교대 날개벽 설계방법 개선

제공처 : 한국도로공사 기술심사처

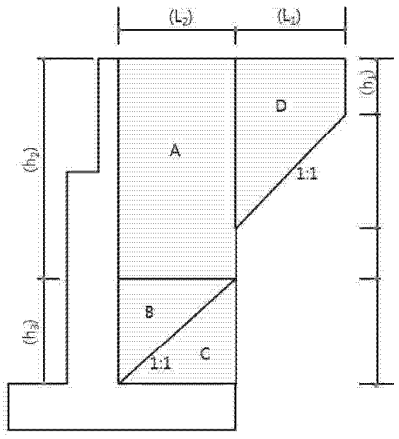
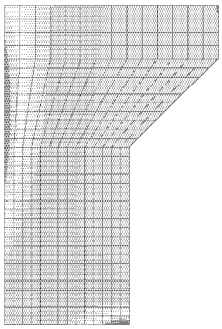
출처 : 2010년도 고속도로 설계 실무자료집(2011, 한국도로공사)

1. 일반현황

(1) 현행 '도로교설계기준'에는 측벽형 교대날개벽 설계시 2변 지지된 판으로 설계하도록 규정되어 있으나, 설계편의를 목적으로 [해설]편에 일본 도로교시방서에서 제시하는 관용 설계법이 수록되어 있으며 날개벽 설계에 이를 적용하고 있음.

(2) 교대날개벽은 실제 2변 지지의 고정판이므로 2변 지지된 판 해석(수치해석)을 통해 날개벽에 발생하는 응력분포를 구하고 이에 적합한 철근배근방법을 제안하여 합리적이고 경제적인 설계가 이루어질 수 있도록 하고자 함.

(3) 날개벽 관용설계법은 설계편의를 위해 날개벽을 4개 부분으로 분할하여 1변 지지 캔틸레버판으로 단순화시켜 설계하는 방법으로 해석적 방법 보다 간편하나 날개벽의 실제거동과는 차이가 나는 다소 비합리적인 설계법임.

설계법	관용설계법	판해석 (수치해석)
개 요		
특 징	- 간편식 사용 - 과다설계	- 해석모델링 필요 - 실거동 특성 반영

2. 현황 및 문제점

2.1 국내 · 외 설계 기준

2.1.1 도로교설계기준, 해설 (2008)

2변 고정판 해석은 복잡하므로 날개벽 길이가 너무 길지 않으면 날개벽을 A,B,C,D 구역으로 나눠서 각각 1변 지지 캔틸레버보로 설계한다(☞관용설계법).
다만, 날개벽 길이가 8m 이상 되면 2변 고정판으로 해석한 경우와 차이가 발생하고 비경제적인 설계가 되기 쉬우므로 2변 고정판으로 설계하는 것이 바람직하다(☞판해석).

2.1.2 AASHTO Standard Specification (2002)

‘7.5.6 Wingwalls’ 절에 도로제방을 유지하기 위한 날개벽 길이와 날개벽과 교대의 접합부의 철근 정작에 관한 일반적인 사항 수록

2.1.3 EURO CODE (2002)

‘4.9 Load models for abutments and walls adjacent to bridges’ 절에 적절한 하중모델을 사용하여 설계하도록 규정, 설계자의 경험에 의한 설계를 유도하고 있음.

2.1.4 일본 도로교시방서 (2002)

국내 도로교설계기준과 동일함.

2.1.5 현황

날개벽 설계에 관한 국내 설계기준은 일본 도로교시방서의 조항을 발췌하여 사용하고 있으며, 미국 및 유럽에서는 단면력 산정에 대한 상세한 규정을 두지 않고 설계자가 자유롭게 신뢰성 높은 방법을 채택하도록 유도하고 있음

3. 개선내용

3.1 검토조건

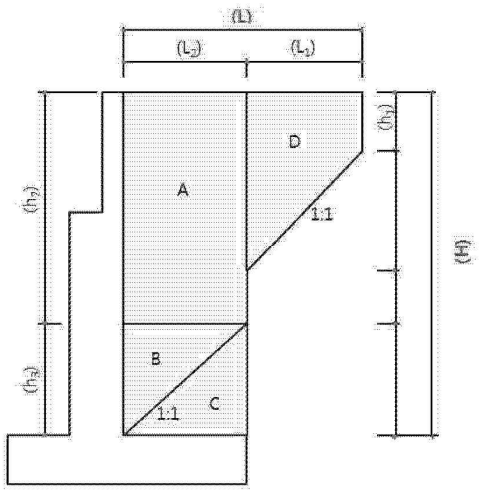
(1) 측벽형 날개벽

(2) 상재하중(10kN/m) 및 토압 고려

(3) 3차원 2변지지 판 해석(범용 수치해석(FEM)프로그램 사용)

