

압연형강(H형강) 거더교의 가로보가 활하중 횡분배에 미치는 영향

Effect of Cross Beams on Live Load Distribution in Rolled H-beam Bridges

윤 동 용¹⁾ · 은 성 운²⁾
Yoon, Dong Yong Eun, Sung Woon

요 약 : 본 논문에서는 압연형강(H형강)을 이용한 강합성 교량에 대한 3차원 유한요소 해석을 실시하여, 가로보가 활하중 횡분배에 미치는 영향에 대해 검토하였다. 고려된 주요 변수는 주형과 가로보의 단면2차모멘트비, 가로보의 설치 여부, 가로보의 개수 등이다. 유한요소 해석을 통한 활하중 횡분배 계수와 함께 관용적인 격자해석에 의한 활하중 횡분배 계수도 비교하였다. 분석결과에서 가로보는 활하중 횡분배에 별다른 영향을 미치지 못하며, 콘크리트 바닥판이 활하중 횡분배에는 가장 중요한 역할을 하는 것으로 나타났다. 따라서 활하중 횡분배를 목적으로 설치하는 가로보는 제거가 가능한 것으로 판단된다.

ABSTRACT : In this study, the effects of cross beams on the lateral distribution of live loads in composite rolled H-beam girder bridges, which are basically the same as plate girder bridges, were investigated through three-dimensional finite element analysis. The parameters considered in this study were the inertial moment ratio between the main girder and the cross beam, the presence of the cross beam, and the number of cross beams. The live load lateral distribution factors were investigated through finite element analysis and the customary grid method. The results show that there was no difference between the bridge models with and without a cross beam. The cross beam of the beam and frame types also showed almost the same live load lateral distribution factors. However, the finite element analysis showed that the concrete slab deck plays a major role in the lateral distribution of a live load, and consequently, the effect of the cross beam is not so insignificant that it can be neglected.

핵심 용어 : 가로보, 비지지길이, 압연형강(H형강), 플레이트거더, 활하중 횡분배 계수, 횡-비틀림좌굴

KEYWORDS : cross beam, unsupported length, rolled beam(H beam), plate girder, live load distribution factor, lateral torsional buckling

1. 서론

최근 국내에서도 그림 1의 압연형강(H형강, rolled beam)을 주형으로 사용하여, 콘크리트 바닥판과 합성시킨 거더교의 사용이 증가하고 있다. 압연형강(H형강) 거더 교량은 지간이 15~30m 정도인 중소형 교량에서 다른 교량 형식에 비해 낮은 형고, 급속한 시공, 저렴한 제작 단가 및 유지 관리의 간편함으로 경쟁력을 갖고 있다. 도로교 뿐만 아니라 20~40m의 보도 육교에도 활발하게 적용되고 있는데, 형상이 유사한 플레이트 거더교에 비해 복부와 플랜지의 용접이 필요 없어 피로 성능 면에서도 우수하다.

이러한 특성을 반영하여 보다 손쉬운 설계를 위해 AISI

(1995)와 RIST(2002)에서는 압연형강을 이용한 합성 거더교의 표준 단면을 제시하고 있다.

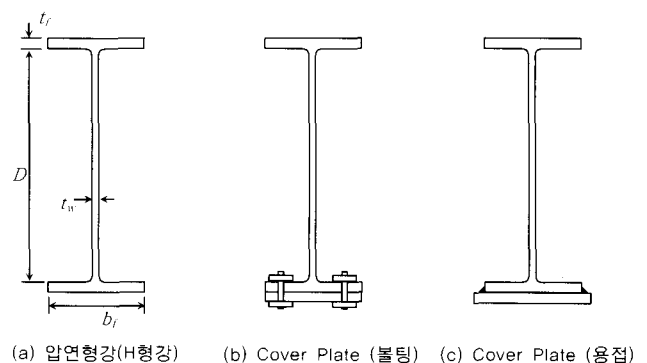


그림 1. 압연형강 거더

1) 교신저자, 정회원, 현대제철 과장, 공학박사
(Tel. 02-2112-9513, Fax. 02-2112-9968, E-mail : dongyong@hyundai-steel.com)
2) 정회원, 현대제철 부장(silstar@hyundai-steel.com)

본 논문에 대한 토의를 2007년 4월 30일까지 학회로 보내주시면 토의 회답을 게재하겠습니다.

