

이중합성벽체 Double Composite Wall



Precast.
Build faster,
Build smarter,
Build better.

CAMUS E&C

DCW 기술 도입 배경

최근 물류센터의 지하층과 반도체 공장 폐수처리시설 등의 건축구조물에서 층고가 10m를 넘으며 토압과 수압을 지지하는 두께 1.0m 이상의 벽체가 설계에 반영됨에 따라 이러한 대형 벽체 시공 시 대규모 가설재 설치 및 전문 숙련공 부족, 측압과 층고가 높아져 구조 안전성 확보, 안전사고 발생 우려 및 공기지연 등으로 인한 PC 부재의 수요가 증가하고 있다.

새로운 벽체 공법 필요성 대두

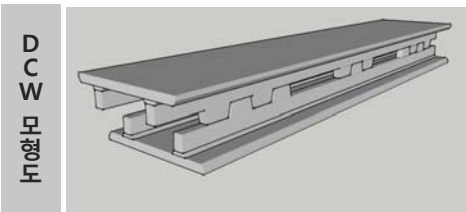


높은 측압/층고의 벽체 수요 증가

인건비 상승/ 숙련공 부족

레미콘 85제 도입

PC Wall 이용한 Module 시공



현장타설용벽체 거푸집 無 필요

현장 출력인원 최소화

사업장내 작업 최소화 / 공기단축

건설 품질 향상



단위 부재 공장 생산

현장 조립 및 부재 일체화

건설폐기물 및 CO2 발생 최소화

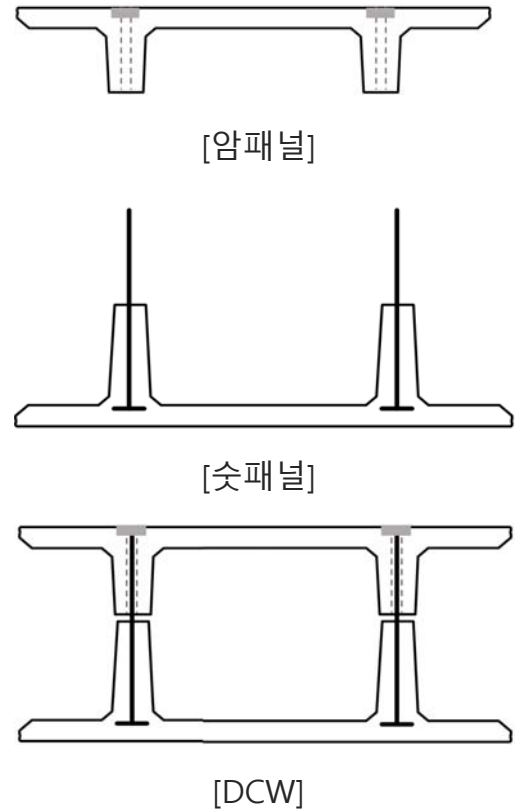
<그림 1> DCW 공법 도입 배경

이러한 문제점을 해결하고자 개발한 DCW는 대형 더블월 공법으로서 PC 설치와 동시에 PC 패널이 시공 중 하중에 저항하게 되며 중공부위가 현장 타설 콘크리트로 채워져 신·구 콘크리트가 일체화 됨으로서 속이 꽉찬 단면을 구성하여 설계내력 이상의 구조성능을 발휘하게 된다.

