.30	35	27223	11667
주철의 포아송비		0.25	40	28571	12245

* 콘크리트 포아송비는 실험으로 결정되지 않는 경우, 일반적으로 1/6 로 가정한다.

1.8 보의 계산공식

1.8.1 단순보 계산공식



1.8.2 연속보 계산공식

	$R_A = Q_A = \frac{3}{8} wL, \quad R_B = \frac{5}{4} wL, \quad R_C = -Q_C = \frac{3}{8} wL$ $M_B = -\frac{1}{8} wL^2,$ $M_D = \frac{9}{128} wL^2 \quad (x = \frac{3}{8} L \text{ 의 경우})$ $\delta_{\max} = \frac{wL^4}{185EI} \quad (x = 0.422L \text{ 의 경우})$
	$W = (w_1 + w_2)L, \quad R_A = Q_A = \frac{1}{16} (7w_1 - w_2)L$ $R_B = \frac{5}{8} (w_1 + w_2)L, \quad R_C = -Q_C = \frac{1}{16} (7w_2 - w_1)L$ $M_B = -\frac{1}{16} (w_1 + w_2)L^2$ $\delta_D = \frac{1}{768EI} (7w_1 - 3w_2)L^4, \quad \delta_E = \frac{1}{768EI} (7w_2 - 3w_1)L^4$
	$W = w_1L_1 + w_2L_2, \quad R_B = W - R_A - R_C$ $R_A = Q_A = \frac{w_1L_1}{2} - \frac{1}{8(1+\alpha)L_1} (\alpha w_1L_1^2 + w_2L_2^2)$ $R_B = -Q_C = \frac{w_2L_2}{2} - \frac{1}{8(1+\alpha)L_2} (\alpha w_1L_1^2 + w_2L_2^2)$ $M_B = -\frac{1}{8(1+\alpha)} (\alpha w_1L_1^2 + w_2L_2^2),$ $\delta_o = \frac{5w_2L_2^4}{384EI_2} - \frac{M_B L_2^2}{16EI_2} \quad (\text{BC 보 중앙부})$
	$R_A = Q_A = \frac{5}{16} P, \quad R_B = \frac{11}{8} P, \quad R_C = -Q_C = -\frac{5}{16} P$ $M_B = -\frac{3}{16} PL, \quad M_D = M_E = \frac{5}{32} PL$ $\delta_{\max} = \frac{PL^3}{48\sqrt{5}EI} \quad (x = \frac{1}{\sqrt{5}} L \text{ 의 경우})$ $\delta_D = \delta_E = \frac{7PL^3}{768EI}$

1.8.3 연속보 근사해법

연속보, 1 방향 슬래브의 근사해법

$ \begin{array}{ccc} V=(wL)/2 & V=1.15(wL)/2 & V=(wL)/2 \\ M=wL^2/16 & M=wL^2/9 & M=wL^2/16 \\ \downarrow & \downarrow \downarrow & \downarrow \\ \text{외측기둥} & V=0 \text{ 내측기둥} & V=0 \text{ 외측기둥} \\ M=wL^2/14 & M=wL^2/14 & \end{array} $		
2경간일 때		
$ \begin{array}{ccc} V=(wL)/2 & V=1.15(wL)/2 & V=(wL)/2 \\ M=wL^2/24 & M=wL^2/10 & M=wL^2/11 \\ \downarrow & \downarrow \downarrow & \downarrow \\ \text{보} & V=0 \text{ 보 또는} & \downarrow \\ M=wL^2/11 & \text{내측기둥} & V=0 \\ M=wL^2/16 & & \end{array} $	$ \begin{array}{ccc} V=(wL)/2 & V=1.15(wL)/2 & V=(wL)/2 \\ M=wL^2/16 & M=wL^2/10 & M=wL^2/11 \\ \downarrow & \downarrow \downarrow & \downarrow \\ \text{외측기둥} & V=0 \text{ 내측기둥} & V=0 \\ M=wL^2/14 & M=wL^2/14 & M=wL^2/16 \end{array} $	
3경간일 때		
$ \begin{array}{ccc} M=wL^2/12 & M=wL^2/12 & M=wL^2/12 \\ \downarrow & \downarrow \downarrow & \downarrow \downarrow \\ M=wL^2/11 & M=wL^2/16 & \end{array} $	$ \begin{array}{ccc} M=wL^2/12 & M=wL^2/12 & M=wL^2/12 \\ \downarrow & \downarrow \downarrow & \downarrow \downarrow \\ M=wL^2/14 & M=wL^2/16 & \end{array} $	
경간길이 3m미만 슬래브 (경간수와 무관)	상하 기둥강성의 합 좌우 기둥강성의 합	> 8일 때

1.8.4 단위 환산

힘	1 kN	=	1000 N	=	0.1 tonf	=	100 kgf
압력	1 MPa	=	10 kgf/cm ²	=	100 tonf/m ²		

제 2 장 강구조물 공사

2.1 용접 이음의 종류 및 기호

2.2 용접검사의 종류 및 특징

2.3 고장력 볼트의 시공 및 검사

2.4 강교 가설정도 관리 및 Pre-setting

2.5 도장 시공 및 검사

2.6 형강 제원

2.7 강교의 운반

2.1 용접 이음의 종류 및 기호

2.1.1 용접기본기호(KS B 0052)

번호	명 칭	도 시	기 호
1	양면플랜지형 맞대기이음용접		八
2	평면형 평행 맞대기 이음용접		||
3	한쪽면 V형 홈 맞대기 이음용접		V
4	한쪽면 K형 맞대기 이음용접		∨
5	부분용입 한쪽면 V형 맞대기 이음용접		Y
6	부분용입 한쪽면 K형 맞대기 이음용접		∟
7	한쪽면 U형 맞대기 이음용접		∩
8	한쪽면 J형 맞대기 이음용접		∪
9	뒷면용접		⌒
10	필렛용접		△

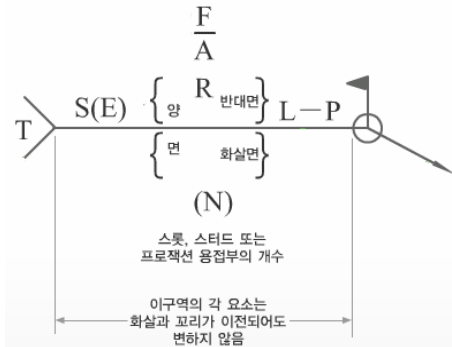
2.1.2 용접부의 유효두께 및 유효깊이

구분	설 명		
유효 목두께			
	전단면 용입용접	부분용입 용접 ($a=a_1+a_2$)	(등각일 경우) (등각일 경우) a = 목두께 s = 필렛용접의 치수
용접부의 유효깊이			유효깊이 : $l = l_1 \sin \alpha$
필렛용접 치수	$t_1 > S \geq \sqrt{2}t_2$, t_1 : 얇은 모재, t_2 : 두꺼운모재, S:용접치수 최소 모재 게가 6mm이상인 경우 : 필렛용접치수를 6mm이상		

2.1.3 용접 이음시 주의사항

이음 경우	주 의 사 항
응력을 전달 용접이음	- 전단면용입 흡용접, 부분용입 흡용접, 연속 필렛용접
용접선 직각방향 인장응력이음	- 전단면 용입흡용접
플러그 용접, 슬롯 용접	- 주요부재에 사용금지
필렛용접	- 전단응력 전달, 끝돌림 용접
흡용접	- 앤드탭 사용
휨모멘트 이음	- 전단면 용입 흡용접

2.1.4 용접기호 표시방법

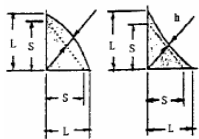
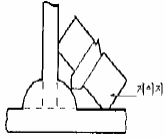
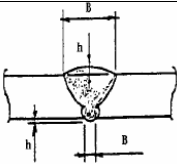
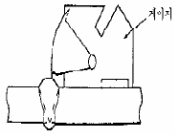
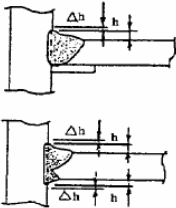
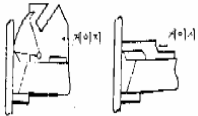
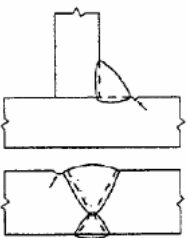
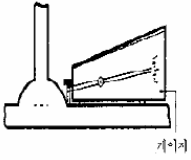
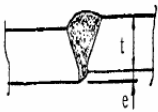
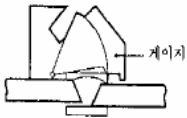


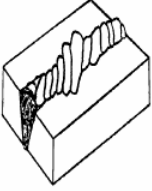
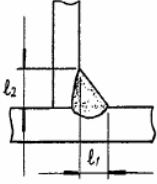
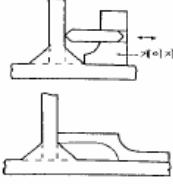
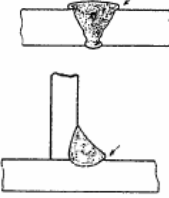
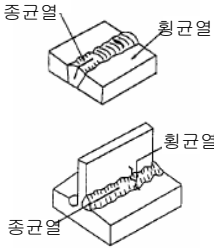
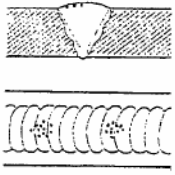
- T: 특별히 지시할 사항
 S: 용접치수
 E: 기선
 F: 다듬질 방법 기호
 -: 표면형태 기호
 A: 홈의 각도
 R: 루우트 간격
 L: 단속용접의 길이 또는 용접의 길이
 P: 단속용접의 피치
 ▲: 현장용접
 ○: 온돌레 용접기호
 N: 용접부 개수

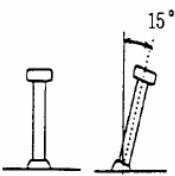

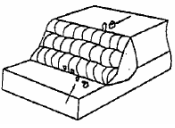
용접명칭	실 형	기호표시
양면모살용접		
I형 개선용접		
V형 개선용접		
K형 개선용접		
플레어 용접		

2.2 용접검사의 종류 및 특징

2.2.1 용접허용 공차 및 측정방법

항목	그림	허용공차	측정방법
Fillet 용접 여성고 (h)		용접길이 250mm범위의 고저차는 3mm 이하까지 허용	
BUTT 용접 여성고 (h)		1) $B < 15 : h \leq 3$ 2) $15 < B \leq 25 : h \leq 4$ 3) $25 < B : h \leq (4/25) B$	
완전용입 T 이음 여성고 (Δh)		1) $40t, h \leq t/4$ 일 경우 $\Delta h \leq 7$ 2) $40t, h > 10$ 일 경우 $\Delta h \leq t/4-2$	
Under Cut (e)		1) 주부재의 작용하는 1차 응력에 직교하는 비이드의 종단부 :0.3mm 2) 주부재에 작용하는 1차응력에 평행하는 비이드의 종단부 :0.5mm 3) 2차 부재의 종단부 :0.8mm	
Butt 이음부 편차 (e)		얇은 판의 10% 최대 3mm이하	

항목	그림	허용공차	측정방법
BEAD 표면의 불균일 (e)		BEAD 폭 불균일은 용저장 150mm범우에 대해 5mm 이하	육안, 줄자
Fillet 용접 Size (e)		한 용접선의 양끝단의 각 50mm를 제외한 부분에서는 용접길이의 10%까지의 각장 범위에서 1.0mm까지 허용	
Over Lap		허용 불가	육안, 게이지
Crack (균열)		허용 불가	육안, 비파괴 검사
용접부 표면의 PIT		1) 주부재: 허용 불가 2) 부부재: 한 이음당 3개 (단, PIT의 크기가 1mm 이하의 것은 3개를 1개로 계산한다)	육안, 비파괴 검사

항목	그림	허용공차	측정방법
Spatter		제거할 것	육안
Slag		제거할 것	육안
Stud감사	 	15°까지 굽힘 크랙이나 탈락이 없을 것	스터드가 기울어져 있는 경우 축의 중심에서 축길이를 측정한다.  
Arc Strike		허용 불가	육안

2.2.2 용접감사 게이지

		
간극 게이지	다목적 게이지 (각장 게이지)	언더컷 게이지

2.3 고장력 볼트의 시공 및 검사

2.3.1 고장력 볼트의 시공 및 검사절차

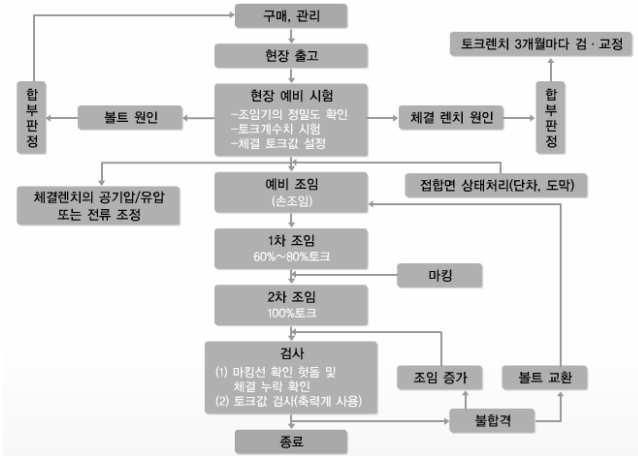


그림 2.1 고장력 볼트의 시공 및 검사절차

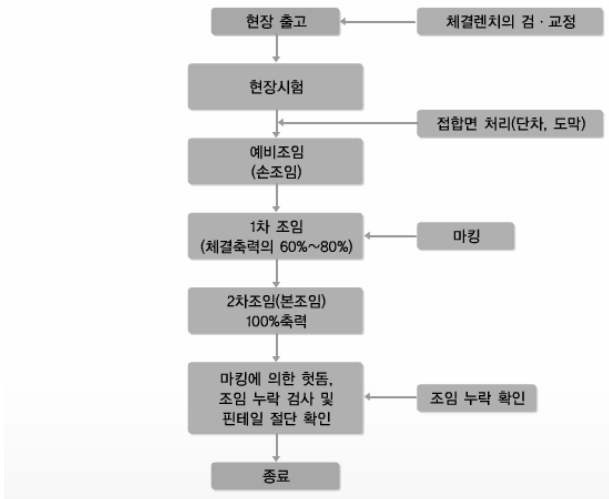
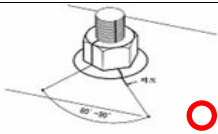
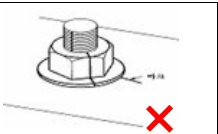
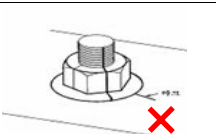


그림 2.2 T.S Bolt 의 시공 및 검사절차

2.3.2 고장력 볼트 현장조임 요령

구 분	내 용					
현장조임	- 너트회전법, 본 조임 전 축력 토오크 조정 후 사용					
병용접합시	- 용접 후에 볼트 조임이 원칙					
접합부재와 고장력볼트	- 물에 젖거나, 강우 예상, 강우 혹은 이슬 맺힐 경우 작업 금지					
조임의 순서	- 연결판 중앙에서 끝단으로 순차적으로 조임 시행					
두번 조임	- 예비조임(볼트 축력의 60~80% 정도) 후 본조임 - 부재가 두꺼울 경우에는 예비조임 2회 이상으로 나눠서 조임					
마킹						
	볼트,너트의 적정 회전량	볼트의 축 돌기 현상	와셔의 같이 돌기현상			
고장력 볼트 조임시의 조정방법	① 소요 조임 토크는 다음 식에 의해 산출 $T = KdN$ K :출하시 토크계수, d :지름(mm), N :조임축력(kN), T :조임토크(N·m)					
	② 조임토크에 대한 제어논금을 교정도에서 읽어 조임기의 출력조절을 실시 ③ 5개 이상의 시험 볼트를 출력계에 조여서 축력 평균값을 구함 ④ ③에서 구한 축력의 평균값이 규정 범위 내에 있으면 조임기의 조정을 끝냄. 규정 범위내에 있지 않을 경우 볼트 축력의 평균치와 출력 토크에서 시험볼트의 평균 토크개수를 구해 다시 새로운 시험볼트를 추출하여 ①~④의 조정을 실시					
조임볼트 축력의 조정 규정값	볼트 등급	나사 치수	설계볼트 축력	조임볼트 축력	5개 이상의 볼트 평균 축력	
					하한치	상한치
	F8T	M20	133	146	139	153
		M22	165	182	173	191
		M24	192	211	200	222
	F10T	M20	165	1182	173	191
		M22	205	226	215	237
		M24	238	262	262	275

2.3.3 고장력 볼트 조임 검사

(1) 검사시기

- 볼트를 조인 후 신속히 검사 시행(가능한 그 날 안에 검사)

토오크 렌치	- 각 볼트군의 볼트를 10% 추출, 토오크 렌치 조임검사
검사기준	- 볼트 조임의 마크를 육안으로 전수
	- 공회전의 볼트는 볼트 세트를 교체한 후 새로 조임
합부 판정 (토크 렌치법)	- 너트, 와사의 앞뒤가 바뀐경우는 볼트세트를 교체하고 새로 조임을 함
	- 각 검사볼트의 축력이 현장 예비시험에서 설정한 조임 축력의 10% 이내이면 합격
	- 불합격의 볼트군 : 두배의 볼트를 추출하여 재검사
	- 재검사에서 불합격 : 그 이음부의 볼트를 전수 검사하고 다음의 조치를 취함

- 설정 조임축력에 미달하는 볼트 : 설정 축력이 될 때까지 추가로 조임.

- 설정 조임축력을 10% 초과하는 볼트: 새로운 볼트로 교체하여 다시 조임.

2.3.4 볼트 간격

볼트의 호칭	표준 중심 간격	최대 중심간격			최소 연단거리	
		P (아래값들중 작은값)		g	전단연,수동개스 절단연	압연연,달음질연, 자동개스 절단연
M24	85	170	12t 지그재그인 경우: 15t - 3/8·g (단, 12t 이하)	24t (단, 300이하)	42	37
M22	80	150			40	32
M20	65	130			32	28

여기서, t : 이음판 또는 형강플랜지의 두께(mm)

p : 볼트의 응력방향 간격(mm)

g : 볼트의 응력에 직각방향 간격(mm)

2.4 강교 가설정도 관리 및 Pre-setting

2.4.1 강교 정도관리 기준

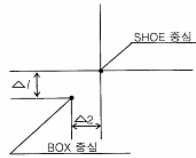
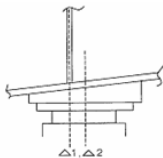
검사항목	허용오차(mm)	측정개소
전장·지간장 L (m)	$\pm (10 + L/10)$	BOX열 전수
BOX중심간 거리 B (m)	$\pm [4 + (B - 2) \times 0.5]$	각 지점 및 각 지간 중심
Elevation δ (mm) L (m) : 지간장	교대지점 : 0 교각지점 : ± 3	지점부
형의 교축방향 편심량 L (m) : 가조립 길이	$L \leq 100 : 5 + L/5$ $L > 100 : 25$	BOX외측지점부, 지간중앙의 1점

2.4.2 CAMBER 관리기준

지 간(m)	허용오차 (mm)	비고
$L \leq 20$	+15, -10	
$20 < L \leq 40$	+20, -10	
$40 < L \leq 80$	$+ [20 + 1/2(L - 40)]$ $- [10 + 1/2(L - 40)]$	L=60m인 경우 +30mm, -20mm
$80 < L \leq 100$	$+ [20 + 1/2(L - 80)]$ $- [30 + 1/2(L - 80)]$	L=90m인 경우 +45mm, -35mm

2.4.3 SHOE 와 BOX 의 중심 이격

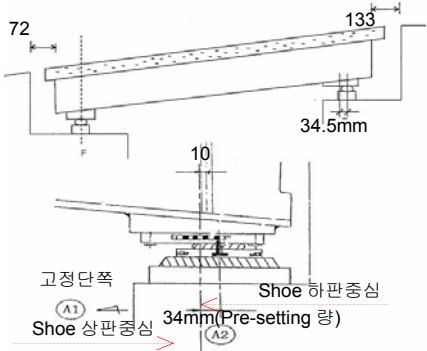
SHOE 의 중심과 BOX 의 중심이 근접하도록 가조립의 오차와 SHOE 의 설치 오차가 검토된 후 강교 설치($\Delta_1, \Delta_2 = \text{Max } 30\text{mm}$)



2.4.4 SOLE Plate GAP

관리대상	내 용
웹브와 스티프너의 투영단면적의 75% 이상	강판과 0.010인치(0.25mm)이내로 접촉
나머지 투영단면적(25% 이하)	강판과 1/32인치(1mm)이내
틈새관리 기준	- 5mm 초과시 SOLE Plate 교체 - 5mm 이하 Filler Plate를 삽입하되 용접 각장을 Filler 두께 만큼 증가

2.4.5 단경간 교량 Pre-setting 적용사례

교량제원	지간장 : 50m, 교폭 : 24.3m(양방향 4차선)
Pre-setting 순서	
(1) 강재 표면온도 체크 (평균:-2.5℃)	
(2) 온도 신축량(L_t)산정	
$L_t = \Delta T \alpha L$ $= -17.5 \times 1.2 \times 10^{-5} \times 50,000$ $= -10.5mm$ ΔT : 기준온도(15℃)와의 차이온도(℃) α : 철의 선팽창계수(1.2×10^{-5}) L : 길이(mm)	
(3) 합성후 고정하중 처짐 이동량 산정(Δ_r)	
*산정식 $\Delta_r = H_1 \times Q_1 + H_2 \times Q_2$ $Q \cong \delta / \lambda$ H : 보의 종립축에서 받침 회전중심까지 거리 δ : 지점에서 최단격점의 처짐값 λ : 지점에서 최단격점의 거리 *계산 $\Delta_r = 1,650 \times (15 / 2,370) + 1,650 \times (16 / 1,947) = 24mm$	
(4) Pre-setting량 산정(Δ_L)	
(5) 고정단(A1) 받침에 BOX지점부 중심 맞춤	
(6) 교량 시중점 유간격 체크	
(7) 합성후 유간 산정	
	
<주의> Slab타설시 A2 단부유간 합성 후 34.5mm줄어들음을 고려하여 타설 후 최종 유간 확보에 유의하여야 함.	

