

KR C-09100

Rev.1, ? January 2014

# 트러스

2014. 1. ?



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. 일반내용 .....	2
3. 부재 .....	2
3.1 부재의 구성 .....	2
3.2 부재의 길이 .....	3
3.3 트러스 부재의 유효좌굴길이 .....	3
4. 격점 .....	4
5. 다이아프램 및 브레이싱 .....	5
5.1 다이아프램 .....	5
5.2 브레이싱 .....	5
6. 트러스의 2차응력 .....	6
 해설 1. 설계일반사항 .....	 7
1. 개요 .....	7
2. 부재의 정의 .....	8
2.1 수평브레이싱 .....	9
2.2 계동 브레이싱 .....	9
2.3 중간 수직브레이싱 및 다이아프램 .....	9
2.4 지점부 단수직브레이싱 및 다이아프램 .....	9
2.5 교문 브레이싱 .....	10
3. 트러스교의 종류 .....	11
4. 트러스교의 특성 .....	11
5. 부재의 구성 .....	12
6. 부재의 길이 .....	12
7. 유효좌굴길이 .....	13
7.1 트러스 면내 .....	13
7.2 트러스 면외 .....	14
7.3 축력이 다른 트러스 부재의 면외 유효좌굴길이 .....	14
8. 바닥틀 .....	14
9. 주구 .....	16
9.1 주구높이 .....	16



9.2	격간장	16
9.3	주구간격	16
9.4	주구단면	17
10.	현재	17
10.1	단면형상	17
10.2	부재의 치수	18
10.3	모서리 용접	19
11.	축부재	24
11.1	부재 치수	24
11.2	단면형상	24
11.3	모서리 용접	25
12.	격점구조	26
12.1	거세트	26
12.2	축부재와의 연결구조	28
12.3	격점부의 모서리 용접	30
12.4	격점부에 있어서 단면변화	31
12.5	면외부재와의 연결	32
13.	다이아프램	34
14.	브레이싱	34
14.1	일반내용	34
14.2	수평 브레이싱	35
14.3	수직 브레이싱	35
14.4	교문 브레이싱	35
15.	2차 응력	35
16.	솟음	35
17.	전체 좌굴에 대한 검사	35
<b>해설 2.</b>	<b>설계흐름도의 구성</b>	<b>36</b>
1.	주설계단계	36
2.	[단계 1] 설계조건 및 표준단면 결정	37
3.	[단계 2] 바닥판의 설계	37
4.	[단계 3] 주트러스의 설계	38
5.	[단계 4] 가로보의 설계	38
6.	[단계 5] 세로보의 설계	39
7.	[단계 6] 브레이싱 설계	39
8.	[단계 7] 보강재 설계	40
9.	[단계 8] 다이아프램 설계	40

10. [단계 9] 이음 설계 .....	40
11. [단계 10] 피로 설계 .....	41
12. [단계 11] 처짐검토 및 솟음 .....	41
13. [단계 12] 신축량 산정 .....	42
14. [단계 13] 동적 검토 .....	42
<b>해설 3. 설계단계별 고려사항 .....</b>	<b>43</b>
1. 주설계단계 .....	43
1.1 설계조건(교량 개요의 파악, 교량 연장 및 폭원 결정, 교량 설계방법 결정) .....	43
1.2 사용재료(재료 일반, 재료의 허용응력, 재료특성 파악) .....	43
1.3 설계계산 .....	43
2. [단계 1] 설계 조건 .....	43
2.1 교량의 제원 검토 .....	43
2.2 사용재료 선정 .....	43
2.3 설계하중 산정 .....	43
2.4 표준 단면 가정 .....	44
3. [단계 2] 바닥판의 설계 .....	44
3.1 바닥판 지간 및 두께 산정 .....	44
3.2 바닥판 설계휨모멘트 산정(고정하중 · 활하중 산정, 충격계수 산정) .....	44
3.3 바닥판 단면 설계(주철근 및 배력철근량 산정) .....	44
3.4 사용성 검토(철근 간격 검토) .....	44
4. [단계 3] 주트러스의 설계 .....	45
4.1 하중 산정 .....	45
4.2 구조 모델링 .....	45
4.3 단면력의 조합 .....	45
4.4 응력조합 및 합성응력 검토 .....	45
5. [단계 4] 가로보의 설계 .....	46
5.1 하중 산정 .....	46
5.2 휨/전단응력 검토 .....	46
5.3 합성응력 검토 .....	46
6. [단계 5] 세로보의 설계 .....	46
6.1 하중 산정 .....	46
6.2 휨/전단응력 검토 .....	47
6.3 합성응력 검토 .....	47
7. [단계 6] 브레이싱 및 기타부재의 설계 .....	47
7.1 하중 산정 .....	47
7.2 휨/전단응력 검토 .....	47



7.3 합성응력 검토.....	47
8. [단계 7] 보강재 설계.....	48
8.1 수직보강재 설계.....	48
8.2 수평보강재 설계.....	48
8.3 단보강재 설계.....	48
9. [단계 8] 다이어그램 설계.....	48
9.1 설계일반.....	48
9.2 다이어그램의 배치간격 검토.....	48
9.3 하중산정 .....	49
9.4 응력검토.....	49
10. [단계 9] 이음 설계.....	49
10.1 용접이음방법 결정.....	49
10.2 용접 목두께 및 유효길이 결정.....	49
10.3 용접이음부 응력 검토.....	49
10.4 볼트 기본허용응력 산정.....	49
10.5 볼트 및 이음판 설계.....	50
10.6 볼트설계시 검토사항.....	50
11. [단계 10] 피로 검토.....	50
11.1 발생변동응력 계산.....	50
11.2 최종반복횟수 산정.....	50
11.3 응력범주 산정.....	50
11.4 재하경로 판단.....	50
11.5 허용피로응력 산정.....	50
12. [단계 11] 처짐 및 솟음량 검토.....	50
12.1 활하중에 대한 처짐 산정.....	50
12.2 허용처짐량 검토.....	50
12.3 솟음.....	51
13. [단계 12] 동적검토.....	51
13.1 교량의 고유진동수 및 한계속도 산정.....	51
13.2 상판수직 가속도 검토.....	51
13.3 면틀림 검토.....	51
13.4 단부 회전각 검토.....	51
13.5 수직 변위 검토.....	51
14. [단계 13] 신축량 산정.....	51
14.1 신축이음부 설계.....	51

## 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) 다이아프램 : 박스거더 단면 등의 폐단면 부재 형상을 유지하기 위하여 내부에 부재 축에 직각으로 배치하는 판. 휨을 받는 박스거더 부재의 좌굴현상을 방지하고, 비틀림에 대하여 단면형상을 유지하기 위하여 설치됨
- (7) 맞대기 이음 : 둘 이상의 모재의 단과 단을 거의 동일한 평면 내에서 맞붙여서 접합하는 이음
- (8) 모재 : 절단, 용접 등에 의해 가공되는 구조의 본체가 되는 재료
- (9) 목두께 : 필릿용접의 유효단면두께
- (10) 바닥판의 유효폭 : 합성단면으로서 계산할 수 있는 바닥판의 폭
- (11) 볼트의 선간거리 : 볼트 인접선간의 거리 또는 L형 등 형강의 배면으로부터 첫 번째 볼트 중심선까지의 거리
- (12) 볼트의 순간격 : 인접한 볼트구멍 가장자리 간의 거리
- (13) 볼트의 순연단거리 : 부재 끝에서 볼트구멍 가장자리까지의 거리
- (14) 볼트의 연단거리 : 볼트의 중심으로부터 부재의 연단까지의 거리
- (15) 볼트의 피치 : 힘의 작용선 방향으로 켜 볼트구멍 중심 간의 거리
- (16) 세장비 : 부재의 좌굴길이를 부재의 단면이차반경으로 나눈 값
- (17) 약축 : 부재의 단면상에서 휨에 대하여 약한 축.
- (18) 캔틸레버구조 : 한 경간 내에서만 모멘트가 자유롭게 전달되는 주부재의 거더 또는 트러스로서 최소 한 지점을 통과하여 인접경간으로 내밀고 있어서 모멘트가 인접경간으로 자유롭게 전달되지 못하는 구조
- (19) 트러스 : 여러 개의 직선부재로 구성된 골조구조로서, 구조역학상 부재끼리 결합하는 점(격점)은 부재 양끝이 자유롭게 회전하도록 결합되어 있는 구조
- (20) 플레이트거더 : 상·하부플랜지와 복부판으로 구성된 I-단면 형상의 거더로서 압연 I형강과 용접 I형 플레이트거더가 주로 사용되며, 박판으로 이루어진  $\pi$ 형 단면 및 박스형 단면의 거더도 넓은 의미로 이에 포함됨
- (21) 필릿용접 : 겹친 이음, T 이음, +자이음, 각이음 등에 있어서 교차하는 두 모재의 우각부를 용접하는 삼각형상의 단면을 갖는 용접





- (22) 합성거더 : 철근 콘크리트 바닥판과 강거더가 일체로 되어 작용하도록 이들을 적절한 전단연결재에 의하여 합성한 구조를 가진 거더
- (23) 활하중 합성 : 강거더의 자중 및 바닥판의 중량은 강거더가 받고 활하중 및 일부의 고정하중을 합성작용의 상태에서 받도록 하는 방법

## 2. 일반내용

- (1) 이 지침은 주구조가 트러스인 상부구조의 설계에 적용해야 한다.
- (2) 스펀드럴 브레이스트 아치(spandrel braced arch) 또는 트러스 보강형 아치의 트러스 부재 등의 설계에 이 절을 따를 수 있다.
- (3) 트러스를 구성하는 부재의 일반사항에 관한 것은 「KR C-09020 및 KR C-09040」의 규정을 따라야 한다.
- (4) 트러스에 설치되는 수평브레이싱, 수직브레이싱 및 교문브레이싱의 일반사항은 「KR C-09070」을 따라야 한다.
- (5) 트러스의 격점은 힘의 전달이 합리적이면서 확실하게 이루어지도록 설계해야 할 뿐만 아니라, 가능하면 단순한 구조로 설계하여 각 부재의 연결이 쉽고 검사나 배수, 청소 등의 유지관리 작업이 지장없이 시행될 수 있도록 배려되어야 한다.

### (6) 기호

- $b$  = 연결판 부재가 연결판에 접하는 부재폭(mm)
- $l$  = 트러스 부재의 유효좌굴길이(mm)
- $t$  = 연결판의 두께(mm)
- $P$  = 연결판에 연결된 한 부재의 최대작용력(kN)

## 3. 부재

### 3.1 부재의 구성

- (1) 단면의 구성에 있어서는 단면의 도심이 가능한 한 단면의 중심과 일치하도록 하고, 또한 골조선에 일치하도록 배려하는 등, 2차응력이 가능한 한 작게 되도록 한다.
- (2) 부재의 조합에 있어서는 용접부가 좌우는 물론 상하로도 가급적 대칭인 위치에 오도록 고려하여 설계한다.
- (3) 트러스의 현재, 단주 및 연속트러스의 중간지점에 설치한 사재 등은 박스거더 단면 부재로 설계한다. 이 경우 트러스면에 평행한 판의 단면적은 부재 총단면적의 40%이상으로 한다.
- (4) 「(3)항」에서 부재의 수직축 둘레의 단면2차반지름에 대한 세장비는 수평축에 대한 것보다 작게 한다. 또 포니트러스에서는 수직과 수평세장비의 비를 1:1.5로 한다.

- (5) 단주 등에 있어서 휨모멘트가 가해지는 경우에 강도의 검산은 「KR C-09040 부재에 관한 일반사항」의 규정을 따른다.

### 3.2 부재의 길이

- (1) 트러스 부재의 길이는 골조의 길이로 한다.
- (2) 압축부재의 유효좌굴길이는 다음의 「③항」규정에 의한다.
- (3) 인장력을 받는 복부재의 트러스면 내의 세장비를 구할 때의 부재의 길이는 골조 길이의 0.9배로 한다. 또한 <그림 1>과 같은 수평브레이싱의 경우에는 수평브레이싱면에 수직한 면 내에서는  $\overline{pp}$ , 그 이외의 면 내에서는  $\overline{pa}$ 를 부재의 길이로 본다. 이 경우 세로보 등으로부터 견고한 행어로 수평브레이싱 부재를 지지하는 경우에는 수평브레이싱면에 수직한 면 내에서는  $\overline{bb}$  또는  $\overline{pb}$ 를, 기타의 면 내에서는  $\overline{ab}$  또는  $\overline{pb}$ 를 부재의 길이로 취할 수 있다.

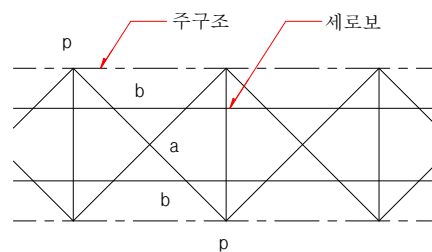


그림 1. 수평 브레이싱에서 부재의 길이

### 3.3 트러스 부재의 유효좌굴길이

- (1) 트러스면 내
  - ① 현재의 유효좌굴길이는 부재의 골조길이를 한다.
  - ② 연결판에 의해 현재에 연결된 복부재의 유효좌굴길이는 연결고장력 볼트군의 중심간 거리를 취하여도 무방하다. 다만 골조 길이의 0.8배 이하가 되어서는 안 된다. 또한 수평브레이싱이나 수직브레이싱 등의 부재에서 부재의 양면에 연결판을 대지 않은 구조에서는 골조 길이의 0.9배를 취한다.
  - ③ 부재의 중간점을 다른 부재가 유효하게 지지하는 경우에는 그 지지점간을 유효좌굴길이로 한다. 여기에서 유효하게 지지한다는 뜻은 예를 들면, <그림 2>와 같이 사재 D와 버팀부재 T와의 연결이 충분하고, 또한 버팀부재가 「KRC-09020 설계일반」에 규정된 부압축재로 설계되어 있는 경우를 말한다. 이때, 사재 D와 버팀부재 T와의 연결부의 강도는 적어도 사재 D와 현재와의 연결부의 강도의 1/4이상으로 한다.

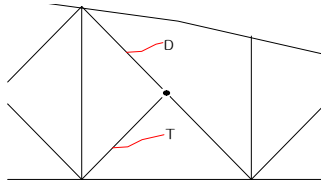


그림 2. 버팀부재가 있는 사재

- (2) 트러스면 외의 유효좌굴길이는 부재의 골조길이를 함을 원칙으로 해야 한다. 다만, 수평브레이싱, 수직브레이싱 및 교문브레이싱에 의해 지지된 주트러스 현재 및 복부재는 그 지지점간을 유효좌굴길이를 한다.
- (3) <그림 3(a)>에 표시된  $\overline{aa}$ 부재와 같이  $\overline{ab}$ ,  $\overline{ba}$ 에 크기가 다른 압축력이 작용하고 트러스면 외에 버팀부재가 없는 경우, 부재  $\overline{aa}$ 의 트러스면 외에 대한 유효좌굴길이( $l$ )는 <식 (1)>에 의해 구할 수 있다.

$$l = \left( 0.75 + 0.25 \frac{P_2}{P_1} \right) L \quad (1)$$

여기서,  $P_1$ ,  $P_2$ 는 부재  $\overline{aa}$ 의 각 격간장  $\overline{ab}$ ,  $\overline{ba}$ 에 작용하는 압축력이며  $P_1 \geq P_2$ 이다.

또한 <그림 3(b)>에 표시된 K트러스의 수직재  $\overline{aa}$ 와 같이  $\overline{ab}$ ,  $\overline{ba}$ 에 부호가 반대인 축력이 작용하고 트러스면 외에 버팀부재가 없는 경우, 부재  $\overline{aa}$ 의 트러스면 외에 대한 유효좌굴길이( $l$ )는 <식 (2)>에 의해 구할 수 있다.

$$\left. \begin{aligned} l &= \left( 0.75 - 0.25 \frac{P_2}{P_1} \right) L & (P_1 \geq P_2) \\ l &= 0.5 L & (P_1 < P_2) \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

다만,  $P_1$ 은 압축력의 절대치,  $P_2$ 는 인장력의 절대치이다. 또한 이들 식은 부재  $\overline{aa}$ 의 단면이 일정한 경우에 적용할 수 있다.

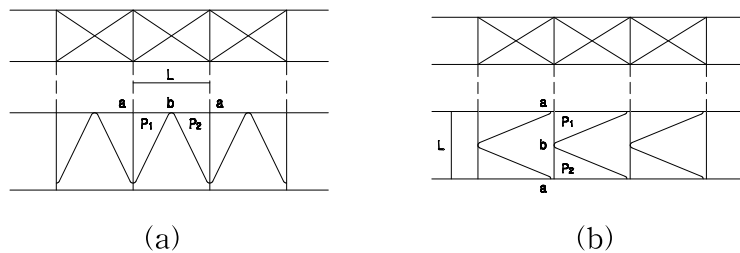


그림 3. 축력이 다른 트러스 부재의 면외 유효좌굴길이

#### 4. 격점

##### (1) 연결판(gusset plate)

- ① 부재를 연결하는 연결판에 고장력볼트를 사용하는 경우에는 가급적 부재축에 대칭이 되게 배치해야 하며, 또한 부재와 연결판의 접촉면 전체에 걸쳐 배치한다.

- ② 트러스 및 이와 유사한 구조물의 주트러스에 대하여 두 장의 연결판을 사용하는 경우에는 그 각각의 연결판의 두께는 <식 (3)>에 의해 산출한 값 이상, 또는 11mm이상으로 한다.

$$t = \frac{2.2 \cdot P}{b} \quad (3)$$

여기서,  $t$  : 연결판의 두께(mm)

$P$  : 연결판에 연결된 한 부재의 최대작용력(kN)

$b$  : 연결된 부재가 연결판에 접하는 부재의 폭(mm)

- ③ 연결판과 현재 또는 단주의 복부판을 일체로 하는 구조에서는 연결판의 두께는 복부판보다 얇게 해서는 안 된다.
- (2) 격점에서 현재의 단면변화는 부재력이 작은 쪽에서 판두께를 변화시켜 여유길이를 충분히 확보해야 한다.

## 5. 다이아프램 및 브레이싱

### 5.1 다이아프램

- (1) 트러스의 격점, 트러스 부재의 중간부에서 수평브레이싱 등을 연결하는 곳과 현장이음부의 양쪽에는 다이아프램을 설치한다. 또한, 현장 이음부의 양쪽의 다이아프램은 밀폐형으로 한다.
- (2) 트러스의 받침부, 가로보의 연결점과 같이 집중력이 작용하는 부분의 현재와 연결판에는 다이아프램을 설치하여 힘의 전달이 확실히 이루어질 수 있도록 한다.

