

KR C-09030

Rev.0, 5. December 2012

강교 및 강합성교

2012. 12. 5



한국철도시설공단

경 과 조 치

이 “철도설계지침 및 편람” 이전에 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여는 발주기관의 장이 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 우리공단 “철도설계지침 및 편람”을 그대로 사용할 수 있습니다.

일 러 두 기

- 사용자의 이용 편의를 위하여 책 단위로 구성된 “철도설계지침” 및 “편람”을 국제적인 방식에 맞게 체계를 코드별로 변경하였습니다.
또한, 코드에 대한 해설 및 목차역할을 하는 KR CODE 2012, 각 코드별로 기준 변경사항을 파악할 수 있도록 Review Chart 및 Record History를 제정하였습니다.
- 이번 개정된 “철도설계지침 및 편람”은 개정 소요가 발생할 때마다 각 항목별로 수정되어 공단 EPMS, CPMS에 게시될 것이니 설계적용 시 최신판을 확인 바랍니다.
- “철도설계지침 및 편람”에서 지침에 해당하는 본문은 설계 시 준수해야 하는 부분이고, 해설(이전 편람) 부분은 설계용역 업무수행의 편의를 제공하기 위해 작성한 참고용 기술도서입니다. 여기서, 제목 부분의 편람은 각 코드에서의 해설을 총칭한 것입니다.

목 차

1. 용어의 정의	1
2. 일반사항	2
2.1 기호	2
3. 피로 및 하중조합	2
3.1 피로	2
3.2 하중조합	3
4. 구조용 강재 및 용접부의 허용응력	3
4.1 기본허용응력	3
4.2 좌굴허용응력	5
4.3 좌굴길이의 산정방법	10
4.4 전체 좌굴의 검토	17
6. 볼트 및 핀의 허용응력	19
6.1 일반사항	19
6.2 볼트의 기본허용응력	21
6.3 핀의 기본허용응력	22
7. 받침의 허용응력	22
RECORD HISTORY	23

1. 용어의 정의

- (1) 강축 : 부재의 단면상에서 휨에 대하여 강한 축
- (2) 고정하중 합성 : 현장타설 바닥판의 중량을 합성 작용의 상태에서 받도록 하는 방법
- (3) 교량거더 간격 : 주거더 중심 사이의 거리
- (4) 그루브용접 : 용접되는 모재사이에 용착금속을 채워 넣는 용접
- (5) 니브레이스 : 수평재와 수직재가 만드는 우각부를 보강하기 위해 설치하는 사재. 귀잡이라고도 함
- (6) 맞대기 이음 : 둘 이상의 모재의 단과 단을 거의 동일한 평면 내에서 맞붙여서 접합하는 이음
- (7) 모재 : 절단, 용접 등에 의해 가공되는 구조의 본체가 되는 재료
- (8) 목두께 : 필릿용접의 유효단면두께
- (9) 바닥판의 유효폭 : 합성단면으로서 계산할 수 있는 바닥판의 폭
- (10) 붕괴유발부재 : 해당부재의 파괴가 교량의 붕괴를 초래하거나 교량의 설계기능을 발휘할 수 없도록 하는 인장부재, 인장압축 교번부재 또는 강교의 인장요소
- (11) 비드 : 1회의 패스에 의해 만들어진 용접금속
- (12) 상세범주 : 피로 분석 시 허용피로응력 범위 결정의 기준이 되는 연결부의 등급
- (13) 세장비 : 부재의 좌굴길이를 부재의 단면이차반경으로 나눈 값
- (14) 스캘럽 : 용접선의 교차를 피하기 위하여 한쪽의 부재에 설치한 홈
- (15) 스테르드 : 강재 주거더와 콘크리트 슬래브와의 전단연결재로서 머리부와 줄기로 이루어짐
- (16) 스테르드용접 : 볼트, 환봉 등의 선단과 모재사이에 아크를 발생시켜 용융풀에 눌러 붙이는 용접
- (17) 약축 : 부재의 단면상에서 휨에 대하여 약한 축.
- (18) 용접부 : 용착금속 및 열영향부를 포함한 부분의 총칭
- (19) 전단연결재 : 바닥판과 강거더가 합성 작용하도록 강거더에 붙인 것
- (20) 트리스 : 여러 개의 직선부재로 구성된 골조구조로서, 구조역학적 부재끼리 결합하는 점(격점)은 부재 양끝이 자유롭게 회전하도록 결합되어 있는 구조
- (21) 플레이트거더 : 상·하부플랜지와 복부판으로 구성된 I-단면 형상의 거더로서 압연 I형강과 용접 I형 플레이트거더가 주로 사용되며, 박판으로 이루어진 π 형 단면 및 박스형 단면의 거더도 넓은 의미로 이에 포함됨
- (22) 필릿용접 : 겹친 이음, T 이음, +자이음, 각이음 등에 있어서 교차하는 두 모재의 우각부를 용접하는 삼각형상의 단면을 갖는 용접
- (23) 활하중 합성 : 강거더의 자중 및 바닥판의 중량은 강거더가 받고 활하중 및 일부의 고정하중을 합성작용의 상태에서 받도록 하는 방법



2. 일반사항

강교 및 강합성교에서 부재 각 부분은 이 장에 규정된 허용응력을 초과해서는 안 된다. 피로의 영향에 관해서는 고정하중, 활하중, 충격 및 원심하중만을 고려해서 「3항 허용피로하중」에 의해 검토해야 한다.

주하중, 부하중 및 그 밖의 하중의 조합은 「KR C-08020 9. 강도설계법에 따른 하중조합」의 하중조합을 따른다. 이 경우의 허용응력은 이 장 「3항, 5항, 6항」에 이 설계기준 「KR C-08020 하중」<표 12>에서 제시하는 증가계수를 곱한 수치를 적용한다.

2.1 기호

b = 플랜지의 폭(mm)

b^* = 박스형단면 및 U형 단면의 경우 복부판 중심간격, 하로플레이트거더의 경우 주거더 중심간격(mm)

f_R = 응력범위(MPa)

f_R^c = 용접루트부에서 용입되지 않은 것을 가정할 때 <표 8> 허용피로응력범위의 상세 범주 C에 해당하는 허용응력범위(MPa)

f_{Rfat} = 허용피로응력범위(MPa)

L = 부재 지간(m)

l = 부재의 좌굴길이, 플랜지의 고정점간 거리(mm)

$\left(\frac{l}{r}\right)$ = 세장비

$\left(\frac{l}{r}\right)_e$ = 등가세장비

N = 응력반복횟수

R = 용접에서의 반경(mm)

r = 고려하는 축에 대한 종단면의 단면2차반지름(mm)

α = 플랜지의 두께(t_f)와 복부판 두께(t_w)의 비

β = 복부판 높이(h)와 플랜지폭(b)의 비

η = 기둥의 유효좌굴길이 계산 시 곱하는 계수($\eta=l/H$)

3. 피로 및 하중조합

3.1 피로

피로의 영향에 관해서는 고정하중, 활하중, 충격 및 원심하중만을 고려해서 본 장 4항 허용피로응력 및 「KR C-08030 피로」에 의해 검토해야 한다.

3.2 하중조합

주하중, 부하중 및 그 밖의 하중의 조합은 본 지침 「KR C-08020 8.3 하중조합 및 허용응력 증가계수」의 규정을 따른다. 이 경우의 허용응력은 「4.1 (4)항」, 「5항」, 「6항」에 규정하는 허용응력에 「KR C-08030」에서 제시하는 증가계수를 곱한 수치로 한다.