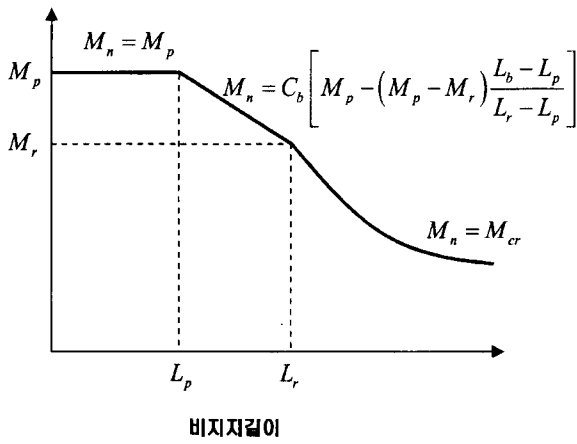


그림 2. 비지지길이와 휨강도

주형인 H형강은 바닥판과 합성되기 전까지는 휨강성에 비해 비틀림 강성이 작기 때문에 가설 하중에 의한 횡-비틀림좌굴에 대해 안정성 확보를 위하여 가로보(cross beam)를 설치한다. 횡-비틀림좌굴은 결국 부재의 휨 강도 저하에 영향을 주는데, 그림 2와 식 (1), (2)에서 보듯이 비지지길이에 따라 휨 강도 (M_n)는 민감하게 결정된다. 따라서 가로보의 설치 간격도 횡-비틀림좌굴을 고려한 비지지길이에 의해 결정된다. 이렇게 횡-비틀림좌굴의 지점을 형성하기 위해서 설치되는 가로보는 그림 3에서 보는 것처럼 T 또는 L형강을 이용한 프레임 형식이면 충분하다. 반면에 콘크리트 바닥판과 거더가 합성된 후에는 거더 상부의 움직임이 횡방향으로 고정되기 때문에 횡-비틀림좌굴의 우려가 사라져 가로보 역시 필요 없게 된다. 이러한 이유로 바닥판 타설전에 설치된 프레임 형식의 가로보는 콘크리트 타설 후 양생이 끝나면 제거하는 것이 자중을 줄이는 등 바람직하지만 이 또한 추가적인 비용 발생과 작업상의 어려움으로 그대로 두는 경우가 보통이다.

$$L_p = \frac{300r_y}{\sqrt{F_y}} \tag{1}$$

$$L_r = \frac{X_1 r_y}{F_y - F_r} \sqrt{1 + \sqrt{1 + X_2 (F_y - F_r)^2}} \tag{2}$$

여기서, $X_1 = \frac{\pi}{S_x} \sqrt{\frac{EGJA}{2}}$, $X_2 = \frac{2C_w}{I_y} \left(\frac{S_x}{GJ} \right)^2$

r_y = y축 회전반경

J = 비틀림상수

A = 단면적

I_y = y축 단면2차모멘트

C_w = 뒤틀림상수

가로보를 설치하는 또 다른 큰 이유는 차량하중이 위치하는 거더의 주변 거더로 하중의 일부가 분배되기를 기대하기 때문이다. 이런 활하중 횡분배를 이유로 대부분 국내에서 제작되는 H형강 거더교나 플레이트 거더교에 그림 4와 같은 보 형태의 가로보를 3~5m의 촘촘한 간격으로 설치하고 있다. 그러나 미국 등의 선진국에서는 횡분배를 목적으로 가로보는 별도로 설치하지 않는데, 콘크리트 바닥판만으로도 활하중의 횡분배가 충분하게 이루어지는 것으로 보고 있다. AISI(1995)에서도 5~7m 정도의 가로보를 설치하지만 횡분배를 목적으로 하지는 않는다. 이러한 관점에서 보면 가로보에 대한 필요성이나 구조적 역할에 대한 검토 없이 3~5m 간격으로, 그것도 보 형태의 가로보를 일률적으로 설치하는 것은 비용적 측면의 낭비뿐만 아니라 복부판의 변형 증가나 피로강도 저하 등 역학적 측면에서도 결코 바람직하지 않다. 그러므로 구조적으로 기여도가 낮거나 불필요한 횡분배용 가로보를 제거한다면 구조 개선과 공사비의 절감에도 기여할 수 있을 것으로 기대된다. 그 밖에도 가로보의 설치로 기대하는 부수적인 효과로는 바닥판에 콘트리트를 타설 시 고정하중으로 인한 거더의 상대적 처짐의 감소, 이미 가설된 교량의 경우는 노후 된 바닥판의 교체작업에서도 거더 간의 상대변위를 억제시키는 역할을 기대한다. 그러나, 이러한 가로보에 대한 기대효과는 적절한 바닥판 설치공법(deck finisher)으로 충분히 대처되고 있다.

