

# 강재 복공판의 구조해석 간소화를 위한 하중부담계수 제안

임경모<sup>1</sup> · 경갑수<sup>2\*</sup> · 전준창<sup>3</sup>

<sup>1</sup>석사, 한국해양대학교, 토목환경공학과, <sup>2</sup>한국해양대학교, 토목공학과 교수, 공학박사, <sup>3</sup>㈜ CTC, 전무이사, 공학박사

## Suggestion of Load Burden Factor for Simplified Structural Analysis of Temporary Steel Deck Plate

Lim, Kyung Mo<sup>1</sup>, Kyung, Kab Soo<sup>2\*</sup>, Jeon, Jun Chang<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Master, Dept. of Civil and Environmental Engineering, Korea Maritime and Ocean University, Busan, 49112, Korea

<sup>2</sup>Professor, D. Eng., Dept. of Civil Engineering, Korea Maritime and Ocean University, Busan, 49112, Korea

<sup>3</sup>Executive Director, D. Eng., CTC Co., Ltd. Gunpo, 15807, Korea

**Abstract** - In this study, the validity and applicability of the load burden factor, which has been uniformly applied regardless of the deck plate span, will be examined through structural analysis of a full-system deck plate model with span lengths of 2 m, 3 m, and 4 m. Additionally, by applying correction factors based on the span length of the deck plate, we aim to reduce errors in theoretical calculation methods and propose a more accurate evaluation approach. From this research, the load burden factor was represented as an estimation equation using a logarithmic function. By applying this equation to correct the stress and deflection calculated theoretically for a single checkered H-beam, it was confirmed that the behavior closely resembles the structural behavior of the full-system deck plate.

**Keywords** - Checkered H-beam deck plate, Load burden factor, Loading method, FE analysis, Structural behavior

### 1. 서론

복공판은 지하구조물 공사 중 지하공간 확보와 상부 노면의 차량 및 보행자 통행을 위해 사용하는 가설구조물로서 지하철, 지하차도, 지하상가 등의 공사에서 활용된다. 복공판은 크게 강재 복공판과 강합성 콘크리트 복공판으로 구분된다.

강재 복공판은 H형강 또는 C형강을 용접하여 제작되며, 일반적으로 강합성 콘크리트 복공판에 비해 강도, 내구성, 품질관리 및 시공성 측면에서 유리하나, 미끄럼 저항성이 낮고 소음이 크다는 단점이 있다. 이러한 단점을 보완하기 위한 대안으로서 H형강 대신 무늬

H형강의 적용빈도가 증가하는 추세이며<sup>[1],[2]</sup>, 무늬H형강으로 제작된 복공판은 상면에 2 mm 이상의 요철이 확보되면 주행속도 50 km/h에서 충분한 미끄럼 저항성을 갖는 것으로 보고되었다<sup>[3]</sup>.

복공판은 반복적인 차량 윤택을 지지하기 때문에 손상 및 파손 위험이 높아 구조안전성 및 사용성에 대한 검토가 중요하다.

KDS 21 45 00(가설교량 및 노면 복공 설계기준)<sup>[4]</sup>에서 노면 복공판은 받침부의 중심간 거리를 지간으로 하는 단순보로 취급하여 계산한다.

일반적으로 복공판의 안전성을 검토하기 위한 이론적 계산은 전체구조가 아닌 복공판을 구성하는 1개의 형강에 작용하는 설계차량하중의 영향을 반영하여 수행된다. 이는 복공판 폭이 윤택중 접지폭에 비해 넓어서 복공판을 구성하는 개개의 형강이 부담하는 하중의 비율(이하, 하중부담계수)이 균일하지 않고 윤택중 재하 위치에 따라 편차가 있기 때문이다.

복공판 설계편람<sup>[5]</sup>의 계산사례에서는 하중부담계수를 고려하지 복공판 H빔 1개에 설계 축하중이 모두 작

Note.-Discussion open until June 30, 2025. This manuscript for this paper was submitted for review and possible publication on October 10, 2024; revised on November 28, 2024; approved on December 02, 2024.

Copyright © 2024 by Korean Society of Steel Construction

\*Corresponding author.

Tel. +82-70-8691-4790

E-mail. haim4190@daum.net

용하는 것으로 구조계산을 실시하여 실험결과<sup>[3],[6]</sup>와는 달리 과도한 안전측 결과를 나타내고 있다.

무늬H형강 복공판 제작 및 유지관리지침<sup>[7]</sup>에 구조해석에 의한 무늬H형강 복공판의 안전성 평가결과가 수록되어 있다. 이 지침에서도 앞서 언급한 바와 같이 1개의 무늬H형강을 대상으로 구조해석이 이루어졌으며, 개별 무늬H형강의 하중 부담 정도 및 운하중 재하 위치에 따른 편차를 구조해석에 반영하기 위해 0.4의 하중부담계수를 적용하였다. 하중부담계수 0.4는 규격 3 m의 무늬H형강 복공판에 대한 일본의 정적 휨실험결과<sup>[3],[6]</sup>에 기초한 것이다. 하중부담계수를 적용하면 복공판 전체계 모델링에 의한 구조해석의 어려움 및 번거로움을 피하며, 복공판에 발생하는 응력 및 처짐을 비교적 간단하게 계산할 수 있는 장점이 있다.

선행연구<sup>[8]</sup>에서는 규격 2 m - 4 m의 무늬H형강 복공판을 대상으로 이론적 계산방법(하중부담계수 적용)에 의한 휨응력 및 처짐을 쉘모델 전체계 구조해석결과와 비교하였다. 이 연구에 의하면 규격 3 m를 제외한 규격 2 m와 4 m의 무늬H형강 복공판에 대한 이론적 계산결과와 쉘모델 전체계 구조해석결과와의 차이가 다소 크게 발생하는 것으로 나타났다. 이는 규격 3 m 복공판에 대한 일본의 휨실험 결과에서 얻어진 하중부담계수를 복공판의 지간길이에 관계없이 동일하게 적용한 영향으로 판단된다.