4. 구조용 강재 및 용접부의 허용응력

4.1 기본허용응력

- (1) 구조용 강재 및 용접부에 대한 기본허용응력은 <표 1>에 제시한 값으로 한다.
- (2) 작용하는 하중과 그 결과 발생하는 상태변화의 종류에 따라서 각각 강재의 강도를 정하고, 허용응력 또한 이에 따라 정해져야 한다. 본 항에서는 인장, 압축, 전단, 및 지압의 각 응력에 대해 항복에 대한 안전성을 고려하여 구조용 강재와 용접부의 기본허용응력을 정했다. 따라서 압축부재의 좌굴에 대한 안전성을 고려하는 경우에는 각각 좌굴 및 피로 허용응력을 따로 규정하고 있다.
- (3) 구조용 강재
 - ① 본 편람에서는 각 강재의 항복점에 대한 안전율을 1.67로 하여 인장 및 압축에 대한 기본허용응력을 정하였다.
 - ② 교량부재에서 용접구조의 경우 용접 잔류응력의 영향으로 탄성한계가 저하되는 것을 피할 수는 없지만 본 규정의 허용응력은 항복점에 비해 상당히 낮고, 탄성한계를 초과해도 재 재하시에는 전에 작용했던 응력까지는 선형성을 유지하는 경향이 있기 때문에 잔류변형의 누적에 대한 문제는 없다고 생각된다.
 - ③ 허용전단응력은 허용인장응력의 $1/\sqrt{3}$ 로 했다. 다만 이것은 항복에 대한 검토에 이용하는 것이므로 좌굴에 대해서는 이 기본허용응력을 적용하면 안된다.
 - ④ 지압응력에 대해서는 보강재의 하단, 핀, 롤러와 같은 금속 접촉부의 마멸변형이 적지 않음을 감안해서 허용응력을 정하였다.
- (4) 용접부
 - ① 필렛용접의 목두께에 관한 인장, 압축 및 전단은 동일한 강도가 아니지만 실용상의 편리함과 안전측을 고려해서 동일한 값으로 규정했다.
 - ② 현장용접의 경우 용접부의 허용응력은 작업 신뢰도의 저하를 감안해서 공장용접의 90%로 규정했다. 다만, <표 1>의 주) ③에 제시한 것처럼 주요부재에 관해서는 방사선 검사, 또는 초음파 탐상검사에 의해 품질이 보장될 경우에 한한다. 2차 부재의 현장용접의 경우 홈용접 및 필렛용접에 대해서는 이 검사들을 꼭 해야 된다는 조항은 없으나 자격을 갖춘 용접공이 시공하여야 한다.



- ③ 상기의 허용응력은 정적인 강도에 의한 것이고, 피로의 영향을 받는 부재를 현장용접을 하는 경우는 별도로 검토한 뒤에 허용응력을 정해야 한다. 공장용접과 동등 이상의 시공관리가 보장되는 경우 또는 현장과 유사한 시공조건에서 시공시험을 하여 공장용접과 동등의 품질이 확인된 경우는 허용응력을 낮추지 않아도 된다.

표 1. 강재 및 용접부의 허용응력(단위 : MPa)

응력의 종류, 판두께				강 종	SS400 SM400 SMA400	SM490	SM490Y SM520 SMA490	SM570 SMA570	비고
구조용강재	인장응력 (순단면적 기준)	축방향응력	40 이하	140	190	215	270	①	
			40 초과 75 이하	130	175	200	260		
			75 초과 100 이하			195	250		
		휨응력	40 이하	140	190	215	270		
			40 초과 75 이하	130	175	200	260		
			75 초과 100 이하			195	250		
	압축응력 (총단면적 기준)	축방향응력	40 이하	140	190	215	270		
			40 초과 75 이하	130	175	200	260		
			75 초과 100 이하			195	250		
		휨응력	40 이하	140	190	215	270		
			40 초과 75 이하	130	175	200	260		
			75 초과 100 이하			195	250		
	전단응력	총단면적 기준	40 이하	80	105	120	155	②	
			40 초과 75 이하	75	100	115	145		
			75 초과 100 이하			110	145		
	지압응력	강판과 강판	40 이하	210	285	320	405	③	
			40 초과 75 이하	195	265	300	385		
			75 초과 100 이하			295	380		
용접부	공구용접	그루브용접	인장응력	40 이하	140	190	215	270	④
				40 초과 75 이하	130	175	200	260	
				75 초과 100 이하			195	250	
			압축응력	40 이하	140	190	210	270	
				40 초과 75 이하	130	175	200	260	
				75 초과 100 이하			195	250	
		전단응력	40 이하	80	105	120	155	⑤	
			40 초과 75 이하	75	100	115	145		
			75 초과 100 이하			110	145		
	필릿용접	비드방향의 인장, 압축응력	40 이하	140	190	215	270	⑥	
			40 초과 75 이하	130	175	200	260		
			75 초과 100 이하			195	250		
		목두께에 대한 인장, 압축, 전단응력	40 이하	80	105	120	155	⑦	
			40 초과 75 이하	75	100	115	145		
			75 초과 100 이하			110	135		
현장용접		공장용접에 준하는 품질을 얻을 수 없는 경우에는 상기의 90%로 한다.							⑧

표 1. 강재 및 용접부의 허용응력(단위 : MPa)(계속)

강 중 응력의 종류, 판두께(mm)				SM490C -TMC	SM520C -TMC	HSB 500	HSB 600 SM570- TMC	비 고	
구 조 용 강 재	인장응력 (순단면적 기준)	축방향응력	100 이하	190	215	230	270	①	
		휨응력	100 이하	190	215	230	270		
	압축응력 (총단면적 기준)	축방향응력	100 이하	190	215	230	270		
		휨응력	100 이하	190	215	230	270		
	전단응력	총단면적 기준	100 이하	105	120	130	155	②	
	지압응력	강판과 강판	100 이하	285	320	345	405	③	
용 접 부	공 장 용 접	그루브용접	인장응력	100 이하	190	215	230	④	
			압축응력	100 이하	190	210	230		270
			전단응력	100 이하	105	120	130	155	⑤
	필릿용접	비드방향의 인장,압축응력	100 이하	190	215	230	270	⑥	
			목두께에 대한 인장, 압축, 전단응력	100 이하	105	120	130	155	⑦
	현장용접		공장용접에 준하는 품질을 얻을 수 없는 경우에는 상기의 90%로 한다.						⑧

- 주) ① 강도가 다른 강종을 연결하는 경우, 용접부의 허용응력은 강도가 낮은 강종의 값을 따른다.
- ② 비고①에 있어서의 부재의 순단면적은 충단면적에서 볼트구멍에 의해서 손실된 단면적을 제외한 것을 말한다.
- ③ 비고④ 및 ⑧에 있어서 맞대기 용접의 경우, 주요 부재에 관해서는 방사선 검사 또는 초음파 탐사검사를 시행해야 한다. 방사선 검사의 합격 기준은 KS B0845(강 용접부의 방사선 시험방법 및 투과사진의 등급분류방법)에 따라서 인장이음은 2류 이상, 압축이음은 3류 이상으로 하고 KS B0896(강 용접부의 초음파 탐사시험방법 및 시험결과의 등급 분류방법)에서는 2류 이상으로 해야 한다.
- ④ 비고⑧에 있어서 용접선 방향의 인장, 압축의 경우는 100%로 하여야 한다.

4.2 좌굴허용응력

좌굴허용응력은 <표 2>에 제시한 값으로 한다.



