

KR C-10040

Rev.1, ? January 2014

철근

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. 기호	2
3. 철근가공	3
3.1 표준갈고리	3
3.2 구부림의 최소 내면반지름	4
3.3 철근의 구부리기	5
4. 철근배치	5
4.1 배근원칙	5
4.2 간격제한	6
5. 최소피복두께	7
5.1 현장치기 콘크리트	7
5.2 프리캐스트 콘크리트	7
5.3 프리스트레스 콘크리트	8
5.4 다발철근	8
5.5 특수한 환경에 노출되는 콘크리트 및 철근휨과 축방향력	8
6. 압축부재의 최소철근	9
7. 부재에서 횡철근	9
7.1 휨부재의 횡철근	9
7.2 압축부재의 횡철근	10
8. 기둥철근의 특별배근상세	11
9. 수축 및 온도철근	12
10. 철근의 정착	12
10.1 정착일반	12
10.2 인장 이형철근 및 이형철선의 정착	12
10.3 압축이형철근의 정착	14
10.4 다발철근의 정착	15
10.5 표준갈고리를 갖는 인장 이형철근의 정착	15
10.6 확대머리 이형철근 및 기계적 인장정착	16
11. 용접철망의 정착	17
11.1 인장 용접이형철망의 정착	17
11.2 인장 용접원형철망의 정착	17



12. 프리스트레싱 강연선의 정착	18
13. 정착철근의 상세	18
13.1 휨철근의 정착일반	18
13.2 정모멘트 철근의 정착	19
13.3 정착일반부모멘트 철근의 정착	19
13.4 복부철근의 정착	20
14. 철근의 이음	21
14.1 일반내용	21
14.2 인장 이형철근 및 이형철선의 이음	21
14.3 압축이형철근의 이음	22
15. 용접철망의 이음	23
15.1 인장 용접이형철망의 이음	23
15.2 인장 용접원형철망의 이음	23
16. 기둥철근 이음에 관한 특별 규정	23
RECORD HISTORY	25

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) 강재의 인장강도 : 한국산업규격(KS)에 규정되어 있는 인장강도의 규격 최소값. PS 강선 및 PS강연선에서는 인장하중의 최소값.
- (3) 계수하중 : 강도설계법으로 부재를 설계할 때 사용되는 하중으로서, 사용하중에 하중계수를 곱한 하중.
- (4) 공칭강도 : 강도설계법의 규정과 가정에 따라 계산된 부재 또는 단면의 강도로 강도감소계수를 적용하기 전의 강도.
- (5) 긴장재(tendon) : 콘크리트에 프리스트레스를 가하는 데 사용되는 강선, 강연선, 강봉 또는 이들의 다발.
- (6) 문힘길이 : 위험단면을 넘어 더 연장하여 묻어 넣은 철근길이.
- (7) 부모멘트 : 바닥판 및 부재 상측에 인장응력을 생기게 하는 휨모멘트.
- (8) 부착된 긴장재(bonded tendon) : 직접 또는 그라우팅을 통해 콘크리트에 부착되는 긴장재.
- (9) 부철근 : 부모멘트에 의하여 생긴 인장응력에 대하여 배치하는 철근.
- (10) 브래킷 또는 내민받침(코벨) : 집중하중이나 보의 반력을 지지하기 위하여 기둥면 또는 벽체면에서부터 나와 있는 짧은 캔틸레버 부재.
- (11) 사용 프리스트레스 힘(unfactored prestressing force) : 프리스트레싱에 의해 부재 단면에 작용하는 힘으로서 하중계수를 곱하지 않은 것.
- (12) 사용하중 : 하중계수를 곱하지 않는 하중, 작용하중.
- (13) 설계강도 : 공칭강도에 강도감소계수 ϕ 를 곱한 강도.
- (14) 읍셋 굽힘철근 : 기둥연결부에서 단면치수가 변하는 경우에 배치되는 구부린 주철근.
- (15) 유효깊이 : 휨모멘트가 작용하는 부재단면에서 콘크리트의 압축단에서 인장철근의 도심까지의 거리.
- (16) 정착길이 : 위험단면에서 철근의 설계강도를 발휘하기 위해 필요한 철근의 문힘길이.
- (17) 정착장치 : 포스트텐션방식에 의한 프리스트레스트 콘크리트에서 인장력을 준 PS 강재를 경화한 콘크리트에 고정시키기 위한 장치.
- (18) 정철근 : 정모멘트에 의하여 생긴 인장응력에 대하여 배근하는 철근.
- (19) 주철근 : 철근콘크리트 부재의 설계에서 하중작용에 의해 생긴 단면력에 대하여 소요단면적을 산출한 철근.
- (20) 콘크리트 피복두께 단면(concrete covering area of section) : 단면외곽선과 PS강재에서 PS강재의 최소 피복두께(c) 만큼 떨어진 휨 축에 평행한 두 직선으로 이루어진 단면.



- (21) 프리스트레스 : 외력의 작용에 의한 인장응력을 상쇄할 목적으로 미리 계획적으로 콘크리트에 준 응력.
- (22) 프리스트레싱 : 프리스트레스를 주는 일.
- (23) 피복두께 : 철근, PS강재 또는 쉬스의 표면에서 콘크리트 표면까지의 최단거리.

2. 기호

- d = 보의 유효깊이(mm)
 - d_b = 철근, 철선 또는 프리스트레싱 강연선의 공칭지름(mm)
 - f_y = 인장철근의 설계기준항복강도(MPa)
 - l_d = 철근의 정착길이, 「10.5항」참조
 - ρ_s = 나선철근비, 나선철근으로 보강된 압축부재에서 나선철근 바깥으로 측정한 지름으로 계산한 심부의 체적에 대한 나선철근 체적의 비
 - a = 등가 직사각형 응력블록의 깊이
 - A_b = 철근 1개의 단면적(mm²)
 - A_s = 인장철근의 단면적(mm²)
 - A_{tr} = 정착된 철근을 따라 쪼개질 가능성이 있는 면을 가로질러 배치된 간격 s 이내에 있는 횡방향 철근의 전체 단면적(mm²)
 - A_v = 간격 s 이내에 있는 전단철근의 단면적(mm²)
 - A_w = 정착되거나 이어지는 철선 1개의 단면적(mm²)
 - b_w = 복부폭(mm)
 - c = 철근 간격 또는 피복 두께에 관련된 치수(mm). 「10.5.2 (2) ④항」 참조
 - d = 부재의 유효깊이(mm)
 - d_b = 철근, 또는 철선의 공칭지름(mm)
 - f_{ck} = 콘크리트의 설계기준압축강도(MPa)
 - f_{ps} = 공칭강도 발휘시 프리스트레스트 보강재의 인장응력, MPa
 - f_{pe} = 프리스트레스트 보강재의 유효응력(모든 프리스트레스 손실이 발생된 후),(MPa)
 - f_{sp} = 콘크리트의 평균 쪼갬인장강도(MPa)
 - f_y = 철근의 설계기준항복강도(MPa)
 - f_{yt} = 횡방향 철근의 설계기준항복강도(MPa)
 - h = 부재의 전체 두께(mm)
 - K_{tr} = 횡방향 철근지수
- $$= \left(\frac{A_{tr} f_y}{10.7 s n} \right) \text{ (상수 10.7의 단위는, MPa)}$$

- l_a = 받침부에서 그 중심선을 지나 문힘길이 또는 반곡점에서 부재의 유효깊이와 $12 d_b$ 중 큰 값(mm)
 l_d = 정착길이(mm)
 $= l_{db} \times \text{보정계수}$
 l_{db} = 기본정착길이(mm)
 l_{dh} = 위험단면으로부터 갈고리 외측 단부까지의 거리로 나타낸 인장을 받는 표준갈고리의 정착길이(위험단면과 갈고리 시작점 사이의 직선 문힘길이 + 구부림 내면반지름 + 철근지름), (mm)
 $= l_{hb} \times \text{보정계수}$
 l_{hb} = 인장을 받는 표준갈고리의 기본정착길이(mm)
 M_n = 단면의 공칭휨강도
 $= A_s f_y (d - a/2)$
 n = 쪼개질 가능성이 있는 평면을 따라 정착되거나 이어지는 철근 또는 철선의 수
 s = 정착길이 l_d 구간 내에 있는 횡방향 철근의 최대 중심간 간격(mm)
 s_w = 정착되거나 이어지는 철선의 간격(mm)
 V_u = 단면의 계수전단력
 α = 철근배치 위치계수
 β = 에폭시 도막계수
 β_b = 전체 인장 철근량에 대한 절단된 철근량의 비
 γ = 철근 크기에 따른 계수
 λ = 경량 콘크리트계수

3. 철근가공

3.1 표준갈고리

- (1) 표준갈고리는 180°표준갈고리와 90°표준갈고리로 분류되며, 다음 규정을 만족해야 한다.
- ① 180°표준갈고리는 180°구부린 반원 끝에서 $4d_b$ 이상, 또한 60mm 이상 더 연장되어야 한다.
 - ② 90°표준갈고리는 90°구부린 끝에서 $12 d_b$ 이상 더 연장되어야 한다.
- (2) 스터럽과 띠철근의 표준갈고리는 90°표준갈고리와 135°표준갈고리로 분류되며, 다음과 같이 제작해야 한다.



