

횡분배계수법과 평면격자 해석법을 이용한 합성거더교의 설계활하중 응답연구

정 명 락¹ · 양 희 선² · 김 문 영^{1*}

¹성균관대학교 건설환경시스템공학과, ²성균관대학교 초고층장대교량학과

Structural Responses of Composite-girder Bridges Due to Design Live Loads using Distribution Factor Method and Grillage Analysis

Myung-Rag Jung¹, Hee-Sun Yang² and Moon-Young Kim^{1*}

¹Department of Civil Architectural and Environmental System Engineering, Sungkyunkwan Univ., Suwon, 440-746, Korea

²Department of Mega Bridge Engineering, Sungkyunkwan Univ., Suwon, 440-746, Korea

Abstract

In this paper, the modified live-load and designed formula are studied according to the fact the highway bridge design specifications are recently revised. The two examples for composite steel plates and PSC girder bridges are studied. The envelope is analyzed with the finite element models and lateral load distribution method applying the existing highway bridge specification(2010), the newly revised highway bridge specification(2015) and AASHTO LRFD. In case of composite steel plates, length changes between spans are studied, and in case of PSC girder, changes of the number of cross-beams and spans, and span-lengths, are analyzed.

Keywords : Live load, plane grillage model, lateral distribution factor method, finite element method

1. 서 론

활하중을 받는 합성거더교는 주거더, 가로보, 그리고 바닥 판의 복합적인 거동특성을 보인다. 이러한 교량설계 시 횡하중 분배특성을 고려한 구조해석이 요구된다는 것은 잘 알려진 사실이다. 먼저 횡분배계수(1개의 거더가 분담하는 차량하중의 분담율) 개념을 고려한 고전적인 해석법으로 Guyon-Massonet법(교량의 주형과 가로보의 강도를 교축방향과 교축직각방향으로 다른 등가강성을 고려하는 직교이방성 판이론 해석법)과 Leonhardt-Homberg법(주거더와 가로거더를 평면격자 형태로 모델링하여 격자구조이론을 적용하는 해석법)을 언급할 수 있다. 한편 Huo 등(2004)은 활하중 휨모멘트를 산정하기 위하여 간편법을 제시하였고, Cai(2005)는 거더교의 활하중 횡분배에 영향을 미치는 요인을 조사하였으

며, 그리고 Zaher 등(2007)은 AASHTO(2007) LRFD 설계식의 적용범위를 연구하였다.

최근에 국내 도로교 설계기준(도로교, KHBDC 2010)이 도로교 설계기준 한계상태 설계법(신도로교, KHBDC 2015)으로 개편됨에 따라 활하중 모형이 바뀌었으며, 설계 간편화를 위하여 교량 상부구조형식을 분류하고 상부구조 형식에 따른 활하중 횡분배계수를 구하는 식이 제시되었다. 하지만 설계활하중 횡분배계수개념을 고려한 보-슬래브 교량의 근사적 해석 방법은 AASHTO LRFD 설계식에서 다차로 계수만을 바꾸어 적용한 식으로써, 신도로교 설계법에 새로이 추가된 설계활하중에 대한 해석과 설계 기준식의 검토가 다각도적인 방면에서 검토가 이루어질 필요가 있다고 판단된다.

본 연구에서는 도로교 설계기준 한계상태 설계법에서 횡하중 분배특성을 고려하기 위하여 새롭게 제시된 횡분배계수법

* Corresponding author:

Tel: +82-31-290-7514; E-mail: kmye@skku.ac.kr
Received October 17 2014; Revised January 21 2015
Accepted February 23 2015

©2015 by Computational Structural Engineering Institute of Korea

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

(Distribution Factor Method: DFM)의 타당성을 검증하고자 한다. 이를 위하여 강합성 플레이트거더교와 PSC거더교의 구조모형을 구축하고, 횡분배계수법과 평면격자 해석법(Plane Grillage Method: PGM)을 각각 적용하여 휨모멘트, 전단력 포락선 값의 비교분석 결과를 제시한다.

2. 활하중을 받는 교량의 주거더 부재력 산정법

본 장에서 설계활하중과 다차로 계수를 2.1절에서 정의한다. 그리고 활하중에 의한 주거더 부재력 산정방법으로 횡분배 계수법과 격자해석법을 2.2절과 2.3절에 기술한다.

2.1 설계 활하중 및 다차로 계수

Fig. 1과 Table 1은 각각 AASHTO LRFD, 현행 도로교, 그리고 신도로교에서 적용되는 활하중과 이에 대응하는 다차로계수를 나타낸 것이다. 도로교에 비하여 신도로교 표준트럭하중은 총중량은 증가하였지만 4축으로 분산되고 윗하중 작용거리도 커졌다. 뿐만 아니라 분포활하중의 크기도 감소하고 추가집중하중을 고려하지 않는다. AASHTO 하중의 경우 분포활하중의 절대값과 표준트럭하중의 총중량 또한 도로교 및 신도로교 하중에 비해 작은 것을 Fig. 1을 통해 확인할 수 있다.