이 연구에서는 강재 복공판의 이론적 계산을 위해 지간길이에 관계없이 일률적으로 적용되고 있는 하중부담계수의 문제점을 도출하고, 무늬H형강 복공판의 구조거동 특성을 상세하게 분석하기 위해 규격 2 m, 3 m 및 4 m의 무늬H형강 복공판에 대한 이론적 계산 및 쉘모델 전체계 구조해석을 각각 실시하였다. 또한, 강재 복공판의 지간길이별 합리적인 하중부담계수를 제안하기 위해 복공판 지간길이에 대한 매개변수해석을 실시하고 해석결과를 분석하였다. 한편, 쉘모델 전체계 구조해석에 사용된 해석모델의 검증을 위해 일본의 휨실험결과와 비교하였다. 강재 복공판은 무늬H형강, H형강 또는 ㄷ형강으로 제작되는데, 이 이후에 언급된 강재 복공판은 무늬H형강 복공판을 의미한다.

**Table 1.** Specification of checkered H-Beam deck plate

Type	Dimension (mm)			Checkered H-Beam	Total weight (kg)
	<i>w</i>	<i>l</i>	<i>h</i>		
Type II	997	1,990	190	H-190 × 197 × 5 × 7	373
Type V	1,002	2,990	192	H-192 × 198 × 6 × 8	628
Type VI	1,002	3,990	192	H-192 × 198 × 6 × 8	838

**Table 2.** Section property of checkered H-Beam

$H \times B \times t_1 \times t_2$	$A$ (mm <sup>2</sup> )	$I_x$ (mm <sup>4</sup> )	$S_x$ (mm <sup>3</sup> )
H-190 × 197 × 5 × 7	$4.160 \times 10^3$	$2.998 \times 10^7$	$3.120 \times 10^5$
H-192 × 198 × 6 × 8	$4.750 \times 10^3$	$3.427 \times 10^7$	$3.530 \times 10^5$

## 2. 강재 복공판의 구조거동 및 하중부담계수

### 2.1 강재 복공판의 지간길이에 따른 구조거동

하중부담계수 0.4가 일률적으로 적용된 이론적 계산과 쉘모델 전체계 구조해석의 차이를 확인하기 위해 관련 설계기준에 따른 해석조건에 대해 휨응력 및 처짐을 분석하였다. 두 가지 방법의 해석에 사용된 무늬H형강 복공판 및 개별 무늬H형강(강종 SM355)의 제원은 각각 Table 1 및 Table 2와 같다. Table 1에서 복공판 형식 Type II, Type V 및 Type VI은 무늬H형강 복공판 제작 및 유지관리지침<sup>[7]</sup>의 기호를 따른 것이다.

하중조건은 Fig. 1에 나타난 바와 같이 복공판 길이 방향과 설계차량하중의 진행방향이 직교하는 경우이다. 이 하중경우가 복공판 길이방향과 설계차량하중의 진행방향이 평행한 경우에 비해 불리한 하중조건에 해당한다.

이론적 계산에서는 Table 2에 나타난 단일 무늬H형강을 보요소의 영향면 해석에 의해 산출된 단면력에 기초하여 응력 및 처짐을 산출하였다. 하중은 접지면적이 고려된 설계차량하중 KL-510<sup>[9]</sup>의 운하중을 적용하였다. 개별 무늬H형강의 하중 부담 정도 및 하중재하위치에 따른 편차를 해석에 반영하기 위해 단일 무늬H형강의 지간길이에 관계없이 0.4의 하중부담계수<sup>[3],[6],[7]</sup>를 일률적으로 적용하였다.

쉘모델 전체계 구조해석에서는 복공판 전체를 Shell 요소로 모형화하고, 범용유한요소해석프로그램인 ABAQUS를 사용하였다. 하중은 Fig. 1과 같이 운하중 접지면적

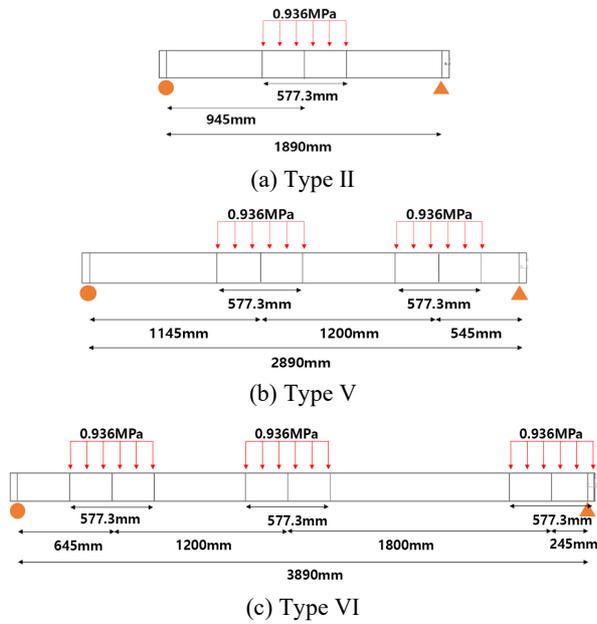


Fig. 1. Load conditions for absolute maximum moment by length of deck plate

을 고려하여 압력분포로 입력하였다. 전체계 모델 구조 해석에 적용된 단면형태는 구조해석 모델링의 용이성 및 보수적인 결과를 도출하기 위하여 상·하부플랜지의 요철이 없는 일반적인 H형강으로 모델링하였으며, 단면형태의 차이에 기인하는 오차는 Shell 요소에 지원되는 증립면 모델링 옵션으로 조정하였다.

