

가로보가 교량의 횡분배에 미치는 영향 분석

Analyzing the effect of cross beams on the lateral distribution of bridges

한 만 엽* 김 현 호**
Han Man Yop Kim Hyun Ho

ABSTRACT

This study is to analyze the effect of the cross beam in bridge design. The analysis on the cross beam using FEM method is to find the best location and numbers of the cross beam in bridges. These analysis will allow economical design and construction in the field.

1. 서론

현재 PC빔교 설계 시 가로보(Cross beam)를 설계하면서 어떠한 정밀식이나 구조해석을 통한 설계가 아닌 관습적으로 내려온 간략식을 이용하거나 PC빔교 현행 표준도에 나와 있는 대로 동일하게 설계 및 시공을 하고 있다. 최근에는 가로보의 효용성에 대한 많은 의문에 제기된 바, 가로보의 효과에 대한 최근의 논문들도 그 결론이 서로 상충되고 있는 실정이다. 따라서 본 논문에서는 시공이 매우 불편하고 그 효과가 의문시되는 가로보의 존재와 위치 등이 교량의 설계에 미치는 영향을 분석해 보고자 하였다. 이러한 구조해석을 통해 교량의 단면력에 미치는 가로보의 설치 수에 따른 영향 정도와 그밖에 영향을 미칠 수 있는 요소들에 대한 분석을 할 수 있으며 이를 바탕으로 최적의 가로보를 설계할 수 있다면 가로보에 발생할 수 있는 제반 문제점 및 구조적 결함의 원인이 될 수 있는 사항을 미리 해결할 수 있으며 보다 나은 경제적 시공이 가능 할 것이다.

*정회원, 아주대학교 공과대학 토목설계공학과 교수

**아주대학교 공과대학 토목설계공학과 석사과정

2. 구조해석

2.1 격자망 구성

가장 범용되고 있는 격자망 모델로 해석하였으며 구조 해석 프로그램으로는 SAP2000을 이용 보릿지 해석하였다. 해석 형식은 표준 격자망을 짜고 이에 따라 가로보에 영향을 줄 수 있는 요소들에 대해 각 Case를 나누고 다시 가로보 설치 수를 0, 1, 2, 3, 4 개로 나누어 해석하였다. 주형은 5주형으로 G1-G5까지로 표시하였으며 차선은 2차선으로 각 차선의 중심선에 DB24, DL24하중을 재하하였다.

[단위 cm]

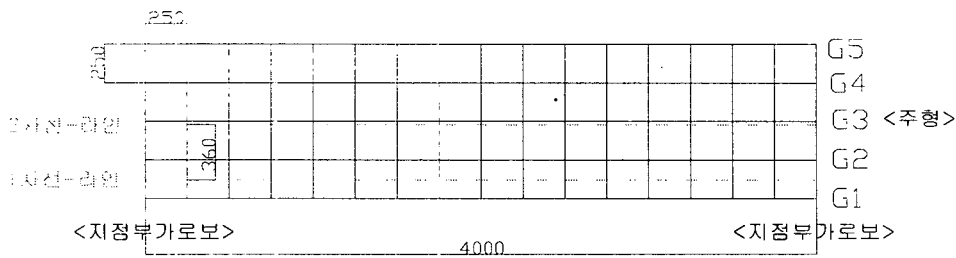


그림 1. 격자망 모델

2.2 각 부재 단면

모든 부재는 합성단면으로 하였으며 주형은 I형 콘크리트 단면으로 가로보는 T형단면으로 슬래브는 직사각형단면으로 하였다.

