



산수허브

SANSU HUB

산수허브 콘크리트구조설계 실무

제 6 편

철근의 정착과 이음설계

강도설계법 · 한계상태설계법 (KDS 14 20 52 / KDS 24 14 21)

예제 LD-1 (정착·겹침이음) · LD-2 (교량 주거더)

산수허브 SansuHub

토목구조물의 설계 · 건설기술 개발

2026년 6월

개정 이력 · Revision History

이 교재는 「산수허브 콘크리트구조설계 실무」 시리즈로서 아래 연혁에 따라 제·개정됩니다.

판 (차수)	주요 내용	발행 연월
초판 (제정)	최초 발행 — KDS 14 · KDS 24 설계기준 반영	2026. 6

적용 주요 설계기준

기준 번호	기준명
KDS 14 20 52	콘크리트구조 정착 및 이음 설계기준
KDS 14 20 50	콘크리트구조 철근상세 설계기준
KDS 14 20 80	콘크리트 내진설계기준
KDS 24 14 21	콘크리트교 설계기준(한계상태설계법)
KDS 24 12 11	교량 설계하중조합(한계상태설계법)
KCI-ST103	기계적이음 성능 등급 기준

※ 표기된 기준은 발행 시점의 최신 개정판을 적용하며, 실제 설계 시 최신 개정 내용을 반드시 확인한다.

머리말

이 책은 철근콘크리트의 정착과 이음 설계를 처음 배우는 사람도 차근차근 따라올 수 있도록 만든 설계실무 교재입니다. 철근은 콘크리트 속에 충분히 묻혀야 자신의 힘을 전달할 수 있고, 길이가 부족한 곳은 안전하게 이어야 합니다. 이 ‘힘의 전달’ 원리를 그림과 함께 이해하는 데 초점을 맞추었습니다.

제1장에서 부착과 정착의 원리를 익힌 뒤, 제2장에서는 강도설계법(KDS 14 20 52)으로 인장·압축 정착, 표준갈고리, 겹침이음을 정리합니다. 제3장에서는 같은 공식을 쓰는 한계상태설계법(KDS 24 14 21)과의 차이를 살펴보고, 제4장에서 종합 비교와 확대머리·다발철근·PSC 정착을 보충으로 다룹니다.

정착·이음 계산식은 강도설계법과 한계상태설계법이 모두 KDS 14 20 52를 동일하게 사용한다는 점이 핵심입니다. 설계기준 조항은 [근거] 로 표기하였습니다.

목차

제1장 정착과 이음의 기초 개념

1.1 정착이란

철근은 콘크리트 속에 충분히 묻혀 있어야 자신이 받는 인장력·압축력을 콘크리트로 제대로 전달할 수 있습니다. 묻힘이 너무 짧으면 철근이 콘크리트에서 뽑혀 나오는 정착파괴(anchorage failure)가 일어납니다. 철근이 콘크리트 속에서 힘을 안전하게 전달할 수 있도록 확보하는 묻힘 길이를 정착길이라고 합니다.

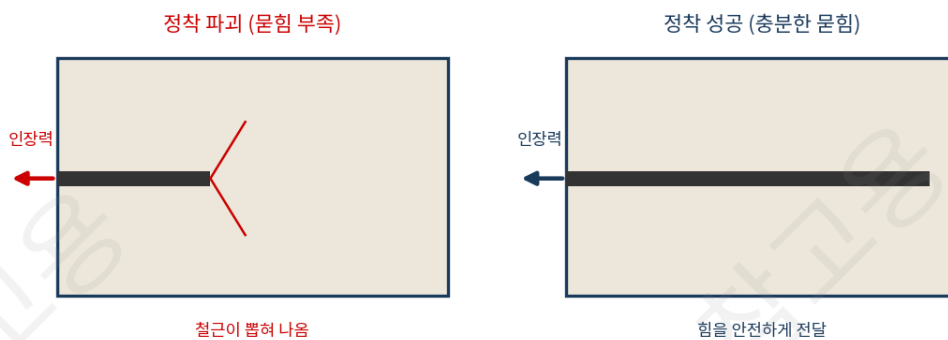


그림 1-1. 정착 파괴(문힘 부족)와 정착 성공(충분한 문힘)

