

KR C-10100

Rev.1, ?. January 2014



라멘교



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. 일반사항	1
3. 구조해석	2
4. 라멘부재 절점부	4
5. 토압이 작용하는 라멘교	5
6. 구조상세	5
해설 1. 설계일반	8
1. 설계주요사항	8
1.1 일반사항	8
1.2 설계일반	8
1.3 구조해석	8
1.4 라멘 부재 절점부	10
2. 설계흐름도	13
2.1 설계흐름도의 구성	13
2.2 설계단계별 고려사항	21
RECORD HISTORY	30

1. 용어의 정의

- (1) 갈고리 : 철근의 정착 또는 겹침이음을 위하여 철근 끝의 구부린 부분을 말하며, 모양에 따라 180° 표준갈고리, 90° 표준갈고리, 135° 표준갈고리가 있음.
- (2) 계수하중 : 강도설계법으로 부재를 설계할 때 사용되는 하중으로서, 사용하중에 하중계수를 곱한 하중
- (3) 공칭강도 : 강도설계법의 규정과 가정에 따라 계산된 부재 또는 단면의 강도로 강도감소계수를 적용하기 전의 강도.
- (4) 마찰 : 프리스트레싱 동안 접촉하게 되는 긴장재와 덱트 사이의 표면 저항. 곡률마찰과 과상마찰이 있음
- (5) 바닥판 : 도상이나 침목, 레일 등을 통해 열차하중을 지지하고 다른 부재들에 의해 지지되는 판 부재
- (6) 배력철근(distributing bar) : 집중하중을 분포시키거나 균열을 제어할 목적으로 주철근과 직각에 가까운 방향으로 배치한 보조철근
- (7) 사용하중 : 하중계수를 곱하지 않는 하중으로서, 작용하중이라고도 한다.
- (8) 설계단면력 : 하중작용에 의해 부재단면에 생기는 휨모멘트, 전단력, 축방향력 및 비틀림모멘트. 강도설계법에서는 계수하중작용에 의해 생기는 부재의 단면력이므로 소요강도라고도 함.
- (9) 설계하중 : 부재를 설계할 때 사용되는 적용가능한 모든 하중과 힘, 또는 이와 관련된 내적 모멘트와 힘으로서, 허용응력설계법에 의한 설계에서는 하중계수가 없는 하중(사용하중)이고, 강도설계법에 의한 설계에서는 적절한 하중계수를 곱한 하중(계수하중)이 설계하중이 된다.
- (10) 유효폭 : T형보의 플랜지 등에서 유효하게 작용한다고 보는 플랜지 등의 폭
- (11) 정철근 : 정모멘트에 의하여 생긴 인장응력에 대하여 배근하는 철근
- (12) 주철근 : 철근콘크리트 부재의 설계에서 하중작용에 의해 생긴 단면력에 대하여 소요단면적을 산출한 철근
- (13) 콘크리트의 건조수축 : 콘크리트의 건조 또는 수화반응에 의해 시간 경과에 따라 발생하는 수축 변형
- (14) 콘크리트의 크리프 : 콘크리트에 일정한 응력이 장기 지속적으로 작용하는 상태에서 시간의 경과와 더불어 변형이 증가하는 현상

2. 일반사항

- (1) 이 지침은 거더 및 슬래브와 기둥이 일체로 강결(剛結)된 철도교량의 설계에 적용해야 한다. 이 절은 라멘교 고유의 사항에 대해 규정한 것으로, 슬래브교, T형거더교, 박스거더교 등의 단면형상의 고유 사항에 대해서는 각각의 절의 규정에 따라야 한다.



(2) 라멘교의 기둥 및 벽에 대해서는 이 절에서 규정하고 있지 않는 사항들인 토압, 수압 및 지점침하 등에 대해서도 추가로 검토해야 한다.

(3) 기호

A_s = 보강철근량(mm²)

a = 스테럽 또는 띠철근의 간격(mm) 혹은 연직방향부재의 높이(mm)

b = 수평방향부재의 높이(mm) 혹은 <그림 7>의 보의 폭 또는 기둥의 폭(mm)

D = 연직부재의 지름 <그림 6> 혹은 <그림 7>의 벽체 또는 기둥의 폭

D_1, D_2, D_3, D_4 = 라멘부재 절점부에서의 강역선정을 위한 접합부재의 제원(<그림 3> 참조)

H = 현치부의 높이

h = 기둥의 폭

I = 라멘부재 절점부의 휨강성

l_a = 정착길이 혹은 기둥의 축방향 철근의 확대기초에서의 정착길이

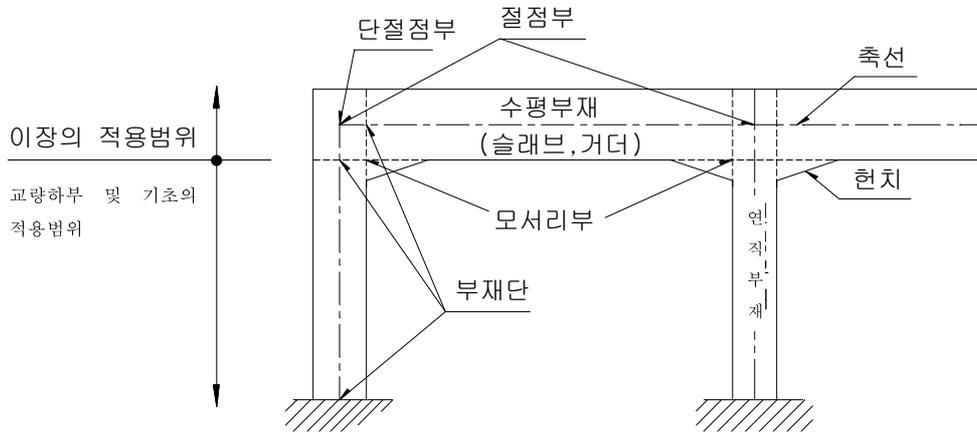
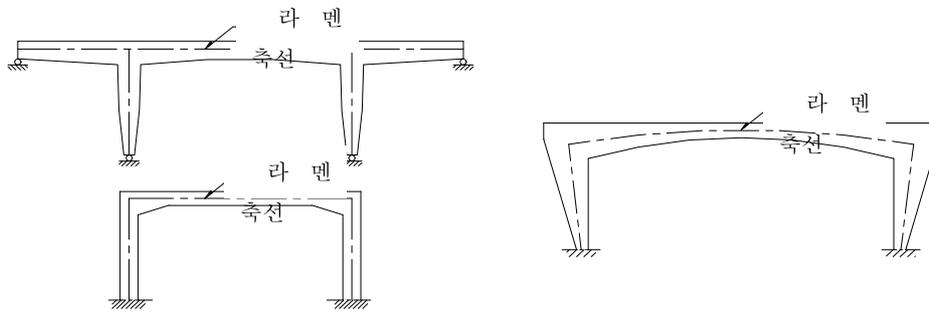


그림 1. 라멘교 각부의 명칭

3. 구조해석

(1) 단면력을 계산할 때의 라멘축선(軸線)은 <그림 2(a)>에서와 같이 부재단면의 도심축선에 일치시킨다. 그러나 <그림 2(b)>에서와 같이 수평부재와 연직부재의 길이의 비가 4정도 이상이거나 단면의 변화가 매우 심한 경우는 거더의 축선변화의 영향을 고려하여 단면력을 계산하는 것이 좋다.

(2) 기둥의 축선의 하단은 기둥이 기초구조와 일체로 강결된 경우에는 기초구조의 상면으로 하고, 현지구조에 결합되어 있는 경우에는 현지의 중심으로 해야 한다.