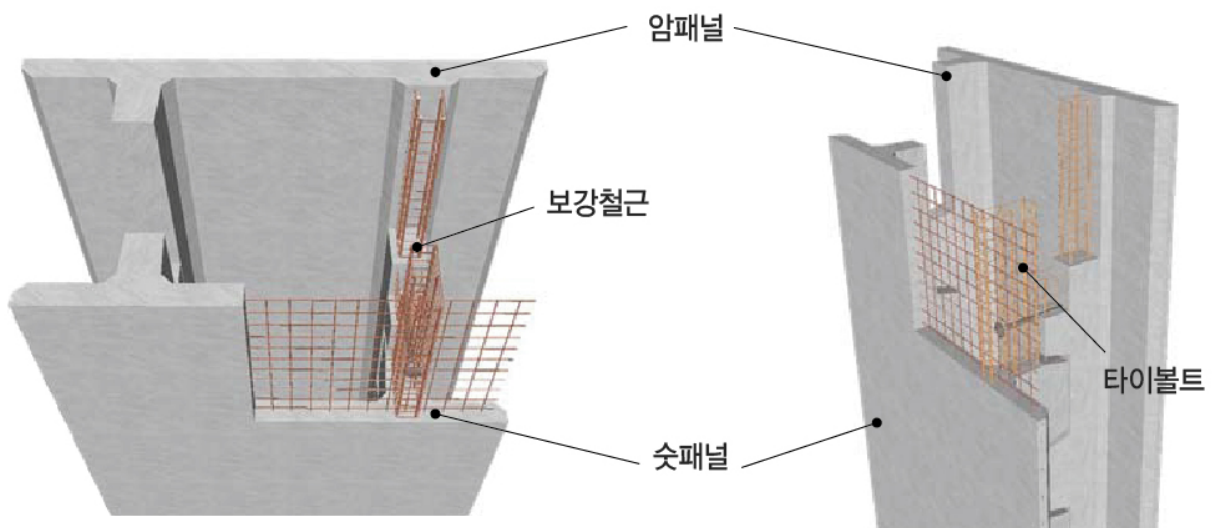
기술의 개념

DCW는 2개의 더블티 형상의 프리캐스트콘크리트 패널이 서로 마주보고 있는 단면 형상으로 구성되며 이때 각 패널은 앵커볼트가 매입되어 제작되는 슛패널과 앵커볼트가 관통되어 체결될 수 있도록 홀이 있는 암패널로 각각 단일 몰드에 철근과 와이어메쉬 등의 보강근을 배근하여 제작되며 패널간 너트 체결로 DCW를 구현한다. (공장 제작 시 반전기 불필요)

DCW는 공장에서 생산되어 현장으로 운송 후, 반입 즉시 설치되며 중공부위를 현장타설 콘크리트 채움으로 일체화를 구현한다.



<그림 2> DCW 패널 종류



<그림 3> DCW 형상 및 개념도

적용분야

DCW는 이중 합성벽 구조로 획기적인 공기단축과 건설 코스트 절감 효과를 기대할 수 있다.

DCW는 규격 및 보강상세에 따라 다음과 같이 다양한 구조물에 적용 가능하다.

- 고층, 주거용 상업용 및 산업용 건물 구조
 - 지하실 옹벽
 - 고층 코어 벽
 - 캔틸레버 옹벽
- 우수 저류조
- 폐수 처리장
- 기타 구조물



<그림 4> DCW 부재 및 형상

기술의 특징

DCW는 완공 후 수압과 토압 등 횡력에 대해서 지지하는 구조물이다.