1.2 부착력의 원리

이형철근 표면의 마디(리브)가 콘크리트와 기계적으로 맞물려 지압력을 내고, 이를 통해 철근의 힘이 콘크리트로 전달됩니다. 철근을 뽑으려는 힘이 작용하면 마디가 콘크리트를 밀어내며 콘크리트가 쪼개지려는 경향이 생깁니다. 피복이 두껍거나 횡방향 철근(스터럽·띠철근)이 있으면 쪼개짐을 구속해 부착이 강해집니다. 또 콘크리트 강도 f_{ck} 가 클수록, 철근 아래 콘크리트가 적을수록(하부철근) 부착에 유리합니다.

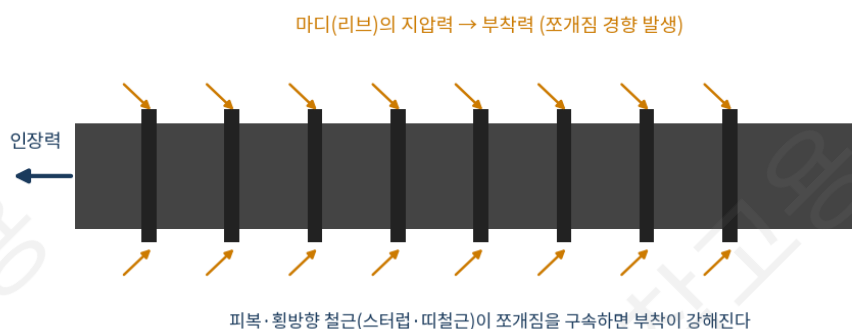


그림 1-2. 이형철근의 부착력 발생 메커니즘

1.3 정착길이와 이음의 종류

정착길이 l_d 는 철근이 항복강도를 충분히 발휘하도록 콘크리트에 묻혀야 하는 최소 길이입니다. 한편 이음 (splice)은 철근 길이의 한계(보통 12 m 이하 생산)나 시공상 이유로 두 철근을 잇는 것으로, 겹침이음· 용접이음·기계적이음 세 가지가 있습니다. 이음부가 약하면 그곳에서 파괴되므로 충분한 겹침길이나 연결 장치가 필요합니다.

(근거) KDS 14 20 52 (4.1.1 정착 일반· 4.5.1 이음 일반)

제2장 강도설계법에 의한 정착·이음 설계 (KDS 14 20 52)

정착·이음 계산식은 KDS 14 20 52를 강도설계법과 한계상태설계법이 공통으로 사용합니다. 이 장에서는 인장·압축 정착, 표준갈고리, 겹침이음을 정리하고 대표예제 LD-1로 마무리합니다.

2.1 인장 이형철근의 정착길이

인장 이형철근의 정착길이는 보정계수를 적용하는 방법 A 또는 피복·횡철근을 직접 반영하는 방법 B 중 하나로 구하며, 어느 방법이든 300 mm 이상이어야 합니다. 방법 B는 계산이 복잡하지만 피복·스터럽이 충분하면 정착길이를 크게 줄일 수 있습니다.

$$\text{방법 A: } l_{db} = (f_y \cdot \alpha \cdot \beta) / (1.1 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_{ck}}) \cdot d_b, \quad l_d = l_{db} \times (\text{철근 크기계수}) \geq 300 \text{ mm}$$

$$\text{방법 B: } l_d = (0.90 \cdot d_b \cdot f_y) / (\lambda \cdot \sqrt{f_{ck}}) \times (\alpha \cdot \beta \cdot \gamma) / ((c_b + K_{tr}) / d_b) \geq 300 \text{ mm}, \quad (c_b + K_{tr}) / d_b \leq 2.5$$

보정계수	기호	값
철근배치 위치계수	α	상부철근 1.3 / 기타 1.0
도막계수	β	에폭시(피복 < 3d _b 등) 1.5 / 기타 에폭시 1.2 / 무도막 1.0
경량콘크리트계수	λ	전경량 0.75 / 보통중량 1.0
철근 크기계수	γ	D19 이하 0.8 / D22 이상 1.0

배치철근이 소요철근량을 초과하면(과배근) 정착길이에 ($A_{s, \text{소요}} / A_{s, \text{배근}}$)을 곱해 줄일 수 있습니다(감소 후에도 300 mm 이상, f_y 완전발휘 단면 제외). 에폭시 도막 상부철근은 $\alpha \cdot \beta \leq 1.7$ 로 제한합니다.