해석대상 복공판에 가장 불리하게 재하된 하중조건, 즉 복공판 폭방향의 최외측 단부에 재하된 경우에 대한 이론적 계산 및 쉘모델 전체계 구조해석결과(최대 휨응력, 최대 처짐)를 Fig. 2에 나타내었다.

복공판 길이가 일본의 휨실험<sup>[3],[6]</sup> 대상 복공판과 유사한 규격 3 m의 Type V에 대한 이론적 계산결과와 쉘모델 전체계 구조해석결과는 유사하게 나타났다. 그러나 쉘모델 전체계 구조해석결과에 비해 이론적 계산결과가 Type II에서는 약 70%, Type VI에서는 약 127%로 최대 휨응력이 과소 또는 과대평가되는 것으로 나타났다. 처짐도 유사한 경향을 나타내고 있다.

이는 복공판 지간 길이가 길어질수록 이론적 계산에 의한 응답이 과대평가되는 경향 또는 지간길이가 짧아질수록 이론적 계산에 의한 응답이 과소평가되는 경향을 나타내고 있다. 그러므로 복공판 지간길이에 무관하게 일률적으로 적용되고 있는 하중부담계수에 대한 재검토가 필요하다고 판단된다.

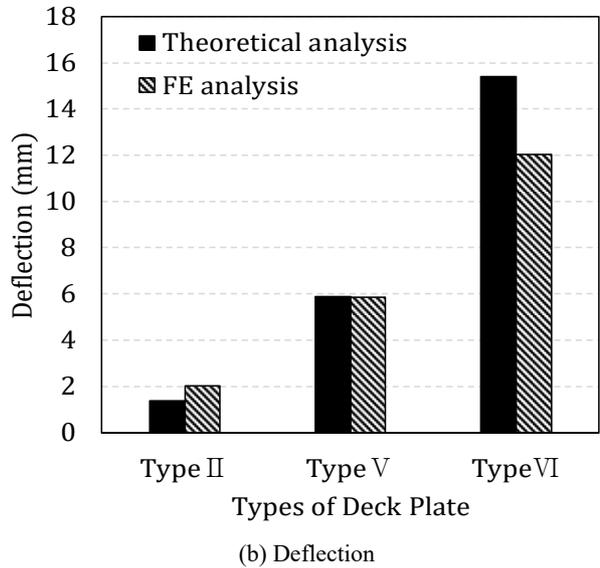
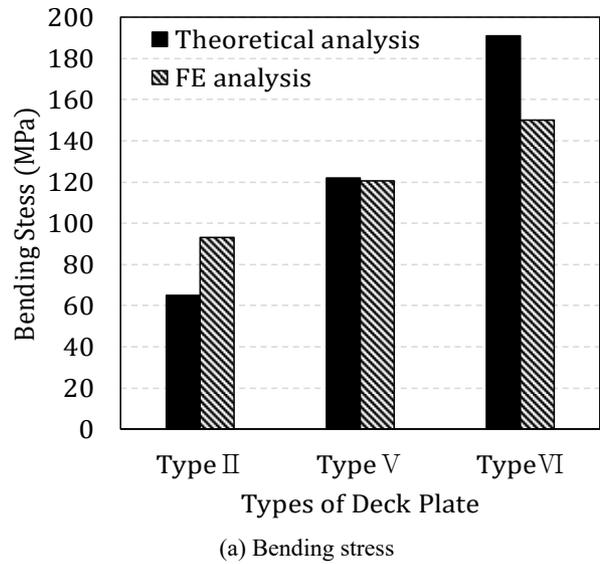


Fig. 2. Comparison of maximum stress and deflection (when driving in the orthogonal direction)

## 2.2 쉘모델 전체계 구조해석에 기반한 하중부담계수

### 2.2.1 개요

이 절에서는 2.1절에 사용된 쉘모델 전체계 구조해석의 적정성을 검증하고, 전체계 구조해석에 기초하여 복공판 규격별 구조거동 특성 및 하중부담계수를 검토하였다.

쉘모델 전체계 구조해석의 적정성 검증은 일본의 휨실험<sup>[3]</sup> 대상과 유사한 규격인 Type V를 대상으로 하였다. 일본의 휨실험 대상 복공판은 무늬H형강(H-192 ×

197 × 6 × 8) 5개를 용접으로 일체화한 길이 2,997 mm와 폭 997 mm의 폐합단면 형상의 복공판이다. Type V는 길이 2,990 mm, 폭 1,002 mm, 사용 무늬H형강 H-192 × 198 × 6 × 8로서 일본의 휨실험 대상 복공판과 매우 유사한 규격이다. 한편, 복공판 규격별 구조거동 특성 및 하중부담계수는 일본의 휨실험조건을 적용하여 Type II 및 Type VI 복공판에 대한 추가적인 쉘모델 전체계 구조해석을 통해 검토하였다.

2.2.2 쉘모델 전체계 구조해석의 적정성

일본 NSC(Nippon Steel Corporation)에서 수행한 무늬H형강 복공판의 정적 휨실험<sup>[3]</sup> 일례를 Fig. 3에 도시하였으며, 이에 대한 실험결과를 Fig. 4에 실험값(symbol)으로 나타내었다. Fig. 4 – Fig. 6에 표현된 기호 S1 – S5는 복공판에서의 개별 H형강의 일련번호를 의미한다.

이 실험결과에 의하면 복공판을 구성하는 1개의 무늬H형강이 부담하는 최대하중 크기는 설계차량하중이 복공판 길이방향과 평행하게 중앙에 재하되는 경우(Case 1)에는 운하중의 약 25%, 설계차량하중이 복공판 길이방향과 직교로 편측에 재하되는 경우(Case 2)에는 운하중의 약 40%로 나타났다.