본 연구에서는 압연형강(H형강) 거더교에서 가로보가 활하중의 횡분배에 미치는 영향에 대해 3차원 유한요소 해석을 수행하였다. 또한 콘크리트 바닥판이 활하중 횡분배에 미치는 영향에 대해서도 분석하였다. 분석결과를 바탕으로 횡분배용 가로보의 설치 필요성에 대해 검토해 보고자 하였다. 결과 분석에서는 가로보의 위치, 개수 등을 주요 변수로 하였으며, 격자 해석이나 관용법 등의 결과와도 비교 하였다.

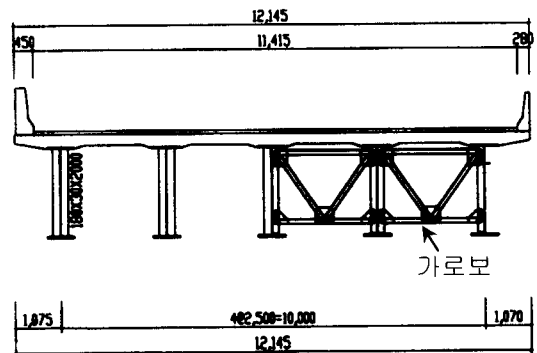


그림 3. 프레임 형태의 가로보

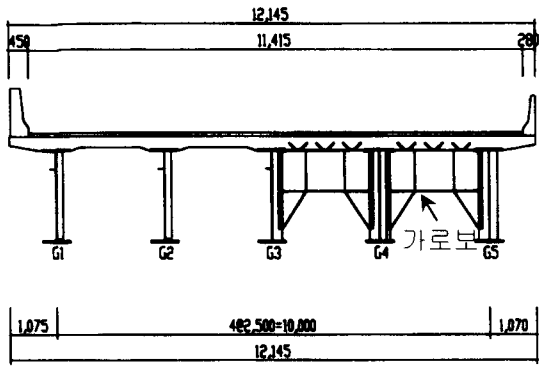


그림 4. 보 형태의 가로보

2. 횡분배의 고찰

2.1 레온하르트와 홈벨그의 격자이론

지금까지 교량은 일반적으로 주형과 가로보로 형성되는 격자구조로 되어 있다. 그래서 보의 개수가 많으면 고차(高次)의 부정정 구조물이 되며 엄밀한 해석으로 단면력을 구하는 것이 곤란해진다. 이 때문에 격자구조의 실용계산법이 몇 가지 제안되어 있지만 대표적인 것으로서는 레온하르트, 홈벨그, 교마소네 등의 방법이 있다. 콘크리트교의 경우에는 직교 이방성 판이론에 의한 교마소네의 방법이 흔히 사용되지만 강형교의 경우에는 레온하르트와 홈벨그의 빔이론에 의한 방법이 일반적이다.

레온하르트 및 홈벨그의 이론에 의하면 격자빔의 횡방향 하중분포는 주빔의 휨강도와 횡빔의 휨강도의 비에 의해 정해진다. 하중분배의 정도를 표시하는 지표로서는 휨격자 강도 z 가 사용되며, 이것은 다음식에 의해 표시되고, 그 크기에 따라 그림 5에 표시하는 하중분배곡선이 된다.

$$z = \left(\frac{l}{2a} \right)^3 \frac{I_C}{I_G} \quad (3)$$

여기서,

- l = 주형의 지간
- a = 주형의 간격
- I_G = 주형의 단면 2차모멘트
- I_C = 가로보의 단면 2차모멘트

2.2 AASHTO LRFD 횡분배

AASHTO LRFD (1998)에서는 압연형강 거더나 플레이

트 거더 등의 강합성 교량에 대해서 다음의 횡분배 공식을 규정하고 있다.

표 1. AASHTO LRFD 횡분배

구분	설계 차선 수 - 1	설계 차선 수 - 2 이상
내측보	$0.06 + \left(\frac{S}{14} \right)^{0.4} \left(\frac{S}{L} \right)^{0.3} \left(\frac{K_g}{12.0Lr_s^3} \right)^{0.1}$	$0.075 + \left(\frac{S}{9.5} \right)^{0.6} \left(\frac{S}{L} \right)^{0.2} \left(\frac{K_g}{12.0Lr_s^3} \right)^{0.1}$
외측보	Lever Rule	$g = e g_{\text{내측보}}, e = 0.77 + \frac{d_c}{9.1}$

