

# 커버플레이트를 이용한 접이식 모듈러 접합부의 구조성능평가

오근영<sup>1</sup> · 이상섭<sup>2\*</sup> · 박금성<sup>3</sup> · 부윤섭<sup>1</sup>

<sup>1</sup>전임연구원, 한국건설기술연구원, 건축연구본부, <sup>2</sup>연구위원, 한국건설기술연구원, 건축연구본부,  
<sup>3</sup>선임연구위원, 한국건설기술연구원, 건축연구본부

## Structural Performance Evaluation of Foldable Modular Connection Using Cover Plate

Oh, Keunyeong<sup>1</sup>, Lee, Sang Sup<sup>2\*</sup>, Park, Keum Sung<sup>3</sup>, Boo, Yoon Seob<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Research Specialist, Dept. of Building Research, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology,  
Goyang, 10223, Korea

<sup>2</sup>Research Fellow, Dept. of Building Research, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology,  
Goyang, 10223, Korea

<sup>3</sup>Senior Research Fellow, Dept. of Building Research, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology,  
Goyang, 10223, Korea

**Abstract** - In this paper, a cover plate was developed for a foldable modular connection where beams and columns are separated, and structural performance was evaluated. As a comparative test specimen of the foldable modular connection using a cover plate, an additional specimen with welded beam-to-column joints was manufactured. As a result of the structural performance evaluation, the welded foldable modular connection showed similar performance to the rigid joint conducted in the structural analysis, but fracture occurred at the welded joint at 3 % story drift ratio. In the case of a foldable modular connection using a cover plate, although the stiffness was about 50 % of that of a rigid joint, it showed very high ductility without fracture of the joint.

**Keywords** - Foldable structure, Modular system, Cover plate, Modular connection, Structural performance

### 1. 서론

코로나19가 2020년 초 국내에 전파되었을 때, 첫 확진자 발생 이후 한 달 만에 대유행으로 확산되어 바이러스를 진단 및 진료할 수 있는 선별진료소의 수는 매우 부족한 상황이었다. 방역지침으로 컨테이너나 천막 등을 활용하여 선별진료소를 운영하였으나, 코로나19 감염병의 경우 과거 감염병과는 달리 장기간 지속되어 선별진료소 내 재감염 및 의료진 탈진 등 의료환경이

매우 열악한 상태였다. 따라서 코로나19와 같은 바이러스 출현으로 인한 재난 상황에 대비하여 선별진료소와 같은 긴급시설을 의료환경이 고려된 모듈 형태로 계획하고 상시 비축하여 재난 발생 시 신속 공급하는 새로운 접근법이 필요하다<sup>[1]</sup>.

모듈과 같은 구조물을 비축하기 위해서는 대규모 크기의 공간이 필요하기 때문에 단위모듈의 부피를 줄일 수 있는 기술이 요구된다. 본 연구에서는 비축 시 단위모듈의 부피를 줄일 수 있는 방안으로 접이식 모듈 개념을 도입하였으며, Fig. 1과 같이 롤러와 힌지 등이 포함된 구동시스템을 통해 모듈이 'Z' 형태로 전개되거나 접혀질 수 있는 접이식 모듈(이하 '폴더블 모듈')을 개발하였다. 폴더블 모듈은 바닥보와 천장보에 설치된 레일 내부의 롤러와 힌지를 통하여 모듈 전·후면의 벽체(기둥 포함)가 펼쳐지고 접혀지는 모듈러 시스템이다.

Note.-Discussion open until June 30, 2024. This manuscript for this paper was submitted for review and possible publication on September 27, 2023; revised on November 01, 2023; approved on November 07, 2023.

Copyright © 2023 by Korean Society of Steel Construction

\*Corresponding author.

Tel. +82-31-910-0768 Fax. +82-31-910-0392

E-mail. lss0371@kict.re.kr

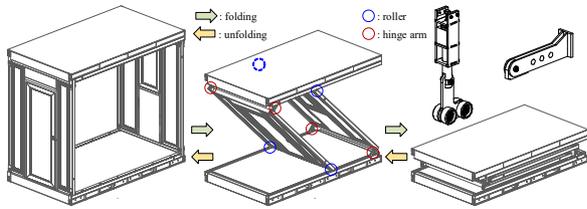


Fig. 1. Operation principle of foldable module

폴더블 모듈러 시스템의 구동 원리는 다음과 같다. 전면 벽체의 경우 바닥의 가장자리에 설치된 레일을 따라 기둥 하부에 연결된 롤러가 앞뒤로 움직일 수 있고, 천장의 레일에 고정된 힌지가 벽체의 회전 중심을 이루게 된다. 후면 벽체의 경우에는 이와 반대로 기둥 상부에 연결된 롤러가 천장 레일을 따라 움직이며, 바닥 레일에 고정된 힌지가 회전 중심이 된다<sup>[2]</sup>.

