

UHPC 충전형 상현재를 활용한 트러스 데크플레이트 시스템 시공단계 구조성능 평가

손 흥 준¹·김 영 호²·김 대 진^{3†}

¹경희대학교 건축공학과 박사과정, ²목포대학교 건축공학과 조교수, ³경희대학교 건축공학과 부교수

Structural Performance of a New Truss Deckplate System with UHPC Infilled Top Chords in Construction Stage

Hong-Jun Son¹, Young-Ho Kim² and Dae-Jin Kim^{3†}

¹Graduate Student, Department of Architectural Engineering, Kyung Hee Univ., Yongin, 17104, Korea

²Assistant Professor, Department of Architectural Engineering, Mokpo National University, Mokpo 58554, Korea

³Associate Professor, Department of Architectural Engineering, Kyung Hee Univ., Yongin, 17104, Korea

Abstract

In this study, we propose a new truss deckplate system, which does not require temporary floor supports during construction, with ultra-high-performance concrete (UHPC) infilled top bars. The increased stiffness and strength of the proposed system were well retained as compared to those of the existing truss deckplate systems, thereby resulting in the reduction of maximum deflection at the span center. Four-point bending tests were performed on five specimens with a net span of 4.6 m to evaluate the structural performance of proposed system in the construction stage. In addition, the load-deflection curve was plotted for each specimen, and the effects of test parameters were analyzed. Further, a rigorous nonlinear three-dimensional finite element analysis was performed, and its results were compared with the test results. From the results, it was observed that the test specimens of the proposed system exhibited superior performance as compared to those of the existing one and also satisfied the serviceability requirement during construction provided by the Korea Building Code 2016.

Keywords : steel deckplate, four-point bending test, construction stage, top bar, UHPC

1. 서론

1.1 연구배경

근대에 들어 도심지의 인구집중현상으로 공동주택 및 오피스 형태의 건축물의 수요가 지속적으로 증가하고 있다. 이에 따라 건축공사에서는 건축물을 빠르게 지을 수 있는 공장생산 및 건식 공법 적용이 증가하고 있다. 대표적인 공장생산 및 건식공법 부재로는 데크플레이트가 있으며, 데크플레이트는 크게 합성 슬래브용과 거푸집용으로 구분되는데, 강판 두께가 얇고 상대적으로 저렴한 철근을 사용하는 거푸집용 데크플레이트인 트러스 데크플레이트가 대세를 이루고 있다. 트러스 데크플레이트는

슬래브 시공 시 현장 시공 최소화 및 거푸집 공사비 절감 등의 장점이 있어 많은 현장에 적용되고 있다(Woo *et al.*, 2008; Lee, 2010; Kim *et al.*, 2011; Lee *et al.*, 2014; Kang and Kim, 2015).

트러스 데크플레이트는 일반적인 강구조 부재와 마찬가지로 공장자동화 생산과정에 의해 제조된다. 트러스 데크플레이트는 크게 트러스 거더와 바닥판 데크플레이트의 두 부분으로 구성된다. 트러스 데크플레이트의 구조적 성능을 담당하는 트러스 거더는 상현재와 하현재, 래티스로 이루어져 있다. 각 부재는 코일에 감겨있는 선재를 기계 장비를 이용하여 가공하고 점용접을 통해 일체화시킨다(Lee and Yoon, 2012). 이 때 상현재 및 하현재의 직경이 커지면 코일에 감겨있는 선재의 가공에 들어가는 비용이 커지게 되어 상현재 및 하현재의 최대 직경에

[†]Corresponding author:

Tel: +82-31-201-3329; E-mail: djkim@khu.ac.kr

Received January 31 2020; Revised February 10 2020;

Accepted February 11 2020

© 2020 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.

제한이 생긴다. 이에 따라 트러스 데크플레이트 구조시스템으로 구현할 수 있는 최대 휨 강성 및 강도 또한 제한되어 일반적으로 최대 4m 내외의 비교적 작은 스패에 대해서만 시스템의 적용이 가능하다. 근래에 들어 건설기술의 발전에 따라 평면의 효율성을 높이기 위해 장스팬으로 이루어진 구조 시스템을 주로 채택하므로 최대 스패의 제한은 큰 단점으로 작용한다.

따라서 본 연구에서는 이와 같은 트러스 데크플레이트 구조 시스템의 단점을 보완하고자 Fig. 1(a)와 같은 새로운 형태의 트러스 데크플레이트 시스템을 제안한다. 그리고 추가적으로 새로운 시스템의 상현재 내부에 충전될 수 있는 재료로서 UHPC (ultra-high performance concrete)를 적용했다. UHPC는 고강도일 뿐만 아니라 강성 또한 높은 재료이다. 따라서 시공단계에서 구조물의 휨 강성에 의해 처짐이 결정되는 트러스 데크플레이트 시스템에 적용하고자 한다.

UHPC로 충전된 상현재의 적용을 통한 기대효과로는 구조물의 휨 강성 및 강도 증가로 인한 트러스 데크플레이트의 최대 스패 증가와 상현재의 좌굴성능 증대가 있다.