표 2. 강재의 허용좌굴응력(단위 : MPa)

(a) 축방향 압축응력(충단면적 기준)

강 종 판두께 (mm)	SS400 SM400 SMA400	SM490	SM490Y SM520 SMA490	SM570 SMA570
40 이하	$0 < \frac{l}{r} \leq 9$ 140	$0 < \frac{l}{r} \leq 8$ 190	$0 < \frac{l}{r} \leq 7.5$ 215	$0 < \frac{l}{r} \leq 7$ 270
	$9 < \frac{l}{r} \leq 130$ $140 - 0.80(\frac{l}{r} - 9)$	$8 < \frac{l}{r} \leq 110$ $190 - 1.26(\frac{l}{r} - 8)$	$7.5 < \frac{l}{r} \leq 105$ $215 - 1.51(\frac{l}{r} - 7.5)$	$7 < \frac{l}{r} \leq 95$ $270 - 2.14(\frac{l}{r} - 7)$
	$\frac{l}{r} > 130$ $740,000 / (\frac{l}{r})^2$	$\frac{l}{r} > 110$ $740,000 / (\frac{l}{r})^2$	$\frac{l}{r} > 105$ $740,000 / (\frac{l}{r})^2$	$\frac{l}{r} > 95$ $740,000 / (\frac{l}{r})^2$
40 초과 75 이하			$0 < \frac{l}{r} \leq 7.5$ 200	$0 < \frac{l}{r} \leq 7$ 260
	$0 < \frac{l}{r} \leq 10$ 130	$0 < \frac{l}{r} \leq 8$ 175	$7.5 < \frac{l}{r} \leq 110$ $200 - 1.36(\frac{l}{r} - 7.5)$	$7 < \frac{l}{r} \leq 95$ $260 - 2.04(\frac{l}{r} - 7)$
	$10 < \frac{l}{r} \leq 135$ $130 - 0.72(\frac{l}{r} - 10)$	$8 < \frac{l}{r} \leq 115$ $175 - 1.12(\frac{l}{r} - 8)$	$\frac{l}{r} > 110$ $730,000 / (\frac{l}{r})^2$	$\frac{l}{r} > 95$ $730,000 / (\frac{l}{r})^2$
75 초과 100 이하			$0 < \frac{l}{r} \leq 8$ 195	$0 < \frac{l}{r} \leq 7$ 250
	$\frac{l}{r} > 135$ $730,000 / (\frac{l}{r})^2$	$\frac{l}{r} > 115$ $730,000 / (\frac{l}{r})^2$	$8 < \frac{l}{r} \leq 110$ $195 - 1.32(\frac{l}{r} - 8)$	$7 < \frac{l}{r} \leq 95$ $250 - 1.92(\frac{l}{r} - 7)$
			$\frac{l}{r} > 110$ $730,000 / (\frac{l}{r})^2$	$\frac{l}{r} > 95$ $730,000 / (\frac{l}{r})^2$

(a) 축방향 압축응력(충단면적 기준)(계속)

강 종 판두께 (mm)	SM490C-TMC	SM520C-TMC	HSB500	HSB600 SM570-TMC
100 이하	$0 < \frac{l}{r} \leq 8$ 190 $8 < \frac{l}{r} \leq 115$ $190 - 1.26(\frac{l}{r} - 8)$ $\frac{l}{r} > 115$ $730,000 / (\frac{l}{r})^2$	$0 < \frac{l}{r} \leq 7.5$ 215 $7.5 < \frac{l}{r} \leq 110$ $215 - 1.51(\frac{l}{r} - 7.5)$ $\frac{l}{r} > 110$ $730,000 / (\frac{l}{r})^2$	$0 < \frac{l}{r} \leq 7$ 230 $7 < \frac{l}{r} \leq 100$ $230 - 1.69(\frac{l}{r} - 7)$ $\frac{l}{r} > 100$ $730,000 / (\frac{l}{r})^2$	$0 < \frac{l}{r} \leq 7$ 270 $7 < \frac{l}{r} \leq 95$ $270 - 2.15(\frac{l}{r} - 7)$ $\frac{l}{r} > 95$ $730,000 / (\frac{l}{r})^2$

(b) 휨 압축응력(충단면적 기준)

강 종 휨 축	SS400 SM400 SMA400	SM490 SM490C-TMC	SM 490Y SM 520 SMA 490 SM520C-TMC	SM 570 SMA 570 SM570-TMC	HSB500	HSB600
강축에 대한 휨	<p>(1) 강축에 대한 휨 표(a)의 세장비(l/r) 대신에 다음 식으로 표시한 등가세장비($(l/r)_e$)를 사용.</p> $(\frac{l}{r})_e = F \frac{l}{b^*}$ <p>여기서, I형단면의 경우 $F = \sqrt{12 + 2\beta/\alpha}$ 박스거더단면의 경우 $\beta < \beta_0 : F = 0$ $\beta_0 \leq \beta < 1 : F = \frac{1.05(\beta - \beta_0)}{1 - \beta_0} \sqrt{3\alpha + 1} \sqrt{b/l}$ $1 \leq \beta < 2 : F = 0.74 \sqrt{(3\alpha + \beta)(\beta + 1)} \sqrt{b/l}$ $2 \leq \beta : F = 1.28 \sqrt{3\alpha + \beta} \sqrt{b/l}$ $\beta_0 = \frac{14 + 12\alpha}{5 + 21\alpha}$ U형단면의 경우 $F = 1.1 \sqrt{12 + 2\beta/\alpha}$ </p>					
약축에 대한 휨	140	190	215	270	230	270

- 주) ① 표(a)의 l 은 부재의 좌굴길이(mm), r 은 고려하는 축에 대한 충단면의 단면 2차 반지름(mm)을 나타낸다. 또한 l 은 <표 3>의 값을 따른다.
- ② 표(b)의 l 은 플랜지의 고정점간거리(mm), b 는 플랜지의 폭(mm)을 나타낸다. 다만, *표시의 b 는 박스거더단면 및 U형단면의 경우 복부판 중심 간격(mm)을, 하로 플레이트거더의 경우 주거더 중심간격(mm)을 나타낸다. α 는 플랜지의 두께(t_f)와 복부판 두께(t_w)의 비(t_f/t_w), β 는 복부판 높이(h)와 플랜지폭(b)의 비(h/b)이다.



4.2.1 허용축방향 압축응력

- (1) 지금까지 강구조물에서 압축강도의 실용공식으로서 사용되는 여러 가지 식이 있지만, 이 공식들은 압축재의 세장비가 어느 한도 이상이면 그 압축강도가 Euler의 좌굴공식에 의해 주어지는 탄성좌굴에 지배되어 좌굴강도가 강재의 탄성계수와 부재의 세장비에만 관계되고 그외의 기계적 성질과는 무관하다고 알려져 있다. 따라서 이 편람에서도 그 영역에서의 허용응력은 강재의 종류에 따라 차이를 두지 않는 것으로 했다. 이 영역에 있어서의 안전율은 세장비가 작은 경우보다도 큰 값을 취할 필요가 있다. 이것은 세장비가 큰 쪽이 하중의 편심에 의한 영향이 크고 자중이나 풍하중이 작용하는 경우에는 그에 따른 응력과 변형이 더욱 불리하게 작용할 뿐만 아니라 하중에 의해서 부재에 불리한 진동이 생기기 쉬운 불리한 조건이 있기 때문이다.
- (2) 부재의 세장비가 상기의 한도보다 작은 경우에는 좌굴강도는 세장비와 그 단면 내의 응력상태에 대응하는 접선 탄성계수에 의해 지배된다. 따라서 좌굴강도는 잔류응력의 크기와 분포, 응력의 증가 및 감소과정, 단면의 형상과 같은 많은 요소에 의해 좌우된다. 따라서 동일한 강종을 사용해도 그 제작방법이나 작용하는 하중의 이력에 의해서 반드시 동일한 압축강도를 갖는다고 볼 수는 없다. 특히 용접으로 인한 잔류응력의 영향을 무시할 수 없다는 것은 많은 실험결과로부터 알려진 사실이다.
- (3) 실험결과에 따르면, 세장비가 매우 작은 압축부재에서는 부재단면의 압축응력이 항복점에 도달할 때까지 좌굴이 일어나지 않는다. 이 영역에서는 다시 잔류응력의 영향을 무시할 수 있게 되고 압축강도는 항복응력에만 좌우된다. 따라서 이 영역에 있어서의 허용압축응력은 세장비에 관계없이 일정한 값을 취할 수 있다.
- (4) 일반적으로 압축응력 및 인장응력에 의한 항복응력은 같은 값을 취하지만, SM570 강재를 제외하고는 허용좌굴응력의 항복응력에 대한 안전율이 전항의 기본허용응력에 규정하는 허용인장응력의 안전율보다 크게 되어 있다. 이것은 항복 후의 거동을 보면 압축부재는 인장부재에 비해 강도가 급격히 저하되고 구조물의 붕괴에 미치는 영향이 다른 점을 고려했기 때문이다.
- (5) 기둥부재의 설계에서는 본 절에서 정한 전체좌굴 외에 압축부재를 구성하는 판요소의 국부좌굴에 대해서도 검토할 필요가 있다.
- (6) 또한, 압축이음재의 허용축방향 압축응력은 세장비가 $l/r=0$ 의 경우의 값을 따른다.