모듈러 시스템에 대한 국외의 주요 연구를 살펴보면 모듈 간의 접합부 상세 개발 및 성능평가에 관한 연구가 다수 진행되었다<sup>[3]</sup>. 또한, 국내에서 Lee *et al.*<sup>[4]</sup>은 각형강관 기둥과 ㄷ형강 보로 이루어진 모듈 간 접합 상세를 개발하여 구조성능을 평가하였으며, Jang *et al.*<sup>[5]</sup>은 H형강 기둥과 H형강 보로 이루어진 모듈 간의 접합부에 대하여 내진성능을 평가하였다. Oh *et al.*<sup>[6]</sup>은 각형강관 기둥과 각형강관 보로 구성된 모듈 간 접합부 상세 개발을 위하여 특수 제작된 블록 내에 너트를 두어 렌치볼트를 상부 모듈에서 체결하도록 상세를 제안하였다.

이와 같이 기존 모듈러 접합부 관련 연구들은 기본적으로 단위모듈 내에서 기둥과 보 접합을 용접 접합으로 설정하고 있기 때문에, 모듈 간 접합 상세를 개발하고 이에 대한 구조성능에 관한 평가가 수행되었다. 그러나 본 연구에서 제안하는 폴더블 모듈의 경우에는 벽체를 활용하여 모듈이 접혀지고 펼쳐지기 때문에 기둥과 보가 접합되어 있지 않아 폴더블 모듈이 펼쳐진 이후 선별진료소로서 활용되기 위해서는 최소한의 기둥과 보 접합이 필요한 상황이다.

따라서 본 연구에서는 모듈 간 접합에 초점을 둔 선행연구와는 다르게 폴더블 모듈의 단위모듈 내 기둥과 보를 동시에 접합할 수 있는 크랭크 형태의 커버플레이트를 개발하였으며, Fig. 2에서와 같이 커버플레이트가 사용된 폴더블 모듈러 접합부의 구조성능을 평가하고자 한다. 커버플레이트가 적용된 폴더블 모듈러 접합부의 목표성능은 폴더블 모듈이 선별진료소로

활용됨을 가정하여 가설시설물에서 제시하고 있는 구조성능 기준을 만족하도록 설정하였다.

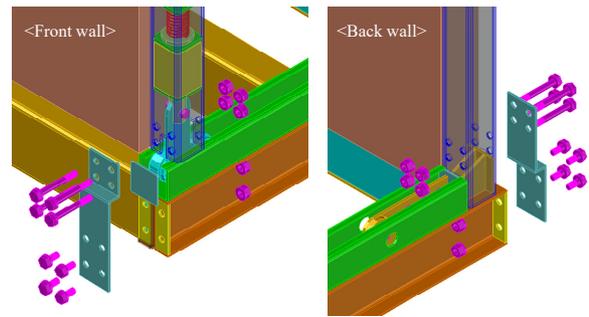


Fig. 2. The modular connection using cover plate

## 2. 목표성능 설정을 위한 구조해석

### 2.1 구조해석 개요

본 장에서는 커버플레이트가 사용된 폴더블 모듈러 접합부의 구조성능을 정의하고자 MIDAS Gen을 활용하여 구조해석을 수행하였다. 폴더블 모듈러 시스템은 임시 선별진료소의 공급을 목표로 개발되었기 때문에 건축구조기준 총칙(KDS 41 10 05)<sup>[7]</sup>에서 제시하고 있는 “중요도(3) 가설구조물”을 기본 전제로 구조해석을 수행하였다. 구조해석을 통해 도출된 접합부의 요구성능은 3장 실험연구에서 적용될 커버플레이트의 구조설계를 위한 기초자료로 활용하고자 한다.

### 2.2 적용 부재 및 모델링

선별진료소 용도로 활용될 폴더블 모듈러 시스템의 단위모듈 크기는 1.8m×3.2m로, 단위모듈 5개를 결합하여 하나의 선별진료소를 운영할 수 있도록 Fig. 3에 나타낸 바와 같이 단층 구조물(높이 2.8 m)로 기본 건축설계를 수행하였다. 이때 기둥 부재는 각형강관 ㄱ-75×75×4.5(SRT275)를 사용하였으며, 보 부재는 절곡이 용이한 SHPC270 강재를 활용하여 DC-125×75×4.5의 형태로 제작하였다. 이때 C채널 부재 2개(double)를 결합하여 바닥보와 천장보에 각각 적용하는 것으로 가정하였으며, 레일은 구조부재로 고려하지 않았다.

폴더블 모듈러 시스템이 적용된 선별진료소의 구조 해석 모델링은 Fig. 4와 같으며, Fig. 3의 기본 건축설계 도면과 동일한 크기로 모델링을 수행하였다. 폴더

블 모듈 하부의 지점 및 모듈 간 접합은 ‘pinned’로 설정하였으며, 보와 기둥 접합에 사용될 커버플레이트의 요구성능을 도출하고자 구조해석모델의 보와 기둥의 경계조건을 각각 ‘fixed’와 ‘pinned’로 각각 설정하였다. 또한, 5개의 모듈 바닥이 하나의 다이아프램을 형성하는 것으로 가정할 수 없으므로 각 모듈 바닥에 다이아프램을 각각 지정하였다.