### 5.2 브레이싱

- (1) 수평브레이싱, 수직브레이싱 및 교문브레이싱은 주트러스와 함께 교량이 입체적인 기능을 유지할 수 있도록 충분한 강성을 확보해야 하며, 또한 그 배치가 적정해야 한다.
- (2) 수평브레이싱이나 수직브레이싱에서 부재를 서로 교차시킬 경우에는 부재의 교점은 연결되어야 한다.
- (3) 수평브레이싱은 주트러스 현재의 응력 일부를 분담할 뿐만 아니라 중간 수직브레이싱의 영향에 의한 부가응력을 받는 경우가 있기 때문에 여유 있는 설계를 한다.
- (4) 하로 트러스교의 스트럿의 높이는 적어도 부착할 현재의 높이와 같게 한다. 또한 비재하현에 설치하는 수평브레이싱 부재를 현재에 연결하는 부분에서 수평브레이싱 높이가 현재 높이보다 낮고 스트럿이 그 부분에 없다면 수평브레이싱 부재의 연결부 부근을 현재 높이와 같게 확대해서 현재의 전 높이에 걸쳐 설치한다.



## 6. 트러스의 2차응력

- (1) 트러스의 설계에 있어서, 격점의 강결의 영향으로 인한 2차응력이 가능한 한 작게 되도록 설계한다. 주트러스 부재의 부재높이는 부재길이의 1/10보다 작게 하는 것이 바람직하다.
- (2) 격점의 강결에 의한 2차응력이 무시할 수 없는 범위에 있는 경우에는 2차응력을 고려한 부재의 응력검토를 시행해야 한다.

### ① 포니트러스(pony truss)

가로보와 수직보강재로 형성되는 U형구조는 「KR C-09050 플레이트 거더교」에 규정하는 강성과 강도를 확보해야 한다. 단 이 경우에는 상부플랜지 대신에 현재의 값을 사용한다.

## 해설 1. 설계일반사항

### 1. 개요

- (1) 몇 개의 직선 부재를 한 평면 내에서 연속된 삼각형의 뼈대구조로 조립한 것을 트러스(Truss)라고 하며, 트러스를 이용한 교량을 트러스교라고 한다. 일반적으로 지간이 50m~100m 정도의 단순교 형태나 70m~200m의 연속교 형태에 알맞는 형식이다. 단, 장대레일 채용 교량의 경우 고정점간거리 60m이하의 단경간 형식이 추천되며, 그 이상의 경우에는 장대레일-구조물간 상호작용 해석을 통하여 검증한 후 적용하여야 한다.
- (2) 이 해설은 강교 및 강합성교의 설계에 관한 설계제한사항을 규정한다.
- (3) 기호

$l$	= 부재의 좌굴길이(mm)
$l/r$	= 부재의 세장비
$r$	= 고려하는 축에 대한 단면2차반지름(mm)
$A$	= 복부판 및 플랜지의 중심선으로 둘러싸인 면적(mm <sup>2</sup> )
$A_{fg}$	= 강축에 대한 인장플랜지의 총단면적(mm <sup>2</sup> )
$A'_{fg}$	= 약축에 대한 인장플랜지의 총단면적(mm <sup>2</sup> )
$A_{fn}$	= 강축에 대한 인장플랜지의 순단면적(mm <sup>2</sup> )
$A'_{fn}$	= 약축에 대한 인장플랜지의 순단면적(mm <sup>2</sup> )
$A_g$	= 단면의 총단면적(mm <sup>2</sup> )
$A_n$	= 단면의 순단면적(mm <sup>2</sup> )
$A_w$	= 복부판의 총단면적(mm <sup>2</sup> )
$f$	= 「KR C-09040」의 규정에 의해 산출한 휨응력(MPa)
$f_a$	= 「KR C-09030」<표 1>의 가., 라., 바., 아.(MPa)
$f_c$	= 휨 압축연단 응력(MPa)
$f_{cao}$	= 「KR C-09030」<표 2>에 나타낸 $l/r \approx 0$ 때의 허용압축하중(MPa)
$f_t$	= 휨 인장연단 응력(MPa)
$f_{ta}$	= 「KR C-09030」<표 1>에 규정한 기본 허용인장응력(MPa)
$I$	= 플레이트거더의 총단면의 중립축에 대한 단면2차모멘트(mm <sup>4</sup> )
$I_x$	= 강축에 대한 총단면의 단면2차모멘트(mm <sup>4</sup> )
$I_y$	= 약축에 대한 총단면의 단면2차모멘트(mm <sup>4</sup> )
$l$	= 부재의 좌굴길이(mm)
$M$	= 휨모멘트(N · mm)
$M_{eq}$	= 휨모멘트가 직선적으로 변화하는 경우의 등가모멘트(N · mm)



- $M_t$  = 전단 중심에서의 비틀림모멘트(N · mm)  
 $M_x$  = 강축에 작용하는 휨모멘트(N · mm)  
 $M_{xa}$  = 횡좌굴을 고려한 강축에 대한 허용휨모멘트(N · mm)  
 $M_y$  = 약축에 작용하는 휨모멘트(N · mm)  
 $M_{yao}$  = 약축에 대한 허용휨모멘트(N · mm)  
 $P$  = 부재에 작용하는 축방향력(N)  
 $P_{ca}$  = 강축 또는 약축에 관한 허용좌굴응력 가운데 작은 쪽의 값(N)  
 $r$  = 고려하는 축에 대한 총단면의 단면2차반지름(mm)  
 $S$  = 계산 단면에 작용하는 전단력(N)  
 $t$  = 복부판 또는 플랜지의 두께(mm)  
 $y$  = 플레이트거더 총단면의 중립축에서부터 응력을 계산하고자 하는 위치까지의 거리(mm)  
 $y_c$  = 플레이트거더 총단면의 중립축에서 압축연단까지의 거리 또는 강축에서부터 휨에 관한 압축연단까지의 거리(mm)  
 $y_c'$  = 약축에서부터 휨에 관한 압축연단까지의 거리(mm)  
 $y_t$  = 플레이트거더 총단면의 중립축에서 인장연단까지의 거리 또는 강축에서부터 휨에 관한 인장연단까지의 거리(mm)  
 $y_t'$  = 약축에서부터 휨에 관한 인장연단까지의 거리(mm)  
 $v$  = 부재의 전단응력에 의해 산출한 전단응력(MPa)  
 $v_a$  = 「KR C-09030」<표 1>의 나., 마., 사., 아.(MPa)  
 $v_m$  = 복부판에 작용하는 평균 전단응력(MPa)  
 $v_t$  = 비틀림모멘트에 의한 전단응력(MPa)

## 2. 부재의 정의

트러스교에서 트러스의 외곽을 형성하는 부재를 현재(Chord member)라 하는데 트러스교의 상부에 있는 것을 상현재, 하부에 있는 것을 하현재라고 한다. 상현재와 하현재를 수직으로 연결하는 부재를 복부재(Web member)라 하고 수직재(Vertical member)와 사재(Diagonal member)로 구분한다. 상현재와 상현재 혹은 하현재와 하현재를 연결하는 대각선 방향의 수평한 부재를 각각 상면수평브레이싱(Upper lateral bracing), 하면수평브레이싱(Lower lateral bracing)이라고 한다.

동일 현재끼리 폭이 넓어서 중간에 현재와 같은 방향인 종방향으로 보가 있다면 이 보 역시 브레이싱(세로보)으로 간주한다. 동일 현재끼리 연결하는 교축직각방향의 부재는 상현가로보, 하현가로보라 한다. 현재의 양단에 있는 복부재를 특히 단주(End

post)라 한다. 하로형 트러스의 경우 지간이 길어서 트러스 높이가 높아질 때 상현재에서 열차의 진행에 지장이 없는 높이까지 상현재와 수평브레이싱으로만 된 트러스 구조물의 형상을 유지하기 위해 횡방향으로 가로보 외에 별도로 설치하는 부재가 있는데 이 부재를 수직브레이싱(Sway bracing)이라고 하며 특히 양단부에 있는 것을 단부수직브레이싱(End sway bracing), 그 이외의 것을 중간수직브레이싱(Intermediate sway bracing)이라고 한다. 특히 단부수직브레이싱을 교문브레이싱(Portal bracing)이라고도 부른다.

## 2.1 수평브레이싱

- (1) 교량거더에는 상부수평브레이싱 및 하부수평브레이싱을 설치하는 것을 원칙으로 하여야 한다. 다만, 하로플레이트거더의 경우에는 하부수평브레이싱만 설치하고 폐상식으로서 충분히 강한 바닥틀이 있는 경우에는 간략하게 할 수 있다.
- (2) 적당한 수직브레이싱 또는 다이아프램이 있는 상로플레이트거더에서 궤도가 직선인 경우에는 지간 16m 이하, 곡선의 경우에는 지간 12m 이하의 것에 대해 하부수평브레이싱을 생략할 수 있다.
- (3) 트러스 압축현재간의 수평브레이싱은 「KR C-09040 하중」에서 규정한 하중 외에 해당 격간에 있는 좌우 현재에 작용하는 압축력 합계의 1%에 상당하는 격간 전단력에 저항할 수 있도록 설계하여야 한다. 또, 이 경우의 격간 전단력은 주하중으로 간주한다.

## 2.2 제동 브레이싱

- (1) 무도상식인 경우 교량거더에는 필요에 의해 제동하중과 시동하중 또는 장대레일에 의한 종하중에 저항하는 제동트러스를 설치하여야 한다.
- (2) 제동트러스는 신축장치가 없는 연속세로보의 경우에는 세로보 전장의 중앙부에 설치하고 신축장치가 있는 세로보의 경우에는 신축장치의 좌우측 구간의 중앙부에 각각 설치하여야 한다.

## 2.3 중간수직브레이싱 및 다이아프램

- (1) 트러스에서는 가능한 한 각 격점에 수직브레이싱 또는 다이아프램을 설치한다.
- (2) 주거더가 I형단면의 상로플레이트거더인 경우에는 중간수직브레이싱 및 다이아프램의 간격은 압축플랜지 폭의 20배 이하, 또는 박스거더단면의 상로플레이트거더의 경우에는 간격을 복부판 중심간격의 4배 이하로 하고 어느 경우에도 8m를 넘지 않도록 한다.

## 2.4 지점부 단수직브레이싱 및 다이아프램

상로플레이트거더 및 상로트러스의 지점부에는 상부수평브레이싱에 작용하는 전 횡하중을 지점에 전달할 수 있도록 단수직브레이싱 또는 다이아프램을 설치한다.





## 2.5 교문브레이싱

하로트러스 또는 이것과 유사한 구조물에는 교문브레이싱을 설치하여 상현재에 작용하는 전 횡하중을 지점에 전달할 수 있는 구조로 하는 것을 원칙으로 하여야 한다. 다만, 교문브레이싱에는 가급적 큰 니브레이스를 설치한다.

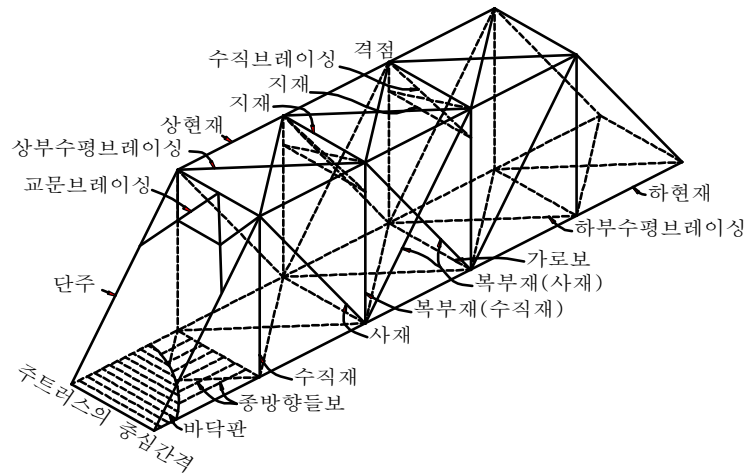


그림 4. 트러스교의 부재 구성

- (1) 주트러스 : 수직하중을 지지하고 그 하중을 하부구조로 전달하는 부재. 상현재, 하현재, 단주(경사단주, 수직단주), 복부재(수직재, 사재)로 구성
- (2) 수평브레이싱 : 양측의 주트러스를 연결하여 횡하중에 저항하는 부재
- (3) 수직브레이싱 : 양측의 주트러스와 상부 수평브레이싱을 연결하는 부재
- (4) 바닥틀 : 횡형과 종형으로 구성되며 바닥판으로부터 전달되는 하중을 주트러스의 격점으로 전달하는 역할

### 3. 트러스교의 종류

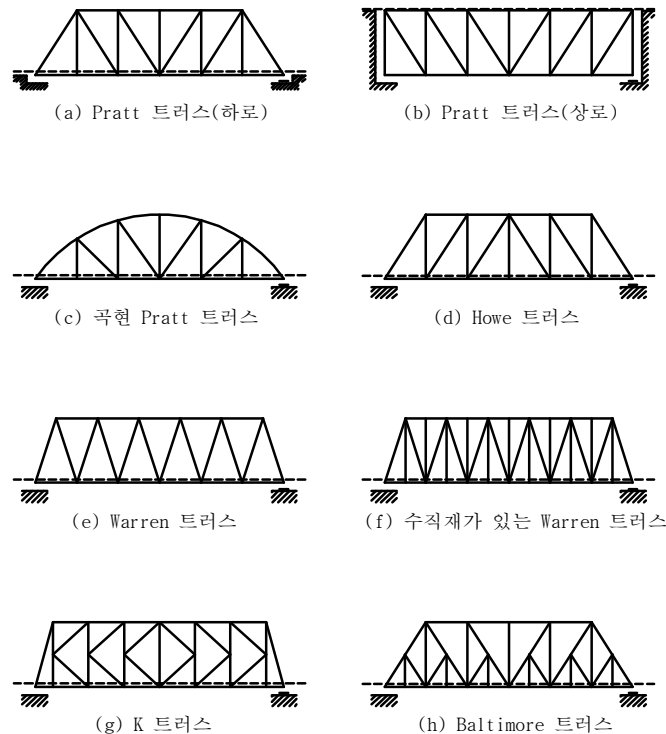


그림 5. 트러스교의 종류

- (1) PRATT TRUSS : 사재가 만재하중에 따라 인장력을 받도록 배치한 트러스. 상대적으로 부재길이가 짧아 좌굴에 유리한 수직재가 압축력을 받는 장점이 있다. 지간 50m 내외에서 적용가능.
- (2) HOWE TRUSS : 사재가 만재하중에 따라 압축력을 받도록 배치한 트러스
- (3) WARREN TRUSS : 상로의 단지간에 적용. 지간 60m 내외.
- (4) K-TRUSS : 외관이 좋지 않아 주트러스에는 사용하지 않음. 2차 응력이 작은 이점이 있다. 지간 90m 이상에 적용.
- (5) BALTIMORE TRUSS : 분격트러스의 일종. 지간 90m 이상에 적용.

### 4. 트러스교의 특성

- (1) 판형 복부판의 높이는 제작, 운반, 가설상의 제약이 있지만 트러스교의 높이는 사재의 제작, 운반이 가능한 범위 내에서 크게 하는 것이 가능하다. 따라서 휨모멘트 강도를 판형교에 비해 용이하게 얻을 수 있으며 판형교보다 장지간에 유리하다.
- (2) 개개부재의 단면이 작기 때문에 운반이 용이하며, 부재반입이 어려운 산악부 등에 가설하기가 적합하다.
- (3) 비교적 작은 중량의 부재를 현장에서 순차조립하여 시공할 수 있기 때문에 캔틸레버공법(FCM)으로 시공할 수 있어 다른 형식보다 가설면에서 유리하다.



- (4) 구조의 높이가 충분히 큰 경우에 하현재의 위치에 노반을 설치함으로써 - 하로교 형식을 취함으로써 - 형하공간의 제약 혹은 노면고의 제약 등을 해결할 수 있다.
- (5) 판형교에 비해 부재수가 많아 제작상 불리하다. 또한 가설비도 비싸며 유지관리가 많이 요구된다. 그러므로 판형교로 쉽게 설계 가능한 경우에 트러스교의 형식을 선정하는 것은 운반, 가설상의 특별한 조건이 없는 한 피하는 것이 좋다.
- (6) 내풍성이 좋고 강성확보가 용이하여 장대교량(현수교나 사장교)의 보강형으로 적합하다.
- (7) 최근 열차의 고속화추세에 비추어 중량이 가벼운 무도상 장경간 트러스교의 경우에는 공진을 포함한 교량의 동적거동에 대한 검토를 하는 것이 좋다.

트러스교는 미관상의 이유 때문에 대도시 내에서는 특별한 경우를 제외하고는 별로 채택되지 않는 형식이다. 그러나 큰 하천이나 항만 등의 개발지역에는 건설될 기회가 많고 건설될 경우 그 모습이 경관과 잘 어울리기도 한다. 또 해협이나 산간부분의 계곡 사이에 효과적으로 이용될 수도 있다.

## 5. 부재의 구성

- (1) 단면의 구성에 있어서 단면의 도심이 가능한 한 단면의 중심과 일치하도록 하고, 또한 골조선에 일치하도록 배려하는 등, 2차응력이 가능한 한 작게 되도록 하여야 한다.
- (2) 부재의 조합에 있어서는 용접주가 좌우는 물론 상하로도 가급적 대칭인 위치에 오도록 고려하여 설계하는 것이 좋다.
- (3) 트러스의 현재, 단주 및 연속트러스의 중간 지점에 설치한 사재 등은 박스 단면 부재로 설계하는 것이 좋다. 이 경우 트러스면에 평행한 판의 단면적은 부재 총단면적의 40% 이상으로 하는 것이 좋다.
- (4) 상기 (3)항에서 부재의 수직축 둘레의 단면2차 반지름에 대한 세장비는 수평축에 대한 것보다 작게 하는 것이 좋다.
- (5) 단주 등에 있어서 휨모멘트가 가해지는 경우에 강도의 검산은 축방향력과 휨모멘트를 동시에 받는 부재로 간주하고 설계를 한다.

## 6. 부재의 길이

- (1) 트러스 부재의 길이는 골조의 길이로 한다.
- (2) 압축부재는 좌굴길이를 산정하여 검토한다.
- (3) 인장력을 받는 복부재의 트러스 면내의 세장비를 구할 때 부재의 길이는 골조길이의 0.9 배로 하여도 좋다. 또한 <그림 6>과 같은 수평브레이싱의 경우에는 수평브레이싱면내 수직한 면 내에서는  $\overline{pp}$ , 그 이외의 면내에서는  $\overline{pa}$  를 부재의 길이로 간주한다.  
이 경우 세로보 등으로부터 견고한 행어로 수평브레이싱 부재를 지지하는 경우에는

수평브레이싱면에 수직인 면내에서는  $\overline{bb}$  또는  $\overline{pb}$  를, 기타의 면 내에서는  $\overline{ab}$  또는  $\overline{pb}$  를 부재의 길이로 취할 수 있다.

