

# 샌드위치식 복합구조체의 셀(Cell)형상비가 거동과 성능에 미치는 영향

정연주\* · 정광희\* · 김병석\* · 박성수\*\* · 황일선\*\*  
\*한국건설기술연구원 토목연구부, \*\*삼성중공업 조선플랜트연구소

## Effect of Span-to-Depth Ratio on Behavior and Capacity in Composite Structure of Sandwich System

YOUN-JU JEONG\*, KWANG-HOE JUNG\*, BYUNG-SUK KIM\*, SEONG-SU PARK\*\* AND EYL-SEON HWANG\*\*  
Civil Eng. Division, Korea Institute of Construction Technology\*, Shipbuilding & Plant Research Institute, SAMSUNG Heavy Industries\*\*

**KEY WORDS:** Composite Structure 복합구조체, Sandwich System 샌드위치식, Span-to-Depth Ratio 셀(cell) 형상비, Load-carrying Mechanism 하중전달 메카니즘, Shear Capacity 전단성능, Flexural Capacity 휨성능, Failure Mode 파괴모드, Ductility 연성

**ABSTRACT:** This paper describes the effect of span-to-depth ratio, which describes aspect of cell formed with top diaphragm steel plate, on capacity in composite steel-concrete structure of sandwich system. The span-to-depth ratio affects load-carrying mechanism and load-distribution capacity of structure. Therefore, stress levels of members and load-resistance of system vary according to span-to-depth ratio. In this study, numerical nonlinear analysis was performed to various span-to-depth ratio for two types(MA, MB) composite structure of sandwich system to analyze the influence of span-to-depth ratio on behavior. The difference of load-carrying mechanism and stress of members results from analysis results, then based on these differences, the effects of span-to-depth ratio on shear capacity, flexural capacity and load-resistance capacity were analyzed. The effects on failure mode and ductility were introduced briefly. As a results of this study, as span-to-depth ratio increases, the load-resistance of bottom steel plate and concrete lower. This implies an increase in effective flexural and shear capacity. Therefore load-carrying capacity of structure improves as span-to-depth ratio increases. Especially, the effect is greater in shear than flexural capacity. As span-to-depth ratio increases, this difference between flexural and shear capacity may change failure mode and ductility. As span-to-depth ratio increases shear capacity increases more than flexural capacity, we should expect that structural behavior mode gradually change from shear to flexural and ductility of structure gradually improves

### 1. 서 론

샌드위치식 강-콘크리트 복합구조체는 셀(cell) 구조형식에 따른 콘크리트의 구속효과와 강재의 재료적 특성으로 인하여 높은 강성과 연성을 지니므로, 철근콘크리트 구조에 비해 붕괴될 때까지 흡수에너지가 커 대형 해양구조물에 적합한 장점을 갖고 있다. 또한 강판의 국부좌굴이 콘크리트에 의해 억제되기 때문에 상대적으로 얇은 강판의 사용이 가능하고, 해양환경에서는 콘크리트 침식문제가 방지되고, 시공측면에서는 철근콘크리트 구조물의 경우에 발생하는 배근 및 거푸집 철거 작업이 생략되어 공기단축에 유리한 장점을 갖고 있다. 그러나 아직 샌드위치식 강-콘크리트 복합구조체의 거동 및 파괴 메카니즘에 대한 충분한 연구가 진행되지 않고 있으며, 국내에서는 관련 분야 연구가 전무한 실정이다. 샌드위치식 강-콘크리트 복합구조체에서 격벽(diaphragm)은 하중 분배와 콘크리트 구속효과에 관련된 사항으로 전체적 거동에 중요한 역할을 담당한다. 본 구조체는 기본적으로 하중이 격벽과 내부 콘크리트를 통해 지지점과 하부강판으로 전달되는 거동 특성을 나타내지만, 셀 형상비(span-to-depth ratio, h/s)에 따라 이 거동 특성은 변화할 수도 있다. 따라서 셀 형상비는 본 구조체의 하

중전달 메카니즘, 하중분배능력과 이에 따른 내부 콘크리트 및 하부강판의 응력 상태를 변화시켜 구조체의 성능에 영향을 미친다. 본 연구에서는 샌드위치식 복합구조체의 기본적 거동특성, 하중전달 메카니즘 및 부재의 응력상태를 바탕으로 셀 형상비가 휨성능, 전단성능, 하중저항성능, 파괴모드, 연성 등의 본 구조체 거동 및 성능에 미치는 영향을 규명하고자 한다.