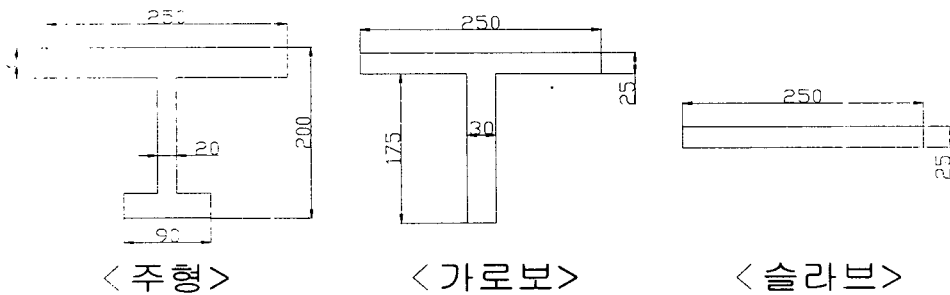


그림 2. 각 부재 단면

2.3 구조해석 Case

표준형을 짜고 이에 Case별로 조건들을 조금씩 달리 하여 여러 조건하에서 가로보의 개수에 따른 횡분배 효과를 알아보았다.

표 1. Case별 조건

[단위 m]

Case	시간	거더간격	배위사이즈	차선라인위치 (1차선라인이 G1에서 거리)	가로보의 부부길이
표준	40	2.5	2.5	1.25	1.75
CaseA	A1	40	2	1.25	1.75
	A2	40	2.5	1.25	1.75
	A3	40	3	1.25	1.75
CaseB	B1	40	2.5	2.5	1.75
	B2	40	2.5	5	1.75
	B3	40	2.5	10	1.75
CaseC	C1	40	2.5	0	1.75
	C2	40	2.5	0.625	1.75
	C3	40	2.5	1.25	1.75
	C4	40	2.5	1.875	1.75
	C5	40	2.5	2.5	1.75
CaseD	D1	40	2.5	1.25	1.75
	D2	40	2.5	1.25	0.875
CaseE	E1	30	2.5	1.25	1.75
	E2	40	2.5	1.25	1.75
	E3	50	2.5	1.25	1.75

모든 Case 마다 가로보의 개수를 0, 1, 2, 3, 4개로 달리하여 구조 해석하였다.
표시는 A1-0로 CaseA의 첫 번째 Case로 가로보의 개수는 0개임을 나타내었다.

3. 구조 해석 결과

각 주형별의 활하중에 대한 단면력을 측정하였다. DB24, DL24 활하중에 대한 결과 DB24의 경우가 단면력의 더 크게 나오므로 DB24 재하시 단면력으로 그래프를 작성하였다.

구조 해석결과 개수에 따른 변화는 거의 유사한 패턴의 결과가 나와서 표준Case의 경우만 가로보가 0, 1, 2, 3, 4 개 일 때의 단면력을 모든 도시하였고 타 Case의 경우는 그 특징이 뚜렷한 가로보 0, 3 개일 때의 단면력만 비교하였다.

본 연구는 실제 교량 설계 시 설계를 지배하는 외측거더에 발생하는 최대모멘트에 미치는 가로보의 개수에 따른 영향을 분석하는데 주력하였다.

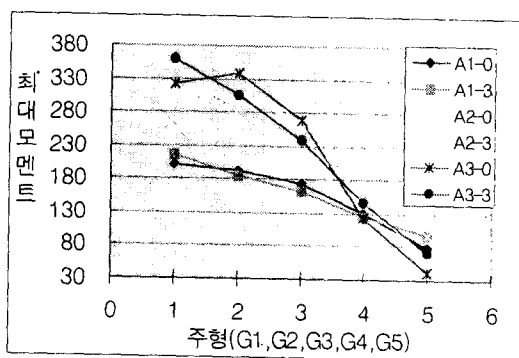
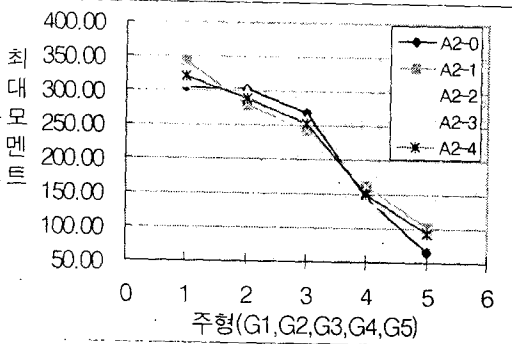