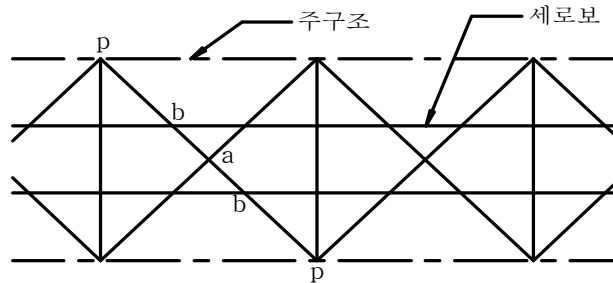


그림 6. 수평브레이싱에서 부재의 길이

## 7. 유효좌굴길이

### 7.1 트러스 면내

- (1) 현재의 유효좌굴길이는 부재의 골조길이를 한다.
- (2) 거세트판에 의해 현재에 연결된 복부재의 유효좌굴길이는 연결고장력 볼트군의 중심 간 거리로 취하여도 좋다. 다만, 골조 길이의 0.8배 이하가 되어서는 안 된다. 또한 수평 브레이싱이나 수직 브레이싱 등의 부재에서 부재의 양면에 거세트판을 대지 않은 구조에서는 골조길이의 0.9배를 취하도록 한다.
- (3) 부재의 중간점을 다른 부재가 유효하게 지지하는 경우에는 그 지지점간을 유효좌굴길이를 하여도 좋다. 여기에서 유효하게 지지한다는 것은 예를 들면, <그림 7>과 같이 사재 D와 버팀

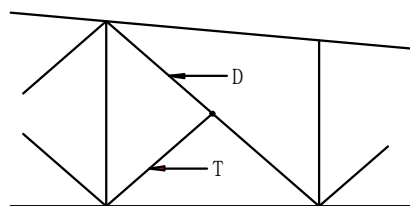


그림 7. 버팀부재가 있는 사재

부재 T와의 연결이 충분하고 또한, 버팀 부재가 압축2차부재로 설계되어 있는 경우를 말한다. 이때, 사재 D와 버팀부재 T와의 연결부의 강도는 적어도 사재 D와 현재와의 연결부의 강도의 1/4 이상으로 하여야 한다.

### 7.2 트러스 면외

트러스 면외의 유효좌굴길이는 부재의 골조길이를 함을 원칙으로 한다. 다만 수평브레이싱, 수직브레이싱 및 교문브레이싱에 의해 지지된 주트러스 현재와 복부재는 그 지지점간을 유효좌굴길이를 해도 좋다.



## 7.2 트러스 면외

트러스 면외의 유효좌굴길이는 부재의 골조길이를 함을 원칙으로 한다.

다만 수평브레이싱, 수직브레이싱 및 교문브레이싱에 의해 지지된 주트러스 현재와 복부재는 그 지지점간을 유효좌굴길이를 해도 좋다.

## 7.3 축력이 다른 트러스 부재의 면외 유효좌굴길이

<그림 8(a)>에 표시된  $\overline{aa}$  부재와 같이  $\overline{ab}$ ,  $\overline{ba}$ 에 크기가 다른 압축력이 작용하고 트러스면 외에 버팀부재가 없는 경우, 부재  $\overline{aa}$ 의 트러스면 외에 대한 유효좌굴길이  $l$ 은 다음 식에 의해 구할 수 있다.

$$l = \left( 0.75 + 0.25 \frac{P_2}{P_1} \right) L \quad (4)$$

여기서,  $P_1$ ,  $P_2$ 는 부재  $\overline{aa}$ 의 각 격간  $\overline{ab}$ ,  $\overline{ba}$ 에 작용하는 압축력이며  $P_1 \geq P_2$ 이다.

또한 <그림 8(b)>에 표시된 K트러스의 수직재  $\overline{aa}$ 와 같이  $\overline{ab}$ ,  $\overline{ba}$ 에 부호가 반대인 축력이 작용하고 트러스면 외에 버팀부재가 없는 경우, 부재  $\overline{aa}$ 의 트러스면 외에 대한 유효좌굴길이( $l$ )는 다음 식에 의해 구할 수 있다.

$$\left. \begin{aligned} l &= \left( 0.75 - 0.25 \frac{P_2}{P_1} \right) L & (P_1 \geq P_2) \\ l &= 0.5 L & (P_1 < P_2) \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

다만,  $P_1$ 은 압축력의 절대치,  $P_2$ 는 인장력의 절대치이다. 또한 이들 식은 부재  $\overline{aa}$ 의 단면이 일정한 경우에 적용할 수 있다.

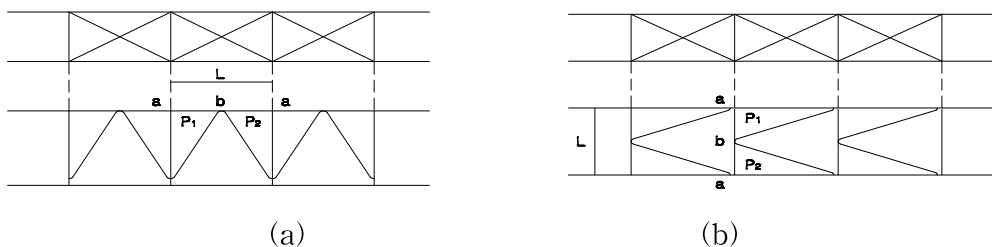


그림 8. 축력이 다른 트러스 부재의 면외 유효좌굴길이

## 8. 바닥틀

트러스교의 궤도구조의 차이에 따른 바닥틀형식을 <그림 9>에 나타내었다. 소음의 문제가 없는 곳에서는 이제까지 <그림 9>의 (a)와 같이 침목형식이었지만 단순화의 목적으로 (b), (c), (d)에 나타낸 강직결형식 또는 슬래브 형식을 사용하는 것을 원칙으로 하고 있다. 또한 소음저감의 목적으로 (e), (f), (g)에 나타낸 자갈도상 궤도 또는 (f)의 상부 골조를 (d)와 같이 콘크리트로 둘러싼 것, (d), (e), (f), (g)등 하면을 소음 판으로 덮은 것이 있다.

바닥틀 형식은 일반적으로 종형과 횡형으로 형성되는 격자구조이고, <그림 9>의 (a), (b)와 같이 직접 궤도를 부설하는 구조형식, (c), (d), (e), (f)와 같이 콘크리트 슬래브나 강상판을 종형과 횡형으로 된 격자형의 위에 적용한 구조형식, 최근에는 비교적 지간이 긴 강상판형식으로서 (g)와 같이 강상판을 하현재와 직결하는 구조형식이 사용되고 있다. 특히 (g) 타입은 바닥틀의 높이가 (c)~(f) 타입인 약 1.5m에 비해 약 0.8m로 낮게 되는 것, 하현재에 축력 이외에 휨이 작용하는데 상부골조에 하현재의 작용력의 일부를 부담시키는 것, 하현재의 신장에 의한 바닥틀의 변형이 적게되는 것 등의 구조적 특징을 가지고 있다.

트러스의 상판골조는 전술한 것처럼 종형과 횡형에 의해 형성되는 격자구조가 많다. 이러한 바닥틀은 하중이 재하되면 <그림 10>과 같이 응력에 따른 현재길이의 변화에 의해 바닥틀이 수평면내로 변형한다. 이 변형에 따라 2차응력의 영향을 고려하여, 전장 75m 이상 연속하는 종형에는 교형중앙부근에 신축장치를 설치하고 있다. 그러나, 강상판형식인 경우에는 구조상 바닥틀에 신축장치를 설치할 수 없기 때문에 강상판과 하현재를 축방향으로 연속하여 연결한 일체구조(<그림 10의 (g) 타입>)가 좋다.

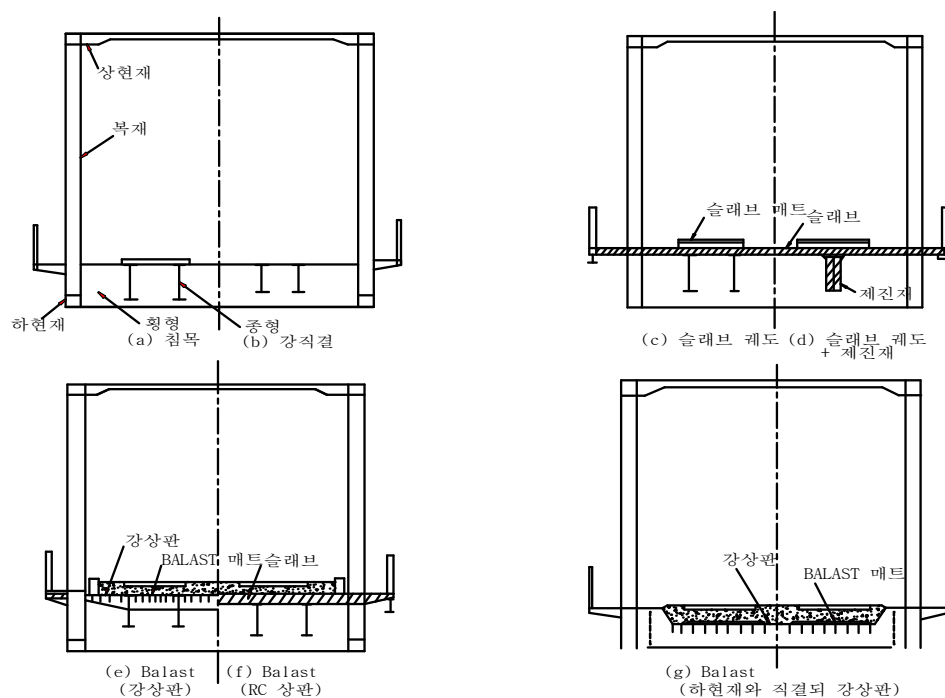
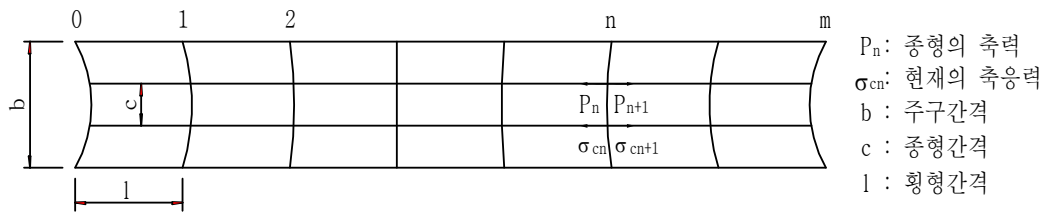


그림 9. 궤도형식과 바닥틀 구조



상로트러스인 경우는 횡형의 지간을 작게하는 편이 좋기 때문에 종형과 주구사이에 횡형의 연결방법을 고려하여 주구 중심간격을 정한다. 이 경우, 주구높이가 높거나 궤도면의 하중이 큰 경우는 전체의 안정을 검토하여 필요하다면 주구 중심간 간격은 크게 한다.

#### 9.4 주구단면

주구단면의 형상을 <그림 11>에 나타낸다. 이 경우, 압축력이 작용하는 상현재, 단부 기둥 및 사재와 하현재는 상자형 단면으로 하고 인장재는 H단면으로 하고 있다. 상자형 단면인 경우, 트러스면에 평행한 방향의 판(복판)의 단면적은, 부재의 총단면적의 40% 이상으로 한다. 또한, 이들의 상자형단면 부재는 수평축(X축)에 대한 좌굴(면내좌굴)에 대해서는 복재나 거셋트에 의해 다소의 구속을 받는다. 그러나, 수직축(Y축)에 대한 좌굴(면외좌굴)에 대해서는 지지하고 있는 횡구등의 강도가 복재에 비하여 작기 때문에, 면외로의 좌굴에 대하여 안전하게 되도록  $r_y > r_x$  로 한다.

단면의 판두께는 작용력이 커짐에 따라 변화하고, 고강도의 강재를 사용하면 작용력이 작은 단면에서는 국부좌굴 때문에 최소판두께의 제약을 받고, 저강도의 강재를 사용하면 판두께가 커지므로 2~3종류의 강재를 사용하는 경우가 있다.

단순트러스에서 장출가설을 할 경우, 단부 부근에서 현재의 가설응력이 완성시와 압축·인장영역이 반대가 되고, 또 단면의 허용응력이 할증을 고려하더라도 가설하중에 의해 단면이 결정될때가 있으므로 주의를 요한다.

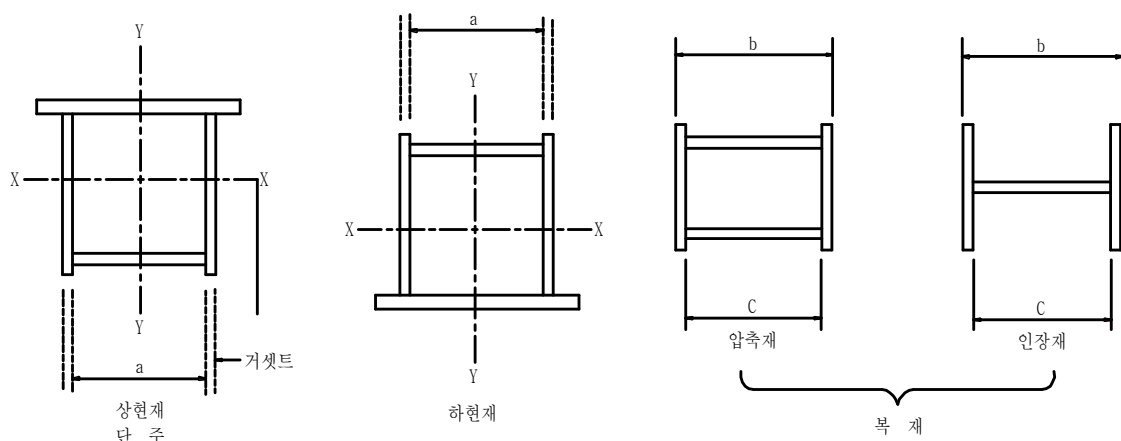


그림 11. 주구단면

### 10. 현재

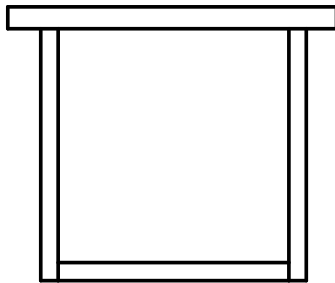
#### 10.1 단면형상

트러스 상하현재의 단면형상은 <그림 12>에 나타낸 바와 같이 상자형단면으로 하는 것을 표준으로 한다. 그 이유는 다음과 같다.

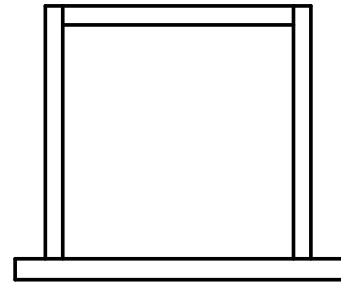




- (1) 압축방향의 축력에 대해 유리한 형상이다.(단면 2차 반경이 큰 단면구성)
- (2) 부재의 비틀림 강성이 높은 형상이다.
- (3) 축부재를 시작으로 다른 부재와의 연결구조가 이상적이다.



a. 상현재



b. 하현재

그림 12. 상하현재의 단면형상

## 10.2 부재의 치수

- (1) 연속부에서 HAND HOLE의 폭을 확보하기 위해 복부판간격으로서 최저 300mm를 확보한다.
- (2) 현재를 구성하는 복부판의 단면적은 부재 총단면적의 40% 이상으로 하는 것이 좋다.
- (3) 압축력을 받는 현재는 연직축 둘레의 단면2차반경에 관한 세장비를 수평축 둘레의 단면2차반경 보다 작게 하는 것이 원칙이다.
- (4) 상자형 부재의 내면용접(<그림 13>에 표시한 \*부위)을 필요로 하는 경우에는 <표 1>에 표시한 내부공간을 확보하는 것을 표준으로 한다.

표 1. 내면용접에 필요한 부재치수

(단위 : mm)

강 종	판 두께	예열온도	작업공간	
			B	H
SS400, SM400, SM490	$t < 25$	예열없음	$\geq 500$	$\geq 750$
SM400, SM490	$25 \leq t < 100$	100 ° C 미만	$\geq 700$	$\geq 900$
SM490Y, SM570	$t \leq 75$			

여기서, B 및 H는 <그림 13>에 나타내는 치수로 한다.

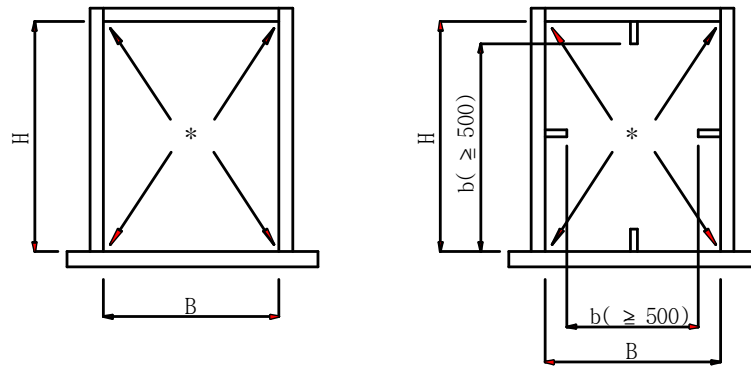


그림 13. B 및 H의 치수

### 10.3 모서리 용접

#### 10.3.1 모서리용접의 종류와 형상

현재단면(주로 주구)의 모서리용접은 판두께, 단면치수, 재질, 부재의 응력상태, 시공 조건 등을 고려해서 다음과 같이 하는 것을 표준으로 한다.

(1) 일반부의 모서리 용접은 <그림 14>를 표준으로 한다.

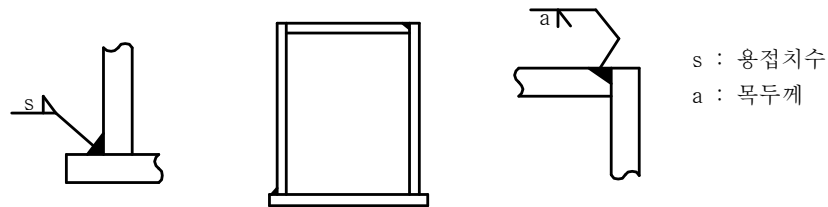


그림 14. 일반부의 모서리용접

(2) 현재를 구성하는 판두께가 두꺼운 경우( $t > 40\text{mm}$  정도)에는 아래에 표시한 모서리용접을 표준으로 한다.

- ① 상자형 단면 내에서 용접이 가능한 경우에는 <그림 15>를 표준으로 한다.
- ② 상자형 단면 내에서 용접이 불가능한 경우에는 <그림 16>을 표준으로 한다.