### 2. 샌드위치식 복합구조체의 구성 및 모델링

#### 2.1 샌드위치식 복합구조체의 구성

대형 해양구조물에 샌드위치식 강-콘크리트 복합구조체의 적용은 일본 (주)Hitachi Shipping and Engineering Company에 의 북극해의 석유시추선에 처음 도입되었으며(1985), 일본 운수성 산하 (재)연안개발기술연구센터에서는 침매식 터널에 본 구조체를 적용하였다(1996). 또한 캐나다 CFER(Center for Front Engineering Research)에서는 해양구조물 제작을 위한 인공섬 강재와 모래로 구성된 간단한 형태의 본 구조체를 적용하였으며(1990), 연구와 실험을 거쳐 석유시추선의 ice-resisting wall에 본 구조체를 적용하였다(1992).

샌드위치식 복합구조체의 일반적인 구성은 상하강판과 이들

을 연결하는 격벽, 여기에 충전되는 콘크리트 그리고 강판과 콘크리트의 합성작용을 담당하는 횡방향 보강재 또는 스티드로 구성된다(Fig. 1 참조). 상하강판과 격벽의 구속력에 의해 콘크리트는 상대적으로 높은 강성을 얻을 수 있고, 격벽은 콘크리트가 부담하는 하중의 일부분을 하부강판으로 전달하여 콘크리트의 하중 부담률을 줄여준다. 따라서 본 구조체의 항복 및 파괴상태는 하부강판에 의해 지배되지만, 기본거동 및 하중전달 메카니즘은 셸 형상비에 따라 변화하고 보(beam)와는 다소 다른 거동특성을 나타낸다.

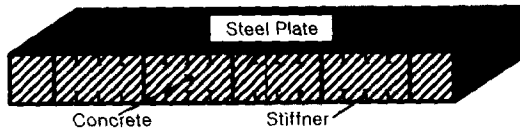


Fig. 1 Sandwich system

## 2.2 모델링 및 물성

셸 형상비에 따른 샌드위치식 복합구조체의 거동특성 분석을 위해 Fig. 2, 3에 나타난 것과 같은 모델에 대한 소성해석을 실시하였다. 대상구조체에 대한 모델링은 해석상의 편의를 위해 전체 구조체의 1/2 모델링(2D)을 실시하였으며, 이때 콘크리트, 강재 모두 8절점 사각형(CQ16M) plane stress 요소를 이용하였고 내부 횡방향 보강재는 T형으로 모델링하였다. 본 해석에서 이용한 콘크리트와 강재의 기본물성 및 응력-변형률 관계는 Table 1 및 Fig. 4에 나타난 바와 같다.

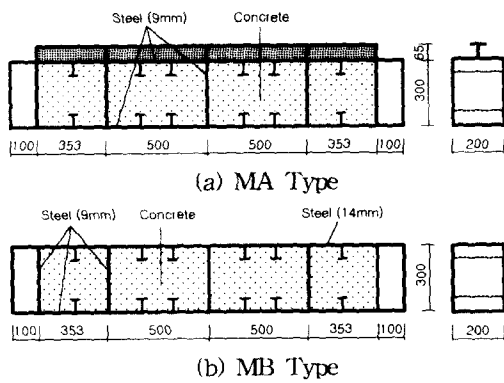


Fig. 2 Dimension and details

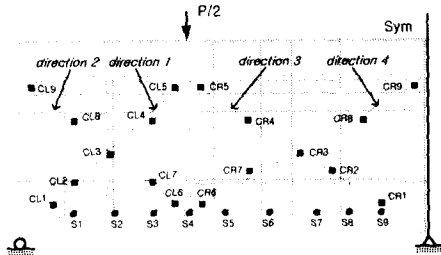


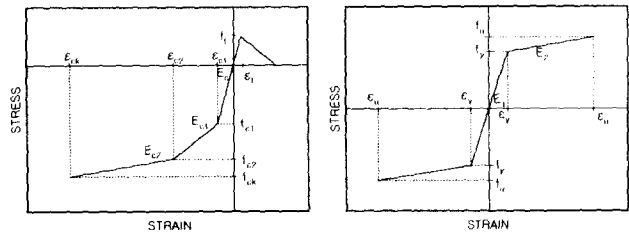
Fig. 3 Analysis model(MA Type)

이때, 콘크리트 압축부의 소성모델은 smeared crushing 모델을, 콘크리트 인장부의 균열모델은 smeared cracking 모델(tension cut-off, tension softening, shear retention 현상)고 적용하는 Drucker-Prager 모델을 이용하였다. 강재의 응력-변형률 관계는 변형률 경화현상을 bi-linear 형태로 이상화시킨 응력

-변형률 관계를 이용하였으며, 소성모델로는 Von-Mises 모델을 이용하였다.