[근거] KDS 14 20 52 (4.1.2) 표 4.1-1 인장 이형철근 정착

2.2 압축 이형철근의 정착길이

압축 정착은 인장보다 유리합니다(지압력 추가, 쪼개짐 위험 낮음). 갈고리는 압축 정착에는 무효입니다.

$$l_{db} = (0.25 \cdot f_y) / (\lambda \cdot \sqrt{f_{ck}}) \cdot d_b \geq 0.044 \cdot f_y \cdot d_b, \quad l_{dc} = l_{db} \times (\text{보정계수}) \geq 200 \text{ mm}$$

간격 100 mm 이하의 나선철근 또는 D13 띠철근으로 둘러싸이면 보정계수 0.75 를 적용할 수 있습니다.

[근거] KDS 14 20 52 (4.1.3)

2.3 표준갈고리를 갖는 인장 정착

보 단부나 기둥처럼 직선 정착길이를 확보하기 어려운 곳에서는 철근 끝을 구부린 표준갈고리(90°·180°)를 씁니다. 갈고리는 인장 정착에만 유효합니다.

$$l_{hb} = (0.24 \cdot \psi_e \cdot f_y) / (\lambda \cdot \sqrt{f_{ck}}) \cdot d_b, \quad l_{dh} = l_{hb} \times (\text{보정계수}) \geq \max(8 \cdot d_b, 150 \text{ mm})$$

측면 피복 $\geq 70 \text{ mm}$ 등 조건을 만족하면 0.7, 정착구간을 $3d_b$ 이하 간격 띠철근으로 둘러싸면 0.8의 보정계수를 적용합니다.

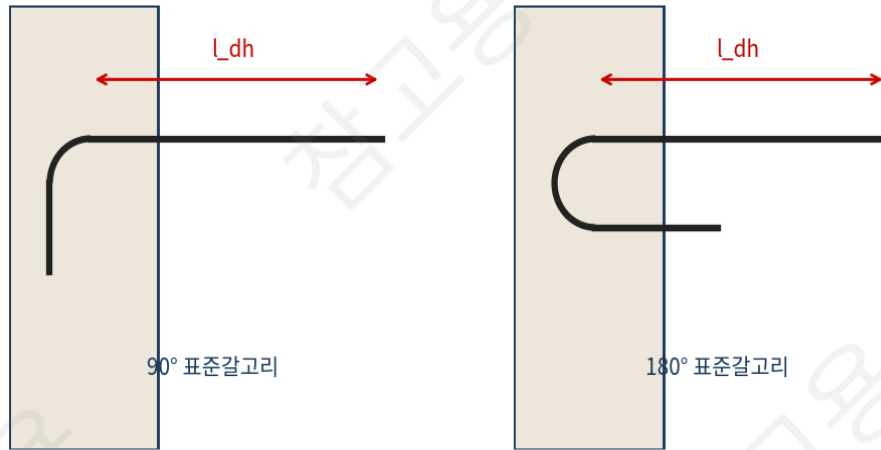


그림 2-1. 90°·180° 표준갈고리와 정착길이 l_{dh}

(근거) KDS 14 20 52 (4.1.5)

2.4 철근의 이음

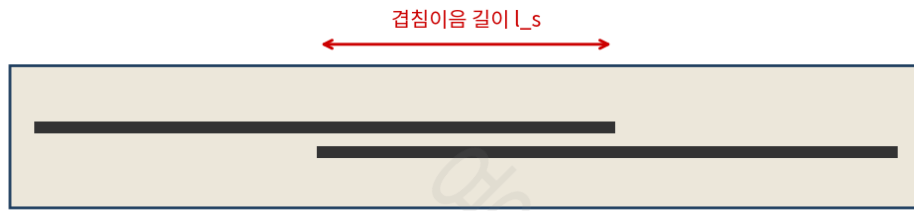
이음에는 겹침이음, 용접이음, 기계적이음이 있습니다. 인장 겹침이음은 A급과 B급으로 나뉘며, 가급적 A급을 목표로 설계합니다. 이음 계산용 l_d 에는 300 mm 최솟값과 과배근 보정을 적용하지 않습니다.