4.2.2 허용휨압축응력

- (1) 부재단면의 주축 중 한방향의 휨강성이 다른방향의 휨강성보다 큰 경우 큰 축을 강축이라 하고 다른 축을 약축이라 정의한다.
- (2) 휨을 받는 부재의 내하력은 항복에 의한 것 외에 횡좌굴에 의해 정해지는 경우가 있다. 횡좌굴 하중보다 큰 하중의 작용을 받고 있는 상태에서는 부재는 약축이 외력의 모멘트축과 평행하게 되는 방향으로 비틀림이 발생하게 된다. 이와 같은 현상에 의해서 내

- 하력이 감소되는 경우 이것을 횡좌굴이라 하고, 부재의 강축 주위에 모멘트가 작용하게 된다. 따라서 부재의 강축 주위의 휨에 대해서는 좌굴에 대해 허용응력을 정했다.
- (3) 단순지지된 2축대칭단면 부재의 경우 순수휨에 의한 횡좌굴 모멘트는 <식 (1)>로 나타낼 수 있다.

$$M_{cr} = \frac{\pi}{l} \sqrt{E \left(\frac{I_y}{1 - I_y/I_x} \right) GJ_T \left(1 + \frac{\pi^2 E C_w}{GJ_T l^2} \right)} \quad (1)$$

- (4) 여기서, I형 단면의 경우 $I_y \ll I_x$ 이므로 $1 - I_y/I_x \cong 1$ 로 하면, <식 (2)>로 나타낼 수 있다.

$$M_{cr} = \frac{\pi}{l} \sqrt{EI_y} \sqrt{GJ_T + \frac{\pi^2}{l^2} EC_w} \quad (2)$$

여기서, I_x : 강축 x 에 관한 단면2차모멘트

I_y : 약축 y 에 관한 단면2차모멘트

GJ_T : Saint-Venant의 비틀림 강성

EC_w : 뒀강성

l : 지점간 거리

이것을 응력으로 나타면 부재의 폭을 b , 부재의 높이를 h 로 하여,

$f_k = (M_{cr}/I_x)/b$ 이므로 <식 (3)>이 된다.

$$f_k = \frac{\pi^2 E}{(l/b)^2} \cdot \frac{h \sqrt{I_y}}{2b^2 I_x} \sqrt{\left(\frac{l}{\pi} \right)^2 \frac{G}{E} J_T + C_w} \quad (3)$$

<식 (3)>을 Euler좌굴식 $\pi^2 E/(l/r)_e$ 와 같다고 두면 <식 (4)>와 같다.

$$\left(\frac{l}{r} \right)_e = F \left(\frac{l}{b} \right) \quad (4)$$

여기서,

$$F^2 = \frac{2b^2 I_x}{h \sqrt{I_y \left\{ C_w + \frac{G}{E} \left(\frac{l}{\pi} \right)^2 J_T \right\}}} \quad (5)$$

- (5) 즉, 탄성영역에서의 횡좌굴은 중심압축재의 좌굴과 동등한 식으로 나타낼 수 있다. 비탄성 좌굴 영역에 있어서도 유사한 이론이 성립하는가의 여부는 현재 실험적인 뒷받침이 되어 있지 않고 소성론적으로는 접선탄성계수 G_t 및 E_t 의 값을 구하는 방법에도 문제가 있지만 실용적으로는 모든 l/b 의 범위에 걸쳐서 <식 (5)>를 횡좌굴과 중심압축재 좌굴관계식으로 사용할 수 있다.

- (6) 본 절의 I형 단면에 대한 식은 $F = \sqrt{12 + 2\beta/\alpha}$ 이다. 이 식은 <식 (5)>에 I형 단면의 수치를 대입하고, 일반적으로 단면에서는 C_w 와 비교해서 J_T 를 포함하는 항이 작기 때



문에 J_T 항을 생략하여 정리한 것이다. I형 단면에 대한 식에서 우변의 $(2\beta/\alpha)$ 항은 복부판의 영향을 고려하기 위한 항으로 $\beta/\alpha = (h/b)/(t_f/t_w)$ 이다.

- (7) 또한, 플랜지의 폭에 비해서 복부의 높이가 그다지 크지 않은 H형강과 같은 경우는 반드시 GJ_T 의 항을 무시할 수는 없는 경우가 있으므로 이 경우에 다소 오차가 크게 된다. 그러나 이 오차는 F의 값을 크게 만드는 오차이므로 허용응력을 감소시키는 결과를 가져옴으로서 안전측이 된다. 따라서 특별한 경우이외에는 본 절의 식을 사용해도 지장이 없다.
- (8) 본 지침 및 편람에서는 박스형 단면의 등가세장비는 좌굴전의 면내 변위를 고려한 <식 (1)>을 사용하여 계산한다.
- (9) 이 절에서는 비대칭 단면에 관해서는 규정하지 않았다. 이 경우에는 전단중심이 도심과 일치하지 않기 때문에 특별한 경우를 제외하고 좌굴하중 이하의 외력에서도 탄성적으로 비틀림이 생기므로 상기의 식을 어느 것도 사용할 수 없다. I형 단면 또는 박스거더 단면의 경우 연직하중 주축에 대해서는 대칭이지만 수평하중 주축에 대해서는 대칭단면이 사용되지 않는 경우가 있다. 이 경우도 엄밀하게는 상기의 식이 성립한다고는 말하기 어려우나 실용상은 b 및 t_f 의 값으로 상하의 평균치를 사용할 수 있다.
- (10) 이러한 규정은 순수휨모멘트를 받는 보에 대한 이론식으로부터 유도되었고 하중작용점의 영향은 고려되지 않았다. 그러나 연직하중이 보의 상부플랜지에 작용하는 경우에는 비틀림변형이 발생하고 이에 따른 비틀림 모멘트가 외력으로 추가되므로 위험측이 된다. 한편, 집중하중이 작용할 때에는 모멘트가 일정하지 않기 때문에 최대 휨모멘트만 고려한다면 일정한 순수휨을 받는 경우보다도 더 큰 휨모멘트를 견딜 수 있으며 이것은 안전측이 된다. 이러한 두 가지의 영향을 감안하면 I형 단면 보부재의 경우에는 안전율을 다소 크게 하는 것이 바람직하며, 여유는 10~20% 정도면 된다.
- (11) 약축 주위의 휨모멘트에 대해서는 사실상 횡좌굴이 생기는 일은 거의 없고, 항복에 대한 안전성을 확인하면 되므로, $l/b \cong 0$ 의 경우에 대한 허용압축응력을 <표 2>에 규정했다.

4.3 좌굴길이(l)의 산정방법

<표 2>의 축방향응력에 관한 식은 부재의 양단이 힌지인 압축재의 좌굴길이를 기초로 결정된 것이고, 또한 휨응력의 식에서는 등가세장비를 사용한다. 실제로 자주 사용되는 구조물의 좌굴길이 산정 방법에 대해 예시한다.