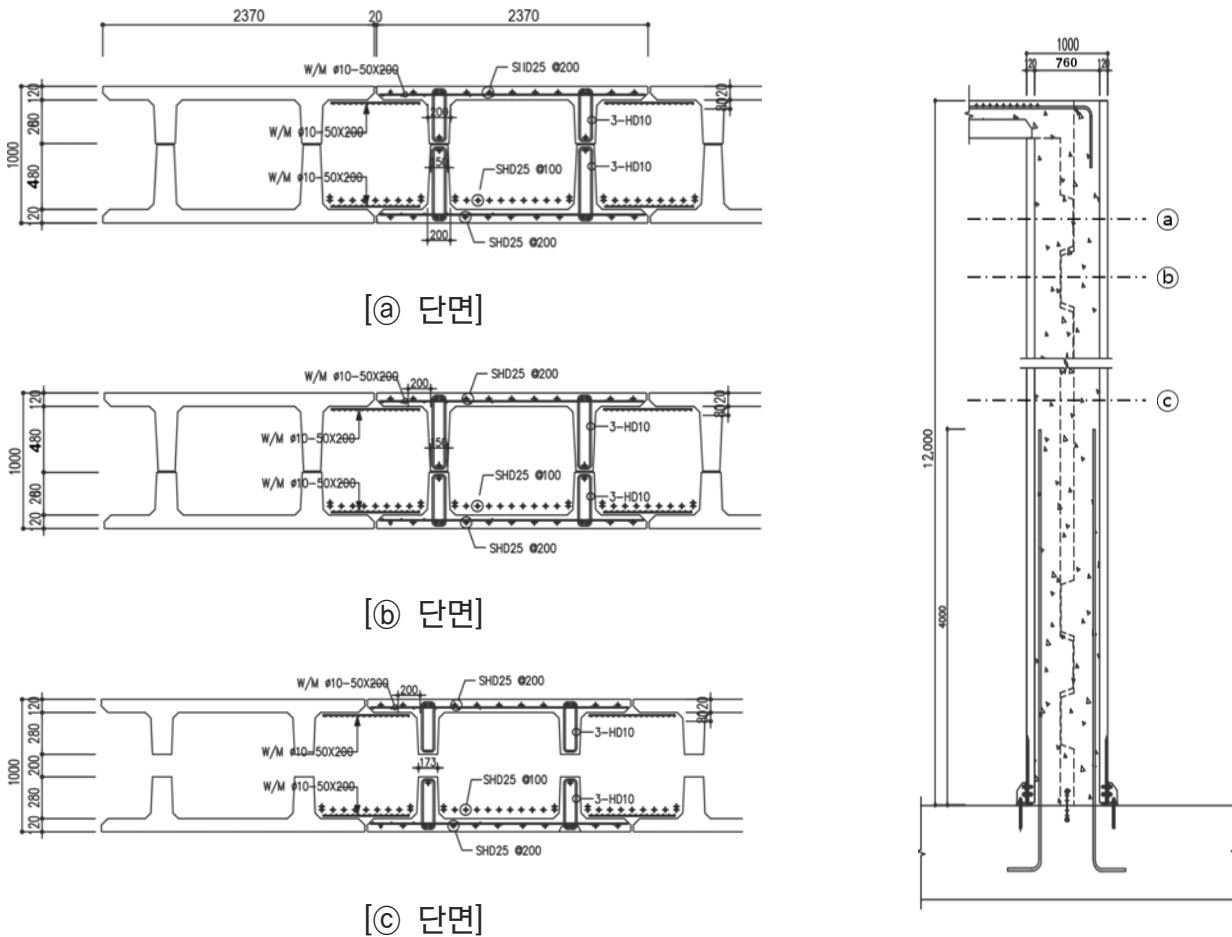
발주 여건상 빠른 시간내 공사를 끝내야 하고 타설 속도를 높여 시공 중 매우 큰 측압을 받게 되는데 이러한 시공 중, 완공 후의 각 조건에 모두 만족하기 위해 최적화된 DCW의 기술적 특징은 다음과 같다.

- 단면 효율 극대화
 - 더블 티 형상으로 단면 성능 향상
 - 높은 강성으로 변형 및 처짐에 유리
 - 이중 합성벽 구조로 부재의 경량화
- 시공성능 향상
 - 최적 앵커 설계로 서포트 불필요
 - 콘크리트 타설속도 = 2.0m/h
 - 타설콘크리트 슬럼프 ≤ 175mm
- 구조성능 향상
 - 생산, 운송 및 시공하중에 맞는 최적 설계
 - 내부 전단키 형성으로 전단 내력 향상
 - 타이볼트로 인한 콘크리트 측압지지
 - 시공중 풍하중에 대한 구조 안전성 확보
- 관통 철물 제거 통한 방수 성능 향상

DCW 단면상세

DCW는 구조물의 소요하중에 대해 두께 및 높이 등의 규격이 맞춤으로 설계되어 지며, 콘크리트 타설 측압 및 시공하중에 대해 구조 안전성을 확보할 수 있는 단면으로 상세가 구현된다.