여기서,

- S = 주형의 간격
- L = 교량의 지간
- K_g = 주형의 강성 계수
- r_s = 슬래브 두께

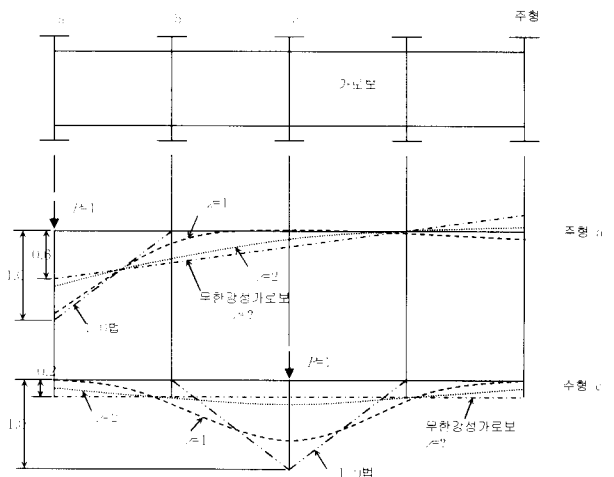


그림 5. 격자이론의 하중분배 영향선

2.3 국내현황

우리나라의 도로교설계기준(2005)에는 아직까지 활하중 횡분배에 관련된 규정이 마련되어 있지 않다. 다만 도로교표준시방서(1996)의 부록인 하중저항계수설계편에서 AASHTO LRFD (1994)의 규정을 소개하기는 했으나, 실무에서는 대부분 그림 6의 관용적인 방법이나 유한요소 프로그램을 이용한 그림 7의 격자해석에 의존하고 있다.

그런데 구조해석 단계에서 격자해석을 통해 단면력을 결정하기 위해서는 반드시 가로보가 필요하게 된다. 또한 격자해석에서는 식 (3)에서 보듯이 가로보의 휨강성이 결과에도 영향을 끼치게 되어 가능한 휨강성이 큰 보 형태의 가로보를 설치하게 된다. 그러다 보니 결과적으로는 구조해석 단계에서

필요했던 가로보를 실제 시공에서도 그대로 설치하게 되는 것이 현실이다.

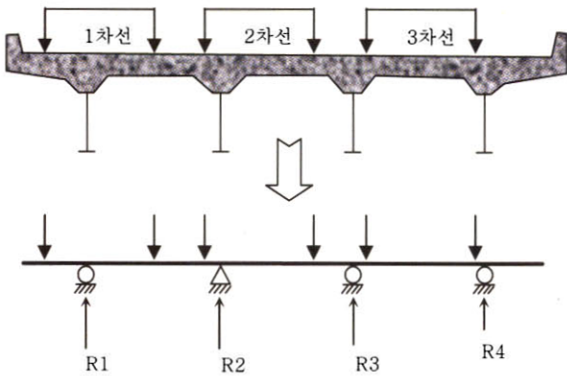


그림 6. 관용계산법의 하중분배

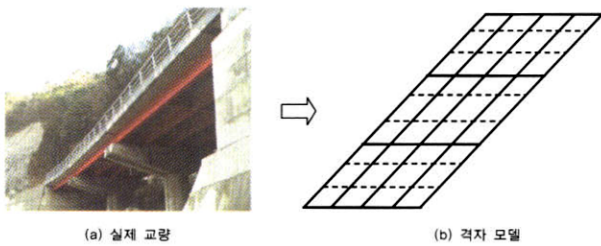


그림 7. 격자모델

3. 유한요소 해석

3.1 하중재하 및 유한요소 모델링

도로교설계기준(2005)에 규정되어 있는 데로 연석에서 0.6m 떨어진 위치에 DB24의 차량하중 1대를 재하시켰고, 그 다음 차량은 첫 번째 차량과 1.8m 간격으로 재하시켰다. 유한요소 해석에는 ADINA(2003)라는 프로그램을 사용하였다. 3D 모델에는 4-node shell 요소가 적용되었다. 그리고 격자해석에는 ADINA (2003)의 beam요소를 사용하였다.