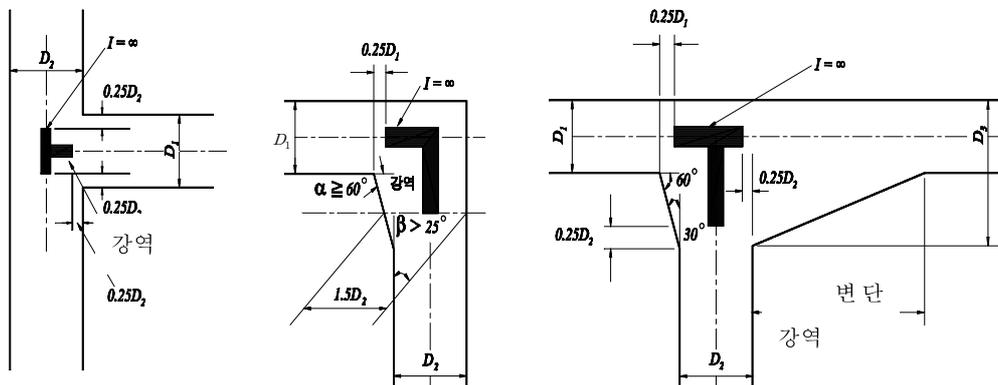


(a) 라멘축선의 변화를 무시해도 좋은 경우 (b) 라멘축선의 변화를 무시할 수 없는 경우

그림 2. 라멘교에 대한 구조모델

(3) 현치의 크기가 부재단면에 비해 작고, 단면의 응력계산에서 무시될 수 있는 정도의 크기의 현치인 경우는 휨강성의 변화를 무시해도 좋다. 또한 지간이 비교적 긴 라멘교에서는 강역(剛域)의 영향을 무시하여 해석하더라도 그 오차는 작기 때문에 일반적으로 강역의 영향을 무시할 수 있다. 이 경우 휨강성의 변화의 영향을 고려하여 해석하려면 라멘부재 절점부의 설계휨모멘트는 <그림 5>에 따라 구해도 좋다. 그러나 기둥과 보의 절점부에 특히 큰 현치가 있는 경우나 보 부재 또는 기둥부재의 부재두께가 매우 큰 경우에는 강역의 영향이 무시될 수 없으므로 아래의 방법으로 구하는 강역 <그림 3>을 고려하여 구조해석을 수행하는 것이 좋다.

- ① 부재단부가 다른 부재와 접합할 때는 그 부재단에서 부재두께의 1/4안쪽 점에서부터 절점까지로 해야 한다.
- ② 부재가 그 축선에 대해 25°이상 경사진 현치를 갖는 경우에는 부재두께가 1.5배가 되는 점에서부터 절점까지로 해야 한다. 다만, 현치의 경사가 60°이상의 경우는 현치의 시점(始點)부터 부재 두께의 1/4안쪽 점에서부터 절점까지로 해야 한다.
- ③ 양측의 현치의 크기가 다른 경우 등의 사유로 「① 및 ②」로 정한 점이 2점 이상 동시에 존재하는 경우에는 강역의 범위는 큰 쪽을 취해야 한다.



(a) 등단면의 경우 (b) 변단면의 경우 1 (c) 변단면의 경우 2

그림 3. 라멘교 절점부에서의 강역



4. 라멘부재 절점부

- (1) 라멘부재의 절점부(節點部)는 접속하는 부재 서로가 단면력을 확실하게 전달시킬 수 있도록 해야 한다.
- (2) 라멘부재 절점부 모서리부에는 헌치를 붙인다. 그러나 부재가 변단면(變斷面)인 경우 혹은 라멘 중간 절점부인 경우에는, 특히 절점부의 안정성에 대하여 검토한 경우 등의 절점부에는 헌치를 붙이지 않아도 좋다.
- (3) 응력을 검사할 때 헌치의 유효부분은 <그림 4>와 같다고 본다.

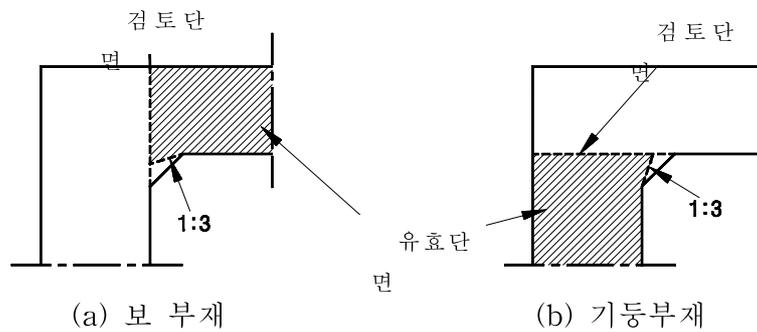


그림 4. 헌치의 유효부분

- (4) 라멘부재 절점부의 설계휨모멘트는 <그림 5>와 같이 구한다.

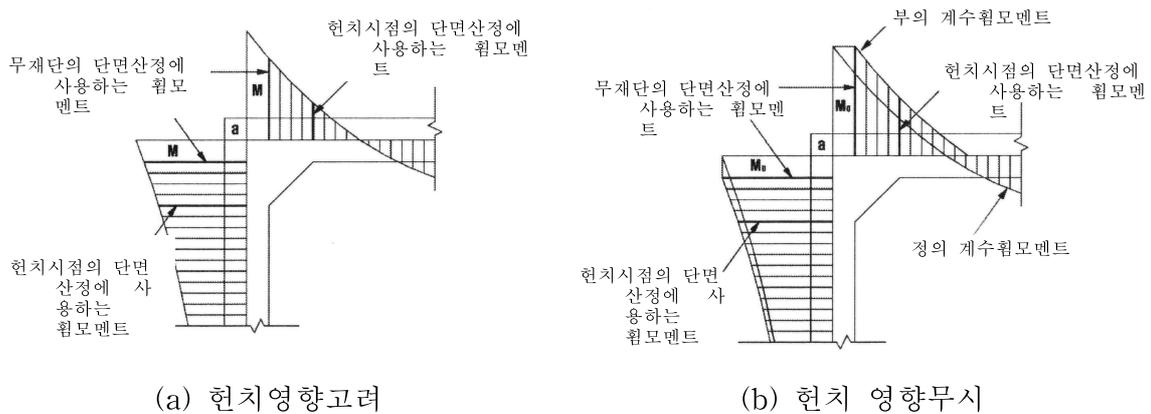


그림 5. 라멘부재 절점부의 설계휨모멘트

- (5) 기둥의 단면이 원형인 경우는 거더 또는 슬래브의 응력 등을 검사할 단면의 위치는 <그림 6>과 같이 기둥 표면에서 기둥 직경의 1/10 만큼 들어간 위치로 하거나 단면적이 같은 가상의 정사각형 단면으로 원형 단면을 치환했을 때의 표면 위치로 하여도 좋다.

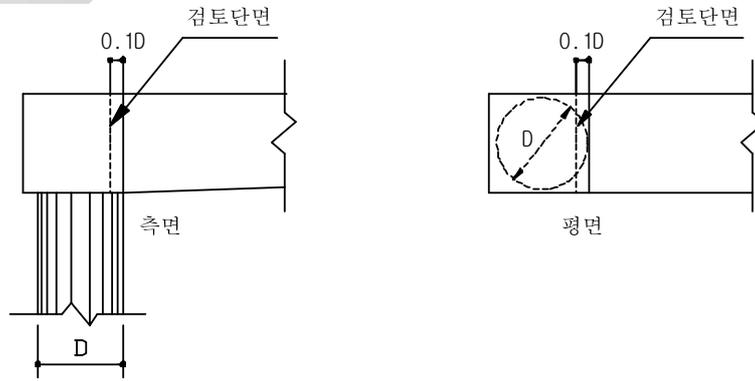


그림 6. 기둥 단면이 원형인 경우의 설계단면

5. 토압이 작용하는 라멘교

- (1) 벽식 교각의 라멘교 등에서는 교각에 토압이 작용할 때, 토압이 여러 가지요인에 의해 설계대로 작용하지 않을 경우가 있다. 이렇게 토압이 작게 작용하는 경우에는 작은 토압을 고려해야 한다.
- (2) 시공 중에 토압이 작용하지 않을 경우, 혹은 부분적으로 작용하는 경우 등에 대해서도 검토할 필요가 있다.

6. 구조상세

- (1) 거더 및 슬래브와 기둥의 주철근은 절점부에서 서로간의 배치관계를 고려하여 단면력이 확실하게 전달되도록 배치해야 한다.
- (2) 라멘 절점부는 각종의 철근이 교차하고 있고, 그 외에 큰 단면력이 작용하고 있기 때문에 철근의 배치에 대해서는 각별히 주의하고, 철근의 조립 및 배근, 콘크리트의 치기 등에 지장이 없도록 설계해야 한다.
- (3) 단절점부에서는 <그림 7>에서 보여주는 바와 같이 절점부에서 결합하는 부재의 주철근량의 적어도 1/2은 외측에 연해서 배치하는 것이 좋다. <그림 7>에서 파선으로 표시된 철근은 계산상 필요한 경우에 배치하는 철근이다.