Table 1 Properties of materials(units : kg, cm)

Concrete		Steel		
		9(mm)	14(mm)	
$f_{ck}$	332	$f_y$	2870	2830
$f_t$	31	$f_u$	4870	4630
$E_c$	$1.37 \times 10^4$	$E_s$	$1.93 \times 10^4$	$1.95 \times 10^4$



(a) concrete (b) steel

Fig. 4 Stress-strain relation

## 2.3 셸 형상 설정

본 구조체는 기본적으로 하중이 격벽과 내부 콘크리트를 통해 지지점과 하부강판으로 전달되는 거동 특성을 나타내지만, 셸 형상비에 따라 이 거동 특성은 변화할 수도 있다. 따라서 셸 형상비는 하중전달 메카니즘과 내부 콘크리트, 하부강판의 응력 상태를 변화시켜 구조체의 성능에 영향을 미친다. 본 연구에서는 Fig. 5에 나타난 바와 같은 4가지 셸 형상비에 대해 셸 형상비가 본 구조체의 성능 및 거동에 미치는 영향을 비교 분석하였다.

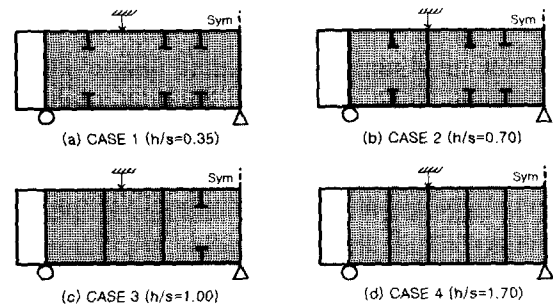
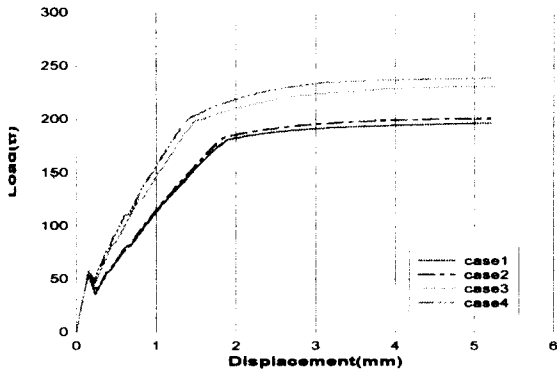


Fig. 5 Span-to-depth ratio

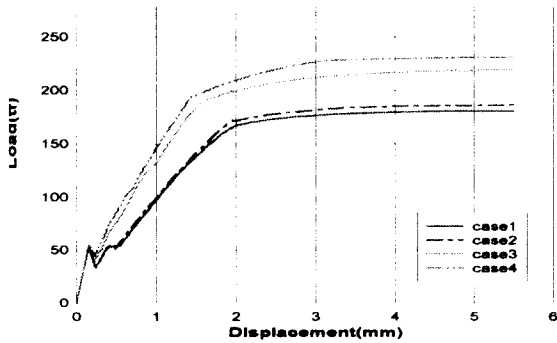
## 3. 해석 결과

### 3.1 하중-변위 곡선

Fig. 6은 각 Type별로 셸 형상비에 대한 하중-변위 곡선을 나타낸 것이다. MA Type, MB Type 모두 셸 형상비가 증가할수록 항복 및 극한강도가 증가하는 특성을 나타내고 있다. 이때 CASE 2와 CASE 3의 경우에 많은 차이가 발생하지만 CASE 1, 2와 CASE 3, 4의 경우는 거의 유사한 결과를 나타내고 있다.



(a) MA Type



(b) MB Type

Fig. 6 Load-displacement curve

### 3.2 부재별 응력상태

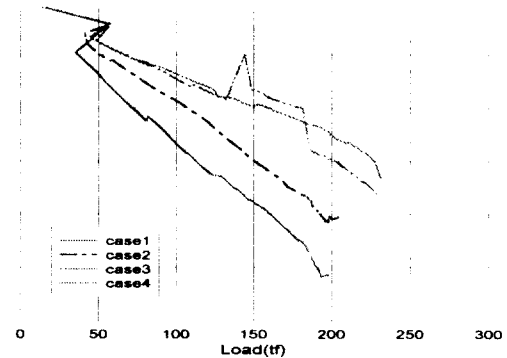
#### (1) 콘크리트

콘크리트의 주응력 방향은 셀 형상비에 관계없이 하중점에서 지지점 방향 즉, Fig. 3의 direction 1, direction 3 방향으로 나타나게 된다. 그러나, 주응력 크기는 셀 형상비에 따라 다소 차이가 있다. Fig. 7은 두 개의 하중경로 중에서 주응력의 크기가 더 크게 발생하는 direction 3 방향 CR3지점에서의 주응력 크기를 각 Type별로 나타낸 것이며, 셀 형상비가 증가할수록 콘크리트의 주응력 크기가 상대적으로 감소하는 것을 알 수 있다. 이때 콘크리트의 주응력 크기에서도 하중-변위 곡선의 경우와 유사하게 CASE 2와 CASE 3의 경우에 많은 차이가 발생하지만, CASE 1, 2와 CASE 3, 4의 경우는 거의 유사한 결과를 나타내고 있다.