2.5 도장 시공 및 검사

2.5.1 강교도장의 종류 및 특성

구 분	일반 중방식도장 (염화고무 사양)	내후성 중방식도장 (우레탄 사양)	초내후성 중방식도장 (볼소 사양)	세라믹계 내후성 중방식도장
장 점	-방청/내수 우수 -초기투자비 저렴 -색상다양(외부) -유지/보수 용이 -시공사례 풍부	-방청/내후 우수 -초기투자비 저렴 -유지/보수 용이 -색상 제한 없음 -해안환경오염 지역에 적합 -내구년한 길다 -시공사례 풍부.	-방청성 우수 -내후성 매우우수 -내산성이 우수 -색상 제한 없다. -내구년한 길다.	-내후성/내약품성 우수 -내식성 우수 -내염/내해수성 탁월 -환경친화적 제품 -공정 단순 -내구년한 길다.
단 점	-내구년한 비교적 짧음(내후성)	-2액형으로 작업성이 다소 떨어짐	-초기투자비용이 높음	-시공사례가 적음
적용 사례	- 반포대교 외 80년대 대부분의 한강 교량	-성수대교 -신항주대교 -돌산/사천대교	-창선교 -신거제대교 -서강대교	-우촌교 -마장천교 -웅천/성산대교
기대 효과	-초기 투자비용이 저렴	-내후성이 우수 -유지관리비 절감	-내후성 매우 우수 -유지관리비 절감	-내후성 매우 우수 -친환경적 - LCC 유리
내구 연한	7~10년	15년	20년	30년
신기술	-	-	-	신기술233 비엔비코리아
개략 공사비	공사비 저렴	공사비 보통	공사비 다소 고가	공사비 보통

2.5.2 도장순서 및 도막두께(μ m)

구 분	일반 중방식도장 (염화고무 사양)	내후성 중방식도장 (우레탄 사양)	초내후성 중방식도장 (볼소 사양)	세라믹계 내후성 중방식도장
전처리	용제형 무기징크리치(20)	용제형 무기징크리치(20)	용제형 무기징크리치(20)	무기징크(20)
하도	용제형 무기징크리치(75)	용제형 무기징크리치(75)	용제형 무기징크리치(75)	세라믹계 방식도료(70)
중도	염화고무계(60)	에폭시(100)	에폭시(100)	세라믹계 방식도료(70)
상도	염화고무계(60)	우레탄(80)	볼소수지(50)	세라믹계 우레탄(60)
도막두께	195 μ m	255 μ m	225 μ m	200 μ m

2.5.3 도장 방법

에어리스 스프레이 도장	<ul style="list-style-type: none"> • 도장기에 의해 도료를 직접 가압하고, 노즐팁으로부터 무화가된 도료를 분사하는 방법
붓 또는 로울러 도장	<ul style="list-style-type: none"> • 별도 지정된 부분 • 스프레이 도장이 어려운 부분 • 부분적인 보수도장

2.5.4 도장 조건

- 도료와 피도체 표면의 온도 또는 대기온도가 4℃이하의 경우 도장 금지.
- 건조되기 전 피도체 표면온도가 4℃이하로 내려갈 우려가 있는경우 도장금지.
- 피도체 표면온도가(DEW POINT +3℃) 이하의 경우에는 도장금지.
- 상대습도가 85%, 풍속 6.7m/sec 이상인 경우에는 도장금지.
- 하도의 도장은 표면처리가 완료된 후 24시간 이내에 완료하는 것이 좋음.
- 하도가 경화되지 않은 상태에서 중도 또는 상도를 해서는 안됨.
- 피도체의 구조상 도장이 어려운 부분은 붓으로 선도장 후 본도장을 실시함.

2.5.5 도장 전·후의 검사

(1) 작업절차별 점검항목

NO.	작업내용	중점점검사항
1	1차 표면처리(원판상태)	<ul style="list-style-type: none"> • 표면처리 정도(SSPC-SP10) • 표면조도(25~75 μm)
2	Shop Primer 도장	<ul style="list-style-type: none"> • 도막두께(20 μm),경화상태
3	절단	<ul style="list-style-type: none"> • Shop Primer 의 절단장애 여부
4	용접제작	<ul style="list-style-type: none"> • Shop Primer 의 용접장애 여부
5	2차 표면처리(용접 및 절단면) 작업	<ul style="list-style-type: none"> • 표면처리 정도(SSPC-SP10) • 표면조도(25~75 μm)
6	하도도장(무기질 아연말 도장)	<ul style="list-style-type: none"> • 도막두께, 도장작업중 교반 여부 • 도막상태(경화, 외관) • 마찰계수 설계상 이상유무
7	중도도장 및 내부 상도도장	<ul style="list-style-type: none"> • 도막두께, 작업환경(온도,습도) • 2액형 도료의 혼합 및 교반 • 미스트코트 작업 여부 • 도장이 난해한 부위의 선행작업 여부 • 연결판 접촉면 마스킹(MASKING)여부
8	설치	<ul style="list-style-type: none"> • 기계적 손상의 유무
9	현장 표면처리(볼트 및 연결판)	<ul style="list-style-type: none"> • 표면처리 정도(SSPC=SP3) • 주위도막의 보호, 연마재의 비산대책

(2) 도장작업 후의 검사항목

NO.	확 인 사 항	비 고
1	외관 상태, 도막 결함	마감상태의 색상, 광택정도
2	건조, 경화, 부착상태, 도막두께	
3	피도물의 침적조건, 폭로조건	시공 전,후
4	도장장비, 도구의 세척	
5	도료 보관	건냉암소
6	작업 보고서 작성 여부	

2.5.6 도막의 품질기준

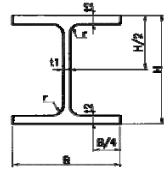
항 목	품 질 기 준	비 고
건조도막 두께	허용오차를 초과하지 않을 것	
부 착 력	X-CUT TEST 3A 이상일 것	원자력기기 기준 참고치
	DOLLY TEST:14.1kgf/cm ² 이상일 것	
외관상태	핀홀 등 결함이 없고 양호할 것	육안 판정

2.5.7 도막두께 허용오차

기준도막 두께 [μm(mils)]	최소(spot) [μm(mils)]	최소(평균) [μm(mils)]	최대(평균) [μm(mils)]	최대(spot) [μm(mils)]
25 (1.0)	15 (0.5)	19 (0.75)	50 (2.0)	75 (3.0)
50 (2.0)	30 (1.2)	38 (1.50)	100 (4.0)	125 (5.0)
75 (3.0)	45 (1.8)	56 (2.25)	150 (6.0)	175 (7.0)
100 (4.0)	60 (2.4)	75 (3.00)	175 (7.0)	213 (8.5)
125 (5.0)	75 (3.0)	94 (3.75)	200 (8.0)	238 (9.5)
150 (6.0)	90 (3.6)	112 (4.50)	225 (9.0)	263 (10.5)
175 (7.0)	105 (4.2)	131 (5.25)	250 (10.0)	288 (11.5)
200 (8.0)	120 (4.8)	150 (6.00)	275 (11.0)	313 (12.5)
250 (10.0)	150 (6.0)	187 (7.50)	325 (13.0)	363 (14.5)
275 (15.0)	165 (8.0)	206 (11.25)	500 (20.0)	575 (23.0)
500 (20.0)	300 (12.0)	375 (15.00)	650 (26.0)	725 (29.0)
625 (25.0)	375 (15.0)	469 (18.75)	800 (32.0)	900 (36.0)

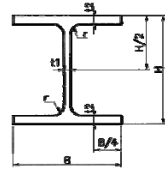
2.6 형강 제원

2.6.1 H-BEAM (Wide Flange Shapes)



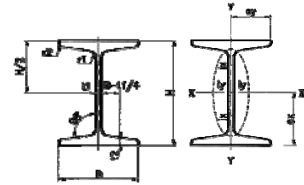
공칭 치수 mm	표준단면치수 mm				단면적 cm ²	단위무게 kg/m	단면2차모멘트 cm ⁴		단면2차반경 cm		단면계수 cm ³	
	H x B	t1	t2	r	A	W	Ix	Iy	ix	iy	Zx	Zy
100×100	100×100	6	8	10	21.9	17.2	383	134	4.18	2.47	76.5	26.7
125×125	125×125	6.5	9	10	30.31	23.8	847	293	5.29	3.11	136	47
150×75	150×75	5	7	8	17.85	14	666	49.5	6.11	1.66	88.8	13.2
150×100	148×100	6	9	11	26.84	21.1	1,020	151	6.17	2.37	138	30.1
150×150	150×150	7	10	11	40.14	31.5	1,640	563	6.39	3.75	219	75.1
200×100	198×99	4.5	7	11	23.18	18.2	1,580	114	8.26	2.21	160	23
	200×100	5.5	8	11	27.16	21.3	1,840	134	8.24	2.22	184	26.8
200×150	194×150	6	9	13	39.01	30.6	2,690	507	8.3	3.61	277	67.6
200×200	200×200	8	12	13	63.53	49.9	4,720	1,600	8.62	5.02	472	160
	200×204	12	12	13	71.53	56.2	4,980	1,700	8.35	4.88	498	167
	208×202	10	16	13	83.69	65.7	6,530	2,200	8.83	5.13	628	218
250×125	248×124	5	8	12	32.68	25.7	3,540	255	10.4	2.79	285	41.1
	250×125	6	9	12	37.66	29.6	4,050	294	10.4	2.79	324	47
250×175	244×175	7	11	16	56.24	44.1	6,120	984	10.4	4.18	502	113
250×250	244×252	11	11	16	82.06	64.4	8,790	2,940	10.3	5.98	720	233
	248×249	8	13	16	84.7	66.5	9,930	3,350	10.8	6.29	801	269
	250×250	9	14	16	92.18	72.4	10,800	3,650	10.8	6.29	867	292
	250×255	14	14	16	104.7	82.2	11,500	3,880	10.5	6.09	919	304
	298×149	5.5	8	13	40.8	32	6,320	442	12.4	3.29	424	59.3
300×150	300×150	6.5	9	13	46.78	36.7	7,210	508	12.4	3.29	481	67.7
300×200	294×200	8	12	18	72.38	56.8	11,300	1,600	12.5	4.71	771	160
	298×201	9	14	18	83.36	65.4	13,300	1,900	12.6	4.77	893	189
	294×302	12	12	18	107.7	84.5	16,900	5,520	12.5	7.16	1,150	365
300×300	298×299	9	14	18	110.8	87	18,800	6,240	13	7.5	1,270	417
	300×300	10	15	18	119.8	94	20,400	6,750	13.1	7.51	1,360	450
	300×305	15	15	18	134.8	106	21,500	7,100	12.6	7.26	1,440	466
	304×301	11	17	18	134.8	106	23,400	7,730	13.2	7.57	1,540	514
	310×305	15	20	18	165.3	130	28,150	9,460	13.2	7.6	1,810	620
	310×310	20	20	18	180.8	142	29,390	9,940	12.8	7.5	1,890	642
	346×174	6	9	14	52.68	41.4	11,100	792	14.5	3.88	641	91
350×175	350×175	7	11	14	63.14	49.6	13,600	984	14.7	3.95	775	112
340×250	354×176	8	13	14	73.68	57.8	16,100	1,180	14.8	4.01	909	134
	336×249	8	12	20	88.15	69.2	18,500	3,090	14.5	5.92	1,100	248
350×350	340×250	9	14	20	101.5	79.7	21,700	3,650	14.6	6	1,280	292
	344×348	10	16	202	146	115	33,300	11,200	15.1	8.78	1,940	646
	344×354	16	16	0	166.6	131	35,300	11,800	14.6	8.43	2,050	669
400×200	350×350	12	19	20	173.9	137	40,300	13,600	15.2	8.84	2,300	776
	350×357	19	19	20	191.4	156	42,800	14,400	14.7	8.53	2,450	809
	396×199	7	11	16	72.16	56.6	20,000	1450	16.7	4.48	1010	145
400×200	400×200	8	13	16	84.12	66	23700	1740	16.8	4.54	1190	174
	404×201	9	15	16	96.16	75.5	27500	2030	16.9	4.6	1360	202

H-BEAM (Wide Flange Shapes)



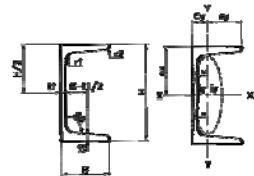
공칭 치수 mm	표준단면치수 mm				단면적 cm ²	단위무게 kg/m	단면2차모멘트 cm ⁴		단면2차반경 cm		단면계수 cm ³	
	H x B	t1	t2	r	A	W	Ix	Iy	ix	iy	Zx	Zy
400×300	386×299	9	14	22	120.1	94.3	33700	6240	16.7	7.81	1740	418
	390×300	10	16	22	136	107	38700	7210	16.9	7.28	1980	481
	388×402	15	15	22	178.5	140	49000	16300	16.6	9.54	2520	809
400×400	394×398	11	18	22	186.8	147	56100	18900	17.3	10.1	2850	951
	394×405	18	18	22	214.4	168	59700	20000	16.7	9.65	3030	985
	400×400	13	21	22	218.7	172	66600	22400	17.5	10.1	3330	1120
	400×408	21	21	22	250.7	197	70900	23800	16.8	9.75	3540	1170
	* 406×403	16	24	22	254.9	200	78000	26200	17.5	10.1	3840	1300
	* 414×405	18	28	22	295.4	232	92800	31000	17.7	10.2	4480	1530
	* 428×407	20	35	22	360.7	283	119000	39400	18.2	10.4	5570	1930
	* 458×417	30	50	22	528.6	415	187000	60500	18.8	10.7	8170	2900
	* 498×432	45	70	22	770.1	605	298000	94000	19.7	11.1	13000	4370
	446×199	8	12	18	84.3	66.2	28700	1580	18.5	4.33	1290	159
450×200	450×200	9	14	18	96.76	76	33500	1870	18.6	4.4	1490	187
450×300	434×299	10	15	24	135	106	46800	6690	18.6	7.04	2160	448
	440×300	11	18	24	157.4	124	56100	8110	18.9	7.18	2550	541
500×200	496×199	9	14	20	101.3	79.5	41900	1840	20.3	4.27	1690	185
	500×200	10	16	20	114.2	89.6	47800	2140	20.5	4.33	1910	214
500×300	506×201	11	19	20	131.3	103	56500	2580	20.7	4.43	2230	254
	482×300	11	15	26	145.5	114	60400	6760	20.4	6.82	2500	451
600×200	488×300	11	18	26	163.5	128	71000	8110	20.8	7.04	2910	541
	596×199	10	15	22	120.5	94.6	68700	1980	23.9	4.05	2310	199
	600×200	11	17	22	134.4	106	77600	2280	24	4.12	2590	228
	606×201	12	20	22	152.5	120	90400	2720	24.3	4.22	2980	271
	612×202	13	23	22	170.7	134	103000	3180	24.6	4.31	3380	314
600×300	582×300	12	17	28	174.5	137	103000	7670	24.3	6.63	3530	511
	588×300	12	20	28	192.5	151	118000	9020	24.8	6.85	4020	601
	594×302	14	23	28	222.4	175	137000	10600	24.9	6.9	4620	701
	692×300	13	20	28	211.5	166	172000	9020	28.6	6.53	4980	602
700×300	700×300	13	24	28	235.5	185	201000	10800	29.3	6.78	5760	722
	708×302	15	28	28	273.6	215	237000	12900	29.4	6.86	6700	853
	792×300	14	22	28	243.4	191	254000	9930	32.3	6.39	6410	662
800×300	800×300	14	26	28	267.4	210	292000	11700	33	6.62	7290	782
	808×302	16	30	28	307.6	241	339000	13800	33.2	6.7	8400	915
	* 890×299	15	23	18	266.8	210	339000	10300	35.6	6.2	7610	687
900×300	* 900×300	16	28	18	305.8	240	404000	12600	36.4	6.43	8990	842
	* 912×302	18	34	18	360.1	283	491000	15700	36.9	6.56	10800	1040
	* 918×303	19	37	18	387.4	304	535000	17200	37.2	6.67	11700	1140

2.6.2 I 형강 (I-Beams)



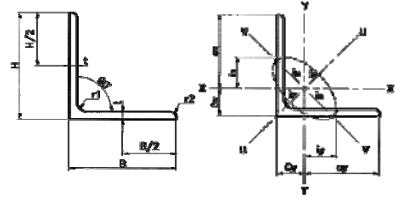
표준단면치수 mm					단면적 cm ²	단위무게 kg/m	중심위치 cm		단면2차모멘트 cm ⁴		단면2차반경 cm		단면계수 cm ³	
H×B	t1	t2	r1	r2	A	W	Cx	Cy	Ix	Iy	ix	iy	Zx	Zy
100×75	5	8	7	3.5	16.43	12.9	0	0	281	47.3	4.14	1.70	56.2	12.6
125×75	5.5	9.5	9	4.5	20.45	16.1	0	0	538	57.5	5.13	1.68	86	15.3
150×75	5.5	9.5	9	4.5	21.83	17.1	0	0	819	57.5	6.12	1.62	109	15.3
150×125	8.5	14	13	6.5	46.15	36.2	0	0	1760	385	6.18	2.89	235	61.6
180×100	6	10	10	5	30.06	23.6	0	0	1670	138	7.45	2.14	186	27.5
200×100	7	10	10	5	33.06	26	0	0	2170	138	8.11	2.05	217	27.7
200×150	9	16	15	7.5	64.16	50.4	0	0	4460	753	8.34	3.43	446	10.0
250×125	7.5	12.5	12	6	48.79	38.3	0	0	5180	337	10.3	2.63	414	53.9
250×125	10	19	21	10.5	70.73	55.5	0	0	7310	538	10.2	2.76	585	86.0
300×150	8	13	12	6	61.58	48.3	0	0	9480	588	12.4	3.09	632	78.4
300×150	10	18.5	19	9.5	83.47	65.5	0	0	12700	886	12.3	3.26	849	118
300×150	11.5	22	23	11.5	97.88	76.8	0	0	14700	1080	12.2	3.32	978	149
350×150	9	15	13	6.5	74.58	58.5	0	0	15200	702	14.3	3.17	870	93.5
350×150	12	24	25	12.5	111.1	87.2	0	0	22400	1180	14.2	3.26	1280	158
400×150	10	18	17	8.5	91.73	72	0	0	24100	864	16.2	3.07	1200	115
400×150	12.5	25	27	13.5	122.1	95.8	0	0	31700	1240	16.1	3.18	1580	165
450×175	11	20	19	9.5	116.8	91.7	0	0	39200	1510	18.3	3.6	1740	173
400×175	13	26	27	13.5	146.1	115	0	0	48800	2020	18.3	3.72	2170	231
600×190	13	25	25	12.5	169.4	133	0	0	98400	2460	24.1	3.81	3280	259
600×190	16	35	38	19	224.5	176	0	0	130000	3540	24.1	3.97	4330	373

2.6.3 C형강(Channels)



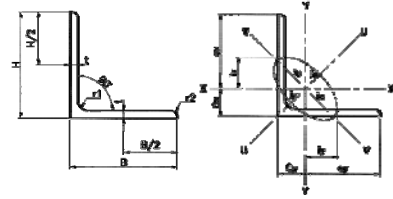
표준단면치수 mm					단면적 cm ²	단위무게 kg/m	중심위치 cm		단면2차모멘트 cm ⁴		단면2차반경 cm		단면계수 cm ³	
H×B	t1	t2	r1	r2	A	W	Cx	Cy	Ix	Iy	ix	iy	Zx	Zy
75×40	5	7	8	4	8.818	6.92	0	1.28	75.3	12.2	2.92	1.17	20.1	4.47
100×50	5	7.5	8	4	11.92	9.36	0	1.54	188	26	3.97	1.48	37.6	7.52
125×65	6	8	8	4	17.11	13.4	0	1.9	424	61.8	4.98	1.9	67.8	13.4
150×75	6.5	10	10	5	23.71	18.6	0	2.28	861	117	6.03	2.22	115	22.4
200×80	7.5	11	12	6	31.33	24.6	0	2.21	1.95	168	7.88	2.32	195	29.1
200×90	8	13.5	14	7	38.65	30.3	0	2.74	2.49	277	8.02	2.68	249	44.2
250×90	9	13	14	7	44.07	34.6	0	2.4	4.18	294	9.74	2.58	334	44.5
300×90	9	13	14	7	48.57	38.1	0	2.22	6.44	309	11.5	2.52	429	45.7
380×100	10.5	16	18	9	69.69	54.5	0	2.41	14.5	535	14.5	2.78	763	70.5
380×100	13	20	24	12	85.71	67.3	0	2.54	17.6	655	14.3	2.76	926	87.8

2.6.4 등변 ㄱ형강(Equal Angles)