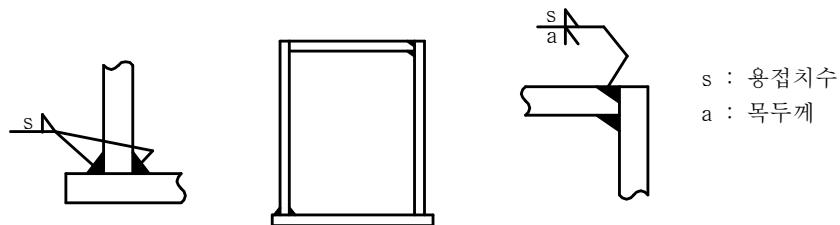
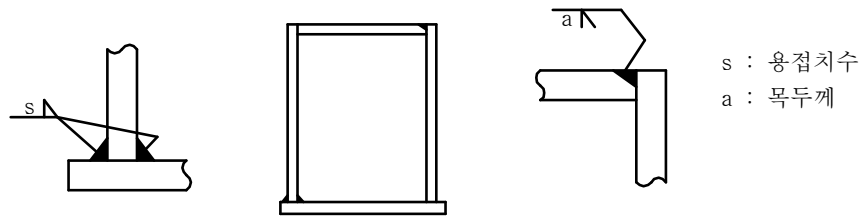
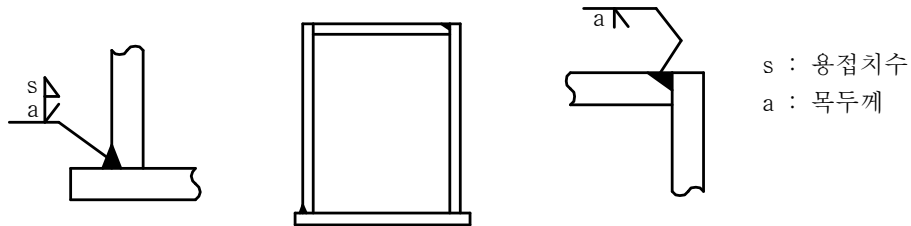


그림 15. 단면내에서 용접이 가능한 경우



a. 단면재에서 용접이 불가능하고 한쪽 플랜지를 떼어낸 상태에서도 양면용접이 가능한 경우



b. 단면내에서 용접이 불가능하고 한쪽 플랜지를 떼어낸 상태에서도 양면용접이 불가능한 경우

그림 16. 단면내에서 용접이 불가능한 경우diaphragm

현재의 볼트 이음부에서는, DIAPHRAGM으로부터 외측은 양면 필렛 용접으로 한다.

### 10.3.2 필렛용접의 모서리판의 돌출길이

(1) 현재의 필렛용접부의 모서리 돌출길이  $d$ (<그림 17>)는 용접시공성을 고려하여 아래에 나타낸 값을 표준으로 한다.

$$(\text{각장}+10\text{mm}) \leq d \leq 75\text{mm} \quad (\text{단}, d \geq 25\text{mm})$$

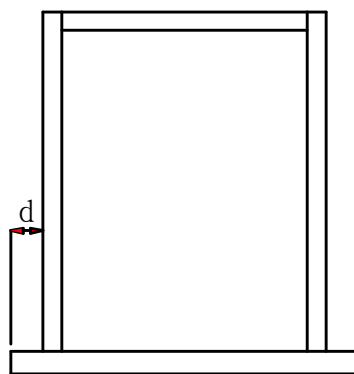


그림 17. 현재의 모서리치수

(2) 현재를 구성하는 후판이 현저하게 두꺼운 경우에는 재단부에 <그림 18>에 보여주는 층간균열이 발생하지 않도록 돌출길이를 크게 해도 된다.

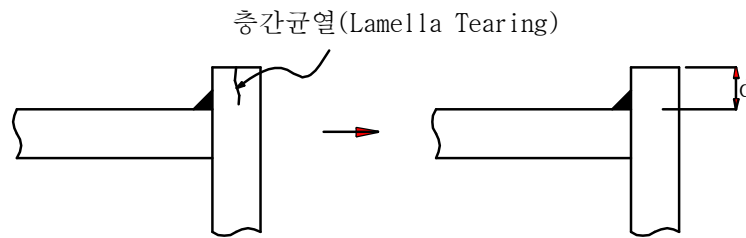


그림 18. 돌출길이  $d$ 와 층간균열과의 관계

### 10.3.3 v형 용접 및 필릿용접의 개선형상과 목두께

- (1) v형 용접의 개선형상은 용접조건을 고려하여 결정한다. 또한, 필요에 따라서 J형개선을 사용하는 것이 좋다.
- (2) 주요부재의 힘을 전달하는 필릿용접의 치수는 <표 2>의 최소치수 이상, 용접부의 얇은 쪽 모재 두께 미만의 범위로 한다.

표 2. 필릿용접의 최소 치수

두꺼운 쪽 모재 두께	최소 필릿용접 치수	비 고
20mm 이하	6mm	1 패스 용접 적용
20mm 초과	8mm	

### 10.3.4 현재의 이음

#### (1) 이음 위치

현재사이의 이음 위치는 볼트체결에 필요한 치수를 고려해서, 가능한 한 격점에 근접시키는 것을 원칙으로 하고, 상하현재의 연결위치의 편심은 트러스의 가설을 고려하여 결정한다. <그림 19>는 현재의 이음위치를 나타낸 것이다.

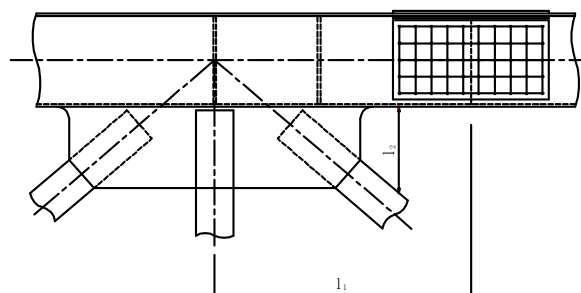


그림 19. 현재의 이음 위치

<그림 19>에서  $L_1$  은 되도록 짧게 하는 것이 좋고,  $L_2$ 는 충격렌치(Impact wrench)의 크기를 감안하여 약 600mm 이상으로 하는 것이 좋지만 부득이 토크렌치를 사용하는 경우에는 200mm이상으로 해도 좋다.



단, 현재사이의 이음위치는 트러스전체의 가설계획에 기초하여 그 배치를 결정하지 않으면 안 된다.

(2) 이음 중심선을 사이에 두는 볼트의 간격

이음 중심선을 사이에 두는 볼트간격 P는, <표 3>을 표준으로 한다.

표 3. 이음 중심선을 사이에 두는 볼트 간격

(단위 : mm)

볼트 호칭	M20	M22	M24	M30
P	80	90	100	120

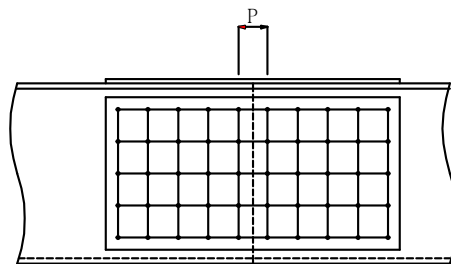


그림 20. 이음중심선을 사이에 두는 볼트 간격 P

(3) HAND HOLE

- ① HAND HOLE의 폭은 120mm이상을 표준으로 한다.
- ② HAND HOLE에서 가장 먼 BOLT까지의 거리는 최대 500mm 정도로 한다.
- ③ HAND HOLE은 부재단면의 크기가 500×500mm 정도 이하의 경우에는 부재의 하면에 설치하는 것을 원칙으로 하고 부재단면의 크기가 그 이상인 경우는 상·하면 2개소 또는 복부판에 설치하는 것으로 한다.
- ④ HAND HOLE에 의한 단면공제로 모재의 단면결손이 있는 경우에는 보강을 실시하도록 한다.
- ⑤ HAND HOLE에는 뚜껑을 설치하는 것을 원칙으로 한다. 상·하면의 HAND HOLE에서는 위측을 뚜껑, 아래측을 망, 하면만의 HAND HOLE에서는 통기성이 좋은 뚜껑으로 하는 것을 표준으로 한다.

(4) 첩첩판

- ① 첩첩판의 폭은 연단거리의 규정을 위반하지 않는 범위내에서 가능한 한 작게하는 것이 좋다. 외측첩첩판의 폭은 내측첩첩판과 일치시키는 것이 원칙이다.

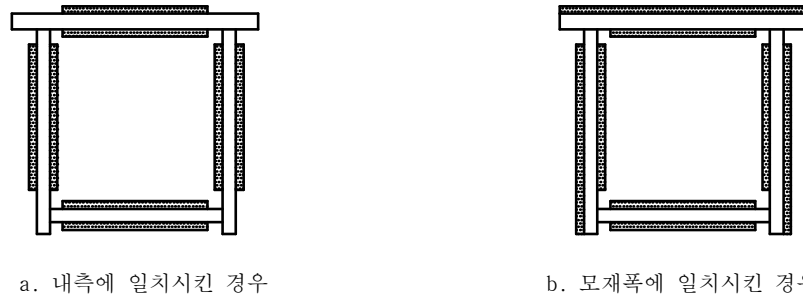


그림 21. 침접판의 폭과 모재폭과의 관계

- ② 침접판이 30mm를 초과하는 경우에는 침접판을 2장으로 나누는 것이 좋다.

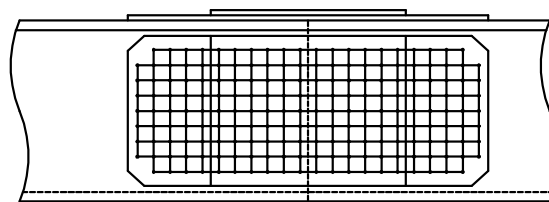


그림 22. 침접판을 분할한 구조예

#### (5) 트러스이음부의 배수처리

현장이음부에는 우수 침입이 예상되는 이음형식의 경우 내부부식에 대한 대책을 마련하여야 하며 완전 밀폐구조가 아닌 경우 배수처리를 위해 물빼기구멍을 설치하는 것을 표준으로 한다.

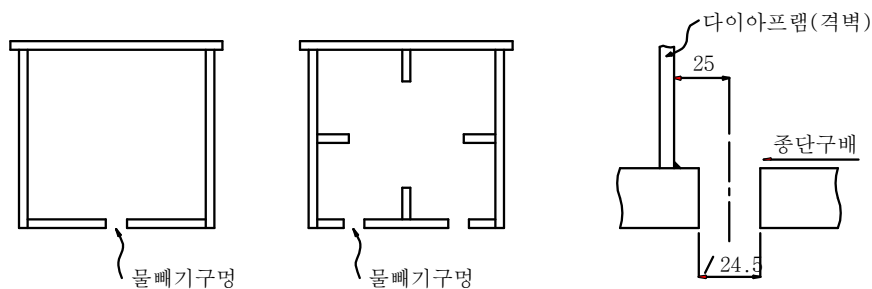


그림 23. 물빼기구멍

#### 10.3.5 격벽(다이아프램)

- (1) 현재의 상자형 단면내에는 다른부재와의 교점 및 현장이음의 전후에 다이아프램을 설치하는 것으로 한다.
- (2) 현장이음 전후의 다이아프램은 현장이음에 가능한 한 가깝게 하는 것이 바람직하지만 가설시에 내측침접판을 상자형단면내에 수용해 두는 경우에는 그 위치에 대한 배려가 필요하다. 또, 현장이음전후의 다이아프램은 <그림 24(b)>에 나타난 바와 같이 온돌레필렛용접으로 하여 현장이음부 이외의 단면내부를 밀폐하는 것으로 한다.
- (3) 현재단면내에 보강용 종리브가 있는 경우에는 종리브를 관통시키는 것을 원칙으로 한다.

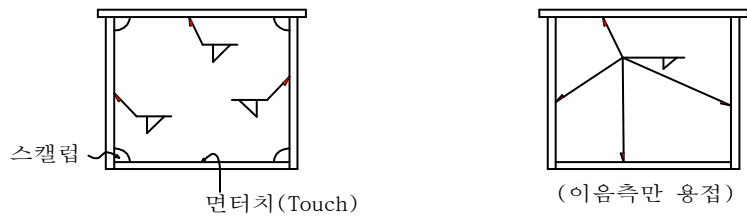


그림 24. 다이아프램의 용접

## 11. 축부재

### 11.1 부재 치수

축부재의 플랜지(사이드 플레이트) 간격은 현재의 복부판 간격을 기준으로 다음과 같이 정하는 것을 표준으로 한다.

- (1) 축부재를 거셋트내에 삽입하는 경우(삽입방식)에는 축부재의 플랜지 외면사이 치수를 현재 복부판 내면간 치수보다 2mm 작게 한다.
- (2) 축부재와 거셋트를 맞대기방식으로 하는 경우에는 축부재 플랜지의 내면간 치수를 현재복부판의 내면간 치수와 일치시킨다.

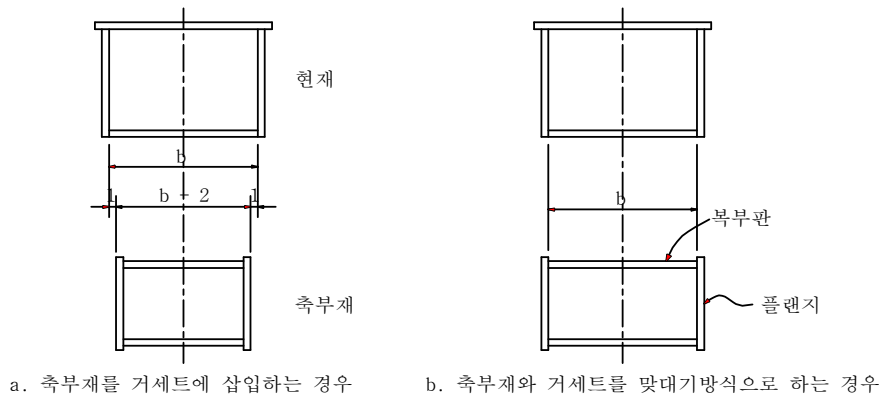


그림 25. 축부재의 복부판 간격

### 11.2 단면형상

축부재 단면은 <그림 26>에 표시된 바와같이 상자형단면을 표준으로 한다. 주로 압축부재에는 상자형 단면을, 인장부재에는 H형 단면을 사용한다.



그림 26. 축부재의 단면형상

### 11.3 모서리 용접

- (1) 축부재단면의 모서리용접은 필렛용접을 표준으로 한다.
- (2) 재단부에서는 복부판을 플랜지보다 10~20mm 짧게하여 온둘레용접이 가능한 구조로 하는 것을 표준으로 한다.(<그림 27>)
- (3) 상자형단면에서 축부재의 모서리 돌출길이 d(<그림 28>)는 아래에 나타낸값을 표준으로 한다.

필렛의 용접치수는 ; 6~7mm의 경우 :  $d = 15\text{mm}$ ,

8~12mm의 경우 :  $d = 20\text{mm}$

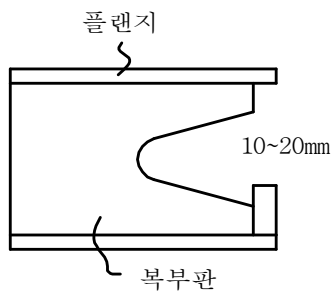


그림 27. 축부재의 재단치수

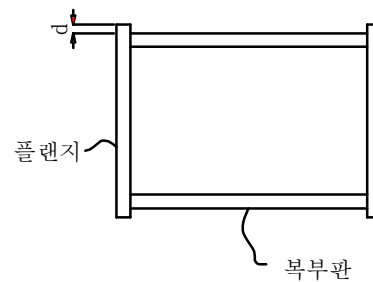


그림 28. 축부재의 모서리 형상

#### (4) 재단(부재 끝단)형상

- ① 축부재단면이 상자형인 경우에 그 재단형상은 <그림 29>의 a, b 중 하나의 형상으로 하는 것을 표준으로 한다. a형상에서는 ※부분을 용접해서는 안 된다.

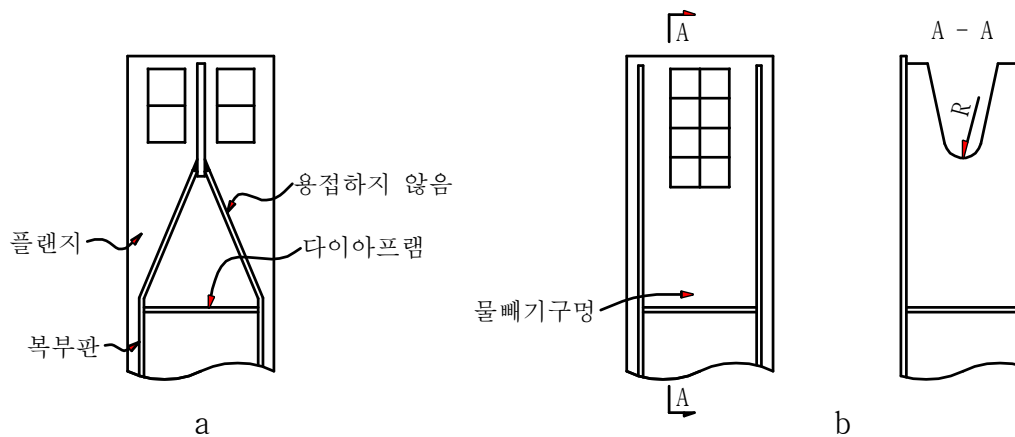


그림 29. 축부재의 재단형상

- ② 재단형상을 a형상으로 한 경우의 복부판의 짜서넣는 형상은 <그림 30>에 표시된 것을 표준으로 한다.



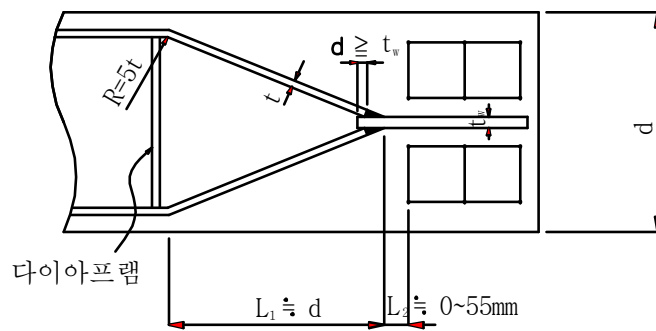


그림 30. 축부재의 복부판의 짜서넣기 형상

- ③ 재단형상을 b형상으로 한 경우의 복부판의 절취형상은 <그림 31>에 표시된 것을 표준으로 한다. 또한 물빼기구멍을 설치하는 것으로 한다.(<그림 29(b)>)

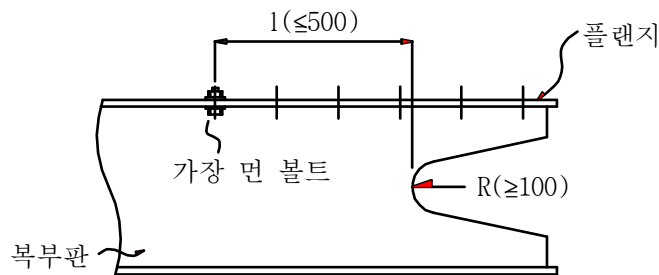


그림 31. 복부판의 절취형상

## 12. 격점구조

### 12.1 거세트

#### 12.1.1 거세트의 구조

- (1) 현재와 축부재를 연결하는 거세트는 <그림 32>에 나타낸 바와 같이 현재의 복부판을 연장하여 구성하는 것을 표준으로 한다.