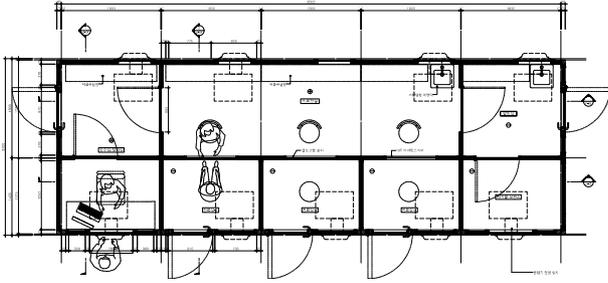


Fig. 3. Design drawing for screening clinic

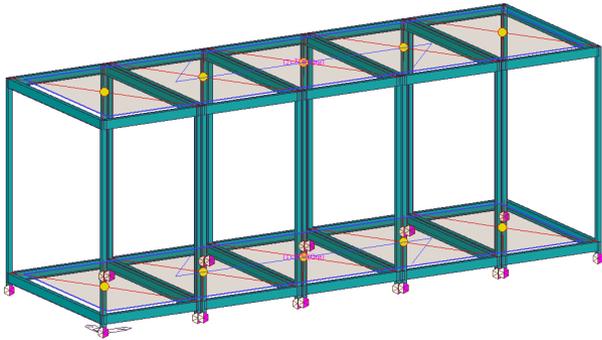


Fig. 4. 3D model for structural analysis

### 2.3 하중조건

Fig. 4와 같이 모델링된 선별진료소 3D 모델에 적용된 하중은 고정하중, 활하중, 풍하중, 적설하중이다. 고정하중의 경우 기본 건축설계 조건을 바탕으로 지붕에는  $0.6 \text{ kN/m}^2$ , 바닥에는  $1.6 \text{ kN/m}^2$ 을 적용하였다. 활하중의 경우 건축물 설계하중(KDS 41 12 00)<sup>[8]</sup>에 제시된 점유·사용하지 않는 지붕(지붕활하중)  $1.0 \text{ kN/m}^2$ 와 병원(1층 외의 모든 층 복도) 바닥활하중  $4.0 \text{ kN/m}^2$ 를 각각 적용하였다. 적설하중은 평지붕적설하중의 중부지방 기준에 따라  $0.42 \text{ kN/m}^2$ 를 적용하였고, 구조해석에는 별도의 적설하중 하중조합으로 입력하였다.

풍하중은 서울 및 경기 기준의  $26 \text{ m/s}$ , 도심지 주요 거점에 선별진료소를 설치할 것을 고려하여 지표면조도구분(노풍도) B를 적용하였고, 풍력계수는 “지상에

설치한 펜스” 수준으로 가정하였다. 풍하중에 대한 중요도계수( $I_w$ )의 경우 폴더블 모듈 적용 선별진료소가 가시시설물이기 때문에 존치기간 등을 고려하여 거푸집 및 동바리 설계기준(KDS 21 50 00)<sup>[9]</sup>에 따라 산출하였다. 거푸집 및 동바리 설계기준에서는 재현기간에 따라 식 (1)에서와 같이 중요도계수를 산정할 수 있다. 이때 선별진료소(가시시설물)의 존치기간은 2년으로 가정하였고, 이는 건축법에서 정의하고 있는 가시시설물의 최대 존치기간이다.

$$I_w = 0.56 + 0.1 \ln(T_w) \quad (1a)$$

$$T_w = \frac{1}{1 - (P)^{\frac{1}{N}}} \quad (1b)$$

여기서,  $I_w$ 는 재현기간에 따른 중요도계수,  $T_w$ 는 재현기간(년),  $N$ 은 가시시설물의 존치기간(년), 그리고  $P$ 는 비초과 확률(60%)이다.

### 2.4 구조해석결과

범용 구조해석프로그램인 MIDAS Gen의 강구조설계기준을 적용, 5개 폴더블 모듈이 결합된 선별진료소의 구조해석을 수행하여 부재의 강도를 검증하고 접합부 요구성능을 도출하였다. 입력된 부재 및 하중조건을 바탕으로 설계된 부재 단면의 적정성을 검토하였고, 그 결과 모델에 사용된 기둥 부재 및 보 부재 모두 강도비를 만족한 것으로 나타났다.

폴더블 모듈이 전개된 이후 보와 기둥 접합에 사용될 커버플레이트의 요구성능을 도출하고자 구조해석 모델에서 보와 기둥의 경계조건을 각각 ‘fixed’와 ‘pinned’로 설정하여 구조해석을 진행하였다. 이는 커버플레이트가 적용된 보-기둥 접합부의 강도는 부족하지 않을 것으로 예상되지만, 강성이 약한 반강점의 거동을 보일 가능성이 높다고 판단하였다.