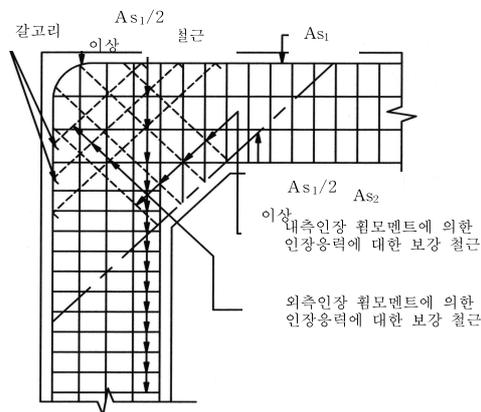


그림 7. 라멘 단 절점부의 철근의 배치



- ① 부휨모멘트가 최외측 접합부에 작용하는 경우에 계수하중 휨모멘트에 의해 대각선 방향의 단면에 생기는 인장응력 f_t 가 $\sqrt{f_{ck}}/3$ 를 넘을 경우는 철근을 배치해야 한다.
- ② 접합부에 정휨모멘트가 작용하면, 접합부 대각선 방향으로 인장응력이 작용하므로 경사방향으로 철근을 배치해서 보강해야 한다.
- (4) 중간 절점부에서의 기둥의 주철근은 모서리에서 거더 및 슬래브의 부재 높이의 1/2 또는 기둥의 유효높이의 1/2 중 작은 값만큼 지나서 이 점부터 정착길이 이상 연장해야 한다. 즉, 박스거더 등에서는 격벽에 설치된 개구부 등으로 인해서 축방향철근이 끊기는 경우가 많으므로 이 경우도 <그림 8>의 a-a단면에서 소요 철근량은 이 규정에 따라 정착시키는 것이 필요하다.

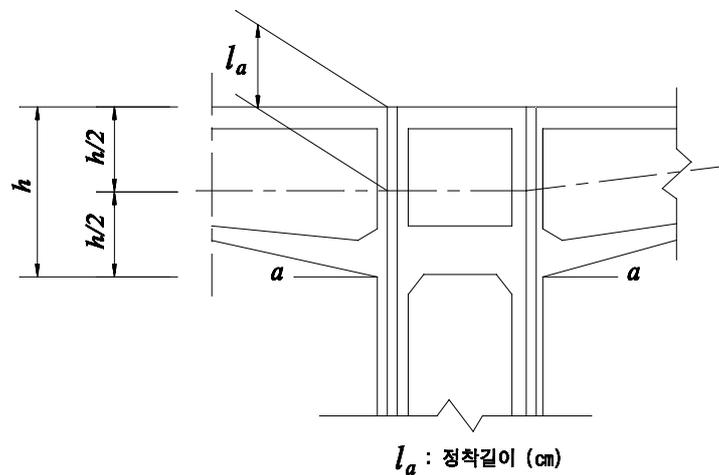


그림 8. 기둥의 주철근의 문힘길이

- (5) 그리고, 기둥의 하단이 고정된 경우에도, 기둥의 주철근은 기초의 상단부터 위의 「(4)항」과 같이 정착시킨다. 다만 시공상 부득이한 경우에는 <그림 9>과 같이 축방향 철근을 확대기초 하단까지 연장하여 직각갈고리를 만들어 정착시켜도 좋다.

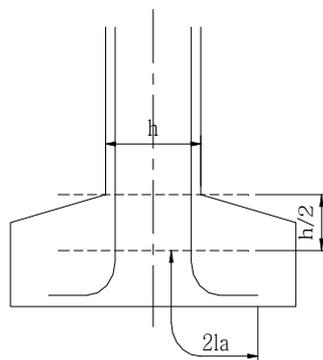


그림 9. 확대기초 내에서의 축방향철근의 정착

- (6) 현치에는 계산상 철근이 필요없는 경우에도 경사면에 연하여 보강철근을 추가로 배치해야 한다.
- (7) 부재 접합부 및 그 부근에는 주철근의 이음을 두지 않아야 한다.
- (8) 접합부 모서리 측면은 시공 중에 동바리의 변형이나 기둥이 연직방향 반력의 영향에 의한 연직방향으로 발생하는 균열을 방지하기 위하여 수평방향 철근을 추가 배치해야 한다.
- (9) 라멘의 접합부 모서리 부분은 콘크리트의 시공이음을 고려하여 철근을 배치해야 한다.



해설 1. 설계일반

부재들이 강결되어 있는 뼈대 구조물을 라멘이라고 하는데 평면교차를 피하여 도로나 철도를 넘어가는 입체 교차교, 이를 가로지르는 암거 등에 많이 채용되는 형식이다. 이러한 철근 콘크리트 라멘구조는 상·하부구조가 연속되어 있어 구조물을 일체화시킬 수 있는 장점이 있다. 철근 콘크리트 구조물의 부재간 접합 부위는 철근이 연속되어 있고 콘크리트도 연속 타설되기 때문에 일체화된 구조가 된다. 따라서 철근 콘크리트 연속보나 라멘에서는 하중이 어느 한 부재에만 작용하더라도 다른 부재에 변형과 응력이 일어나게 된다. 이러한 특성을 지닌 RC 라멘교의 특징으로는 신축이음이 없고 강결 구조이므로 내진 저항성이 크며 장경간에는 고정하중의 증가로 불리하므로 단순경간의 경우 12m이하가 주로 사용된다. 또한 보 높이가 낮으므로 형고 제약이나 도로폭이 작은 마을 진입로 횡단시 널리 사용된다.

본 해설에서는 라멘교의 특징과 설계에 관한 일반사항에 대해 기술하며, 구조해석 방법 및 사용성설계는 「KR C-10060」을 적용한다.

1. 설계주요사항

1.1 일반사항

실제의 라멘 구조물은 입체 라멘이지만 평면 라멘으로 모델링하여 해석하는 것이 보통이다. 라멘교의 용이한 가설을 위해서는 설계전 다음과 같은 사항에 유의하여야 한다.

- (1) 지반고와 계획고 차가 10m 이상인 곳에는 토피고를 두어 계획하는 것이 바람직하다.
- (2) 처짐 및 균열의 영향이 크므로 10m 이내의 경간에 사용하여야 한다.

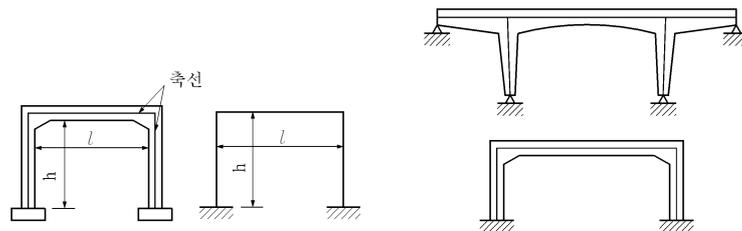
1.2 설계일반

라멘교는 주형과 기둥이 강결된 것으로 설계하며, 슬래브교, T형교, 박스거더교 등의 단면형상의 고유 사항에 대해서는 철도 설계기준과 콘크리트구조 설계기준의 해당 규정에 따른다. 그러나 라멘교 기둥 및 벽에 토압이나 수압이 작용하는 경우에는 [철도 설계기준 제11장] 교량하부 및 기초편의 관련 규정을 적용하여 설계하여야 한다.

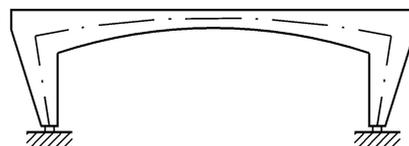
1.3 구조해석

몇 개의 경간을 가진 연속보나 간단한 라멘의 해석에는 3연 모멘트법·최소일의 원리·변형일치의 방법 등 고전적인 해법이 주로 사용되어 왔다. 그러나 복잡한 실제 구조물을 위와 같은 방법으로 해석한다는 것은 매우 번거롭다. 따라서 상호 연관된

처짐각법과 모멘트 분배법이 철근콘크리트의 부정정보와 라멘의 기본적인 해석수단으로 오랫동안 사용되어 왔다. 근래에는 전자 계산기에 의한 매트릭스 구조해석법으로 대체되어 모든 구조해석이 컴퓨터에 의해 이루어지고 있다. 부정정 구조물의 근사해법이나 모멘트계수법은 단면력의 신속한 추정에 유리하다. 이러한 근사해법은 예비설계 및 정밀해의 검사에 유용하며 중요도가 떨어지는 구조물에서는 최종설계에 이용될 수 있다.



(a) 단면변화를 무시해도 좋은 경우



(b) 단면변화를 무시할 수 없는 경우

그림 10. 라멘의 축선

구조해석으로 단면력을 계산할 때의 라멘축선은 콘크리트 전단면을 유효로 하는 부재단면의 도심축선에 일치시키는 것을 원칙으로 한다.

기둥의 축선의 하단은 기둥이 기초구조와 일체로 강결된 경우에는 기초구조의 상면으로 하고 힌지구조에 결합되어 있는 경우에는 힌지의 중심으로 한다. 기초의 침하 또는 회전이 무시될 수 없다고 생각되는 경우에는 기초를 등가 스프링으로 치환하여 해석하는 것이 바람직하다.

기둥과 보의 절점부에 특히 큰 힌치가 있는 경우나 보부재 또는 기둥부재의 부재두께가 매우 큰 경우에는 강역의 영향을 무시할 수 없다. 이와 같은 경우에는 일반적으로 아래의 방법으로 구하는 강역(<그림 11>참조)을 고려하여 라멘구조 해석을 행하는 것이 바람직하다.