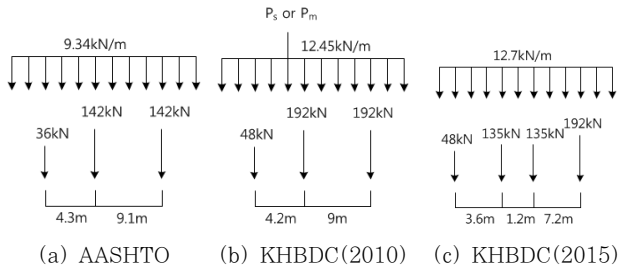


Fig. 1 Design live load

Table 1 Multiple-lane loading factor

Lanes	AASHTO	KHBDC 2010	KHBDC 2015
1	1.2	1.0	1.0
2	1.0	1.0	0.9
3	0.85	0.9	0.8
More than 4 lanes	0.65	0.75	0.7

2.2 주거더 부재력 산정을 위한 평면격자해석법

일반적으로 교량상부구조는 평면격자구조로 모델링할 수 있다(Humbly, 1991). 이때 개별 격자부재는 면외휨 및 비틀림모멘트, 전단력을 받기 때문에 단면 2차모멘트와 비틀림

상수 값이 요구된다.

본 연구에서 적용한 격자해석법 수행과정은 다음과 같다.

- 1) 교량바닥판과 거더를 완전합성으로 가정하여 격자망을 구성한다. 즉 주거더의 단면상수는 바닥판 전체를 고려한 환산단면으로부터 구하고, 가로보의 경우 바닥판을 제외한 가로보 단면만으로 단면상수를 산정한다.
- 2) 차로수를 증가시키면서 표준트럭하중과 차로하중을 횡방향으로 불리하게 채하시키고, Midas-IT(2012)를 이용한 평면격자해석을 수행한다. 이때 해석결과로부터 다차로감소계수를 고려한 휨모멘트 및 전단력 포락선을 구한다.
- 3) 설계기준에 명시된 유효폭을 적용하여 합성거더의 단면계수를 새로이 산정하고 공칭휨응력을 구한다.

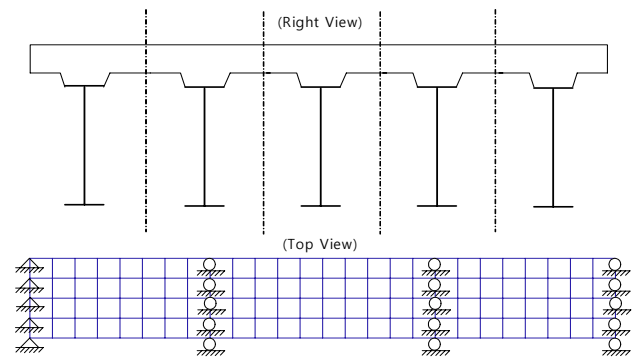


Fig. 2 Plane grillage model

2.3 주거더 부재력 산정을 위한 횡분배계수법

교량에 작용하는 하중은 주형과 가로보의 휨강성과 비틀림강성에 의해 각 주형으로 분배된다. 이렇게 횡분배되는 하중의 크기를 비율로써 간단히 나타내 주는 것을 횡분배계수라 한다. 횡분배계수를 구하면 격자해석을 하지 않고도 간단히 연속보해석을 통하여 휨모멘트 및 전단력 포락선을 구할 수 있으며, 횡분배계수를 구하는 순서는 다음과 같다.

- 1) 교량 상부 구조형식 중 바닥판 지지유형과 바닥판 형태 그리고 단면형상을 기준으로 단면을 11가지로 분류하였으며 교량 상부구조형식을 판정하고 이에 따른 매개변수를 구한다. 본 논문의 예제인 PSC거더교와 다주형 플레이트 거더교의 경우 Table 2의 계수식으로 내측거더 횡분배계수를 산정한다.
- 2) 내측거더와 유사하게 Table 2를 참조하여 외측거더 횡분배계수를 구하고, 한편으로 외측거더 횡분배 계수를 구하는 방법이 가로보나, 기타 요인들을 고려하지 않았으므로 special analysis 방법을 수행하여 이 중에 더 큰 값을 최종 외측거더 횡분배계수로 결정한다.

Table 2 Lateral distribution formula for live load

Formula		Interior girder	Exterior girder
M o m e n t	One lanes	$0.06 + \left(\frac{S}{4300}\right)^{0.4} \left(\frac{S}{L}\right)^{0.3} \left(\frac{K_g}{L t_s^3}\right)^{0.1}$	lever rule : $m_1 \left(\frac{d_1}{S}\right)$
	More than two lanes	$0.075 + \left(\frac{S}{2900}\right)^{0.6} \left(\frac{S}{L}\right)^{0.2} \left(\frac{K_g}{L t_s^3}\right)^{0.1}$	$e = 0.77 + \frac{d_c}{2800}$
S h e a r	One lanes	$0.36 + \frac{S}{7600}$	lever rule : $m_1 \left(\frac{d_1}{S}\right)$
	More than two lanes	$0.2 + \frac{S}{3600} - \left(\frac{S}{10700}\right)^2$	$e = 0.6 + \frac{d_c}{3000}$
Special analysis		-	$R = \frac{N_L}{N_b} + \frac{X_{ext} \sum e}{\sum x^2}$

3) 사교인 경우 사교계수를 적용하여 횡분배 계수를 구한다.

여기서, S =거더간격 ($1100 \leq S \leq 4900$ (mm)); t_s =슬래브 두께 ($110 \leq t_s \leq 300$ (mm)); L =경간($6000 \leq L \leq 73000$ (mm)); d_c =외측거더 복부에서 방호벽까지 거리; d_1 =외측거더 복부에서 1차로 하중 작용점까지 거리; $K_g(=n(I + Ae_g^2))$ =종방향 강성계수; e_g =거더의 도심에서 슬래브 중심까지 거리; $n = E_s/E_c$; m_n =다차로 계수; R =횡분배 계수; N_L =고려하는 차로수; X_{ext} =교량의 중심에서 외측거더까지의 수평거리; e =교량의 중심에서 활하중의 작용점까지의 거리; x =교량의 중심에서 각 거더까지의 수평거리를 의미한다.