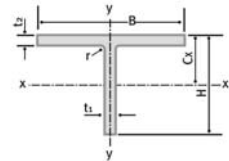
공칭 치수 mm	표준단면치수 mm				단면적 cm ²	단위 질량 kg/m	중심 위치 cm	단면2차모멘트 cm ⁴			단면2차반경 cm			단면 계수 cm ³
	HxB	t	r1	r2				lx=ly	max.lu	min.lv	ix=iy	max.iu	min.iv	
25×25	25×25	3	4	2	1.427	1.12	0.719	0.797	1.26	0.332	0.747	0.94	0.483	0.448
30×30	30×30	3	4	2	1.727	1.36	0.844	1.42	2.26	0.59	0.908	1.14	0.585	0.661
40×40	40×40	5	4.5	3	3.755	2.95	1.17	5.42	8.59	2.25	1.2	1.51	0.774	1.91
45×45	45×45	4	6.5	3	3.492	2.74	1.24	6.5	10.3	2.69	1.36	1.72	0.88	2.00
	45×45	5	6.5	3	4.302	3.38	1.28	7.91	12.5	3.29	1.36	1.71	0.874	2.46
50×50	50×50	4	6.5	3	3.892	3.06	1.37	9.06	14.4	3.76	1.53	1.92	0.983	2.49
	50×50	5	6.5	3	4.082	3.77	1.41	11.1	17.5	4.58	1.52	1.91	0.976	3.08
60×60	50×50	6	6.5	4.5	5.644	4.43	1.44	12.6	20.0	5.23	1.5	1.88	0.963	3.55
	60×60	4	6.5	3	4.692	3.68	1.61	16.0	25.4	6.62	1.85	2.33	1.19	3.66
60×60	60×60	5	6.5	3	5.802	4.55	1.66	19.6	31.2	8.09	1.84	2.32	1.18	4.52
	60×60	6	6.5	4.5	6.844	5.37	1.69	22.6	35.9	9.3	1.82	2.29	1.17	5.24
65×65	65×65	5	8.5	3	6.367	5.00	1.77	25.3	40.1	10.5	1.99	2.51	1.28	5.36
	65×65	6	8.5	4	7.527	5.91	1.81	29.4	46.6	12.2	1.98	2.49	1.27	6.26
	65×65	8	8.5	6	9.761	7.66	1.88	36.8	58.3	15.3	1.94	2.44	1.25	7.96
70×70	70×70	6	8.5	4	8.127	6.38	1.93	37.1	58.9	15.3	2.14	2.69	1.37	7.33
	75×75	6	8.5	4	8.727	6.85	2.06	46.1	73.2	19	2.3	2.9	1.48	8.47
75×75	75×75	9	8.5	6	12.69	9.96	2.17	64.4	102	26.7	2.25	2.84	1.45	12.1
	75×75	12	8.5	6	16.56	13.00	2.29	81.9	129	34.5	2.22	2.79	1.44	15.7
80×80	80×80	6	8.5	4	9.327	7.32	2.18	56.4	89.6	23.2	2.46	3.1	1.58	9.7
	80×80	7	8.5	4	10.797	8.48	2.23	64.2	102.4	26.8	2.44	3.08	1.58	11.12
90×90	90×90	6	10	5	10.55	8.28	2.42	80.7	128	33.4	2.77	3.48	1.78	12.3
	90×90	7	10	5	12.22	9.59	2.46	93	148	38.3	2.76	3.48	1.77	14.2
	90×90	8	10	7	13.764	10.8	2.5	104	165	42.8	2.74	3.46	1.76	16.00
	90×90	9	10	7	15.394	12.08	2.54	114	182	47.3	2.72	3.44	1.75	17.65
	90×90	10	10	7	17.00	13.3	2.57	125	199	51.7	2.71	3.42	1.74	19.50
	90×90	13	10	7	21.71	17	2.69	156	248	65.3	2.68	3.38	1.73	24.80
100×100	100×100	7	10	5	13.62	10.7	2.71	129	205	53.2	3.08	3.88	1.98	17.70
	100×100	8	10	8	15.36	12.06	2.75	144	229	59.4	3.06	3.86	1.97	19.86
	100×100	10	10	7	19.00	14.9	2.82	175	278	72	3.04	3.83	1.95	24.40
	100×100	13	10	7	24.31	19.1	2.94	220	348	91.1	3.00	3.78	1.94	31.10
120×120	120×120	8	12	5	18.76	14.7	3.24	258	410	106	3.71	4.67	2.38	29.50
	130×130	9	12	6	22.74	17.9	3.53	366	583	150	4.01	5.06	2.57	38.70
130×130	130×130	10	12	6	25.16	19.75	3.57	403	641	165	4.00	5.05	2.56	42.80
	130×130	12	12	8.5	29.76	23.4	3.64	467	743	192	3.96	5.00	2.54	49.90
	130×130	15	12	8.5	36.75	28.8	3.76	568	902	234	3.93	4.95	2.53	61.50
150×150	150×150	10	14	7	29.21	22.9	4.06	627	997	258	4.63	5.84	2.97	57.30
	150×150	12	14	7	34.77	27.3	4.14	740	1.18	304	4.61	5.82	2.96	68.00
	150×150	15	14	10	42.74	33.6	4.24	888	1.14	365	4.56	5.75	2.92	82.60
	150×150	19	14	10	53.38	41.9	4.4	1.09	1.73	451	4.52	5.69	2.91	103
175×175	175×175	12	15	11	40.52	31.8	4.73	1.17	1.86	480	5.38	6.78	3.44	91.80
	175×175	15	15	11	50.21	39.4	4.85	1.44	2.29	589	5.35	6.75	3.42	114

등변 ㄱ형강(Equal Angles)



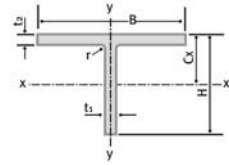
공칭 치수 mm	표준단면치수 mm				단면적 cm ² A	단위 질량 kg/m W	중심 위치 cm Cx=Cy	단면2차모멘트 cm ⁴			단면2차반경 cm			단면 계수 cm ³ Zx=Zy
	HxB	t	r1	r2				Ix=Iy	max.Iu	min.Iv	ix=iy	max.iu	min.iv	
200×200	200×200	15	17	12	57.75	45.3	5.46	2.18	3.47	891	6.14	7.75	3.93	150
	200×200	20	17	12	76	59.7	5.67	2.82	4.49	1.16	6.09	7.68	3.9	197
	200×200	25	17	12	93.75	73.6	5.86	3.42	5.42	1.41	6.04	7.61	3.88	242
250×250	250×250	25	24	12	119.4	93.7	7.1	6.95	11.1	2.86	7.63	9.62	4.9	388
	250×250	35	24	18	162.6	128	7.45	9.11	14.4	3.79	7.49	9.42	4.83	519

2.6.5 CT 형강(Structural Tees)



공칭치수 mm	표준단면치수 mm					단면적 cm ² A	단위무게 kg/m W	단면2차모멘트 cm ⁴		단면2차반경 cm		단면계수 cm ³		중심위치 cm CX
	H x B	t1	t2	r				Ix	Iy	ix	iy	Zx	Zy	
50x100	50x100	6	8	10		10.95	8.6	16.1	66.9	1.21	2.47	4.03	13.4	1
62.5x125	62.5x125	6.5	9	10		15.16	11.9	35	147	1.52	3.11	6.91	23.5	1.19
75x75	75x75	5	7	8		8.925	7.01	42.6	24.7	2.18	1.66	7.46	6.59	1.79
75x100	75x100	6	9	11		13.42	10.5	51.7	75.3	1.96	2.37	8.84	15.1	1.55
75x150	75x150	7	10	11		20.07	15.8	66.4	282	1.82	3.75	10.8	37.6	1.37
100x100	100x100	5.5	8	11		13.58	10.7	114	67	2.9	2.22	14.8	13.4	2.29
100x150	97x150	6	9	13		19.51	15.3	125	254	2.53	3.61	15.8	33.8	1.79
100x200	100x200	8	12	13		31.77	24.9	184	801	2.41	5.02	22.3	80.1	1.73
	100x204	12	12	13		35.77	28.1	256	851	2.67	4.88	32.4	83.4	2.09
	104x202	10	16	13		41.85	32.8	251	1,100	2.45	5.13	29.5	109	1.91
125x125	124x124	5	8	12		16.34	12.8	208	127	3.57	2.79	21.3	20.5	2.63
	125x125	6	9	12		18.83	12.8	248	147	3.63	2.79	25.6	23.5	2.78
125x175	122x175	7	11	16		28.12	22.1	289	492	3.2	4.18	29.1	56.3	2.27
	122x252	11	11	16		41.03	32.2	445	1,470	3.29	5.98	45.3	117	2.39
	124x249	8	13	16		42.35	33.2	364	1,670	2.93	6.29	34.9	134	1.98
120x150	125x250	9	14	16		46.06	36.2	412	1,820	2.99	6.29	39.5	146	2.08
	125x255	14	14	16		52.34	41.1	589	1,940	3.36	6.09	59.4	152	2.58
	149x149	5.5	8	13		20.4	16	393	221	4.39	3.29	33.8	29.7	3.26
150x150	150x150	6.5	9	13		23.39	18.4	464	254	4.45	3.29	40	33.8	3.41
	147x200	8	12	18		36.19	28.4	572	802	3.97	4.71	48.2	80.2	2.83
150x200	149x201	9	14	18		41.68	32.7	662	949	3.99	4.71	55.2	94.4	2.91

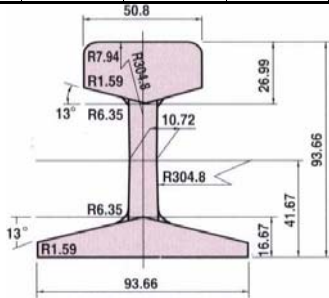
CT 형강(Structural Tees)



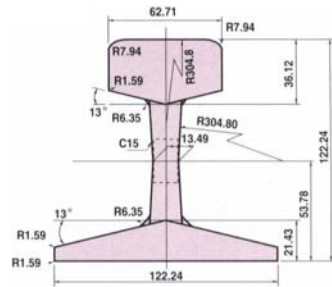
공칭치수 mm	표준단면치수 mm				단면적 cm ²	단위무게 kg/m	단면2차모멘트 cm ⁴		단면2차반경 cm		단면계수 cm ³		중심위치 cm
	H x B	t1	t2	r	A	W	Ix	Iy	ix	iy	Zx	Zy	CX
150x300	147x302	12	12	18	53.83	42.3	858	2,760	3.99	7.16	72.3	183	2.84
	149x299	9	14	18	55.4	43.5	715	3,120	3.59	7.51	57	209	2.36
	150x300	10	15	18	59.89	47	798	3,380	3.65	7.51	63.7	225	2.47
	150x305	15	15	18	67.39	52.9	1,110	3,550	4.05	7.26	92.5	233	3.03
	152x301	11	17	18	67.41	52.9	903	3,870	3.66	7.57	71.4	257	2.55
175x175	173x174	6	9	14	26.34	20.7	679	396	5.08	3.88	50	45.5	3.71
	175x175	7	11	14	31.57	24.8	815	492	5.08	3.95	59.3	56.2	3.75
175x250	168x249	8	12	20	44.08	34.6	881	1,540	4.47	5.92	64	124	3.02
	170x250	9	14	20	50.76	39.8	1,020	1,830	4.48	6	73.1	146	3.09
	172x348	10	16	20	73	57.3	1,230	5,620	4.11	8.78	84.7	323	2.67
175x350	172x354	16	16	20	83.32	65.4	1,800	5,920	4.65	8.43	131	335	3.4
	175x350	12	19	20	86.94	68.2	1,520	6,790	4.18	8.84	104	388	2.86
	175x357	19	19	20	99.19	77.9	2,200	7,220	4.71	8.53	158	404	3.59
	169x351	13	13	20	67.63	53.1	1,420	4,690	4.59	8.33	104	267	3.21
200x200	198x199	7	11	16	36.08	28.3	1,190	723	5.76	4.48	76.4	72.7	4.17
	200x200	8	13	16	42.06	33	1,400	868	5.76	4.54	88.6	86.8	4.23
200x300	193x299	9	14	22	60.05	47.1	1,530	3,120	5.04	7.21	95.5	209	3.33
	195x300	10	16	22	67.98	53.4	1,730	3,600	5.05	7.28	108	240	3.41
	194x402	15	15	22	89.23	70	2,480	8,130	5.27	9.54	158	404	3.7
200x400	197x398	11	18	22	93.41	73.3	2,050	9,460	4.68	10.1	123	475	3.01
	197x405	18	18	22	107.2	84.1	3,050	9,980	5.34	9.65	193	493	3.89
	200x400	13	21	22	109.3	85.8	2,480	11,200	4.76	10.1	147	560	3.21
	200x408	21	21	22	125.3	98.4	3,650	11,900	5.4	9.75	229	584	4.07
	203x403	16	24	22	127.4	100	3,090	13,100	4.92	10	184	650	3.51
	207x405	18	28	22	147.7	116	3,360	15,500	4.95	10.2	213	766	3.68
	214x407	20	35	22	180.3	142	4,380	19,700	4.93	10.4	250	967	3.9
	229x417	30	50	22	264.3	207	7,470	30,200	5.32	10.7	414	1,450	4.85
	249x432	45	70	22	385	302	13,200	47,100	5.87	11.1	706	2,180	6.13
225x200	223x199	8	12	18	42.15	33.1	1,880	790	6.67	4.33	109	79.4	5.1
	225x200	9	14	18	43.38	38	2,160	936	6.68	4.4	124	93.6	5.15
225x300	217x299	10	15	24	67.52	53	2,350	3,350	5.89	7.04	133	224	4.04
	220x300	11	18	24	78.69	61.8	2,680	4,060	5.84	7.68	149	270	4.05
	248x199	9	14	20	50.64	39.7	2,840	922	7.49	4.27	150	92.6	5.9
250x200	250x200	10	16	20	57.12	44.8	3,210	1,070	7.5	4.33	169	107	5.96
	253x201	11	19	20	65.65	51.5	3,670	1,290	7.48	4.33	190	128	5.95
	241x300	11	15	26	72.76	57.1	3,420	3,380	6.85	6.82	178	225	4.92
250x300	244x300	11	18	26	81.76	64.2	3,620	4,060	6.66	7.07	184	270	4.66
	298x199	10	15	22	60.23	47.3	5,190	989	9.29	4.05	236	99.4	7.79
	300x200	11	17	22	67.21	52.8	5,810	1,140	9.3	4.12	262	114	7.84
	303x201	12	20	22	76.24	59.8	6,570	1,360	9.28	4.22	292	135	7.79

2.6.6 철도레일(Railway Rails)

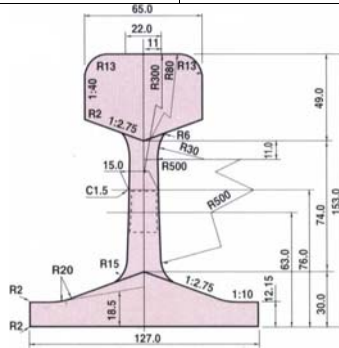
구분		단위무게	단면적	바닥/종입축 거리	단면2차모멘트	단면계수, cm ³	
		kg/m	cm ²	mm	cm ⁴	Head	Base
KS & JIS	22kg	22.3	28.39	41.67	339	65.2	81.35
	37kg	37.2	47.3	58.4	952	149	163
	50kgN	50.4	64.2	71.6	1,960	242	274
	60kg	60.8	77.5	77.8	3,090	320.2	398.7
	70S	69.5	88.5	62.22	2,120	254	340.8



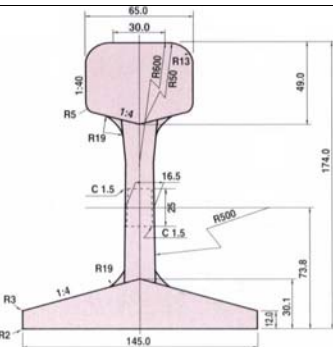
① 22kg



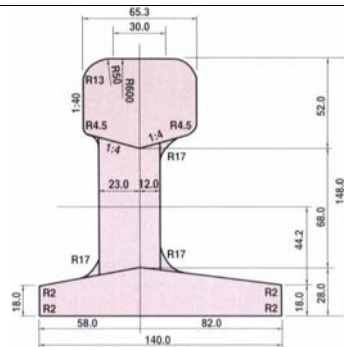
② 37kg



③ 50kgN



④ 60kg



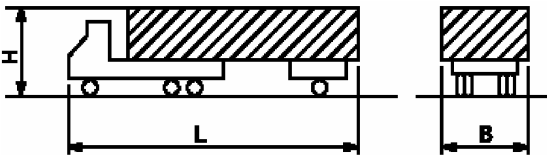
⑤ 70S

2.7 강교의 운반

2.7.1 도로관계법규와 차량 및 적재하중 크기와 중량관계

구분	도로운송차량의 보안기준	차량제한령			도로교통법
		일반적제한		특인가능한도 (일괄신청에서 허가되는한도)	
		고속자동차 국도이외	고속자동차 국도		
폭(B)	2.5m*	2.5m	2.5m	3.5m	차체폭
높이(H)	3.8m*	3.8m	3.8m	4.3m	3.8m
길이(L)	12m*	12m	12m	17m	자동차길이x1.1
총중량 (W)	20tonf	20tonf	20tonf	40tonf	적재물 중량이 제한 적재량 이하
축중	10tonf	10tonf	10tonf	10tonf	규정없음
윤하중	5tonf	5tonf	5tonf	5tonf	규정없음
최소회전 반경	12m	12m	12m	12m	규정없음

* 적재물을 포함하지 않는 차량만의 치수

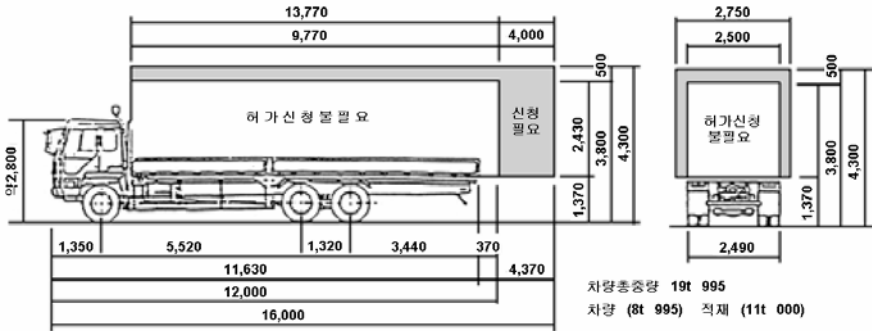


- 1) 차량제한의 일반적 제한은 무허가로 운행될 수 있는 한도에 있다.
- 2) 일반적 제한을 넘는 차량은 특수차량으로서 도로관리자의 통행허가신청을 해야한다. 위 표 중, 특인가능한도는 일괄신청에 대해서 허가되는 한도이다. 이 제한값은 통행하는 경로, 사용차종 등에 의해 완화 또는 강화된다.
- 3) 도로교통법이 규정을 어기는 경우는 공안위원회(색인), 경찰서장(적재)의 허가를 필요로한다.

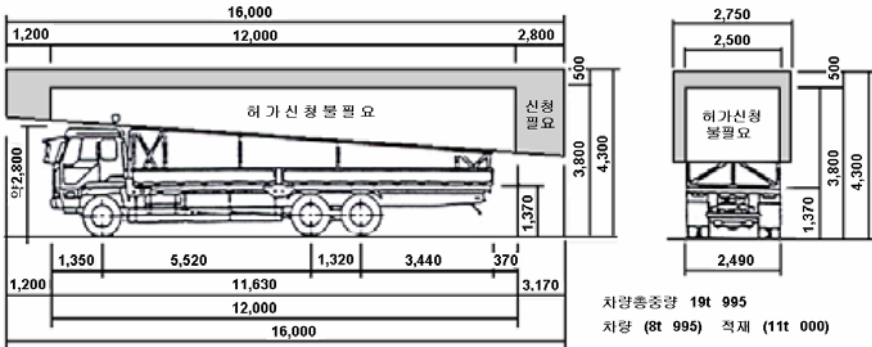
구분	길이	폭	높이
단차	16m	3.5m	4.3m
세미트레일러	17m		
플트레일러	19m		

2.7.2 적재도

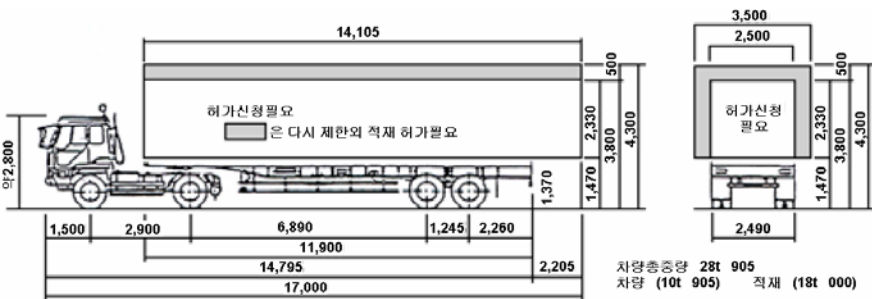
(1) 트럭 허가범위(11톤 적재 트럭)



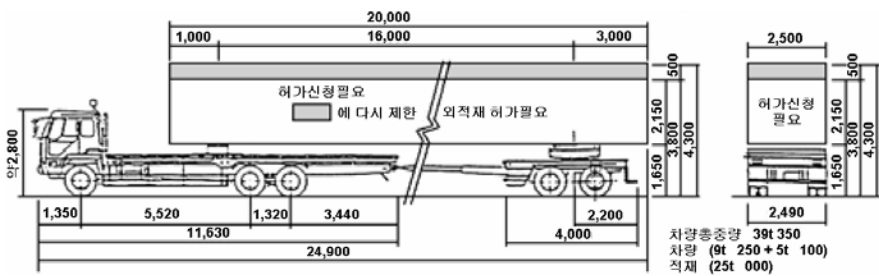
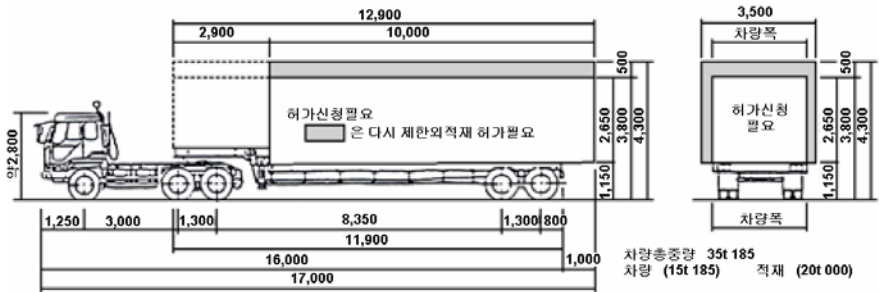
(2) 트럭 마적통행 허가범위(11톤 적재 트럭)



(3) 고상식 세미트레일러 허가범위(18톤 적재 고속트레일러)



(5) 트럭 폴 허가범위(25톤 적재 폴트레일러)