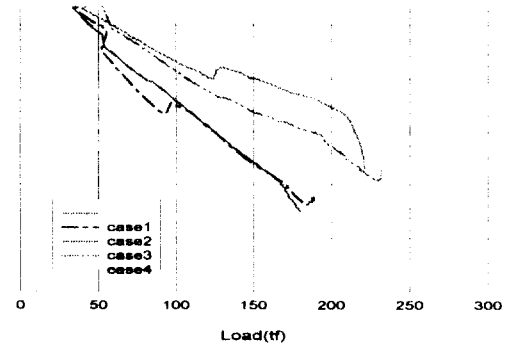
#### (2) 하부강판

Fig. 8은 하부강판의 위치별 축방향 응력상태를 나타내는 것으로, 하중-변위 곡선과 콘크리트 주응력 크기의 경우와 유사하게 CASE 2와 CASE 3의 경우에 많은 차이가 발생하지만 CASE 1, 2와 CASE 3, 4의 경우는 거의 유사한 결과를 나타내고 있다. 이때, 셀 형상비가 증가할수록 축방향 응력이 감소하며, 이러한 응력감소 현상은 중앙부위에서는 작게, 지지점 부위에서는 크게 나타남을 알 수 있다. 또한 낮은 셀 형상비에서는 중앙 지지점 근처 일부 부위를 제외하고는 거의 동일한 응력상태를 나타내는 트러스 거동을 나타내지만, 셀 형상비가 증가할수록 지점별로 응력차이가 많이 발생하는 보 거동

특성을 나타낸다. Fig. 9는 하부강판에서 가장 큰 응력을 나타내는 중앙부 S5지점에서의 축방향 인장응력을 각 Type별로 나타낸 것으로, 최대 발생응력이 셀 형상비에 관계없이 모두 항복응력인  $2860 \text{ kg/cm}^2$ 에 도달하여 이 지점에서 항복이 발생함을 나타내고 있다.



(a) MA Type



(b) MB Type

Fig. 7 Principal stress of concrete(CR3)

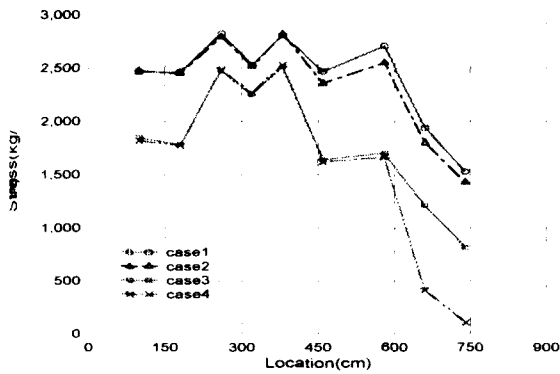
## 4. 셀 형상비에 따른 거동 및 성능

### 4.1 해석결과 분석

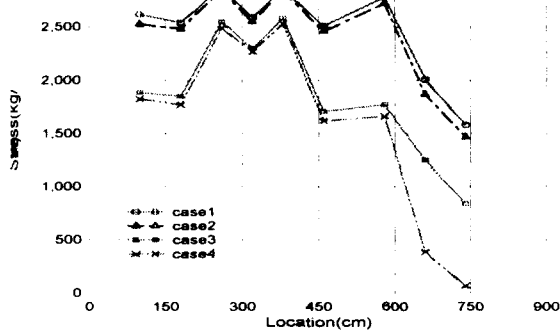
이상의 해석결과를 종합하면 셀 형상비에 따른 부재 응력과 하중저항능의 변화는 하중전달 메카니즘과 이에 따른 하중분배능력과 밀접한 관련이 있는 것으로 판단된다. 즉, 셀 형상비가 증가할수록 콘크리트가 부담하던 하중의 일부를 격벽이 부담하고, 셀 구조에 따른 하중분배능력이 향상되어 상대적으로 콘크리트의 응력이 감소하는 것으로 판단된다. 또한 하중전달 메카니즘의 변화는 하부강판의 축방향 인장응력 감소효과를 나타내는 것으로 판단된다. 이러한 부재의 응력감소 효과는 유효전단능력과 유효휨성능의 향상을 나타내는 것이고, 이에 따라 구조물의 하중저항능력도 향상되는 것으로 판단된다.