Table 1에서는 보-기둥 접합부의 경계조건을 각각 ‘fixed’와 ‘pinned’로 설정하였을 때 접합부에서 요구하는 내력과 그때의 변위를 정리하였다. 구조해석결과를 토대로 커버플레이트가 적용된 폴더블 모듈에서 보-기둥 접합부의 강성은 ‘pinned’ 접합의 강성보다는 크고, ‘fixed’ 조건일 때의 내력과 횡변위 내에서는 탄성상태를 유지할 수 있도록 목표성능을 설정하였다.

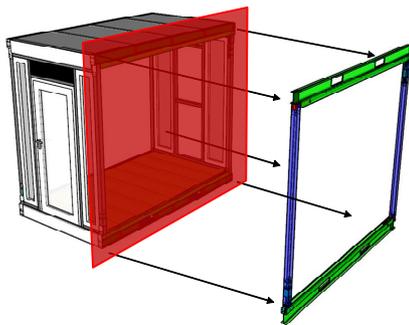
**Table 1.** Structural analysis results

Condition	Lateral load (kN)	Displacement (mm)	Stiffness (kN/mm)
Fixed	0.6	2.93	0.20
Pinned	0.6	68.75	0.009

### 3. 실험연구

#### 3.1 실험연구 개요

본 장에서는 폴더블 모듈러 시스템이 전개된 이후, 보와 기둥을 연결하기 위한 커버플레이트가 적용된 모듈러 접합부의 구조성능을 실물대 실험으로 평가하고자 한다. 실험체 형상은 Fig. 5에 나타낸 바와 같이, 단위모듈 내에서 구동시스템이 포함된 2D 골조를 대상으로 실험체를 구성하였다.



**Fig. 5.** 2D frame for experiment

실험체는 총 2식을 제작하였으며, 한 실험체에서는 폴더블 모듈의 보와 기둥에 커버플레이트와 볼트를 사

용하여 접합부를 구성하였으며, 비교 실험체에는 보와 기둥 부분을 용접 접합하였다. 용접 접합된 실험체의 접합이 강점(rigid)으로 가정될 수 있으며, 이를 통해 커버플레이트가 적용된 제안 접합 기술의 강성 수준을 판단할 수 있으므로 비교 실험체를 추가 제작하였다. Fig. 6와 Table 2에는 실험체 형상 및 재원 등에 관하여 정리하였다.

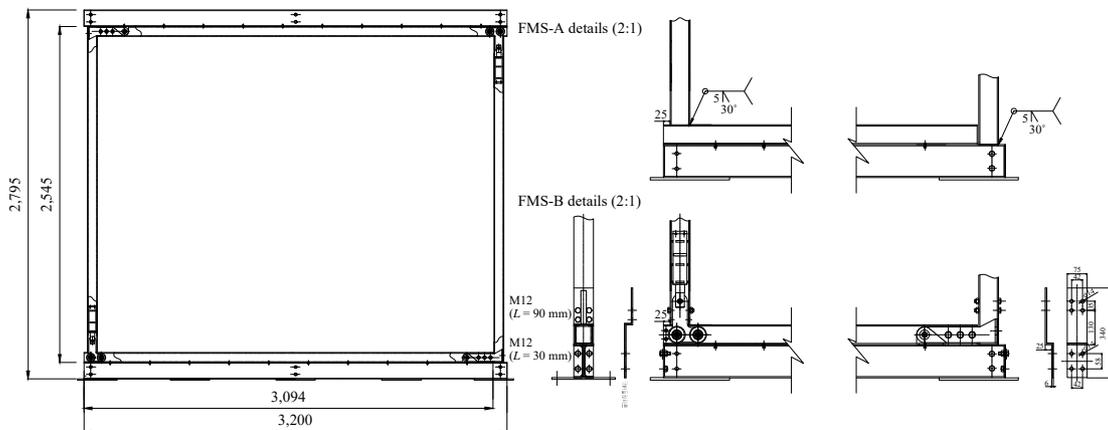
**Table 2.** List of specimens

Specimens	Column	Beam	Connecting method
FMS-A	□-75×75×4.5 (SRT275)	DC-125×75×4.5 (SPHC)	Weld
FMS-B			Cover plate & M12 bolts

폴더블 모듈러 시스템 내의 접합부 구조성능평가를 위한 실험체에서 기둥 부재와 보 부재는 2.2절에 구조 해석모델과 동일한 부재인 □-75×75×4.5(SRT275 강재)와 DC-125×75×4.5(SPHC 강재)를 각각 적용하였으며, 이때 레일부는 기둥 부재의 한쪽 면을 절단하여 사용하였다. 기존 실험체(FMS-A)는 기둥과 레일부, 평가 대상 실험체(FMS-B)는 용접 접합 없이 6 mm 커버플레이트와 볼트(M12)를 사용하여 접합하였다.