2. 실험 계획 및 방법

본 장에서는 기존 및 제안된 트러스 데크플레이트 시스템의 휨 성능 평가를 위해 제작된 실험체들에 대한 기본적인 형상 및 세팅과 실험방법 그리고 재료강도를 정리하였다.

2.1 실험체 계획 및 재료별 항복강도

총 5개의 실험체를 제작하였으며, 기존의 트러스 데크플레이트 실험체가 기존 실험체이며, 각 실험체는 Fig. 2의 실험체 표기법에 의해 Table 1에 정리하였다. 기존의 트러스 데크플레이트가 1개, 제안된 상현재를 활용한 트러스 데크플레이트가 4개이다. 제안된 상현재를 활용한 실험체의 형상은 Fig. 1(a)에 나타낸 것과 같으며, 각 실험체의 순 스패 길이(4600mm)와 높이(170mm), 폭(600mm), 바닥판 데크플레이트 두께(0.5mm)는 동일하다. 또한 트러스 거더에서 상현재를 제외한 하현재(D13) 및 래티스(D6)의 직경도 동일하다. 실험체들은 시공단계에서

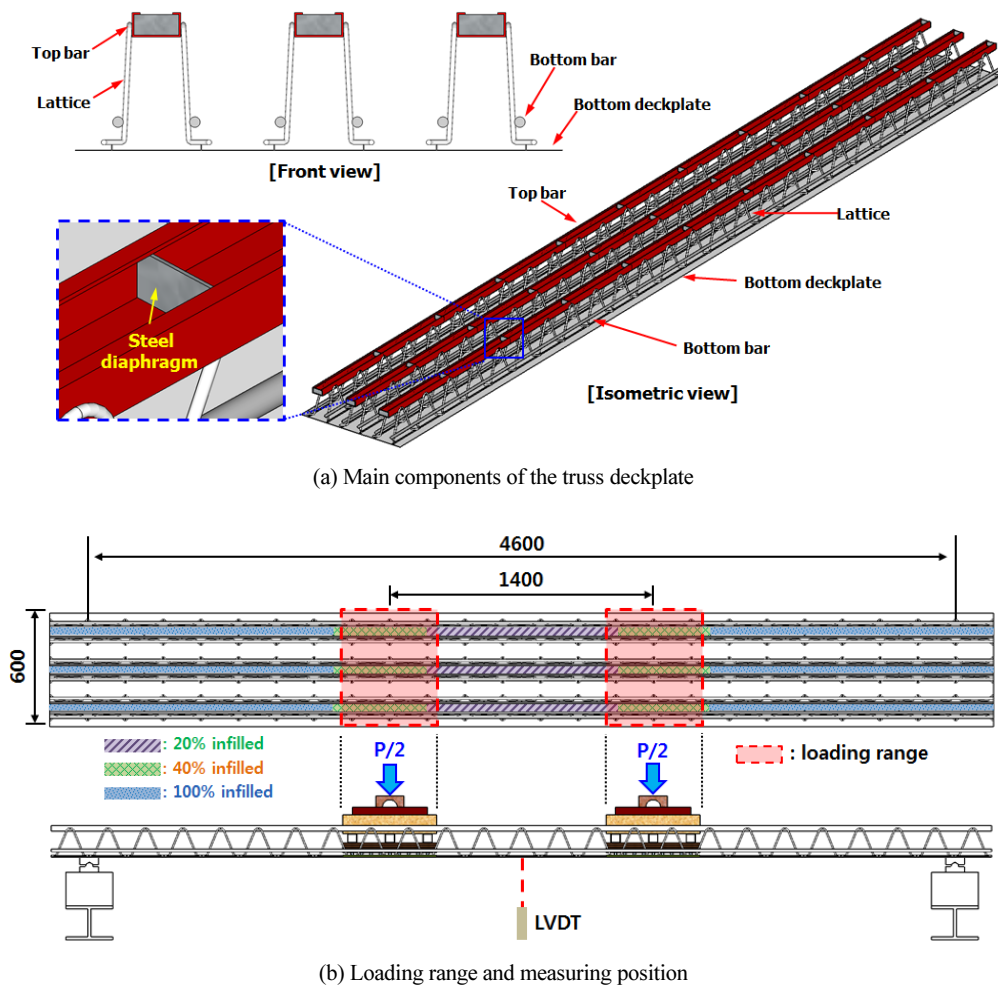


Fig. 1 Truss deckplate shape and test setting

의 성능을 실험하기 위한 것으로 콘크리트를 타설하지 않았다. 실험체의 변수로는 상현재의 종류와 UHPC 충전량이 있다. 실험체의 가력부에는 국부적인 파괴를 막기 위해 Fig. 1(b)에 나타난 것과 같은 가력부를 형성하여 실험을 진행하였다.

상현재 종류 및 충전재 유무에 따른 실험체의 트러스 거더의 단면 형상은 Fig. 3과 같다. Fig. 3을 통해 모든 실험체의 높이가 동일하며, 상현재의 종류만이 달라지는 것을 알 수 있다. 제안된 상현재를 활용한 실험체들 중 UHPC 충전 실험체의 경우 상현재와의 일체화를 위해 상현재 내부에 Fig. 1(a)에 나타난 것과 같이 격판을 설치하였다.

