한계상태설계법 도입에 따른 휨철근량 산정 방안 검토

설계처-4011
(2017.11.10)

1 검 토 배 경

□ **최신 설계기준(한계상태설계법)의 휨 철근량 산정**과 관련하여 설계 실무자간 혼선이 있어, 전문가 자문 및 해외기준 고찰을 통해 합리적인 적용방안을 도출하고자 함.

2 현 실 태

□ 신 설계기준 도입에 따른 **휨 철근량 산정** 시 실무자 혼선

(갑설) : 국내설계기준 KDS 24 14 21(콘크리트교 설계기준)에 따라

- 휨 철근량 ------- ①
- 전단균열로 인한 추가 인장력을 고려하는 철근량 ------- ②

: ① + ②를 전체 철근량으로 배근

(을설) : 국내 설계기준이 준용한 **유로코드(Euro-Code)의 관련 기준**을 상세히 검토하여 반영해야 함

- 추가 인장력(ΔT)에 의한 계산 과정은 주철근의 절단위치를 결정하기 위한 것으로서 최대 휨모멘트의 증가는 아님
- 인장철근을 전구간에 동일하게 배근하는 일반적인 설계에는 해당되지 않음

: only ①을 전체 철근량으로 배근

3 검 토 내 용

□ 기술자문 결과

○ 자문위원 : 해외사업단 이원태 박사 등 5명

○ 자문내용 : 신 설계기준(한계상태설계법)에서의 전단균열로 인한 추가 인장력을 반영한 휨 철근량 산정의 (갑설), (을설) 타당 여부

○ 주요 자문의견 결과 요약

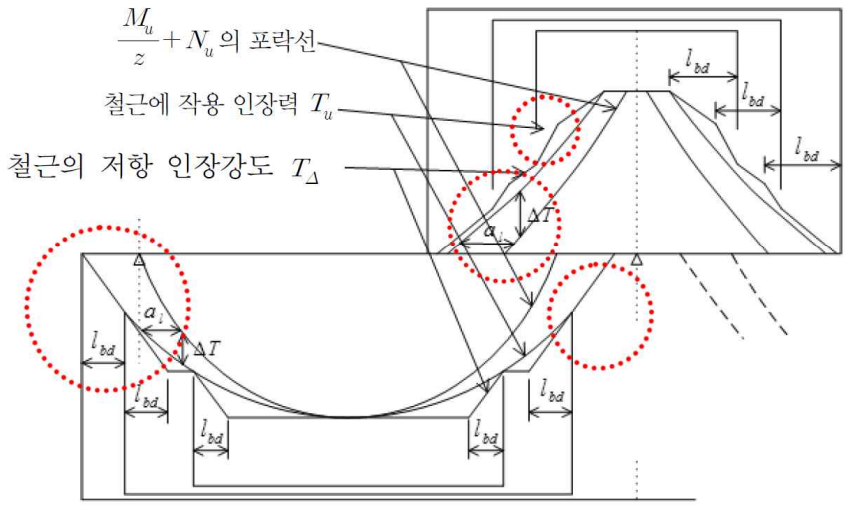
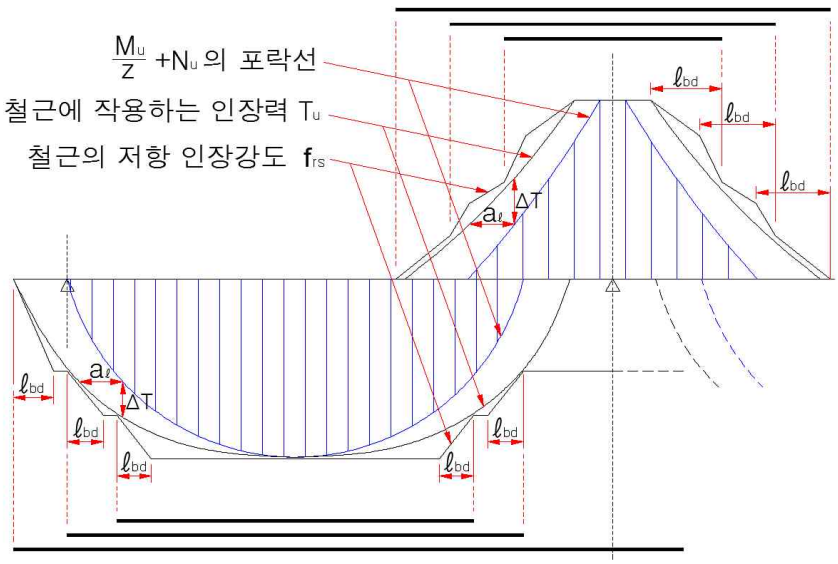
① 추가 인장력은 철근의 절단 으로 인한 파괴 포락선도를 offset 하게 된다는 개념으로서, 최대 모멘트 증가는 아님.
: 유로코드(Euro-Code)에 명시되었으나, 국내 기준에는 없음
② 국내 기준에서 정확한 의미 전달이 되도록 그림 보완 필요
☞ 위원 전원 **(을설)**이 타당한 것으로 제시함