- (1) I형 상로 플레이트거더교 - 압축플랜지, 수평브레이싱, 버팀재에 대해서는 l 이 골조길이이다. 수직브레이싱에 있어서는 2개의 부재가 교차하고 있는 경우에 면외 좌굴길이(l)은 골조장으로 하고 면내좌굴길이(l)은 교점이 용접 또는 고장력볼트로 견고하게 연결되어 있으면 골조길이의 반으로 한다.

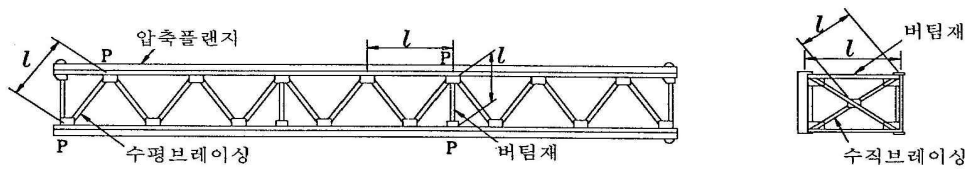


그림 1. 상로 플레이트거더교

- (2) 상로 박스거더교 - 1실박스거더의 경우에 좌굴길이(l)는 지간을 취하지만, 복선에서 좌우의 박스거더가 견고하게 연결되어 있을 때에는 그 간격을 좌굴길이(l)로 본다.

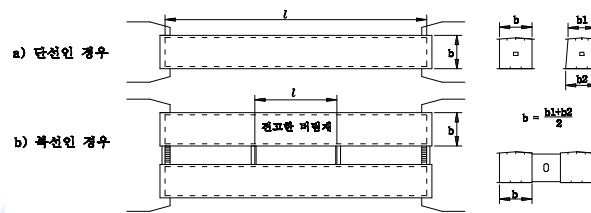


그림 2. 상로 박스거더교

- (3) 하로 플레이트거더교 - 상부플랜지의 좌굴길이(l)는 가로보 및 니브레이스의 강도와 관계가 있는데, 견고한 니브레이스가 있는 경우에는 좌굴길이(l)을 가로보 간격으로 해야 한다. 또한 강바닥판식 하로 플레이트거더의 경우에는 보통 사용되는 가로보의 간격과 강도라면 세장비가 작은 경우의 허용압축응력인 SM400의 140MPa, SM490의 190MPa, SM490Y 및 SM520의 215MPa, HSB500의 230MPa, HSB600 및 SM570의 270MPa를 사용해도 좋다. 하부수평브레이싱에 대해서는 X형으로 교차하는 2개중에서 1개만이 인장에 저항하므로, 압축재로서 좌굴길이를 고려할 필요는 없고 인장재로서 세장비의 제한이 있다. 이때의 세장비의 계산에 사용하는 부재의 길이는 세로보로부터 견고한 부재로 수평브레이싱 부재를 지지하는 경우는 수평브레이싱 면외방향에 대해서는 b_b 또는 b_p 를, 면내방향에 대해서는 a_b 또는 b_p 가 부재길이이다.(<그림 3> 참조)

세로보의 상부플랜지에 수평브레이싱이 붙어 있는 경우는 「가.」의 상로 플레이트거더 규정을 따른다. <그림 4>와 같이 중간에 버팀재와 보강재로 세로보의 전도에 저항하는 경우에는 좌굴길이(l)은 버팀재에 의해 분할되는 것으로 한다.

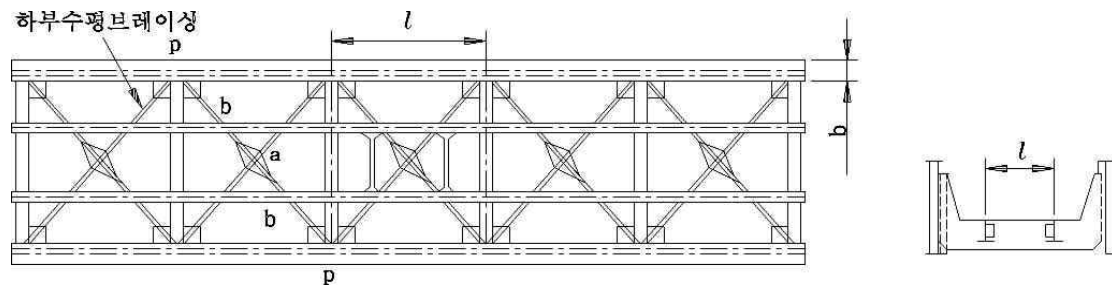


그림 3. 하로 플레이트거더교

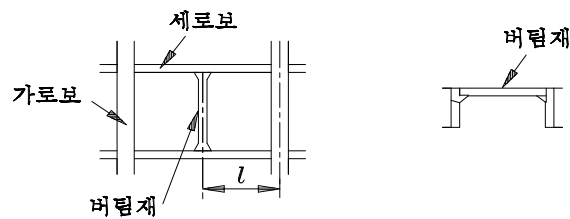


그림 4. 세로보

- (4) 하로 박스거더교 - 가로보와 니브레이스가 있는 경우에는 좌굴길이(l)을 가로보의 간격으로 하는 것이 일반적이나, 가로보의 강도가 작을 경우에는 가로보의 강도를 고려하여 좌굴길이(l)을 실제보다 길게 택할 필요가 있다. (<그림 5> 참조)

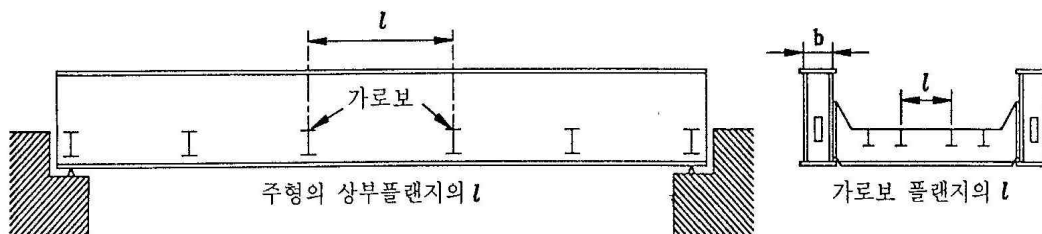


그림 5. 하로 박스거더교

- (5) 상로 연속 박스거더교 - 박스거더 단면의 단선 상로 연속교의 경우는 <그림 6>을 따라야 한다. 복선에서 단일박스거더를 병렬배치하고 양박스거더를 중간에서 견고하게 결합한 경우에는 「(2)」를 기준으로 한다. 또한 하로 플레이트거더나 I형단면의 2개 주거더를 수평브레이싱으로 연결한 경우, 주거더의 좌굴길이(l)는 「(1)」및「(2)」를 따른다.

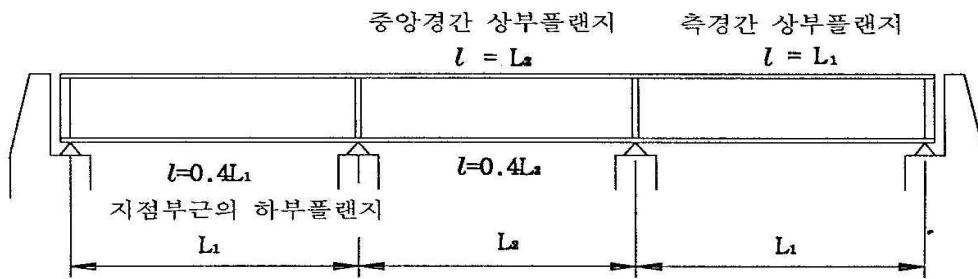


그림 6. 상로 연속 박스거더교

- (6) 상로 게르버 박스거더교 - 1실 박스거더의 경우, 좌굴길이(l)은 <그림 7>을 따른다. 다만 <그림 7.(b)>에 있어서 돌출길이 L_2 가 철도교에서는 일반적으로 작기 때문에 중앙 지간의 좌굴길이(l)에 대해서는 연속거더의 중앙 지간의 경우와 다른 $l = L_3$ 를 취하는 것으로 하여야 한다. 병렬 단선거더의 중간에서 서로 결합한 경우 및 하로 플레이트거더나 I형 단면 상로 플레이트거더의 경우에 대해서는 「(5) 항」에서 서술한 것과 동일하게 적용된다.