실험에 사용된 재료의 종류는 크게 두 가지로 강재와 UHPC가 있다. 상현재 종류에 따른 항복강도는 기존의 트러스 데크플레이트의 상현재(D13)가 525MPa, 제안된 트러스 데크플레이트의 상현재(C형강)가 320MPa이다. 하현재와 래티스의 경우 각각 525MPa, 500MPa로 동일하다. 그리고 제안된 상현재의 충전재인 UHPC의 배합비는 Table 2에 정리하였으며, 재료

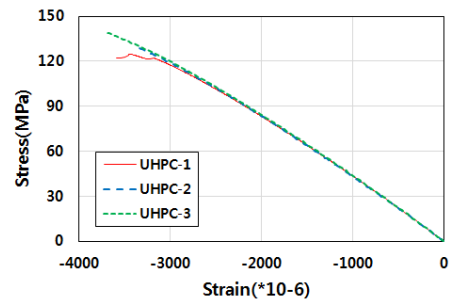


Fig. 4 Stress-strain curve of the UHPC

실험을 통해 나온 UHPC의 압축에 대한 응력-변형률 곡선은 Fig. 4와 같다.

2.2 실험체 가력 및 계측

기존의 트러스 데크플레이트 시스템 및 제안된 트러스 데크플레이트 시스템의 구조적 성능 평가를 위해 4점 휨 실험을 진행하였다. Fig. 1(b)는 실험체의 세팅을 나타낸 것이며, 실험체의 양단부를 롤러로 지지한 상태에서 점진적으로 하중을 증가시키는 것으로 진행하였다. 스패ن 중앙부의 단면 중앙에서 변위를 측정하였고 하중은 스패んの 중앙에서 양단부로 700mm씩 떨어진 위치에 가력이 되도록 하였으며, 그 범위를 Fig. 1(b)에 나타내었다.

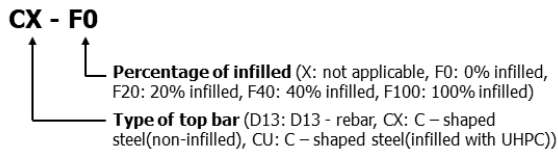


Fig. 2 Specimen identification

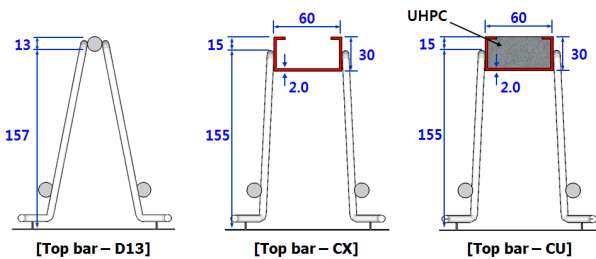


Fig. 3 Cross-section of the truss girder of the test specimen

Table 1 Test specimen list

Specimen	Type of top bar	Infilled type	Percentage of infilled
D13-X	D13 rebar	N/A	N/A
CX-F0	C-shaped steel (60x30x10x2)	X	0%
CU-F20		UHPC	20%
CU-F40		UHPC	40%
CU-F100		UHPC	100%

Table 2 Mix proportion of UHPC(wt.% of cement)

W/C	0.23	Cement	1
Silica fume	0.25	Silica sand	1.1
Crushed quartz	0.35	Super-plasticizer	0.04
Steel fiber	2(%)		

3. 실험 결과 및 분석

본장에서는 실험 결과들을 통해 도출한 하중-변위 그래프를 비교하였다. 또한 그래프들을 통해 도출된 초기 강성 및 처짐을 비교·분석하였다.

3.1 상현재 종류에 따른 비교

기존의 트러스 데크플레이트와 충전재가 없는 제안된 상현재를 활용한 트러스 데크플레이트의 하중-처짐 그래프를 Fig. 5에 나타내었다. 그래프를 통해 제안된 상현재를 활용한 실험

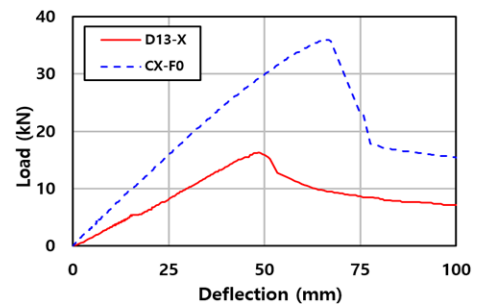


Fig. 5 Load-deflection graph of D13-X and CX-F0

체의 항복하중 및 실험체 강성이 기존의 트러스 데크플레이트 보다 크게 증가한 것을 알 수 있다. 두 실험체 모두 Fig. 6(a)와 Fig. 6(b)에 나타난 것과 같이 스패 중앙부 상현재의 좌굴에 의해 항복되었다. 따라서 제안된 실험체의 항복 하중이 증가한 것을 통해 상현재의 좌굴 성능 또한 증대된 것을 알 수 있다.