(4) 형상변화에 따른 매개변수 해석

3.2 단면형상



Φ =	35 °	
K_o =	0.426	(= 1-sinΦ)
q =	10 kN/m	
γ =	20 kN/m^3	

계수하중조합 :	1.7	H +	1.7	L
사용하중조합 :	1.0	H +	1.0	L

3.3 매개변수

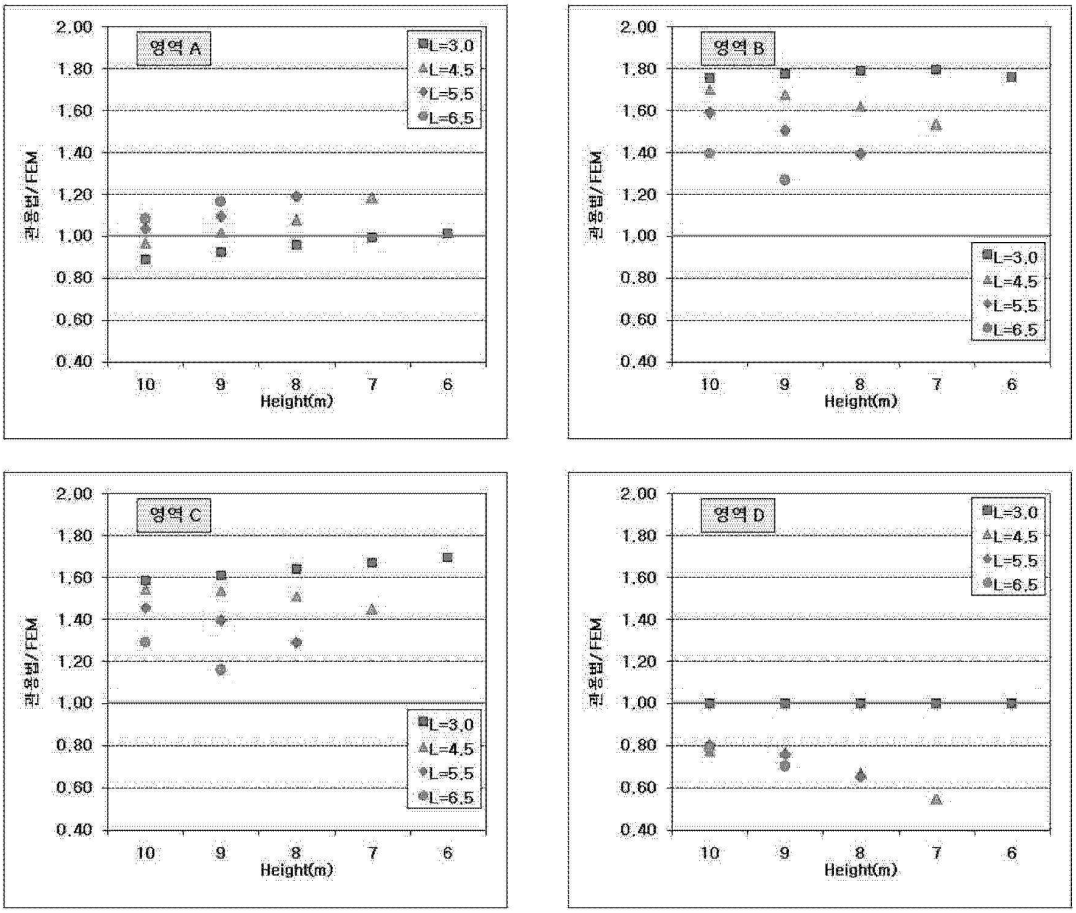
(1) 날개벽 높이(H) : 6m ~ 10m

(2) 날개벽 길이(L) : 3.5m ~ 7.5m

※ 높이와 길이 변화에 따라 총 20개 형상에 대해 검토 수행

3.4 검토결과

3.4.1 설계모멘트 비교 (관용법/수치해석)