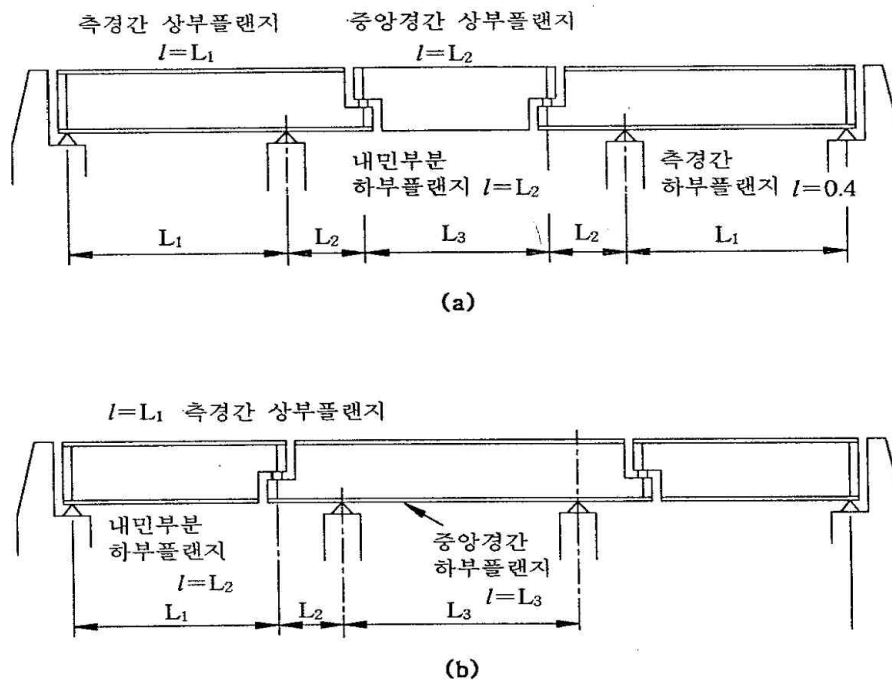


그림 7. 상로 게르버 박스거더교

- (7) 드워프 거더교 - 드워프 거더의 경우는 우선 레일 지지부 간의 주거더의 좌굴에 관해서 검토하고(<그림 8>의 l_1 과 b_1 참조), 1선로분(2주거더)의 부재의 좌굴을 검토해야 한다(<그림 8>의 l_2 와 b_2 참조).

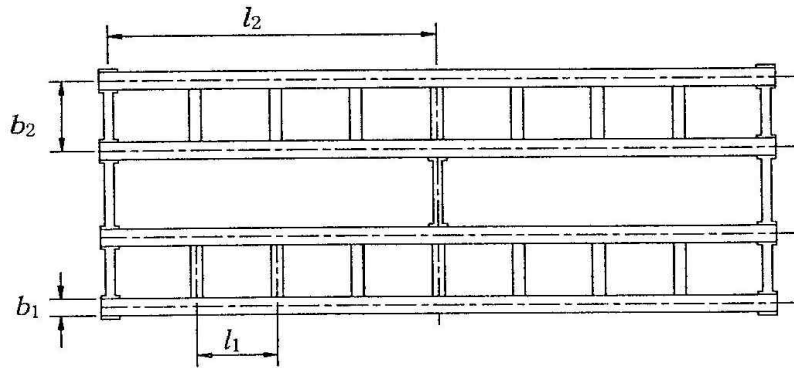


그림 8. 드워프 거더교

(8) 강바닥판의 세로리브 - 강바닥판을 보강하는 세로리브에는 휨모멘트가 첨가되는데 세로리브의 폭-두께비는 일단이 단순지지되고 타단이 자유단인 경우에 $l/r \approx 0$ 에 대한 허용압축응력을 사용해도 소정의 안전율이 유지되도록 결정되었다.

(9) 주트러스 부재 - <표 3>을 따른다.(<그림 9> 참조)

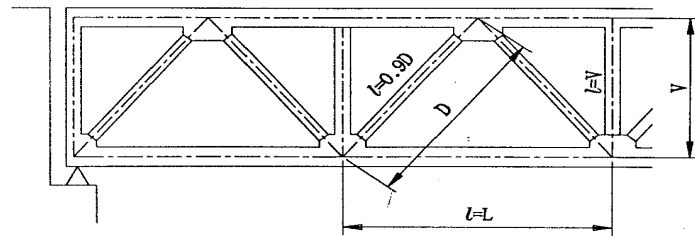


그림 9. 트러스

표 3. 부재의 좌굴길이

부재	l
트러스의 현재	골조길이
트러스의 복부재(면외)	골조길이
트러스의 복부재(면내)	골조길이의 0.9
수평브레이싱 및 수직브레이싱	골조길이

(10) 라멘 교각 - 라멘 교각에 대해서는 보와 기둥의 강성비, 지점이 고정인가 힌지인가, 또한 라멘의 보에 올려진 교량의 주거더가 라멘 구조를 어떻게 구속하는가에 의해 압축부분을 검토하기 위한 좌굴길이(l)의 산정방법이 달라진다.

라멘 구조형식은 종류가 매우 많은데 <그림 10>에 나타낸 바와 같이 박스형 단면이면 1층라멘의 보위에 교량의 주거더를 올려놓는 방식이 가장 많이 사용된다. 이러한 경우의 좌굴길이(l)를 결정하는 방법을 <표 4>에 예시한다. 또한 기둥의 좌굴길이(l)는 <표 4>의 값에 기둥길이(H)를 곱하여 구한다.

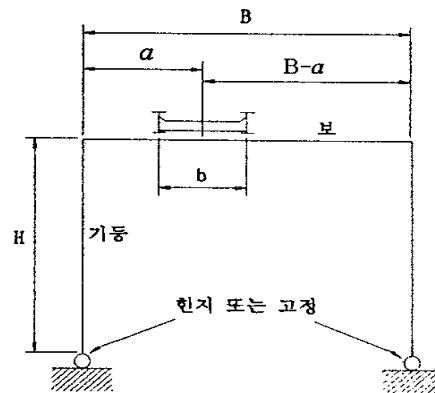


그림 10. 라멘

표 4. 라멘구조의 좌굴길이

기둥의 받침조건 부재		힌 지	고 정
보		$l = B$	$l = B$
기둥	라멘 면내	$\eta = 1.64 \sqrt{\frac{B}{B-a}}$ 단, $\eta \leq 2.32$	$\eta = 0.82 \sqrt{\frac{B}{B-a}}$ 단, $\eta \leq 1.16$
	라멘 면외	$\eta = \left(\frac{4a}{B} + 0.3 \right) \left(1 - \frac{b}{B} \right)^2 + 0.7$ 단, $\eta \geq 1$	$\eta = 2$

여기서, B, H, b, a : <그림 11> 참조

η : 기둥의 좌굴 계산시 기둥길이에 곱하는 계수, 즉 기둥의 계산좌굴

l : $\eta \times H$

<표 4>의 기둥하단이 힌지인 경우 기둥의 면외에 대한 좌굴환산계수를 도표로 나타내면 <그림 11>과 같다.

이 규정은 라멘의 보와 기둥부가 모두 박스형 단면인 경우에 적용한다. H형 단면은 좌굴내하력이 현저히 감소할 가능성이 있으므로 라멘의 보를 지지하는 교각에는 일반적으로 사용하지 않아야 한다. 만일 사용할 경우에는 별도 검토를 해야 한다.