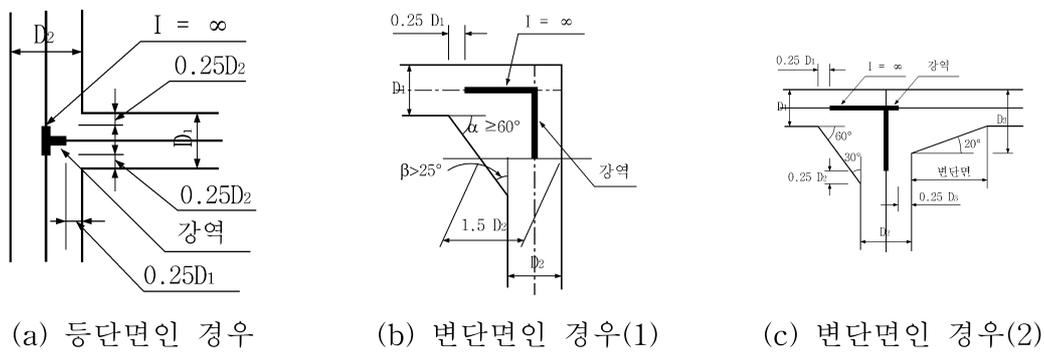


그림 11. 라멘교 절점부에서의 강역

1.4 라멘 부재 절점부

라멘부재의 절점부는 이에 접속하는 부재 상호간에 단면력이 확실하게 전달되도록 하여야 한다.

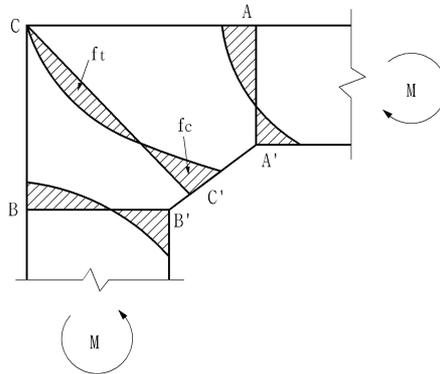


그림 12. 라멘단절점부에 휨모멘트가 작용할 경우의 응력분포

라멘의 절점 즉 부재들의 접합부에는 매우 큰 모멘트와 전단력이 작용한다. 그러므로 절점부는 접합되는 부재들이 서로 단면력을 확실하게 전달할 수 있도록 모서리에 현치를 두어 이 부분의 모멘트는 증가시키고 경간 모멘트는 감소시키도록 한다. 절점부에서 수평부재의 모멘트에 대한 검토단면은 <그림 13>과 같이 연직부재의 전면으로 간주하며, 연직부재의 검토단면은 수평부재의 하면으로 본다.

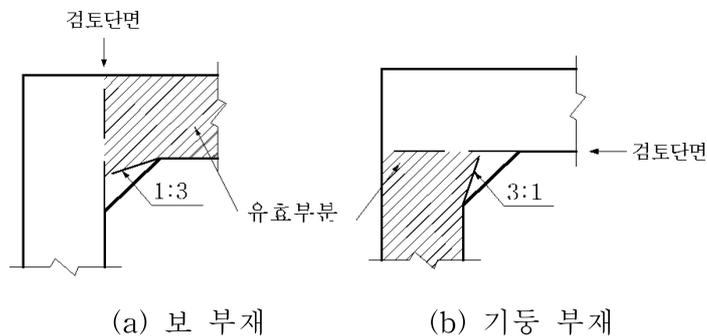
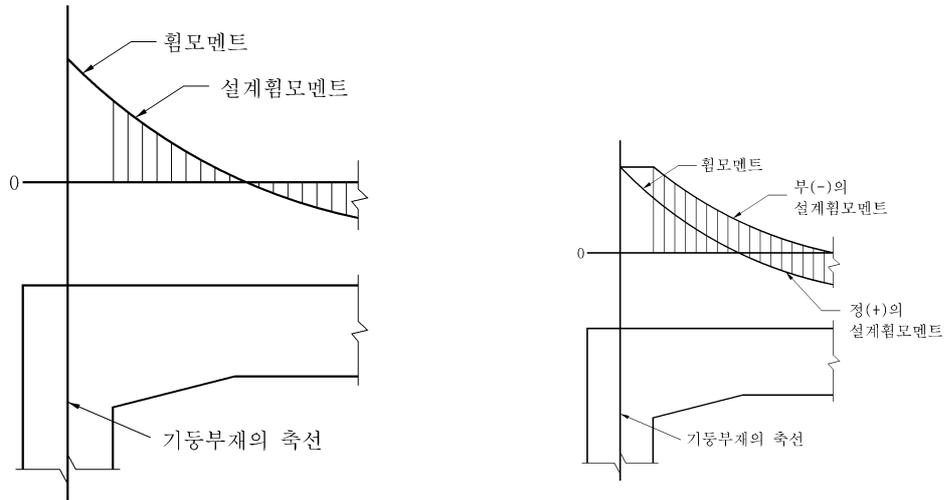


그림 13. 현치의 유효부분

라멘 절점부의 설계 휨모멘트는 다음과 같이 취하도록 규정되어 있다. 즉, 현치나 단면변화의 영향을 고려하여 라멘을 해석한 경우에는 설계모멘트로서 <그림 14 (a)>와 같이 연직부재 전면의 모멘트를 사용한다. 균일단면으로 보고 라멘을 해석한 경우에는 <그림 14 (b)>와 같이 기둥 중심선의 모멘트를 설계 모멘트로 본다. 즉 균일단면으로 보고 계산한 모멘트도를 <그림 14 (b)>처럼 오른쪽으로 이동시킨 모멘트도를 설계에 사용한다.

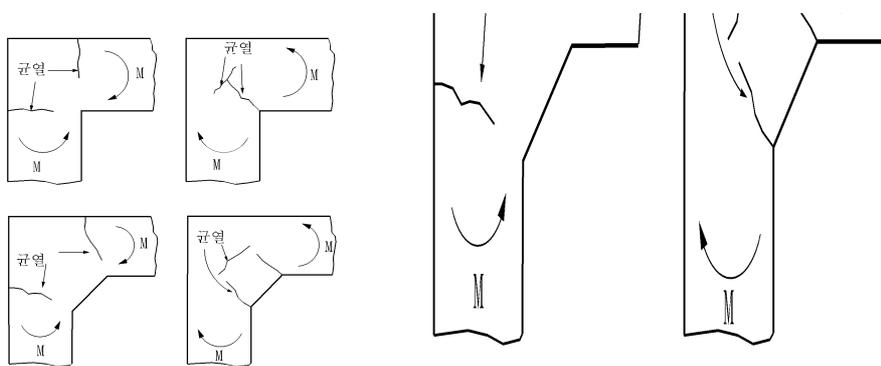


(a) 현치와 단면변화의 영향을 고려해서 해석하는 경우

(b) 현치와 단면변화의 영향을 무시하고 해석하는 경우

그림 14. 라멘부재 절점부의 설계 휨모멘트

절점부의 모서리에는 휨모멘트의 작용방향에 따라 <그림 15>와 같이 균열이 발생하려는 경향이 있으므로 철근을 보강하여야 한다.



(a) 현치가 없는 경우

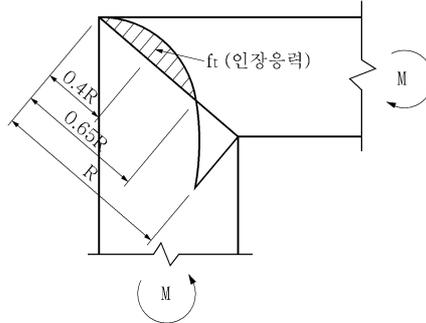
(b) 현치가 있는 경우

그림 15. 절점부에 발생하는 균열

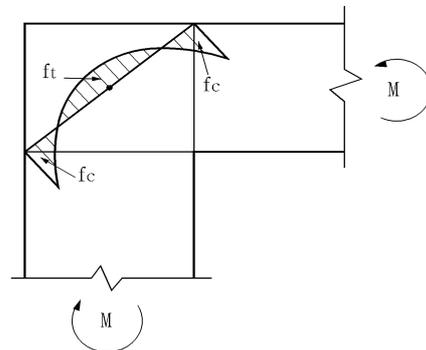
<그림 16 (a)>에서 보여주는 휨모멘트가 단절점부에 작용하는 경우에는 대각선방향의 단면에 인장응력 f_t 가 생긴다. 이 인장응력에 대하여 모멘트에 저항하는 철근을 배



치하여야 한다. 또 절점에서 <그림 16 (b)>와 같은 휨모멘트가 작용하면, 절점부 대각선 방향으로 인장응력이 작용하므로 큰 휨모멘트가 작용하는 경우에는 경사각방향으로 철근을 배치해서 보강하는 것이 좋다.