Fig. 6 Failure mode of specimen

이를 보다 정확하게 비교하기 위해 각 실험체의 항복하중 및 초기 강성과 기존 실험체 대비 제안된 상현재의 실험체의 상대비를 Table 3에 나타내었다. Table 3를 통해 항복하중과 초기 강성 모두 제안된 상현재의 실험체가 2배 이상인 것을 알 수 있다. 따라서 제안된 상현재가 기존의 상현재 보다 구조물의 초기 강성 및 항복하중 증대에 효과적인 것으로 판단된다.

Table 3 Maximum load and initial stiffness of specimen

Specimen	D13-X	CX-F0	Relative ratio
Yield load(kN)	16.35	36.12	2.21
Initial stiffness(kN/mm)	0.319	0.641	2.01

3.2 UHPC 충전량에 따른 비교

충전재인 UHPC를 스패의 중앙부 부분에만 충전시켜도 실험체의 강성 및 강도 증대에 효과가 있는지 확인하기 위해 제안된 상현재(C형강)의 내부에 UHPC의 충전량을 0%, 20%, 40%, 100%로 다르게 설정하였고 이들의 실험 결과를 바탕으로 하중-처짐 그래프를 비교하여 Fig. 7에 나타내었다. 실험체들의 하중-처짐 그래프를 통해 충전량이 증가함에 따라 실험체의 항복 하중 및 초기 강성이 점차적으로 증가하는 것을 알 수 있다.

그리고 하중-처짐 그래프를 통해 구조물의 항복유형을 알 수 있다. 충전량 100% 실험체(CU-F100)는 Fig. 6(d)와 같이 래티스 좌굴에 의해 항복되었고 나머지 실험체들 모두 상현재의 좌굴에 의해 항복되었다. Fig. 7의 하중-처짐 그래프를 보면 충전량 100%(CU-F100)의 경우 처짐의 변화 없이 급작스럽게 하중이 감소하는 반면, 나머지 실험체들에서는 충전량이 적어질수록 항복하중 이후 하중이 완만하게 감소하는 것을 볼 수 있다.

상현재의 좌굴 성능은 충전량 20%에서는 크게 효과가 없지만 충전량 40%부터는 효과가 나타나는 것으로 판단된다. Fig.6(c)를 보면 UHPC의 충전이 끝나는 부분에서 좌굴이 발생한 것을 볼 수 있는데, 이를 통해 UHPC가 충전된 스패 중앙부는 UHPC 충전이 없는 실험체보다 좌굴 성능이 증대된 것을 알 수 있다. 따라서 상현재의 압축좌굴 성능이 충전재가 없는 경우보다 있는 경우에서 증대된 것을 알 수 있다.

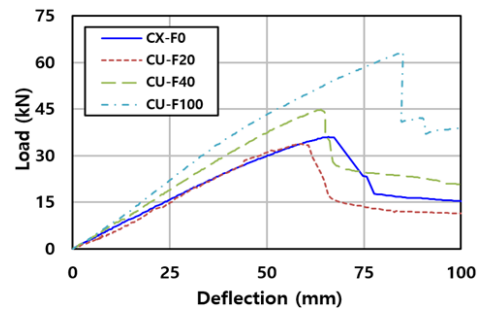


Fig. 7 Load-deflection graph of proposed specimens

수치적인 분석을 위해 하중-처짐 그래프를 기준으로 각 실험체들의 항복하중 및 초기 강성과 UHPC 충전재가 없는 실험체(CX-F0)를 기준으로 한 실험체들의 상대비를 Table 4에 나타내었다. Table 4를 통해 충전량 20%(CU-F20)의 경우 상대비가 0.94로 충전재의 효과가 없는 것을 알 수 있다. 하지만 충전량 40%(CU-F40)와 100%(CU-F100) 실험체들의 경우 초기 강성의 상대비는 각각 1.17, 1.34이고 항복하중의 상대비는 각각 1.17, 1.76으로 충전재에 의한 효과가 나타나는 것을 알 수 있다.

Table 4 Maximum load and initial stiffness of specimen

Specimen	Yield load (kN)	Relative ratio	Initial stiffness (kN/mm)	Relative ratio
CX-F0	36.12	1.00	0.641	1.00
CU-F20	33.85	0.94	0.601	0.94
CU-F40	42.33	1.17	0.753	1.17
CU-F100	63.42	1.76	0.861	1.34

충전량 100%(CU-F100) 실험체의 경우 다른 실험체들과는 다르게 항복하중의 상대비가 초기 강성의 상대비보다 크다.

이는 충전량 20%(CU-F20)와 40%(CU-F40) 실험체들의 경우 상현재가 항복하는 시점까지 재료의 탄성영역에서 거동을 하지만, 충전량 100%(CU-F100) 실험체의 경우 충전재의 상현재 좌굴 보강 효과로 인해 구조물이 재료의 비탄성 영역까지 거동 하기 때문인 것으로 판단된다.

위와 같은 결과들을 토대로 UHPC 충전량이 증가할수록 구조물의 구조적 성능이 증가하며, 상현재의 좌굴성능 증대에 큰 효과가 있는 것으로 판단된다.