① 90° 표준갈고리

가. D16 이하인 철근은 90°구부린 끝에서 $6d_b$ 이상 더 연장해야 한다.

나. D19, D22와 D25인 철근은 90°구부린 끝에서 $12d_b$ 이상 더 연장해야 한다.

② 135°표준갈고리

D25 이하의 철근은 135° 구부린 끝에서 $6d_b$ 이상 더 연장해야 한다.

3.2 구부림의 최소 내면반지름

(1) 180°표준갈고리와 90° 표준갈고리의 구부림 내면반지름은 <표 1>의 값 이상으로 해야 한다.

표 1. 구부림 최소 내면반지름

철근 크기	최소 내면반지름
D10 ~ D25	$3d_b$
D29 ~ D35	$4d_b$
D38 이상	$5d_b$

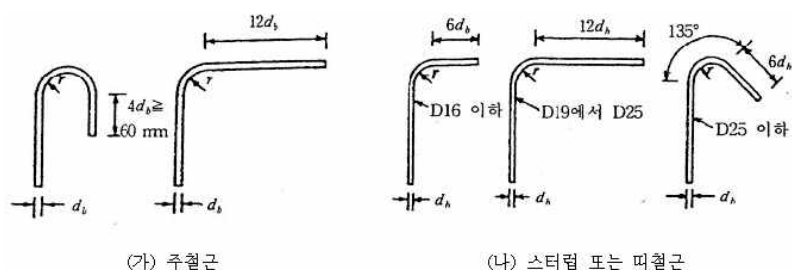


그림 1. 표준갈고리

(2) 스테럽과 띠철근용 표준갈고리의 내면반지름은 다음 규정에 따라야 한다.

① D16 이하의 스테럽과 띠철근으로 사용하는 표준갈고리의 구부림 내면반지름은 $2d_b$ 이상으로 해야 한다.

② D19 이상의 스테럽과 띠철근의 구부림 내면반지름은 <표 1>에 따라야 한다.

(3) 스테럽 또는 띠철근으로 사용되는 용접철망(원형 또는 이형)에 대한 표준갈고리의 구부림 내면반지름은 지름이 7mm 이상인 이형철선은 $2d_b$, 그 밖의 철선은 d_b 이상으로 해야 한다. 또한 $4d_b$ 보다 작은 내면반지름으로 구부리는 경우에는 가장 가까이 위치한 용접 교차점으로부터 $4d_b$ 이상 떨어져서 철망을 구부려야 한다.

(4) 굽힘철근의 구부리는 내면반지름은 <그림 2> (가)에 도시된 바와 같이 $5d_b$ 이상이어야 한다.

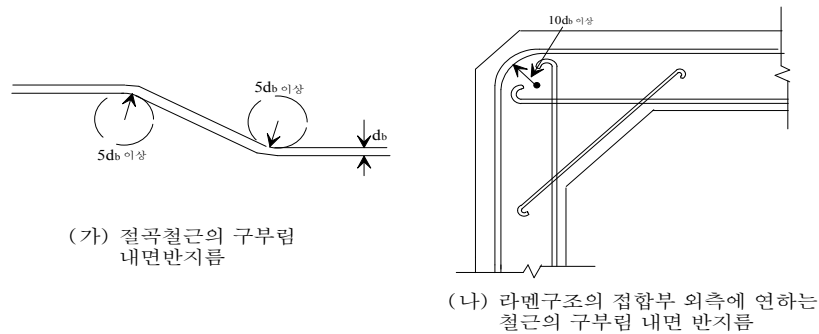


그림 2. 철근 구부리기

- (5) 라멘구조의 모서리 부분의 외측에 연하는 철근의 구부림 내면반지름은 <그림 2> (나)에 도시된 바와 같이 $10d_b$ 이상이어야 한다.
- (6) 표준갈고리 외의 모든 철근의 구부림 내면반지름은 <표 1>의 값 이상이어야 한다. 그러나 큰 응력을 받는 곳에서 철근을 구부릴 때에는 구부림 내면반지름을 더 크게 하여 철근 반지름 내부의 콘크리트가 파쇄되는 것을 방지해야 한다.

3.3 철근의 구부리기

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

4. 철근배치

4.1 배근원칙

- (1) 철근, 프리스트레싱 긴장재 및 덕트는 콘크리트 치기 전에 시공이 편리하면서 정확하게 배치되고, 움직이지 않도록 적절하게 지지되어야 하며, 시공이 편리하도록 배치되어야 한다. 이 때 이들의 변위 오차는 허용오차 범위 내에 들어야 한다.
- (2) 철근조립을 위해 교차되는 철근은 용접되지 않아야 한다. 다만, 책임기술자가 승인한 경우에는 용접할 수 있다.
- (3) 철근, 프리스트레싱 긴장재 및 덕트는 다음과 같은 허용오차 이내에서 규정된 위치에 배치해야 한다. 다만, 책임기술자가 특별히 승인한 경우에는 허용오차를 벗어날 수 있다.
 - ① 유효깊이 d 에 대한 허용오차와 휨부재, 벽체, 압축부재에서 콘크리트의 최소 피복두께 허용오차는 철도공사전문시방서에 따라야 한다.
 - ② 종방향으로 철근을 구부리거나 철근이 끝나는 단부의 허용오차는 $\pm 50\text{mm}$ 이다. 다만



브래킷과 내민받침의 불연속단에서 허용오차는 $\pm 13\text{mm}$ 이며 그 밖의 부재의 불연속단에서 허용오차는 $\pm 25\text{mm}$ 이다.

- (4) 경간이 3.0m 이하인 슬래브에 사용되는 지름이 6.4mm 이하인 용접철망(철선 지름이 6.4mm 이하)이 받침부를 지나 연속되어 있거나 받침부에 확실하게 정착되어 있는 경우, 이 용접철망은 받침부를 지나 슬래브 상단 부근의 한 점으로부터 경간 중앙의 슬래브 바닥 부근의 한 점까지 구부릴 수 있다.

4.2 간격제한

- (1) 동일 평면에서 평행하는 철근 사이의 수평 순간격은 25mm 이상, 또한 철근의 공칭 지름 이상으로 해야 하며, 또한 굵은골재 최대치수의 4/3배 이상이어야 한다.
- (2) 상단과 하단에 2단 이상으로 배치된 경우 상하 철근은 동일 연직면 내에 배치되어야 하고, 이 때 상하 철근의 순간격은 25mm 이상으로 해야 한다.
- (3) 나선철근과 띠철근 기둥에서 종방향 철근의 순간격은 40mm 이상, 또한 철근 공칭 지름의 1.5 배 이상으로 해야 하며, 굵은골재 최대치수의 4/3배 이상이어야 한다.
- (4) 철근의 순간격에 대한 규정은 서로 접촉된 겹침이음 철근과 인접된 이음철근 또는 연속철근 사이의 순간격에도 적용된다.
- (5) 벽체 또는 슬래브에서 휨 주철근의 간격은 벽체나 슬래브 두께의 3 배 이하로 해야 하고, 또한 450mm 이하로 해야 한다. 다만, 콘크리트 장선구조의 경우 이 규정이 적용되지 않는다.
- (6) 다발철근은 다음의 규정을 따라야 한다.
 - ① 2 개 이상의 철근을 묶어서 사용하는 다발철근은 이형철근으로, 그 개수는 4 개 이하이어야 하며, 이들은 스테럽이나 띠철근으로 둘러싸여져야 한다.
 - ② 휨부재의 경간 내에서 끝나는 한 다발철근 내의 개개 철근은 $40d_b$ 이상 서로 엇갈리게 끝나야 한다.
 - ③ 다발철근의 간격과 최소 피복두께를 철근지름으로 나타낼 경우, 다발철근의 지름은 등가단면적으로 환산된 한 개의 철근지름으로 한다.
 - ④ 보에서 D35를 초과하는 철근은 다발로 사용할 수 없다.
- (7) 프리스트레싱 긴장재와 덕트는 다음 규정을 따라야 한다.
 - ① 부재단에서 프리텐서닝 긴장재 사이의 순간격은 강선은 $5d_b$, 강연선은 $4d_b$ 이상이어야 한다. 다만 프리스트레스를 도입할 때 콘크리트의 압축강도가 28MPa 보다 크면 공칭지름이 13mm 이하인 강연선에 대하여 최소중심간격 45mm를 공칭지름 15mm 이상인 강연선에 대하여 최소중심간격 50mm를 만족해야 한다. 경간 중앙부의 경우 긴장재 간의 수직 간격을 부재단의 경우보다 좁게 하거나 다발로 사용할 수 있다.
 - ② 포스트텐서닝 부재의 경우 콘크리트를 치는 데 지장이 없고, 긴장시 긴장재가 덕트

로부터 튀어나오지 않도록 조치한 경우, 덕트를 다발로 사용할 수 있다.