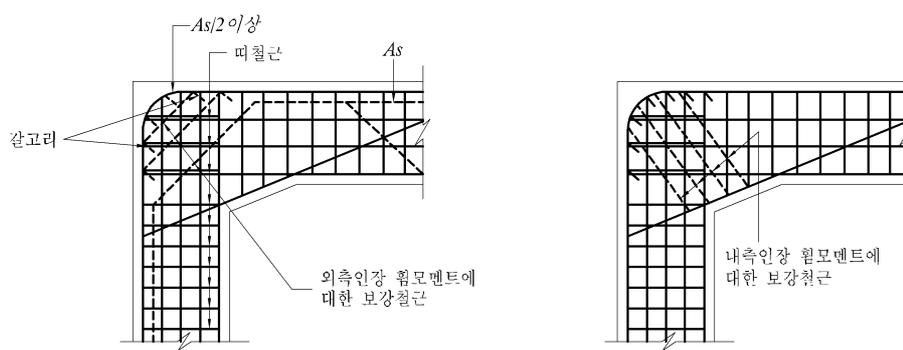


(a) 외측인장의 경우



(b) 내측인장의 경우

그림 16. 라멘 단절점부에 생기는 인장응력



(a) 외측인장의 경우

(b) 내측인장의 경우

그림 17. 라멘 단절점부의 철근의 배치

그림 43

계수하중에 의해 산출된 대각선 방향의 단면에 생기는 인장응력의 크기가 $\sqrt{f_{ck}}/3$ 를 넘는 경우에는 철근을 배치하여 이러한 인장응력에 의해 발생하는 균열을 사전에 제어해야 한다.[콘크리트구조설계기준 해설 2007 부록VII.3]

절점부에는 많은 철근이 교차해서 배치되기 때문에 주철근의 이음은 가능한 한 두지 않는 것이 좋다. 절점부에서 접합되는 부재들의 주철근이 절점부에서 끝날 경우에는 갈고리를 붙여서 정착하는 것이 좋다.