### 4.2 하중전달 메카니즘

Fig. 10(a)에 나타난 바와 같이 본 구조체에서 하중은 셀 형상비에 관계없이 기본적으로 하중점에서 지지점으로 전달된다. 따라서 대각선 방향의 하중경로(주응력 방향)에 위치한 콘크리트에는 높은 응력이 발생하고 이외의 콘크리트에는 상대적으로

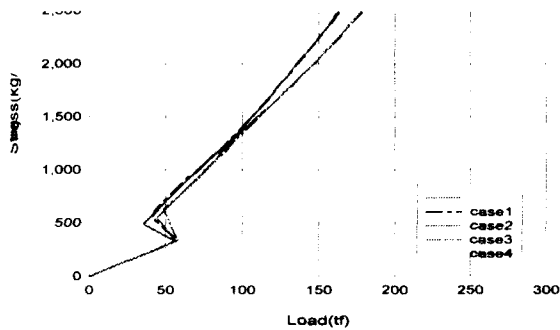


(a) MA Type (180tonf)

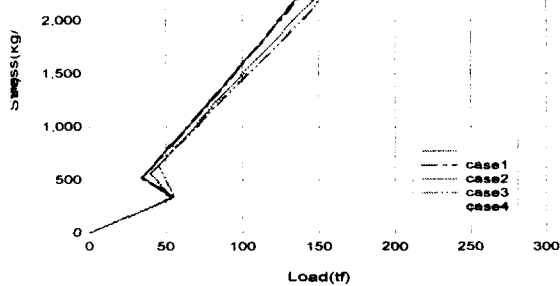


(b) MB Type (170tonf)

Fig. 8 Axial stress of bottom steel plate



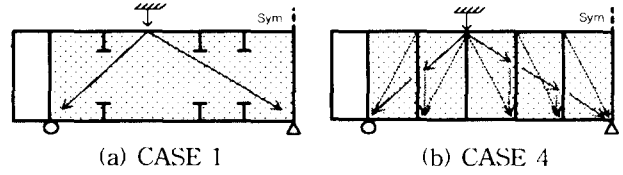
(a) MA Type



(b) MB Type

Fig. 9 Axial stress of S5

낮은 응력이 발생하게 된다. 콘크리트를 통해 대각선 방향으로 지지점에 전달된 하중은 하부강판의 양단에서 인장력으로 작용하고 따라서 하부강판은 위치에 따라 거의 동일한 축방향 인장응력이 발생하는 트러스 거동을 나타낸다.



(a) CASE 1 (b) CASE 4

Fig. 10 Load-carrying mechanism by cell

그러나 셀 형상비가 증가할수록 셀 구조의 특성으로 각 셀의 대각선 방향으로 2차 하중전달 경로가 생성되는 하중전달 메커니즘의 변화가 발생한다(Fig. 10(b)). 이러한 하중전달 메커니즘의 변화는 본 구조체의 하중분배능력을 향상시킨다. 따라서 콘크리트의 주응력 크기는 줄어든다. 또한 셀 형상비가 증가할수록(CASE 3, 4) 콘크리트가 부담하던 하중의 일부를 격벽이 부담하기 때문에 상대적으로 콘크리트 응력이 감소한다.

하중전달 메커니즘 변화에 따른 하중분배능력의 향상은 하부강판의 인장응력에도 영향을 미친다. 셀 형상비가 증가할수록 각 셀의 대각선 방향으로 생성되는 2차 하중경로를 통해 하부강판으로 전달되는 하중은 하부강판의 특정 부위에 압축력으로 작용하고 이 효과만큼 인장력 감소 효과가 발생한다. 이러한 인장응력 감소효과는 격벽과 하부강판의 교차점에서 발생하므로 지지점 근처에서 많이 발생하고 경간 중앙부에서는 그 영향이 미미하다. 또한 하중전달 경로와 관계없는 격벽은 구조체의 거동 및 성능에 거의 영향을 미치지 않는다. 본 구조체에서 하중점 아래 수직방향으로는 하중전달이 거의 이루어지지 않는다. 따라서 여기에 위치한 격벽은 하중전달에 기여하지 않으므로 CASE 1, 2 경우의 해석결과에서 나타난 바와 같이 구조물의 거동 및 성능과, Fig. 8에 나타난 경간 중앙부의 인장응력 감소효과에 거의 영향을 미치지 않는다. 따라서 셀 형상비가 증가할수록 하부강판은 휨거동 특성을 나타내게 된다. 또한 셀 형상비에 따른 성능향상 효과는 CASE 3, 4 경우의 해석결과에서 나타난 바와 같이 일정 셀 형상비 이상에서는 그 영향이 미미한 것으로 판단된다.