5. 최소피복두께

5.1 현장치기콘크리트

- (1) 수중에서 타설하는 콘크리트 100mm
- (2) 흙에 접하여 콘크리트를 친 후 영구히 흙에 묻혀있는 콘크리트..... 80mm
- (3) 흙에 접하거나 옥외의 공기에 직접 노출되는 콘크리트
 - ① D29 이상의 철근 60mm
 - ② D25 이하의 철근 50mm
 - ③ D16 이하의 철근, 지름 16mm 이하의 철선 40mm
- (4) 옥외의 공구나 흙에 직접 접하지 않는 콘크리트
 - ① 슬래브, 벽체, 장선
 - 가. D35 초과하는 철근 40mm
 - 나. D35 이하인 철근 20mm
 - 다. 지름 16mm 이하의 철선 15mm
 - ② 보, 기둥 40mm

(이 경우 콘크리트의 설계기준강도 f_{ck} 가 40MPa 이상인 경우 규정된 값에서 10mm 저감시킬 수 있다.)
 - ③ 웰, 절판부재 20mm

5.2 프리캐스트콘크리트

- (1) 흙에 접하거나 옥외의 공기에 직접 노출된 콘크리트
 - ① 벽체
 - 가. D35를 초과하는 철근 및 지름 40mm를 초과하는 긴장재 40mm
 - 나. D35 이하의 철근, 지름 40mm 이하인 긴장재 및 지름 16mm 이하의 철근 20mm
 - ② 기타 부재
 - 가. D35를 초과하는 철근 및 지름 40mm를 초과하는 긴장재 50mm
 - 나. D19 이상, D85 이하의 철근 및 지름 16mm를 초과하고 지름 40mm 이하인 긴장재 40mm
 - 다. D16 이하의 철근, 지름 16mm 이하의 철선 및 지름 16mm 이하인 긴장재 30mm
- (2) 옥외의 공구나 흙에 직접 접하지 않는 콘크리트
 - ① 슬래브, 벽체, 장선구조
 - 가. D35를 초과하는 철근 및 지름 40mm를 초과하는 긴장재 30mm
 - 나. D35 이하의 철근 및 지름 40mm 이하인 긴장재 20mm
 - ② 보, 기둥



가. 주철근 d_b

(다만, 15mm 이상이어야 하고, 40mm 이상일 필요는 없다.)

나. 띠철근, 스테럽, 나선철근 10mm

③ 셸, 절판부재

가. 긴장재 20mm

나. D19 이상의 철근 15mm

다. D16 이하의 철근, 지름 16mm 이하의 철선 10mm

5.3 프리스트레스트 콘크리트

(1) 흙에 접하여 콘크리트를 친 후 영구히 흙에 묻혀 있는 콘크리트 80mm

(2) 흙에 접하거나 옥외의 공기에 직접 노출되는 콘크리트

① 벽체, 슬래브, 장선구조 30mm

② 기타 부재 40mm

(3) 옥외의 공구나 흙에 직접 접하지 않는 콘크리트

① 슬래브, 벽체, 장선 20mm

② 보, 기둥

가. 주철근 40mm

나. 띠철근, 스테럽, 나선철근 30mm

③ 셸, 절판부재

가. D19 이상의 철근 d_b

나. D16 이하의 철근, 지름 16mm 이하의 철선 10mm

(4) 공장제품 생산조건과 동일한 조건으로 제작된 프리스트레스트 콘크리트 부재에서 프리스트레스 되지 않은 철근의 최소 피복두께는 「5.2항」에 따라야 한다.

5.4 다발철근

다발철근의 피복두께는 다발의 등가지름 이상으로 해야 한다. 그러나 60mm 보다 크게 할 필요는 없다. 다만, 흙에 접하여 콘크리트를 타설하여 영구히 흙에 묻혀있는 경우는 피복두께를 80mm 이상, 수중에서 콘크리트를 타설한 경우는 100mm 이상으로 해야 한다.

5.5 특수환경에 노출되는 콘크리트 및 철근휨과 축방향력

(1) 콘크리트가 다음과 같은 조건하에 있는 경우에는 피복두께를 적절히 증가시켜야 한다.

① 고내구성이 요구되는 구조체의 경우

② 해안에서 250m 이내에 위치하는 구조체로서 추가의 표면처리 공사를 수행하지 않

고 직접 외부에 노출되어 염해를 받는 경우

③ 유수 등에 의한 심한 침식 또는 화학작용을 받는 경우

(2) 「(1)항」의 경우에는 다음 값 이상의 피복두께를 확보해야 한다.

① 현장치기 콘크리트

가. D16 이하의 철근을 사용한 벽체, 슬래브 50mm

나. (가)외의 모든 부재 80mm

② 프리캐스트 콘크리트

가. 벽체, 슬래브 40mm

나. 기타 부재 50mm

(3) 내화를 필요로 하는 구조물의 피복두께는 화열의 온도, 지속시간, 사용골재의 성질 등을 고려하여 정해야 하며, 「5항」의 최소 피복두께보다 더 큰 값이 요구될 때에는 동등한 내화성능의 재료나 피복재료를 사용하거나 피복두께의 값을 증가시켜야 한다.

6. 압축부재의 최소철근

(1) 비합성 압축부재의 축방향 주철근 단면적은 전체 단면적 A_g 의 0.01배 이상, 0.08배 이하로 해야 한다. 축방향 주철근이 겹침이음이 되는 경우의 철근비는 0.04를 초과하지 않아야 한다.

(2) 압축부재의 축방향 주철근의 최소 개수는 사각형이나 원형 띠철근으로 둘러싸인 경우는 4개, 삼각형 띠철근으로 둘러싸인 경우는 3개, <식 (1)>에 규정하는 나선철근으로 둘러싸인 경우는 6개 이상으로 해야 한다.

7. 부재에서 횡철근

7.1 휨부재의 횡철근

(1) 보의 압축철근은 띠철근이나 스티럽 또는 등가의 단면적을 갖는 용접철망으로 둘러싸여져야 한다. 이 때 띠철근이나 스티럽의 크기와 간격은 「7.2 (3)항」의 규정을 만족해야 한다. 또한, 이러한 띠철근이나 스티럽은 압축철근이 배근되는 전 구간에 배치되어야 한다.

(2) 받침부에서 응력의 반전 또는 비틀림을 받는 휨 골조부재의 횡철근은 폐쇄띠철근, 폐쇄스티럽 또는 나선철근으로 해야 한다.

(3) 폐쇄띠철근 또는 폐쇄스티럽은 종방향 철근 주위를 한 가닥의 스티럽이나 띠철근으로 한 바퀴 돌려서 교차되는 위치에 표준갈고리로 중첩시켜 만들거나 한 가닥 또는



두 가닥의 철근을 B급 이음($1.3 l_d$ 이음)으로 겹침이음한 형태로 만들거나 「13.4항」에 따라 정착시켜 만들어야 한다.

7.2 압축부재의 횡철근

(1) 압축부재에서 각 부재별 횡철근은 다음 규정을 따라야 한다.

- ① 압축부재에 대한 횡철근은 「(2)항과 (3)항」의 규정을 따라야 하며, 전단이나 비틀림 보강철근이 요구되는 경우에는 「KR C-10020 7항 및 8항」의 규정에도 따라야 한다.
- ② 합성압축부재에 대한 횡철근은 「콘크리트구조설계기준」 합성콘크리트부재장의 합성 콘크리트 압축부재의 설계항을 따라야 한다.
- ③ 프리스트레싱 긴장재에 대한 횡철근은 「콘크리트구조설계기준」 프리스트레스트 콘크리트장의 압축부재 설계항을 따라야 한다.
- ④ 횡철근에 대한 상기항목의 규정은 실험과 구조해석에 의해 압축부재가 횡철근이 없어도 충분한 강도와 구조적 적합성을 보인 경우에는 적용하지 않아도 좋다.

(2) 압축부재에 사용되는 나선철근은 나선철근으로서 역할을 하기 위해서 다음 규정을 따라야 한다.