2. 설계흐름도

2.1 설계흐름도의 구성

2.1.1 주설계 단계

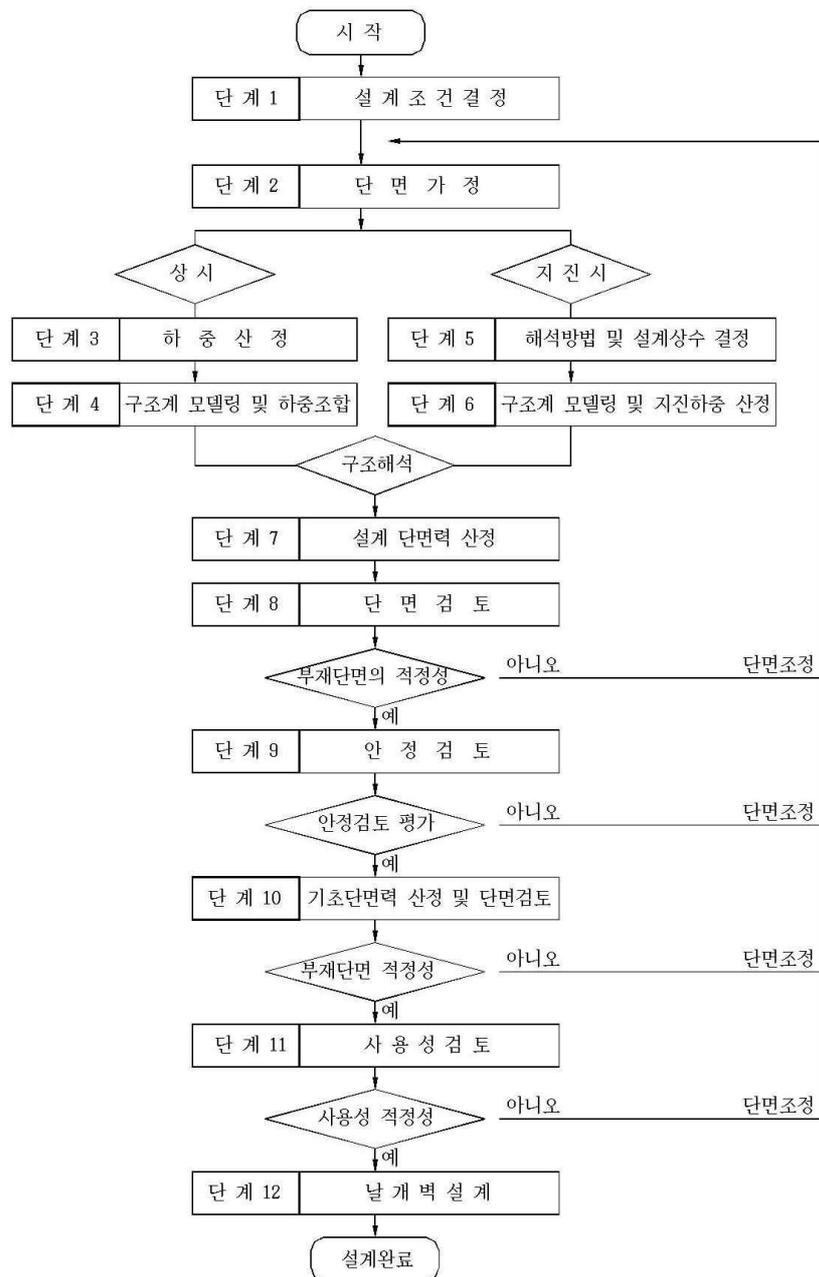


그림 18. 주설계 단계



2.1.2 [단계 1] 설계조건 결정

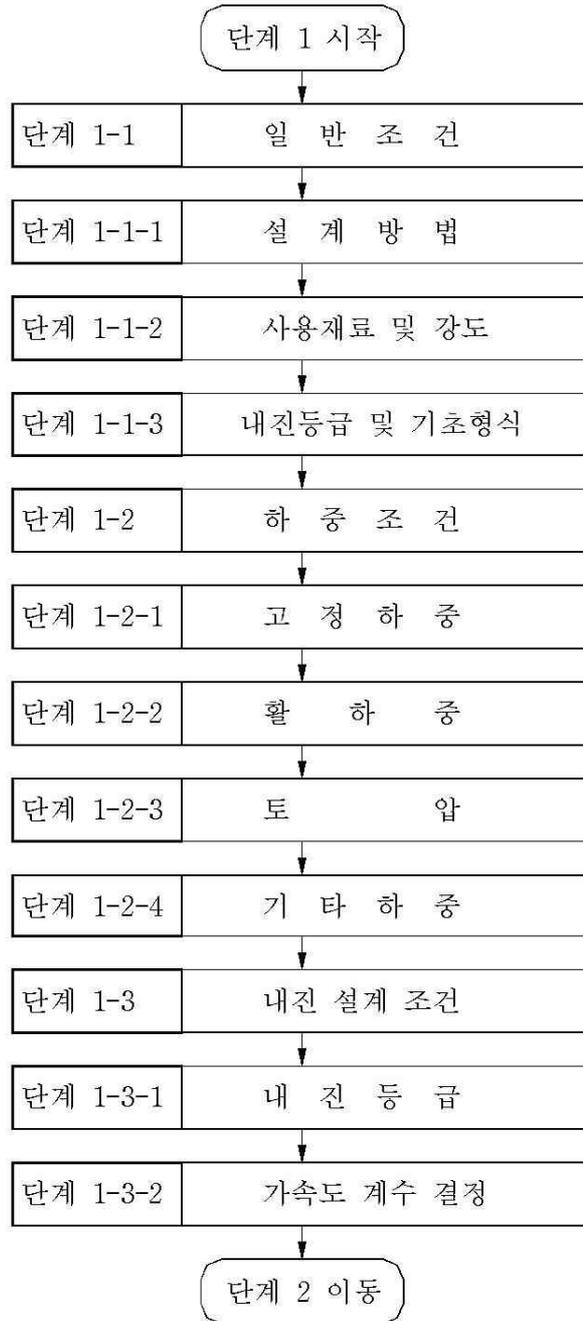


그림 19. 설계조건 결정

2.1.3 [단계 2] 단면가정

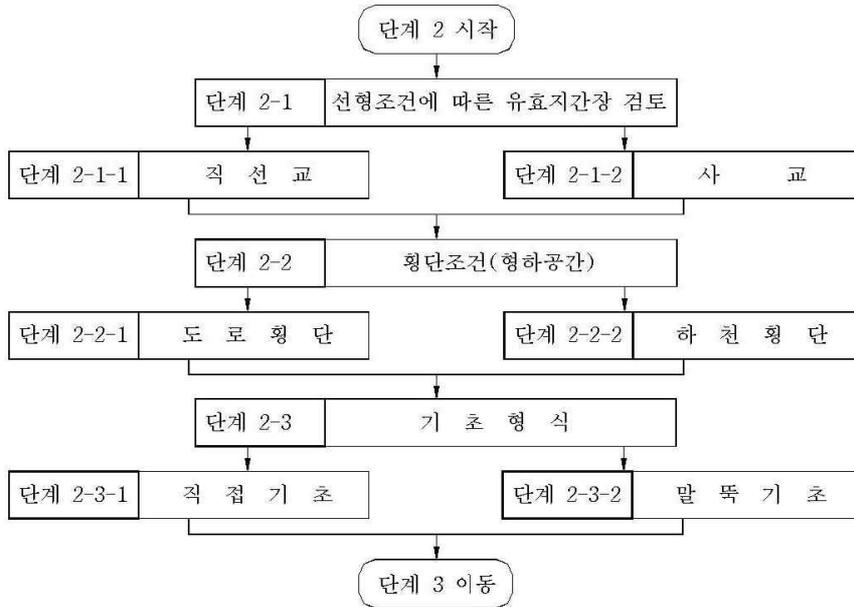


그림 20. 단면가정

2.1.4 [단계 3] (상시)하중 산정



그림 21. (상시)하중산정



2.1.5 [단계 4] (상시) 구조계 모델링 및 하중조합

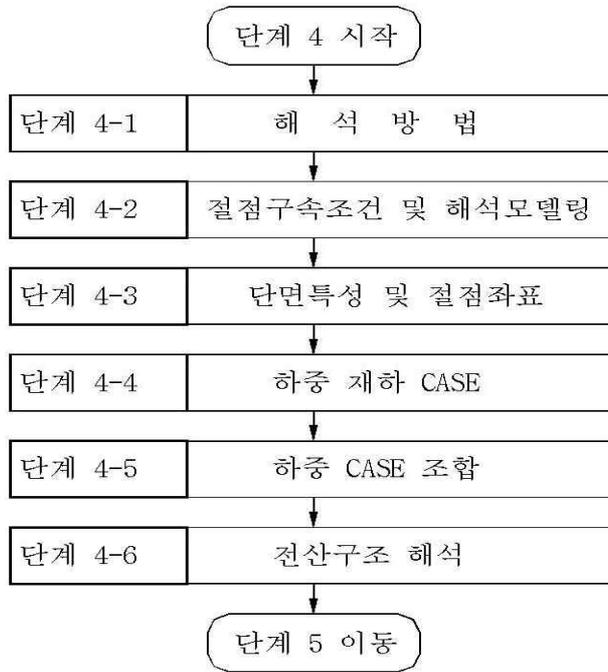


그림 22. (상시) 구조계 모델링 및 하중조합

2.1.6 [단계 5] (지진시) 해석방법 및 설계상수 결정

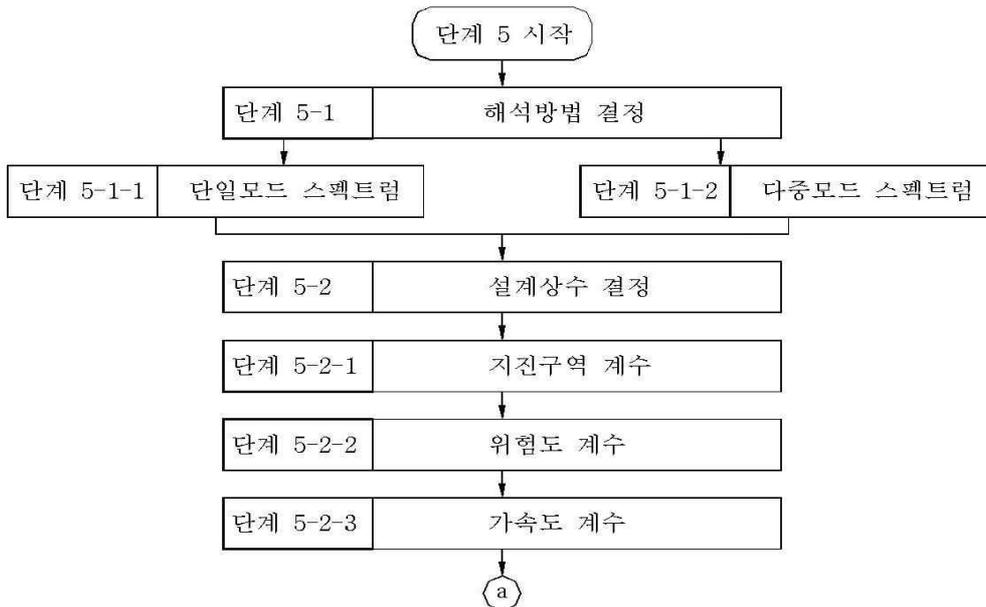


그림 23. (지진시) 해석방법 및 설계상수 결정

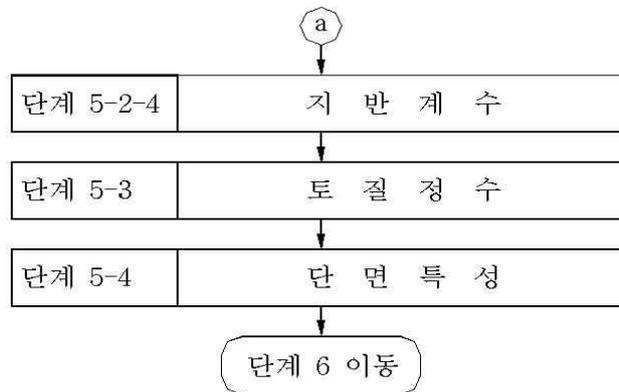


그림 23. (지진시) 해석방법 및 설계상수 결정 (계속)