3.3 시공단계 하중에서의 처짐 비교

실험체들의 실험 결과를 바탕으로 시공단계 하중에서의 실험체들의 처짐을 건축구조기준 및 강구조설계기준(Architectural Institute of Korea, 2016; Korea Society of Steel Construction, 2019)에 명시된 최대 허용 처짐과 비교하였다. 건축구조기준에 따른 구조물의 최대 허용 처짐은 스패의 1/180로, 25.6mm이다.

허용 처짐과의 비교에 앞서 기준이 되는 시공단계 하중은 강재 하중, 콘크리트 하중, 시공 중 작업 하중으로 구성된다. 강재 하중의 경우 트러스 데크플레이트의 자중이고 콘크리트 하중은 타설된 콘크리트의 경화되지 않았을 때의 콘크리트 자중이다. 시공단계에서 트러스 데크플레이트에 작용하는 총 하중 P_c 는 아래 식 (1)로 표현 할 수 있다.

$$P_c = U_w l + U_s (A_t + A_d) + U_c A_c \quad (1)$$

여기서, U_w 는 시공작업하중의 단위 중량, U_s 는 강재의 단위 중량, U_c 는 콘크리트의 단위 중량이다. l 은 콘크리트 부분의 폭을 의미하며, A_t, A_d, A_c 는 각각 트러스 거더, 데크플레이트 그리고 콘크리트의 단면적을 의미한다. 수식에 포함된 구성요소들의 단면도를 Fig. 8에 나타내었다. 본 연구에서의 트러스 데크플레이트에 작용하는 시공단계에서의 하중은 4.317kN/m로 실험하중으로는 19.86kN에 해당한다.

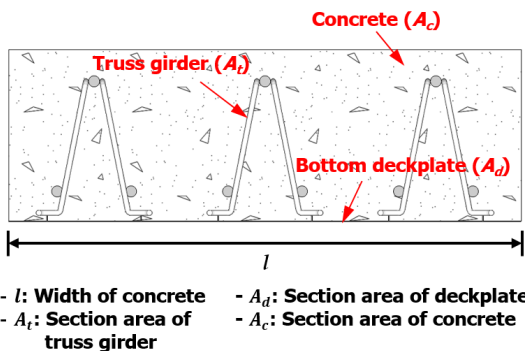


Fig. 8 Cross-section of the truss deck plate with concrete

제안된 데크플레이트 시스템의 최대 허용 처짐 검토를 위해 분포하중이 작용할 경우의 처짐을 구해야 하나 4점 휨 실험결과로부터 이를 직접적으로 얻을 수 없다. 대신 실험결과로부터 하중 및 처짐값을 얻을 수 있으므로 이로부터 구조물의 휨 강성(EI)을 식 (2)를 통해 구한다. 도출된 휨 강성을 이용해 분포하중 작용 시의 처짐(δ_w)을 식 (3)을 통해 구할 수 있다. 식에서 P 는 실험 하중, δ_l 는 실험 하중 작용 시 처짐, a 는 가력 지점 사이 간격, L 은 실험체의 스패 길이를 의미한다.

$$EI = \frac{P}{\delta_l} \left[\frac{a(L-a)(a-2L)}{32} - \left(\frac{(L-a)^3}{48} \right) \right] \quad (2)$$

$$\delta_w = \frac{5PL^4}{384(EI)} \quad (3)$$

기준 실험체(D13-X)의 경우 시공단계 하중에 도달하지 못하였기 때문에 항복 하중인 16.35kN을 기준으로 값을 계산하였다. 위의 식들을 통해 구한 시공단계 하중에서의 실험체별 휨 강성(EI), 시공단계 하중에서의 처짐, 최대 허용 처짐 대비 시공단계 하중에서의 처짐의 상대비를 Table 5에 나타내었다.

Table 5를 통해 휨 강성의 경우 기준 실험체(D13-X) 대비 제안된 실험체들이 약 2배로 휨 강성이 증가한 것을 알 수 있다. 이에 따라 제안된 실험체들의 처짐이 감소하였으며, 기준 실험체(D13-X)를 제외한 제안된 실험체들 모두 최대 허용 처짐을 만족하는 것을 알 수 있다. 따라서 제안된 상현재를 활용한 데크플레이트가 구조물의 시공단계 처짐을 제어하는데 있어 효과적이라 판단된다.

Table 5 Distributed load deflection of specimens

Specimen	Bending stiffness (kN·m ²)	Deflection (mm)	Relative ratio
D13-X	598.4	42.1	1.64
CX-F0	1124.4	22.4	0.88
CU-F20	1089.6	23.1	0.90
CU-F40	1350.8	18.6	0.73
CU-F100	1550.1	16.2	0.63

4. 유한요소해석 모델

본 장에서는 실험결과와의 비교를 위해 수행된 3차원 유한요소해석의 요소 종류, 해석모델 경계조건, 재료 모델에 대한 정보를 정리하였다. 또한 유한요소해석 결과와 실험 결과의 하중-처짐 그래프의 비교를 진행하였다.