- ① 나선철근은 균등한 간격을 갖는 연속된 철근이나 철선으로 이루어지며, 설계된 치수로부터 벗어남이 없이 다룰 수 있고 제작, 설치할 수 있도록 그 크기가 확보되어야 한다.
- ② 나선철근비 ρ_s 는 <식 (1)>의 값 이상으로 해야 한다.

$$\rho_s = 0.45 \left(\frac{A_g}{A_c} - 1 \right) \frac{f_{ck}}{f_y} \quad (1)$$

여기서 f_y 는 나선철근의 설계기준 항복강도로 700MPa이하이어야 하며, 400MPa를 초과하는 경우에는 「7.2 ② 바.항」에 따른 겹침이음을 할 수 없다.

- ③ 현장치기 콘크리트 공사에서 나선철근 지름은 10mm 이상으로 해야 한다.
- ④ 나선철근의 순간격은 25mm 이상, 75mm 이하 또는 굵은골재 최대치수의 2배 이상이어야 한다.
- ⑤ 나선철근의 정착은 나선철근의 끝에서 추가로 심부 주위를 1.5회전만큼 더 확보해야 한다.
- ⑥ 나선철근의 이음은 이형철근인 경우 지름의 48배 이상, 원형철근인 경우 지름의 72배 이상이고, 또한 300mm 이상의 겹침이음 또는 기계적이음이나 용접이음으로 해야 한다.
- ⑦ 나선철근은 확대기초판 또는 기초 슬래브의 윗면에서 그 위에 지지된 부재의 최하단 수평철근까지 연장되어야 한다.
- ⑧ 보 또는 브래킷이 기둥의 모든 면에 연결되어 있지 않을 때에는 나선철근의 끝나는 점에서부터 슬래브 또는 지판 밑면까지 띠철근을 연장해야 한다.
- ⑨ 기둥머리가 있는 기둥에서 기둥머리의 지름이나 폭이 기둥지름의 2배가 되는 곳까

지 나선철근을 연장해야 한다.

⑩ 나선철근은 수직간격재에 의해 제 위치에 단단하고 곧게 조립되어야 한다.

(3) 압축부재에 사용되는 띠철근은 다음 규정을 따라야 한다.

- ① D32 이하의 축방향 철근은 D10 이상의 띠철근으로, D35 이상의 종방향 철근과 다발철근은 D13 이상의 띠철근으로 둘러싸야 하며, 띠철근 대신 등가단면적의 이형철선 또는 용접철망을 사용할 수 있다.
- ② 띠철근의 수직간격은 종방향 철근지름의 16배 이하, 띠철근이나 철선지름의 48배 이하, 또한 기둥 단면의 최소 치수 이하로 해야 한다.
- ③ 띠철근은 모든 모서리에 있는 축방향 철근과 하나 건너 있는 축방향 철근이 135°이하로 구부린 띠철근의 모서리에 의해 횡지지 되도록 배치되어야 하며, 어떤 축방향 철근도 띠철근을 따라 횡지지된 축방향 철근의 양쪽으로 순간격이 150mm 이상 떨어진 경우에는 추가 띠철근을 배치하여 축방향 철근을 횡지지 해야 한다. 또한 축방향 철근이 원형으로 배치된 경우에는 원형 띠철근을 사용할 수 있다.
- ④ 확대기초판 또는 기초 슬래브의 윗면에 배치되는 첫 번째 띠철근 간격은 다른 띠철근 간격의 1/2이하로 해야 하고, 슬래브나 지판에 배치된 최하단 수평철근 아래에 배치되는 첫 번째 띠철근도 다른 띠철근 간격의 1/2이하로 해야 한다.
- ⑤ 보 또는 브래킷이 기둥의 4면에 연결되어 있는 경우에 가장 낮은 보 또는 브래킷의 최하단 수평철근 아래에서 75mm 이내에서 띠철근을 끝낼 수 있다.

8. 기둥철근의 특별배근

(1) 기둥 연결부에서 단면치수가 변하는 경우 다음 규정에 따라 읍셋 굽힘철근을 배근해야 한다.

- ① 읍셋 굽힘철근의 굽힘부에서는 경사는 1/6을 초과하지 않아야 한다.
- ② 읍셋 굽힘철근의 굽힘부를 벗어난 상·하부 철근은 기둥축에 평행해야 한다.
- ③ 읍셋 굽힘철근의 굽힘부에는 띠철근, 나선철근 또는 바닥구조에 의해 수평지지가 이루어져야 한다. 이 때 수평지지는 읍셋 굽힘철근의 굽힘부에서 계산된 수평분력의 1.5배를 지지할 수 있도록 설계되어야 한다. 수평지지로 띠철근이나 나선철근을 사용하는 경우에는 이들 철근을 굽힘점으로부터 150mm 이내에 배치해야 한다.
- ④ 읍셋 굽힘철근은 거푸집 내에 배근하기 전에 구부려 두어야 한다.
- ⑤ 기둥 연결부에서 상·하부의 기둥면이 75mm 이상 차이가 나는 경우에는 축방향 철근을 구부려 읍셋 굽힘철근으로 사용할 수 없다. 이러한 경우에는 별도의 연결철근을 축방향 철근에 겹침이음하여 읍셋 굽힘철근으로 사용해야 한다. 이 때 겹침이음은 「16항」의 규정을 따라야 한다.



9. 수축 및 온도철근

(1) 슬래브에서 휨철근이 1방향으로만 배치되는 경우에는 휨철근의 직각방향으로 수축 및 온도철근을 배치하는 경우에는 다음 규정에 따라야 한다.

- ① 수축·온도철근으로 배치되는 이형철근은 다음의 철근비 이상으로 해야 하나, 어떤 경우에도 0.0014 이상이어야 한다. 여기서, 수축·온도철근비는 콘크리트 전체 단면적에 대한 수축·온도철근 단면적의 비로 한다.

가. 설계기준항복강도가 400MPa 이하인 이형철근을 사용한 슬래브 0.0020

나. 설계기준항복강도가 400MPa를 초과한 슬래브 $0.0020 \times (400/f_y)$

- ② 다만, ①에서 요구되는 수축·온도철근비에 전체 콘크리트 단면적을 곱하여 계산한 수축·온도철근 단면적을 단위 m당 $1,800\text{mm}^2$ 보다 크게 취할 필요는 없다.
- ③ 수축·온도철근의 간격은 슬래브 두께의 5배 이하, 또한 450mm 이하로 해야 한다.
- ④ 수축·온도철근은 설계기준항복강도 f_y 를 발휘할 수 있도록 정착되어야 한다.

(2) 교대, 기초 등 교량 하부구조에 배치해야 하는 온도·수축철근의 단면적은 $0.0015 \cdot h \cdot s$ 이상이어야 한다. 여기서, h는 부재의 두께이며 s는 온도·수축철근의 간격이다. 다만, 부재의 두께가 1,200mm를 초과하는 기초판의 경우에는 h를 1,200mm보다 크게 취할 필요는 없다.

10. 철근의 정착

10.1 정착일반

(1) 철근콘크리트 부재 각 단면의 철근에 작용하는 인장력 또는 압축력이 단면의 양측에서 발휘될 수 있도록 문힘길이, 갈고리, 기계적 정착, 또는 이들의 조합에 의하여 철근을 정착해야 한다. 이 때 갈고리는 압축철근의 정착에 있어서 유효하지 않은 것으로 본다.

(2) 이 지침에서 사용하는 $\sqrt{f_{ck}}$ 값은 8.4MPa를 초과하지 않아야 한다.

10.2 인장 이형철근 및 이형철선의 정착

(1) 인장 이형철근 및 이형철선의 정착길이 l_d 는 「(2)항」의 기본정착길이 l_{db} 에 보정계수를 곱하여 계산하는 방법, 또는 「(4)항」에 의하여 계산하는 방법 중에서 어느 하나를 선택하여 적용할 수 있다. 그러나 이렇게 구한 정착길이 l_d 는 항상 300mm 이상이어야 한다.

(2) 인장 이형철근 및 이형철선의 정착길이 l_{db} 는 <식 (2)>에 의해 구해야 한다. 그리고 철근 배치 위치, 철근표면 도막 혹은 도금 여부 및 콘크리트의 종류에 따른 보정계수는 <표 2>에 의해 구해야 한다.

$$l_{db} = \frac{0.6 d_b f_y}{\lambda \sqrt{f_{ck}}} \quad (2)$$

(3) <표 2>에 수록된 α , β , λ 는 다음과 같이 구할 수 있다.