MEMO

제 3 장 철근 콘크리트 공사

3.1 콘크리트의 최저 설계기준강도

3.2 철근 제원

3.3 철근피복두께

3.4 표준갈고리, 구부리기

3.5 철근의 간격 및 배치

3.6 정착길이 및 겹이음길이, 커플러

3.7 허용균열폭, 보수방법

3.8 배력철근(수평철근) 배근

3.9 슬래브 사각부 철근배치

3.10 라멘 절점부 철근 배치

3.11 심부구속철근 배치 및 상세

3.12 캐미컬 앵커 시공

3.13 시공이음(Cold Joint)상세, 균열유발줄눈 상세

3.14 PS 강선 및 PS 강연선

3.1 콘크리트의 최저 설계기준강도

설계기준강도 (kgf/cm ²)	골재최대치수 (mm)	적 용 구 조 물
450	13	P.S.M (Precast Segmental Method)
	19	F.C.M (Free Cantilevered Method)
400	19	P.S.C(Box, Beam, Slab), I.P.C, PF 거더 하부 플랜지 교량신축이음장치
270	25	거더교 상부 Slab (Steel Box, Steel Plate, PF, P.S.C Beam, I.P.C 거더), 라멘교(Slab,측벽,기초,날개벽) Preflex(복부, 가로보), 중공 Slab, RC Slab 교 콘크리트포장 접속,완충 슬래브 현장제작 철근콘크리트관
240	19	난간방호울타리
	25	터널라이닝 콘크리트 및 입출구, 콘크리트포장 교량하부구조(교대,날개벽,교각, 우물통기초)
	32	암거(구체, 날개벽), 철근콘크리트용, 배수로 개거 방음벽기초, 표지판 기초, 절대방호울타리 슬래브하부에 설치되는 절성경계 보강슬래브 중분대구체(토공,교량), 아스콘포장용 접속슬래브,
240 (호칭강도 300)	25	수중콘크리트(현장타설말뚝)
210	19	L 형 측구, 콘크리트 다이크
	25	절성토부 도수로, 도수로 집수거, V 형 측구, L 형 측구
		U 형 측구 및 두경, 중분대 및 길어깨 집수정
210	40	중력식 옹벽, Mass 콘크리트, 수로암거 배수관 접속저판 콘크리트, 배수관 기초 Surrounding 콘크리트 및 날개벽, U 형 측구
180	40	레벨링 콘크리트, 우물통 속채움 콘크리트(유수부 세굴 우려 부위 및 폐기물상에 위치한 교각에 적용)
$f_{bk}=45$	32	시멘트 콘크리트 포장슬래브 (본선, 연결로, 부체도로) 중분대기초 통로암거접속저판 포장면 노출시공 절성경계 보강 슬래브
$f_{bk}=50$	40	시멘트 콘크리트 중간층(Lean)
$f_{bk}=45$	13	터널 습식 강성유 콘크리트

3.2 철근 제원

(1) 이형철근

호칭명	단위 무게 kg/m	호칭치수			마디 및 리브의 치수			
		직경	단면적	둘레	마디의 평균 간격 최대치 cm	마디 높이의 평균 최소치 mm	마디 높이의 최대치 mm	마디틈의 합계의 최대치 mm
D10	0.560	9.53	0.7133	3.0	6.7	0.4	0.8	7.5
D13	0.995	12.7	1.267	4.0	8.9	0.5	1.0	10.0
D16	1.56	15.9	1.956	5.0	11.1	0.7	1.4	12.5
D19	2.25	19.1	2.865	6.0	13.4	1.0	2.0	15.0
D22	3.04	22.2	3.871	7.0	15.5	1.1	2.2	17.5
D25	3.98	25.4	5.067	8.0	17.8	1.3	2.6	20.0
D29	5.04	28.6	6.424	9.0	20.0	1.4	2.8	22.5
D32	6.23	31.8	7.942	10.0	22.3	1.6	3.2	25.0
D35	7.51	34.9	9.566	11.0	24.4	1.7	3.4	27.5
D38	8.95	38.1	11.40	12.0	26.7	1.9	3.8	30.0
D41	10.5	41.3	13.40	13.0	28.9	2.1	4.2	32.5
D51	15.9	50.8	20.27	16.0	35.6	2.5	5.0	40.0

(2) 배근간격에 따른 철근량 (cm^2)

직경	단면적 cm^2	배 근 간 격 (mm)								
		100	125	150	200	250	300	400	500	1000
D10	0.7133	7.133	5.706	4.755	3.567	2.853	2.378	1.783	1.427	0.713
D13	1.267	12.670	10.136	8.447	6.335	5.068	4.223	3.168	2.534	1.267
D16	1.956	19.560	15.648	13.040	9.780	7.824	6.520	4.890	3.912	1.956
D19	2.865	28.650	22.920	19.100	14.325	11.460	9.550	7.163	5.730	2.865
D22	3.871	38.710	30.968	25.807	19.355	15.484	12.903	9.678	7.742	3.871
D25	5.067	50.670	40.536	33.780	25.335	20.268	16.890	12.668	10.134	5.067
D29	6.424	64.240	51.392	42.827	32.120	25.696	21.413	16.060	12.848	6.424
D32	7.942	79.420	63.536	52.947	39.710	31.768	26.473	19.855	15.884	7.942
D35	9.566	95.660	76.528	63.773	47.830	38.264	31.887	23.915	19.132	9.566
D38	11.4	114.0	91.200	76.000	57.000	45.600	38.000	28.500	22.800	11.400
D41	13.4	134.0	107.20	89.333	67.000	53.600	44.667	33.500	26.800	13.400
D51	20.27	202.7	162.16	135.133	101.35	81.080	67.567	50.675	40.540	20.270

3.3 철근피복두께

구분			피복두께 시방규정(mm)	사용피복	비고		
슬래브(바닥판)	상부		50	60	주철근 Ø22이하		
				70	주철근 Ø25이상		
	하부		30	40	주철근 Ø25이하		
				50	주철근 Ø29이상		
교대 (교각)	구체		지중: 80	100	무늬거푸집도 동일		
	파라페트 날개벽	전면	30	50(70)	()는 무늬거푸집		
		배면	60	80	콘크리트 치기부터 구조물 수명까지 흠에 접해 있을 때 기준		
라멘	슬래브	상부	60(50)	80(70)	()는 지상노출시		
		하부	40	60			
	벽체		60	80			
	날개벽	전면	30	50(70)	()는 무늬거푸집		
		배면	60	80			
옹벽	구체	전면	30	50(70)	()는 무늬거푸집		
		배면	60	80			
암거	통로	전면(내측)	30	45(70)	()는 무늬거푸집		
		배면(외측)	60	80			
	수로	전면(내측)	30	95			
		배면(외측)	60	75			
기초(footing)			직접기초	80	100		
			말뚝 기초	상면,측면	80	100	
				하면	80	150(200)	파일근입(100mm) 고려 ()는 경사말뚝 사용시

- 주) 1. 슬래브의 마모층이 콘크리트일 경우 마모층 두께 40mm 별도 추가
2. 침식 또는 화학작용을 받는 경우에는 현지여건에 따라 아래의 방법 중 적절한 방법을 선택하여 철근거를 보호하여야 한다.
- ① 최소 피복두께의 증가(가급적 사용피복은 100mm 이상을 적용)
 - ② 에폭시 도막철근의 사용
 - ③ 특수 콘크리트의 덧씌움 등
3. 구조물 피복두께 증가(예: 난간, 날개벽)에 따른 교량표준폭원 변경시는 교량 중·평면도(일반도)에 주기(Note)로 명기
4. 피복두께 : 철근의 표면과 콘크리트 표면과의 최단거리
 사용피복 : 주철근 도심에서 콘크리트 표면과의 최단거리

3.4 표준갈고리, 구부리기

(1) 표준갈고리

주철근	스터럽 또는 띠철근

철근직경	주철근			스터럽, 띠철근		
	필요정착길이(mm)		내면반지름 (mm)	필요정착길이(mm)		내면반지름 (mm)
	180°	90°		90°	135°	
D10	—	—	29	57	57	19
D13	60	152	38	76	76	25
D16	64	191	48	95	95	32
D19	76	229	57	229	115	57
D22	89	266	67	266	133	67
D25	102	305	76	305	152	76
D29	114	343	114			
D32	127	382	127			
D35	140	419	140			
D38	152	457	191			
D41	165	496	207			
D51	203	610	254			

(2) 철근 가공

1. 책임기술자가 승인한 경우를 제외하고 모든 철근은 상온에서 구부려야 한다.
2. 콘크리트 속에 일부가 묻혀 있는 철근은 현장에서 구부리지 않도록 하여야 한다.
다만, 설계도면에 도시되어 있거나 책임기술자가 승인한 경우에는 콘크리트 속에 묻혀 있는 철근을 구부릴 수 있다.

3.5 철근의 간격 및 배치

3.5.1 철근의 간격

(1) 현장치기 보의 정철근 또는 부철근의 수평 순간격 최소값(mm)

굵은골재 최대 치수(mm) 철근직경	13	19	20	25	32	40
D13	40	40	40	40	48	60
D16	40	40	40	40	48	60
D19	40	40	40	40	48	60
D22	40	40	40	40	48	60
D25	40	40	40	40	48	60
D29	43	43	43	43	48	60
D32	48	48	48	48	48	60
D35	52	52	52	52	52	60

(2) 프리캐스트 부재에서 철근의 수평 순간격 최소값(mm)

굵은골재 최대 치수(mm) 철근직경	13	19	20	25	32	40
D13	25	25	27	33	43	53
D16	25	25	27	33	43	53
D19	25	25	27	33	43	53
D22	25	25	27	33	43	53
D25	25	25	27	33	43	53
D29	29	29	29	33	43	53
D32	32	32	32	33	43	53
D35	35	35	35	35	43	53

(3) 보의 정철근 또는 부철근을 2 단 이상으로 배치할 경우의 연직 순간격
[25mm 이상] 상하 철근을 동일 연직면내에 두어야 한다.

(4) 철근의 순간격에 대한 제한
접촉된 겹침이음과 인접철근 또는 연속철근 사이의 순거리에도 적용

(5) 철근간격을 철근지름으로 나타내는 경우
철근 다발의 지름은 등가단면적으로 환산된 1 개의 철근지름으로 본다.

3.5.2 주철근의 배치

- (1) 주철근은 D13 이상의 철근으로 한다.
- (2) 주철근은 2단 이하로 배치하는 것이 바람직하다.

3.5.3 스테럽 배치

프리텐션 방식에 의한 부재를 제외하고 복부에 배치되는 스테럽 및 굽힘철근은 D13 이상으로 한다.

3.5.4 띠철근 배치

띠철근은 D13 이상의 철근으로 하고, 그 간격은 [부재단면 최소치수 1/2, 축방향 철근지름의 12 배, 300mm] 중 가장 작은 값 이하가 되어야 한다.

보나 기타의 부재와 만나는 기둥부분은 충분한 띠철근을 배치하여야 한다.

3.5.5 개구부 주위의 철근

박스거더의 하부플랜지나 격벽 등의 개구부 주변에는 응력집중 등에 대하여 D13 이상, 주철근 직경 이상의 철근을 아래 그림과 같이 배치하여야 한다.

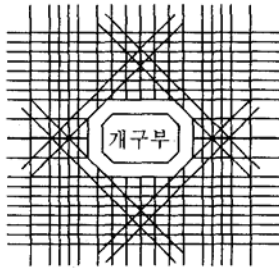


그림 3.1 개구부 주위의 철근배치

3.6 정착길이 및 겹이음길이, 커플러

3.6.1 철근의 정착

(1) 인장을 받는 이형철근의 정착길이

정착길이 l_d 는 기본정착길이 l_{db} 에 보정계수를 곱하여 계산된 값 또는 공식에 의해 계산된 값중 큰 값으로 하여야 하며, 이때 l_d 는 항상 300mm 이상 이어야 한다.

기본정착길이에 보정계수를 고려하여 산정

구분		내용	
기 본 정착길이	D35 이하의 철근	$l_{db} = \frac{0.6d_b f_y}{\sqrt{f_{ck}}}$	
보정계수	<div> <div>철근지름</div> <div>조건</div> </div>	D19 이하의 철근과 이형철선	D22 이상의 철근
	<div> <div>정착되거나 이어지는 철근 순간격이 d_b 이상이고 피복두께도 d_b 이상이면서 l_d 전구간에 설계기준에 규정된 최소철근량 이상의 스티럽 또는 띠철근을 배근한 경우 또는 정착되거나 이어지는 철근 순간격이 $2d_b$ 이상이고 피복두께가 d_b 이상인 경우</div> </div>	$0.8 \alpha \cdot \beta \cdot \lambda$	$\alpha \cdot \beta \cdot \lambda$
	기타	$1.2 \alpha \cdot \beta \cdot \lambda$	$1.5 \alpha \cdot \beta \cdot \lambda$
	① α = 철근배근 위치계수 (가) 상부철근(정착길이 또는 이음부 아래 300mm 넘게 굳지 않은 콘크리트 타설된 수평철근) : 1.3 (나) 기타 철근 : 1.0 ② β = 에폭시 도막 계수 (가) 피복두께가 $3d_b$ 미만 또는 순간격이 $6d_b$ 미만인 에폭시 도막철근 또는 철선 : 1.5 (나) 기타 에폭시 도막철근 또는 철선 : 1.2 (다) 도막되지 않은 철근 : 1.0 ③ λ = 경량 콘크리트 계수 (가) f_{sp} 가 주어지지 않는 경량 콘크리트 : 1.3 (나) f_{sp} 가 주어진 경량 콘크리트 : $(\sqrt{f_{ck}} / 1.76f_{sp} \geq 1.0)$ (다) 일반 콘크리트 : 1.0 ④ 에폭시 도막철근이 상부철근인 경우에는 상부철근의 보정계수 $\alpha \cdot \beta$ 를 1.7보다 크게 취할 필요는 없다.		

공식에 의한 정착길이 산정

구분	내용
정착길이	$l_d = \frac{0.90d_b f_y}{\sqrt{f_{ck}}} \left(\frac{\alpha \beta \gamma \lambda}{\left(\frac{c + K_{tr}}{d_b} \right)} \right) \geq 300\text{mm}$ <p>여기서 $\left(\frac{c + K_{tr}}{d_b} \right)$ 은 2.5 이하</p>
보정계수	<p>① γ = 철근 또는 철선의 크기계수 (가) D19이하의 철근과 이형철선 : 0.8 (나) D22 이상의 철근 : 1.0 ② c = 철근간격 또는 피복두께에 관련된 치수 c는 철근 또는 철선의 중심으로부터 콘크리트 표면까지의 거리로 나타난 피복두께 또는 철근 또는 철선의 중심간 거리 1/2중 작은 값을 사용하여 mm단위로 나타낸다. K_{tr} = 횡방향 철근 지수 $= \frac{A_{tr} f_{yt}}{10.7s_n}$ 횡방향 철근이 배근되어 있더라도 설계를 간편하게 하기 위해 $K_{tr} = 0$ 으로 사용할 수 있다.</p>

(2) 압축을 받는 이형철근의 정착길이

기본정착길이에 적용가능한 모든 보정계수를 곱하여 구해야 하며, 이때 l_d 는 항상 200mm 이상이어야 한다.

구분	내용				
기본정착길이	$l_{db} = \frac{0.25d_b f_y}{\sqrt{f_{ck}}}$ <p>단, $0.04d_b \cdot f_y$ 이상이어야 함</p>				
보정계수	<table> <tr> <td>해석결과에 따라 소요되는 철근량 이상을 배근한 경우</td><td>$\frac{\text{소요}A_s}{\text{사용}A_s}$</td></tr> <tr> <td>지름이 6mm이상인 나선철근으로 중심간격 100mm이하로 둘러싸인 압축 이형철근인 경우</td><td>0.75</td></tr> </table>	해석결과에 따라 소요되는 철근량 이상을 배근한 경우	$\frac{\text{소요}A_s}{\text{사용}A_s}$	지름이 6mm이상인 나선철근으로 중심간격 100mm이하로 둘러싸인 압축 이형철근인 경우	0.75
해석결과에 따라 소요되는 철근량 이상을 배근한 경우	$\frac{\text{소요}A_s}{\text{사용}A_s}$				
지름이 6mm이상인 나선철근으로 중심간격 100mm이하로 둘러싸인 압축 이형철근인 경우	0.75				

철근호칭	f_y (MPa)	f_{ck} (MPa)	압축철근 (정착)		인장철근 (정착)							
					피복두께40mm 철근간격100mm		피복두께50mm 철근간격100mm		피복두께60mm 철근간격100mm		피복두께60mm 철근간격125m m	
			L_d	나선철근 $L_d=0.75L_d$	L_d	상부철근 $L_d=1.3L_d$	L_d	상부철근 $L_d=1.3L_d$	L_d	상부철근 $L_d=1.3L_d$	L_d	상부철근 $L_d=1.3L_d$
H13	400	27	250	200	300	370	300	370	300	370	300	370
H16			310	240	360	460	360	460	360	460	360	460
H19			380	280	510	660	430	560	430	560	430	560
H22			440	330	860	1120	690	890	690	890	620	810
H25			500	380	1120	1460	900	1170	900	1170	750	970
H29			560	420	1420	1850	1140	1480	1140	1480	950	1230
H32			620	470	1760	2290	1410	1830	1410	1830	1170	1530

철근호칭	f_y (MPa)	f_{ck} (MPa)	압축철근 (정착)		인장철근 (정착)							
			압축철근 (정착)		피복두께70mm 철근간격100mm		피복두께70mm 철근간격125mm		피복두께70mm 철근간격150mm		피복두께80mm 철근간격100mm	
			L_d	나선철근 $L_d=0.75L_d$	L_d	상부철근 $L_d=1.3L_d$	L_d	상부철근 $L_d=1.3L_d$	L_d	상부철근 $L_d=1.3L_d$	L_d	상부철근 $L_d=1.3L_d$
H13	400	27	250	200	300	370	300	370	300	370	300	370
H16			310	240	360	460	360	460	360	460	360	460
H19			380	280	440	560	430	560	430	560	430	560
H22			440	330	690	890	620	810	620	810	690	890
H25			500	380	900	1170	720	940	710	920	900	1170
H29			560	420	1140	1480	910	1190	820	1060	1140	1480
H32			620	470	1410	1830	1130	1460	1010	1310	1410	1830

철근호칭	f_y (MPa)	f_{ck} (MPa)	압축철근 (정착)		인장철근 (정착)					
			압축철근 (정착)		피복두께:80mm 철근간격:125mm		피복두께:80mm 철근간격:150mm		피복두께:80mm 철근간격:200mm	
			L_d	나선철근 $L_d=0.75L_d$	L_d	상부철근 $L_d=1.3L_d$	L_d	상부철근 $L_d=1.3L_d$	L_d	상부철근 $L_d=1.3L_d$
H13	400	27	250	200	300	370	300	370	300	370
H16			310	240	360	460	360	460	360	460
H19			380	280	430	560	430	560	430	560
H22			440	330	620	810	620	810	620	810
H25			500	380	720	940	710	920	710	920
H29			560	420	910	1190	800	1040	800	1040
H32			620	470	1130	1460	940	1220	890	1150

철근호칭	f_y (MPa)	f_{ck} (MPa)	압축철근 (정착)		인장철근 (정착)							
					피복두께45mm 철근간격100mm		피복두께50mm 철근간격100mm		피복두께75mm 철근간격100mm		피복두께75mm 철근간격125mm	
			L_d	나선철근 $L_d=0.75L_d$	L_d	상부철근 $L_d=1.3L_d$	L_d	상부철근 $L_d=1.3L_d$	L_d	상부철근 $L_d=1.3L_d$	L_d	상부철근 $L_d=1.3L_d$
D13	300	24	200	200	300	300	300	300	300	300	300	300
D16			250	200	300	370	300	370	300	370	300	370
D19			300	230	360	470	340	440	340	440	340	440
D22			350	260	610	790	550	710	550	710	500	640
D25			400	300	800	1030	720	930	720	930	570	750
D29			450	340	1010	1310	910	1180	910	1180	730	940
D32			500	370	1250	1620	1120	1460	1120	1460	900	1170

철근호칭	f_y (MPa)	f_{ck} (MPa)	압축철근 (정착)		인장철근 (정착)							
					피복두께75mm 철근간격150mm		피복두께80mm 철근간격100mm		피복두께80mm 철근간격125mm		피복두께80mm 철근간격150mm	
			L_d	나선철근 $L_d=0.75L_d$	L_d	상부철근 $L_d=1.3L_d$	L_d	상부철근 $L_d=1.3L_d$	L_d	상부철근 $L_d=1.3L_d$	L_d	상부철근 $L_d=1.3L_d$
D13	300	24	200	200	300	300	300	300	300	300	300	300
D16			250	200	300	370	300	370	300	370	300	370
D19			300	230	340	440	340	440	340	440	340	440
D22			350	260	500	640	550	710	500	640	500	640
D25			400	300	570	730	720	930	570	750	570	730
D29			450	340	640	830	910	1180	730	940	640	830
D32			500	370	750	970	1120	1460	900	1170	750	970

철근호칭	f_y (MPa)	f_{ck} (MPa)	인장철근 (정착)							
			압축철근 (정착)		피복두께:80mm 철근간격:200mm		피복두께:95mm 철근간격:100mm		피복두께:95mm 철근간격:125mm	
			L_d	나선철근 $L_d=0.75L_d$	L_d	상부철근 $L_d=1.3L_d$	L_d	상부철근 $L_d=1.3L_d$	L_d	상부철근 $L_d=1.3L_d$
D13	300	24	200	200	300	300	300	300	300	300
D16			250	200	300	370	300	370	300	370
D19			300	230	340	440	340	440	340	440
D22			350	260	500	640	550	710	500	640
D25			400	300	570	730	720	930	570	750
D29			450	340	640	830	910	1180	730	940
D32			500	370	710	920	1120	1460	900	1170

철근호칭	f_y (MPa)	f_{ck} (MPa)	압축철근 (정착)		인장철근 (정착)							
					피복두께95mm 철근간격150mm		피복두께95mm 철근간격200mm		피복두께100mm 철근간격100mm		피복두께100mm 철근간격125mm	
			L_d	나선철근 $L_d=0.75L_d$	L_d	상부철근 $L_d=1.3L_d$	L_d	상부철근 $L_d=1.3L_d$	L_d	상부철근 $L_d=1.3L_d$	L_d	상부철근 $L_d=1.3L_d$
D13	300	24	200	200	300	300	300	300	300	300	300	300
D16			250	200	300	370	300	370	300	370	300	370
D19			300	230	340	440	340	440	340	440	340	440
D22			350	260	500	640	500	640	550	710	500	640
D25			400	300	570	730	570	730	720	930	570	750
D29			450	340	640	830	640	830	910	1180	730	940
D32			500	370	750	970	710	920	1120	1460	900	1170

철근호칭	f_y (MPa)	f_{ck} (MPa)	압축철근 (정착)		인장철근 (정착)					
					피복두께:100mm 철근간격:150mm		피복두께:100mm 철근간격:200mm		피복두께:150mm 철근간격:100mm	
			L_d	나선철근 $L_d=0.75L_d$	L_d	상부철근 $L_d=1.3L_d$	L_d	상부철근 $L_d=1.3L_d$	L_d	상부철근 $L_d=1.3L_d$
D13	300	24	200	200	300	300	300	300	300	300
D16			250	200	300	370	300	370	300	370
D19			300	230	340	440	340	440	340	440
D22			350	260	500	640	500	640	550	710
D25			400	300	570	730	570	730	720	930
D29			450	340	640	830	640	830	910	1180
D32			500	370	750	970	710	920	1120	1460

철근호칭	f_y (MPa)	f_{ck} (MPa)	압축철근 (정착)		인장철근 (정착)					
					피복두께:150mm 철근간격:125mm		피복두께:150mm 철근간격:150mm		피복두께:150mm 철근간격:200mm	
			L_d	나선철근 $L_d=0.75L_d$	L_d	상부철근 $L_d=1.3L_d$	L_d	상부철근 $L_d=1.3L_d$	L_d	상부철근 $L_d=1.3L_d$
D13	300	24	200	200	300	300	300	300	300	300
D16			250	200	300	370	300	370	300	370
D19			300	230	340	440	340	440	340	440
D22			350	260	500	640	500	640	500	640
D25			400	300	570	750	570	730	570	730
D29			450	340	730	940	640	830	640	830
D32			500	370	900	1170	750	970	710	920

3.6.2 철근의 이음

철근은 설계도, 또는 시방서에서 요구하거나 허용한 경우 또는 책임기술자의 승인하에서만 이음을 할 수 있다.