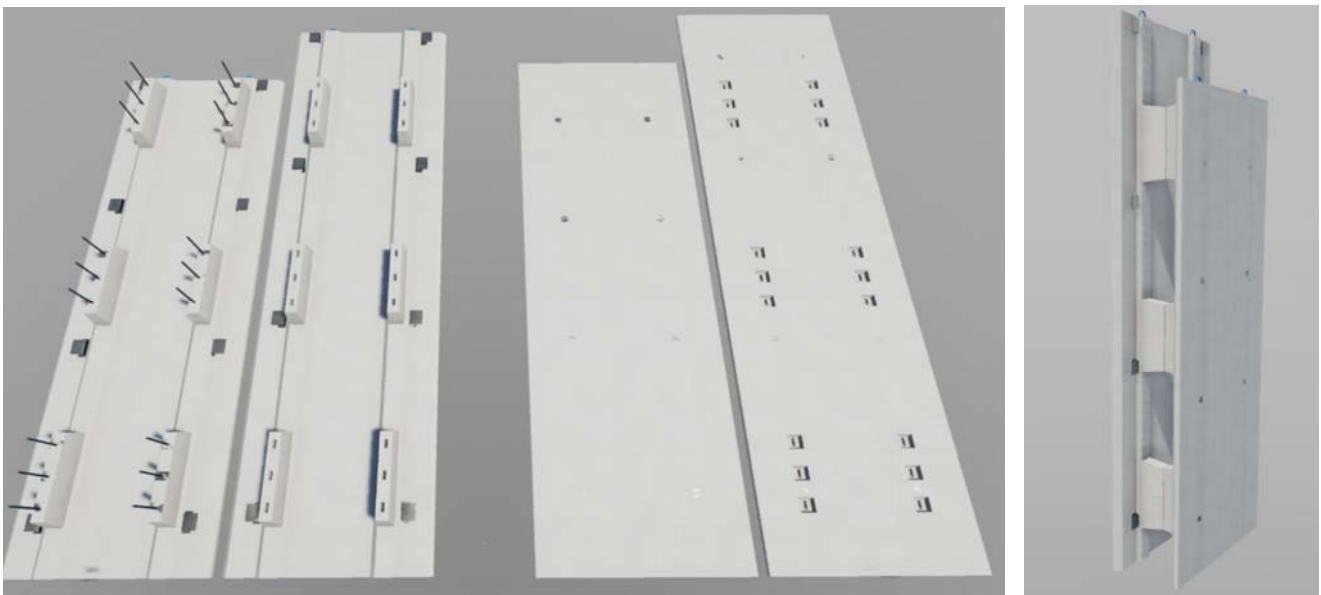
단일 패널 부재는 외측 벽의 두께는 120mm이며 스템 부분의 두께는 130mm~580mm의 두께로 DCW 전체 두께(500mm ~ 1,200mm)에 따라 다르게 산정되어 제작되며, DCW 표준 부재는 그림 5와 같다.



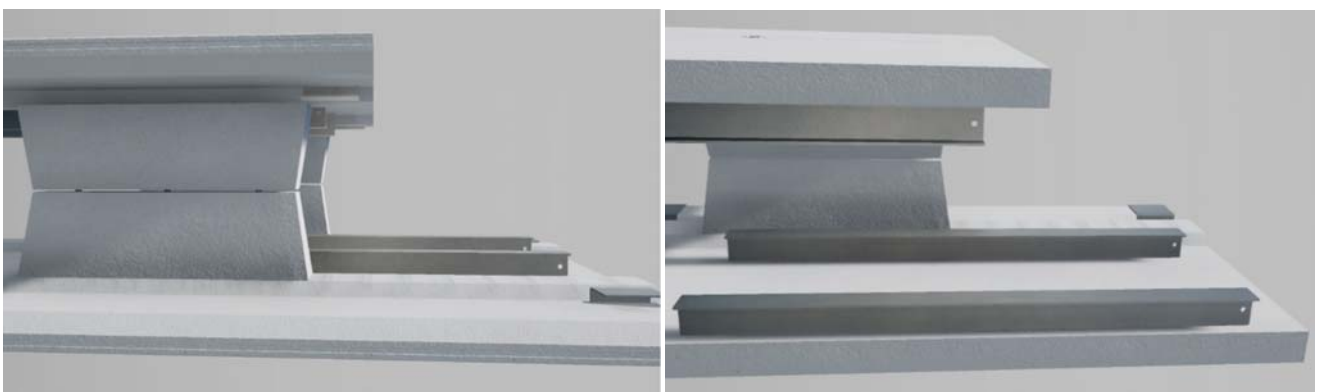
<그림 5> DCW 표준 부재

DCW 단면 특징

DCW는 부재 내 스템부분의 두께 조정 및 위치 이동이 용이하여 개구부 형성 위치에 따른 유연한 대응이 가능한 단면의 특성을 갖고 현장 작업량 최소화를 위한 일환으로 부재 인양 및 조립에 사용되는 인양고리를 매립하는 형태로 제작이 가능하다. DCW의 형상 및 접합부 상세는 그림 6~11과 같다.