표 2. 보정계수

조 건	철근지름	D19 이하의 철근과 이형철선	D22 이상의 철근
정착되거나 이어지는 철근의 순간격이 d_b 이상 이고 피복두께도 d_b 이상이면서 l_d 전 구간에 구 조설계기준에서 규정된 최소 철근량 이상의 스 터럽 또는 띠철근을 배치한 경우 또는 정착되 거나 이어지는 철근의 순간격이 $2d_b$ 이상이고 피복두께가 d_b 이상인 경우		$0.8\alpha\beta$	$\alpha\beta$
기 타		$1.2\alpha\beta$	$1.5\alpha\beta$

① α = 철근배치 위치계수

- 가. 상부철근(정착길이 또는 **겹침이음부** 아래 300mm를 초과되게 굳지 않은 콘크리트를
친 수평철근) 1.3
- 나. 기타 철근 1.0

② β = **철근** 도막계수

- 가. 피복두께가 $3d_b$ 미만 또는 순간격이 $6d_b$ 미만인 예폭시 도막철근 또는 철선 1.5
- 나. 기타 예폭시 도막철근 또는 철선 1.2
- 다. 아연도금 철근** 1.0
- 라.** 도막되지 않은 철근 1.0

③ λ = 경량 콘크리트계수

가. f_{sp} 값이 규정되어 있지 않은 경우

$\lambda = 0.75$, 전경량콘크리트

$\lambda = 0.85$, 모래경량콘크리트

단, 0.75에서 0.85 사이의 값은 모래경량콘크리트의 잔골재를 경량잔골재로 치
환하는 체적비에 따라 직선보간한다. 0.85에서 1.0 사이의 값은 보통중량콘크
리트의 굵은골재를 경량골재로 치환하는 체적비에 따라 직선보간한다.

나. f_{sp} 값이 주어진 경우

$$\lambda = \frac{f_{sp}}{0.56 \sqrt{f_{ck}}} \leq 1.0$$

- ④ 예폭시 도막철근이 상부 철근인 경우에 상부 철근의 **위치계수** α 와 **철근** 도막계수
 β 의 **곱인** $\alpha\beta$ 가 1.7보다 클 필요는 없다.



- (4) 인장 이형철근 및 이형철선의 정착길이는 <식 (3)>에 따라 상세한 계산에 의해 구할 수 있다.

$$l_d = \frac{0.90d_b f_y}{\lambda \sqrt{f_{ck}}} \left(\frac{c + K_{tr}}{d_b} \right) \quad (3)$$

여기서, $\frac{c + K_{tr}}{d_b}$ 은 2.5 이하이어야 한다. 그리고 <식 (3)>의 계수 γ , c 와 K_{tr} 은 다음과 같다.

γ = 철근 또는 철선의 크기계수

D19 이하의 철근과 이형철선 0.8

22 이상의 철근 1.0

c = 철근간격 또는 피복두께에 관련된 치수

철근 또는 철선의 중심으로부터 콘크리트 표면까지의 최단거리 또는 정착되는 철근 또는 철선의 중심간 거리의 1/2 중 작은 값을 사용하여 mm단위로 나타낸다.

$$K_{tr} = \text{횡방향 철근지수} = \frac{40A_{tr}}{sn}$$

횡방향 철근이 배치되어 있더라도 설계를 간편하게 하기 위해 $K_{tr}=0$ 으로 사용할 수 있다.

- (5) 휨부재에 배치된 철근량이 해석에 의해 요구되는 소요철근량을 초과하는 경우는 계산된 정착길이에 $\left(\frac{\text{소요} A_s}{\text{배근} A_s} \right)$ 를 곱하여 정착길이 l_d 를 감소시킬 수 있다. 다만, 이때 감소시킨 정착길이 l_d 는 300mm 이상이어야 한다. 또한, f_y 를 발휘하도록 정착을 특별히 요구하는 경우는 이를 적용하지 않는다.
- (6) 설계기준항복강도가 550 MPa을 초과하는 철근에 대해서는 다음을 만족하여야 한다.

① 횡방향 철근을 배치하지 않는 경우에는 $\frac{c}{d_b}$ 는 2.5 이상이어야 한다.

② 횡방향 철근을 배치하는 경우에는 $\frac{K_{tr}}{d_b} \geq 0.25$ 와 $\frac{c + K_{tr}}{d_b} \geq 2.25$ 를 만족해야 한다.

10.3 압축 이형철근의 정착

- (1) 압축 이형철근의 정착길이 l_d 는 「(2)항」의 기본정착길이 l_{db} 에 「(3)항」에 있는 적용가능한 모든 보정계수를 곱하여 구해야 한다. 이 때 구한 l_d 는 항상 200mm 이상이어야 한다.
- (2) 압축 이형철근의 기본정착길이 l_{db} 는 <식 (4)>에 따라 구해야 한다.

$$l_{db} = \frac{0.25d_b f_y}{\lambda \sqrt{f_{ck}}} \quad (4)$$

다만, 이 값은 $0.043d_b f_y$ 이상이어야 한다. 여기서, λ 는 「10.2 (3) ③」항에 따른다.

(3) 압축 이형철근의 기본정착길이 l_{db} 에 대한 보정계수는 다음과 같다.

- ① 해석결과 요구되는 철근량을 초과하여 배치한 경우 $\left(\frac{\text{소요 } A_s}{\text{배근 } A_s} \right)$
- ② 지름이 6mm 이상이고 나선간격이 100mm 이하인 나선철근 또는 중심간격 100mm 이하로 「7.2 (3)항」의 요구조건에 따라 배치된 D13 띠철근으로 둘러싸인 압축 이형철근 0.75

10.4 다발철근의 정착

- (1) 인장 또는 압축을 받는 하나의 다발철근 내에 있는 개개 철근의 정착길이 l_d 는 다발철근이 아닌 경우의 각 철근의 정착길이보다 3개의 철근으로 구성된 다발철근에 대해서는 20%, 4개의 철근으로 구성된 다발철근에 대해서는 33%를 증가시켜야 한다.
- (2) 다발철근의 정착길이 l_d 를 계산할 때 「10.2 (3)항」의 순간격, 피복두께 및 도막계수, 그리고 「10.2 (4)항」의 구속효과 관련 항을 계산할 경우에는 다발철근 전체와 동등한 단면적과 도심을 가지는 하나의 철근으로 취급해야 한다.

10.5 표준갈고리를 갖는 인장 이형철근의 정착

- (1) 단부에 표준갈고리가 있는 인장 이형철근의 정착길이 l_{dh} 는 「(2)항」의 기본정착길이 l_{hd} 에 「(3)항」의 적용가능한 모든 보정계수를 곱하여 구해야 한다. 그러나 이렇게 구한 정착길이 l_{dh} 는 항상 $8d_b$ 이상 또한 150mm 이상이어야 한다.
- (2) 기본정착길이 l_{hb} 는 <식 (5)>에 의해 구할 수 있다. β 와 λ 는 「10.2 (3)항」에 따라 구한다.

$$l_{hb} = \frac{0.24\beta d_b f_y}{\lambda \sqrt{f_{ck}}} \quad (5)$$

- (3) 표준갈고리를 갖는 인장이형철근의 기본정착길이 l_{hb} 에 대한 보정계수는 다음과 같다.
 - ① D35 이하 철근에서 갈고리 평면에 수직방향인 측면 피복두께가 70mm 이상이며, 90°갈고리에 대해서는 갈고리를 넘어선 부분의 철근 피복두께가 50mm 이상인 경우 0.7
 - ② D35 이하 90°갈고리 철근에서 정착길이 l_{dh} 구간을 $3d_b$ 이하 간격으로 띠철근 또는 스테럽이 정착되는 철근을 수직으로 둘러싼 경우, 또는 갈고리 끝 연장부와 구부림부의 전구간을 $3d_b$ 이하 간격으로 띠철근 또는 스테럽이 정착되는 철근을 평행하게 둘러싼 경우 0.8
 - ③ D35 이하 180°갈고리 철근에서 정착길이 l_{dh} 구간을 $3d_b$ 이하 간격으로 띠철근 또는 스테럽이 정착되는 철근을 수직으로 둘러싼 경우 0.8
 - ④ 전체 f_y 를 발휘하도록 정착을 특별히 요구하지 않는 단면에서 휨철근이 소요철근량



이상 배치된 경우 $\left(\frac{\text{소요 } A_s}{\text{배근 } A_s} \right)$

다만 「②항」과 「③항」에서 첫 번째 띠철근 또는 스티럽은 갈고리 구부러진 부분 바깥면부터 $2d_b$ 이내에서 갈고리의 구부러진 부분을 둘러싸야 한다.

- (4) 갈고리는 압축을 받는 경우 철근정착에 유효하지 않은 것으로 보아야 한다.
- (5) 부재의 불연속단에서 갈고리 철근의 양 측면과 상부(또는 하부)의 피복두께가 70mm 미만으로 표준갈고리에 의해 정착되는 경우에 전 정착길이 l_{dt} 구간에 $3d_b$ 이하 간격으로 띠철근이나 스티럽으로 갈고리 철근을 둘러싸야 한다. 이 때 「(3) ②항과 「(3) ③항」의 보정계수 0.8을 적용할 수 없다.
- (6) 설계기준항복강도가 550 MPa을 초과하는 철근을 사용하는 경우에는 「(3) ②항과 「(3) ③항」의 보정계수 0.8을 적용할 수 없다.