쉘모델 전체계 구조해석의 적정성 검증을 위해 일본의 휨실험조건에 대해 범용유한요소해석프로그램인 ABAQUS를 이용한 구조해석을 실시하였다. 해석모델의 기본적인 모델링 방법은 2.1절에 기술한 바와 동일하다. 운하중 재하면적은 200 mm × 500 mm이며, 작용하중은 140 kN, 120 kN, 100 kN, 80 kN이다. 또한, 복공판 길이방향 양쪽 단부로부터 85 mm 이격된 거리에 경계조건을 부여하였다. 일본 휨실험에서의 경계조건을

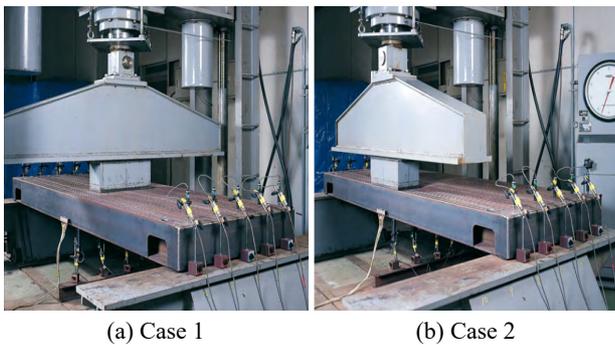
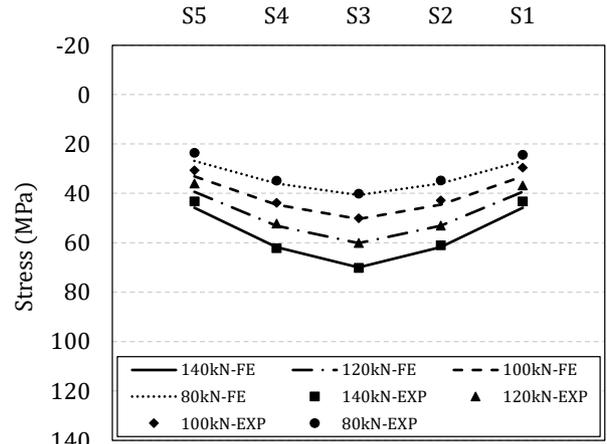


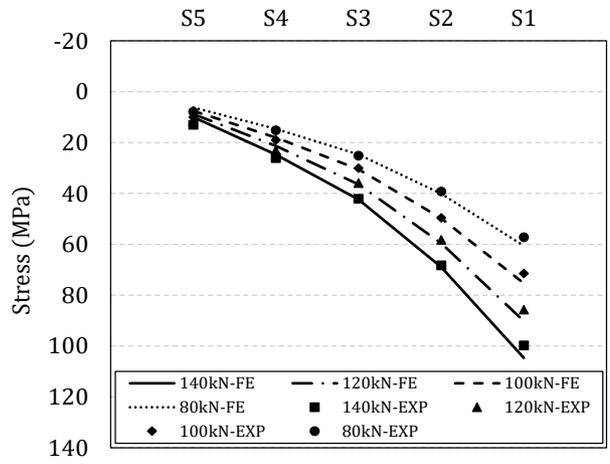
Fig. 3. Example of loading test on checkered H-Beam deck plate (NSC)

재현하기 위하여 수직이동변위를 0으로 제한하지 않으며, (-)변위만 0으로 제한하기 위해 접촉조건(surface to surface contact)을 사용하였다. 해석 경우는 Fig. 3에 나타낸 Case 1과 Case 2의 두 가지이다.

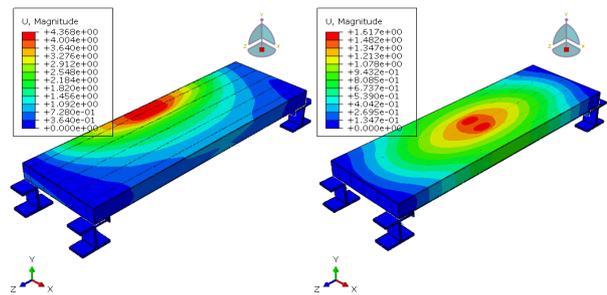
Fig. 4에 각 해석 경우에 대한 복공판 하부플랜지 하



(a) Case 1



(b) Case 2



(c) Deformation shape of Case 1 and Case 2

Fig. 4. Stress for each checkered H-beam and deformation shape

면부분의 응력 및 변형 양상을 도시하였다. Fig. 4(a)와 Fig. 4(b)의 응력은 Shell 요소 증립면 모델의 특성을 고려하여 두께방향 중앙 단면점(Mid-section point)의 값을 사용하였다. 이것은 편측 재하와 같은 비대칭 하중이 복공판에 작용할 때 플랜지 내부에 발생할 수 있는 면내응력에 의한 영향을 제거하여 구조해석결과와 타당성을 확보하기 위한 것이다.

해석경우 Case 1에 대한 결과인 Fig. 4(a)에 의하면 실험치와 해석치가 잘 일치하며, 또한 하중재하위치를 기준으로 대칭거동이 잘 나타나고 있는 것을 알 수 있다.

해석 경우 Case 2에 대한 결과인 Fig. 4(b)에서 하중 140 kN에 대한 재하점 부근의 무늬H형강 하부플랜지(S1)의 해석 응력은 105 MPa로서 실험에서 측정된 응력인 100 MPa과 유사하게 나타났다. 그러나 복공판 폭방향 양 끝(S5)의 응력은 실험결과와 비교하여 약 4 MPa, -3 MPa의 오차가 있는 것으로 나타났다. 이러한 차이는 편측재하의 영향, 무늬H형강의 단면 및 필릿부 형상, 무늬H형강 맞댐용접에 의한 용접 잔류응력 등의 영향에 기인하는 것으로 판단된다.