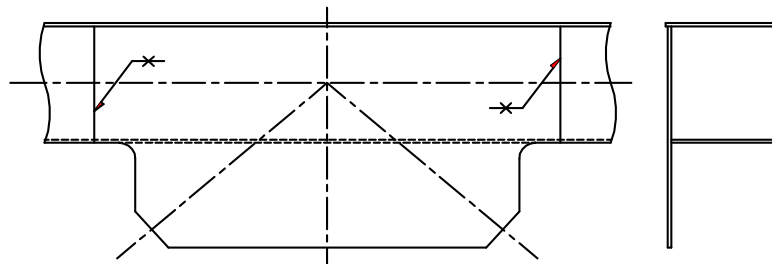


그림 32. 거세트의 구조

- (2) 현재의 복부판이 거세트의 필요두께보다 현저하게 두꺼운 경우에는 <그림 33>에 표시된 바와 같이 현재의 복부판에 거세트를 맞대기용접할 수가 있다.

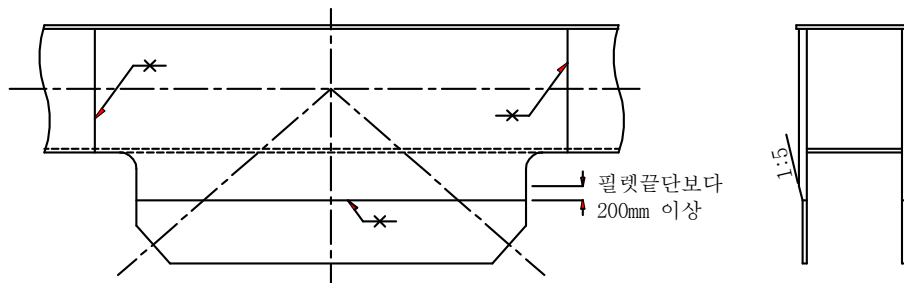


그림 33. 거세트를 모재보다 얇게 한 구조

- (3) 거세트플레이트는 <그림 34>에 나타난 바와 같이 필렛지름의 끝단에서 100mm이상 떨어져 현재의 복부판과 맞대기 용접하는 것을 표준으로 한다.

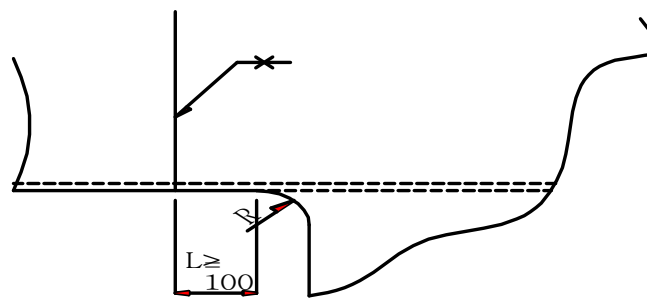


그림 34. 거세트의 용접위치

#### 12.1.2 연결판(Gusset plate)

- (1) 부재를 연결하는 연결판에 고장력볼트를 사용하는 경우에는 가급적 부재축에 대칭이 되게 배치하여야 하며, 또한 부재와 연결판의 접촉면 전체에 걸쳐 배치한다.
- (2) 트러스 및 이와 유사한 구조물의 주트러스에 대하여 두 장의 연결판을 사용하는 경우에는 그 각각의 연결판의 두께는 다음 <식 6>에 의해 산출한 값 이상, 또는 11mm 이상으로 한다.

$$t = 2.2 \times \frac{P}{b} \quad (6)$$

여기서,  $t$  : 연결판의 두께(mm)

$P$  : 연결판에 연결된 한 부재의 최대작용력(kN)

$b$  : 연결된 부재가 연결판에 접하는 부재의 폭(mm)

- (3) 연결판과 현재 또는 단주의 복부판을 일체로 하는 구조에서는, 연결판의 두께는 복부판보다 얇게 해서는 안 된다.

#### 12.1.3 거세트의 보강재

- (1) Gusset plate의 자유길이  $\ell$ 이 <표 4>에 나타내는 값 이상인 경우의 자유변연단부는 자유변을 리브가 붙은 기둥으로서  $\ell/t$ 가 60정도에 들어갈 수 있는 리브로서 보강하는 것으로 한다. 이때 Gusset plate의 유효폭은  $12t$ 로 한다.



표 4. 보강재를 필요로 하지 않는  $\ell/t$ 의 상한치

강 종	SS400 SM400 SMA400W	SM490	SM490Y SMA490W	SM570 SMA570W
$\ell/t$	60	52	49	43

(2) Gusset plate내부에서 <그림 35>에 표시된  $\ell'$ 가 <표 5>에 나타난 값 이상인 경우에는 축부재축력에 의한 국부좌굴에 대해 적당한 보강을 행하는 것으로 한다.

표 5 보강재를 필요로 하지 않는  $\ell'/t$ 의 상한치

강 종	SS400 SM400 SMA400W	SM490	SM490Y SMA490W	SM570 SMA570W
$\ell'/t$	27	23	22	19

여기서,  $t$  : Gusset 두께

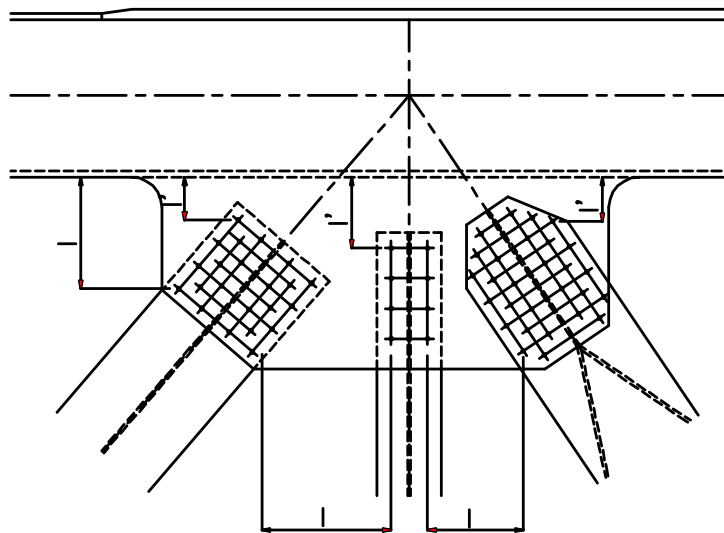


그림 35.  $\ell$ ,  $\ell'$ 를 취하는 방법

## 12.2 축부재와의 연결구조

### 12.2.1 구조형식

(1) 축부재의 Gusset 연결방식에는 <그림 36>에 나타난 바와 같이

- ① 삽입방식
- ② 맞대기 방식

2가지가 있는데, 일반적으로는 삽입방식을 사용하는 것을 표준으로 한다.

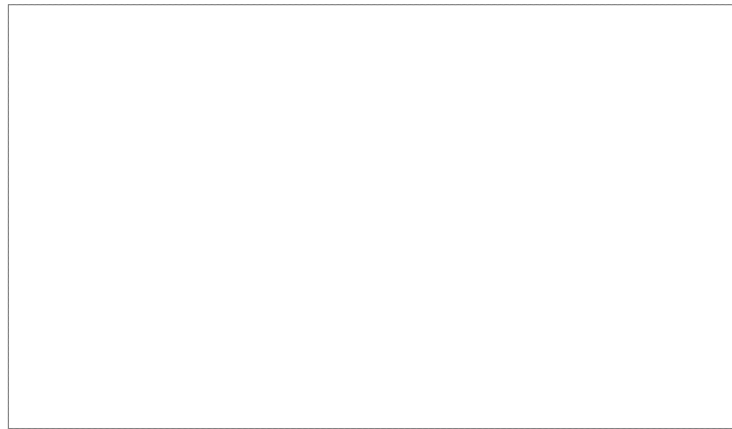


그림 36. 축부재와 Gusset의 연결방법

(2) 다음과 같은 경우에는 맞대기 방식을 사용하는 것이 좋다.

- ① 축부재의 축력이 크고, 축부재의 Flange와 Gusset의 연결만으로 볼트 갯수가 현저하게 증대하는 경우
- ② 부재의 가설순서에 의해 축부재의 Gusset에로의 삽입이 곤란하다고 예상되는 경우
- (3) 축부재는 Gusset 형상을 축소하기 위해 특별한 사정이 없는 한 가능한 맞대기로 한다.

#### 12.2.2 삽입방식의 연결구조

- (1) 축부재를 Gusset내에 삽입해서 연결하는 경우에는 축부재의 Flange와 Gusset을 볼트로 연결하는 것을 표준으로 한다. 볼트 열수가 많을 경우(6열 이상)에는 <그림 37>에 나타낸 바와 같이 복전단 볼트이음으로 하는 것을 표준으로 한다.

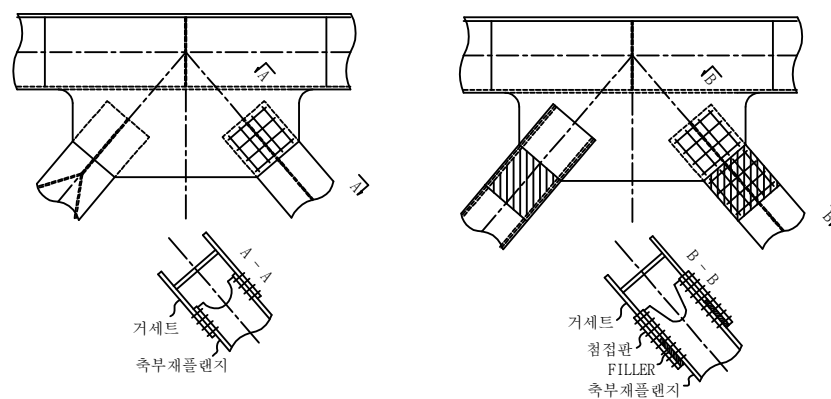


그림 37. 삽입방식 연결구조예

- (2) Gusset내에서의 축부재와 각부재간의 부재간 치수는 <그림 38>에 나타낸 것을 표준으로 한다.

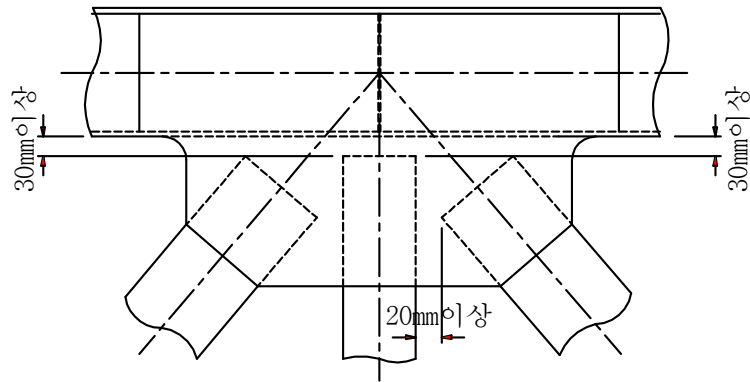


그림 38. Gusset내의 각 부재간 치수

- (3) 축부재의 재단형상은 「8.1.11의 ④」에 나타낸대로 하고, 축부재의 Flange는 응력, 국부좌굴에 대해서 충분히 안전하지 않으면 안된다.

### 12.2.3 맞대기 방식의 연결구조

- (1) 축부재를 Gusset에 맞대어 연결할 경우에는 Gusset면외의 강성을 유지하기 위해 Gusset내에 격판을 설치하는 것으로 한다.
- (2) 「8.1.12 ①」에 나타낸  $l'/t$ 의 검토에서 Gusset에 국부좌굴이 발생할 우려가 있는 경우에는 Gusset에 축부의 복부판의 연장선상에 보강재를 설치하는 것으로 한다.
- (3) 주구 및 주횡트러스등의 피로의 영향을 고려할 필요가 있는 격점에서는 보강재의 Gusset에로의 연결방법을 다음에 나타내는 ①, ② 중의 하나로 한다.

#### ① 볼트 이음

- ② Gusset의 피로강도를 저하시키지 않도록 보강재를 Gusset 및 현재의 Flange에 밀착시킨 용접이음

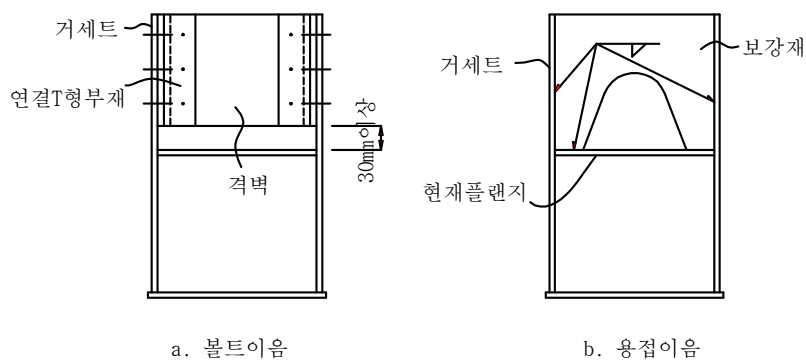


그림 39. 보강재의 Gusset로의 설치

### 12.3 격점부의 모서리 용접

일체구조형식격점에 있어서 현재의 Gusset plate측 모서리용접의 용접치수(목두께)는 아래의 식을 만족하는 것으로 한다.

(1) 필릿 용접의 경우

주요부재의 힘을 전달하는 필릿용접의 치수는 <표 6>의 최소치수 이상, 용접부의 얇은 쪽 모재 두께 미만의 범위로 한다.

표 6. 필릿용접의 최소 치수

두꺼운 쪽 모재 두께	최소 필릿용접 치수	비 고
20mm 이하	6mm	1 패스 용접 적용
20mm 초과	8mm	

(2) 부분용입 홈 용접의 경우

$$t_1 \geq S \geq \sqrt{2t_2} \quad (7)$$

$$\geq 0.26t_f$$

여기서,  $S$  : 용접의 치수(mm)

$t_1$  : 얇은쪽 판두께(mm)

$t_2$  : 두꺼운 쪽 판두께(mm)

$t_f$  : Flange의 판두께(mm)

(3) (1)과 (2)에 있어서 내·외 양측에 용접하는 경우는, 각각의 목두께의 합계를  $a$ 로 한다.

12.4 격점부에 있어서 단면변화

격점부의 전후에 있어서 현재의 판두께를 변화시킬 경우의 Flange의 판이음 위치  $\ell$  은 <그림 40>에 나타낸 바와 같이 Flange가 얇게 되는 쪽으로서 격점에서 Flange폭  $B_f$ 의 약 1/2 떨어지는 것을 표준으로 하고 최소 200mm로 한다.

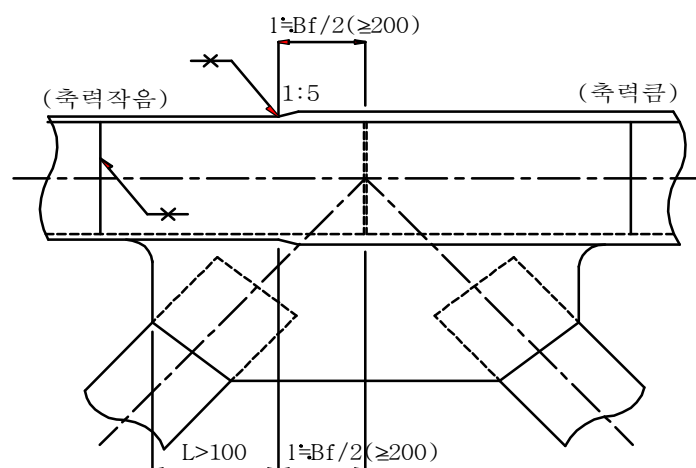


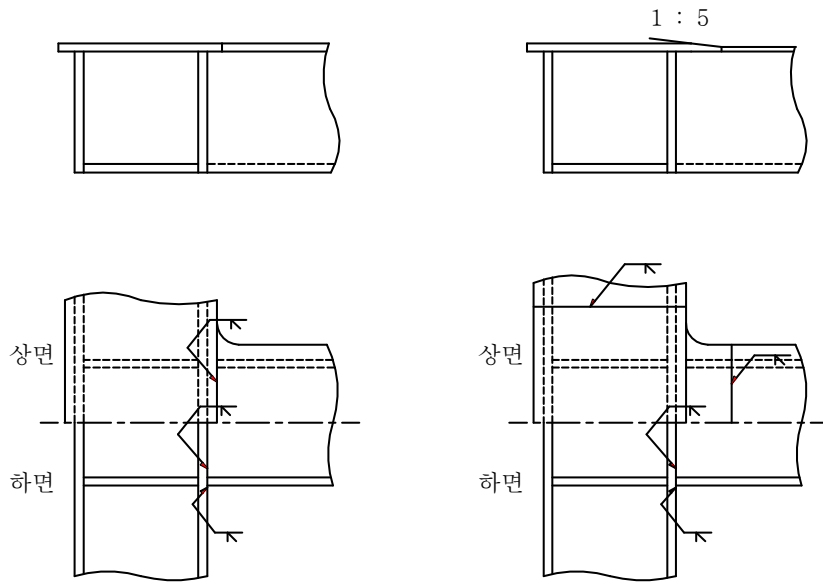
그림 40. 플랜지의 판이음 위치



## 12.5 면외부재와의 연결

### 12.5.1 주형트러스와의 연결

- (1) 주형현재와 주형 TRUSS(또는 대경구) 현재와의 연결은 <그림 41>에 표시한 맞대기 이음구조로 하는 것을 표준으로 한다.



a. 피로의 영향이 문제가 안되는 경우

b. 피로의 영향이 문제가 되는 경우

그림 41. 주구현재와 주형트러스와의 연결

- (2) 이음부의 용접은 홈 용접 또는 필렛용접으로 하고, 그 유효 목두께는 전강의 75%이상으로 해야 한다.
- (3) Flange 사이의 맞대기부에는 Fillet를 설치하는 것으로 하고, 그 반경은 큰 쪽의 Flange의 1/5 이상이어야 한다.
- (4) 주구현재내에는 주형트러스 현재의 복부판에 맞추어 다이아프램을 설치하는 것을 표준으로 한다.
- (5) 주구현재와 주형 TRUSS현재의 부재높이에 차가 있을 경우에는 <그림 42(a)>에 나타난 바와 같이 주형 TRUSS현재의 복부판높이를 변화시켜 부재높이를 맞추어 맞대는 것을 표준으로 한다. 단, 연결부에서 주형 TRUSS의 부재력이 작은 경우에는 <그림 42(b)>와 같이 부재높이를 맞추지 않고 맞대기하여도 좋다.