철근 호칭	f _v (MPa)	f _{ck} (MPa)	압축철근 (이음)		인장철근 (이음)								
					피복두께:40mm 철근간격:100mm이상				피복두께:50mm 철근간격:100mm이상				
			일반	폐합		일반철근		상부철근		일반철근		상부철근	
				띠철근	나선철근								
			L _d	0.83L _d	0.75L _d	A급 (L _d)	B급 (1.3 L _d)	A급 (L _d)	B급 (1.3 L _d)	A급 (L _d)	B급 (1.3 L _d)	A급 (L _d)	B급 (1.3 L _d)
H13	400	27	360	300	300	300	370	370	480	300	370	370	480
H16			450	370	340	360	460	460	600	360	460	460	600
H19			540	450	410	510	660	660	860	430	560	560	720
H22			630	520	470	860	1120	1120	1450	690	890	890	1160
H25			720	600	540	1120	1460	1460	1900	900	1170	1170	1520
H29			810	670	610	1420	1850	1850	2400	1140	1480	1480	1920
H32			900	740	670	1760	2290	2290	2970	1410	1830	1830	2380

철근 호칭	f _y (MPa)	f _{ck} (MPa)	압축철근 (이음)			인장철근 (이음)							
						피복두께:60mm 철근간격:100mm				피복두께:60mm 철근간격:125mm이상			
			일반	폐합		일반철근		상부철근		일반철근		상부철근	
				띠철근	나선철근								
			L _d	0.83L _d	0.75L _d	A급 (L _d)	B급 (1.3 L _d)	A급 (L _d)	B급 (1.3 L _d)	A급 (L _d)	B급 (1.3 L _d)	A급 (L _d)	B급 (1.3L _d)
H13	400	27	360	300	300	300	370	370	480	300	370	370	480
H16			450	370	340	360	460	460	600	360	460	460	600
H19			540	450	410	430	560	560	720	430	560	560	720
H22			630	520	470	690	890	890	1160	620	810	810	1050
H25			720	600	540	900	1170	1170	1520	750	970	970	1270
H29			810	670	610	1140	1480	1480	1920	950	1230	1230	1600
H32			900	740	670	1410	1830	1830	2380	1170	1530	1530	1980

철근 호칭	f_y (MPa)	f_{ck} (MPa)	압축철근 (이음)			인장철근 (이음)							
						피복두께:70mm 철근간격:100mm				피복두께:70mm 철근간격:125mm			
			일반	폐합		일반철근		상부철근		일반철근		상부철근	
				띠철근	나선철근								
			L_d	$0.83L_d$	$0.75L_d$	A급 (L_d)	B급 ($1.3 L_d$)	A급 (L_d)	B급 ($1.3 L_d$)	A급 (L_d)	B급 ($1.3 L_d$)	A급 (L_d)	B급 ($1.3 L_d$)
H13	400	27	360	300	300	300	370	370	480	300	370	370	480
H16			450	370	340	360	460	460	600	360	460	460	600
H19			540	450	410	440	560	560	720	430	560	560	720
H22			630	520	470	690	890	890	1160	620	810	810	1050
H25			720	600	540	900	1140	1170	1520	720	940	940	1220
H29			810	670	610	1140	1480	1480	1920	910	1190	1190	1540
H32			900	740	670	1410	1830	1830	2380	1130	1460	1460	1900

철근 호칭	f_v (MPa)	f_{ck} (MPa)	압축철근 (이음)			인장철근 (이음)							
						피복두께:70mm 철근간격:150mm이상				피복두께:80mm 철근간격:100mm			
			일반	폐합		일반철근		상부철근		일반철근		상부철근	
				띠철근	나선철근								
			L_d	$0.83L_d$	$0.75L_d$	A급 (L_d)	B급 ($1.3 L_d$)	A급 (L_d)	B급 ($1.3 L_d$)	A급 (L_d)	B급 ($1.3 L_d$)	A급 (L_d)	B급 ($1.3 L_d$)
H13	400	27	360	300	300	300	370	370	480	300	370	370	480
H16			450	370	340	360	460	460	600	360	460	460	600
H19			540	450	410	430	560	560	720	430	560	560	720
H22			630	520	470	620	810	810	1050	690	890	890	1160
H25			720	600	540	710	920	920	1200	900	1170	1170	1520
H29			810	670	610	820	1060	1060	1380	1140	1480	1480	1920
H32			900	740	670	1010	1310	1310	1700	1410	1830	1830	2380

철근호칭	f_y (MPa)	f_{ck} (MPa)	압축철근 (이음)			인장철근 (이음)												
						피복두께:80mm 철근간격:125mm				피복두께:80mm 철근간격:150mm				피복두께:80mm 철근간격:200mm이상				
			일반	폐합		나선 띠철근	일반철근		상부철근		일반철근		상부철근		일반철근		상부철근	
L_d	$0.83L_d$	$0.75L_d$	A급 L_d	B급 $1.3L_d$	A급 L_d	B급 $1.3L_d$	A급 L_d	B급 $1.3L_d$	A급 L_d	B급 $1.3L_d$	A급 L_d	B급 $1.3L_d$	A급 L_d	B급 $1.3L_d$	A급 L_d	B급 $1.3L_d$		
H13	400	27	360	300	300	300	370	370	480	300	370	370	480	300	370	370	480	
H16			450	370	340	360	460	460	600	360	460	460	600	360	460	460	600	
H19			540	450	410	430	560	560	720	430	560	560	720	430	560	560	720	
H22			630	520	470	620	810	810	1050	620	810	810	1050	620	810	810	1050	
H25			720	600	540	720	940	940	1220	710	920	920	1200	710	920	920	1200	
H29			810	670	610	910	1190	1190	1540	800	1040	1040	1350	800	1040	1040	1350	
H32			900	740	670	1130	1460	1460	1900	940	1220	1220	1590	890	1150	1150	1500	

철근호칭	f_v (MPa)	f_{ck} (MPa)	압축철근 (이음)		인장철근 (이음)								
					피복두께:45mm 철근간격:100mm이상				피복두께:50mm 철근간격:100mm이상				
					일반	폐합		일반철근		상부철근		일반철근		상부철근
			띠철근	나선철근									
			L_d	0.83 L_d	0.75 L_d	A급(L_d)	B급 (1.3 L_d)	A급(L_d)	B급 (1.3 L_d)	A급(L_d)	B급 (1.3 L_d)	A급(L_d)	B급 (1.3 L_d)
D13	300	24	300	300	300	300	300	300	380	300	300	300	380
D16			340	300	300	300	370	370	480	300	370	370	480
D19			410	340	310	360	470	470	610	340	440	440	580
D22			470	390	350	610	790	790	1030	550	710	710	920
D25			540	450	410	800	1030	1030	1340	720	930	930	1210
D29			610	500	460	1010	1310	1310	1700	910	1180	1180	1530
D32			670	560	510	1250	1620	1620	2100	1120	1460	1460	1890

철근호칭	f_y (MPa)	f_{ck} (MPa)	압축철근 (이음)			인장철근 (이음)							
						피복두께:75mm 철근간격:100mm				피복두께:75mm 철근간격:125mm			
			일반	폐합		일반철근		상부철근		일반철근		상부철근	
				띠철근 나선철근									
			L_d	0.83 L_d	0.75 L_d	A급(L_d)	B급 (1.3 L_d)	A급(L_d)	B급 (1.3 L_d)	A급(L_d)	B급 (1.3 L_d)	A급(L_d)	B급 (1.3 L_d)
D13	300	24	300	300	300	300	300	300	380	300	300	300	380
D16			340	300	300	300	370	370	480	300	370	370	480
D19			410	340	310	340	440	440	580	340	440	440	580
D22			470	390	350	550	710	710	920	500	640	640	830
D25			540	450	410	720	930	930	1210	570	750	750	970
D29			610	500	460	910	1180	1180	1530	730	940	940	1230
D32			670	560	510	1120	1460	1460	1890	900	1170	1170	1510

철근호칭	f_y (MPa)	f_{ck} (MPa)	압축철근 (이음)		인장철근 (이음)								
					피복두께:75mm 철근간격:150mm이상				피복두께:80mm 철근간격:100mm				
			일반	폐합		일반철근		상부철근		일반철근		상부철근	
				띠철근 나선철근									
				L_d	$0.83L_d$	$0.75L_d$	$A_{\text{급}}(L_d)$	$B_{\text{급}}(1.3 L_d)$	$A_{\text{급}}(L_d)$	$B_{\text{급}}(1.3 L_d)$	$A_{\text{급}}(L_d)$	$B_{\text{급}}(1.3 L_d)$	$A_{\text{급}}(L_d)$	$B_{\text{급}}(1.3 L_d)$
D13	300	24	300	300	300	300	300	300	380	300	300	300	380
D16			340	300	300	300	370	370	480	300	370	370	480
D19			410	340	310	340	440	440	580	340	440	440	580
D22			470	390	350	500	640	640	830	550	710	710	920
D25			540	450	410	570	730	730	950	720	930	930	1210
D29			610	500	460	640	830	830	1070	910	1180	1180	1530
D32			670	560	510	750	970	970	1260	1120	1460	1460	1890

철근호칭	f_y (MPa)	f_{ck} (MPa)	압축철근 (이음)		인장철근 (이음)								
					피복두께:80mm 철근간격:125mm이상				피복두께:80mm 철근간격:150mm이상				
			일반	폐합		일반철근		상부철근		일반철근		상부철근	
				띠철근	나선철근								
			L_d	0.83 L_d	0.75 L_d	$A_{\text{급}}(L_d)$	B급 (1.3 L_d)	$A_{\text{급}}(L_d)$	B급 (1.3 L_d)	$A_{\text{급}}(L_d)$	B급 (1.3 L_d)	$A_{\text{급}}(L_d)$	B급 (1.3 L_d)
D13	300	24	300	300	300	300	300	300	380	300	300	300	380
D16			340	300	300	300	370	370	480	300	370	370	480
D19			410	340	310	340	440	440	580	340	440	440	580
D22			470	390	350	500	640	640	830	500	640	640	830
D25			540	450	410	570	750	750	970	570	730	730	950
D29			610	500	460	730	940	940	1230	640	830	830	1070
D32			670	560	510	900	1170	1170	1510	750	970	970	1260

철근호칭	f_v (MPa)	f_{ck} (MPa)	압축철근 (이음)			인장철근 (이음)							
						피복두께:95mm 철근간격:100mm				피복두께:95mm 철근간격:125mm			
			일반	폐합		일반철근		상부철근		일반철근		상부철근	
				띠철근 나선헌근									
				L_d	0.83 L_d	0.75 L_d	A급(L_d)	B급 (1.3 L_d)	A급(L_d)	B급 (1.3 L_d)	A급(L_d)	B급 (1.3 L_d)	A급(L_d)	B급 (1.3 $L_d$)
D13	300	24	300	300	300	300	300	300	380	300	300	300	380
D16			340	300	300	300	370	370	480	300	370	370	480
D19			410	340	310	340	440	440	580	340	440	440	580
D22			470	390	350	550	710	710	920	500	640	640	830
D25			540	450	410	720	930	930	1210	570	750	750	970
D29			610	500	460	910	1180	1180	1530	730	940	940	1230
D32			670	560	510	1120	1460	1460	1890	900	1170	1170	1510

철근호칭	f_y (MPa)	f_{ck} (MPa)	압축철근 (이음)			인장철근 (이음)							
						피복두께:95mm 철근간격:150mm				피복두께:95mm 철근간격:200mm이상			
			일반	폐합		일반철근		상부철근		일반철근		상부철근	
				띠철근 나선철근									
			L_d	$0.83L_d$	$0.75L_d$	A급(L_d)	B급 (1.3 L_d)	A급(L_d)	B급 (1.3 L_d)	A급(L_d)	B급 (1.3 L_d)	A급(L_d)	B급 (1.3 L_d)
D13	300	24	300	300	300	300	300	300	380	300	300	300	380
D16			340	300	300	300	370	370	480	300	370	370	480
D19			410	340	310	340	440	440	580	340	440	440	580
D22			470	390	350	500	640	640	830	500	640	640	830
D25			540	450	410	570	730	730	950	570	730	730	950
D29			610	500	460	640	830	830	1070	640	830	830	1070
D32			670	560	510	750	970	970	1260	710	920	920	1190

철근호칭	f_y (MPa)	f_{ck} (MPa)	압축철근 (이음)		인장철근 (이음)								
					피복두께:100mm 철근간격:100mm				피복두께:100mm 철근간격:125mm				
			일반	폐합		일반철근		상부철근		일반철근		상부철근	
				띠철근 나선철근									
			L_d	0.83 L_d	0.75 L_d	A급(L_d)	B급 (1.3 L_d)	A급(L_d)	B급 (1.3 L_d)	A급(L_d)	B급 (1.3 L_d)	A급(L_d)	B급 (1.3 L_d)
D13	300	24	300	300	300	300	300	300	380	300	300	300	380
D16			340	300	300	300	370	370	480	300	370	370	480
D19			410	340	310	340	440	440	580	340	440	440	580
D22			480	400	360	550	710	710	920	500	640	640	830
D25			550	460	410	720	930	930	1210	570	750	750	940
D29			620	520	470	910	1180	1180	1530	730	940	940	1230
D32			690	570	520	1120	1460	1460	1890	900	1170	1170	1510

철근호칭	f_v (MPa)	f_{ck} (MPa)	압축철근 (이음)			인장철근 (이음)							
						피복두께:100mm 철근간격:150mm				피복두께:100mm 철근간격:200mm이상			
			일반	폐합		일반철근		상부철근		일반철근		상부철근	
				띠철근	나선철근								
				L_d	0.83 L_d	0.75 L_d	A급(L_d)	B급 (1.3 L_d)	A급(L_d)	B급 (1.3 L_d)	A급(L_d)	B급 (1.3 L_d)	A급(L_d)	B급 (1.3 $L_d$)
D13	300	24	300	300	300	300	300	300	380	300	300	300	380
D16			340	300	300	300	370	370	480	300	370	370	480
D19			410	340	310	340	440	440	580	340	440	440	580
D22			480	400	360	500	640	640	830	500	640	640	830
D25			550	460	410	570	730	730	950	570	730	730	950
D29			620	520	470	640	830	830	1070	640	830	830	1070
D32			690	570	520	750	970	970	1260	710	920	920	1190

철근호칭	f_v (MPa)	f_{ck} (MPa)	압축철근 (이음)		인장철근 (이음)								
					피복두께:150mm 철근간격:100mm					피복두께:150mm 철근간격:125mm			
			일반	폐합		일반철근		상부철근		일반철근		상부철근	
				띠철근	나선철근								
				L_d	0.83 L_d	0.75 L_d	A급(L_d)	B급 (1.3 L_d)	A급(L_d)	B급 (1.3 L_d)	A급(L_d)	B급 (1.3 L_d)	A급(L_d)	B급 (1.3 $L_d$)
D13	300	24	300	300	300	300	300	300	380	300	300	300	380
D16			340	300	300	300	370	370	480	300	370	370	480
D19			410	340	310	340	440	440	580	340	440	440	580
D22			480	400	360	550	710	710	920	500	640	640	830
D25			550	460	410	720	930	930	1210	570	750	750	970
D29			620	520	470	910	1180	1180	1530	730	940	940	1230
D32			690	570	520	1120	1460	1460	1890	900	1170	1170	1510

철근호칭	f_v (MPa)	f_{ck} (MPa)	압축철근 (이음)		인장철근 (이음)								
					피복두께:150mm 철근간격:150mm				피복두께:150mm 철근간격:200mm이상				
			일반	폐합		일반철근		상부철근		일반철근		상부철근	
				띠철근	나선철근								
			L_d	0.83 L_d	0.75 L_d	A급(L_d)	B급 (1.3 L_d)	A급(L_d)	B급 (1.3 L_d)	A급(L_d)	B급 (1.3 L_d)	A급(L_d)	B급 (1.3 L_d)
D13	300	24	300	300	300	300	300	300	380	300	300	300	380
D16			340	300	300	300	370	370	480	300	370	370	480
D19			410	340	310	340	440	440	580	340	440	440	580
D22			480	400	360	500	640	640	830	500	640	640	830
D25			550	460	410	570	730	730	950	570	730	730	950
D29			620	520	470	640	830	830	1070	640	830	830	1070
D32			690	570	520	750	970	970	1260	710	920	920	1190

3.7 허용균열폭, 보수방법

(1) 허용균열폭

물을 저장하는 수조 등과 같은 수밀성을 요구하는 구조물의 허용균열폭은 0.2mm 이다. 다만 부식성 또는 고부식성 환경에 노출되어 있으면서 수밀성을 요구하는 구조물의 허용균열폭은 0.13mm 이다.


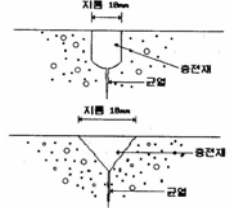

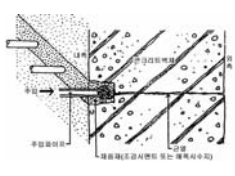
강재의 종류		강재의 부식에 대한 환경조건(mm)			
		건조 환경	습윤환경	부식성 환경	고부식성환경
철근	건 물	0.4	0.3	0.004C	0.0035C
	기타 구조물	0.006C	0.005C	-	-
프리스트레싱 긴장재		0.005C	0.004C	-	-

C: 최외단 인장주철근의 표면과 인장을 받는 콘크리트 표면까지의 최단거리(mm)

* 표 는 피복두께가 100mm 이하인 구조물에 적용하여야 한다.

** 계산된 균열폭과는 별도로 균열폭이 0.3mm 를 초과하지 않도록 한다.

(2) 보수방법

에폭시주입법	<p>균열에 누수가 있는 경우 부적합</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 균열 부위 청소 2. 에폭시 주입구 설치(U-cut, V-cut, 마이크로 인젝션 공법 등) 3. 에폭시를 배합하고 에폭시를 주입 	
봉합법	<p>발생된 균열이 멈추어 있거나 구조적으로 중요하지 않을 경우, 계속 진전되고 있는 균열에는 부적합 (사용재료 : 에폭시봉합재, 우레탄)</p>	
짜집기법	<p>균열의 양측에 간격을 두고 철쇠를 박아 넣는 방법, 짜집기법은 균열이 완전히 닫히지는 않지만 더이상 진전되는 것을 방지</p>	
그라우팅	<p>폭이 넓은 균열은 시멘트 그라우트를 주입하여 보수, 그라우트 혼합물은 시멘트와 물의 혼합, 시멘트풀에 모래를 추가한 모르타르 그라우팅 사용 화학적 그라우팅(chemical grouting)은 습윤상태에서도 적용될 수 있으며 매우 작은 균열에서도 적용</p>	

드라이 패킹	<p>물-시멘트비가 아주 작은 모르터를 손으로 채워 넣는 방법, 정지하고 있는 균열에 효과적 계속 발달하고 있는 균열에는 부적합</p>	
폴리머주입법	<p>단량체(monomer systems)는 콘크리트의 내부 공극을 채우게 되며 강도를 증가시키게 된다. 단량체는 촉매와 기본 모노머로 이루어져 있으며 연결제를 포함</p>	
오버레이 및 표면처리	<p>건조수축등에 의하여 표면에 미세한 균열이 많이 생긴 경우, 에폭시 접착제나 라텍스 모르터 등의 부착제 도포</p>	
탄소섬유보강	<p>Epoxy Laminate System(에폭시 적층 시스템)인 탄소섬유를 사용하여 보강, 구조적 용량을 복구하거나 개선시키는 것과 더불어 구조물의 내구성을 향상</p>	

MEMO

3.8 배력철근(수평철근) 배근

SD30 사용시

B (m)	As,req (mm ²)	수평철근	As,use (mm ²)
0.30	750.0	D13@150	1689.3
0.35	875.0		
0.40	1000.0		
0.45	1125.0		
0.50	1250.0	D13@125 D16@150	2027.2 2648.0
0.55	1375.0		
0.60	1500.0		
0.65	1625.0		
0.70	1750.0	D16@150 D16@125	2648.0 3177.6
0.75	1875.0		
0.80	2000.0		
0.85	2125.0		
0.90	2250.0	D16@125 D19@150	3177.6 3820.0
0.95	2375.0		
1.00	2500.0		
1.10	2750.0		
1.20	3000.0		

SD40 사용시

B (m)	As,req (mm ²)	수평철근	As,use (mm ²)
0.30	600.0	H13@150	1689.3
0.35	700.0		
0.40	800.0		
0.45	900.0		
0.50	1000.0	H16@150 H13@125	2648.0 2027.2
0.55	1100.0		
0.60	1200.0		
0.65	1300.0		
0.70	1400.0	H16@150 H16@125	2648.0 3177.6
0.75	1500.0		
0.80	1600.0		
0.85	1700.0		
0.90	1800.0	H16@125 H16@150 H16@125 H19@150	3177.6 3820.0
0.95	1900.0		
1.00	2000.0		
1.10	2200.0		
1.20	2400.0		

주 1) 적용 대상 : 옹벽의 벽체, 암거 구조물의 벽체, 교대 흥벽

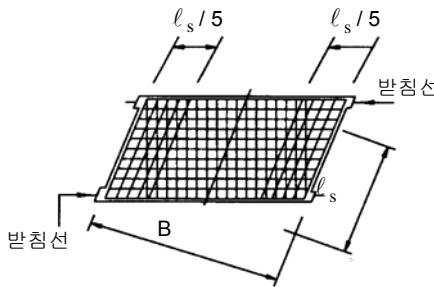
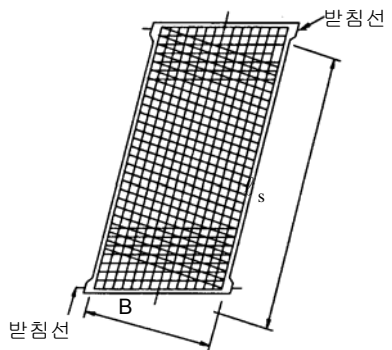
주 2) 적용 기준 : 콘크리트 구조설계기준(2003)

주 3) 가급적 철근 직경은 작게, 배근 간격은 좁게 시공할수록 온도 균열 및 건조 수축 균열의 제어에 효과적임.(ex. D16@150 보다 D13@125 가 유리함)

주 4) 수평철근은 벽체 전면 및 배면에 동일하게 배근한다.