#### 4.3 유효휨성능 (Effective Flexural Capacity, EFC)

본 구조체의 휨성능을 결정하는 것은 하부강판의 응력상태이다. 동일한 하중하에서 하부강판의 응력상태는 셀 형상비가 증가할수록 감소하는데(Fig. 8 참조) 이것은 유효휨성능의 향상을 뜻한다. 응력감소에 따른 유효휨성능 향상 효과는 CASE 1 경우의 응력상태를 기준으로 각 셀 형상비에서의 축방향 인장응력 차이를 하부강판 항복응력( $f_y$ )에 대한 비율로 표현하여 식 (1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$EFC \text{ ratio} = \left[ 1 - \frac{(f_i - f_1)}{f_y} \right] \times 100 (\%) \quad (1)$$

여기서,  $f_i$ 는 각 셀 형상비에 대한 하부강판 인장응력이며,  $f_1$ 은 기준으로 설정한 CASE 1 경우의 하부강판 인장응력을 나타낸다. 이와 같이 유효휨성능비를 이용하여 셀 형상비 변화

에 따른 본 구조체의 상대적 휨성능 향상 효과를 정량적으로 나타낼 수 있다. 응력감소에 의한 유효휨성능 향상 효과는 하부강판의 지점별로 다르게 나타나지만, 최대응력을 나타내어 하부강판의 거동을 지배하며 가장 작은 응력감소효과를 나타내는 S3, S5지점에서의 유효휨성능이 본 구조체의 하중저항능력에 직접적인 영향을 미치므로 이 지점에 대해서만 분석하였다. S5지점에서 셀 형상비에 따라 CASE 1의 경우를 기준으로 한 응력비와 이에 따른 상대적 유효휨성능비는 Table 2, Fig. 11에 나타난 바와 같다. 분석결과 MA, MB type의 S5지점에서 유효휨성능 향상 효과는 CASE 2, 3의 경우는 약 8.0~9.1%이며, CASE 1, 2와 CASE 3, 4의 경우에는 약 0.7~2.1% 정도로 나타남을 알 수 있다.

Table 2 Axial stress and Effective Flexural Capacity(EFC)

CASE (h/s)	MA Type			MB Type		
	Axial stress (kg/cm <sup>2</sup> )	Stress ratio (%)	EFC ratio (%)	Axial stress (kg/cm <sup>2</sup> )	Stress ratio (%)	EFC ratio (%)
CASE 1(0.35)	2860	100.0	100.0	2860	100.0	100.0
CASE 2(0.70)	2820	98.6	101.4	2840	99.3	100.7
CASE 3(1.00)	2590	90.6	109.4	2580	90.2	109.8
CASE 4(1.70)	2530	88.5	111.5	2530	88.5	111.5

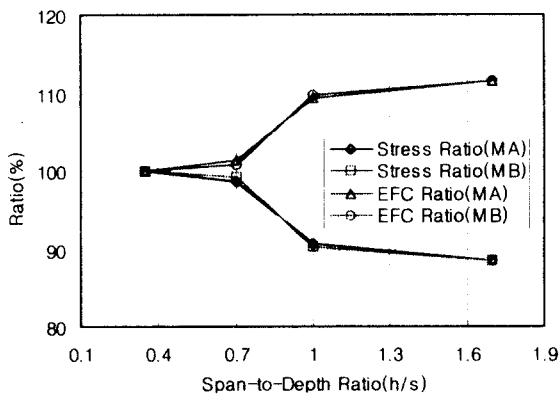


Fig. 11 Axial stress ratio and EFC ratio

#### 4.4 유효전단성능 (Effective Shear Capacity, ESC)

본 구조체의 전단성능을 결정하는 것은 콘크리트의 응력상태이다. 동일한 하중하에서 콘크리트의 응력상태는 셀 형상비가 증가할수록 감소하는데(Fig. 7 참조) 이것은 유효전단성능의 향상을 뜻한다. 응력감소에 따른 유효전단성능 향상 효과는 휨 경우와 동일하게 CASE 1 경우의 응력상태를 기준으로 각 셀 형상비에서의 압축응력 차이를 콘크리트 압축강도( $f_{ck}$ )에 대한 비율로 표현하여 식(2)과 같이 나타낼 수 있다.

$$ESC \text{ ratio} = \left[ 1 - \frac{(f_i - f_1)}{f_{ck}} \right] \times 100 (\%) \quad (2)$$

여기서,  $f_i$ 는 각 셀 형상비에 대한 콘크리트 주응력 크기이며,  $f_1$ 는 기준으로 설정한 CASE 1 경우의 콘크리트 주응력 크기를 나타낸다. 이와 같이 유효전단성능으로 셀 형상비 변화에 따른 본 구조체의 상대적 전단성능 향상 효과를 정량적으로