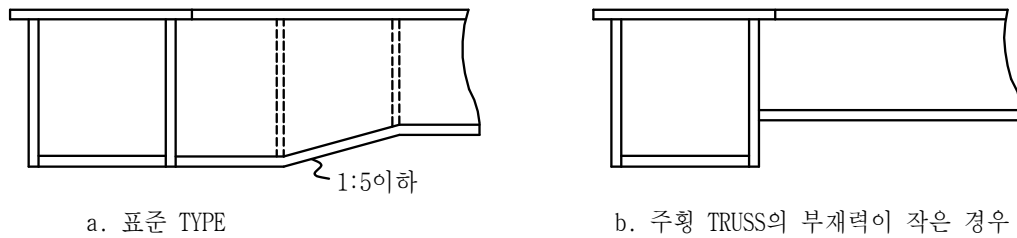


그림 42. 부재높이에 차가 있는 경우의 연결

### 12.5.2 횡구와의 연결

- (1) TRUSS의 현재와 횡구부재와의 연결은 <그림 43>에 표시한 바와 같은 Gusset 이음 구조로 하는 것을 표준으로 한다.

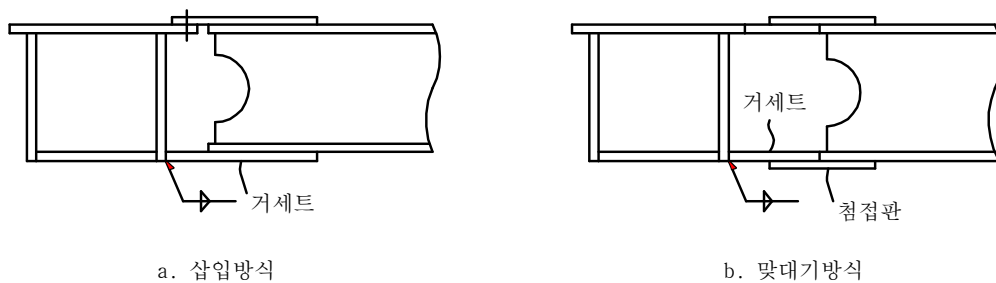


그림 43. 현재와 횡구의 연결

- (2) TRUSS의 현재와 Gusset와의 연결은 <그림 44>의 a, b에 나타난 구조중 하나로 하지만 피로의 영향이 엄격할 경우에는 b와 같은 구조로 하는 것이 바람직하다.

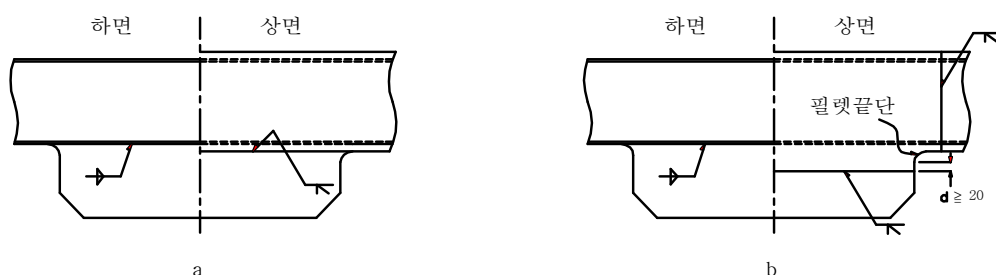


그림 44. 현재와 Gusset의 연결

Gusset의 이음부의 용접은 홈용접 또는 필렛 용접으로 하고, 횡구에서의 부재력에 서의 그 유효 목두께를 검토하지 않으면 안된다.

- (3) Gusset의 양측단과 현재와의 교차부에는 fillet를 설치하는 것으로 하고, 그 반경은 현재 Flange 폭의 1/5 이상이어야 한다.
- (4) Gusset는 현재의 Flange에 맞추어 연결하는 것을 표준으로 한다. 단, 횡구의 부재력이 비교적 작고, 현재와 횡구의 부재높이가 다른 경우에는 <그림 45(b)>에 나타난 바와 같이 Gusset와 Flange를 맞추지 않아도 좋은 것으로 한다.



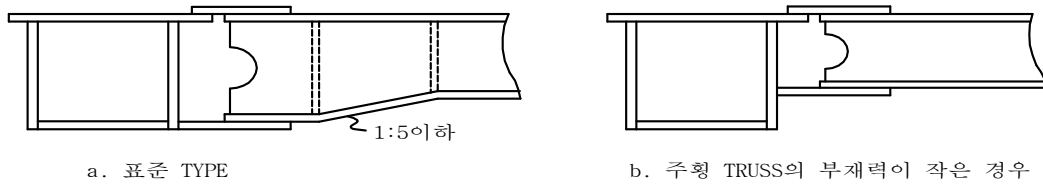


그림 45. 부재높이에 차가 있는 경우의 연결

### 13. 다이아프램

- (1) 트러스의 격점, 트러스 부재의 중간부에서 수평브레이싱 등을 연결하는 곳(단면변화부 포함)과 현장 이음부의 양쪽에는 다이아프램을 설치하여야 한다. 다만, 현장 이음부의 양쪽의 다이아프램은 밀폐형으로 한다.
- (2) 트러스의 받침부, 가로보의 연결부와 같이 집중력이 작용하는 부분의 현재 및 usset판에는 다이아프램을 설치하여 힘의 전달이 확실히 되도록 하여야 한다.

### 14. 브레이싱

#### 14.1 일반내용

- (1) 수평브레이싱, 수직브레이싱 및 교문브레이싱은 주트러스와 함께 교량이 입체적인 기능을 유지할 수 있도록 충분한 강성을 확보해야 하며, 또한 그 배치가 적정해야 한다.
- (2) 수평브레이싱이나 수직브레이싱에서 부재를 서로 교차시킬 경우에는 부재의 교점은 연결되어야 한다.
- (3) 수평브레이싱은 주트러스 현재의 응력 일부를 분담할 뿐만 아니라 중간 수직브레이싱의 영향에 의한 부가응력을 받는 경우가 있기 때문에 여유 있는 설계를 하는 것이 좋다.
- (4) 하로 트러스교의 스트럿의 높이는 적어도 부착할 현재의 높이와 같게 한다. 또한 비재하현에 설치하는 수평브레이싱 부재를 현재에 연결하는 부분에서 수평브레이싱 높이가 현재 높이보다 낮고 스트럿이 그 부분에 없다면 수평브레이싱 부재의 연결부 부근을 현재 높이와 같게 확대해서 현재의 전 높이에 걸쳐 설치하는 것이 좋다.

#### 14.2 수평 브레이싱

- (1) 비재하현에 설치하는 수평브레이싱 부재를 현재에 연결하는 부분에서 수평브레이싱 높이가 현재 높이보다 낮고 스트러트가 그 부분에 없다면 수평브레이싱 부재의 연결부 부근을 현재 높이와 같게 크게 해서 현재의 전 높이에 걸쳐 연결하도록 하거나 연결부 부근은 현재높이와 동일하게 하고 중앙부근은 단면을 축소할 수 있다. 단, 응력조사결과에 만족할 수 있는 단면을 설정하여야 한다.
- (2) 하로 트러스교의 스트러트 높이는 부착할 현재의 높이와 같게 한다.
- (3) 트러스 압축현재간의 수평브레이싱은 「KR C-09020 하중」에서 규정한 하중 외에 해당

격간에 있는 좌우 현재에 작용하는 압축력 합계의 1%에 상당하는 격간 전단력에 저항할 수 있도록 설계하여야 한다. 또, 이 경우의 격간 전단력은 주하중으로 간주한다.

- (4) 수평브레이싱은 주트러스 현재 응력의 일부를 분담할 뿐만 아니라 중간 수직브레이싱의 영향에 의한 부가응력을 받는 경우가 있기 때문에 여유있게 설계하도록 한다.

#### 14.3 수직 브레이싱

상로 트러스는 가로보와 하현재 사이의 전 높이에 걸쳐서 트러스로 묶어야 한다. 상로 트러스의 지점상의 수직브레이싱은 특별한 이유가 없는 한 트러스로 묶어 충분한 강성을 확보하도록 하고 상현에 작용하는 횡하중의 전 반력을 지점에 전달할 수 있는 능력을 가져야 한다.

#### 14.4 교문 브레이싱

- (1) 하로 트러스교의 교문브레이싱은 상현에 작용하는 횡하중의 모든 반력을 지점에 전달하는 구조로서 가능한 한 상자형 단면의 부재를 사용하여 단주 및 상현재의 플랜지에 직접 연결시키도록 한다.
- (2) I형 단면의 부재를 사용할 경우 단주의 도심에 연결하도록 하고 다이아프램등을 이용하여 응력전달이 확실히 이루어지도록 한다.

### 15. 2차 응력

- (1) 트러스의 설계에 있어서, 격점의 강결의 영향으로 인한 2차응력이 가능한 한 작게 되도록 설계한다. 주트러스 부재의 부재높이는 부재길이의 1/10보다 작게 하는 것이 바람직하다.
- (2) 격점의 강결에 의한 2차응력이 무시할 수 없는 범위에 있는 경우에는 2차응력을 고려한 부재의 응력검토를 시행해야 한다.
- (3) 강결로 인하여 주구와 가로보 또는 세로보와의 연결부에 발생하는 영향은 3차원 모델링에 따라 검토하여야 한다.

일반적으로 트러스교 해석은 격점 부위를 강결로 보았을 때와 강결로 보지 않았을 때 모두를 해석하여 불리한 경우에 대해 설계하는 것이 좋다.

### 16. 솟음

트러스교에는 고정하중과 궤도길이당 연속 등분포활하중을 재하하여 발생하는 처짐량을 갖도록 해야 한다.

### 17. 전체 좌굴에 대한 검사

주트러스의 지간길이에 비하여 그 간격이 대단히 좁은 트러스교에서는 전체 좌굴에 대한 검사를 하도록 한다.