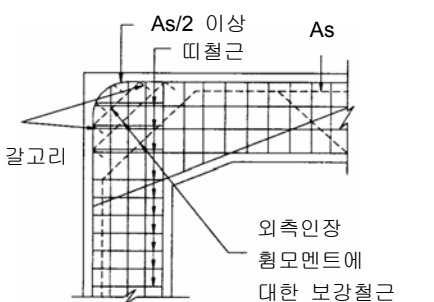
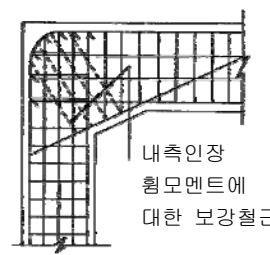
주 5) B : 벽체 두께(m)

3.9 슬래브 사각부 철근배치

 <p>l_s : 사각경간 (m) B : 슬래브 전폭 (m)</p>	
$l_s / B < 1.5$	$l_s / B \geq 1.5$

3.10 라멘 절점부 철근 배치

라멘 단절점부에서는 절점부에서 결합하는 부재의 주철근량의 적어도 1/2 은 외측에 연하여 배치하는 것이 좋다.

	
외측인장 발생시	내측인장 발생시

3.11 심부구속철근 배치 및 상세

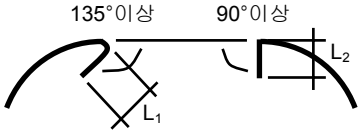
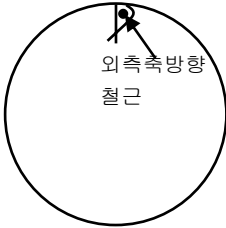
심부구속철근은 기둥에서 소성영역이 예상되는 상부와 하부의 심부(Core)를 구속하는 횡방향 철근을 말한다.

(1) 심부구속철근 배치

심부구속철근 설치구간	기둥의 최대 단면치수; 기둥의 순높이의 1/6; 450mm 중 가장 큰 값 이상
철근의 최대 중심간격	부재의 최소 단면치수의 1/4; 축방향철근지름의 6배 중 작은 값을 초과해서는 안된다.

(2) 상세

심부구속철근은 용접 또는 기계적 연결장치로 연결하거나 갈고리를 이용하여 정착한다. 보강띠철근은 하나의 연속된 철근으로 한쪽 단에 135°이상의 갈고리를 갖고, 다른 한쪽은 90°이상의 갈고리를 갖도록 한다.

보강띠철근	
갈고리 상세	배근상세
	
L_1 : 띠철근지름의 6배, 80mm 중 큰 값 L_2 : 띠철근지름의 6배 이상	연속적으로 같은 축방향철근에 걸리게 할 경우 90°갈고리가 연달아 걸리지 않도록 보강띠철근의 양단을 바꿔준다.

3.12 캐미컬 앵커 시공

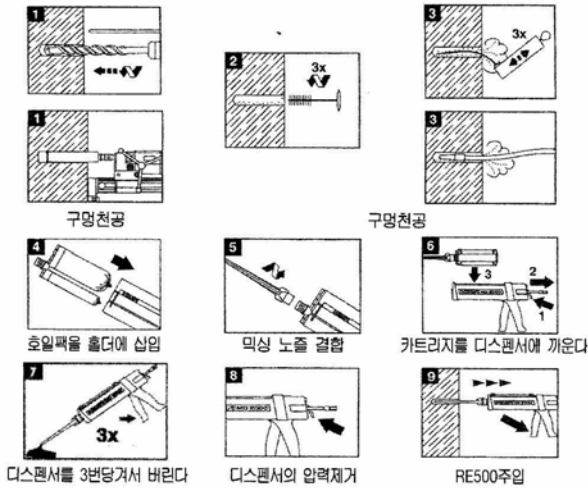
HILTI HIT-RE 500 과 철근을 이용한 주입식 접착 앵커

철근직경(mm)	Φ 8	Φ 10	Φ 12	Φ 14	Φ 16	Φ 20	Φ 25	Φ 28	Φ 32	Φ 36	Φ 40
단면적, $A_s(\text{mm}^2)$	50.3	78.5	113.1	153.9	201.1	314.2	490.9	615.8	804.2	1017.9	1256.6
철근 삽입 깊이(mm)	80	90	110	125	125	170	210	270	300	330	360
최소 앵커 간격 및 최소 모서리 거리(mm)	40	45	55	65	65	85	105	135	150	165	180

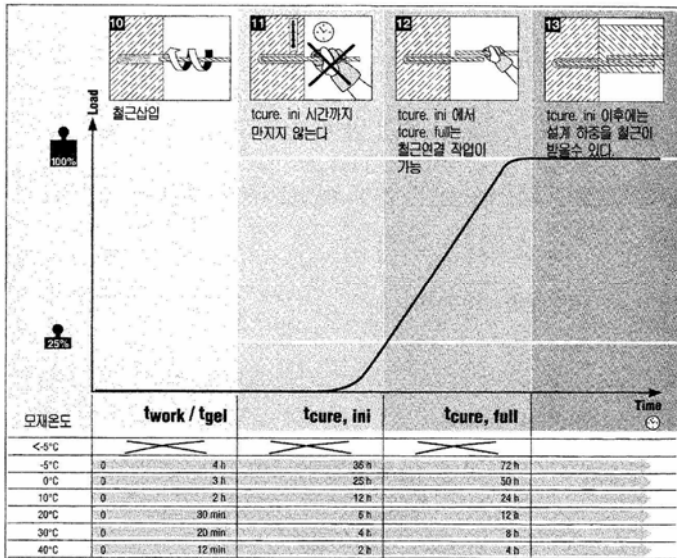
콘크리트 압축강도에 따른 추천 인장/전단 저항력(kN)

콘크리트 압축강도(MPa)		철근직경(mm)	Φ 8	Φ 10	Φ 12	Φ 14	Φ 16	Φ 20	Φ 25	Φ 28	Φ 32	Φ 36	Φ 40
20	인장 저항력	9.9	14.1	20.6	27.3	31.2	53	81.8	102.8	120.9	137.7	154.4	
	전단 저항력	7.9	12.4	17.8	24.2	31.6	49.5	77.1	96.6	126.2	169.5	197.4	
25	인장 저항력	10.2	14.5	21.2	28.1	32.1	54.6	84.3	105.9	124.5	141.8	159.0	
	전단 저항력	8.7	13.6	19.6	26.6	34.8	54.5	84.8	106.3	138.8	186.5	217.1	
30	인장 저항력	10.5	14.9	21.8	28.9	33.1	56.2	86.7	109.0	128.2	146.0	163.7	
	전단 저항력	9.6	15.1	21.7	29.5	38.6	60.4	94.1	117.9	154.0	206.8	240.8	
35	인장 저항력	10.9	15.5	22.7	30.0	34.3	58.3	90.0	113.1	133.0	151.5	169.8	
	전단 저항력	10.6	16.6	23.9	32.4	42.3	66.3	103.3	129.4	169.1	227.1	264.5	
40	인장 저항력	11.2	15.9	23.3	30.8	35.3	59.9	92.4	116.2	136.6	155.6	174.5	
	전단 저항력	11.1	17.5	25.1	34.1	44.6	69.8	108.7	136.2	177.9	239.0	278.3	
45	인장 저항력	11.4	16.2	23.7	31.4	35.9	61.0	94.1	118.2	139.0	158.4	177.6	
	전단 저항력	11.7	18.4	26.3	35.8	46.8	73.3	114.1	143.0	186.8	250.9	292.2	
50	인장 저항력	11.7	16.6	24.3	32.2	36.8	62.5	96.5	121.3	142.7	162.5	182.2	
	전단 저항력	12.2	19.2	27.6	37.5	49.0	76.7	119.5	149.7	195.6	262.7	306.0	

(1) 설치방법



(2) 시간에 따른 주입재 경화



*기타 앵커 사용시 해당 앵커 제원 및 매입방법을 따른다.

3.13 시공이음(Cold Joint)상세, 균열유발줄눈 상세

(1) 시공이음

수평 시공이음	수평시공이음이 거푸집에 접하는 선은 최대한 수평이 되도록한다.
	콘크리트를 이어 칠 경우에는 구 콘크리트 표면의 레이턴스, 품질이 나쁜 콘크리트, 짝 달라붙지 않은 골재알 등을 완전히 제거한다.
	새 콘크리트를 타설하기 전에 거푸집을 바로 잡고, 새 콘크리트를 타설할 때 구 콘크리트와 밀착되게 다짐을 충분히 실시한다.
	시공이음부가 될 콘크리트면은 느슨해진 골재알 등이 없도록 마무리하고, 경화가 시작되면 되도록 빨리 쇄슬이나 모래분사 등으로 면을 거칠게하고 충분히 습윤상태로 양생한다.
연직 시공이음	역방향 타설 콘크리트의 시공 시에는 콘크리트의 침하를 고려하여 시공이음이 일체가 되도록 콘크리트의 재료, 배합 및 시공방법을 선정
	연직시공이음의 시공에 있어서 시공이음면의 거푸집을 견고하게 지지하고 이음부분은 충분히 다짐한다.
	구 콘크리트의 시공이음 면은 쇄슬이나 쪼아내기 등으로 거칠게 한 후, 시멘트 페이스트, 모르타 또는 습윤면용 에폭시수지 등을 바른 후 새 콘크리트를 타설한다.
	새 콘크리트 타설시, 신·구콘크리트가 충분히 밀착되도록 잘 다진다.

(2) 균열유발 줄눈

균열의 제어를 목적으로 균열유발 줄눈을 설치할 경우 구조물의 강도 및 기능을 해치지 않도록 그 구조 및 위치를 정한다.

	균열유발 줄눈간격	부재높이 H의 1배~2배 이내
	단면 결손율	20% 이상
	기타	이음부 철근의 부식 방지를 위한 에폭시 도포 등 수밀구조물의 경우 지수판 등 지수대책 마련

3.14 PS 강선 및 PS 강연선

(1) 프리스트레스트 콘크리트 설계기준강도

프리텐션 방식의 경우	35 MPa 이상
포스트텐션 방식의 경우	30 MPa 이상

(2) PS 강선 및 PS 강연선 (KS D 7002)

기호	호칭명	인장시험			릴랙세이션율 (%)	공칭단면적 (mm ²)	단위무게 (kg/m)
		0.2% 영구 연신율에 대한 하중 (kgf)	인장하중 (kgf)	연신율 (%)			
SWPC1 및 SWPD1	5mm	2,850이상 (145이상)	3,250이상 (165이상)	4.0이상	3.0이하	19.64	0.154
	7mm	5,200이상 (135이상)	5,950이상 (155이상)	4.5이상	3.0이하	38.48	0.302
	8mm	6,550이상 (130이상)	7,500이상 (150이상)	4.5이상	3.0이하	50.27	0.395
	9mm	7,950이상 (125이상)	9,200이상 (145이상)	4.5이상	3.0이하	63.62	0.499
SWPC2	2.9mm 2연선	2,300이상 (175이상)	2,600이상 (195이상)	3.5이상	3.0이하	13.21	0.104
SWPD3	2.9mm 3연선	3,450이상 (170이상)	3,900이상 (195이상)	3.5이상	3.0이하	19.82	0.156
SWPC7A	9.3mm 7연선	7,700이상 (150이상)	9,050이상 (175이상)	3.5이상	3.0이하	51.61	0.405
	10.8mm 7연선	10,400이상 (150이상)	12,200이상 (175이상)	3.5이상	3.0이하	69.68	0.546
	12.4mm 7연선	13,900이상 (150이상)	16,300이상 (175이상)	3.5이상	3.0이하	92.90	0.729
	15.2mm 7연선	20,800이상 (145이상)	24,500이상 (165이상)	3.5이상	3.0이하	138.7	1.101
SWPC7B	9.5mm 7연선	8,850이상 (160이상)	10,400이상 (190이상)	3.5이상	3.0이하	54.84	0.432
	11.1mm 7연선	12,000이상 (160이상)	14,100이상 (190이상)	3.5이상	3.0이하	74.19	0.580
	12.7mm 7연선	15,900이상 (160이상)	18,700이상 (190이상)	3.5이상	3.0이하	98.71	0.774
	15.2mm 7연선	22,600이상 (160이상)	26,600이상 (190이상)	3.5이상	3.0이하	138.7	1.101
SWPC19	17.8mm 19연선	33,600이상 (160이상)	39,500이상 (185이상)	3.5이상	3.0이하	208.4	1.652
	19.3mm 19연선	39,500이상 (160이상)	46,000이상 (185이상)	3.5이상	3.0이하	243.7	1.931
	21.8mm 19연선	50,500이상 (160이상)	58,400이상 (186.6이상)	3.5이상	3.0이하	312.9	2.482

* () 속의 값은 규격치를 공칭단면적으로 나눈 값(단위 : kgf/mm²)이다.

제 4 장 기초공사

4.1 직접기초

4.2 말뚝 장 · 단점 비교

4.3 말뚝제원과 허용하중

4.4 말뚝시공 깊이 및 허용지지력

4.5 말뚝 배치상세

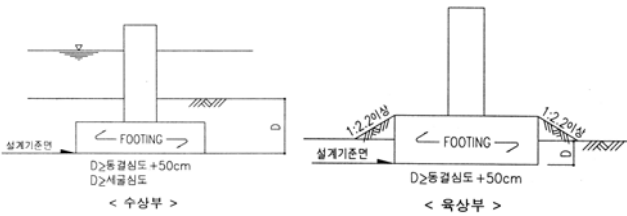
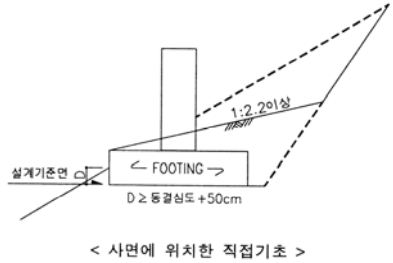
4.6 말뚝 선단부 보강

4.7 말뚝이음

4.8 말뚝과 기초의 결합방법

4.9 말뚝 시공오차 기준

4.1 직접기초

구분	고려사항
기초 근입깊이	<ul style="list-style-type: none"> - 작용지지력 이상의 양질의 지지층 - 세굴과 하상 저하 고려 - 압밀침하 깊이 - 지하매설물 및 인접구조물 영향 - 동결심도 이하
수평지반	<ul style="list-style-type: none"> - 침하량, 지지력에 대한 안정성 - 동결 및 세굴심도 아래에 푸팅 하단이 위치하도록 심도결정 - 육상부 지표 노출 푸팅 주변에 쌓기 실시 
경사지반	<ul style="list-style-type: none"> - 침하량, 전도, 지지력, 활동 및 푸팅하중을 작용시킨 상태에서 상·하부의 사면파괴에 대한 안정성 검토 - 동결심도 아래에 푸팅 하단이 위치하도록 결정 - 푸팅하단 사면표토의 안정성을 확보 근입심도가 유지되도록 조치 

4.2 말뚝 장·단점 비교

말뚝 종류	말뚝직경(mm)		말뚝길이(m)		장·단점
	가능	상용	일반	최대	
강재 말뚝	350 ~ 1200	400 ~ 700	10 ~ 40	40 ~ 60	<ul style="list-style-type: none"> -절단/이음 용이하여 지반조건이 불규칙한 곳에 적합 -항타시공성 우수하여 자갈, 연암관통 -절단부 재사용 가능 -상대적으로 큰 Load-carrying capacity -재료비 고가 -항타시 소음 및 진동 -부식으로 인한 단면감소 -견고한 층 통과시 수직도 유지 어려움
PC	300 ~600	300 ~500	5 ~20	30 ~40	<ul style="list-style-type: none"> -항타시공성 우수 -부식에 대한 저항력 우수
PHC	300 ~600	300 ~500	5 ~40	40 ~60	<ul style="list-style-type: none"> -두부정리 및 이음 어려움 -항타시 인장균열 발생 가능 -운송, 하차, 적재 어려움 -두부와 상부구조물의 철근 연결
현장 타설 말뚝	800 ~3000	1000 ~3000	10 ~60	무제한	<ul style="list-style-type: none"> -콘크리트 타설전 공내상태 조사 가능 -타설길이/말뚝직경 조절 용이 -콘크리트 품질관리 어려움 -타설 후 이음이 어려움

※ 말뚝 재료별 장기 허용압축응력

구분	말뚝재료	장기허용압축응력(MPa)
기성말뚝	RC말뚝	$f_{ck} / 4 \leq 7.5$
	PC말뚝	$f_{ck} / 4 \leq 12.5$
	PHC말뚝	$f_{ck} / 4 \leq 20$
	SWS400	140
	SWS490	190

4.3 말뚝제원과 허용하중

4.3.1 강관말뚝

외경(mm)	두께(mm)	단면적(mm ²)	단위무게(kgf/m)	허용하중(kN) (재료)	*허용 지지력(kN)
406.4	9	11240	88.2	1200	510
	12	14870	117.0	1700	
508.0	9	14110	111.0	1500	800
	12	18700	147.0	2100	
609.0	9	16980	133.0	1800	1150
	12	22530	177.0	2600	
711.2	9	19850	156.0	2100	1570
	12	26360	207.0	3000	
812.8	9	22730	178.0	2400	2060
	12	30190	237.0	3500	
914.4	12	34020	267.0	3900	2600
	16	45160	354.0	5500	
1016.0	12	37850	297.0	4400	3220
	16	50260	395.0	6100	

* 허용지지력 산정(선단지지력만 고려)

$$Q_a = \frac{30NA_p}{3}, N=40 \text{ 적용}$$

4.3.2 PC 말뚝

직경 (mm)	두께 (mm)	단면적 (mm ²)	구분	Prestress (MPa)	허용지지력 (kN)	*허용선단지지력 (kN)
300	60	4520	A종	4.5	470	280
			B종	8.3	450	
			C종	10.4	420	
350	65	5820	A종	4.1	610	380
			B종	7.7	580	
			C종	10.0	550	
400	75	7660	A종	4.1	800	500
			B종	7.7	760	
			C종	10.0	720	
450	80	9300	A종	4.3	970	640
			B종	8.0	930	
			C종	10.2	880	
500	90	11590	A종	4.3	1210	790
			B종	7.9	1150	
			C종	10.0	1100	
600	100	15710	A종	4.2	1640	1130
			B종	7.8	1570	
			C종	10.0	1490	

4.3.3 PHC 말뚝

직경 (mm)	두께 (mm)	단면적 (mm ²)	구분	Prestress (MPa)	재료허용지지력 (kN)	*허용선단지지력 (kN)
300	60	4520	A종	4.0	700	280
			B종	8.0	650	
			C종	10.0	600	
350	60	5460	A종	4.0	800	380
			B종	8.0	850	
			C종	10.0	750	
400	65	6840	A종	4.0	1050	500
			B종	8.0	1050	
			C종	10.0	900	
450	70	8350	A종	4.0	1300	640
			B종	8.0	1300	
			C종	10.0	1150	
500	80	10550	A종	4.0	1650	790
			B종	8.0	1650	
			C종	10.0	1450	
600	90	14410	A종	4.0	2550	1130
			B종	8.0	2300	
			C종	10.0	2000	

4.4 말뚝시공 깊이 및 허용지지력

기초분류		허용지지력(kN), [깊이(m)]		
		한국지반공학회	일본토질공학회	NAFAC DM7
기성말뚝	목재			100~500 [10~20]
	RC	200~300 [10~20]	100~600	허용응력 [13~17]
	PC	350~900 [12~25]	300~1500	허용응력 [20~23]
	H형강		500~1000	400~1200 [12~33]
	강관	1000~1600 [25~50]	1000~3000	
콘크리트속채움 강관말뚝			800~2500	800~1200 [13~40]
합성말뚝				300~1000 [20~67]
현장 타설말뚝	무각(無角)			350~700 [10~20]
	유각(有角)			500~700 [10~27]
	밀다짐			600~1200 [3~20]
	어스드릴	1500~1800 [15~25]	1200~2500	
	베네토	2000~2500 [30~35]	1500~3000	
	RCD	2000~2500 [30~50]	1500~5000	

* 말뚝 최소 길이 : 10D(D : 말뚝직경) 이상

4.5 말뚝 배치상세

말뚝은 장기간의 지속하중에 대하여 균등하게 받도록 배열한다.

공법	말뚝 중심간격	말뚝중심 ~기초 가장자리까지의 거리
타입말뚝 내부굴착말뚝	2.5d	1.25d
현장타설말뚝	2.5d	1.0d

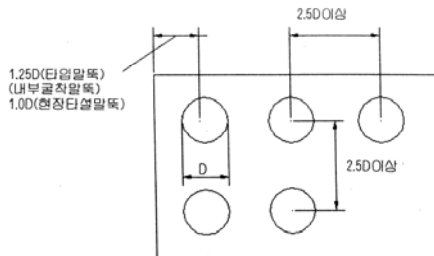


그림 4.1 말뚝의 최소중심 간격

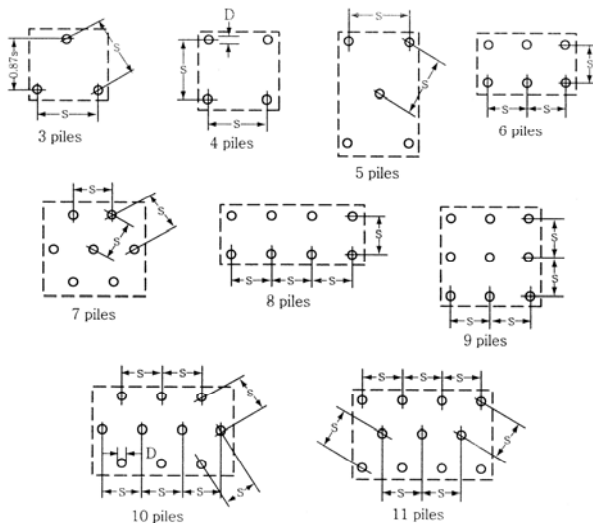


그림 4.2 말뚝의 최소중심 간격

4.6 말뚝 선단부 보강

4.6.1 강관말뚝

국내 시공시 대부분의 경우 선단부 개방형태이므로 선단부 관입을 위해서는 보강밴드를 설치하거나 십자형의 보강재를 사용한다.