그림 3. 표준Case 주형별 모멘트 (DB24하중재하) 그림 4. CaseA 거더간격에 따른 주형별모멘트(DB24)

표준Case의 각 주형별 모멘트 그래프를 보면 가로보가 없을 때가 외측보의 모멘트가 가장 낮게 나타났다. 가로보 설치 시 횡분배 효과는 있으나 그 차이는 미비하게 하였다. 나머지 가로보 개수에 따른 결과는 거의 비슷한 값을 보였으나 가로보 개수가 1, 3 개 일 때는 나머지 경우보다 외측보에 모멘트가 더 크게 걸림을 알 수 있다. 이는 가로보가 1, 3 개일 경우는 가로보의 설치 위치가 하중을 가장 많이 받는 거더 중앙부분으로 이 부분에서 가로보로 인한 횡분배로 외측거더에 더 큰 모멘트가 걸리기 때문인 것 같다. 이로써 외측보에 작용하는 모멘트를 줄이기 위해서는 가로보를 없애 버리거나 중앙부를 피해서 설치하는 것이 매우 중요한 것으로 나타났다.

CaseA 경우는 거더 간격이 넓어질수록 가로보가 있을 때와 없을 때의 모멘트의 차이가 커짐을 알 수 있다. 따라서 거더 간격이 작을 때는 가로보가 없더라도 별 차이가 없음을 알 수 있다.

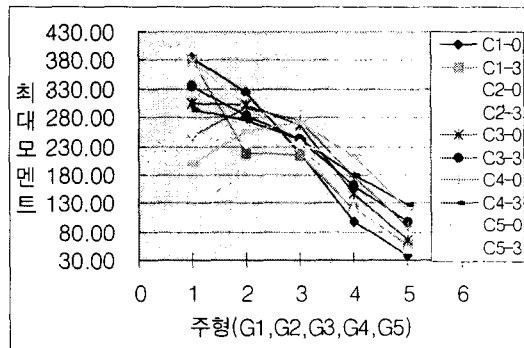
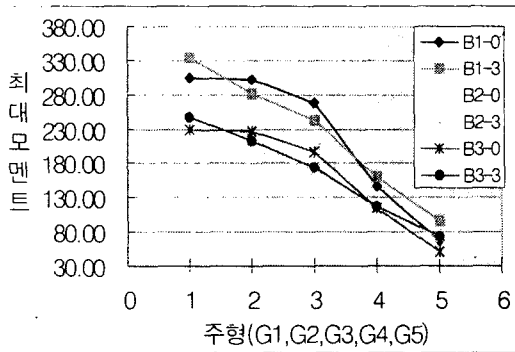


그림 5. CaseB 배쉬간격에 따른 주형별 모멘트(DB24) 그림 6. CaseC 차선라인에 따른 주형별 모멘트(DB24)

CaseB 경우를 보면 배쉬간격이 2.5m일 때가 모멘트도 크고 가로보에 따른 횡분배 효과도 더 크게 나타남을 알 수 있다. 나머지 배쉬간격 5m, 10m 인 경우는 거의 동일한 결과를 나타내었다. 이는 조밀해진 배쉬 간격으로 더욱 활하중에 대해 정밀한 반응을 보였기 때문으로 보인다.

CaseC의 경우의 그래프를 보면 어떤 특별한 패턴이나 양상은 보이지 않으나 차선라인이 내측으로 갈수록 가로보에 따른 횡분배 효과가 좀더 크게 나타남을 알 수 있다.