$$\text{인장 겹침: A급 } l_s = 1.0 \cdot l_d, \quad \text{B급 } l_s = 1.3 \cdot l_d \quad (\geq 300 \text{ mm})$$

등급	조건	겹침길이
A급	① 이음부 배근량 $\geq$ 소요철근량의 2배 그리고 ② 이음 구간 겹침철근 $\leq$ 전체의 1/2	$1.0 \cdot l_d$
B급	위 ①②를 모두 만족하지 못하는 경우	$1.3 \cdot l_d$

$$\text{압축 겹침: } f_y \leq 400 \rightarrow l_s = 0.072 \cdot f_y \cdot d_b, \quad f_y > 400 \rightarrow l_s = (0.13 \cdot f_y - 24) \cdot d_b \quad (\geq 300 \text{ mm})$$

용접이음(완전용입 맞댐)과 기계적이음(나사·슬리브·가스압접)은 설계기준항복강도의 1.25배 이상을 발휘해야 하며, 기계적이음은 KCI-ST103 등급(내진은 높은 등급)을 따릅니다.



A급: $l_s = 1.0 \cdot l_d$ (배근 $\geq 2 \times$ 소요 & 이음 $\leq 1/2$) B급: $l_s = 1.3 \cdot l_d$ (그 외)

그림 2-2. 인장 겹침이음과 등급(A급·B급)

[근거] KDS 14 20 52 (4.5.2 겹침이음·4.5.5 용접·기계적이음)

2.5 대표예제 LD-1 (인장 정착길이 + 겹침이음, 강도설계법)

D22 인장 하부철근($d_b = 22.2 \text{ mm}$)을 $f_{ck} = 27 \text{ MPa}$, $f_y = 400 \text{ MPa}$ (보통종량 $\lambda = 1.0$, 무도막 $\beta = 1.0$) 보에 6-D22 로 배근(소요철근량 $A_{s, \text{소요}} = 1,000 \text{ mm}^2$)하였다. 정착길기와 겹침이음 길이를 산정하라.

[1단계] 인장 정착길이 — 방법 A

$$l_{db} = (f_y \cdot \alpha \cdot \beta) / (1.1 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_{ck}}) \cdot d_b = 400 \times 1.0 \times 1.0 / (1.1 \times \sqrt{27}) \times 22.2 = 1,554 \text{ mm}$$

$$\text{크기계수(D22, 양호한 간격·피복)} \times 1.0 \rightarrow l_d = 1,554 \rightarrow 1,560 \text{ mm } (\geq 300 \text{ OK})$$

[2단계] (참고) 방법 B로 단축

$$\text{피복 스테럽 반영}(c_b + K_{tr})/d_b = 2.24 (\leq 2.5) \rightarrow l_d = (0.90 \cdot d_b \cdot f_y) / (\lambda \cdot \sqrt{f_{ck}}) / 2.24 = 685 \text{ mm}$$

피복과 횡방향 철근을 직접 반영하면 정착길이를 1,560 mm $\rightarrow$ 685 mm 로 크게 줄일 수 있다.

[3단계] 인장 겹침이음 A급/B급 판별

$$\text{이음용 } l_d = 1,554 \text{ mm } (300 \text{ 최솟값·과배근 보정 미적용})$$

$$A_{s, \text{배근}} = 6 \times 387.1 = 2,323 \text{ mm}^2 \geq 2 \times A_{s, \text{소요}} = 2,000 \checkmark, \quad \text{이음 } 3/6 = 50\% \leq 1/2 \checkmark \rightarrow$$

A급

$$A\text{급} \rightarrow l_s = 1.0 \times l_d = 1,560 \text{ mm } (B\text{급이면 } 1.3 \times l_d = 2,020 \text{ mm})$$

결론: D22 인장철근의 정착길이는 방법 A로 1,560 mm(방법 B로는 685 mm까지 단축 가능),

겹침이음은 A급 조건을 만족하여 1,560 mm 로 설계한다.