Fig. 4(a)의 해석경우 Case 1의 경우, 중앙 무늬H형강(S3)의 하중부담계수는 140 kN 재하 시 0.2455, 80 kN 재하 시 0.2439로 나타났다.

Fig. 4(b)의 해석경우 Case 2의 경우, 최외측에 위치한 무늬H형강(S1)의 하중부담계수는 140 kN 재하 시 최대 0.4175, 80 kN 재하 시 최소 0.4117로 나타났다. 그러므로 규격 3 m 복공판에서 무늬H형강 1개에 최대 응력이 발생하는 경우는 해석경우 Case 2이며, 이때 하중부담계수는 약 41 %이다.

앞에서 기술한 것과 같이 규격 3 m의 Type V 복공판에 대한 쉘모델 전체계 구조해석결과와 일본의 휨실험 결과가 매우 유사하게 나타나, Shell 요소를 적용한 이 연구의 쉘모델 전체계 구조해석은 실제 무늬H형강 복공판의 거동을 잘 재현하는 것으로 판단된다.

### 2.2.3 지간길이에 따른 무늬H형강의 구조거동

앞 절에서 검토한 바와 같이 설계차량하중의 진행방향이 복공판 길이방향과 직교하는 경우(해석경우 Case 2)가 설계차량하중의 진행방향이 복공판 길이방향과 평행한 경우(해석경우 Case 1)에 비해 불리한 하중조건에 해당한다. 따라서 이 절에서는 FFig. 3(b)에 나타난 해석

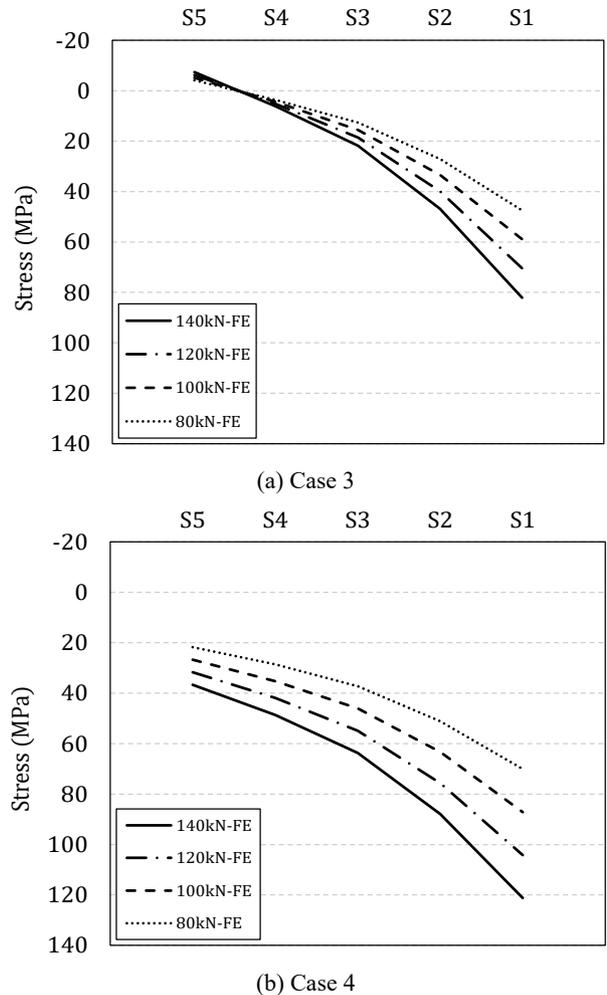


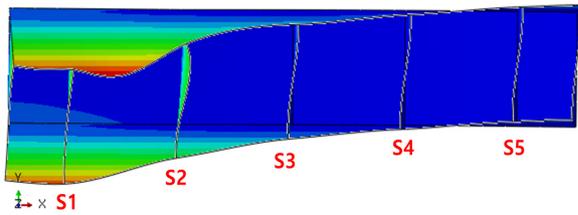
Fig. 5. Stress for each checked H-beam

경우 Case 2와 동일한 하중조건을 Type II 및 Type VI 복공판에 대해 적용하여 복공판의 지간길이에 따른 구조거동 특성 및 하중부담계수를 검토하였다. 이하에서 Type II 복공판에 대한 해석을 해석경우 Case 3, Type VI 복공판에 대한 해석을 해석경우 Case 4라고 칭하였다.

Fig. 5에 해석 경우 Case 3 및 Case 4의 응력에 대한 해석 결과를 나타내었다. 복공판 폭방향의 최외측에 위치한 무늬H형강의 하중부담계수는 규격 2 m인 해석경우 Case 3의 경우, 140 kN 재하 시에 최대 0.5489, 80 kN 재하 시 최소 0.5437로 나타났다. 규격 4 m인 해석경우 Case 4의 경우, 하중부담계수는 140 kN 재하 시에 최대 0.3384, 80 kN 재하 시 최소 0.3357로 나타났다. 2.1절에서 기술한 것과 같이 하중부담 계수는 복공판의 지간길이에 의한 영향을 직접적으로 받는 것으로 나타났다. 또한, 해석경우 Case 2와 Case 3의 하중부담계수의 차이

**Table 3.** Stress data for each checkered H-beam in Case 3

Load (kN)	Stress of longitudinal direction (MPa)				
	S1	S2	S3	S4	S5
140	82.10	46.84	21.79	6.26	-7.41
120	70.43	39.90	18.57	5.30	-6.29
100	58.86	33.39	15.59	4.50	-5.17
80	47.48	27.01	12.68	3.72	-4.10
60	35.98	20.55	9.72	2.93	-3.00