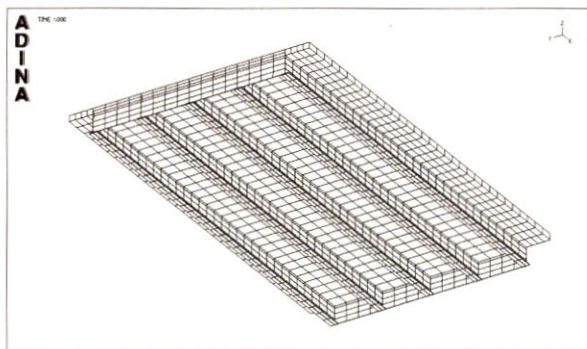


그림 8. 3D 유한요소 해석모델

3.2 횡분배율 산정

본 연구에서 횡분배율의 계산은 다음과 같은 절차로 진행되었다. 우선 그림 9의 단위 거더, 즉 기준이 되는 모델을 제작하여 1/2대의 차량하중을 재하시켰다. 이때 단위 거더의 하부 플랜지에 발생하는 종방향 휨응력(f_b)을 분모로 삼아 계산하고자 하는 교량 모델의 하부플랜지 응력(f)을 나누어 줌으로써 횡분배율(D, F)을 계산하였다. 이를 식으로 표현하면 다음과 같다. 단위 거더 모델의 콘크리트 바닥판의 유효폭은 거더와 거더 간격의 1/2값을 적용하였다.

$$D, F = \frac{f}{f_b} \quad (4)$$

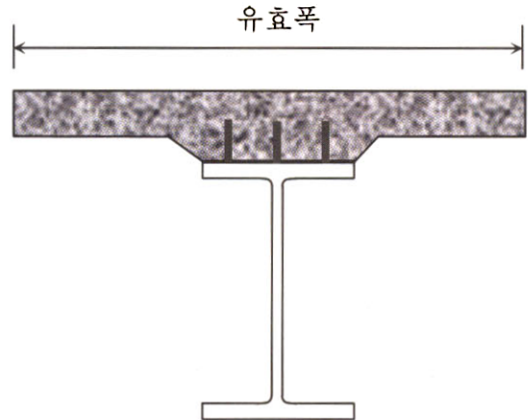


그림 9. 단위 거더

4. 결과분석

4.1 3D 유한요소해석

4.1.1 주형간격이 조밀한 경우

해석 모델의 주형 치수는 808×302×16×30, 주형은 1.5m 간격으로 8개 설치, 교량 지간은 20m 일 때 유한요소 해석결과를 보면 다음과 같다. 가로보 간격(L_c)은 2.5m, 5.0m, 10m. 그리고 가로보를 설치하지 않은 경우(NC)로 구분하였다. 다음 표에서 L_p 와 L_r 은 식 (1), (2)에 따라 계산된 비합성 주형 단면의 소성과 탄성 한계 비지지길이이다.

표 2. 주형 간격 1.5m 모델

L_p	L_r	L_c (m)	차량하중		
			1대 재하	2대 재하	3대 재하
3.4	12.4	2.5	0.326	0.511	0.565
		5.0	0.329	0.511	0.562
		10	0.330	0.513	0.562
		NC	0.339	0.508	0.552

표 2의 해석 결과를 보면 차량 3대 재하시 외측 거더 1개가 부담하는 횡분배 값이 가장 큰데, 가로보 없는 모델과 가로보 간격이 2.5m인 모델의 횡분배는 2.3% [= (0.565-0.552)/0.565×100%]의 차이를 보이고 있다. 바꾸어 말하면 바닥판이 97.7%의 횡분배에 기여하고 2.3%정도 가로보가 기여한다고 할 수 있다. 가로보 간격이 2.5m인 모델과 10m인 모델은 불과 0.5% [= (0.565-0.562)/0.565×100%]의 차이를 보이고 있다. 이렇듯 비교적 거더간 간격이 조밀한 경우의 교량에서 가로보의 존재 여부나 설치 간격이 활하중 횡분배에는 무시할 수 있을 정도의 작은 영향만을 미친다. 또한 가로보의 설치 간격은 $L_p=3.4m$ 와 $L_r=12.4m$ 사이에 대부분 존재하는데, 횡분배 결과에는 별다른 영향이 없음을 알 수 있다.

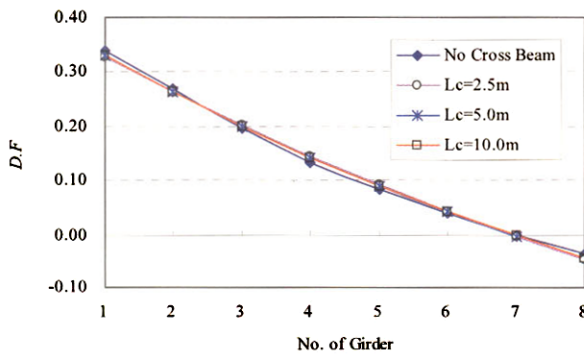


그림 10. 주형 간격 1.5m 모델의 횡분배(차량 1대 편재하)