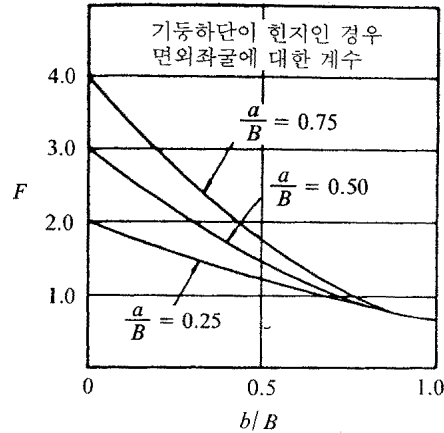


그림 11. 라멘 교각의 좌굴환산계수

(11) 다층 다경간 라멘구조 - 다경간의 라멘 구조의 경우의 유효좌굴길이는 부재강도 및 하중재하 위치에 따라 변화한다. 이 경우의 유효좌굴길이의 산정은 다음의 방법에 따른다.

- ① 단면을 가정한 골조의 최대단면력을 구한다.
- ② ①에서 구한 축력(N)에 의해 기하강성 매트릭스를 만들어 <식 (6)>의 고유치식을 풀다.

$$(K + \lambda K_G)u = 0 \quad (6)$$

여기서, K : 부재강성 매트릭스

K_G : 기하강성 매트릭스

u : 변위 벡터

λ : 하중배율

- ③ ②에서 구한 하중배율에서 임계좌굴하중(P_{cr})을 구한다.

$$P_{cr} = \lambda N \quad (7)$$

- ④ ③에서 구한 임계좌굴하중(P_{cr})에서 유효좌굴길이(l_e)를 구한다.

$$l_e = \pi \sqrt{\frac{EI_{xx}}{P_{cr}}} \quad (8)$$

여기서, I_{xx} 는 검토하는 축둘레의 단면2차모멘트이다.

또한 다음에 서술한 방법은 비교적 간편해서 안전측의 결과를 얻을 수 있는 정밀도가 좋은 방법으로 알려져 있다.

지목하는 기둥부재의 상단 및 하단에 연결하는 모든 부재에 대해서 <식 (9)>, <식 (10)> 및 <식 (12)>를 이용해서 유효좌굴길이계수(k)를 구하고 각부재의 유효좌굴길이(l_e)를 산출한다.

$$G_T = \frac{\sum I_{cT}/L_{cT}}{\sum I_{bT}/L_{bT}} \quad (9)$$

$$G_B = \frac{\sum I_{cB}/L_{cB}}{\sum I_{bB}/L_{bB}} \quad (10)$$

$$\frac{\pi^2 G_T G_B / k^2 - 36}{6(G_T + G_B)} = \frac{\pi k}{\tan(\pi/k)} \quad (11)$$

$$l_e = k l_o \quad (12)$$

여기서, l_o : 지목하고 있는 부재의 골조길이

I, L : <그림 12> 참조

다만, 고정단에 있어서는 $G=0$ 으로 한다.

또한 <식 (9)> 및 <식 (10)>의 총합기호 Σ 는 각각의 절점에 모이는 기둥부재 및 수평재에 대한 총합을 나타낸다. 또한 고정단에 있어서는 휨 강도가 무한대인 수평재가 있는 것으로 가정되므로 $G=0$ 이 된다.

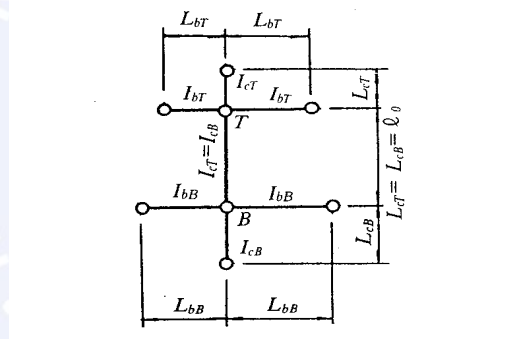


그림 12. 유효좌굴길이

(12) 아치교 - 아치교의 경우는 「KR C-09110 5항」의 규정을 따른다.

4.4 전체 좌굴의 검토

- (1) 교형의 폭은 특별히 장지간이 아닌 경우, 기능적 측면에서 결정되는 경우가 많고 장지간의 경우에는 교형 전체의 좌굴을 고려해서 폭을 넓히는 경우가 있다.
- (2) 전체 좌굴을 검토하는 경우의 좌굴길이는 일반적으로 지간을 취한다. 다만 교형단이 단순지지인 경우에는 좌굴길이를 지간보다 짧게 취할 수 있다.
- (3) 박스형 단면의 보에 관해서는 좌굴검토에서 설명한 것처럼 검토식의 일부를 변경했는데 전체 좌굴에 대해서도 동일한 식을 적용한다. 하부 및 상부 수평브레이싱을 지닌 I형 주거더 2개로 구성되는 상로 플레이트거더는 보 전체의 비틀림에 의한 전단에 대해서 수평브레이싱과 동일한 판두께를 지니고 있는 박스형 단면으로 검토한다. 판두께의 검토시에는 <식 (13)>을 이용한다.



$$t = \frac{E}{G} \frac{Sk}{d^3/2A_d} \quad (13)$$

여기서, E : 탄성계수
 G : 전단탄성계수
 A_d : 수평브레이싱 1개의 단면적
 S, λ, d : <그림 24> 참조

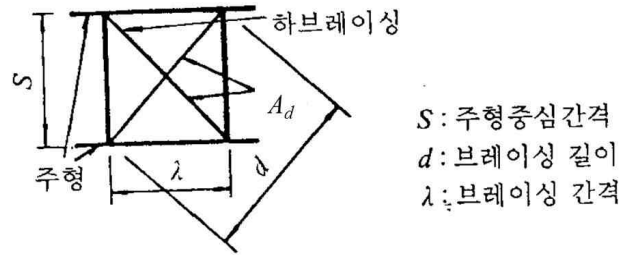


그림 13. 박스형 단면의 브레이싱

- (4) 합성보의 완성계는 일반적으로 박스형 단면인데 이 경우 일반적으로 슬래브의 폭이 넓고 면외 강도가 크기 때문에 전체 횡좌굴은 일어나지 않는다고 생각할 수 있다.
- (5) U형단면 구조는 하로 플레이트거더나 가설시의 합성보에 사용된다. 이러한 보형식에서는 니브레이스, 수평브레이싱, 수직브레이싱에 의해 고정된 I형 단면의 좌굴검토 후 「KR C-09040 2.3항」에 따라 보 전체의 좌굴을 검토해야 한다. 하로 플레이트거더의 경우 하부 수평브레이싱, 바닥틀을 전단에 대해서 등가인 박판으로 환산한 U형단면으로 검토하고, 또한 1축대칭면으로 가정하면 좌굴응력(f_{cr})은 <식 (14)>로 나타낼 수 있다.

$$f_{cr} = \frac{\pi^2 EI_y}{S_c l^2} \left(\beta_x + \sqrt{\beta_x^2 + \frac{I_w}{I_y}} \right) \quad (14)$$

여기서, I_y : y축에 대한 단면2차모멘트

I_w : 뒹상수

l : 지간길이

S_c : 압축플랜지의 단면계수

$$\beta_x = \frac{1}{2I_x} \int_A y(x^2 + y^2) dA - y_s \quad (15)$$

y_s : 도심과 전단중심간의 거리

I_x : x축에 관한 단면2차모멘트

A : 단면적

- (6) <식 (14)>에 U형단면의 간략화한 단면정수 및 이미 설계된 하로 플레이트거더의 모든

수치를 대입하고 $(l/r)_e = F(l/B)$ 로 하여 <식 (14)>를 중심 압축재의 Euler 좌굴식 $(\pi^2 E/(l/r)_e)$ 와 같다고 두면, <식 (16)>을 얻을 수 있다.