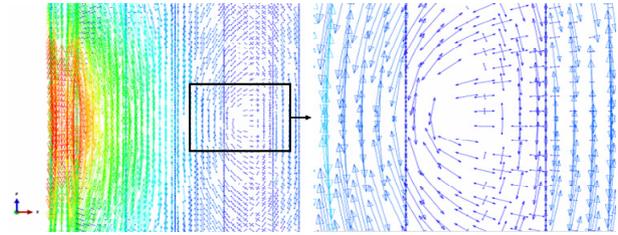


**Fig. 6.** Cross-sectional deformation shape (Case 3)

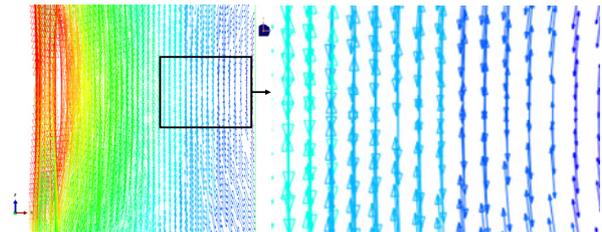
는 최댓값 기준으로 약 0.13, 해석경우 Case 2와 Case 4의 차이는 약 0.08로서 지간길이에 따른 영향이 선형관계를 나타내지 않고 있다.

Table 3에 지간길이가 상대적으로 짧은 규격 2 m의 복공판(해석경우 Case 3)에 대한 응력 해석결과를 나타내었다. 재하점으로부터 가장 멀리 이격된 위치의 S5는 압축응력이 발생하였으며, 변형 형상도 Fig. 6에 나타낸 것과 같이 상향 처짐이 발생하였다. 해석 경우 Case 3은 Case 2와 Case 4에 비해 재하면적과 지간길이의 차이가 상대적으로 작아 와핑(Warping)이 발생하는 것으로 판단되며, 그 크기는 하중 크기에 비례하는 것으로 나타났다.

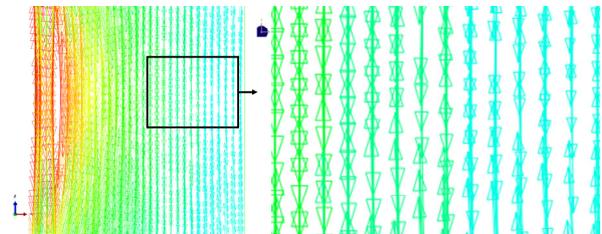
Fig. 7(a)에 해석 경우 Case 3의 하중재하점 근처의 복공판 하면 주응력 벡터도를 나타내었다. 하중점으로부터 멀어질수록 주응력 방향이 점차 변화하며, 최종적으로는 복공판 길이방향과 직교하는 것으로 나타났다. 그러나 Fig. 7(b)와 Fig. 7(c)에 나타낸 해석경우 Case 2와 Case 4의 하중재하점 반대편 단부의 주응력 방향은 해석경우 Case 3에 비해 무늬H형강 길이방향과 비교적 평행하게 나타났다. 따라서 강재 복공판의 지간길이가 폭의 약 2배 이하인 경우에 해당하는 Type II 복공판은 보의 거동보다는 판과 유사한 거동을 하며, 이로 인해 하중부담계수가 증가하는 것으로 판단된다.



(a) Principal stress vector of lower flange (Case 3)

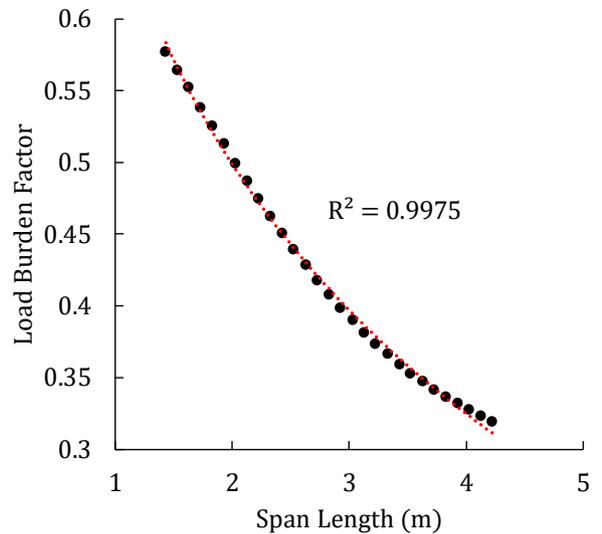


(b) Principal stress vector of lower flange (Case 2)



(c) Principal stress vector of lower flange (Case 4)

**Fig. 7.** Comparison of principal stress vector of lower flange



**Fig. 8.** Change in load burden factor according to span length

### 3. 강재 복공판의 지간길이에 따른 하중부담계수

강재 복공판의 지간길이에 따른 하중부담계수의 변화를 조사하기 위해 Type II 복공판 규격에 대해 지간길이를 매개변수로 하는 쉘모델 전체계 구조해석을 수행하였다. 구조해석에서는 2.2.2절의 하중조건 및 경계조건을 그대로 적용하였다.

Type II 복공판의 지간길이를 1.4 m에서 4.2 m까지 0.1 m씩 증가시켜가며 쉘모델 전체계 구조해석을 실시하였으며, 해석을 통해 얻어진 하중부담계수를 Fig. 10에 나타내었다. 회귀분석을 통해 지간길이에 따른 하중부담계수의 변화를 로그함수 형태로 나타내었으며, 결정계수는 0.9975로서 상관성이 매우 높게 나타났다.