#### 3.2 재료시험

기둥 부재와 레일부에 적용한 각형강관 SRT275 강재와 바닥보 및 지붕보에 적용한 SPHC 강재에 대한 금속재료 인장시험을 위하여 KS B 0801<sup>[10]</sup>에서 제시하



**Fig. 6.** Details of specimens

는 5호 시험편 규정에 따라 시험편을 제작하였다. 금속 재료 인장시험 결과는 Table 3에 나타냈으며, 일반 구조용 각형 강관(KS D 3568)<sup>[11]</sup>의 적용을 받는  $\square$ -75×75×4.5와 열간압연 연강판 및 강대(KS D 3501)<sup>[12]</sup>의 적용을 받는 DC-125×75×4.5 부재 모두 각각의 기준에서 제시하는 기계적 성질을 상회하는 결과를 보였다.

**Table 3.** Coupon test results

Coupon	Elastic modulus $E$ (GPa)	Yield strength $F_y$ (MPa)	Tensile strength $F_u$ (MPa)	Elongation (%)
SRT-1	177.16	424	488	29
SRT-2	184.39	439	493	29
SRT-3	233.81	441	493	29
Average	198.45	435	491	29
KS D 3568	-	275 or more	410 or more	23 or more
SPHC-1	170.23	256	384	42
SPHC-2	170.14	254	382	42
SPHC-3	172.97	257	385	42
Average	171.11	256	384	42
KS D 3501	-	270 or more	-	31 or more

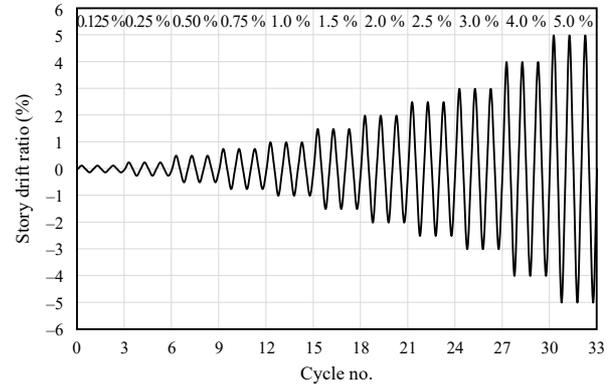
### 3.3 실험방법

커버플레이트가 적용된 폴더블 모듈러 접합부의 구조성능평가를 위하여 2D 골조 상단에 액추에이터로 횡방향 가력하였다. 가력방법은 층간변위 0.125%~5.0%로 점증 가력하는 것으로 구성하였으며, 각 층간 변위에서는 3사이클씩 반복 가력되었다. 또한, 실험체가 가력되는 동안 면외방향 좌굴을 방지하기 위하여 가이드 프레임을 설치하였다.

일반적으로 골조에 대한 횡하중 가력 시 중력하중을 고려하지만, 본 연구에서는 단층 구조물일 뿐만 아니라 지붕판의 중량이 미비하여 중력하중을 추가적으로 고려하지 않았다.

폴더블 모듈러 접합부의 구조성능평가 시 실험체의 변형 등을 측정하기 위하여 가력점 반대편 상하보 끝단에 변위계를 설치하였으며, 횡하중 가력 시 발생하는 대각 변위를 측정하고자 라인 게이지를 설치하였다. 또한 미세변형 등을 측정하기 위하여 스트레인 게

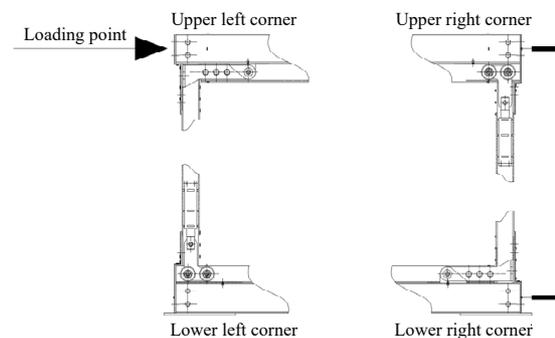
이지와 화이트워시(whitewash)를 실험체에 칠하였다. 가력 계획은 Fig. 7에 정리하였으며, 실험 셋업 및 측정 계획은 Fig. 8과 Fig. 9에 각각 나타냈다.