4.1 요소망 형상 및 경계조건

트러스 데크플레이트 실험체들의 구조성능평가를 위한 유

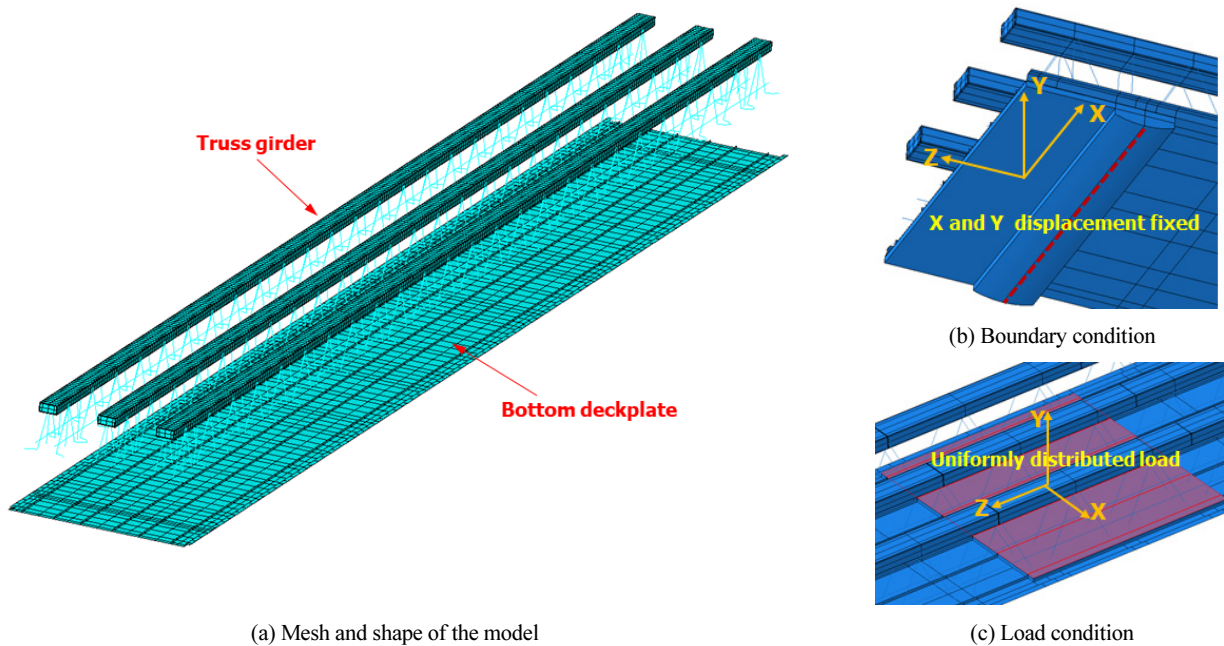


Fig. 9 Finite element analysis model of the truss deckplate

한요소해석은 상용 프로그램인 ABAQUS/CAE(ABAQUS, 2018)를 이용하여 수행되었다. 구조물의 모델링을 위해 솔리드 요소(C3D20R), 빔 요소(B32), 셸 요소(S8R)를 사용하였다. 데크플레이트 바닥판은 셸 요소로, 트러스 거더의 래티스 및 하현재 부분은 빔 요소로, 트러스 거더의 상현재는 솔리드 요소로 모델링을 진행하였다. 해석모델의 요소망 형상을 Fig. 9(a)에 나타내었다.

바닥판 데크플레이트 두께, 트러스 거더의 치수 등 해석모델은 앞서 2.1장에서 언급한 실험체의 치수를 기반으로 모델링 되었다. 재료 및 부재별 항복강도의 경우 Table 2에 나타낸 것과 동일하며, 강재의 비선형 재료거동을 위해 탄성-완전소성(elastic-perfectly plastic) 거동을 가정하였다. 제안된 상현재의 충전재인 UHPC는 Fig. 4에 나타낸 것과 같이 재료실험을 통해 나온 응력-변형률을 적용하였다. 해석모델의 지점조건 및 하중조건을 각각 Fig. 9(b)와 Fig. 9(c)에 나타내었다. 실험과 동일하게 지점조건을 형성하기 위해 Fig. 9(b)와 같이 별도의 지점부를 모델링하였으며 지점부의 최하단 부분의 X 및 Y축 변위를 구속하였다. 하중의 경우 Fig. 1(b)에 나타낸 하중 구간과 동일하게 바닥판 데크플레이트에 구간을 설정하여 등분포 하중을 Y축 방향으로 적용하였다.

4.2 실험결과와의 비교

유한요소해석을 통해 나온 결과를 실험 결과와 비교하기 위해 하중-처짐 그래프를 실험체별로 비교하여 Fig. 9에 나타내

었다. Fig. 10을 통해 각 실험체의 초기 강성이 거의 유사하며, 해석모델의 거동이 실제 실험의 거동과 유사한 것을 알 수 있다. 다만 해석의 항복하는 하중인 실험의 항복 하중 보다 다소 높은 것을 알 수 있다. 이는 해석의 경우 실험에서의 항복 유형인 상현재와 래티스 부재의 좌굴을 고려하지 않았기 때문에 발생한 것으로 추후에 추가적인 좌굴변수에 대한 고려를 하여 유한요소해석을 수행하면 차이를 좁힐 수 있을 것으로 판단된다.