이 로그 곡선은 지간길이가 감소할수록 기울기의 변화 없이 선형성을 나타내었고, 지간길이가 증가할수록 기울기가 감소하며 비선형성을 띄는 것으로 나타났다. 이는 앞서 기술한 것과 같이 복공판 지간길이가 폭방향 길이에 가까워질수록 판구조와 유사한 거동을 하기 때문인 것으로 판단된다.

이상의 매개변수해석으로부터 얻은 하중부담계수를 규격 2 m의 Type II, 규격 3 m의 Type V, 규격 4 m의 Type VI에 적용하기 위하여 식 (1)을 제안하였다. 식 (1)에서는 규격 3 m 복공판의 무늬H형강 1개에 대한 이론적 계산에 적용한 하중부담계수 영향을 제거하기 위해 이론적 계산에 의한 발생응력,  $f_t$ 를 이론적 계산에 사용된 하중부담계수,  $\alpha$ 로 나누어서 나타내었다.

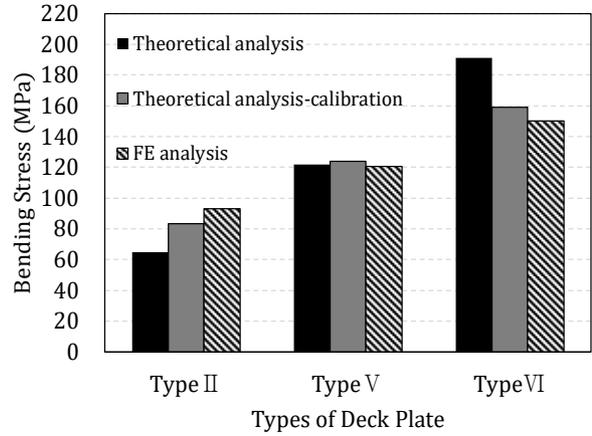
$$f_{calib} = \left\{ -0.251 \times \ln\left(\frac{L}{1,000}\right) + 0.6736 \right\} \times \frac{f_t}{\alpha} \quad (1)$$

여기서,  $f_t$  : 이론적 계산에 의한 발생응력

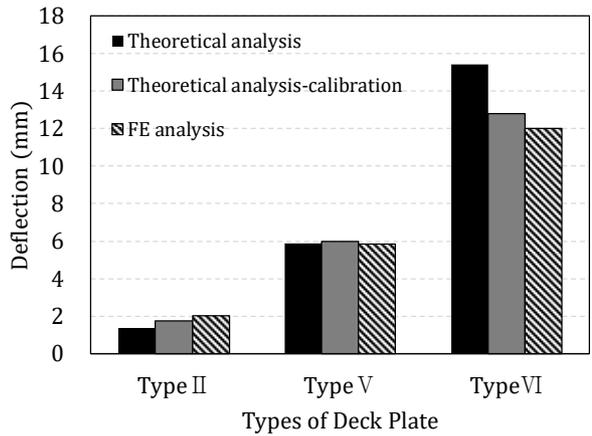
$f_{calib}$  : 보정된 응력

$\alpha$  : 이론적 계산에 사용된 하중부담계수(=0.4)

Fig. 2의 해석결과(이론적 계산결과, 쉘모델 전체계 구조해석결과)를 식 (1)에 의해 이론적 계산결과를 보정한 값을 Fig. 9에 비교하여 나타내었다. 최대 휨응력의 경우, 식 (1)에 의해 보정된 이론적 계산결과가 전체계 모델 구조해석결과보다 약간 크게 나타났으나, 지간



(a) Comparison of bending stress after applying calibration



(b) Comparison of deflection after applying calibration

Fig. 9. Result of applying a new load burden factor

길이에 관계없이 일률적인 하중부담계수를 적용한 결과보다 오차가 상당히 감소하는 것으로 나타났다. 규격 3 m의 Type V 및 규격 4 m의 Type VI의 복공판에서 각각 0.2 %, 3 % 미만의 오차율이 나타났다. 그러나 규격 2 m의 Type II 복공판은 약 13%로 상대적으로 큰 오차율이 나타났다. 이는 지간길이가 폭 길이에 근접할수록 판 구조와 유사하게 거동함으로써 발생하는 와핑(Warping) 효과가 이론적 계산에서는 고려되지 않았기 때문으로 판단된다. Fig. 9(b)의 처짐에 대한 결과도 응력과 유사한 경향을 나타내는 것을 알 수 있다.

Table 4에 이론적 계산 및 하중부담계수 보정을 실시한 계산과 전체계 구조해석 결과를 비교하여 나타내었다. 식 (1)에 제안한 하중부담계수 보정식을 사용하여 이론적 계산 결과를 보정하면 약간의 오차는 있으나, 일률적인 하중부담계수를 적용한 이론적 계산 결과가

**Table 4.** Comparison of calculations using load burden factor correction and results of full-system analysis

Types of deck plate	① Theoretical calculation		② Theoretical calibration		③ FE analysis	
	$f_b$ (MPa)	$\delta$ (mm)	$f_b$ (MPa)	$\delta$ (mm)	$f_b$ (MPa)	$\delta$ (mm)
TypeII	64.9 (0.69)	1.37 (0.67)	83.4 (0.89)	1.76 (0.87)	93.2 (1.00)	2.03 (1.00)
TypeV	121.8 (1.00)	5.87 (100)	124.0 (1.03)	5.98 (1.02)	120.7 (1.00)	5.86 (1.00)
TypeVI	191.2 (1.27)	15.41 (1.28)	159.0 (1.06)	12.81 (1.06)	150.2 (1.00)	12.03 (1.00)

The values in parentheses are the ratio of ① or ② to ③.