□ 국내 기준{KDS 24 14 21(콘크리트 설계기준)} 보완 필요

○ 유로코드를 준용하는 문구 삽입으로 설계 실무자 혼선 방지

(현행)	4.1.2.3 (7) 작용전단력 V_u에 의해 종방향 철근에 발생하는 추가 인장력 ΔT는 식(4.1-26)로 계산하여야 한다. $\Delta T = 0.5\, V_u (\cot\theta - \cot\alpha)$
(보완)	4.1.2.3 (7) 작용전단력 V_u에 의해 종방향 철근에 발생하는 추가 인장력 ΔT는 식(4.1-26)로 계산하여야 한다. $\Delta T = 0.5\, V_u (\cot\theta - \cot\alpha)$ **여기서, 추가 인장력을 포함한 전체 인장력은 최대모멘트에 의한 인장력을 초과하지 않아야 한다.**

○ ΔT에 따른 관련 그림을 명확히 해야 할 필요가 있음

(현행)	
(보완)	

4 향후 추진계획

□ 위 검토내용이 국가기준으로 반영되도록 관계기관(한국도로협회)에 개정 건의

- (문구 삽입)

> **"여기서, 추가 인장력을 포함한 전체 인장력은 최대모멘트에 의한 인장력을 초과하지 않아야 한다."**

- (그림 보완 대체) : 위 참조

붙임 #1 휨 철근량 산정 방안

#2 KDS 24 14 21(콘크리트 설계기준) 일부 발췌

#3 유로코드 관련 규정 일부 발췌

붙임 # 1

휨 철근량 산정 방안

: 고삼교 P1 기초 계산 (22m×22m×5m)

1) 휨 철근량 --- A_{s1}

- M_u = 441,332 kN · m
- $M_r = \phi_s A_{s1}(d-\beta \cdot c) \geq M_u$

  A_{s1} : $M_r \geq M_u$ 가 되도록 하는 **필요 철근량**

  = 213,628 mm^2
- **사용 철근량** : 1단 = S32 - 175EA = 138,985 mm^2

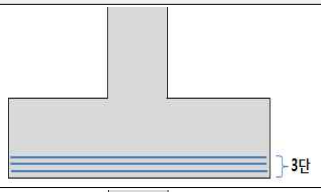
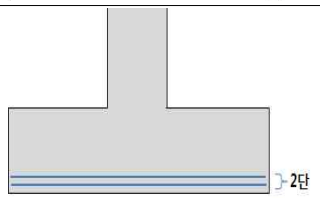
  2단 = S32 - 175EA = 138,985 mm^2

277,970 mm^2

2) 전단균열로 인한 추가 인장력을 고려하는 철근량 --- A_{s2}

- V_u = 106,094 kN, θ = 25.7°, α = 90°
- $\Delta T = 0.5\, V_u(\cot\theta - \cot\alpha)$ = 110,142 kN
- $\phi_s A_{s2} f_y \geq \Delta T = 0.5\, V_u(\cot\theta - \cot\alpha)$가 되는 **추가 철근량**

  A_{s2} : 244,759 mm^2

구분	필요철근량	사용철근량 (mm^2)	개념도
(갑설)	(A_{s1} + A_{s2}) 213,628 + 244,759 = **458,387** mm^2	1단 = S32 - 175EA = 138,985 2단 = S32 - 175EA = 138,985 3단 = S38 - 175EA = 199,500 계 : **477,470** (88.3 ton)	
(을설)	(A_{s1}) **213,628** mm^2	1단 = S32 - 175EA = 138,985 2단 = S32 - 175EA = 138,985 계 : **277,970** (53.8 ton)	

점검여건을 고려한 교량하부 가드휀스 설치 개선

구조물처-2866
(2017.12.12)

1 추 진 배 경

□ 교량하부 불법점용 방지 등을 위해 설치되는 가드휀스가 안전점검을 위한 점검장비 진입을 제한하는 경우가 있어 이를 개선코자 함

< 2016년 구조물유지관리실태 성과감사 지적 >
- 교량하부 도로점용 또는 불법점용방지 가드휀스를 설치하면서 고소작업차가 진입할 수 없게 설치되어, 교량 점검을 고려한 가드휀스 설치방안 도입필요