## 해설 2. 설계흐름도의 구성

### 1. 주설계단계

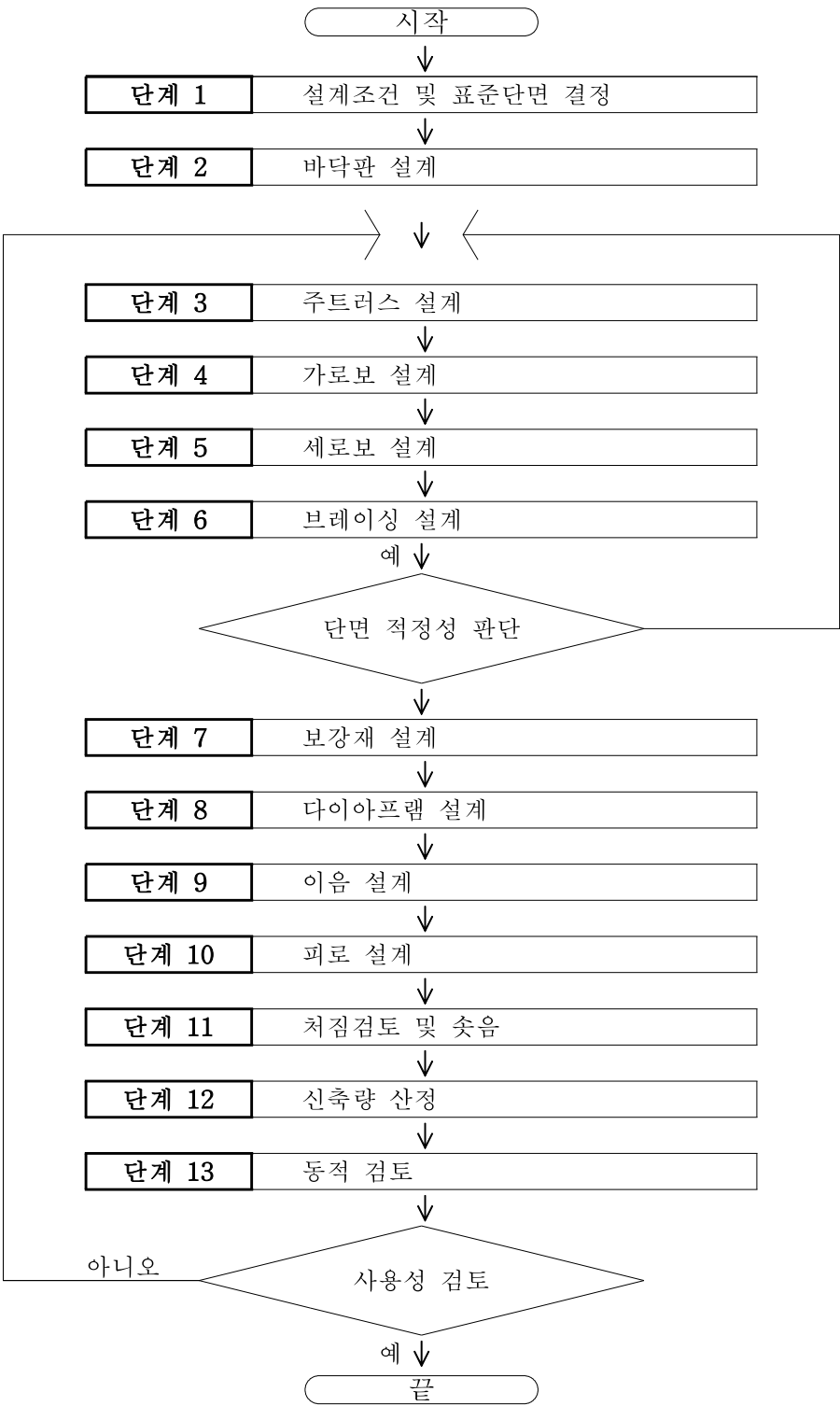


그림 46. 주설계 흐름도

## 2. [단계 1] 설계조건 및 표준단면 결정

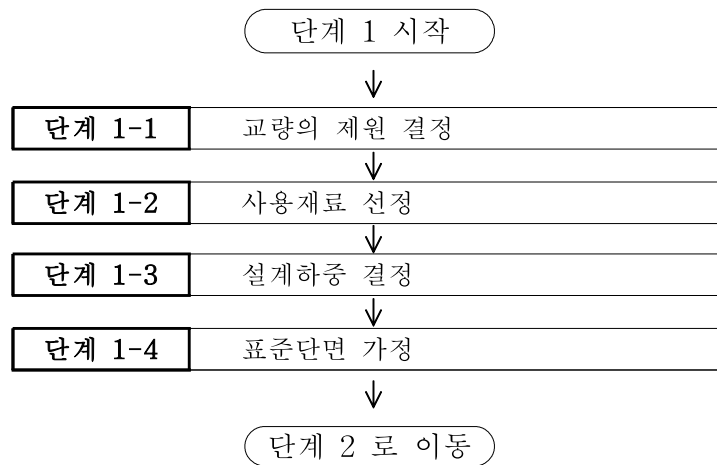


그림 47. 설계 조건 및 표준단면 결정

## 3. [단계 2] 바닥판의 설계

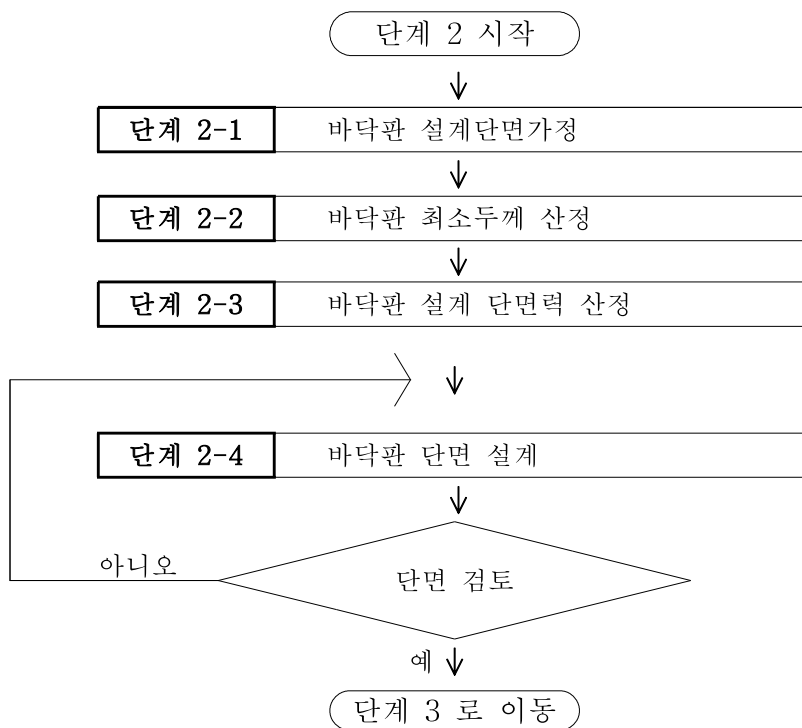


그림 48. 바닥판의 설계



#### 4. [단계 3] 주트러스의 설계

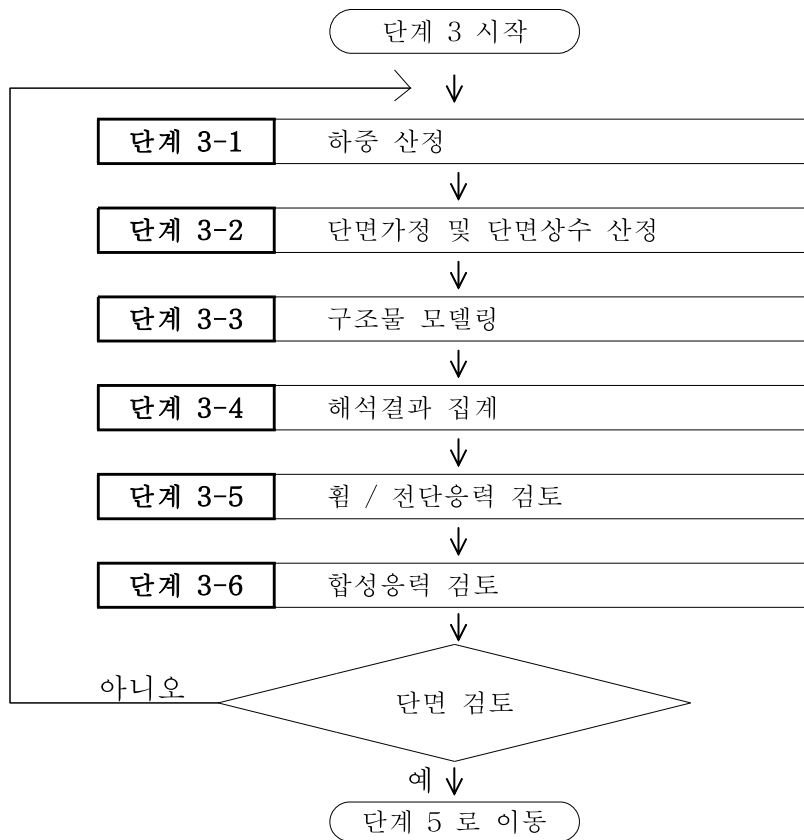


그림 49. 주트러스의 설계

#### 5. [단계 4] 가로보의 설계

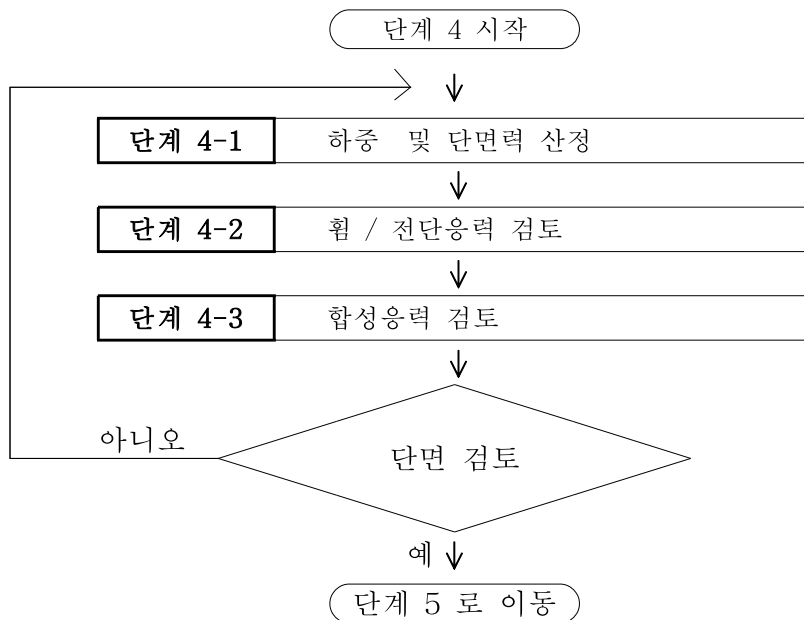


그림 50. 가로보 설계

## 6. [단계 5] 세로보의 설계

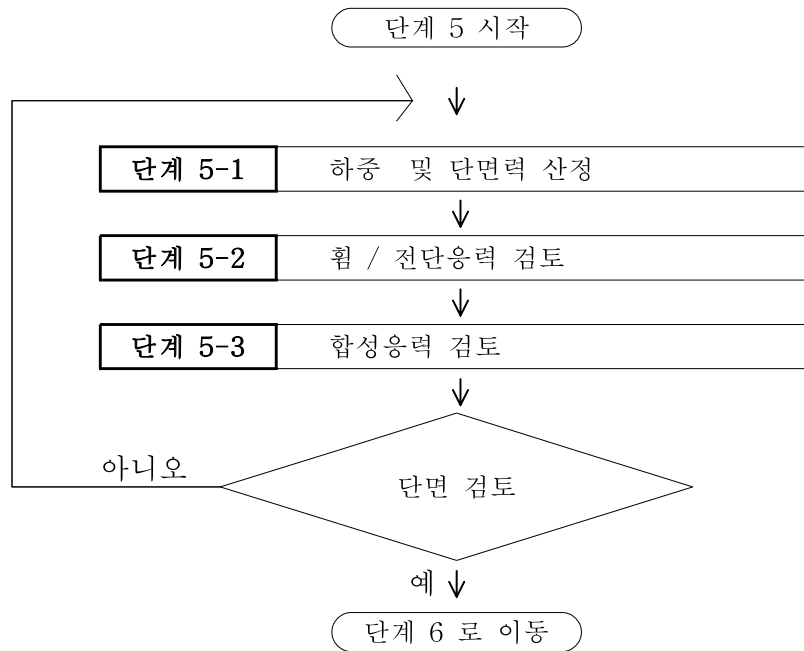


그림 51. 세로보 설계

## 7. [단계 6] 브레이싱 설계

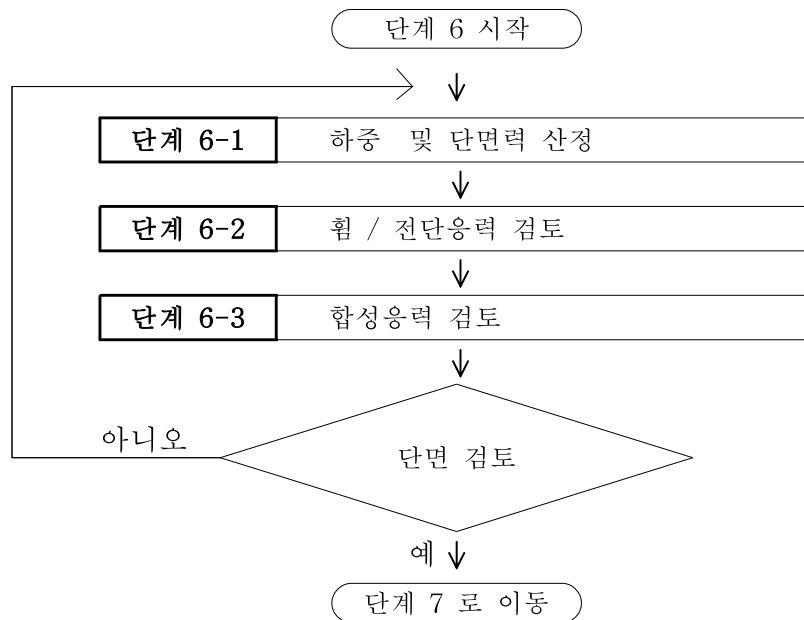


그림 52. 브레이싱 설계

## 8. [단계 7] 보강재 설계

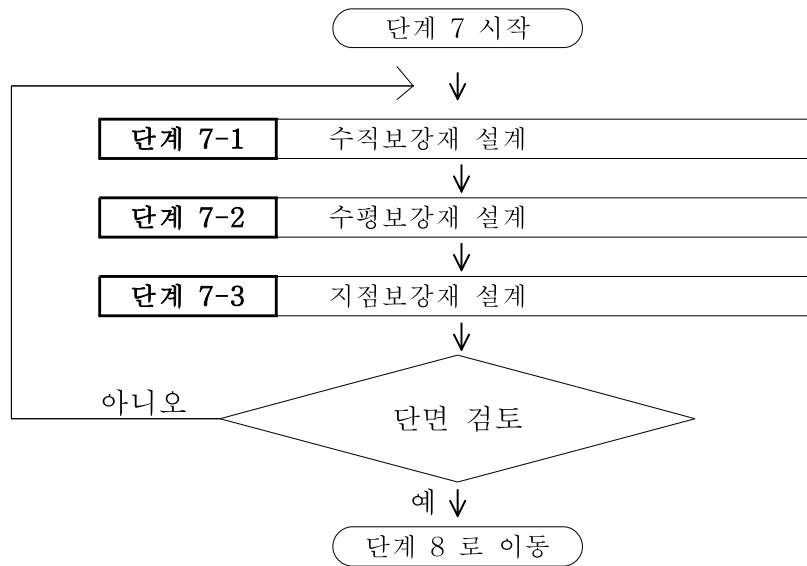


그림 53. 보강재 설계

## 9. [단계 8] 다이어프램 설계

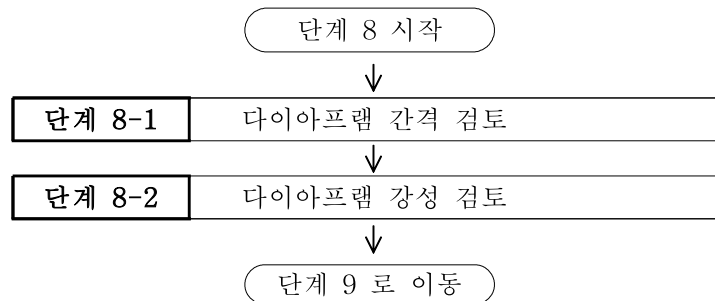


그림 54. 다이어프램 설계

## 10. [단계 9] 이음 설계

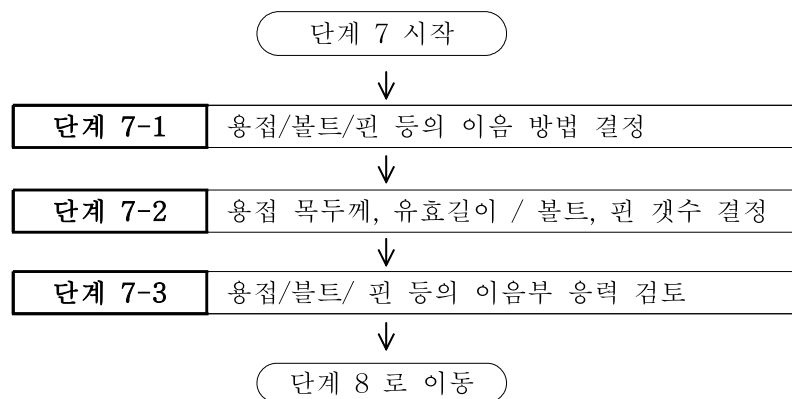


그림 55. 이음 설계

## 11. [단계 10] 피로 설계

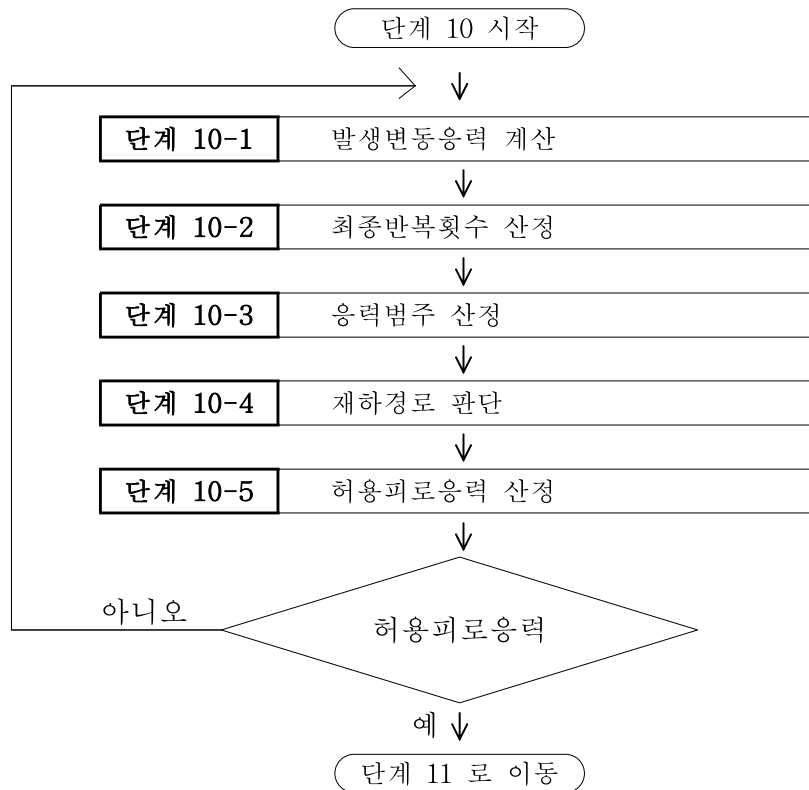


그림 56. 피로 설계

## 12. [단계 11] 처짐검토 및 솟음

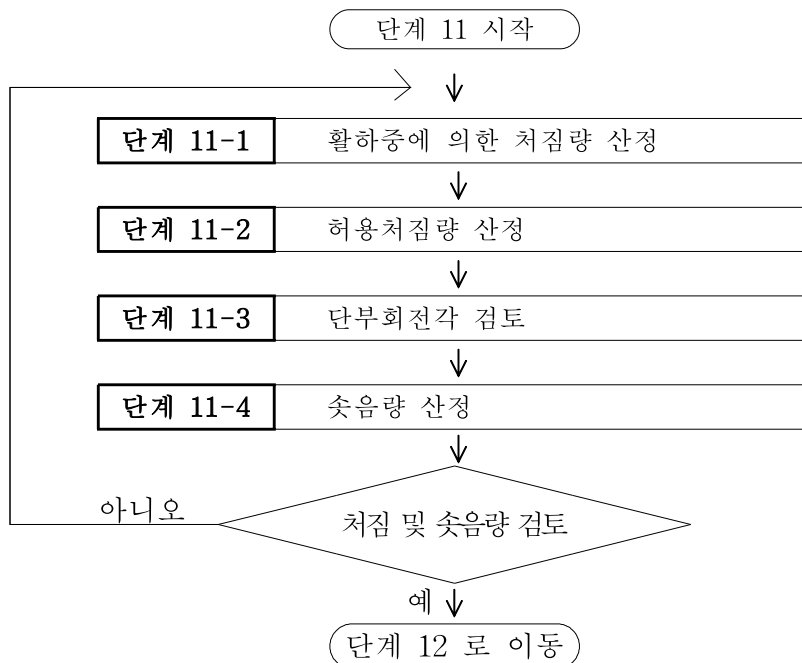


그림 57. 처짐검토 및 솟음





### 13. [단계 12] 신축량 산정

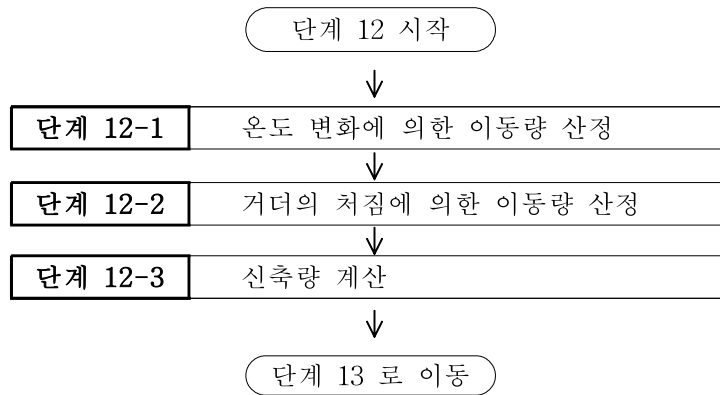


그림 58. 신축량 산정

### 14. [단계 13] 동적 검토

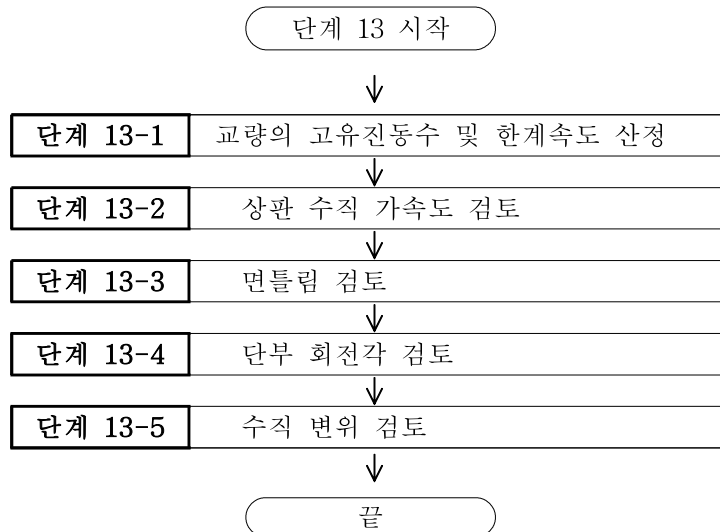


그림 59. 동적 검토

## 해설 3. 설계단계별 고려사항

### 1. 주설계단계

#### 1.1 설계조건(교량 개요의 파악, 교량 연장 및 폭원 결정, 교량 설계방법 결정)

- (1) [철도건설규칙 제4조 선로의 등급]의 규정에 따라 설계 활하중의 크기를 결정한다.
- (2) 교량의 폭은 [철도건설규칙 제15조 시공기면의 폭]을 고려하여 결정한다.

- (3) 비합성거더 및 합성거더에서의 주거더 및 부부재의 설계방법은 「KR C-09010, 5.2 설계계산 규정」을 적용하며, 바닥판 콘크리트의 설계 방법은 「KR C-00810 5.2 하중의 특성」 규정에 따른다.

#### 1.2 사용재료(재료 일반, 재료의 허용응력, 재료특성 파악)

- (1) 재료 규정에 따라 재료를 선택한다.
- (2) 재료의 허용응력은 허용응력의 규정을 따른다.
- (3) 설계계산에 사용하는 재료의 물리상수는 재료의 특성치 규정에 따른다.

#### 1.3 설계계산

트러스교 각 부재의 설계에 있어서 허용응력 설계법에 따른 하중조합에 규정된 하중조합에 의해 발생하는 응력이 구조형식에 따라 규정된 허용응력 이하인지를 검사하는 것으로 한다.

### 2. [단계 1] 설계 조건

#### 2.1 교량의 제원 검토

가설되는 교량의 제원을 파악하고 선로등급에 따라 표준활하중을 적용하여 교량을 설계한다. 도상의 유무 및 종류, 입지조건, 주변 환경과의 조화 등 여러 설계조건을 종합적으로 고려하여 교량의 제원, 형식 등을 적절히 선정하여 설계하여야 한다.

#### 2.2 사용재료 선정

재료 규정에 따라 사용재료를 선택한다.

#### 2.3 설계하중 산정

트러스교의 설계에는「KR C-09020, 2. 하중의 종류」에 교정된 주하중, 부하중, 주하중에 상당하는 특수하중, 부하중에 상당하는 특수하중에 대하여 고려하여야 한다.



## 2.4 표준 단면 가정

- (1) 주구의 간격은 선로의 등급에 따른 궤도의 폭원, 평면선형, 교측 보도의 설치유무 등의 건축한계를 고려하여 결정한다.
- (2) 트러스를 구성하는 각 부재의 구성에 있어서는 트러스 규정에 따라 단면의 도심이 가능한 한 단면의 중심과 일치하도록 하고, 또한 골조선에 일치하도록 배려하는 등, 2차 응력이 가능한 한 작게 되도록 배치하여야 한다.

또한 부재의 조합에 있어서는 용접부가 좌우는 물론 상하로도 가급적 대칭인 위치에 있도록 고려하여 설계하는 것이 좋다.

트러스의 현재, 단주 및 연속트러스의 중간지점에 설치한 사재 등은 박스거더 단면부재로 설계하는 것이 좋다.

## 3. [단계 2] 바닥판의 설계

### 3.1 바닥판 지간 및 두께 산정

- (1) 적용범의는 변장비가 1:2 이상인 철근콘크리트 바닥판으로 한다.
- (2) 바닥판의 지간은 「KR C-09050 5.2 바닥판의 지간 규정」에 따라 결정하며, 단면가정을 위한 철근콘크리트 바닥판의 최소두께는 「KR C-09050 5.3 바닥판의 최소두께」 규정에 따른다.