3. 활하중에 의한 교량의 부재력 산정 예

3.1 PSC 거더교 모델링

대상 교량은 거더 높이 1.46m, 바닥판 두께 0.24m, 5개의 거더를 간격 2.6m으로 배치된 콘크리트 거더교이다. 모든 경간장이 동일한 2경간, 3경간 거더교를 해석하며, 경간장은 30m, 45m, 60m로 변화시키고, 그리고 중간가로보 개수는 경간 내에 1개와 3개가 설치되는 경우에 대하여 최대 휨모멘트와 전단력을 산정한다. 종단면도와 횡단면도는 Fig. 2와 Fig. 3이며, 각 단면과 가로보의 제원은 Fig. 4와 같다.

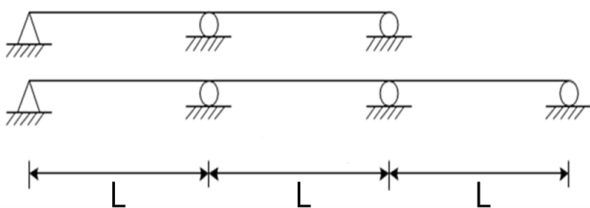


Fig. 3 Longitudinal section of PSC Girder Bridge

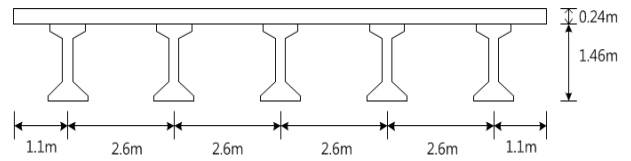


Fig. 4 Cross-section of PSC girder bridge

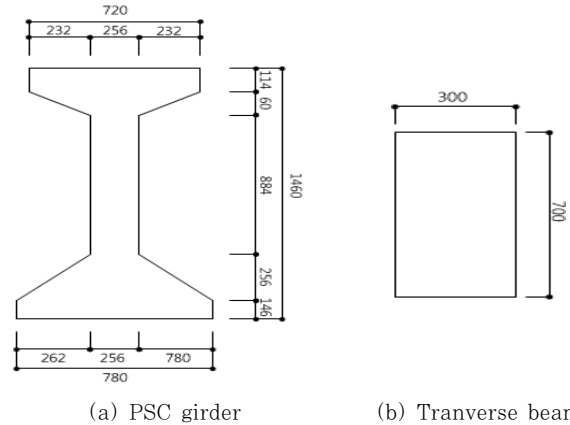


Fig. 5 Section dimension of PSC girder and transverse beam(mm)

Fig. 5는 PSC 거더교의 거더 및 가로보의 단면치수이며, 경간장의 변화에 따라 다르게 적용하지 않고 일정하게 적용한다. 또한 가로보는 각 단부에 배치하고, 중간가로보는 한 경간당 1개 또는 3개를 배치하였다. 주부재의 경우 C40을 사용하고, 가로보와 바닥판 콘크리트의 경우는 C27을 사용하였으며, 정확한 제원은 Table 3과 같다.

Table 3 Property of structural members

	Elastic modulus (kN/m ²)	Poisson's ratio	Weight per unit volume(kN/m ³)
C40	30,867,000	0.18	24.52
C27	27,782,000	0.18	24.52

3.2 PSC 거더교의 횡분배 계수 산정

PSC 거더교의 내측거더와 외측거더의 횡분배 계수 산정 방법은 다음과 같다.

3.2.1 내측거더 횡분배 계수

내측거더의 횡분배 계수를 구하면 Table 4와 같다. 먼저 AASHTO 횡분배 계수를 구한 후, 각 설계기준의 다차로 계수를 적용하여 도로교 설계기준 및 신도로교 설계기준의 횡분배계수를 구하였다.

3.2.2 외측거더 횡분배 계수

외측거더의 횡분배계수를 구하면 Table 5와 같다. 이때

Table 4 Distribution factors of interior girder

(a) Distribution factors by AASHTO

L (m)	Moment		Shear	
	one lanes	more than two lanes	one lanes	more than two lanes
30	0.476	0.684	0.702	0.863
45	0.414	0.614	0.702	0.863
60	0.375	0.570	0.702	0.863

(b) Distribution factors by KHBDC 2010

L (m)	Moment		Shear	
	one lanes	more than two lanes	one lanes	more than two lanes
30	0.396	0.684	0.585	0.863
45	0.345	0.614	0.585	0.863
60	0.313	0.570	0.585	0.863

(c) Distribution factors by KHBDC 2015

L (m)	Moment		Shear	
	one lanes	more than two lanes	one lanes	more than two lanes
30	0.397	0.616	0.616	0.777
45	0.345	0.553	0.585	0.777
60	0.313	0.513	0.585	0.777

Table 5 Distribution factors of exterior girder

(a) Distribution factors by AASHTO

L (m)	Moment		Shear	
	one lanes	more than two lanes	one lanes	more than two lanes
30	0.831	0.685	0.831	0.705
45	0.831	0.615	0.831	0.705
60	0.831	0.571	0.831	0.705