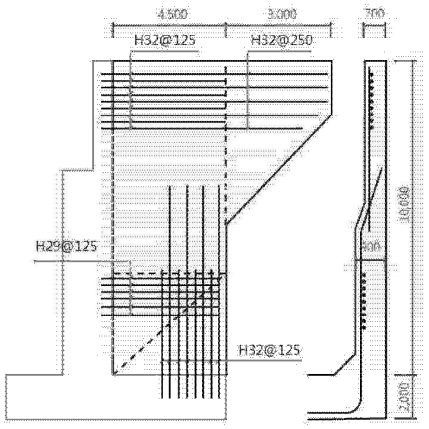
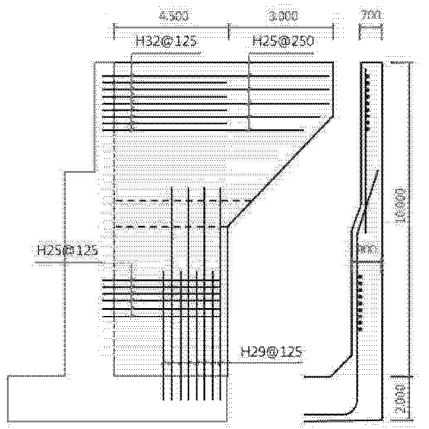


<관용법과 수치해석 결과 요약>

영역	관용법/수치해석	해석 결과
A	0.9 ~ 1.2	수치해석과 관용법에 의한 설계모멘트에 큰 차이 없음
B	1.5 ~ 1.8	관용법으로 계산한 설계모멘트가 수치해석에 비해 50% ~ 80% 정도 높게 산출됨
C	1.3 ~ 1.6	관용법으로 계산한 설계모멘트가 수치해석에 비해 30% ~ 60% 정도 높게 산출됨
D	0.6 ~ 0.8	관용법으로 계산한 설계모멘트가 수치해석에 비해 20% ~ 40% 정도 낮게 산출됨

3.4.2 경제성 검토 (H=10.0m, L=7.5m인 경우)

(1) 날개벽 1기 당 주철근이 14%(0.7ton) 감소되어 약 130만원 (= 0.7ton × 190만원/ton)의 공사비 절감 효과가 있음.

관용설계법에 의한 설계	판해석(수치해석)에 의한 설계
	
주철근량 4.9ton	주철근량 4.2ton (약 14% 감소)

(2) 관용설계법에 의한 설계모멘트는 교대날개벽의 하단부인 B, C 영역에서 정밀해석결과 보다 높게 산정되어 철근이 과다 배근됨.

4. 결론

4.1 개선방안

(1) 전처리 및 후처리 기능이 뛰어나고 해석정밀도 또한 매우 높은 범용 수치해석(FEM) 프로그램의 보급으로 복잡한 하중조건과 경계조건을 포함한 구조모델링이 용이해졌으며 해석결과의 신뢰성도 높아짐.

(2) 따라서, 교대 날개벽 설계시 관용설계법 사용은 지양하고 판이론에 의한 해석 또는 수치해석 결과를 이용하여 설계

(3) '도로교설계기준 및 해설' 개정 의뢰

4.2 기대효과

(1) 단면력 분포에 맞는 합리적인 철근 배근 유도

(2) 적정 철근 배근으로 공사비 및 탄소배출량 감소

(2.1) 공사비 절감 : 약 9억원

(2.1.1) 교량당 공사비 절감액 : 520만원 (= 130만원/날개벽 × 4)

(2.1.2) 교량 개소수 : 168개교 (※ 함양-울산, 당진-천안 고속도로 대상)

(2.2) CO_2 배출량 감소 : 약 1,100ton (1.7억원 - CO_2처리비용 : 15만원/ton)

(2.2.1) 주철근 감소량 : 470ton (= 168개교 × 0.7ton(철근량) × 4)

(2.2.2) 철근 1ton당 CO_2 배출량 : 2.34ton지하도로

4.3 적용방안

(1) 설계 중 또는 설계완료 후 미발주 노선 : 본 방침 적용

(2) 공사 중인 노선 : 공사주관부서에서 판단 후 적용

(3) 자체 및 수탁사업 설계VE 검토 노선 : 본 방침 적용