10.6 확대머리 이형철근 및 기계적 인장 정착

- (1) 확대머리 이형철근의 인장에 대한 정착길이는 다음과 같이 구할 수 있다.

$$l_{dt} = 0.19 \frac{\beta f_y d_b}{\sqrt{f_{ck}}}$$

여기서, β 는 에폭시 도막철근은 1.2, 다른 경우는 1.0이며, 정착길이는 $8d_b$, 또한 150mm 이상이어야 한다. 위의 식을 적용하기 위해서는 다음의 조건을 만족해야 한다.

- ① 철근의 설계기준항복강도는 400 MPa 이하이어야 한다.
 - ② 콘크리트의 설계기준압축강도는 40 MPa 이하이어야 한다.
 - ③ 철근의 지름은 35 mm 이하이어야 한다.
 - ④ 경량콘크리트에는 적용할 수 없으며, 보통중량콘크리트를 사용한다.
 - ⑤ 확대머리의 순지압면적(A_{brg})은 $4A_b$ 이상이어야 한다.
 - ⑥ 순피복 두께는 $2d_b$ 이상이어야 한다.
 - ⑦ 철근 순간격은 $4d_b$ 이상이어야 한다. 다만, 상하 기둥이 있는 보-기둥 접합부의 보 주철근으로 사용되는 경우, 접합부의 횡보강철근이 0.3 % 이상이고 확대머리의 뒷면이 횡보강철근 바깥 면부터 50 mm 이내에 위치하면 철근 순간격은 $2.5d_b$ 이상으로 할 수 있다.
- (2) 확대머리 이형철근은 압축을 받는 경우에 유효하지 않다.
 - (3) 철근의 설계기준항복강도가 발휘될 수 있는 어떠한 기계적 정착장치도 정착 방법으로 사용할 수 있다. 이 경우, 기계적 정착장치가 적합함을 보증하는 시험결과를 책임구조기술자에게 제시하여야 한다. 철근의 정착은 기계적 정착장치와 철근의 최대 응력점, 기계적 정착장치 사이의 문힘길이의 조합으로 이루어질 수 있다.

11. 용접철망의 정착

11.1 인장 용접이형철망의 정착

- (1) 위험단면에서 철선 단부까지의 거리로 나타내는 용접이형철망의 정착길이 l_d 는 「(2)항」또는 「(3)항」에서 구한 정착길이에 「(5)항」과 「(6)항」에 기술된 철망계수를 곱하여 구해야 한다.
- (2) 「10.2 (4)항」에 해당되는 경우는 위 「(1)항」에서 구한 정착길이를 줄일 수 있지만 200mm 이상으로 해야 한다. 다만 「15.1항」의 규정에 따라 겹침이음길이를 계산하는 경우 「10.2 (4)항」의 규정은 적용되지 않는다.
- (3) 「(5)항 및 (6)항」의 철망계수를 사용하여 에폭시 도막된 용접이형철망의 정착길이를 구할 때, 「10.2 (3) ②항」의 에폭시 도막에 따른 계수 β 는 1.0을 사용할 수 있다.
- (4) 원형철선이 정착길이방향으로 이형철선 내에 배치된 경우 철망은 「11.2항」에 따라 정착되어야 한다.
- (5) 정착길이 내에 1개 이상의 교차철선이 있고 이 교차철선이 위험단면에서 50mm 이상 떨어져 있는 용접이형철망의 철망계수는 다음 중 큰 값을 택해야 한다. 그러나 이 계수는 1.0 이하이어야 한다.

$$\left(\frac{f_y - 245}{f_y} \right) \quad \text{또는} \quad \left(\frac{5d_b}{s_w} \right)$$

- ⑥ 정착길이 내에 교차철선이 없거나 위험단면에서 50mm 이내에 1개의 교차철선이 있는 용접이형철망의 철망계수는 1.0으로 하고 정착길이는 이형철선의 정착길이 산정 방법에 따라 구해야 한다.

11.2 인장 용접원형철망의 정착

- (1) 정착길이 내에 2개 이상의 교차철선이 있고 이 중 위험단면에서 가장 가까이 있는 교차철선이 50mm 이상 떨어져 있는 경우 용접원형철망은 정착된 것으로 볼 수 있다. 그러나 위험단면에서 가장 바깥에 위치한 교차철선까지의 거리로 나타내는 정착

길이 l_d 는 「(3)항」의 <식 (6)>의 값 이상이어야 한다.

- (2) l_d 는 150mm 이상이어야 한다. 다만 「15.2항」의 인장 용접원형철망의 겹침이음길이를 계산하는 경우에는 적용되지 않는다.
- (3) 인장 용접원형철망의 정착길이 l_d 는 <식 (6)>로 구한다.

$$l_d = 3.23 \frac{A_w}{s_w} \left(\frac{f_y}{\sqrt{f_{ck}}} \right) \lambda \times \left(\frac{\text{소요 } A_s}{\text{배근 } A_s} \right) \quad (6)$$

여기서 λ 는 「10.2 (3)항」의 규정에 따라 구해야 한다.



12. 프리스트레싱 강연선의 정착

- (1) 다음의 (2)항을 제외하고는 7가닥의 강연선은 위험단면을 지나서 다음 값 이상으로 부착되게 설계해야 한다.

$$l_d = 0.145 \left(\frac{f_{sc}}{3} \right) d_b + 0.145 (f_{ps} - f_{sc}) d_b$$

괄호 안의 값은 단위가 없는 상수이다.

- (2) 임의 단면에서 강연선의 설계응력이 「콘크리트구조설계기준 8.4 (1)항」에 의해 정착길이 l_d 를 구할 때의 응력 f_{ps} 를 초과하지 않는다면 l_d 보다 짧은 문힘길이를 허용할 수 있다.
- (3) 강연선의 부착이 부재 단부까지 연속되어 있지 않고 사용하중 작용시 프리스트레스된 인장구역에 「콘크리트구조설계기준 9.3.1 (2)」의 허용인장응력을 설계에 고려하는 경우에는 (1)에서 계산된 정착길이를 2배로 증가시켜야 한다.
- (4) 정착에 대한 검토는 계수하중 하에서 전체 설계강도를 발휘해야 하는 부재 양 단부에서 가장 가까이 위치한 단면에 국한하여 실시할 수 있다. 다만, 적어도 하나의 강연선이 부재의 단부까지 연장되어 부착되어 있지 않거나, 강연선의 정착길이 내에 집중하중이 작용하는 경우는 이 검토를 제외할 수 있다.

13. 정착철근의 상세

13.1 휨철근의 정착일반

- (1) 휨부재에서 최대 응력점과 경간 내에서 인장철근이 끝나거나 굽혀진 위험단면에서 철근의 정착에 대한 안전을 검토해야 한다. 이 때 「13.2 (3)항과 (4)항」의 규정도 만족해야 한다.
- (2) 휨철근은 휨모멘트를 저항하는데 더 이상 철근을 요구하지 않는 점에서 부재의 유효 깊이 d 또는 $12d_b$ 중 큰 값 이상 더 연장해야 한다. 다만 단순경간의 받침부와 캔틸레버의 자유단에서 이 규정은 적용되지 않는다.
- (3) 연속철근은 구부러지거나 절단된 인장철근이 휨을 저항하는데 더 이상 필요하지 않는 점에서 정착길이 l_d 이상의 문힘길이를 확보해야 한다.
- (4) 인장철근은 구부러서 복부를 지나 정착하거나 부재의 반대 측에 있는 철근 쪽으로 연속하여 정착시켜야 한다.
- (5) 철근응력이 직접적으로 휨모멘트에 비례하지 않는 휨부재의 인장철근은 적절한 정착을 마련하여야 한다. 이와 같은 부재는 경사형, 계단형, 또는 변단면 기초판, 브래킷, 깊은 보 또는 인장철근이 압축면에 평행하지 않는 부재들이다. 깊은 보에 대해서는 「13.2 (6)항과 13.3 (4)항」에 따라야 한다.
- (6) 휨철근은 다음 조건 중 하나를 만족하지 않는 한 인장구역에서 절단할 수 없으며, 원칙적으로 전체 철근량의 50%를 초과하여 한 단면에서 절단할 수 없다.