(b) Distribution factors by KHBDC 2010

L (m)	Moment		Shear	
	one lanes	more than two lanes	one lanes	more than two lanes
30	0.692	0.685	0.692	0.705
45	0.692	0.615	0.692	0.705
60	0.692	0.571	0.692	0.705

(c) Distribution factors by KHBDC 2015

L (m)	Moment		Shear	
	one lanes	more than two lanes	one lanes	more than two lanes
30	0.692	0.571	0.692	0.634
45	0.692	0.513	0.692	0.634
60	0.692	0.476	0.692	0.634

Table 6 Distribution factors by special analysis

Moment & shear	AASHTO	KHBDC 2010	KHBDC 2015
1 lanes	0.540	0.450	0.450
2 lanes	0.802	0.802	0.722
3 lanes	0.786	0.832	0.739

외측거더의 전단 휨 공동 횡분배 계수를 구하는 방법으로 special analysis 방법을 적용하여 계산하며 이는 Table 6에 나타내었다.

3.2.3 최종 횡분배 계수

Table 7은 내측거더 및 외측거더의 최종 횡분배 계수를 나타낸다. 외측거더의 경우 special analysis로 구한 횡분배 계수와 지렛대법칙과 수정계수를 이용해 구한 횡분배 계수 중 더 지배적인 값을 최종 횡분배계수로 취한다.

위 예제의 경우 내측거더 횡분배계수의 경우 2차로 이상 일 때 지배적이었지만 외측거더 횡분배계수의 경우 도로교하중을 제외하고는 1차로 일 때 지배적인 횡분배계수 값을 나타내고 있다. 도로교와 신도로교의 외측거더 최종 횡분배계수값은 special analysis값이 지배적인 값을 나타내 최종 횡분배계수 값으로 취했다.

Table 7 Live load distribution factor

(a) Finally determined distribution factors of interior girder

L (m)	AASHTO		KHBDC 2010		KHBDC 2015	
	Moment	Shear	Moment	Shear	Moment	Shear
30	0.684	0.863	0.684	0.863	0.616	0.777
45	0.614	0.863	0.614	0.863	0.553	0.777
60	0.570	0.863	0.570	0.863	0.513	0.777

(b) Finally determined distribution factor of exterior girder

L (m)	AASHTO		KHBDC 2010		KHBDC 2015	
	Moment	Shear	Moment	Shear	Moment	Shear
30	0.831	0.831	0.832	0.832	0.739	0.739
45	0.831	0.831	0.832	0.832	0.739	0.739
60	0.831	0.831	0.832	0.832	0.739	0.739

3.3 PSC 거더교의 활하중 해석결과

Fig. 6과 Fig. 7은 각각 도로교 하중, 신도로교 하중 그리고 AASHTO하중을 재하했을 때 격자해석과 횡분배계수를 이용하여 구한 내측 및 외측거더의 포락선이다. 경간장은 45m, 중간가로보 1개를 기준으로 하였다.

전반적으로 세 가지 기준의 설계하중에 대하여 휨모멘트 포락선의 경우는 횡분배 계수법의 포락선 값이 격자해석보다 더 크게 나타나는 경향을 보였으며, 전단력 포락선의 경우는 단부와 중간지점부에서 격자해석에 의한 포락선이 5%이내로 큰 값을 갖는 경우가 발생한다. 이것은 신도로교 횡분배 계수법이 포락선 산정을 위한 설계에 적용할 수 있음을 보여준다고 판단된다. 한편, 세 가지 하중에 대한 내·외측거더의 포락선을 비교할 때, 내측거더에서는 격자해석과 횡분배계수법에 의한 포락선 차이가 매우 작지만, 외측거더의 경우에는 20~30%정도의 차이를 보이고 있다.

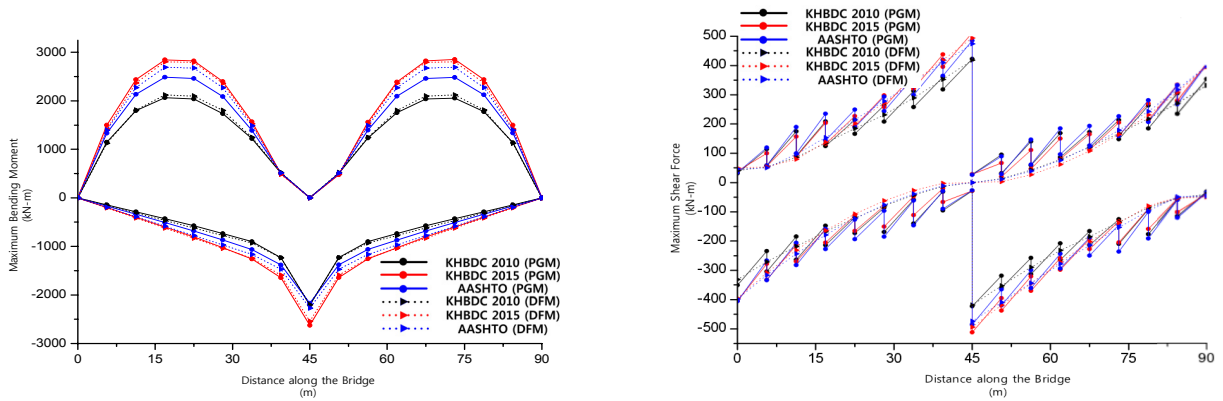


Fig. 6 Moment and shear envelopes of the interior girder for 2-span PSC bridge with 45m span length