### 3.2 바닥판 설계휨모멘트 산정(고정하중·활하중 산정, 충격계수 산정)

- (1) 바닥판 단면검토를 위한 고정하중 및 활하중의 적용은 「KR C-09220 3. 고정하중」 및 「KR C-09020 4. 운행하중」, 그리고 바닥판의 설계 휨모멘트 규정에 따른다.
- (2) 충격하중은 「KR C-09020 4.4 표준열차하중에 대한 동적 효과」 규정에 의해 산정된 충격계수를 활하중에 곱한 값으로 한다.

### 3.3 바닥판 단면 설계(주철근 및 배력철근량 산정)

- (1) 주철근량 및 배력철근량의 산정은 「KR C-09050 2.4.5 구조상세」에 따라 철근의 지름, 덮개, 주철근 및 배력철근의 간격 등의 규정을만족하도록 설계한다.
- (2) 합성거더인 경우의 바닥판 설계는 「(1) 항」에 제시된 것 외에 바닥판의 규정도 만족하도록 설계하여야 한다.

### 3.4 사용성 검토(철근 간격 검토)

인장철근의 간격제한으로 균열을 제한하기 위하여 다음 식을 사용한다.

$$s = 375 \times \left( \frac{210}{f_s} \right) - 2.5c_c, \quad s = 300 \times \left( \frac{210}{f_s} \right)$$

## 4. [단계 3] 주트러스의 설계

### 4.1 하중 산정

- (1) 주트러스 설계를 위해 고려하여야 할 고정하중은 「KR C-09020 3. 고정하중」 규정에 따라 실하중은 고려하여 정하고, 보선작업 과정과 곡선부의 캔트 부설에 따른 증가량을 추가하여 사용한다.
- (2) 활하중은 「KR C-09020 4. 운행하중」에 따라 **KRL-2012하중 또는 EL하중**을 재하하며, 충격하중은 「KR C-09020 4.4 표준열차하중에 대한 동적효과」에 의해 충격계수를 산정하여 활하중의 충격효과를 고려한다.

### 4.2 구조 모델링

- (1) 교량의 상부는 각 주트러스와 가로보, 세로보, 브레이싱을 격자 형태로 모델링하여 평면곡선 및 사각 효과를 고려한 3차원 모델링을 원칙으로 한다. 이때 각 부재 격점부의 연결은 부재의 편심 등에 의한 영향을 고려할 수 있도록 모델링한다.
- (2) 콘크리트 바닥판의 자중은 하현재 및 세로보에 재하되는 하중의 크기를 직접 산정하고, 자갈도상의 자중, 궤도의 자중 및 연석 자중 등의 2차고정하중은 2차원 모델을 사용하여 각 세로보에 반력으로 산정한 후 그 반력을 3차원 상부 모델에 재하한다. 고정하중 산출은 「KR C-09020 3. 영구하중」 규정에 따른다.
- (3) 활하중은 세로보에 운행하중으로 재하하고 궤도와의 편심량을 고려하여 각 부재가 최대로 불리한 하중재하의 경우에 대해 설계하도록 한다.

### 4.3 단면력의 조합

주트러스의 설계를 위한 단면력 조합은 「KR C-09020 8. 허용응력 설계법에 따른 하중조합」의 규정에 따라 전단력, 휨모멘트 및 비틀림 모멘트 각각에 대하여 가장 불리하도록 조합하며, 각 하중조합에 대해 허용응력 증가계수를 적용하여 응력검토를 실시하여야 한다.

### 4.4 응력조합 및 합성응력 검토

- (1) 휨 모멘트에 의한 판형단면의 휨응력은 탄성이론에 따라 평면상태를 유지하는 경우에 한하여 부재의 휨응력 규정에 따라 산정한다.
- (2) 주거더의 플랜지와 라멘 가로보의 플랜지가 직접 연결되는 경우와 같이 주거더의 2방향 응력이 작용하는 부분에 대해서는 축방향력과 휨모멘트를 부재의 검토 규정에 따라 검토가 이루어 져야 한다.
- (3) 판형에서 휨에 의한 전단응력의 단면내 분포는 판형과 같은 얇은 단면의 경우, 전단력이 각 부재의 중앙선에 대하여 흐른다는 전단류(剪斷流) 이론에 의한 것을 엄밀해로 본다. 그러나 판형의 경우는 전단력의 대부분을 복부판에서 받아 지지하고, 복부판 내에는 응력분포가 균일하게 분포되므로 부재의 전단응력 규정에 따라 산정하도록 한다.



- (4) 휨모멘트에 의한 휨응력과 휨에 따르는 전단응력에 대하여 설계할 경우 각 응력이 각각의 허용응력 안에 들어오더라도 합성응력이 허용응력을 초과하여 위험하게 될 경우를 고려하여 휨모멘트와 전단력과의 합성응력의 검산 규정에 따라 합성응력을 검토하여야 한다.
- (5) 설계에서 비틀림모멘트를 고려하여야 할 경우에는 「KR C-09080 2. 일반내용」 규정에 따라 순수비틀림(St.venant torsion)에 따르는 전단 응력과 뒤틀림(Warping torsion)에 의한 전단응력과의 합계 및 뒤틀림에 의한 수직응력을 산출하여 검토 하여야 한다.

## 5. [단계 4] 가로보의 설계

### 5.1 하중 산정

- (1) 가로보의 단면력은 하현재 및 세로보를 지점으로 고려하여 영향선 종거로 계산하는 Local 방법과 3차원 격자모델에서 산정하는 Global 방법에서 산정된 단면력 중 불리한 경우를 적용한다. 이러한 방법은 주거더를 격자모델로 수행할 경우 현재까지 설계에서 가장 보편적으로 사용되는 방법이다.
- (2) 가로보 설계를 위한 고정하중은 「KR C-09020 3. 고정하중」 규정에 따라 산정한다.
- (3) 활하중은 「KR C-09020 4. 운행하중」에 따라 [KRL-2012하중 또는 EL하중](#)을 재하하며, 충격하중은 「KR C-09020 4.4 [표준열차 하중에 대한 동적효과](#)」 규정에 의해 충격계수를 산정하여 활하중의 충격효과를 고려한다.
- (4) 기타 가로보에 작용하는 하중에 대해서는 「KR C-08020 하중」 규정에 따라 산정한다.

### 5.2 휨/전단응력 검토

휨모멘트에 의한 판형단면의 휨응력은 부재의 휨응력 규정에 따라 산정하며, 복부판의 휨에 따르는 복부판의 전단응력은 부재의 전단응력 규정에 따라 산정한다.

### 5.3 합성응력 검토

휨모멘트에 의한 휨응력과 휨에 따르는 전단응력에 대하여 설계할 경우 각 응력이 각각의 허용응력 안에 들어오더라도 합성응력이 허용응력을 초과하여 위험하게 될 경우를 고려하여 휨모멘트와 전단력과의 합성응력의 검산 규정에 따라 합성응력을 검토하여야 한다.

## 6. [단계 5] 세로보의 설계

### 6.1 하중 산정

- (1) 세로보의 단면력은 가로보를 지점으로 고려하여 영향선 종거로 계산하는 Local 방법과 3차원 격자모델에서 산정하는 Global 방법에서 산정된 단면력 중 불리한 경우를 적용한다.
- (2) 세로보 설계를 위한 고정하중은 고정하중 규정에 따라 산정한다.

(3) 활하중은 운행하중에 따라 **KRL-2012하중 또는 EL하중**을 재하하며, 충격하중은 **표준 열차하중에 대한 동적효과** 규정에 의해 충격계수를 산정하여 활하중의 충격효과를 고려한다.

(4) 기타 세로보에 작용하는 하중에 대해서는 「KR C-08020 하중」 규정에 따라 산정한다.

## 6.2 휨/전단응력 검토

휨모멘트에 위한 판형단면의 휨응력은 부재의 휨응력 규정에 따라 산정하며, 복부판의 휨에 따르는 복부판의 전단응력은 부재의 전단응력 규정에 따라 산정한다.

## 6.3 합성응력 검토

휨모멘트에 위한 휨응력과 휨에 따르는 전단응력에 대하여 설계할 경우 각 응력이 각각의 허용응력 안에 들어오더라도 합성응력이 허용응력을 초과하여 위험하게 될 경우를 고려하여 「KR C-09040 2.5 휨모멘트와 전단력과 합성응력의 계산」 규정에 따라 합성응력을 검토하여야 한다.

# 7. [단계 6] 브레이싱 및 기타부재의 설계

## 7.1 하중 산정

(1) 상하부 브레이싱 및 교문 브레이싱, 수직재, 사재등 기타부재의 단면력은 [단계4]의 가로보의 설계에서와 동일하게 Local 방법과 Global 방법에서 산정된 단면력 중 불리한 경우를 적용한다.

(2) 브레이싱 및 기타부재의 설계를 위한 고정하중은 고정하중 규정에 따라 산정한다.

(3) 활하중은 운행하중에 따라 **KRL-2012하중 또는 EL하중**을 재하하며, 충격하중은 **표준 열차 하중에 대한 동적효과** 규정에 의해 충격계수를 산정하여 활하중의 충격효과를 고려한다.

(4) 브레이싱 및 기타부재에 작용하는 기타하중에 대해서는 「KR C-09020」 하중 규정에 따라 산정한다.

## 7.2 휨/전단응력 검토

휨모멘트에 위한 판형단면의 휨응력은 부재의 휨응력 규정에 따라 산정하며, 복부판의 휨에 따르는 복부판의 전단응력은 부재의 전단응력 규정에 따라 산정한다.

## 7.3 합성응력 검토

휨모멘트에 위한 휨응력과 휨에 따르는 전단응력에 대하여 설계할 경우 각 응력이 각각의 허용응력 안에 들어오더라도 합성응력이 허용응력을 초과하여 위험하게 될 경우를 고려하여 휨모멘트와 전단력과 합성응력의 계산 규정에 따라 합성응력을 검토하여야 한다.



## 8. [단계 7] 보강재 설계

### 8.1 수직보강재 설계

- (1) 복부판 높이와 복부판 두께가 중간수직보강재가 없는 복부판의 최대폭-두께비에서 규정된 값 이상의 경우에는 복부판에 필히 수직보강재를 설치하여야 한다. 수직보강재의 간격은 형고보다 좁게 택하는 것이 보통이고, 수직 브레이싱 간격은 등간격으로 배치하는 경우가 많다. 수직보강재의 간격을 조사하는 관계식은 중간수직보강재의 간격에 따라 정한다.
- (2) 연속형의 지점상에 있어서 전단응력이 비교적 큰 부분에서는 수직 보강재의 간격이 좁아질 가능성이 있다. 이 경우에는 복부판 두께를 증가시켜 전단응력을 작게 하거나, 플랜지 휨응력에 여유를 주어 보강재 간격이 극단적으로 좁게되는 것을 방지하여야 한다.
- (3) 수직보강재의 강도는 중간수직보강재 규정에 따라 검토되어야 한다.

### 8.2 수평보강재 설계

- (1) 복부판에는 복부판 두께와 복부판 높이의 관계로부터 계산에 따라 수평보강재를 수평보강재 규정에 따라 설치하여야 한다. 수평보강재는 복부판의 한쪽에만 배치하고 돌출길이가 수직 보강재보다 짧도록 하는 것이 일반적이며, 복부판의 좌굴과형의 마디가 되고 반드시 주거더가 내하력 한계에 이를 때까지 좌굴되지 않을 정도의 강도를 지닐 필요가 있다. 그 필요강도는 수평보강재 규정에 따른다.
- (2) 수평보강재의 강재종류는 그 설치 위치의 복부판에 발생하는 최대응력과 같은 응력을 받는 것으로 하여 정하여야 한다. 또한 복부판의 현장이음에서는 수평보강재를 생략할 수 있으며, 보강재의 돌출부와 두께의 관계는 압축력을 받는 자유돌출부의 규정에 따르며, 복부판 응력이 맞은 곳에 설치한 보강재는 복부판 응력과 같은 응력을 받고 있는 것으로 하여 두께를 줄여도 좋다.

### 8.3 단보강재 설계

지점 및 Jcak-up 위치, 가로보 · 세로보 · 수직브레이싱 등의 연결부와 같이 하중이 집중되는 점에서는 보강재를 하중집중점의 보강재 규정에 따라 설계하여야 한다.

## 9. [단계 8] 다이아프램 설계

### 9.1 설계일반

다이아프램의 설계는 「KR C-09070 다이아프램 및 브레이싱」 규정에 따라 설계한다.

### 9.2 다이아프램의 배치간격 검토

다이아프램의 간격은 복부판 중심간격의 4배 이하, 또는 8.0m 이내에서 결정하며, 일반적으로 5.0m 간격으로 설치한다.

### 9.3 하중산정

설계에 필요한 하중은 하중의 규정에 따라 각 부재가 최대 단면력을 일으키는 하중을 적용하여야 한다.

### 9.4 응력검토

각 부재의 응력검토는 「KR C-09040 부재의 응력」의 규정에 따라 실시한다.

## 10. [단계 9] 이음 설계

### 10.1 용접이음방법 결정

응력을 전달하는 용접이음은 홈용접 또는 연속 필렛용접을 쓰도록 하며, 용접이음방법의 결정은 용접의 종류에 따르도록 한다.

### 10.2 용접 목두께 및 유효길이 결정

- (1) 응력을 전달하는 용접부의 목두께는 용접이음의 목두께 규정에 따라 산정한다.
- (2) 용접부의 유효길이는 이론상의 목두께를 가지는 용접부의 길이로 하며, 용접부 유효길이 규정에 따라 산정하도록 한다.
- (3) 홈용접을 사용한 맞대기 이음은 가능한 한 뒷면용접을 하여 전단면을 용접하도록 하여 그루브용접에 의한 맞대기이음에 따르며, 홈용접의 개선형상은 그루브용접에 의한 맞대기이음 규정에 따른다.
- (4) 필렛용접의 경우 필렛용접 치수, 최소 유효길이, 끝돌림 용접 및 겹침이음은 필렛용접의 치수, 필렛용접의 최소 유효길이, 필렛용접의 끝돌림용접 및 겹침이음에 규정 따른다.
- (5) 필렛용접 또는 부분용입 홈용접을 사용한 T이음은 부재의 양쪽에 해야하며 필렛용접 또는 부분용입 홈용접을 사용한 T이음규정에 따른다.
- (6) 용접과 보통볼트를 병용한 이음에서는 볼트는 응력을 받지 않는 것으로 한다.

### 10.3 용접이음부 응력 검토

- (1) 용접이음에 인장력, 압축력, 또는 전단력이 작용하는 경우 용접부에 발생하는 응력은 인장력, 압축력 또는 전단력을 받는 용접이음의 응력 규정에 따라 산정한다.
- (2) 축방향력, 휨모멘트 및 전단력을 동시에 받는 용접이음에서는 T형이음의 필렛용접이 휨모멘트와 전단력을 받는 경우의 검토 규정에 따라 합성응력에 대한 검토가 이루어져야 한다.

### 10.4 볼트 기본허용응력 산정





볼트의 기본허용응력은 볼트 및 핀의 허용응력의 규정 에 따라 산정한다.

#### 10.5 볼트 및 이음판 설계

- (1) 고장력볼트를 사용한 볼트의 설계는 고장력 볼트 및 핀 이음 규정에 따른다.
- (2) 고장력볼트 이음에 있어서 이음판의 설계는 이음판 의 설계 규정에 따른다.

#### 10.6 볼트설계시 검토사항

- (1) 볼트설계시 인장재 순단면적의 계산은 순단면적의 계산 규정에 따른다.
- (2) 볼트의 최소/최대 중심간격은 최소 중심간격 및 대 중심간격에 따르며, 연단거리는 최소 연단거리 및 최대 연단거리 규정에 따라 검토하여야 한다.
- (3) 연결하려는 부재 또는 재편 사이에 채움판을 넣을 경우 채움판의 규정에 따라야 한다.

### 11. [단계 10] 피로 검토

#### 11.1 발생변동응력 계산

활하중에 의해 발생하는 최대응력과 최소응력의 대수차인 응력범위를 산출한다.

#### 11.2 최종반복횟수 산정

최종반복횟수는 허용피로응력 규정에 따라 산정하도록 한다.

#### 11.3 응력범주 산정

응력의 종류 및 범주는 허용피로응력 규정의 「KR C-09030 강교 및 강합성교의 <표 9>」에 따라 적용한다.

#### 11.4 재하경로 판단

단재하 및 다재하 경로 구조물의 결정은 허용피로응력] 규정에 따른다.

#### 11.5 허용피로응력 산정

부재의 허용피로응력은 허용피로응력 규정에 따라 산정하도록 한다.

### 12. [단계 11] 처짐 및 슛음량 검토

#### 12.1 활하중에 대한 처짐 산정

충격하중을 포함한 활하중에 의한 주트러스 및 가로보의 처짐은 부재의 총단면적으로 계산한다.

#### 12.2 허용처짐량 검토

충격하중을 포함한 활하중에 대해 산정된 최대 처짐이 처짐 규정의 허용처짐 이내가 되는지 검토한다.

### 12.3 솟음

시공 중 솟음관리를 위해 솟음의 규정에 따라 고정하중과 궤도길이당 연속 등분포활하중을 재하하여 발생하는 처짐량을 솟음량으로 한다.

## 13. [단계 12] 동적검토

### 13.1 교량의 고유진동수 및 한계속도 산정

주행열차하중에 대한 동적해석 전에 자유진동해석을 수행하여 에 의해 공진을 일으킬 수 있는 임계속도를 미리 산정하고 이 속도에 대한 동적해석을 수행한다.

동적해석 시 하중 재하는 단선, 복선교량에 관계없이 궤도 중심에 따른 단선재하를 원칙으로 하며, 동적해석은 주행안전성 및 승차감 검토를 위한 절차 및 방법 규정에 따라 수행하도록 한다.

### 13.2 상판수직 가속도 검토

동적해석에 의한 상판의 연직 가속도는 교량상판의 연직 가속도 검토 규정의 제한치 이내가 되는지 검토한다.

### 13.3 면틀림 검토

동적해석에 의한 면틀림은 면틀림 규정의 제한치 이내가 되는지 검토한다.

### 13.4 단부 회전각 검토

동적해석에 의한 단부 회전각은 교량 상판 단부 회전각 변화 제한 규정의 제한치 이내가 되는지 검토한다.

### 13.5 수직 변위 검토

동적해석에 연직처짐량 검토시에는 교량의 연직처짐 에 의한 하중조합을 적용하며, 제한치 이내가 되는지 검토한다.

## 14. [단계 13] 신축량 산정

### 14.1 신축이음부 설계

가동받침의 이동량 규정에 따라 신축이음장치를 결정한다.



## 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.

Rev.1('14.1.?) 철도의 건설기준에 관한 규정(국토교통부고시제2013-236호, '13.5.16) 및 철도설계기준(국토교통부고시제2013-757호, '13.12.5)이 개정 고시됨에 따라 개정내용을 반영