□ 교량하부 가드휀스 설치 추진경위

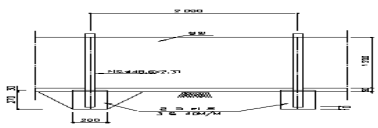
o 2008. 1. : **고속도로 교량하부 관리 방안 마련**(구조물처)
- 불법점용이 우려되는 구간에 가드휀스 등 차폐시설 설치

o 2010. 2 : **교량하부 관리방안 수립**(구조물처)
- 차폐시설, 지반 골파기 및 둑쌓기 진입로 차단 등 불법점용 방지시설 설치

o 2011. 4 : **고속도로 건설현장 교량하부 효율적 관리방안 수립**(건설처)
- 준공을 대비한 교량하부 차폐시설 설치, 화단조성, 수목식재 등

2 관 련 기 준

□ 가드휀스 설치 기준

표준 단면도	설치 사례
 ‣ 높이1.8m, 지주ø48.6×2.3t ‣ 기초규격 200×200×300	 

□ 설치대상 구간

o 도로 접근이 용이한 고가하부 불법점용 우려 구간
o 쓰레기 투기, 농기구 및 자재적재, 차량 주차가 예상되는 구간
o 음식물 취사장소 또는 혹서기 피서장소 사용 우려구간 등
o 기타 특히 필요하다고 판단되는 구간

3 현실태 및 문제점

□ **교량하부 불법점용 방지 등을 위해 가드휀스를 설치**하고 있음

(단위 : 개교)

계	수도권	강원	충북	대전충남	전북	광주전남	대구경북	부산경남
701	82	46	108	91	13	130	153	78



가드휀스(원평천교)



메쉬휀스(목동1교)



EGI휀스(왕숙천2교)

□ **가드휀스 폐합구간은 점검장비 진·출입 불가로 점검곤란**

o 거더, 바닥판, 점검시설 미설치 교량 코핑 및 받침 등 점검곤란 발생
(망원경 활용 등 육안점검은 정밀한 조사에 한계)







□ **정밀점검보고서 국토부 평가 강화**에 따라 **교량 근접점검** 필요

o 관련규정 : 시특법 제11조의 3, 안전점검 및 진단 지침 제4장

o 평가대상 : 공공관리주체가 직접 실시한 정밀점검 평가대상 포함('15. 7)

o 평 가 자 : 한국시설안전공단

년도별 평가현황	2016년	2017년
총 453개소	221개소(3회)	232개소(4회)

4 개 선 방 안

□ 교량하부 점검여건을 고려한 가드휀스 설치

o 고소작업차 등 **안전점검 장비 진·출입을 위한 출입문 설치**

- 하부도로, 지장물 등을 고려하여 접근이 용이한 구간 선정

※ 고소작업차 제원

장비사진	제 원
	- 장비구성 : 하부차량 + 고소작업장치 - 장비제원 : 7,690×2,360×3,500mm(L×W×H) - 최대작업높이 : 35m - 최대작업반경 : 17m - 탑승인원 : 2명 (300kg)

o 출입문 설치시 고려사항

- 출입문 폭 : **3m 이상 (고소작업차 제원 고려)**
- 가드휀스 유지관리를 위한 시건장치 설치 (자물쇠 등)
- 출입문 시건장치 훼손 및 내부 불법점용 방지를 위한 관리강화

		
출입문 설치(예)	시건장치(예)	고소작업차 점검

※ 출입문 설치비용 : 약 60만원/개소

o 출입문 설치대상 교량 현황(별첨 1)

- 가드휀스 설치 교량 중 고소작업차 진입을 위해 출입문 필요구간

구분	총계	수도권	강원	충북	대전 충남	전북	광주 전남	대구 경북	부산 경남
교량수 (개교)	50	-	4	8	4	2	5	23	4
출입문수 (개소)	67	-	6	11	6	2	7	32	4

5 적용계획

□ 공용 중 교량

o 점검장비 진입이 필요한 **기설치 가드휀스(50개교)는 출입문 설치**

o 교량하부 불법점용 방지 등 사유로 **가드휀스 신규 설치시** 현장 점검여건을 고려하여 **점검장비 진·출입을 위한 출입문 설치**

⇒ 출입문 폭 3m이상 설치

□ 설계 및 건설 중 교량

o 교량하부 불법점용 방지 등 사유로 가드휀스 설치시 현장 점검 여건을 고려하여 **점검장비 진·출입을 위한 출입문 설치**

⇒ 출입문 폭 3m이상 설치

□ 시행 : 본 방침 시행일 이후 적용

【 별첨 】 1. 교량하부 가드휀스 출입문 설치대상 현황

2. 고소작업차 현황 및 제원