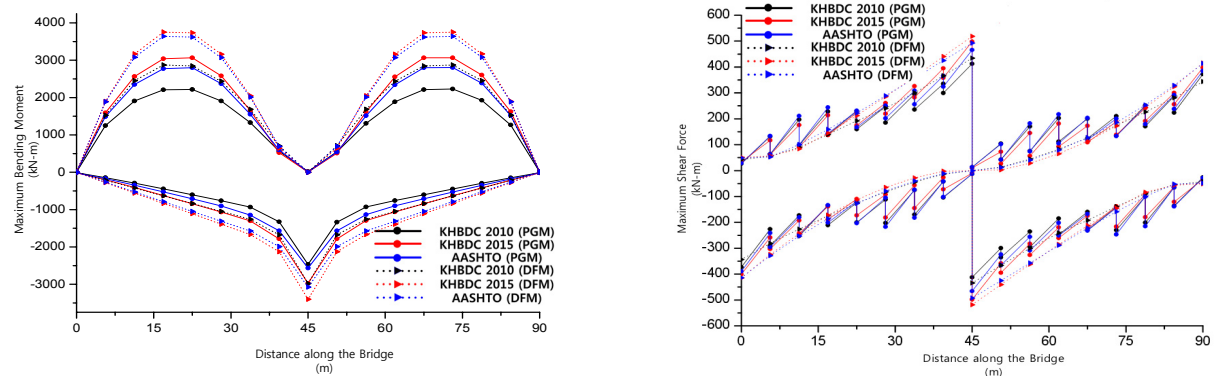


Fig. 7 Moment and shear envelopes of the exterior girder for 2-span PSC bridge with 45m span length

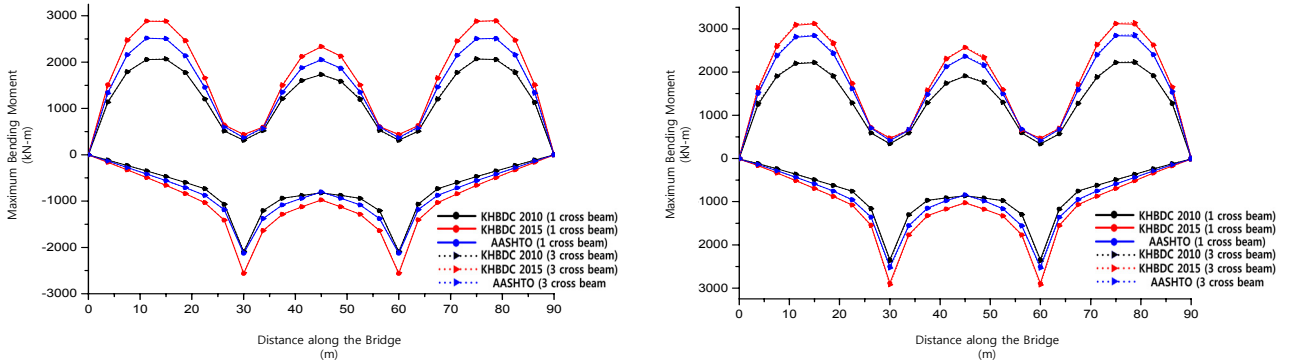


Fig. 8 Moment envelopes of 3-span PSC girder bridge by changing the number of cross-beams (Left: interior girder, Right: exterior girder)

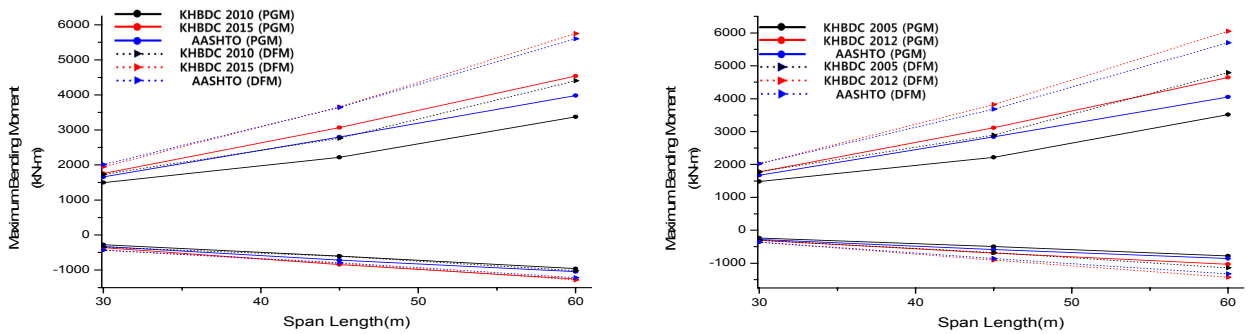


Fig. 9 Variation of maximum moments of 2- and 3-span PSC girder bridge by changing span lengths (Left: 2 spans, Right: 3 spans)

3.4 중간가로보 개수에 따른 포락선 변화

이 절에서는 중간가로보 개수가 1개에서 3개로 늘어남에 따라 각 거더에 얼마나 영향을 주는지 알아 보았다. 45m의 경간장과 중간가로보 1개를 기준으로 내측거더 및 외측거더에서 모멘트 포락선으로 비교해 보았다. Fig. 8에서 볼 수 있듯이 중간가로보 개수가 포락선에 큰 영향을 미치지 않음을 알 수 있다.