**Fig. 7.** Loading protocol



**Fig. 8.** Test set-up



**Fig. 9.** Measuring plan

### 3.4 실험결과

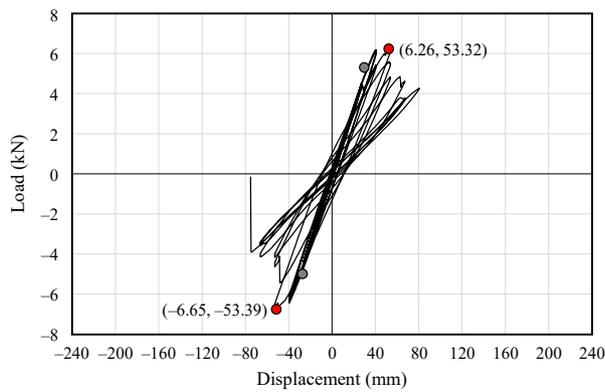
폴더블 모듈의 보-기둥 접합부에 커버플레이트 또는 용접접합된 실험체의 구조성능평가 결과를 Table 4에 정리하였으며, 하중-변위 관계 곡선 및 실험종료 후 모습을 Fig. 10과 Fig. 11에 각각 나타냈다. Fig. 10에서

**Table 4.** Test results

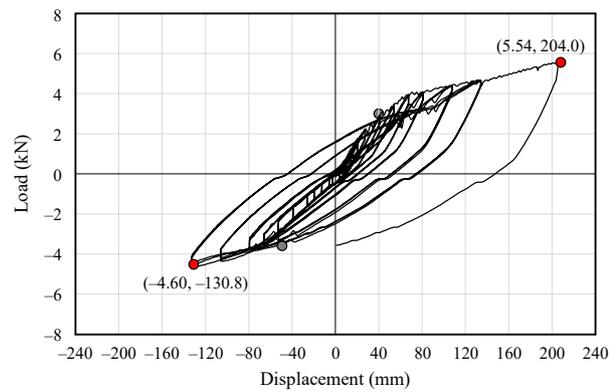
Specimen		Initial stiffness $k_i^*$ (kN/mm)	Yield point**		Maximum point		Failure mode
			Load (kN)	Displacement (mm)	Load (kN)	Displacement (mm)	
FMS-A	+	0.19	5.80	31.25	6.26	53.32	Weld fracture
	-	0.18	5.79	28.96	6.65	53.39	
FMS-B	+	0.10	3.38	38.90	5.54	204.0	-
	-	0.16	3.49	57.60	4.60	130.8	

\*Initial stiffness( $k_i$ ) was obtained through the first cycle of 0.375 % story drift ratio.

\*\*Yield point was defined as equivalent energy method.

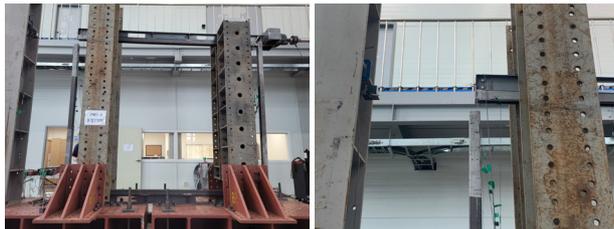


(a) FMS-A specimen



(b) FMS-B specimen

**Fig. 10.** Load-displacement relationship curves



(a) FMS-A specimen (@ 3 % story drift ratio)



(b) FMS-B specimen (@ 7 % story drift ratio)

**Fig. 11.** Ultimate state of specimens

회색점은 항복점, 빨간점은 최대강도 부분을 의미한다.

먼저 커버플레이트가 적용된 실험체의 비교군으로 용접접합을 수행한 실험체(FMS-A)의 경우, 층간변위 2.0 % 첫 번째 사이클에서 최대강도를 보여주었으며, 그 이후 강도가 점차 감소하다가 층간변위 3.0 % 첫 번째 사이클에서 가력점 반대편의 기둥과 레일 쪽 용접부에서 파단이 발생하였다. 용접부가 파단된 것은 폴더블 모듈러 시스템 특성상 가력부 쪽에는 보와 기둥이 만나 용접이 수월하지만, 반대편에는 기둥이 레일부와 용접이 되었는데, 롤러의 이동을 위하여 일부 절취

된 구간에 용접이 이루어지지 않아 용접량이 부족했기 때문으로 판단된다.

커버플레이트가 적용된 실험체(FMS-B)의 경우, 층간변위 2.0 %까지 탄성상태를 유지하다가 이후 커버플레이트의 파단 없이 낮은 강성을 유지하면서 실험 종료 시까지 강도가 증가하였다. 층간변위 5.0 %까지 반복가력을 수행하다가 액추에이터의 스트로크 제한으로 그 이후에는 정가력 방향으로 가력변위 200 mm (층간변위 약 7 %)까지 단조가력을 수행한 후 실험을 종료하였다. 가력변위 200 mm까지 가력하였을 때 보

(또는 레일)와 기둥 사이에 약간의 들뜸만 발생하였고, 커버플레이트를 포함한 실험체의 파단은 발생하지 않았다.

### 3.5 실험결과 분석

Fig. 12에는 두 실험체의 포락 곡선(envelop curve)을 나타냈으며, 상단 그래프의 일정 구역(붉은 박스)을 확대하여 하단에 나타냈다. 상호 비교하였을 때 커버플레이트를 적용한 실험체의 강도 및 강성은 다소 낮았지만, 취성파단 없이 매우 큰 연성능력을 확보하고 있는 것으로 나타났다. 또한, 2.4절에서 설정한 커버플레이트를 적용한 폴더블 모듈러 접합부의 목표성능인 횡하중 0.6 kN, 횡변위 2.93 mm 내에서 탄성상태를 유지함을 확인할 수 있었다.