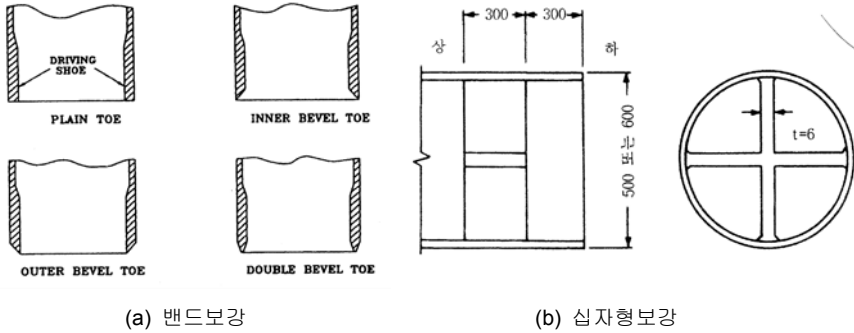


그림 4.3 강관말뚝 선단보강

4.6.2 PHC 말뚝

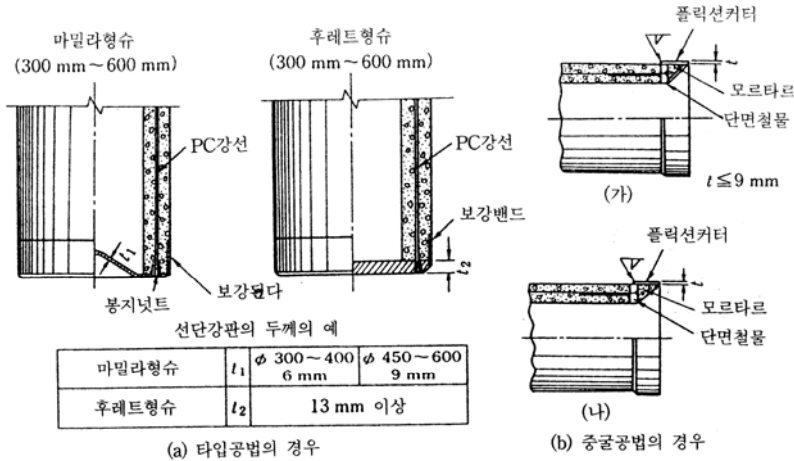
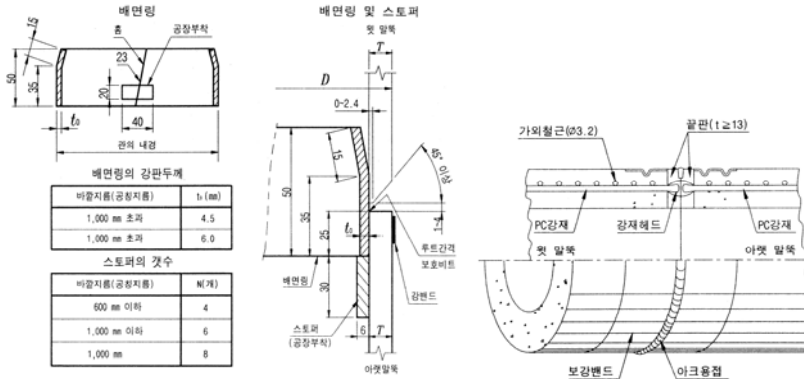


그림 4.4 PHC 말뚝 선단 보강

4.7 말뚝이음

(1) 이음상세



(a) 강관말뚝 반자동 용접 현장이음 표준형상치수

(b) PHC 말뚝 이음

그림 4.5 말뚝이음 상세

(2) 이음 허용오차

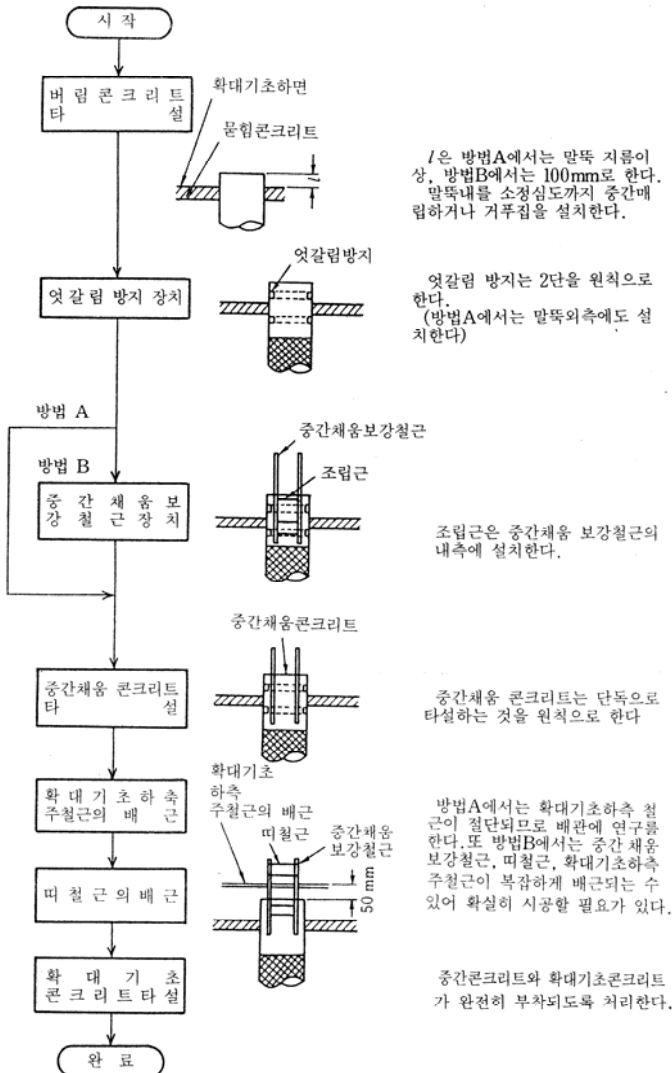
구분		허용차	측정방법
용접이음이 되는 단면의 평면도		2mm이하	
용접이음이 되는 단면의 직각도		바깥지름의 0.5% 이하 다만, 최대4mm	
이음 상하부의 치수차	바깥지름 700mm미만	2mm이하	상향과 하향의 바깥 둘레 길이차로 나타내며, 그 차를 $2\text{mm} \times \pi$ 이하로 한다.
	바깥지름 700mm이상	3mm이하	상향과 하향의 바깥 둘레 길이차로 나타내며, 그 차를 $3\text{mm} \times \pi$ 이하로 한다.

4.8 말뚝과 기초의 결합방법

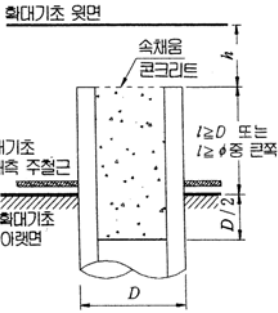
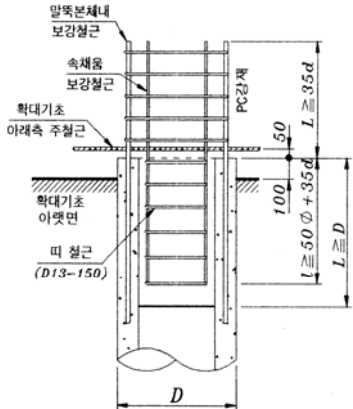
4.8.1 강관말뚝

구분	방법 A	방법 B								
개요										
방법	확대기초 근입길이 : $I \geq D$	확대기초 근입길이 : $L = 100\text{mm}$								
	미끄럼 방지 두께 : $t(2\text{단설치})$	미끄럼 방지 두께 : $t(2\text{단설치})$								
	미끄럼 방지 폭 : $b \geq 2t$	미끄럼 방지 폭 : $b \geq 2t$								
	미끄럼방지 배치 : $D/4, D/2$	미끄럼방지 배치 : $D/4, D/2$								
	중간채움 콘크리트 : $I \geq 1.5D$	중간채움 콘크리트 : $I \geq \text{Max}[D, L_o + 100\text{mm}]$								
	-	띠철근 : $D13, 150\text{mm}$ 간격								
-	철근의 정착길이 : $L_o \geq 35d$									
비고		<table><tr><th>말뚝지름, D(mm)</th><th>미끄럼 방지 두께, t (mm)</th></tr><tr><td>800 미만</td><td>9</td></tr><tr><td>800 이상 ~ 1200 미만</td><td>12</td></tr><tr><td>1200 이상 ~ 1500 미만</td><td>16</td></tr></table>	말뚝지름, D(mm)	미끄럼 방지 두께, t (mm)	800 미만	9	800 이상 ~ 1200 미만	12	1200 이상 ~ 1500 미만	16
말뚝지름, D(mm)	미끄럼 방지 두께, t (mm)									
800 미만	9									
800 이상 ~ 1200 미만	12									
1200 이상 ~ 1500 미만	16									
강관말뚝 미끄럼 방지 상세										

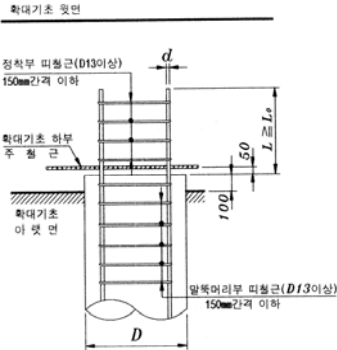
4.8.2 강관말뚝 - 방법 B



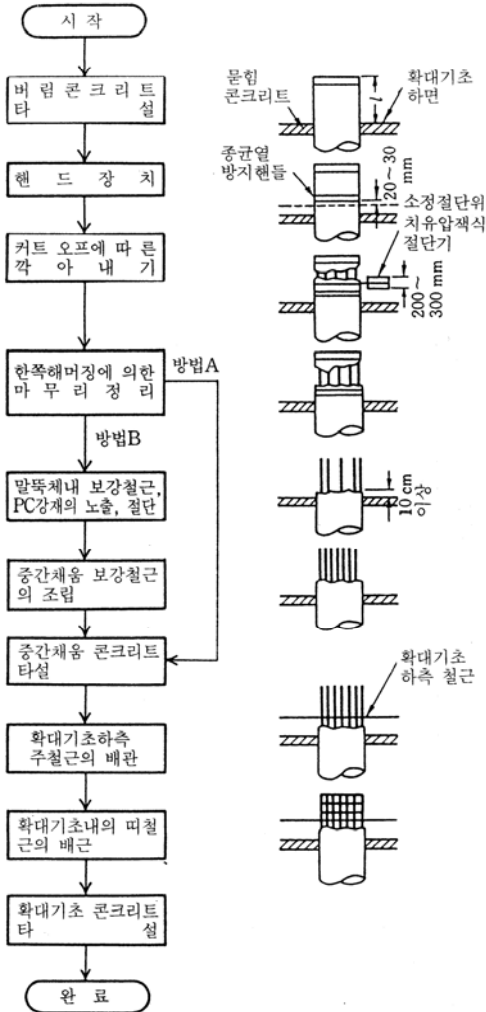
4.8.3 PHC 말뚝

구분	방법 A	방법 B
개요		
방법	확대기초 근입길이 : $l \geq \text{Max}[D, 50\phi]$	확대기초 근입길이 : $L = 100\text{mm}$
	중간채움 콘크리트 : $l \geq 1.5D$	중간채움 콘크리트 : $L \geq \text{Max}[D, 35d + 50\phi + 100\text{mm}]$
	-	띠철근 : D13, 150mm 간격
	-	철근의 정착길이 : $L_o \geq 35d$

4.8.4 현장타설말뚝

구분	방법 B
개요	
방법	확대기초 근입길이 : $L = 100\text{mm}$
	띠철근 : D13, 150mm 간격
	철근의 정착길이 : $L \geq L_o = 35d$

4.8.5 PHC - 방법 B



방법A에서는 말뚝지름 혹은 50 ϕ 이상, 방법B에서는 100mm이상으로 한다.

소정 절단위치의 20~30mm 이상에 중간열 방지 밴드를 설치한다.

PC강재의 위치를 확인하고, PC강재를 피해서 가능한한 구멍을 많이 뚫는다.

PC강재, 말뚝체내, 보강철근을 상하지 않도록 깎아낸다.

말뚝체내 보강철근, PC강재를 노출시켜 소정의 길이로 절단한다.
또, 강재에 부착된 콘크리트를 제거한다.
중간채움 보강철근을 내측에 설치한다.

중간채움 콘크리트는 단독으로 타설을 원칙으로 한다.

방법A에서는 확대기초 하측 철근이 절단되므로 배관에 연구를 요한다. 또는 방법B에서는 중간채움 보강철근, 띠철근, 확대기초 하측 철근이 복잡하게 배근되는 수가 있어서 확실히 배근할 필요가 있다.

중간채움 콘크리트와 확대기초 콘크리트가 완전히 부착되도록 처리한다.

4.9 말뚝 시공오차 기준

말뚝의 수직방향과 수평방향의 시공오차에 대한 최대 수용가능한 허용한도 제한

관련규정	위치이동	수직성	비고
BS 8004	75mm	1/75	영국
D.T.U. No. 3.2	60 ~ 150mm	3%(Single Pile) 2%(Group Pile)	프랑스
New York City Building Code	75mm	4%	뉴욕시
ACI	75 ~ 150mm	2 ~ 4%	미국
항기초시공편람	D/4 또는 100mm이내	1% 이내	일본 (일본도로협회)
도로교 표준시방서	D/4 또는 100mm중 큰 값	1% 이내	한국 (건설교통부)

※ 대책

- 실제의 시공오차를 고려하여 말뚝에 걸리는 하중 재검토
- 시공 오차에 의한 군말뚝 영향 해석 실시
- 시공오차를 고려하여 계산된 하중이 허용하중을 초과할 경우 보강말뚝 시공

MEMO

제 5 장 교량받침/신축이음

5.1 교량 받침종류

5.2 교량 받침배치

5.3 가동받침의 마찰계수

5.4 받침부 연단거리


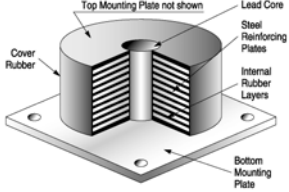
5.5 신축이음장치 형식

5.6 교량 신축량

5.1 교량 받침종류

구분	포트받침 (Pot Bearing)	스페리칼 받침 (Spherical Bearing)
형상		
구성	<ul style="list-style-type: none"> -강재 원형용기속에 밀폐된 고무판을 통해 수직력을 전달하며 회전기능을 가짐 -중간판상면에 끼워진 불소수지(virgin PTFE)판과 스텐레스판과의 미끄러짐 기능을 가짐 	<ul style="list-style-type: none"> -상/하부판 중앙에 한쪽은 곡면 다른쪽은 평면형상을 갖는 중간판에 의해 수직 및 회전기능을 가짐 -중간판의 상하면은 불소수지판에 의해 미끄러짐 기능을 가짐
장점	<ul style="list-style-type: none"> -큰 수직하중에 적합(50,000kN) -전방향 회전가능 -마찰계수가 작다(0.03) -고무판에 의한 충격흡수 -중량이 작고 시공성 양호 	<ul style="list-style-type: none"> -큰 수직하중에 적합(30,000kN) -회전각이 커서 경사진교량에도 적합 -부반력에 저항
단점	<ul style="list-style-type: none"> -허용회전각이 작음 -불소수지판 마모한계시 교체 및 정기적인 윤활유 공급필요 	<ul style="list-style-type: none"> -중량이 무거움 -횡방향이동량이 작다 -보수/교체 작업이 어려움
내구 년한	60년	60년
유지 관리	불소수지판교체(20년) 및 윤활유공급	중판과 하판 동시 교체(30년)
경제성	경제적	경제적
점유율	30%	-
적용성	연속교,장대교량,강교,콘크리트교	연속교,장대교량,강교,콘크리트교

구분	탄성받침 (Elastometric Bearing)	고안정내진받침 (HSEB)
형상		
구성	<ul style="list-style-type: none"> -상하부 강판 사이에 적층고무로 결합 -고무층은 내부에 1개이상의 강판을 보강하여 압축변형시 팽출 현상을 억제한다 -탄성체의 전단변형에 의한 수평변위 수용 	<ul style="list-style-type: none"> -중간에 Bearing Pad가 놓이고 Bearing 상부 충전볼소수지판과 Mirror Stainless 판의 접속으로 미끄러짐 기능을 갖게함 -구속장치가 외부에 있어 이동제한 장치와 부반력장치가 있다
장점	<ul style="list-style-type: none"> -모든 방향으로 회전/이동 가능 -충격흡수 탁월 -지진발생시 하중분산 효과 -설치 및 보수가 용이 	<ul style="list-style-type: none"> -상부 진동/충격 흡수 성능우수 -큰 수평력/수직력 가능 -부반력 저항 -보수/교체 용이
단점	<ul style="list-style-type: none"> -수직력이 클경우 큰 면적 필요 -고무패드 물성치 변화 가능성에대한 불안감 -이동 변위량이 작고 장대교량에 불리 	<ul style="list-style-type: none"> -정밀시공 요구 -횡방향 받침크기가 작다
내구 년한	60년	60년
유지 관리	불필요	중판만교체(20년)
경제성	다소 고가	다소 고가
점유율	30%	-
적용성	단경간,중·소교량 콘크리트교	중·소교량 콘크리트교

구분	E Shape Damper	납면진받침 (Lead Rubber Bearing)
형상		
	<ul style="list-style-type: none"> -특수설계된 Pot Bearing에 E-형의 강재 이력 댐퍼를 장착 -상시에는 수직, 수평변위 및 회전을 수용 -지진시에는 강재 이력 댐퍼의 탄·소성 변형에 의한 변형에너지와 열에너지로 소산 	<ul style="list-style-type: none"> -탄성받침 내부에 코어형태의 납심배치 -고유주기를 길게해 수평지진력의 크기 자체 감소 -진동에너지를 납의 비선형 거동으로 흡수 -납의 재결정 온도 20°
장점	<ul style="list-style-type: none"> -상부구조물의 크리프, 건조수축, 온도변화에 의한 변위를 적은 반력으로 수용 -내부충진재로 변위 발생 제어 	<ul style="list-style-type: none"> -탄성변형내에서 기능이 효율적 -회전각이 크며 전방향 변위가능 -하부구조 규모 축소 가능 -임의 형상으로 제작 가능 -시공/교체 용이
단점	-내부충진재 고형화에 따라 E-형강재 이력 댐퍼로 하중전달 및 변형유발	<ul style="list-style-type: none"> -비선형 스펙트럼 해석 수행 -비정상적 변위 발생시 대처능력 부족
내구 년한	60년	60년
유지 관리	불소수지판교체(20년)	불필요
경제성	다소 고가	고가
점유율	40%(면진점유율)	60%(면진점유율)
적용성	연속교, 장대교량, 강교, 콘크리트교	연속교, 장대교량, 강교, 콘크리트교

5.2 교량 받침배치

5.2.1 사교

구분	일반형 가동단 배치 방법	
	교축방향 고정	교축직각방향 고정
슬래브교	사각방향	교축방향
기타 교량	교축직각 방향	교축방향

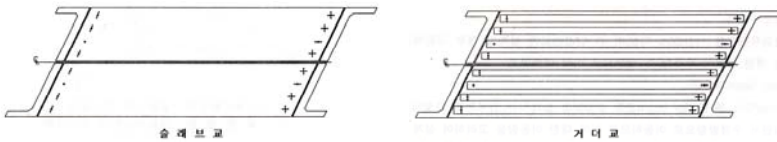
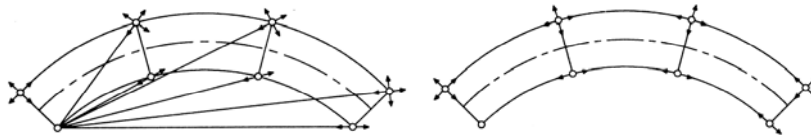


그림 5.1 사교 교량받침 배치방법

5.2.2 곡선교

현방향 배치법	접선방향 배치법
가동방향을 고정점에 대한 현방향으로 배치	가동방향을 교량의 접선방향으로 배치
곡률이 변화하거나 일정한 교량	곡률이 일정한 교량에 가장 적합
온도변화에 의한 반력 없음. 이동량이 작다	온도변화에 의한 수평반력이 상/하부구조에 영향 이에따른 부정력과 반력에 유의 (마찰력 감소를 위해 볼소수지판 사용)
신축방향이 교량 진행방향과 다르므로 신축이음의 설계에 주의	



- 신축이동방향 : 고정점과의 현방향
- 회 전 방 향 : 교량받침선에 직각방향

(a) 현방향 배치

- 신축이동방향 : 교량진행 접선방향
- 회 전 방 향 : 교량받침선에 직각방향

(b) 접선방향 배치

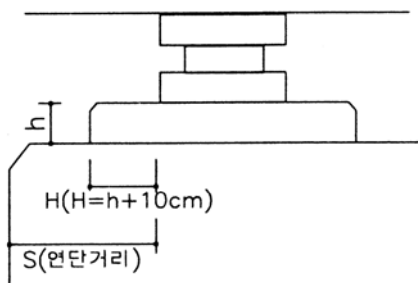
그림 5.2 곡선교 교량받침 배치방법

5.3 가동받침의 마찰계수

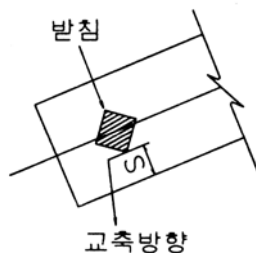
마찰기구	받침의 종류	마찰계수
회전마찰	롤러 및 로커받침	0.05
활동마찰	불소수지 받침판 받침	0.05
	고력 황동주물 받침반 받침	0.15
	주철의 선받침	0.20
	강재의 선받침	0.25