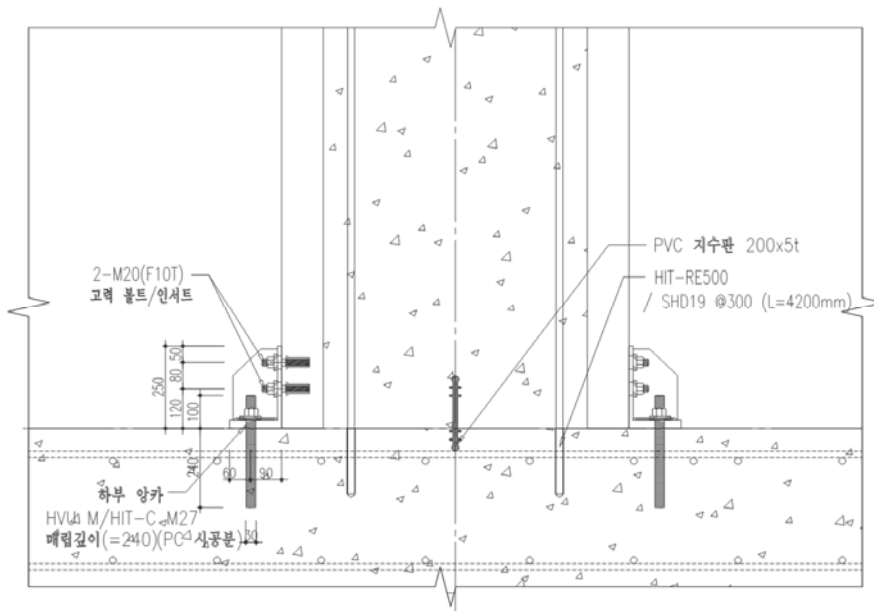


<그림 6> 스템 최소화한 DCW 형상



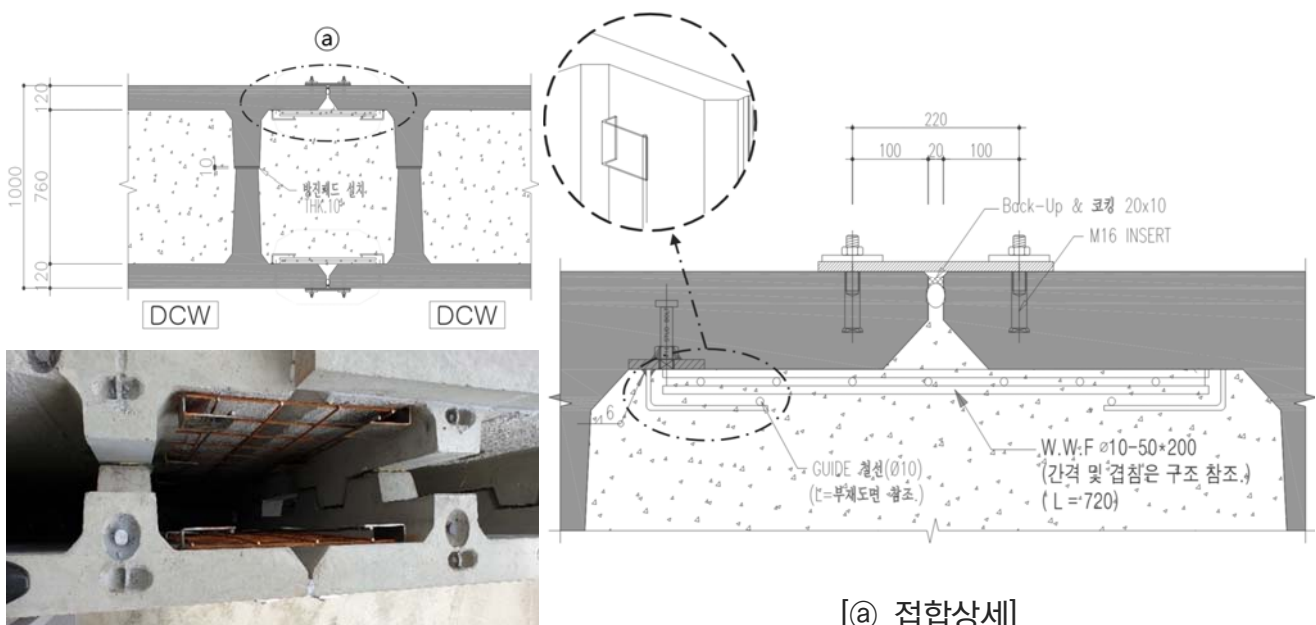
<그림 7> 인양고리 매립형 DCW 형상

RC 기초 - DCW 접합 상세



<그림 8> DCW 목업 하부 접합부 상세

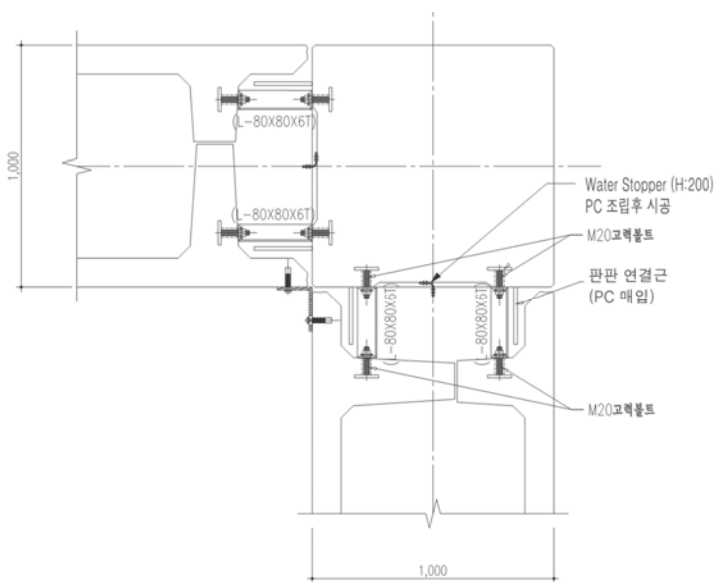
DCW - DCW 접합 상세



[a] 접합상세

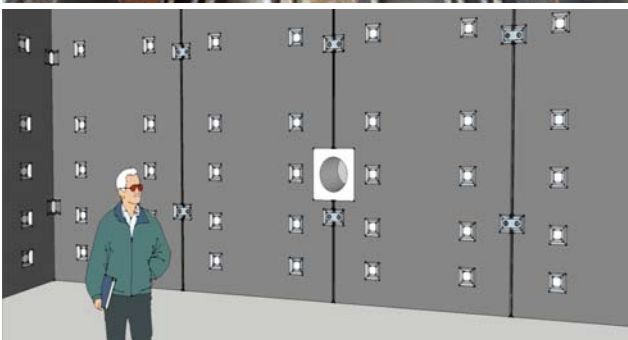
<그림 9> DCW-DCW 목업 접합부 상세

PC 기둥 - DCW 접합 상세



<그림 10> DCW 목업 코너부위 접합부 상세 및 코너 조립