$$F \approx 1.1 \sqrt{12 + 2 \frac{\beta}{\alpha}} \quad (16)$$

- (7) 여기서, β 는 하로 플레이트거더에 대해서는 주거더의 중심간격, U형단면의 주거더에 대해서는 복부판의 중심간격, l 은 지간, β 는 복부판 높이(h)와 상부플랜지폭(b)의 비 및 α 는 복부판 두께와 플랜지 두께의 비이다.
- (8) 일반적으로 단선 하로 플레이트거더에 대해서, 지간이 40m 이내이면 면내 단면2차모멘트(I_x) 보다 교형의 면외 단면2차모멘트(I_y)가 크게 되고 횡좌굴은 생기지 않으므로 이 지간 이하의 경우에 대해서는 <식 (16)>에 의한 검토가 필요없다.
- (9) 이 지간 이상을 갖는 하로 플레이트거더 및 특수한 단면의 하로형에 관해서는 <식 (16)>에 의해서 검토해야 한다. 또 상부 플랜지에 수평브레이싱 이 없는 가설시의 U형 합성보의 경우도 같은 검토를 한다. 이때 니브레이스나 수직브레이싱에 의해 단면형상이 유지되는 것을 전제로 한다.
- (10) <식 (16)>은 1축대칭단면을 가정하여 구한 식이다. 최근의 하로 플레이트거더와 같이 보도를 주거더 내에 배치함으로써 주거더가 비대칭이 되는 경우에도 좌우의 주거더가 같은 양만큼 휘어지도록 설계하면 비틀림의 영향이 작게 되므로 <식(16)>을 그대로 사용할 수 있다.

5. 볼트 및 핀의 허용응력

5.1 일반사항

볼트의 허용력 및 허용응력은 <표 5~8>에 표시한 값으로 한다.

표 5. 마찰이음용 고장력볼트의 허용력(kN)(1볼트 1마찰면마다)

볼트의 등급 나사호칭	F8T	F10T	S10T ¹⁾	F13T	S13T ¹⁾
M20	31	39	39	50	50
M22	39	48	48	63	63
M24	45	56	56	73	73
M27	58	73	73	— ²⁾	— ²⁾
M30	71	89	89	— ²⁾	— ²⁾

주) 1) S10T, S13T : T/S 볼트의 기계적 성질에 따른 등급을 나타내는 기호

2) 볼트등급 F13T의 나사호칭 M27과 M30은 본 기준에 포함되지 않음

3) 모재의 허용지압응력으로 결정되는 허용력을 초과할 수 없음



표 6. 지압이음용 고장력볼트의 허용전단응력(단위 : MPa)

볼트의 등급	B8T	B10T	B13T
허용전단응력	150	190	245

표 7. 지압이음용 볼트를 적용한 모재의 허용지압응력(단위 : MPa)

모재 및 거세트판의강종 강재판두께(mm)	SS400 SM400 SMA400	SM490	SM490Y SM520 SMA490	SM570 SMA570
40 이하	235	315	355	450
40 초과 75 이하	215	295	335	430
75 초과 100 이하			325	420

모재 및 거세트판의강종 강재판두께(mm)	SM490C-TMC	SM520C-TMC	HSB500	HSB600 SM570-TMC
100 이하	315	355	380	450

표 8. 일반볼트의 허용응력(단위 : MPa)

볼트의 등급	일반볼트 강도구분 4.6
허용전단응력	90
허용지압응력	190

핀에 대한 기본허용응력은 <표 9>에 표시한 값을 따른다.

표 9. 핀의 허용응력(단위 : MPa)

응력의 종류		강종	SS400	SM35C	SM45C
휨 응 력			190	260	290
전 단 응 력			100	140	150
지압응력	회전을 동반하지 않는 경우		210	280	310
	회전을 동반하는 경우		105	140	155

5.2 볼트의 기본허용응력

- (1) 고장력볼트 마찰이음의 경우, 볼트 1개당의 마찰 허용력과 단위마찰면당 허용전단응력 (v_a)의 계산시에 $P_a = (\mu N n) / v$ 이고, $v_a = P_a / A_o$ 이다.

여기서, P_a : 마찰에 대한 허용응력(N)

ν : 이음의 마찰에 대한 안전율(1.6)

μ : 마찰계수(0.4)

N : 설계볼트 축력 = $\alpha f_y A_0$

α : 항복점에 대한 비율($F8T$: 0.85, $F10T$: 0.75)

f_y : 볼트의 항복점 응력

A_e : 나사 부분의 유효단면적

A_o : 볼트 원통부의 바깥지름에 대한 단면적

n : 마찰면의 수

- (2) 이음의 마찰에 대한 안전율(ν)는 모재의 항복점과 허용인장응력과 비율인 1.6을 취했다. 마찰계수(μ)는 샌드블라스트에 의해 재편접촉면의 흑피를 제거하고 이음을 조립할 때까지 생기는 녹의 상태를 고려하면 평균 0.5 이상의 값을 얻을 수 있다. 그러나, 볼트에 축력 도입시의 편차, 크리프 또는 이완에 의한 도입축력의 감소, 볼트 배치나 압력의 불균등에 의한 마찰하중의 분산을 고려해서 소형시험편에 대한 마찰계수인 0.5의 80%인 0.4를 마찰계수로 정했다. 설계에서 고려하는 볼트 축력의 항복점에 대한 비율(α)는 조임력의 시공오차를 감안하고, 볼트의 지연파괴에 대한 안전성을 감안하여 $F10T$ 의 볼트군에 대해서는 $\alpha = 0.75$ 로 한다. 또한 $F8T$ 의 경우는 연성이 좋고 파괴의 위험성도 적기 때문에 $\alpha = 0.85$ 로 한다.
- (3) <표 10>은 마찰에 대한 허용응력(P_a)와 허용전단응력(v_a)을 구한 것이다. 마찰이음의 경우는 마찰력으로 응력을 전달하므로, 지압에 대해서 고려하지 않아도 되기 때문에 지압응력에 대한 검토를 하지 않는다.
- (4) ‘보통 볼트’에 대한 허용응력은 종래의 현장리벳과 같은 값으로 한다. 또한 ‘보통 볼트’는 피로의 영향을 고려할 필요가 있는 부분의 연결에는 사용하지 않으므로 허용피로응력은 규정하지 않는다.



표 10. 마찰이음용 고장력볼트의 허용전단응력

등급	기호	N				P_a (kN)	v_a		
		α	f_y (MPa)	A_e (mm ²)	N (kN)		A_o (mm ²)	P_a/A_o (MPa)	v_a (MPa)
F8T	M20	0.85	640	244.8	133.2	33.3	314.2	106	110
	M22			303.4	165.1	41.3	380.1	109	
	M24			352.4	191.8	48.0	452.4	106	
F10T	M20	0.75	900	244.8	165.2	41.3	314.2	131	135
	M22			303.4	204.8	51.2	380.1	135	
	M24			352.4	237.9	59.5	452.2	132	

5.3 핀의 기본허용응력

핀에 대해서는 종래 규정되어 있던 SM400, SM490을 제외하고 새롭게 구조용 합금강의 SM35C, SM45C를 추가했다. 휨응력, 전단응력에 관해서는 구조용 강재에 준해서 정했다. 또한 지압응력 중 회전을 동반하는 경우란 접촉면에서 미끄러짐이 생기는 경우를 말하며, 이 경우 접촉면의 지압내력이 상당히 저하되기 때문에 허용응력을 미끄러짐이 생기지 않는 경우의 50%로 했다.

6. 받침의 허용응력

「KR C-08100 받침 및 받침부」의 규정을 따른다.

RECORD HISTORY

Rev.0('12.12.5) 철도설계기준 철도설계지침, 철도설계편람으로 나누어져 있는 기준 체계를 국제적인 방법인 항목별(코드별)체계로 개정하여 사용자가 손쉽게 이용하는데 목적을 둬.