로 나타낼 수 있다. 응력감소에 의한 유효전단성능 향상 효과는 콘크리트 부위별로 다르게 나타나지만, 하중경로상에 위치하여 셀 형상비에 따라 콘크리트에 최대응력을 나타내고, 셀 형상비 변화에 따른 콘크리트의 응력 변화를 효과적으로 나타내는 CR3지점에서의 유효전단성능이 본 구조체의 하중저항능력에 주로 많은 영향을 미치므로 이 지점에 대해서만 분석하였다. CR3 지점에서 셀 형상비에 따라 CASE 1의 경우를 기준으로 한 응력비와 이에 따른 상대적 유효전단성능비는 Table 3, Fig. 12에 나타난 바와 같다. 분석결과 MA, MB type의 CR3지점에서 유효전단성능 향상 효과는 CASE 2, 3의 경우는 약 34.0~42.5%이며, CASE 1, 2와 CASE 3, 4의 경우에는 약 -14.5~21.7% 정도로 나타남을 알 수 있다. 유효전단성능비의 경우 유효휨성능비의 경우와 달리 변화 폭이 넓은데 이것은 강재와는 달리 비균질·비등방성인 콘크리트의 재료적 특성상 응력변화가 크기 때문이며, 평균적인 유효전단성능비 증가는 CASE 2, 3의 경우는 약 38.3%, CASE 1, 2와 CASE 3, 4의 경우에는 약 -4.5, 12.0% 정도로 판단된다.

Table 3 Principal stress and Effective Shear Capacity(ES)

CASE (h/s)	MA Type			MB Type		
	Principa stress (kg/cm <sup>2</sup> )	Stress ratio (%)	ESC ratio (%)	Principa Stress (kg/cm <sup>2</sup> )	Stress ratio (%)	ESC ratio (%)
CASE 1(0.35)	363	100.0	100.0	326	100.0	100.0
CASE 2(0.70)	291	80.2	121.7	318	97.5	102.4
CASE 3(1.00)	178	49.0	155.7	177	54.3	144.9
CASE 4(1.70)	160	44.1	161.1	225	69.2	130.4

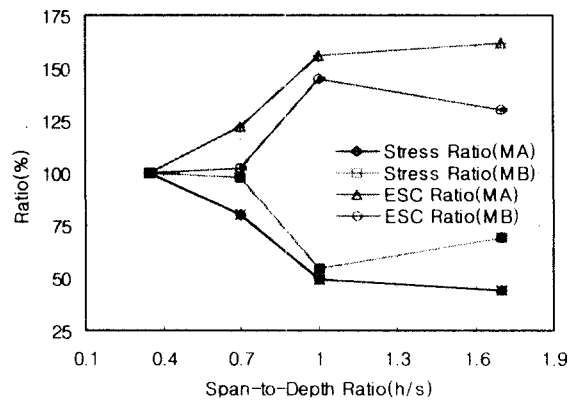


Fig. 12 Principal stress ratio and ESC ratio

#### 4.5 하중저항성능 (Load Resisting Capacity)

본 구조체의 하중저항성능은 항복하중( $P_y$ )과 극한하중( $P_u$ )으로 나타낼 수 있다. 따라서 셀 형상비에 따른 상대적 하중저항성능 향상 효과는 CASE 1 경우의 항복하중, 극한하중에 대한 각 셀 형상비에서의 항복하중, 극한하중의 비율로 정량적으로 나타낼 수 있다. 셀 형상비에 따른 각 Type의 항복하중 및 극한하중은 Fig. 13과 같으며, CASE 1의 경우를 기준으로 한 항복하중비, 극한하중비 등의 상대적 하중저항성능비는 Table 4, Fig. 14, 15에 나타난 바와 같다. 분석결과 MA, MB type의 항복하중 향상 효과는 CASE 2, 3의 경우는 약 7.7~10.8%이며

CASE 1, 2와 CASE 3, 4의 경우에는 약 2.2~3.0% 정도로 나타남을 알 수 있다. 또한 극한하중 향상 효과는 CASE 2, 3의 경우는 약 15.3~18.3%이며, CASE 1, 2와 CASE 3, 4의 경우에는 약 2.0~6.6% 정도 나타남을 알 수 있다.

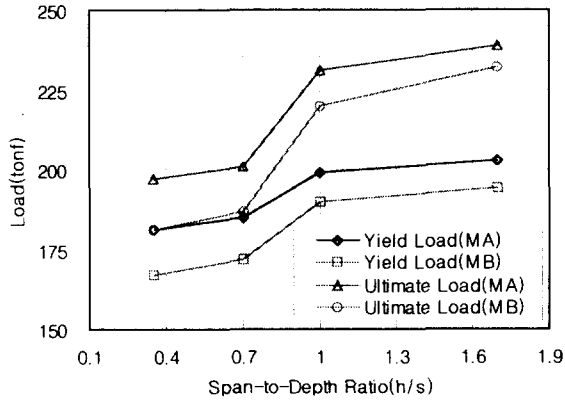


Fig. 13 Yield load and ultimate load

Table 4 Yield load ratio and ultimate load ratio

CASE (h/s)	MA Type				MB Type			
	$P_y$ (tonf)	$P_y$ Ratio (%)	$P_u$ (tonf)	$P_u$ Ratio (%)	$P_y$ (tonf)	$P_y$ Ratio (%)	$P_u$ (tonf)	$P_u$ Ratio (%)
CASE 1(0.35)	181	100.0	197	100.0	167	100.0	181	100.0
CASE 2(0.70)	185	102.2	201	102.0	172	103.0	187	103.3
CASE 3(1.00)	199	109.9	231	117.3	190	113.8	220	121.6
CASE 4(1.70)	203	112.2	239	121.3	194	116.2	232	128.2