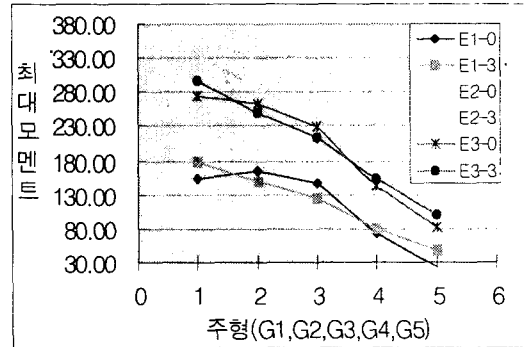
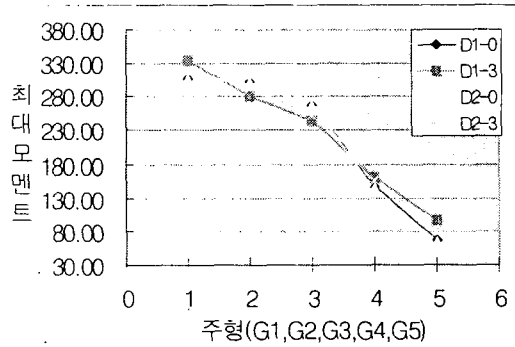


그림 7. CaseD 가로보단면 따른 주형별 모멘트(DB24) 그림 8. CaseE 거더지간에 따른 주형별 모멘트(DB24)

CaseD의 그래프를 보면 거의 유사한 결과를 나타내었다. 이는 가로보의 단면 크기에 따라 횡분배 효과가 큰 차이가 없으며 가로보를 설치할 경우도 그 크기를 크게 할 필요가 없음을 알 수 있다.

CaseE의 그래프를 보면 거더지간이 길어지더라도 가로보 개수에 따른 기울기가 유사함을 볼 수 있

다. 이는 거더의 지간은 가로보의 개수가 교량에 미치는 영향에 별로 상관이 없음을 알 수 있다. 지간 50m의 경우는 조금 기울기가 다르기는 하나 그 차이가 아주 미비하다.

1. 결론

교량설계에서 가로보의 효과를 분석하는 기존의 연구들은 가로보의 개수가 증가되면 횡분배 효과가 증대되어 교량에 유리한 것으로 대부분 결론지어졌으나, 실제 교량의 설계를 지배하는 것은 하중이 편중 재하된 경우 외측거더에서 발생하는 최대 모멘트이므로 가로보의 효과도 이 외측보의 모멘트에 미치는 영향 분석에 주력해야 한다. 따라서 본 연구에서는 가로보의 개수 증가에 따른 외측 거더의 최대 모멘트 변화를 분석한 결과 다음과 같은 결론에 도달하였다.

- (1) 외측보 모멘트의 증가는 가로보의 개수보다 가로보의 위치가 거더의 중앙부에 위치하느냐 아니냐에 더욱 크게 좌우된다. 따라서 외측보에 작용하는 모멘트를 줄이기 위해서는 가로보를 없애 버리던가 중앙부를 피해서 설치하는 것이 매우 중요한 것으로 나타났다.
- (2) 거더간격이 적을수록 가로보가 교량에 미치는 영향이 적음을 알 수 있었다.
- (3) 해석 결과의 정밀도는 메쉬의 크기에 좌우되어, 그 간격이 조밀할수록 정확한 결과를 나타내었으며, 가로보의 횡분배 효과도 더 커지는 것을 알 수 있었다.
- (4) 가로보의 단면 크기에 따른 횡분배 효과를 보면 큰 차이가 없으므로, 가로보를 설치할 경우도 그 크기를 크게 할 필요는 없는 것으로 나타났다.
- (5) 거더 지간이 길이는 가로보가 교량에 미치는 횡분배 효과와는 별로 상관이 없는 것으로 나타났다.

참고문헌

1. 도로교 설계기준, 건설교통부, 2000
2. 김재범, PC빔교의 적정 가로보 설계를 위한 파라메트릭 연구, 석사학위 논문, 한국과학기술원, 2000
3. 김사현, PSC보 교량의 가로보 설치간격 최적화 방안에 대한 연구, 석사학위 논문, 서울시립 산업대학원, 2000
1. 이주현, 강판형 교의 횡방향 가로보 설치간격에 대한 연구, 석사학위 논문, 건국대 산업대학원, 1999
5. 강정구, 정양현, 구조물설계기준, 고속도로공사, 2000, pp 3.43-3.44