그림 10은 DB24 차량 1대를 교량의 외측에 재하했을 때 각 주형의 횡분배율을 나타낸 것으로, 가로보의 존재에 관계없이 거의 선형적으로 횡분배가 이루어지는 것을 볼 수 있다. 그림 11은 중앙에 차량을 1대 재하시킨 경우 각 주형의 횡분배율을 나타낸 것인데, 가로보가 없는 경우는 중앙에 위치한 4번과 5번 거더에 다소 많은 하중이 집중되는 것을 볼 수 있다. 4번 거더의 횡분배율을 비교해보면 가로보를 설치한 경우는 가로보가 없는 경우에 비해 약 9.7% [= (0.154-0.139)/0.154×100%]정도 하중 부담율이 감소되는 것으로 나타났다. 가로보

의 활하중 횡분배 참여율이 9.7%정도이고, 나머지 90.3%는 바닥판에 의해서 횡분배가 이루어진다.

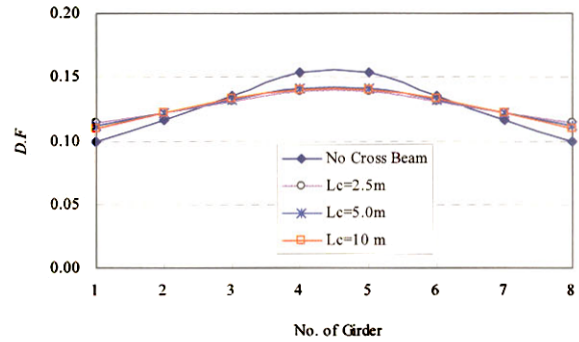


그림 11. 주형 8개 모델 - 차량 1대 중앙재하

4.1.2 주형 간격이 넓은 경우

본 절에서 해석한 교량 모델은 네 가지로 주형 7개(주형간격 1.7m)일 때와 주형 6개(주형간격 2.0m)일 때, 주형 5개(주형간격 2.5m), 그리고 주형 4개(주형간격 3.2m)인 교량이다. 4개의 교량 모두 지간은 25m이며, 가로보 간격(L_c)은 2.5~12.5m까지 변화시켰다. 이때 가로보의 설치 간격은 $L_p=3.7m$ 와 $L_r=12.9m$ 사이에 대부분 존재한다.

표 3. 주형 간격이 비교적 넓은 교량의 해석결과

L_p (m)	L_r (m)	L_c (m)	주형 간격			
			1.7m	2.0m	2.5m	3.2m
3.7	12.9	2.5	0.585	0.792	0.951	1.079
		5.0	0.586	0.789	0.949	-
		8.3	0.591	0.789	0.948	1.073
		12.5	0.584	0.787	-	1.069
		NC	0.590	0.773	0.921	1.020

주형 간격이 1.7m인 경우의 가로보를 설치한 경우와 가로보가 없는 경우 최대 0.85%의 횡분배율의 차이를 보였다. 반면에 주형 간격이 2.0m인 경우는 2.5%, 주형 간격이 2.5m인 경우는 3.0%, 그리고 주형 간격이 3.2m인 경우는 5.8%의 차이를 보였다. 즉 주형간격이 넓어질수록 주형 1개가 부담하는 하중이 커지는 경향을 보이며, 가로보도 하중의 횡분배에 다소 기여를 하는 것으로 판단된다. 그러나 가로보를 설치한 경우와 가로보를 설치하지 않은 경우의 하중 분배율은 비교적 주형 간격이 넓은 3.2m 간격에서도 최대 5.8%의 차이만을 보이고 있어 가로보는 하중 횡분배에 그다지 큰 역할은 하지

못하는 것으로 판단된다.

4.2 격자해석 및 관행적 방법

본 절에서는 격자해석 및 그림 6에서 설명한 관행적 방법에 의한 횡분배 결과를 분석하였다. 해석 대상 교량은 4.1.1절의 모델과 동일하며, 가로보의 휨 강성을 변화시켜 가면서 해석하였다.

표 4. 격자해석 및 관행적 방법의 횡분계 개수 (3대 재하)

Lc (m)	격자해석 (Ic/IG)			관행법
	0.83	0.45	0.10	
2.5	0.406	0.405	0.436	0.655
5.0	0.407	0.405	0.450	
10	0.408	0.401	0.451	