- ① 절단점에서 V_u 가 $\frac{2}{3}\phi V_n$ 을 초과하지 않는 경우
- ② 절단점에서 $\frac{3}{4}d$ 이상의 구간까지 절단된 철근 또는 철선을 따라 전단과 비틀림에 대해 필요한 양을 초과하는 스테럽이 배치되어 있는 경우.
이 때 초과되는 스테럽의 단면적 A_v 는 $0.42b_w s/f_y$ 이상이어야 하고 간격 s 는 $d/(8\beta_b)$ 이내이어야 한다. 여기서 β_b 는 그 단면에서 전체 인장철근량에 대한 절단된 철근량의 비이다.
- ③ D35 이하의 철근이며, 연속철근이 절단점에서 휨모멘트에 필요한 철근량의 2배 이상 배치되어 있고 V_u 가 $\frac{3}{4}\phi V_n$ 을 초과하지 않는 경우

13.2 정모멘트 철근의 정착

- (1) 단순부재에서 정모멘트 철근의 1/3 이상, 연속부재에서 정모멘트 철근의 1/4 이상을 부재의 같은 면을 따라 받침부까지 연장해야 한다. 보의 경우는 이러한 철근을 받침부 내로 150mm 이상 연장해야 한다.
- (2) 휨부재가 횡하중을 지지하는 주 구조물의 일부일 때, 「(1)항」에 따라 받침부 내로 연장되어야 할 정모멘트 철근은 받침부의 안쪽 면에서 설계기준항복강도 f_y 를 발휘할 수 있도록 정착해야 한다.
- (3) 단순받침부와 변곡점의 정모멘트 철근은 「10.2항」에 따라 f_y 에 대하여 계산된 정착길이 l_d 가 <식 (7)>을 만족하도록 철근지름을 제한해야 한다.

$$l_d \leq \frac{M_n}{V_u} \quad (7)$$

여기서 M_n/V_u 의 값은 철근의 끝부분이 압축 반력으로 눌러서 구속을 받는 경우 30% 증가시킬 수 있다.

- (4) 단순받침부의 중심선을 지나 절단되는 철근에서 표준갈고리와 동등한 성능을 갖는 기계적 정착에 의해 정착되는 경우 <식 (7)>을 만족하지 않아도 되며, 직선철근으로 정착하는 경우 다음 식을 만족하여야 한다.

$$\frac{V_u - 0.5\phi V_s}{M_v} \leq \frac{l_a}{l_d j d} \quad (8)$$

- (5) 깊은 보의 단순받침부에서 정모멘트 철근은 받침부 전면에서 f_y 를 발휘할 수 있도록 정착되어야 한다. 또한 깊은 보의 내부 받침부에서 정모멘트 철근은 연속되거나 인접 경간의 정모멘트 철근과 겹침이음이 되도록 설계해야 한다.

13.3 부모멘트 철근의 정착

- (1) 연속되거나 구속된 부재, 캔틸레버 부재 또는 강결된 골조의 어느 부재에서나 부모멘트 철근은 문힘길이, 갈고리 또는 기계적 정착에 의하여 받침부 내에 정착되거나 받침부를 지나서 정착해야 한다.



- (2) 부모멘트 철근은 「10.1항과 13.1 (2)항」에 의한 소요 문힘길이를 경간 내에 확보해야 한다.
- (3) 받침부에서 부모멘트에 대해 배치된 전체 인장철근량의 1/3이상은 변곡점을 지나 부재의 유효깊이 d , $12d_b$, 또는 순경간의 1/16 중 가장 큰 값 이상의 문힘길이를 확보해야 한다.
- (4) 깊은 보의 내부 받침부에서 부모멘트 철근은 인접경간의 부모멘트 철근과 연속되도록 설계해야 한다.

13.4 복부철근의 정착

- (1) 복부철근은 피복두께 요구조건과 다른 철근과 간격이 허용하는 한 부재의 압축면과 인장면 가까이까지 연장해야 한다.
- (2) 단일U형 또는 다중U형 스테럽의 단부는 다음 중 한 가지 방법으로 정착시켜야 한다.
 - ① D16 이하 철근 또는 지름 16mm 이하 철선으로 종방향 철근을 둘러싸는 표준갈고리로 정착해야 한다.
 - ② f_y 가 300MPa 이상인 D19, D22 및 D25 스테럽은 종방향 철근을 둘러싸는 표준갈고리 외에 추가로 부재의 중간깊이에서 갈고리 단부의 바깥까지 $0.17d_b f_y / \sqrt{f_{ck}}$ 이상의 문힘길이를 확보하여 정착해야 한다.
 - ③ U형 스테럽을 구성하는 용접원형철망의 각 가닥은 「가 또는 나항」의 방법으로 정착해야 한다.

가. U형 스테럽의 가닥 상부에 50mm 간격으로 2개의 종방향 철선을 배치해야 한다.

나. 종방향 철선 하나는 압축면에서 $d/4$ 이하에 배치하고 두 번째 종방향 철선은 첫 번째 철선으로부터 50mm 이상의 간격으로 압축면에 가까이 배치해야 한다. 이 때 두 번째 종방향 철선은 굴곡부 밖에 두거나 또는 굴곡부 내면지름이 $8d_b$ 이상일 경우는 굴곡부상에 둘 수 있다.
 - ④ 용접원형 또는 이형철망 한 가닥 스테럽에서 각 단부의 정착은 2개의 종방향 철선을 50mm 이상 떨어지도록 배치하되, 안쪽의 철선은 부재의 중간깊이 $d/2$ 에서 $d/4$ 또는 50mm 중 큰 값 이상 떨어지도록 배치해야 한다. 이 때 인장면에 가장 가까이 배치된 종방향 철선은 인장면에 가장 가까이 배치된 휨 주철근보다 인장면에서 더 멀리 배치하지 않아야 한다.
 - ⑤ 장선구조에서 D13 이하 철근 또는 지름 13 mm 이하의 철선 스테럽의 경우 표준갈고리를 두어야 한다.
- (3) 단일 U형 또는 다중 U형 스테럽의 양 정착단 사이의 연속구간 내의 굽혀진 부분은 종방향 철근을 둘러싸야 한다.
- (4) 전단철근으로 사용하기 위해 굽혀진 종방향 주철근이 인장구역으로 연장되는 경우에 종방향 주철근과 연속되어야 하고, 압축구역으로 연장되는 경우에는 철도설계기준

(노반편)의 <식(10.6.47)>를 만족시키는 응력 f_{yt} 를 사용하여 부재의 중간깊이 $d/2$ 를 지나서 「10.2항」의 규정에 따라 계산된 정착길이 만큼을 확보해야 한다.

- (5) 폐쇄형으로 배치된 한 쌍의 U형 스테럽 또는 띠철근은 겹침 이음길이가 $1.3l_d$ 이상일 때 적절하게 이어진 것으로 볼 수 있다.
- (6) 깊이가 450mm 이상인 부재에서 스테럽의 가닥들이 부재의 전 깊이까지 연장된다면 폐쇄스테럽의 이음이 적절한 것으로 볼 수 있다. 이 때 한 가닥의 이음부에서 발휘할 수 있는 인장력, $A_b f_{yt}$ 는 40kN 이하이어야 한다.

14. 철근의 이음

14.1 일반내용

- (1) 철근은 설계도, 또는 시방서에서 요구하거나 허용한 경우 또는 책임기술자가 승인한 경우에만 이음을 할 수 있다.
- (2) 겹침이음은 다음 규정에 따라야 한다.
 - ① D35를 초과하는 철근은 겹침이음을 할 수 없다. 다만 「14.3 (2)항」의 경우에는 이 규정을 적용하지 않는다.
 - ② 다발철근의 겹침이음은 다발 내의 개개 철근에 대한 겹침이음길이를 기본으로 하여 결정되어야 하며, 각 철근은 「10.4항」에 따라 겹침이음길이를 증가시켜야 한다. 그러나 한 다발 내에서 각 철근의 이음은 한 군데에서 중복하지 않아야 한다. 또한 두 다발철근을 개개 철근처럼 겹침이음을 할 수 없다.
 - ③ 휨부재에서 서로 직접 접촉되지 않게 겹침이음된 철근은 횡방향으로 소요 겹침이음 길이의 1/5 또는 150mm 중 작은 값 이상 떨어지지 않아야 한다.
- (3) 용접이음과 기계적 이음은 다음 규정에 따라야 한다.
 - ① 용접이음은 용접용 철근을 사용해야 하며, 설계기준항복강도 f_y 의 125%이상을 발휘할 수 있는 완전용접이어야 한다.
 - ② 기계적 이음은 철근의 설계기준항복강도 f_y 의 125%이상을 발휘할 수 있는 완전 기계적 이음이이어야 한다.
 - ③ 「①항 또는 ②항」의 요구조건을 만족하지 않는 용접이음이나 기계적 이음은 「14.2 (4)항」을 만족해야 하며, D16이하의 철근에만 허용된다.

14.2 인장 이형철근 및 이형철선의 이음

- (1) 인장력을 받는 이형철근 및 이형철선의 겹침이음길이는 A급과 B급으로 분류하며 다음 값 이상, 또한 300mm 이상이어야 한다.
 - ① A급 이음 : $1.0l_d$
 - ② B급 이음 : $1.3l_d$
 여기서 인장 이형철근의 정착길이 l_d 는 「10.2항」에 따라 계산된 인장 이형철근의 정착길이이다. 이 때 「10.2 (5)항」의 보정계수는 적용하지 않아야 한다.