3.5 경간장 변화에 따른 포락선 변화

Fig. 9는 경간장 길이 변화에 따른 최대 정 및 부모멘트 변화를 보여준다. 충분히 예상할 수 있듯이 경간장이 증가함에 따라 정모멘트 및 부모멘트 모두 증가하였다. 2경간의 경우, AASHTO와 신도로교 하중을 비교해 보면 경간장이 길어지면 길어질수록 신도로교 하중이 교량에 더 불리하게 작용하였으며, 정모멘트를 확인해 보면 표준트럭하중이 지배하는 50m까지는 AASHTO 하중과 큰 차이가 없지만 경간장이 그 이상일 경우에는 신도로교 하중이 교량에 더 불리하게 작용하는 것을 확인할 수 있다. 3경간인 경우에도 마찬가지로 30m 지점에서는 AASHTO 하중과 신도로교 하중이 큰 차이 없이 있었지만 경간장이 늘어남에 따라 신도로교 하중이 점점 더 교량에 불리하게 작용함을 알 수 있다.

3.6 다주형 플레이트 거더교 모델링

다주형 플레이트 거더교 예제에서는 단면변화에 의한 횡분배계수 변화 및 포락선의 경향을 알아보기 위해 Fig. 10과 같은 3경간 연속교를 선정하였다. 교량의 단면은 Fig. 10~11과 같고, 각 단면과, 가로보의 제원은 Table 8과 같으며 가로

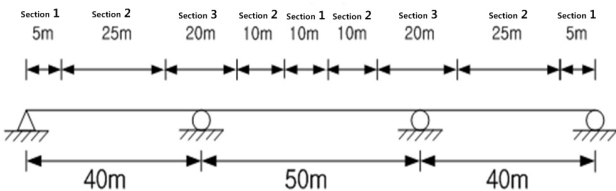


Fig. 10 Longitudinal section of plate girder bridge

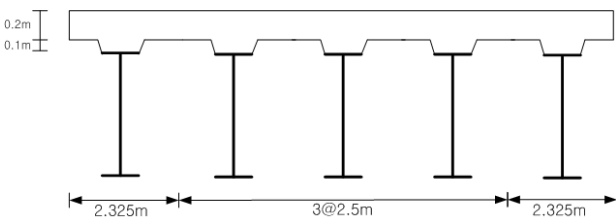


Fig. 11 Cross-section of plate girder bridge

Table 8 Dimension of cross-section(mm)

	t_u	t_b	t_l	b_l	t_w	h_t
Sec1	16	480	20	480	12	2000
Sec2	24	480	28	480	12	2000
Sec3	40	480	40	480	12	2000
Cross beam	10	180	10	180	10	900

보는 5m 간격으로 총 27개를 배치하였다. 사용재료의 경우에는 주거더는 HSB500을 사용하고 가로보의 경우 SM400B를 바닥판 콘크리트의 경우 C40을 사용하였다.

3.7 다주형 플레이트 거더교의 최종 횡분배계수

횡분배계수를 구하는 방법은 PSC 거더교와 동일하며 최종 횡분배계수는 Table 9와 같다.

Table 9 Live load distribution factor

(a) Finally calculated distribution factor of interior girder

L(m)	AASHTO		KHBDC 2010		KHBDC 2015	
	Moment	Shear	Moment	Shear	Moment	Shear
Sec1	0.637	0.84	0.637	0.84	0.573	0.756
Sec2	0.648	0.84	0.648	0.84	0.583	0.756
Sec3	0.663	0.84	0.663	0.84	0.596	0.756

(b) Finally calculated distribution factor of exterior girder

L(m)	AASHTO		KHBDC 2010		KHBDC 2015	
	Moment	Shear	Moment	Shear	Moment	Shear
Sec1	0.864	0.864	0.8	0.8	0.72	0.72
Sec2	0.864	0.864	0.8	0.8	0.72	0.72
Sec3	0.864	0.864	0.8	0.8	0.72	0.72

3.8 다주형 플레이트 거더교의 활하중 해석결과

Fig. 12와 Fig. 13은 도로교 하중, 신도로교 하중 그리고 AASHTO하중을 재하했을 때 격자해석과 횡분배계수를 이용하여 구한 외측거더와 내측거더의 포락선이다. 모멘트의 경우 이상적으로 격자해석에 의한 결과값보다 횡분배 계수에 의한 결과값이 조금 크게 나타남을 확인할 수 있다. 하지만 전단력 포락선의 경우 그림에서 보이듯이 가로보 위치에서 격자해석에 의한 결과값이 교량단부 또는 중간지점부에서 최대 10% 크게 나타나는 경우가 있음을 확인할 수 있다. 이와 같은 결과는 격자모델에서 횡방향 격자부재의 강성산정 시 바닥판의 횡분배효과를 무시하고 설치된 가로보 강성만을 고려한 것과 관련이 있다고 판단된다.