DCW 슬리브관 설치



<그림 11> DCW 슬리브관 형상

DCW 구조설계

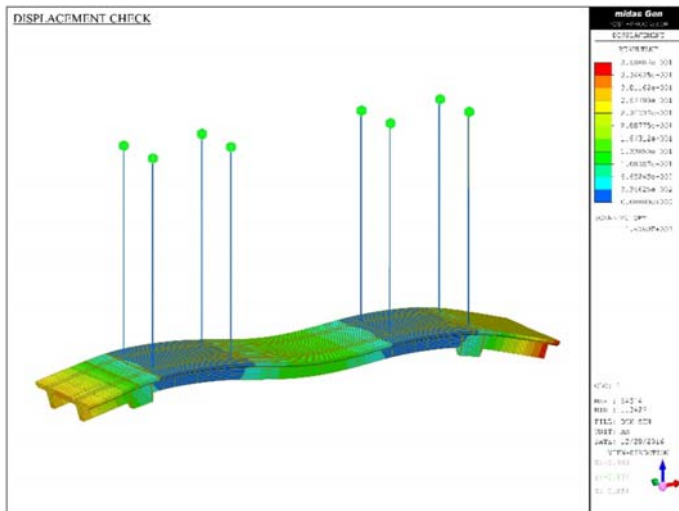
DCW는 완공이 된 후에는 수압과 토압 등 횡력에 대해서 지지하는 구조물이다. 스펠과 힘의 크기를 볼 때 힘재에 해당하며, 일반적으로 동일한 스펠의 수평으로 놓이는 힘재에 비하여 하중이 매우 큰데 물류센터의 슬래브 부재에 비하여 약 4배의 하중을 받는 부재라고 생각할 수 있다. 따라서 물류센터의 10m 스펠의 1방향 슬래브가 춤이 500mm 이내인 것에 비하여 DCW는 1,000mm 전후의 두께를 갖는다. 완공 후에 이렇게 큰 힘을 받을 뿐만 아니라 시공 시에도 매우 큰 응력을 갖는다.