5.4 받침부 연단거리

구 분		연단거리
교축 및 교축직각방향	거더의 공간길이 100m이하	$S=20+0.5L$
	거더의 공간길이 100m이상	$S=30+0.4L$



(a) 일반받침



(b) 사교·곡선교

그림 5.3 교량받침부 연단거리

5.5 신축이음장치 형식

구분	Finger Type	Rail Type	Mono Cell Type
형상			
개요	암수 핑거사이의유격에서 수평 신축변위 수용	이동/구배 어링으로 6자유도 변위 수용	본체 고무의 변형으로 신축작용
장점	-Block Out크기가 작다 -방수/내구성 우수 -유지보수 용이	-내구/주행성/방수 우수 -신축량이 큼 -사고/국교 적용성 우수	-충격흡수 양호 -주행성 우수 -소음 차단/단순구조
단점	-장대교량 불리 -사고/국교 정밀검토 요 -핑거돌출시 주행성저하 -시공 난이도 높음	-소음 증가 -Block Out크기가 큼 -유지보수 어려움 -제품종량이 무거움	-신축량 작음 -Presetting 어려움 -교축직각방향이음새발생
신축	50~700mm	80~1200mm	20~60mm
구분	Transflex Type	NB Type	Complex Type
형상			
개요	합성고무에 강판을 내장하여 앵커볼트 고정.	상/하부에 앵커볼트가 일체화.	핑거형과 레일형장점들을 결합
장점	-주행성양호,소음 적음 -신속한 시공 및 경제적인 유지보수	-주행성양호,소음 적음 -충격흡수/흡음효과	-주행성/평탄성/소음방지 효과 -장대교량 적용 용이
단점	-신축량이 작다 -유지보수 필요	-신축량이 작다 -유지보수 필요	-시공 난이도 높음
신축	35~330mm	35~120mm	50~800mm

5.6 교량 신축량

신축 길이 (m)	강교(mm)		RC교(mm) (0.6L+10)	PSC교(mm) (0.84L+10)
	상로교 (0.72L+10)	하로교 (0.86L+10)		
20	24.4	27.2	22.0	26.8
25	28.0	31.5	25.0	31.0
30	31.6	35.8	28.0	35.2
35	35.2	40.1	31.0	39.4
40	38.8	44.4	34.0	43.6
45	424.4	48.7	37.0	47.8
50	46.0	53.0	40.0	52.0
60	53.2	61.6	46.0	60.4
70	60.4	70.2	52.0	68.8
80	67.6	78.8	58.0	77.2
90	74.8	87.4	64.0	85.6
100	82.0	96.0	70.0	94.0

* 신축길이 100m 이상은 신축장 별도 검토 필요

* 교량 신축량 산정 기준

온도, 건조수축, 크리프, 처짐, 설치·부가 여유량

제 6 장 거꾸집/동바리

6.1 작용하중

6.2 부재 제원 및 허용응력

6.3 가설재 안전률

6.4 동바리의 사용제한

6.5 하부기초 형식

6.6 작용하중 및 부재배치

6.7 거꾸집 시공오차

6.8 거꾸집 탈형시기

6.1 작용하중

6.1.1 연직하중

하 중 종 류	하중값(kN/m ²)	비 고
①철근콘크리트중량 ($\gamma_1 \times t$)	$24 \times t$	-보통콘크리트 : 24 kN/m^3 -제1종 경량콘크리트 : 20 kN/m^3 -제2종 경량콘크리트 : 17 kN/m^3
②활하중(γ_2)	2.5 [3.75]	-작업원, 장비하중 포함 -충격하중 포함 -[] : 전동식 카트장비 이용시
③거푸집무게 ($\gamma_3 \times t$)	$0.4 \times t$	0.4 kN/m^3
④설계하중	$24 \times t + 3.75 + 0.4 \times t$	-고정하중과 활하중을 합한 연직하중은 슬래브 두께와 관계없이 최소 5.0 kN/m^2 이상 -전동식카트 사용시에는 최소 6.25 kN/m^2 이상

*t = 부재높이(m)

6.1.2 측압

구분		측압	비고
기둥		$p = 7.8 \times 10^{-3} + \frac{0.78R}{T + 20} \leq 0.15 \text{ (MPa)}$ 또는 $2.4 \times 10^{-2} H \text{ (MPa)}$	-P:측압(MPa) -R:타설속도(m/h) -T:거푸집 속의 콘크리트 온도, °C
벽체	$R \leq 2 \text{ m/h}$	$p = 7.8 \times 10^{-3} + \frac{0.78R}{T + 20} \leq 0.1 \text{ (MPa)}$ 또는 $2.4 \times 10^{-2} H \text{ (MPa)}$	-H:고려하고 있는 위치보다 위에 있는 굴지 않은 콘크리트 높이, m
	$R > 2 \text{ m/h}$	$p = 7.8 \times 10^{-3} + \frac{1.18 + 0.245R}{T + 20} \leq 0.1 \text{ (MPa)}$ 또는 $2.4 \times 10^{-2} H \text{ (MPa)}$	

6.2 부재 제원 및 허용응력

6.2.1 합판

종류		E (MPa)	허용휨응력 (MPa)	I (mm ⁴)	Z (mm ³)
12mm (5층)	섬유방향	7,000	24	1,440	240
	섬유직각방향	2,000	12		
15mm (5층이상)	섬유방향	6,500	24	2,810	375
	섬유직각방향	2,500	12		
18mm (7층이상)	섬유방향	6,000	24	4,860	540
	섬유직각방향	3,000	12		

6.2.2 각재

종류		A(mm ²)	I(mm ⁴)	Z(mm ³)
정사각형	45x45	2,025	341,700	15,190
	84x84	7,056	4,148,900	98,780
	90x90	8,100	5,467,500	12,150
	105x105	11,025	10,129,200	19,294
직사각형	30x50	1,500	312,500	12,500
	40x50	2,000	416,700	16,670
	45x60	2,700	810,000	27,000
	45x90	4,050	2,733,800	60,750
	60x90	5,400	3,645,000	81,000
	60x105	6,300	5,788,100	110,250
	75x180	13,500	36,450,000	405,000
	90x170	15,300	36,847,500	433,500

6.2.3 목재의 허용응력

목재의 종류	섬유방향 허용응력(MPa)		
	압축	굽힘	전단
소나무(赤), 해송, 낙엽송, 농소나무, 솔송나무, 미송, 미노송	12.0	13.5	1.05
삼목, 전나무, 가문비나무, 분비나무, 미삼목, 미솔송	9.0	10.5	0.75
떡갈나무	13.5	19.5	2.10
밤나무, 졸참나무, 너도밤나무, 느티나무	10.5	15.0	1.50

6.2.4 각관

종류			E(MPa)	허용휨응력(MPa)	A(mm ²)	I(mm ⁴)	Z(mm ³)
정사각 형	50x50x2.3	STKR41	210,000	200	425.2	159,000	6,340
	60x60x2.3				517.2	283,000	9,440
직사각 형	45x75x2.3				517.2	389,000	10,400
	75x75x2.3				655.2	571,000	15,200
	75x125x2.3				885.2	1,920,000	30,600
	75x125x3.2				1,213	2,570,000	41,100

6.2.5 강관

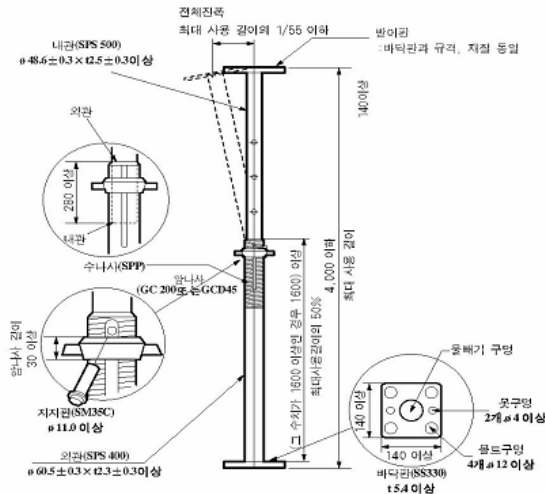
종류		탄성계수 (MPa)	허용휨응력 (MPa)	A(mm ²)	I(mm ⁴)	Z(mm ³)
Ø42.7@2.3	STK51	210,000	240	291.9	59,700	2,800
Ø48.6@2.3				334.5	89,900	3,700
Ø48.6@2.5				362.1	96,500	3,970
Ø60.5@2.3				420.5	178,000	5,900

6.2.6 폼타이(Form tie)

구분	호칭	유효단면 (mm)	인장파단강도 (kN/개)	허용인장강도 (kN/개)
W 5/16	2부5리	34.3	20,000	14,000
W 3/8	3부	50.4	30,000	21,000
W 1/2	스트롱세퍼레이터	44.2	45,000	35,000
W 3/8	4부	98.5	40,000	28,000

6.2.7 Pipe Support

종 류	높 이(mm)		고정핀의 조절간격(mm)	핸들의 조정 범위(mm)	허용하중 (kN)	비고 (kN)
	최 고	최 저				
V ₁	3,300	1,800	120	125	18,000	123
V ₂	3,500	2,000	120	130	15,000	127
V ₃	3,900	2,400	120	130	12,000	136
V ₄	4,200	2,700	120	130	10,500	148



6.3 가설재 안전률

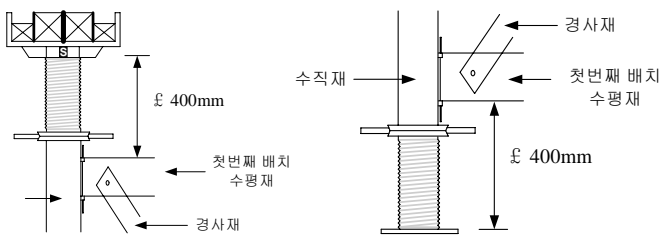
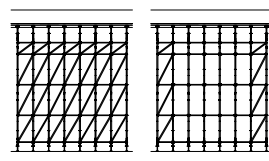
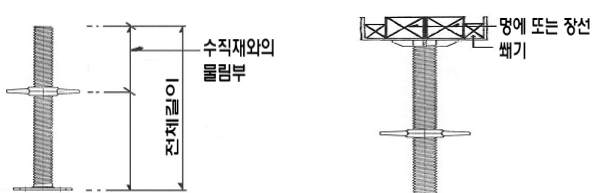
6.3.1 동바리의 안전률

받침형식		안전률	시공형태
단품 동바리		3	강제 파이프 서포트, 강관과 같이 개개품을 이용하여 지지하는 동바리
시스템 동바리	지주형식 동바리	2.5	수직재, 수평재, 가새 등의 각각의 부재를 현장에서 조립하여 거푸집을 지지하는 시스템 동바리
	보 형식 동바리	2	강제 갑판 및 철재트러스 조립보 등을 수평으로 설치하여 거푸집을 지지하는 시스템 동바리

6.3.2 거푸집용 부속품의 안전률

부속품		안전률	시공형태
거푸집 간결재		2	모든 경우
앵커	전단	2	거푸집 하중과 콘크리트 측압만을 지지할 경우
		3	거푸집 하중, 콘크리트 측압 및 활하중을 지지할 경우
	인장	2	모든 경우
폼 행거		2	모든 경우

6.4 동바리의 사용제한

구 분	조립형/강관틀 동바리
일반	<ul style="list-style-type: none"> - 조립형동바리 및 강관틀동바리의 설치높이는 10 m 이내 - 조립형 동바리 및 강관틀 동바리의 경우 15 m 이내의 공간을 갖는 교량 공사에 적용 (15m 초과시 발주처의 승인 필요) - 편경사 6%이내 (종단경사 제한은 없음) - 부등침하가 발생하지 않도록 동바리 하부에 버림콘크리트 또는 버팀목 설치
수평재	<ul style="list-style-type: none"> - 수평재 및 경사재 반드시 설치 - 수평재는 수직재 최상단 및 최하단으로부터 400 mm 이내에 첫번째 수평재 설치 
경사재	<ul style="list-style-type: none"> - 경사재의 배치간격은 동바리에 작용하는 수평하중을 고려하여 산정한다. - 교량 동바리는 모든 방향으로 경사재를 설치하여야한다. - 교량 이외의 슬래브 동바리는 종방향으로 최소한 CTC20m, 횡방향은 양단에 경사재를 설치한다. 
수직재	<ul style="list-style-type: none"> - 설치간격 : 0.9 m 이상 1.2 m 이하 - 상/하 수평재간 설치간격에 대한 수직재간 설치간격의 비는 0.5 ~ 1.0 이내
반침철물	<ul style="list-style-type: none"> - 전체길이는 600 mm 이내 - 수직재와 물림부의 겹침은 200 mm 이상 - U헤드에 설치된 멍에재의 유격이나 이탈방지를 위해 뺑기 설치 

6.5 하부기초 형식

기초 형식	검토사항
<p>받침목 콘크리트 철근</p>	<p>지반 허용지지력 및 기초 철근콘크리트에 대한 응력 검토</p>
<p>받침목 콘크리트 철근 말뚝</p>	<p>말뚝 허용지지력 및 기초 철근콘크리트에 대한 응력 검토</p>
<p>받침목 Bed Con'c 최소10cm 이상 하부지반</p>	<p>시험에 의해 치환깊이, 종류 등을 결정 하중분포 위해 받침목 필히 설치</p>
<p>받침목 Bed Con'c 최소10cm이상</p>	<p>베드콘크리트는 기초가 아니므로 하중분포를 위해 받침목 필히 설치 베드콘크리트를 타설하지 않을 경우 받침목을 설치하더라도 국부적 부등침하 검토 필요</p>

6.6 작용하중 및 부재배치

타설 두께 (m)	합판 (mm)	장선		멍에		서포트		
		최대 간격 (mm)	부재	최대 간격 (m)	부재	최대 간격 (m)	본당 하중(kN)	부재
0.50	T=12	340	목재 90x90	1.12	90x90	0.63	11,250	V2
					75x75x2.3	1.04	18,570	
					75x125x3.2	1.62	28,930	
		각관 50x50x2.3	1.09	1.09	90x90	0.65	11,300	
					75x75x2.3	1.05	18,250	
					75x125x3.2	1.63	28,330	
		각관 75x125x3.2	2.18	2.18	90x90	0.32	11,120	
					75x75x2.3	0.74	25,730	
					75x125x3.2	1.23	42,760	
0.70	T=12	320	목재 90x90	1.05	90x90	0.48	11,110	
					75x75x2.3	0.91	21,060	
					75x125x3.2	1.50	34,720	
		각관 50x50x2.3	1.02	1.02	90x90	0.50	11,240	
					75x75x2.3	0.93	20,910	
					75x125x3.2	1.52	34,180	
		각관 75x125x3.2	2.04	2.04	90x90	0.25	11,240	
					75x75x2.3	0.65	29,230	
					75x125x3.2	1.08	48,580	
0.90	T=12	300	목재 90x90	1.03	90x90	0.42	11,120	
					75x75x2.3	0.85	19,860	
					75x125x3.2	1.40	37,070	
		각관 50x50x2.3	0.99	0.99	90x90	0.44	11,190	
					75x75x2.3	0.97	24,680	
					75x125x3.2	1.48	37,670	
		각관 75x125x3.2	2.00	2.00	90x90	—	—	
					75x75x2.3	0.68	34,960	
					75x125x3.2	1.13	58,100	
1.20	T=12	280	목재 90x90	0.98	90x90	0.35	11,320	
					75x75x2.3	0.86	27,830	
					75x125x3.2	1.39	44,990	
		각관 50x50x2.3	0.95	0.95	90x90	0.60	18,820	
					75x75x2.3	0.88	27,610	
					75x125x3.2	1.41	44,240	
		각관 75x125x3.2	1.91	1.91	90x90	—	—	
					75x75x2.3	0.62	39,110	
					75x125x3.2	1.02	64,340	

6.7 거푸집 시공오차

6.7.1 거푸집 변형기준

표면의 등급	상대변형	절대변형	비고
A급	$l_n/360$	3 mm	상대변형과 절대변형 중 작은값 이하가 되어야 함
B급	$l_n/270$	6 mm	
C급	$l_n/180$	13 mm	

6.7.2 시공 허용오차

구분		허용오차
수직 오차	높이 30m이하	-선, 면, 모서리 : 25mm 이하 -노출된 기둥의 모서리, 조절줄논의 흠 : 13mm 이하
	높이 30m이하	-선, 면, 모서리 : 높이의 1/1000 이하, 최대 150mm이하 -노출된 기둥의 모서리, 조절줄논의 흠 : 높이의 1/2000 이하, 최대 75mm 이하
수평 오차		-부재(슬래브, 보, 모서리) : 25mm 이하 -슬래브에 300mm 이하인 개구부의 중심선 또는 300mm 이상인 개구부의 외곽선 : 13mm 이하 -슬래브에서 쇠틱자름(sawcuts)이나 줄눈, 그리고 매설물로 인해 악화된 면 : 19mm 이하
표고 오차	슬래브 상부면	-지반면에 접한 슬래브 : 19mm 이하 -동바리를 제거하지 않은 기준층 슬래브 : 19mm 이하
	기타	-동바리를 제거하지 않은 부재 : 19mm 이하
단면치수허용오차		-인방보, 창대, 파라펫, 수평 흠 그리고 현저히 눈에 띄는 선 : 13mm 이하 -단면치수가 300mm 미만 : +9mm, -6mm -단면치수가 300~900mm : +13mm, -9mm -단면치수가 900mm 초과 : +25mm, -19mm

구분		허용오차
상대 오차	계단	-계단의 높이 : 3mm 이하 -계단의 넓이 : 6mm 이하
	흠	-폭이 50mm 이하인 경우 : 3mm -폭이 50~300mm 이하인 경우 : 6mm
	거푸집 면 또는 선 기울기 (3m당)	-노출된 기둥의 모서리 수직선, 노출 콘크리트에 있는 조절 줄눈의 흠 : 6mm -기타의 경우 : 9mm
	거푸집 어긋남	-A급 : 3mm -B급 : 6mm -C급 : 13mm
개구부		-개구부의 크기 : +25mm, -6mm -개구부의 중심선 위치 : ± 3 mm

※ 용어의 정리

- 거푸집 : 타설된 콘크리트가 설계된 형상과 치수를 유지하며 콘크리트가 소정의 강도에 도달하기까지 양생 및 지지하는 구조물
- 거푸집 널: 거푸집의 일부로써 콘크리트에 직접 접하는 목재나 금속 등의 판류
- 멍에 : 장선과 직각방향으로 설치하여 장선을 지지하며 거푸집 긴결재나 동바리로 하중을 전달하는 부재
- 장선 : 거푸집널을 지지하여 멍에로 하중을 전달하는 부재
- 거푸집 긴결재(Form Tie) : 기둥이나 벽체거푸집과 같이 마주보는 거푸집에서 거푸집널을 일정한 간격으로 유지시켜 주는 동시에 콘크리트 측압을 최종적으로 지지하는 역할을 하는 인장부재로 매립형과 관통형으로 구분
- 동바리 : 타설된 콘크리트가 소정의 강도를 얻기까지 고정하중 및 시공하중 등을 지지하기 위하여 설치하는 부재

6.8 거푸집 탈형시기

6.8.1 콘크리트의 압축강도 시험을 하는 경우

부 재	콘크리트의 압축강도
기초, 보, 기둥, 벽 등의 측면	5MPa 이상
슬래브 및 보의 밑면, 아치 내면	설계기준 강도의 2/3 이상 다만, 14MPa 이상

6.8.2 콘크리트의 압축강도를 시험하지 않을 경우(기초, 보, 기둥 및 벽의 측면)

구 분	조강포틀랜드 시멘트	보통포틀랜드 시멘트 고로슬래그 시멘트(특급) 포틀랜드포졸란 시멘트(A종) 플라이애시시멘트(A종)	고로슬래그 시멘트 포틀랜드포졸란 시멘트(A종) 플라이애시 시멘트(A종)
20℃ 이상	2일	4일	5일
20℃ 미만 10℃ 이상	3일	6일	8일

6.8.3 기타사항

- (1) 강도의 확인은 현장에서 양생한 표준공시체 혹은 타설된 콘크리트의 압축강도 시험으로 확인한다.
- (2) 연속 또는 강성구조교의 타설된 경간을 지지하는 동바리는 인접하여 타설될 경간에서 동바리가 해체되는 경간의 1/2 이상 길이에 대한 콘크리트 타설 후, 소정의 강도에 도달한 후에 해체하여야 한다. 다만, 교량 바닥판의 동바리와 공사감독자의 승인을 받은 경우에는 예외로 할 수 있다.
- (3) 아치교의 동바리는 아치가 서서히 균일하게 하중을 받을 수 있도록 상단부분부터 시작하여 단부로 균일하게 점진적으로 제거하여야 한다.

참 고 문 헌

1.	한국콘크리트학회, 콘크리트 구조설계기준 해설(2007)
2.	대한토목학회, 도로교 설계기준(2005)
3.	한국건설기술협회, 가설공사 표준시방서(2006)
4.	한국도로교통협회, 고속도로건설공사 교량설계기준(2001)
5.	건설교통부, 도로설계편람(2000)
6.	한국도로공사, 도로설계요령(2001)
7.	한국강구조학회, 강도로교 상세부설계지침(2006)
8.	도서출판 골드, 교량 용접기준
9.	도서출판 과학기술, 강구조물 용접 시방서
10.	대한토목학회, 철도설계기준(2004)
11.	대한토목학회, 철도설계편람(2004)

롯데건설(주) 기술연구원

편 집 인
Edited by

기술연구원	연구원장	고주환 : JHKO@lottenc.com
	연구팀장	이주호 : joo7777@lottenc.com
	책임연구원	전성용 : syjeon@lottenc.com
		이석진 : stjiny@lottenc.com
		김정관 : kwan@lottenc.com
		도남영 : nydho@lottenc.com
		양희정 : hjyang@lottenc.com
		오종원 : jwoh28@lottenc.com
	선임연구원	우승민 : laputa@lottenc.com
		유현식 : yux2hnsk@lottenc.com
		김봉찬 : roseat@lottenc.com
		전교영 : michaeljky@lottenc.com
		최성록 : shoma@lottenc.com
	연구원	이준호 : andrew77@lottenc.com
		김길수 : spellsinger@lottenc.com
		현규환 : jus1030@lottenc.com
		주형진 : joohj@lottenc.com
		성범규 : bejewel@lottenc.com
		신동현 : ailujo@lottenc.com

롯데건설(주) 기술연구원

서울특별시 용산구 원효로 1 가 104

Tel.(02)3483-7800 Fax.(02)3483-7899

www.lotteconst.re.kr



서울특별시 용산구 원효로 1가 104

www.lotteconst.re.kr