이 문제를 보다 심층적으로 분석하기 위하여 Fig. 14는 가로보 사이에 횡방향 부재를 추가하여 모델링하고, 바닥판의 횡방향 휨강성($E_c b t_s^3 / 12$), 비틀림강성($G_c b t_s^3 / 6$)효과를 각각 횡방향 부재강성에 더하여 격자모델을 구축한 경우(PGM II)와

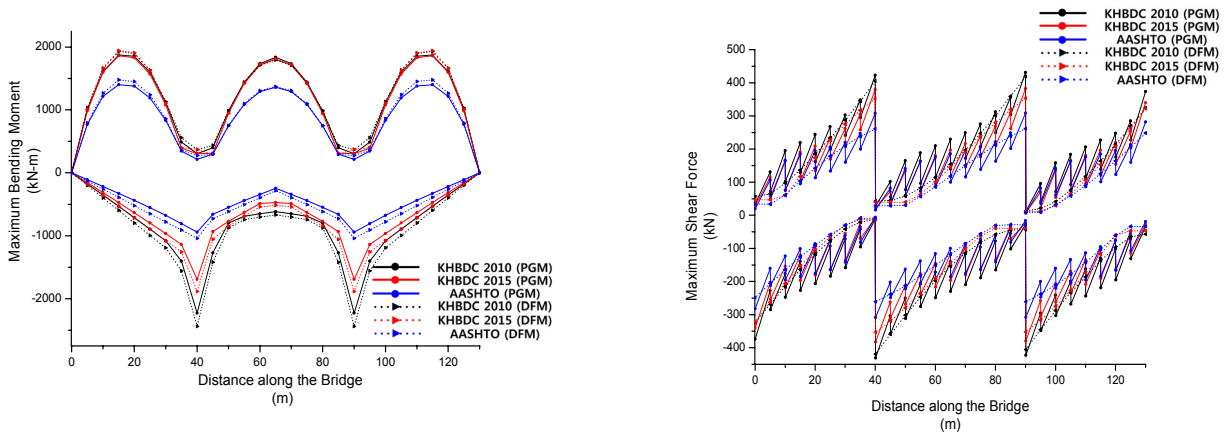


Fig. 12 Moment and shear envelopes of the interior girder for 3-span continuous plate girder bridge

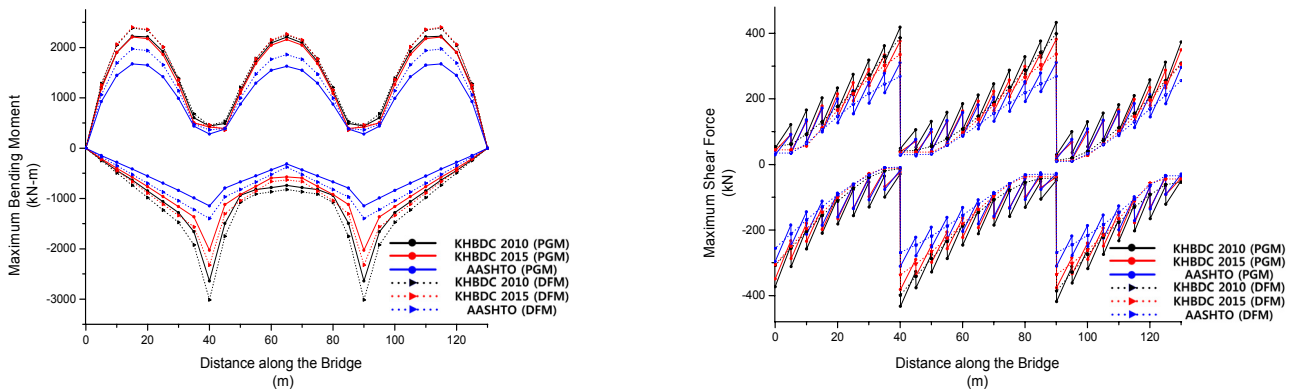


Fig. 13 Moment and shear envelopes of the exterior girder for 3-span continuous plate girder bridge

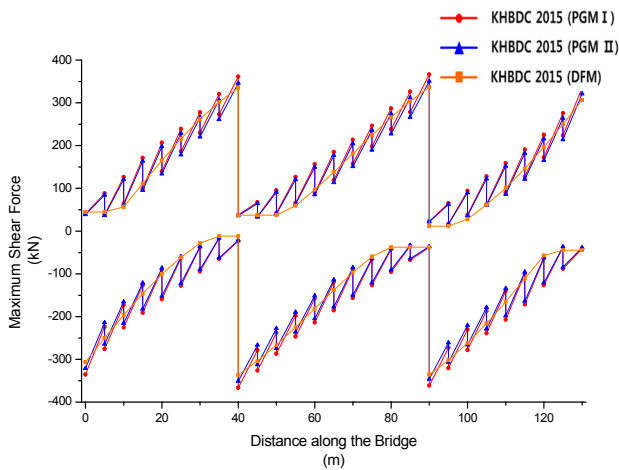


Fig. 14 Shear envelopes of the exterior girder with and without lateral distribution effects of slab

이러한 효과를 무시한 기존 모델의 경우(PGM I)를 횡분배계수법(DFM)의 결과(신도로교 하중에 의한 전단력 포락선)와 함께 나타낸 것이다. 여기서 b 는 모델 II의 횡방향 부재의 중 방향 간격을 나타낸다.

Fig. 14에서 횡분배계수 결과에 대한 격자모델 II의 최대 전단력 비가 격자모델 I의 10%에서 5%이내로 크게 감소하였음을 알 수 있다. 이것은 횡분배계수법에 의한 최대전단력

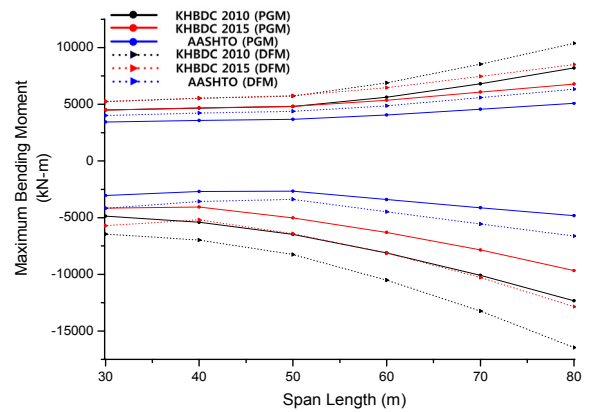


Fig. 15 Variation of maximum moments by changing center span lengths

값이 바닥판 횡분배효과를 보다 엄밀하게 고려한 격자모델에 의한 결과와 비교적 잘 일치할 것으로 판단된다.