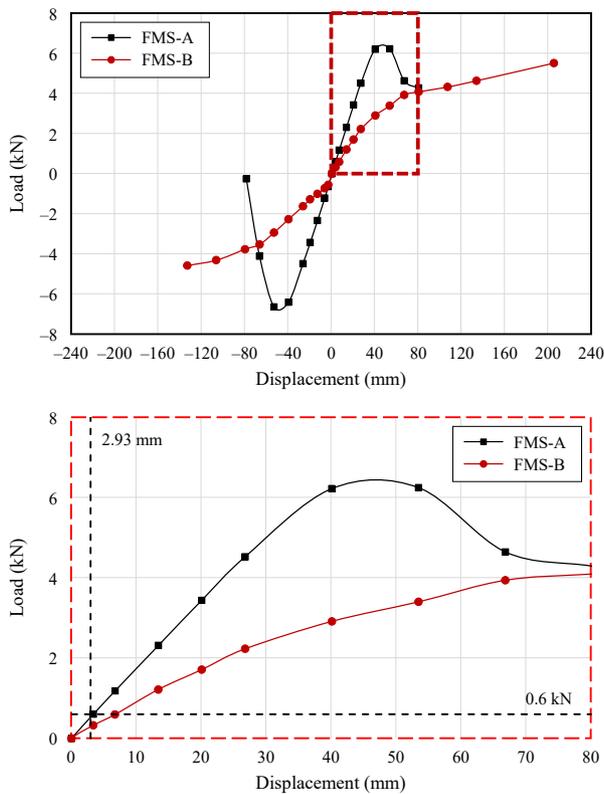


Fig. 12. Envelop curve for specimens

Fig. 13은 Fig. 12의 하단 그래프에 커버플레이트를 적용한 폴더블 모듈러 접합부의 강성을 평가하기 위하여 Table 1의 구조해석결과와 실험결과를 동시에 나타냈다. 폴더블 모듈러 구조해석 결과 보-기둥 접합부를 ‘fixed’로 가정하였을 때의 강성은 0.20 kN/mm,

‘pinned’로 가정하였을 때는 0.009 kN/mm으로 산출되었다. 강성이 0.20 kN/mm 이상일 때는 ‘rigid’ 접합부로 구분되고, 0.009 kN/mm 이하일 때는 ‘pinned’ 접합으로 구분된다. 그리고 0.009 kN/mm–0.20 kN/mm 구역에 있을 경우에는 ‘semi-rigid’ 접합부로 구분할 수 있다.

먼저 보와 기둥을 용접 접합한 실험체(FMS-A)의 강성이 약 0.19 kN/mm로 산출되어 ‘fixed’로 가정한 구조해석결과값과 거의 유사하게 나타났다. 커버플레이트가 사용된 폴더블 모듈러 접합부의 경우 실험 강성이 약 0.10 kN/mm로 나타나 완전 강접합인 경우에 비하여 절반 정도 수준인 것으로 나타났다. 그러나 완전 ‘pinned’ 접합 강성보다는 높은 수준으로 커버플레이트가 사용된 폴더블 모듈러 시스템은 반강접(semi-rigid) 수준인 것으로 나타났다.

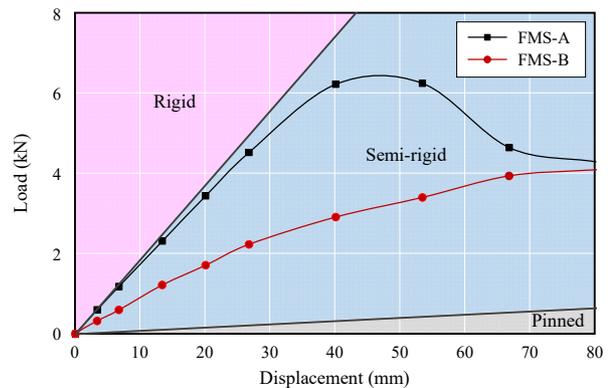


Fig. 13. Stiffness evaluation of joint

## 4. 결론

본 연구에서는 보와 기둥이 분리되어 있는 폴더블 모듈러의 접합을 위하여 커버플레이트를 개발하여 이를 적용한 폴더블 모듈러 접합부의 구조성능평가를 수행하였고, 다음과 같은 결론을 도출하였다.

- (1) 커버플레이트를 적용한 폴더블 모듈러의 비교군으로 용접 접합을 수행한 실험체(FMS-A)의 경우 층간변위 약 1.0 %에서 항복이 발생하였으며, 2.0 %에서는 최대강도를 보여주었고, 3.0 %에서는 용접부에서 파괴되었다. 용접 접합된 실험체는 구조해석 시 접합 조건을 ‘fixed’로 가정한 모델을 대상으로 제작한 것으로 해석모델과

강성은 거의 유사하게 나타났다.