DCW는 생산단계, 시공단계, 사용단계에 따라 다양한 하중이 적용된다. 이러한 건설 단계별 하중에 따라 구조적 안전성을 확보하기 위해 설계에서 PC부재와 합성부재로 구분하여 DCW의 허용응력을 평가하고 사용성 검토를 수행 하였다. 본 목업의 DCW는 표 1의 건설 단계별 하중을 고려하여 구조설계를 수행하였으며, 그림 12~19와 같이 구조 검토를 수행하였다.

<표 1> PC부재 건설 단계별 하중

| | |
|------|--|
| 생산단계 | <ul style="list-style-type: none"> - 탈형 시 발생 하중 - 부재 운반시 발생 하중 |
| 시공단계 | <ul style="list-style-type: none"> - 부재 양중시 발생 하중 - 부재 회전시 발생 하중 - PC설치 후 풍하중 - 콘크리트 타설 측압 |
| 사용단계 | <ul style="list-style-type: none"> - 극한 하중 (설계 하중) |

단일 부재 탈형시 검토



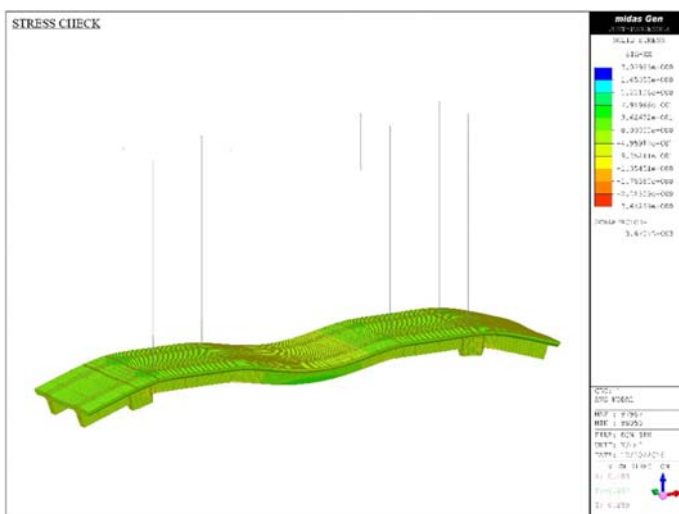
- 탈형시 콘크리트 강도 : 28MPa
(PC 강도의 70%)
- 탈형시 등가 정적하중계수: 1.6
- 양중 포인트 : 8개소

□ 허용 변형(δ_a) :

6~12m 패널 허용 변형 $\delta_a = 6\text{mm}$

소요 변형 = $0.4\text{mm} < \delta_a$ **OK!**

[변형 검토]



□ 허용 압축응력(f_c) :

$0.4f_{ci} = 0.4 \times 28 = 11.2\text{MPa}$

소요 압축응력 = $2.7\text{MPa} < f_c$ **OK!**

□ 허용 인장응력(f_t) :