3.9 중앙지간의 변화에 따른 포락선 변화

Fig. 15는 다주형 플레이트 거더교의 중앙지간을 변화에 따른 최대 휨모멘트 값을 나타낸 것이다. 중앙지간이 증가함

에 따라 정모멘트 부모멘트의 최대값 모두 증가하였으며, 중앙지간이 길어짐에 따라 차로하중이 지배하게 된다. 따라서 중앙지간이 길어지면 길어질수록 신도로교 하중보다 도로교 하중이 교량에 더 불리하게 작용하였으며, 정모멘트를 확인해보면 표준트럭하중이 지배하는 50m까지는 큰 차이를 나타내고 있지 않지만, 그 이상일 경우에는 도로교 하중이 신도로교 하중보다 교량에 불리하게 작용한다.

4. 결 론

도로교 설계기준이 개편됨에 따라 활하중의 횡분배계수 기준식을 검토할 필요가 있다고 판단된다. 이를 위해 PSC 거더교와 다주형 플레이트 거더교의 예제를 다양한 조건하에서 부재력을 비교 분석하여 다음과 같은 결론을 도출하였다.

- (1) 표준트럭하중의 총 크기는 신도로교 하중이 도로교 하중보다 증가하였다. 하지만, 윤하중의 간격이 바뀌어, 하중계수를 고려하지 않은 본 연구 예제에서 포락선의 크기는 오히려 감소하였다.
- (2) 경간장이 전체적으로 증가하거나 중앙지간이 증가함에 따라 최대 휨모멘트가 증가함을 확인할 수 있었으며 가로보 개수의 변화에 따른 포락선 변화는 아주 작았다.
- (3) 횡분배계수법에 의해 도출한 휨모멘트 포락선이 격자 해석을 적용한 모멘트 포락선보다 더 크게 나타났다. 이것은 횡분배계수법이 안전측의 결과를 제공한다는 것을 의미한다.
- (4) 횡분배계수법에 의해 도출한 전단력 포락선의 경우 부분적으로 격자해석을 통해 얻은 전단력 포락선 값보다 최대 10% 작게 나타났다. 하지만 이 경우 바닥판 횡분배효과를 보다 엄밀히 고려할 경우 횡분배계수법의 결과와 매우 근접하게 나타났다. 따라서 횡분배계수법이 합리적인 설계전단력 값을 도출한다고 할

수 있다.

References

AASHTO (2007) AASHTO LRFD Bridge Design Specifications Customary U.S. Units & SI Units, 4th Edition.

Bareš R., Massonnet C. (1968) Analysis of Beam Grids and Orthotropic Plates by the Guyon-Massonnet-Bareš Method, Crosby Lockwood & Son Ltd, London.

Cai, C.S. (2005) Discussion of 'AASHTO LRFD Load Distribution Factors for Slab-on-Girder Bridges, *Pract. Period. Struct. Des. Constr.*, 10(3), pp.171~176.

Eom, J.S., Nowak, A.S. (2001) Live Load Distribution for Steel Girder Bridges, *J. Bridge Eng.*, 6(6), pp.489~497.

Hays, C.O., Sessions, L.M., Berry, A.J. (1986) Further Studies on Lateral Load Distribution using FEA. Transportation Research Record, 1072, Transportation Research Board, Washington, D.C.

Huo, X.S., Wasserman, E.P., Zhu, P. (2004) Simplified Method of Lateral Distribution of Live Load Moment, *J. Bridge Eng.*, 9(4), pp.382~390.

Midas-IT (2012) Getting Stated & Tutorials, MIDASIT.

Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs (2010) *Korean Highway Bridge Design Code*, Korea road and Transportation Association.

Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs (2015) *Korean Highway Bridge Design Code*, Korea road and Transportation Association.

Zaher Yousif1, Riyadh Hindi (2007) AASHTO-LRFD Live Load Distribution for Beam-and-Slab Bridges: Limitations and Applicability, *J. Bridge Eng.*, 12(6), pp.765~773.

요 지

본 논문에서는 도로교 설계기준이 개편됨에 따라 변화된 활하중과 설계식의 검토를 하려한다. 이를 위해 강합성 플레이트 거더교와 PSC 거더교를 이용한 두 예제를 살펴본다. 기존 도로교설계기준 하중과 AASHTO LRFD 하중 그리고 새로 개편된 도로교설계기준 2015 한계상태설계법에 나온 하중을 적용하여 횡분배 계수법과 유한요소 격자해석을 통해 구한 포락선을 비교·검토한다. 또한 강합성 플레이트 거더교의 경우 중앙지간의 길이 변화에 대한 검토를 하고, PSC 거더교의 경우에는 가로보의 개수와 경간의 개수, 그리고 각 경간장의 변화를 주어 각각 그 차이점을 분석한다.

핵심용어 : 활하중, 격자해석법, 횡분배계수, 유한요소해석