- (2) 커버플레이트를 적용한 폴더블 모듈러 접합부의 경우, 강성은 용접 접합을 수행한 실험체에 비하여 약 50 % 정도 수준으로 해석모델과 비교하였을 때 반강접 접합부로 분류되었다. 또한, 커버플레이트를 적용한 폴더블 모듈러 접합부는 취성 파단 없이 최대 가력점까지 강도가 점차 증가하여 매우 큰 연성능력을 확보한 것으로 나타났다.
- (3) 커버플레이트를 적용한 폴더블 모듈러 접합부는 접합부의 파단 없이 큰 연성능력을 보유하고 있지만, 강접합(rigid)에 비하여 낮은 강성을 보여주고 있어 추후 폴더블 모듈러 적용 시 접합부의 낮은 강성을 향상시킬 수 있는 접합부 개선 연구가 필요할 것으로 판단된다.

## 감사의 글

이 논문은 과학기술정보통신부의 재원으로 수행된 한국건설기술연구원 주요사업의 결과물임(No. 20230064-001).

## 참고문헌(References)

- [1] Oh, K., Park, K.-S., Lee, S.-S., Baek, C.-H., Kwak, M.-K., Kim, E.-Y., and Boo, Y.-S. (2022) Development of Foldable Modular System for Screening Clinics Possible to Stockpile, *Magazine of the Korean Society of Steel Construction*, KSSC, Vol.34, No.1, pp.7-13 (in Korean).
- [2] Park, K.-S. et al. (2022) *Development of Modular System and Establishment of Supply & Operational System That can Respond Immediately to Disaster (2/3)*, Research Report No. KICT 2022-065, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology, Korea (in Korean).
- [3] Lacey, A.W., Chen, W., Hao, H., and Bi, K. (2018) Structural Response of Modular Buildings - An Overview, *Journal of Building Engineering*, Elsevier, Vol.16, pp.45-56.
- [4] Lee, S.S., Park, K.S., Hong, S.Y., and Bae, K.W. (2015) Behavior of C-Shaped Beam to Square Hollow Section Column Connection in Modular Frame, *Journal of Korean Society of Steel Construction*, KSSC, Vol.27, No.5, pp.471-481 (in Korean).
- [5] Jang, D., Oh, K., Kang, C., and Lee, K. (2019) Seismic Performance Evaluation of H-Shape Beam-to-Column Connection in Modular System, *Journal of Korean Society of Steel Construction*, KSSC, Vol.31, No.5, pp.339-347 (in Korean).
- [6] Oh, K., Kim, S.-H., Shin, K.-J., Yoon, B.-I., and Lee, K. (2020) Structural Performance Evaluation of Modular Connection Using Specially Fabricated Blocks, *Journal of Korean Society of Steel Construction*, KSSC, Vol.32, No.4, pp.257-267 (in Korean).
- [7] Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2022) *General Rules for Korean Building Code (KDS 41 10 05: 2022)*, Korea (in Korean).
- [8] Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2022) *Design Load for Building Structures (KDS 41 12 00: 2022)*, Korea (in Korean).
- [9] Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2022) *Design Standards for Formwork and Support (KDS 21 50 00: 2022)*, Korea (in Korean).
- [10] Korean Agency for Technology and Standards (2022) *Test Pieces for Tensile Test for Metallic Materials (KS B 0801: 2007)*, Korea (in Korean).
- [11] Korean Agency for Technology and Standards (2018) *Carbon Steel Square Pipes for General Structural Purposes (KS D 3568: 2018)*, Korea (in Korean).
- [12] Korean Agency for Technology and Standards (2023) *Hot-Rolled Mild Steel Plates, Sheets and Strip (KS D 3501: 2008)*, Korea (in Korean).

**요약**: 본 연구에서는 보와 기둥이 분리되어 있는 폴더블 모듈의 접합을 위하여 커버플레이트를 개발하였으며, 이에 대한 구조성능평가를 수행하였다. 커버플레이트가 사용된 폴더블 모듈러 접합부의 비교 실험체로 용접 접합을 수행한 실험체를 추가적으로 제작하였다. 구조성능평가 결과, 용접 접합한 폴더블 모듈러 접합부의 경우 구조해석에서 실시한 강접합과 유사한 성능을 보여주었으나, 층간변위 3 %에서 용접 접합부에서 파단이 발생하였다. 커버플레이트를 사용한 폴더블 모듈러 접합부의 경우에는 비록 강성은 강접합에 비하여 50 % 정도 수준이었지만, 접합부의 파단 없이 매우 큰 연성능력을 보여주었다.

**핵심용어**: 접이식 구조물, 모듈러 시스템, 커버플레이트, 모듈러 접합부, 구조성능