전체계 구조해석 결과와 매우 유사한 결과를 나타내는 것을 확인할 수 있었다. 이로부터 제안된 하중부담계수 보정식은 간편 방법에 의한 복공판 거동 해석에 유용하게 사용할 수 있을 것으로 판단된다.

강재 복공판의 구조검토 편의성 등을 위해 단일 무늬 H형강에 대한 이론적 계산에 사용되는 하중부담계수는 각 복공판 Type별로 규격 2 m에서는 0.514, 규격 3 m에서는 0.407, 규격 4 m에서는 0.333을 고려하는 것이 합리적이다.

매개변수해석을 통해 이 연구에서 제안한 이론적 계산결과 보정식(본문의 식 (1))은 간단한 해석을 통해 정밀한 구조해석에 근접하는 결과를 산출할 수 있으므로 다양한 지간길이의 강재 복공판에 대한 구조검토에 유용하게 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

## 5. 결론

강재 복공판의 이론적 계산에 사용되고 있는 기존 하중부담계수의 타당성 및 적용성을 지간길이 2 m, 3 m 및 4 m의 복공판에 대한 이론적 계산 및 쉘모델 전체계 구조해석을 통해 검토하였다. 또한, 복공판 지간길이에 따른 합리적인 하중부담계수를 제안하기 위해 매개변수해석을 실시하였다. 이 연구를 통해 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

- (1) 강재 복공판 지간길이가 길어질수록 이론적 계산에 의한 응답이 과대평가되는 경향 또는 지간길

이가 짧아질수록 이론적 계산에 의한 응답이 과소평가되는 경향이 있다. 따라서 강재 복공판의 구조검토 편의성 등을 위해 기존에 사용되고 있는 하중부담계수의 재검토가 필요하다.

- (2) 강재 복공판의 지간길이가 폭의 약 2배 이하가 되면 보로서의 거동보다는 와핑현상이 동반된 판과 유사한 거동을 하며, 이로 인해 단일 형강이 부담하는 하중이 상대적으로 증가한다.
- (3) 매개변수해석을 통해 단일 형강에 대한 이론적 계산결과를 보정할 수 있는 수식을 제안하였다. 이 수식에 의하면 단일 형강에 대한 이론적 계산에 사용되는 하중부담계수는 규격 2 m의 강재 복공판에 대해 0.514, 규격 3 m에 대해 0.407, 규격 4 m에 대해 0.333을 고려하는 것이 합리적이다.

이 연구에서 제안한 보정식은 단일 형강에 대한 간단한 해석을 통해 강재 복공판 전체구조의 거동을 재현하는 정밀한 구조해석에 근접하는 결과를 산출할 수 있으므로 다양한 지간길이의 강재 복공판에 대한 구조검토에 유용하게 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

## 참고문헌(References)

- [1] Jeon, J.-C., Kyung, K.-S., Lim, M.-T., and Lee, M.-J. (2019) Safety and Serviceability of Deck Panels Fabricated with Checkered H-Beam, *Magazine of the Korean Society of Steel Construction*, KSSC, Vol.31, No.5, pp.31-36 (in Korean).
- [2] Kyung, K.-S., Lee, M., and Lim, M. (2022) Load Capacity of Deck Panels Fabricated with Checkered H-Beam Used in the Field, *Magazine of the Korean Society of Steel Construction*, KSSC, Vol.34, No.3, pp.41-45 (in Korean).
- [3] Nippon Steel Corporation (2019) Metrodeck, [https://www.nipponsteel.com/product/catalog\\_download/pdf/K015.pdf](https://www.nipponsteel.com/product/catalog_download/pdf/K015.pdf) (in Japanese).
- [4] Korea Temporary Equipment Association (2024) *Construction Specification on Temporary Bridge and Deck Plate of Road Surface*, KDS 21 45 00 : 2024, Ministry of Land, Infrastructure and Transport (in Korean).
- [5] Korean Structural Engineers Association (2017) *Design Manual of Deck Plate* (in Korean).

- [6] GECOSS Corporation (n.d.) GECOSS Deck, <https://www.gecoss.co.jp> (in Japanese).
- [7] Korean Society of Steel Construction (2019) *Guideline of Fabrication and Maintenance of Deck Panels Fabricated with Checkered H-Beam* (in Korean).
- [8] Lim, K.M., Kyung, K.S., and Jeon, J.C. (2024) Characteristics of Structural Behavior on Deck Plate Fabricated with Checkered H-Beam, *Journal of Korean Society Steel Construction*, KSSC, Vol.36, No.6 (in Korean).
- [9] Korean Institute of Bridge and Structural Engineers, and Korea Railroad Research Institute (2021) *Bridge Design Load (Limit State Design)*, KDS 24 12 21 : 2021, Ministry of Land, Infrastructure and Transport (in Korean).

---

**요 약**: 이 연구에서는 복공판 지간에 관계없이 일률적으로 적용되고 있는 하중부담계수의 타당성 및 적용성을 지간길이 2 m, 3 m 및 4 m의 복공판에 대한 전체계 복공판 모델에 대한 구조해석을 통해 검토하고자 한다. 또한, 복공판 지간길이에 따른 보정계수 적용을 통해 이론적 계산 방법에 대한 오차를 감소시켜 보다 정확한 평가를 위한 방안을 제시하고자 한다. 이들 연구로부터 하중부담계수를 로 그함수를 사용한 추정식으로 나타내었으며, 이들 식을 적용하여 무늬 H형강 1개에 대한 이론적 계산에 의한 산출된 응력 및 처짐을 보정하면, 복공판 전체계 구조거동과 유사한 거동을 나타내는 것을 확인할 수 있었다.

**핵심용어**: 무늬H형강 복공판, 하중부담계수, 하중재하 방법, 유한요소해석, 구조거동

---