2.1.7 [단계 6] (지진시) 구조계 모델링 및 지진하중 산정



그림 24. (지진시) 구조계 모델링 및 지진하중 산정



2.1.8 [단계 7] 설계단면력 산정



그림 25. 설계단면력 산정

2.1.9 [단계 8] 단면검토

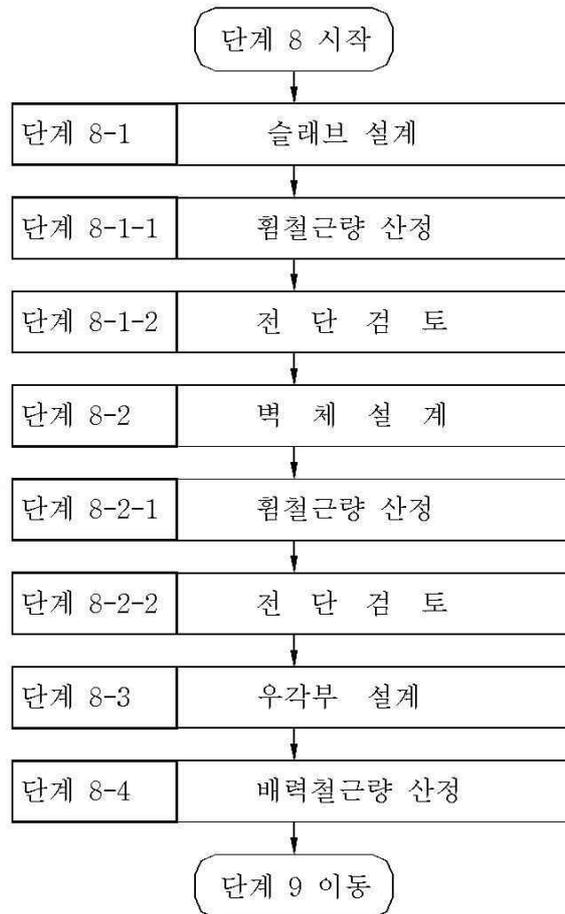


그림 26. 단면검토

2.1.10 [단계 9] 안정검토

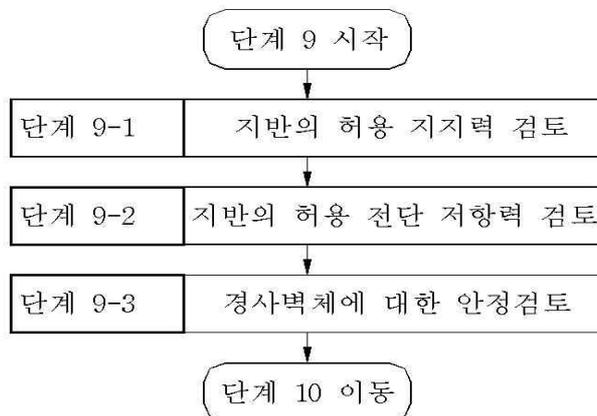


그림 27. 안정검토



2.1.11 [단계 10] 기초단면력 산정 및 단면검토

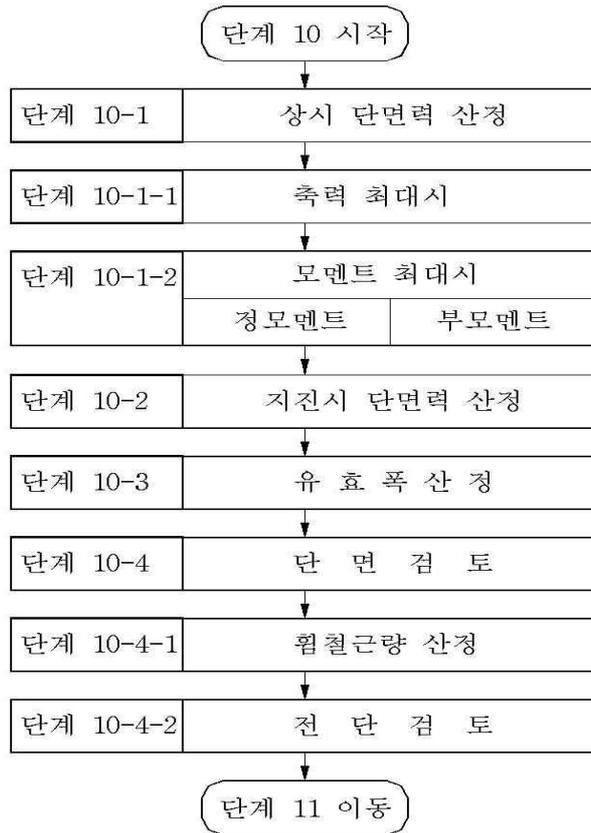


그림 28. 기초단면력 산정 및 단면검토

2.1.12 [단계 11] 사용성 검토

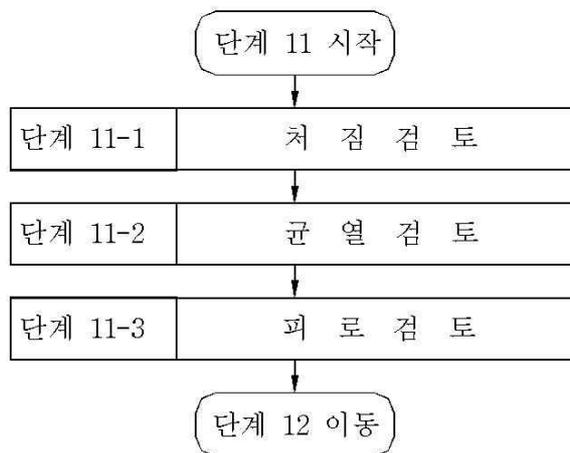


그림 29. 사용성 검토

2.1.13 [단계 12] 날개벽 설계

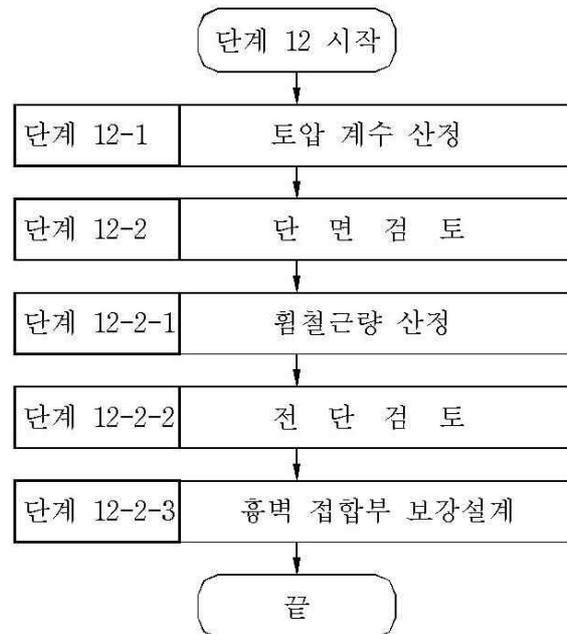


그림 30. 날개벽 설계

2.2 설계단계별 고려사항

2.2.1 [단계 1] 설계조건 결정

(1) 일반조건

① 설계방법

「KR C-02030」을 따른다.

콘크리트교의 주단면 설계는 강도설계법으로 수행한다.

② 사용재료 및 강도

KR C-10010에 따라 이형철근의 단위중량과 표준치수를 결정한다.

KR C-10010에 따라 콘크리트 재료 및 강도를 결정한다.

③ 선로등급 및 기초형식

철도건설규칙에 따라 표준활하중을 감당할 수 있게 설계한다. 또한 KR C-10040에 따라 지형 및 지질조건, 구조물의 특성, 시공조건, 환경조건 등을 고려하여 얕은기초(직접기초), 깊은기초(PILE 기초)를 선정한다.

(2) 하중조건

① 고정하중

KR C-08020에 따른다.

② 활 하 중

KR C-08020을 따르며, KR C-08020에 따라 충격계수를 산정하여 충격효과를 고려한다.



③ 토압

KR C-08020에 따라 선로등급에 관계없이 상시는 정지토압을, 지진시는 Mononobe-Okabe 토압을 재하한다.

④ 기타 하중

KR C-08020에 따라 크리프 및 건조수축, 온도변화를 고려한다.

KR C-08020에 따라 지점침하를 고려한다.

(3) 내진설계조건

① 내진등급

KR C-02040의 내진등급과 설계지진수준을 따른다.

② 가속도계수 결정

KR C-02040에 따른다.

2.2.2 [단계 2] 단면가정

(1) 선형조건에 따른 유효지간장 검토

① 직선교

KR C-10060의 구조해석에 따르며, 교량중심을 축선으로 한 지간으로 설계한다.

② 사 교

KR C-10060의 슬래브판의 경간 및 휨모멘트에 따른다.

(2) 횡단조건(형하공간)

① 도로횡단

KR C-08010의 교차조건에 따른다.

② 하천횡단

KR C-08010의 교차조건에 따른다.

하천교에 있어서는 해당 하천의 최대 홍수위(HWL)를 구한 후 여유고를 합하여 교량의 형하고를 구하는 것이 일반적인 방법이다.

(3) 기초형식

① 직접기초

KR C-11020에 따른다.

② 말뚝기초

KR C-11040에 따른다.

2.2.3 [단계 3] (상시) 하중산정

(1) 고정하중

KR C-08020에 따르며, 실증량이 명백한 것은 그 값을 사용한다.

(2) 활하중

① 하중은 단기 또는 중련으로 하고, 등분포 하중은 임의 길이로 하되 부재에 최대응력

이 발생하도록 재하하여야 한다. 다만, 하중을 단속시켜서는 안된다. 복선교에서 활하중은 같은 방향과 반대 방향 중에서 부재에 큰 응력을 발생시키는 방향으로 재하시킨다.

(3) 토압

KR C-08020 및 KR C-11020에 따른다.

고정벽에 작용하는 토압을 적용하며, 교량등급에 관계없이 벽체배면 상재하중은 다음과 같다.

표 1. 상재하중

하중 종류	재하 하중(kN/m ²)
①케도중량	15
②열차하중	35

(4) 온도하중 산정

KR C-08020에 따른다.

(5) 건조수축

KR C-08020에 따른다.

(6) 지점침하

KR C-08020에 따른다.

콘크리트교에 대해서는 탄성계산에서 구한 단면력의 50%를 설계계산에 적용한다.(20mm×50%=10mm 적용)

(7) 시동 및 제동하중

KR C-08020에 따른다.

(8) 장대레일 종하중

KR C-08020에 따른다.

2.2.4 [단계 4] (상시) 구조계 모델링 및 하중조합

(1) 해석방법

KR C-10010의 구조해석을 따른다.

(2) 절점 구속조건 결정 및 모델링

KR C-10010의 구조해석 규정을 따른다.

(3) 단면특성계산

KR C-10010의 구조해석 규정을 따른다.

(4) 하중재하 CASE

① CASE. 1 ----- 고정 하중

② CASE. 2 ----- 활 하중



- ③ CASE. 3 ----- 토 압
- ④ CASE. 4 ----- 온도하중(+ ΔT°)
- ⑤ CASE. 5 ----- 온도하중(- ΔT°)
- ⑥ CASE. 6 ----- 건조수축
- ⑦ CASE. 7 ----- 지점침하
- ⑧ CASE. 8 ----- 시동 및 제동하중
- ⑨ CASE. 9 ----- 장대레일 종하중

(5) 하중 CASE 조합

KR C-08020의 설계하중조합에 따른다.

① 계수하중 검토시

계수하중 검토시 하중계수 조합은 <표 2>를 따른다.

② 사용하중 검토시

사용하중 검토시 하중계수 조합은 <표 3>을 따른다.