#### 4.6 파괴모드와 연성

지금까지 분석한 유효휨성능, 유효전단성능, 하중저항성능을 종합적으로 분석하면, 셀 형상비에 따른 본 구조체의 파괴모드와 연성에 대한 예측이 가능하다. Fig. 14, 15는 MA, MB Type에 대한 유효휨성능비, 유효전단성능비, 하중저항성능비를 동시에 나타낸 것이다. 두 Type 모두 셀 형상비 증가에 따라 유효전단성능은 최대 약 44.9~61.1%의 증가를 보이는 반면, 유효휨성능은 최대 약 11.5%의 증가에 미침을 알 수 있다. 이때 전체구조물의 하중저항성능을 지배하는 항복하중과 극한하중은 각각 최대 약 12.2%~16.2%의 증가를 나타내며, 이것은 유효휨성능 증가와 유사한 경향을 나타낸다. 이를 바탕으로 본 구조체의 거동 및 파괴모드는 셀 형상비가 증가할수록 점진적으로 전단에서 휨으로 변화하고, 이에 따라 연성도 향상됨을 예측할 수 있다. 또한 셀 형상비가 증가할수록 전단성능을 지배하는 콘크리트 강도가 본 구조체의 하중저항성능에 미치는 영향은 줄어들고, 휨성능을 지배하는 하부강판의 영향이 증대함을 예측할 수 있다.

#### 4. 결 론

본 연구에서 얻어진 결과는 다음과 같다.

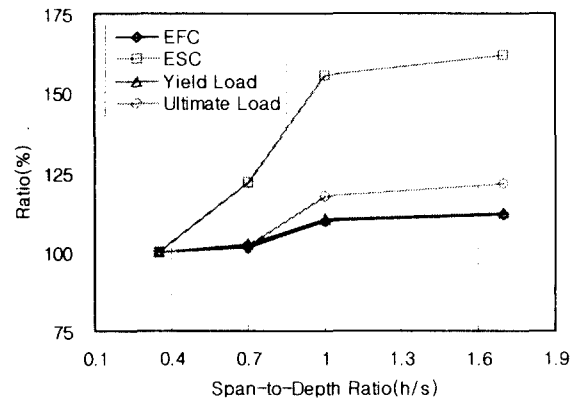


Fig. 14 Capacity ratio (MA Type)

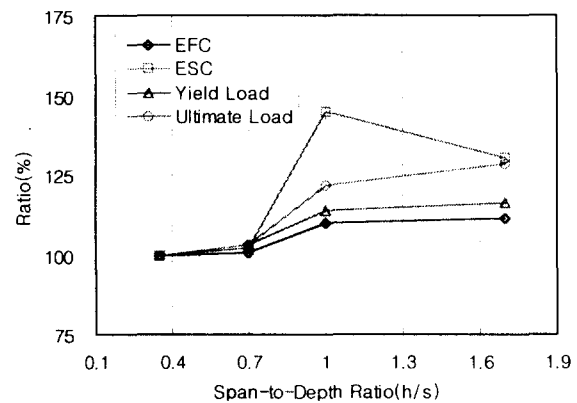


Fig. 15 Capacity ratio (MB Type)

- (1) 샌드위치식 복합구조체의 셀 형상비는 하중전달메카니즘과 하중분배능력에 영향을 미친다.
- (2) 따라서 셀 형상비가 증가할수록 본 구조체의 콘크리트(압축)와 강재(인장)의 응력은 감소한다.
- (3) 이것은 상대적으로 본 구조체의 유효전단성능, 유효휨성능을 향상시키며, 따라서 전체적인 하중저항능력이 향상된다.
- (4) 이때 셀 형상비의 증가에 따라 전단성능이 휨성능에 비해 더욱 크게 향상되므로, 이것은 본 구조체의 파괴모드와 연성에도 영향을 미칠 것으로 판단된다.

#### 참 고 문 헌

- Link, R.A.(1992), Finite Element Analysis of Composite Resisting Walls, thesis of Ph.D., Univ. of Alberta
- Link, R.A., and Elwi, A.E.(1995), "Composite Concrete-Steel Walls: Analysis and Behavior", J. of Structural Engine VOL.121, NO.2, pp.260-271
- Matsuiishi, M., Hattori, Y., Iwata, S., Ishihama, T., Yamamoto and Kitazono, M.(1985), "Ultimate Strength of Compo Steel-Concrete Structures of Sandwich System", J. of Japan, VOL.157, pp.233-240
- Zimmerman, T.(1993), Development and Testing of a Comp Ice-Resisting Wall, thesis of Ph.D., Univ. of Alberta