제3장 한계상태설계법에 의한 정착·이음 설계 (KDS 24 14 21)

교량 한계상태설계법도 정착·이음 계산은 같은 KDS 14 20 52를 준용합니다. 공식과 보정계수 체계가 동일하므로, 차이는 소요철근량을 결정하는 하중조합과 재료계수에서 나타납니다.

3.1 강도설계법과의 차이

① 정착·이음 공식·보정계수는 KDS 14 20 52로 두 설계법이 완전히 동일합니다. ② 재료강도 반영 경로가 다릅니다 — 강도설계법은 공칭강도에 강도감소계수 φ 를 곱하고, 한계상태설계법은 재료계수 $\gamma_c \cdot \gamma_s$ 로 재료강도 자체를 낮춥니다(예: $f_y=500$ 의 실질강도 — 강도법 $0.90 \times 500 = 450$ MPa vs 한계상태법 $500/1.15 = 435$ MPa). ③ 한계상태설계법은 하중조합이 크고 재료 실질강도가 낮아 소요철근량이 많아지는 경향이 있어, 과배근 보정($A_{s,소요}/A_{s,배근}$)이 작아지고 최종 정착길이가 길어질 수 있습니다.

항목	강도설계법(KDS 14)	한계상태설계법(KDS 24 14 21)
정착·이음 공식	KDS 14 20 52 (공통)	KDS 14 20 52 (동일 준용)
보정계수 체계	$\alpha \cdot \beta \cdot \lambda \cdot \gamma \cdot K_{tr}$	동일
재료강도 반영	φ (강도감소계수)	$\gamma_c \cdot \gamma_s$ (재료계수)
하중조합	1.2D + 1.6L 등	1.25D + 1.75L 등(KDS 24 12 11)

(근거) KDS 14 20 52 (4.1) / KDS 24 14 21 (3 재료계수) / KDS 24 12 11 (4 하중조합)

3.2 대표예제 LD-2 (교량 주거터 정착길이, 한계상태설계법)

교량 주거터의 D32 인장 하부철근($d_b = 31.8$ mm)을 $f_{ck} = 35$ MPa, $f_y = 500$ MPa(보통중량)로 설계한다. 방법 B로 정착길이를 산정하고 강도설계법과 비교하라.

[1단계] 공통 정착길이 (방법 B, 과배근 보정 전)

$$(c_b + K_{tr})/d_b = 1.45 \rightarrow l_d = (0.90 \cdot d_b \cdot f_y)/(\lambda \cdot \sqrt{f_{ck}})/1.45 = 0.90 \times 31.8 \times 500/(\sqrt{35} \times 1.45) = 1,672 \text{ mm}$$

이 정착길이 식 값은 강도설계법과 한계상태설계법이 동일하다(KDS 14 20 52 식 4.1-2).

[2단계] 재료 실질강도 비교

강도설계법: $\varphi \cdot f_y = 0.90 \times 500 = 450$ MPa , 한계상태: $f_{sd} = f_y/\gamma_s = 500/1.15 = 435$ MPa

[3단계] 소요철근량 → 과배근 보정 차이

한계상태설계법은 하중조합($1.25D+1.75L$)이 크고 재료 실질강도가 낮아 A_s , 소요가 커진다 →
과배근 보정($A_s, \text{소요}/A_s, \text{배근}$)이 1에 가까워져 정착길이 단축효과가 줄어든다 → 최종 정착길이가
강도설계법보다 길어질 수 있다.

결론: 정착길이 공식과 기본값(1,672 mm)은 두 설계법이 같으며, 차이는 소요철근량을 통한 과배근
보정에서 발생한다.

제4장 종합 비교 및 보충

4.1 강도설계법과 한계상태설계법 비교

정착·이음 설계에서 두 설계법의 핵심 차이는 다음과 같습니다. 공식은 같고, 재료강도 반영과 하중조합이 다릅니다.