표 2. 하중계수조합(계수하중검토시)

하중 하중조합	고정 하중	활하중	도압	온도하중 (-ΔT)	온도하중 (ΔT)	건조 수축	지점 침하	시·제동 하중	장대레일 중하중
COMB. 1	1.35	1.85	1.6						
COMB. 2	1.35	1.85	0.6						
COMB. 3	1.6	1.6	1.6						
COMB. 4	1.6	1.6	0.6						
COMB. 5	1.35		1.6						
COMB. 6	1.35		0.6						
COMB. 7	1.35	1.4	1.6					1.4	1.4
COMB. 8	1.35	1.4	0.6					1.4	1.4
COMB. 9	1.35	1.4	1.6	1.35			1.35		
COMB.10	1.35	1.4	1.6		1.35	1.35	1.35		
COMB.11	1.35	1.4	0.6	1.35			1.35		
COMB.12	1.35	1.4	0.6		1.35	1.35	1.35		
COMB.13	1.35		1.6	1.35			1.35		
COMB.14	1.35		1.6		1.35	1.35	1.35		
COMB.15	1.35		0.6	1.35			1.35		
COMB.16	1.35		0.6		1.35	1.35	1.35		
COMB.17	1.35	1.4	1.6	1.35			1.35	1.4	1.4
COMB.18	1.35	1.4	1.6		1.35	1.35	1.35	1.4	1.4
COMB.19	1.35	1.4	0.6	1.35			1.35	1.4	1.4
COMB.20	1.35	1.4	0.6		1.35	1.35	1.35	1.4	1.4

- 건조수축은 -15℃의 온도하중으로 변환 설계됨.
(건조수축율 : 15×10⁻⁵, 온도 선팽창 계수 : 1.0×10⁻⁵)

$$\Delta T = \frac{\epsilon}{\alpha} = \frac{15 \times 10^{-5}}{1.0 \times 10^{-5}} = 15^\circ\text{C}$$

2.2.5 [단계 5] (지진시) 해석방법 및 설계상수 결정

(1) 해석방법 결정

단일모드 스펙트럼해석법을 기본으로 하며 정밀한 해석을 요하는 교량에 대해서는 다중모드 스펙트럼해석법을 적용한다.

① 단일모드 스펙트럼

KR C-02040에 따라 계산한다.

② 다중모드 스펙트럼

KR C-02040에 따라 계산한다.

(2) 설계상수 결정

KR C-02040의 일반사항에 따른다.



표 3. 하중계수 조합(사용하중 검토시)

하중 하중조합	하중	고정 하중	활하중	도압	온도하중 (-ΔT)	온도하 중(ΔT)	건조 수축	지점 침하	시·제 동하중	장대레일 중하중
COMB.21		1.0	1.0	1.0						
COMB.22		1.0	1.0	0.5						
COMB.23		1.0		1.0						
COMB.24		1.0		0.5						
COMB.25		1.0	1.0	1.0					1.0	1.0
COMB.26		1.0	1.0	0.5					1.0	1.0
COMB.27		1.0	1.0	1.0	1.0			1.0		
COMB.28		1.0	1.0	1.0		1.0	1.0	1.0		
COMB.29		1.0	1.0	0.5	1.0			1.0		
COMB.30		1.0	1.0	0.5		1.0	1.0	1.0		
COMB.31		1.0	1.0	1.0	1.0			1.0	1.0	1.0
COMB.32		1.0	1.0	1.0		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
COMB.33		1.0	1.0	0.5	1.0			1.0	1.0	1.0
COMB.34		1.0	1.0	0.5		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

(3) 토질정수

다음과 같은 지반조사 결과를 근거로 토질정수를 결정한다.

표준관입시험(N), 흙의 내부 마찰각(ϕ), 흙의 변형계수(E_o), 흙의 전단탄성계수(G), 포아송비(ν)

(4) 단면특성 계산

설계교량과 전체모델의 질량중심 유지를 위해 전단면에 대한 강성산정을 원칙으로 한다.

2.2.6 [단계 6] (지진시) 구조계 모델링 및 지진하중 산정

(1) 강성산정

KR C-02040에 따라 기초와 교대의 강성을 계산한다.

(2) 절점 구속조건 및 모델링

① 절점 구속조건의 결정

연직방향의 하단은 지반의 부재간의 상대변위가 없는 면으로 하고, 직접기초인 경우 기초부의 횡방향 강성이 기둥 또는 벽체의 강성보다 현저히 큰 경우 분리해석방법을 적용하기 위해 기초상면을 설계기준면으로 한다.

강성벽체인 경우 회전강성과 이동강성을 설계기준면상 등가집중 스프링으로 치환하여 적용한다.

등가집중 스프링은 연결부 벽체에 관성 중심에 작용하나 탄소성 지반상의 벽체모형에는 적합치 않으므로 설계지반면상의 집중스프링으로 모델링한다. 이때 관성중심의 이동에 따른 강성행렬에 off diagonal의 항이 추가되나 무시하기로 한다.

② 모델링

구조물의 질량을 집중시키고, 이 절점 사이를 질량이 없는 적절한 요소로 연결한다. 이 연결 요소로는 보통 보요소를 사용하게 되며, 특수한 경우 강제 요소 또는 스프링 요소(또는 트러스 요소)를 병용하게 되므로 연결요소의 강성계산을 위한 부재단면 성질을 산정해야 한다. 여기서, 강제요소 및 스프링 요소의 단면성질은 보요소의 단면성질의 계산방법과 동일하게 적용한다.

③ 등가정적 지진하중 산정

KR C-02040에 따른다.

④ 지진시 토압하중

KR C-02040에 따라 Mononobe-Okabe의 의사-정적해석방법을 이용한다. PA, PEH의 합력작용점은 다음의 식으로 작용점을 계산하지만, 대부분의 경우 토압이 균등하게 분포되어 있어 그 높이를 H/2로 가정하는 것으로 충분하다.

$$h = \frac{(P_A \cdot H/3) + (P_{EH} \cdot 0.6H)}{P_{AE}} \quad (1)$$

여기서, PAE : 지진시 주동토압에 의한 라멘교 벽체에 작용하는 전체 토압 (정적 주동토압 + 동적주동토압).

PA : 정적주동토압(작용점 H/3)

PEH : 수평방향지진에 의한 동적주동토압(0.6H)

H : 벽체 높이

⑤ 하중조합

KR C-08020의 설계하중 및 「KR C-02040」의 직교 지진력의 조합에 따른다.

가. 하중재하 CASE

- CASE. 1 ----- 종방향 등가정적 지진하중
- CASE. 2 ----- 횡방향 등가정적 지진하중
- CASE. 3 ----- 고정하중
- CASE. 4 ----- 지진시 토압하중

나. 하중 CASE 조합

하중 CASE 조합은 <표 4> 하중계수 조합을 따른다.

직선교이며 직교인 경우 1축 방향 구조해석에 의한 2축 방향 분력이 발생치 않으므로 위의 하중조합은 간단해지며, 횡방향 강성이 매우 크므로 횡방향 해석을 생략할 수 있다.



표 4. 하중계수 조합

하중 하중조합	종방향 등가정적 지진하중	횡방향 등가정적 지진하중	고 정 하 중	지진시 토압	비 고
Comb. 1	1.0	0.3	1.0	1.0	
Comb. 2	1.0	0.3	1.0	0.6	
Comb. 3	0.3	1.0	1.0	1.0	
Comb. 4	0.3	1.0	1.0	0.6	

2.2.7 [단계 7] 설계단면력 산정

KR C-10100 및 KR C-10020에 따른다.

상시 및 지진시를 비교하여 지배적인 단면력을 결정한다.

2.2.8 [단계 8] 단면검토

(1) 슬래브 설계

① 휨철근량 산정

KR C-10020의 규정에 따른다.

② 전단검토

KR C-10020의 규정에 따른다.

(2) 벽체설계

① 휨철근량 산정

KR C-10020의 규정에 따른다.

② 전단검토

KR C-10020의 규정에 따른다.

③ 우각부 설계

KR C-10100 및 [콘크리트구조설계기준2007 15.3]의 구조상세 규정에 따른다.

④ 배력철근량 산정

KR C-09050 및 [콘크리트구조설계기준2007 5.7]의 수축, 온도철근 규정에 따른다.

2.2.9 [단계 9] 안정검토

본문 “교대설계” 적용

2.2.10 [단계 10] 기초단면력 산정 및 단면검토

본문 “교대설계” 적용

2.2.11 [단계 11] 사용성 검토

(1) 처짐검토

「KR C-08050」에 따른다.

(2) 균열검토

KR C-08040 및 콘크리트구조설계기준(2007) 4.2항의 규정에 따른다.

(3) 피로검토

KR C-08030에 따른다.

2.2.12 [단계 12] 날개벽 설계

본문 “교대설계” 적용



RECORD HISTORY

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

Rev.1('14.1.?) 철도설계기준(국토교통부고시제2013-757호, '13.12.5)이 개정 고시됨에 따라 개정내용을 반영