수치적인 비교를 위해 실험과 해석 결과의 하중-처짐 그래프를 통해 3.3장에서와 마찬가지로 시공단계 하중에서의 처짐을 기준으로 각 실험체의 휨 강성을 도출하여 서로 비교하였다. 실험체별 실험 및 해석의 휨 강성과 실험의 휨 강성 대비 해석의 휨 강성의 상대비를 Table 6에 나타내었다. Table 6을 통해 각 실험체의 실험과 해석의 휨 강성이 서로 비슷한 것을 알 수 있다. 기존의 트러스 데크플레이트 실험체(D13-X)의 경우 가장 차이가 크다. 이는 기존 실험체(D13-X)의 경우 제안된 실험체들보다도 좌굴에 의한 변형이 큰데, 앞서 실험과 해석의 항복하중의 차이에서와 마찬가지로 좌굴이 반영되지 못했기 때문인 것으로 판단된다. 제안된 실험체들의 경우 상대비가 평균 1.04로 실험과 해석이 거의 유사한 것을 알 수 있다. 또한 실험과 마찬가지로 충전량이 증가함에 따라 해석의 휨 강성 또한 점차적으로 증가하는 것을 볼 수 있다.

따라서 유한요소해석 모델이 비교적 정확하게 실제 실험체의 거동을 예측하며, 실험결과와 마찬가지로 충전량 증가에 의한 효과가 나타나는 것을 알 수 있다. 다만 해석결과에서는 실험결과와는 다르게 충전량 20%(CU-F20)의 실험체도 충전에

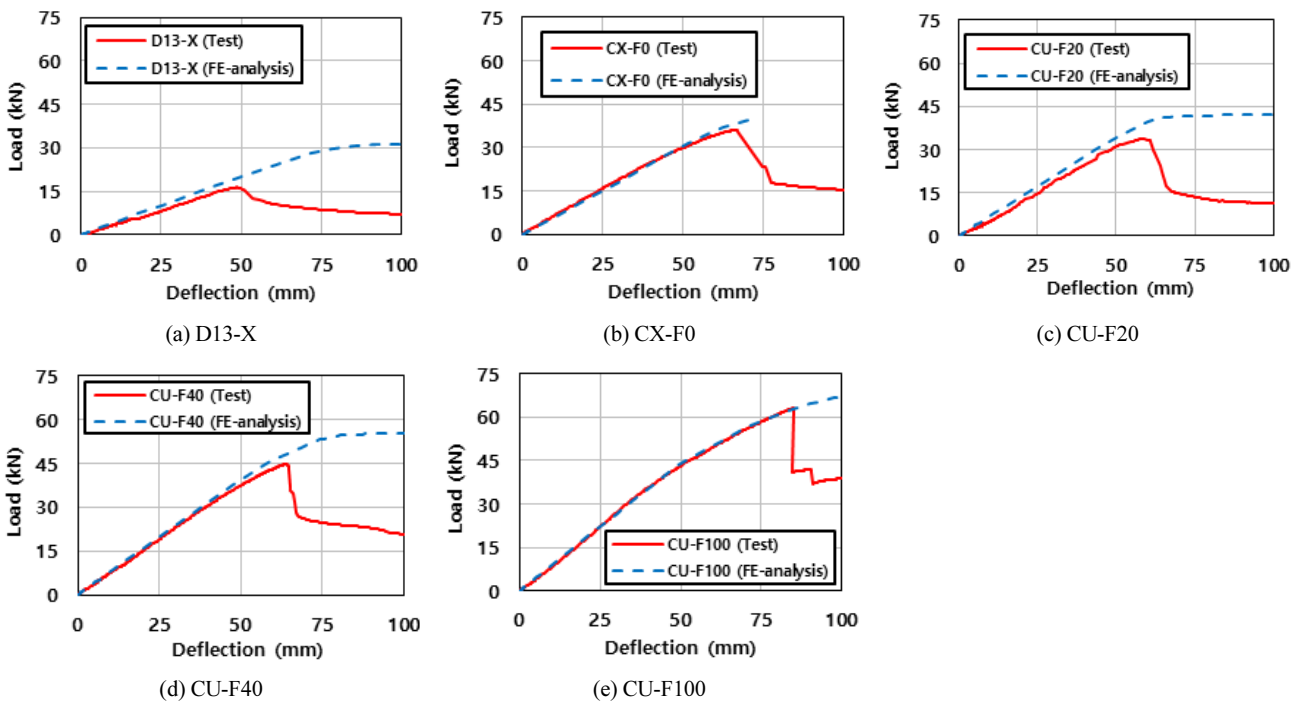


Fig. 10 Load-deflection graph of the test and FE-analysis results

Table 6 Bending stiffness of the test and FE-analysis

Specimen	Bending stiffness(kN·m ²)		Relative ratio
	Test	FE-analysis	
D13-X	598.4	718.9	1.20
CX-F0	1124.4	1083.6	0.96
CU-F20	1089.6	1239.6	1.14
CU-F40	1350.8	1419.0	1.05
CU-F100	1550.1	1586.4	1.02

의한 효과가 있는 것으로 나타나는데, 이는 해석이 실험과는 다르게 C형강과 UHPC 충전재가 완전하게 붙어있는 것으로 모델링하였기 때문인 것으로 판단된다.