여기서 IC는 가로보의 단면2차모멘트이고, IG는 합성거더의 단면2차모멘트이다. 합성거더의 단면2차모멘트 계산에서 콘크리트 바닥판의 유효폭은 거더간격의 1/2를 취하였다. 표 4의 해석결과를 보면, IC/IG=0.83인 주형단면과 같은 가로보를 설치한 경우는 가로보의 간격(Lc)에 따른 차이는 거의 없다. 가로보 간격이 2.5m인 경우와 10m인 경우는 차이는 0.5%[(0.408-0.406)/0.408×100%]에 불과하다. 반면에 IC/IG=0.10인 가로보 강성이 작은 경우는 가로보 간격이 2.5m와 10m의 차이는 3.3%[(0.451-0.436)/0.451×100%]로 가로보 강성이 횡분배에도 영향을 미치는 것을 볼 수 있다. 다만, 가로보가 없는 경우는 격자모델 자체가 구성되지 않기 때문에 비교가 불가능하다. 전체적으로는 가로보의 간격이 촘촘할수록, 또 가로보의 강성이 클수록 횡분배가 원활하게 이루어지는 결과를 보이고 있다.

그러나 표 2의 3D 모델과 표 4의 격자 모델 결과를 비교해 보면 격자 모델의 횡분배율이 작은 값을 보인다. 3D 모델의 가로보가 없는 경우와 격자해석에서 최대의 횡분배율을 보인 경우를 비교하면 무려 18.3%[(0.552-0.451)/0.552 ×100%]의 차이를 보인다. 또한 관행법과 3D 모델 역시 18.7%[(0.552-0.655)/0.552×100%]의 차이를 보이고 있다. 이런 결과는 3D 해석과 비교해서 관행법에서는 하중이 위치한 주형에 하중 분배 역시 집중된다고 할 수 있고, 격자해석에서는 횡분배에 가로보가 활발하게 기여한다고 할 수 있다. 결과적으로 관행법이나 격자해석의 횡분배 결과는 실제 상황과 가장 유사한 3D 모델과는 큰 차이를 보이고 있어, 안전하고 경제적인 설계를 위해서는 보다 신중한 접근이 필요하다고 할 수 있다.

4.3 기타 영향

4.3.1 바닥판의 강성이 횡분배에 미치는 영향

본 절에서는 콘크리트 바닥판의 강성(두께)이 활하중 횡분배에 어떤 영향을 미치는지 검토하였다. 해석 교량은 4.1.1절의 모델과 4.1.2절의 주형 간격이 2.5m인 모델을 선택하였다. 도로교설계기준(2005)의 최소 바닥판의 두께는 22cm인데, 본 절에서는 최소 20cm에서 최대 35cm까지 변화시켰다.

표 5. 콘크리트 바닥판 강성에 따른 횡분배율

주형 간격 (m)	ts (cm)			
	20	25	30	35
1.5	0.567	0.552	0.526	0.500
2.5	0.927	0.921	0.904	0.882

표 5의 해석 결과를 보면, 바닥판이 가장 얇은 경우인 20cm를 기준으로 주형 간격이 1.5m인 모델은 바닥판의 두께가 35cm인 모델과 11.8%의 차이를 보였다. 주형 간격이 2.5m인 모델의 경우는 4.9%의 차이를 보였다. 전체적으로 바닥판이 두꺼워 질수록 횡분배율이 작아지는 것으로 나타났다. 바꾸어 말하면 바닥판의 강성이 커질수록 횡분배가 잘 이루어져 각각의 거더가 분담하는 비율이 비슷해진다고 할 수 있다.

4.3.2 가로보 형태가 횡분배에 미치는 영향

본 절에서는 그림 3과 4의 보 및 프레임 형태의 가로보를 각각 설치한 경우 횡분배율의 차이를 검토하였다. 해석 교량은 4.1.2절의 주형 간격이 2.5m인 모델을 선택하였는데, 가로보의 설치간격은 5.0m로 고정시켰다. 전체적인 해석 모델은 3D 모델과 동일하며, 프레임 형태의 가로보는 beam요소를 사용하였다.

표 6. 가로보 형태에 따른 횡분배율

Lc (m)	재하 차량수		
	1	2	3
5.0 (Beam)	0.580	0.886	0.951
5.0 (Frame)	0.571	0.882	0.949
No	0.628	0.885	0.921

보와 프레임의 가로보는 0.2%의 횡분배율 차이를 보이고 있어 보나 프레임의 가로보가 횡분배에 미치는 영향은 거의 같다고 할 수 있다. 어차피 가로보가 없는 경우와 비교해 보면

어떤 형식의 가로보를 사용하던 불과 3%의 차이만을 보이기 때문에 가로보의 형식과 횡분배율과는 별다른 연관이 없다고 할 수 있다.