(2) 겹침이음에서 A급 이음과 B급 이음은 다음과 같이 분류한다.

① A급 이음 : 배치된 철근량이 이음부 전체 구간에서 해석결과 요구되는 소요철근량의 2배 이상이고 소요 겹침이음길이 내 겹침이음된 철근량이 전체 철근량의 1/2 이하인 경우

② B급 이음 : 「①항」에 해당되지 않는 경우

(3) 서로 다른 크기의 철근을 인장 겹침이음하는 경우, 이음길이는 크기가 큰 철근의 정착길기와 크기가 작은 철근의 겹침이음길이 중 큰 값 이상이어야 한다.

(4) 이음부에 배치된 철근량이 해석결과 요구되는 소요철근량의 2배 미만인 경우에 용접 이음 또는 기계적 이음은 「14.1 (3) ①항 또는 ②항」의 요구조건을 만족시켜야 한다.

(5) 「14.1 (3) ①항 또는 ②항」을 만족하지 않더라도 이음부에 배치된 철근량이 해석결과 요구되는 소요철근량의 2배 이상이고 아래의 「가.항」과 「나.항」의 요구조건을 따르는 경우, D16이하의 철근에 대해서 용접이음 또는 기계적 이음을 할 수 있다.

가. 각 철근의 이음부는 서로 600mm 이상 엇갈려야 하고, 이음부에서 계산된 인장응력의 2배 이상을 발휘할 수 있도록 이어야 한다. 또한 배치된 전체 철근이 140MPa 이상의 응력을 발휘할 수 있어야 한다.

나. 각 단면에서 발휘하는 인장력을 계산할 때 이어진 철근은 규정된 이음강도를 발휘하는 것으로 보아야 하나, f_y 보다 크지 않아야 한다. 이어지지 않은 연속철근의 인장응력은 설계기준항복강도 f_y 를 발휘할 수 있도록 계산된 정착길이 l_d 에 대한 짧게 배치된 정착길의 비에 f_y 에 곱하여 사용해야 하나 f_y 보다 크지 않아야 한다.

(6) 인장연결재의 철근이음은 「14.1 (3) ①항 또는 ②항」에 따라 완전용접이나 기계적 이음으로 이루어져야 한다. 이 때 인접철근의 이음은 750mm 이상 떨어져서 서로 엇갈리게 해야 한다.

14.3 압축이형철근의 이음

(1) 압축철근의 겹침이음길이는 다음과 같이 구할 수 있다.

$$l_s = \left(\frac{1.4f_y}{\lambda \sqrt{f_{ck}}} - 52 \right) d_b$$

위의 식으로 산정된 이음길이는 f_y 가 400MPa 이하인 경우는 $0.072f_y d_b$ 보다 길 필요가 없고, f_y 가 400 MPa를 초과하는 경우는 $(0.13f_y - 24)d_b$ 보다 길 필요가 없다. 이때 겹침이음길이는 300mm 이상이어야 하며, 콘크리트의 설계기준압축강도가 21MPa 미만인 경우는 겹침이음길이를 1/3 증가시켜야 한다. 압축철근의 겹침이음길이는 「10.5.6 (2)」에서 구한 인장철근의 겹침이음길이보다 길 필요는 없다.

(2) 서로 다른 크기의 철근을 압축부에서 겹침이음하는 경우, 이음길이는 크기가 큰 철근의 정착길기와 크기가 작은 철근의 겹침이음길이 중 큰 값 이상이어야 한다. 이 때 D41과 D51 철근은 D35이하 철근과의 겹침이음을 할 수 있다.

- (3) 압축부에서 사용하는 용접이음 또는 기계적 이음은 「14.1 (3) ①항 과 ②항」의 요구 조건을 만족해야 한다.
- (4) 철근이 압축력만을 받을 경우는 철근과 직각으로 절단된 철근의 양끝을 적절한 장치에 의해 중심이 잘 맞도록 접촉시킴으로써 압축응력을 직접 지압에 의해 전달할 수 있다. 이 때 철근의 양 단부는 철근 축의 직각면에 1.5° 이내의 오차를 갖는 평탄한 면이 되어야 하고 조립 후 지압면의 오차는 3° 이내이어야 한다.
- (5) 단부 지압이음은 폐쇄띠철근, 폐쇄스터럽 또는 나선철근을 배치한 압축부재에서만 사용해야 한다.

15. 용접철망의 이음

15.1 인장 용접이형철망의 이음

- (1) 용접이형철망을 겹침이음하는 최소 길이는 두 장의 철망이 겹쳐진 길이가 $1.3l_d$ 이상 또한 200mm 이상이어야 한다. 이 때 겹침이음길이 내에서 각 철망의 가장 바깥에 있는 교차철선 사이의 간격은 50mm 이상이어야 한다. 여기서 l_d 는 「11.1항」의 규정에 따라 f_y 에 대하여 계산된 정착길이이다.
- (2) 겹침이음길이 사이에 교차철선이 없는 용접이형철망의 겹침이음은 이형철선의 겹침이음 규정에 따라야 한다.
- (3) 원형철선이 겹침이음방향으로 이형철망 내에 있는 경우 또는 이형철망이 원형철망과 겹침이음되는 경우, 철망은 「15.2항」에 따라 겹침이음되어야 한다.

15.2 인장 용접원형철망의 이음

- (1) 이음 위치에서 배치된 철근량이 해석결과 요구되는 소요철근량의 2배 미만인 경우 각 철망의 가장 바깥 교차철선 사이를 겹침길이는 교차철선 한 마디 간격에 50mm를 더한 길이, $1.5l_d$ 또는 150mm 중 가장 큰 값 이상이어야 한다. 여기서 l_d 는 「11.2항」의 규정에 따라 철선의 f_y 에 대하여 계산된 정착길이이다.
- (2) 이음 위치에서 배치된 철근량이 해석결과 요구되는 소요철근량의 2배 이상인 경우 각 철망의 가장 바깥 교차철선 사이를 겹침길이는 $1.5l_d$ 또는 50mm 중 큰 값 이상이어야 한다. 여기서 l_d 는 「11.2항」의 규정에 따라 철선의 f_y 에 대하여 계산된 정착길이이다.

16. 기둥철근 이음에 관한 특별 규정

- (1) 겹침이음, 맞댐용접이음, 기계적 연결 또는 단부 지압이음은 「(2)항」에서 「(7)항」까지의 제한조건에 따라 사용되어야 한다. 이와 같은 철근의 이음은 기둥의 모든 하중 조합에 대한 요구조건을 만족해야 한다.
- (2) 계수하중에 의해 철근이 압축응력을 받는 경우 겹침이음은 「14.3 (1)항과 (2)항」에



따라야 하며 해당되는 경우에 다음의 「①항과 ②항」에도 따라야 한다.

- ① 띠철근 압축부재의 경우 겹침이음길이 전체에 걸쳐서 띠철근이 $0.0015 \cdot h \cdot s$ 이상의 유효단면적을 갖는다면 겹침이음길이에 계수 0.83을 곱할 수 있다. 그러나 겹침이음길이는 300mm 이상이어야 한다. 여기서 유효단면적은 부재의 치수 h 에 수직한 띠철근 가닥의 전체 단면적이다.
- ② 나선철근 압축부재의 경우 나선철근으로 둘러싸인 축방향 철근의 겹침이음길이에 계수 0.75를 곱할 수 있다. 그러나 겹침이음길이는 300mm 이상이어야 한다.
- (3) 계수하중 하에서 철근이 $0.5f_y$ 이하의 인장응력을 받고 어느 한 단면에서 전체 철근의 1/2을 초과하는 철근이 겹침이음되면 B급 이음으로, 전체 철근의 1/2 이하가 겹침이음되고 그 겹침이음이 교대로 l_d 이상 서로 엇갈려 있으면 A급 이음으로 해야 한다.
- (4) 계수하중 하에서 철근이 $0.5f_y$ 보다 큰 인장응력을 받는 경우 겹침이음은 B급 이음으로 해야 한다.
- (5) 기둥철근의 용접이음이나 기계적 연결은 「14.1 (3) ①항과 ②항」의 요구조건을 만족해야 한다.
- (6) 「14.3 (4)항과 (5)항」에 따른 단부 지압이음은 이음이 서로 엇갈려있거나 이음 위치에서 추가철근이 배치된 경우 압축을 받는 기둥철근에 적용할 수 있다.
- (7) 기둥 각 면에 배치된 연속철근은 그 면에 배치된 수직철근량에 설계기준항복강도 f_y 의 25%를 곱한 값 이상의 인장강도를 가져야 한다.

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