5. 결론

본 연구에서는 트러스 데크플레이트의 상현재를 새로운 형태(C형강)의 제안된 상현재로 교체한 트러스 데크플레이트 시스템의 구조 성능을 4점 휨 실험 및 3차원 유한요소해석을 통해 평가하였다. 실험 변수로 상현재의 종류와 UHPC 충전량이 있으며, 5개의 실험체를 제작하였다. 실험 결과에 대한 실험체별 하중-처짐 그래프를 토대로 변수에 따른 시스템의 구조 성능을 비교·분석하였다. 본 연구의 결론은 다음과 같다.

- 1) 상현재 종류에 따른 비교 결과 기존의 트러스 데크플레이트 실험체(D13-X)보다 제안된 상현재를 사용한 트러스

데크플레이트 실험체(CX-F0)의 초기강성이 증가하였으며, 상현재의 좌굴성능이 증대되면서 항복하중이 증가하였다.

- 2) 충전량 변화에 따른 비교 결과 UHPC 충전량이 증가함에 따라 실험체의 초기강성이 증가하였으며, 상현재의 좌굴성능 또한 점차적으로 증대되면서 항복하중이 증가하였다.
- 3) 실험체들의 시공단계 하중에서의 처짐을 건축구조기준에서 제시하는 최대 허용 처짐과 비교한 결과, 기존의 트러스 데크플레이트 실험체는 기준을 만족하지 못하였으며, 제안된 상현재를 사용한 실험체들은 모두 기준을 만족하였다.
- 4) 실험과 유한요소해석 결과를 비교한 결과, 유한요소해석 모델의 거동이 실험 실험체의 거동과 유사하였다. 또한 유한요소해석을 통한 초기강성 및 시공단계 하중에서의 휨 강성이 실험값과 유사한 것으로 보아 해석모델이 비교적 정확하게 실제 구조물의 거동을 예측함을 알 수 있다.

감사의 글

이 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2017R1A2B4004729).

References

ABAQUS (2018) User's Manual Ver.6.17, H.K.S. Inc.

Architectural Institute of Korea (2016) Korea Building Code and Commentary (in Korean).

Kang, M.J., Kim, S.S. (2015) Structural Performance Evaluation of Steel Wire-Integrated Deck Plate according to the Construction Load, *Archi. Inst. Korea*, 31(5), pp.3~12.

Kim, S.B., Park, J.Y., Kim, S.S. (2011) Performance Evaluation of Steel Wire-integrated Void Deck Plate with Omega Type Plate, *Archi. Inst. Korea*, 27(6), pp.31~38.

Korea Society of Steel Construction (2019) Structural Steel Design (in Korean).

Lee, K.J., Kim, W.Y., Jung, J.W., Kim, E.K., Yang, I.S. (2014) Structural Performance of RC Slab using Steel Wire Integrated Deck Plate, *Archi. Inst. Korea*, 34(2), pp.523~524.

Lee, Y.J. (2010) Test research of Structural Safety for Steel Wire-Intergrated Deck Plate System, *Korea Inst. Struct. Maint. & Insp.*, 14(6), pp.220~228.

Lee, Y.J., Yoon, S.C. (2012) Development of Steel Wire-Integrated Deck Plate Applicable to Stab with 180mm Thickness, *Korea Inst. Struct. Maint. & Insp.*, 16(1), pp.89~98.

Woo, S.Y., Jung, H.M., Lee, S.H., Chae, H.S., Choi, S.M. (2008) An Evaluation of Bending and Shear Resisting Strengths of Wire-Integrated Deck Plate System using Lightweight Concrete, *Archi. Inst. Korea*, 28(1), pp.293~296.

요 지

본 논문에서는 시공단계에서 서포트가 필요 없는 UHPC 충전형 상현재를 활용한 트러스 데크플레이트 시스템을 제안하고자 한다. 제안된 시스템은 기존의 시스템과 동일한 절대 층고를 유지하면서 증대된 강성과 강도를 보유하며 효과적으로 처짐을 제어한다. 제안된 시스템 및 기존의 시스템의 구조 성능을 평가하기 위해 4.6m의 순 스패를 갖는 5개의 실험체를 제작하였고 점진적으로 하중을 증가시키며 4점 휨 실험을 수행하였다. 실험을 토대로 실험체별 하중-처짐 그래프를 도출하였고 변수에 따른 비교 및 분석을 진행하였다. 그리고 실험을 기준으로 수행한 비선형 3차원 유한요소해석결과와의 비교를 진행하였다. 비교 및 분석 결과, 기존의 트러스 데크플레이트를 제외한 모든 실험체들이 시공단계 하중에서 건축구조설계기준 및 강구조설계기준에서 제한하는 처짐 기준을 만족하였으며, 실험과 유한요소해석의 결과가 서로 유사한 것을 확인하였다.

핵심용어 : 스틸 데크플레이트, 4점 휨실험, 시공단계, 상현재, UHPC