4.3.3 가로보 합성의 영향

본 절에서는 보 형태의 가로보를 사용한 경우, 콘크리트 바닥판과 가로보의 합성 여부가 활하중 횡분배에 미치는 영향을 검토하였다. 분석 대상은 폭이 10m인 2차선 교량으로 808×302×16×30 주형 5개, 주형 간격 2.0m 그리고 지간 16m 이다. 가로보를 설치한 경우 가로보의 간격은 4.0m이다.

분석결과를 보면, 가로보의 합성과 비합성의 횡분배율 차이는 0.6%에 불과하다. 더욱이 가로보가 없는 경우와 비교해 보면 1.7%의 차이만을 보이기 때문에 가로보의 합성 여부는 횡분배율과는 큰 의미가 없다고 할 수 있다.

표 7. 가로보와 바닥판의 합성에 따른 횡분배율

가로보 합성 여부	횡분배율
합성	0.656
비합성	0.652
NC	0.645

4.4 제작 단가 검토

본 절에서는 가로보의 설치 여부에 따른 경제성을 검토하였다. 경제성 검토에는 강재의 중량비 변화와 함께 횡분배율을 비교하였다. 비교 모델은 4.1.2절에서 사용한 모델로 주형 7개 및 주형 간격 1.7m 일 때와 주형 6개일 때이다.

표 8. 경제성 분석

모델	강재중량비	횡분배율비
주형6개/가로보4개	1.00	1.00
주형6개/가로보0개	0.86	0.98
주형7개/가로보0개	1.00	0.74

세가지 교량 모두 같은 크기의 주형을 사용한다고 가정하면, 주형을 6개 사용하면서 가로보를 설치한 모델은 주형 6개만 사용한 모델에 비해 강재 중량은 약 14%정도 감소하면서 횡분배율은 2% 정도 감소하므로 경제적이라고 할 수 있다. 또한 주형 7개만을 사용한 경우는 주형 6개에 가로보를 설치한 모델에 비해 사용 강재 중량은 동일하지만, 횡분배율은 26%(0.789→0.590)나 감소한다. 즉 주형 1개가 부담해야 하는 단면력이 그만큼 작아지기 때문에 매우 경제적이라고 할

수 있다. 따라서 가로보를 설치하는 비용으로 오히려 주형 개수를 늘린다면 매우 경제적인 설계가 가능하다고 할 수 있다.

5. 결론

본 연구에서는 압연형강(H형강) 거더교에서 활하중의 횡분배를 목적으로 설치하는 가로보의 영향에 대해서 검토하였다. 해석 연구에는 유한요소 프로그램을 이용하였으며, 결과 분석을 통하여 다음과 같은 몇 가지 결론을 얻을 수 있었다.

- (1) 주형 간격이 넓어질수록 가로보가 횡분배에 영향을 미치는 것은 아니지만, 그 값이 미소하여 횡분배 목적의 가로보를 설치하는 것은 큰 의미가 없는 것으로 나타났다.
- (2) 소성 단면이 될 수 있는 비지지길이 L_p 는 사하중과 활하중이 모두 작용하는 경우를 기준으로 해야 하는데, 이 때는 이미 콘크리트 바닥판과 합성된 상태이므로 비지지길이는 의미가 없다. 반면에 탄성 횡-비틀림 좌굴에 대한 비지지길이 L_r 은 사하중에 대해 고려해야 하므로 가로보 설치 간격의 기준이 된다. 따라서 시공중 사하중에 의한 거더의 횡비틀림좌굴을 방지하기 위해 단부 이외에 가로보를 지간내에 1개는 설치하되, 일반적으로 10m 내외의 간격이면 충분할 것으로 판단된다.
- (3) 가로보로 사용되는 보나 프레임의 형식이 횡분배에는 차이를 주지 못했으며, 바닥판과 가로보의 합성 여부도 횡분배에는 큰 영향을 주지 못했다. 따라서 가로보 형식은 시공성이나 경제성 등을 고려하여 결정하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

대한토목학회, 도로교설계기준 (부록) 하중-저항계수 설계편, AISI, Short Span Steel Bridges, American Iron and Steel Institute, 1995.
 Kassim M. Tarhini and Gerald R. Fredrick, Wheel Load Distribution in I-Girder Highway Bridges, ASCE Journal of Structure Engineering Vol. 118, pp.1285-1294, 1992
 Baidar Bakht and Leslie G. Jaeger, Ultimate Load Test of Slan- on-Girder Bridge, ASCE Journal of Structure Engineering Vol. 118, pp. 1608-1624, 1992
 Demetrios E. Toniaz Bridge Engineering, pp.121-128, 1994.

(접수일자 : 2006. 7. 5 / 심사일 2006. 8. 7 / 심사완료일 2006. 9. 7)