항목	강도설계법	한계상태설계법
정착길이 공식	KDS 14 20 52 식 4.1-1·4.1-2	동일
이음 판별(A·B급)	동일 기준	동일 기준
재료강도	ϕ 로 할인	$\gamma_c \cdot \gamma_s$ 로 재료강도 저감
과배근 보정	상대적으로 큼	소요철근 $\uparrow \rightarrow$ 작음(정착길이 $\uparrow$ 경향)

4.2 확대머리·다발철근·PSC 강연선 정착 (보충)

① 확대머리(headed) 이형철근: 단부에 지압판을 달아 좁은 공간에서 갈고리를 대체하며, 정착길이 $l_{dt} = (0.19 \cdot \psi_e \cdot f_y) / (\lambda \cdot \sqrt{f_{ck}}) \cdot d_b$ (순피복 $\geq 2d_b$, 순간격 $\geq 4d_b$) 입니다. ② 다발철근: 다발 내 개개 철근은 정착길이를 3개 다발 +20%, 4개 다발 +33% 증가시킵니다. ③ PSC 강연선: 프리텐션 부재는 전달길이($l_t = f_{se} \cdot d_b / 21$)와 추가 물힘을 합친 정착길이 $l_d = f_{ps} \cdot d_b / 21$ 로 산정합니다.

[근거] KDS 14 20 52 (4.1.4 다발·4.1.6 확대머리·4.3 강연선)

4.3 이음 위치와 시공 유의사항

이음은 가급적 응력이 작은 곳에 두며, 한 단면에 이음이 집중되지 않게 엇갈리게 배치합니다. 내진설계 특수모멘트골조의 기둥은 소성힌지 구역(단부에서 $2h$ 또는 $h_n/6$ 이내) 밖에서 이음하고, 기둥 하단 받침부 직상부 이음은 피합니다. 기계적이음은 KCI-ST103 등급 체계에 따라 부재·위치에 맞는 등급을 선택하며, 내진 부재에는 높은 등급을 사용합니다.

[근거] KDS 14 20 52 (4.5) / KDS 14 20 80 (4.4.3) 내진 이음

부록 · 주요 기호

기호	의미
l_d, l_{db}	정착길이, 기본정착길이(인장 이형철근)
l_{dh}, l_{hb}	표준갈고리 정착길이, 기본정착길이
l_{dc}	압축 이형철근 정착길이
l_s	겹침이음 길이(A급 $1.0 \cdot l_d$, B급 $1.3 \cdot l_d$)
d_b	철근의 공칭지름
$\alpha (\psi_t)$	철근배치 위치계수 (상부철근 1.3)
$\beta (\psi_e)$	도막계수 (에폭시 1.2~1.5, 무도막 1.0)
λ	경량콘크리트계수 (보통중량 1.0)
γ	철근 크기계수 (D19 이하 0.8, D22 이상 1.0)
C_b, K_{tr}	피복·간격 관련 치수, 횡방향 철근지수(= $40 \cdot A_{tr}/(s \cdot n)$)
$A_s, \text{소요}, A_s, \text{배근}$	소요 철근량, 배치 철근량(과배근 보정)
ϕ, γ_c, γ_s	강도감소계수, 콘크리트·철근 재료계수

※ 주요 근거기준: KDS 14 20 52(정착 및 이음), KDS 14 20 50(철근상세), KDS 14 20 80(내진), KDS 24 14 21(콘크리트교 한계상태설계), KDS 24 12 11(교량 하중조합), KCI-ST103(기계적이음 등급). 정착·이음 계산식은 두 설계법이 KDS 14 20 52를 공통으로 사용한다.



산수허브 콘크리트구조설계 실무 · 제6편

내구성에 대한 설계실무

발행일 2026년 6월 | 저자·발행 산수허브(SansuHub)

분야 토목구조물의 설계 · 건설기술 개발

© 2026 SansuHub. All rights reserved.

이 책의 저작권은 산수허브에 있습니다. 저작권법에 따라 보호받는 저작물이므로, 발행자의 사전 서면 동의 없이 이 책의 전부 또는 일부를 무단으로 복제·전재·배포·전송할 수 없습니다.

본 교재는 KDS 설계기준에 근거하여 작성되었으나, 실제 설계 적용 시에는 최신 개정 기준과 현장 조건을 반드시 확인하여야 합니다.