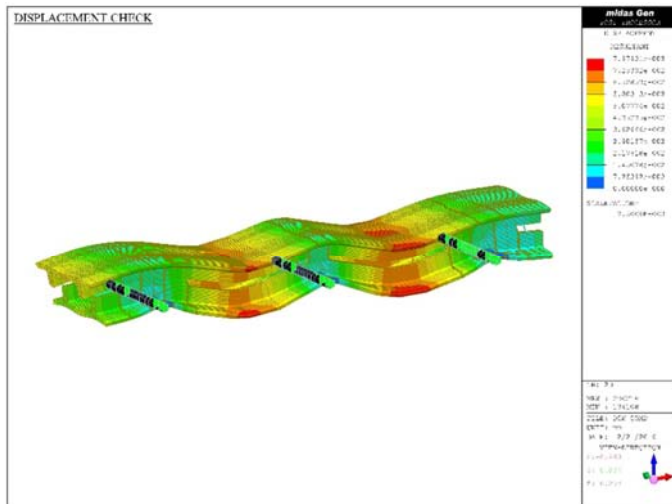
$0.63\sqrt{f_{ci}} = 0.63 \times \sqrt{28} = 3.3\text{MPa}$

소요 인장응력 = $2.1\text{MPa} < f_t$ **OK!**

[응력 검토]

<그림 12> DCW 단일 패널 부재 탈형시 검토

운반시 검토



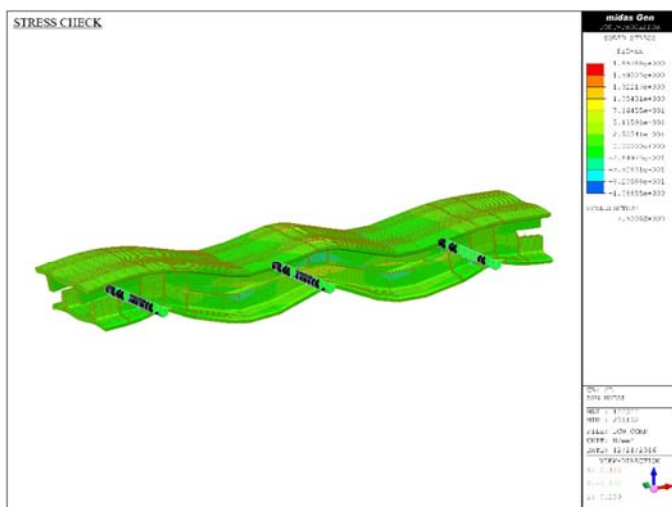
- 운반시 콘크리트 강도 : 40MPa
- 운반시 동적계수: 2.0
- 고임목 : 3개소

□ 허용 변형(δ_a) :

6~12m 패널 허용 변형 $\delta_a = 6\text{mm}$

소요 변형 = $0.08\text{mm} < \delta_a$ **OK!**

[변형 검토]



□ 허용 압축응력(f_c) :

$0.4f_{ck} = 0.4 \times 40 = 16.0\text{MPa}$

소요 압축응력 = $1.09\text{MPa} < f_c$ **OK!**

□ 허용 인장응력(f_t) :

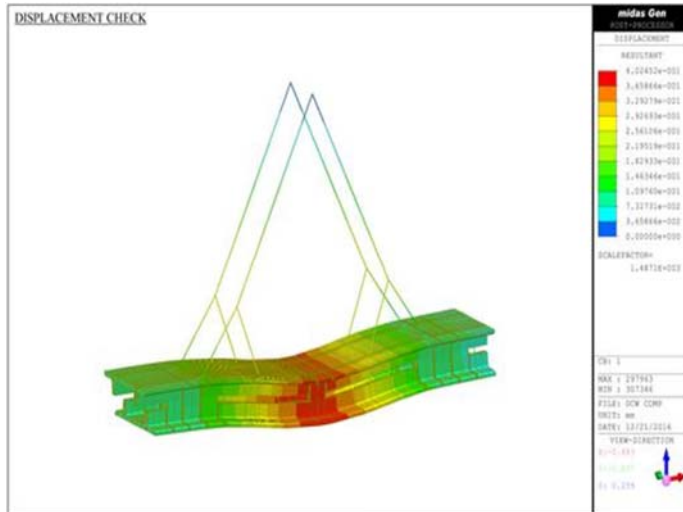
$0.63\sqrt{f_{ck}} = 0.63 \times \sqrt{40} = 4.0\text{MPa}$

소요 인장응력 = $1.86\text{MPa} < f_t$ **OK!**

[응력 검토]

<그림 13> DCW 운반시 검토

양중시 검토



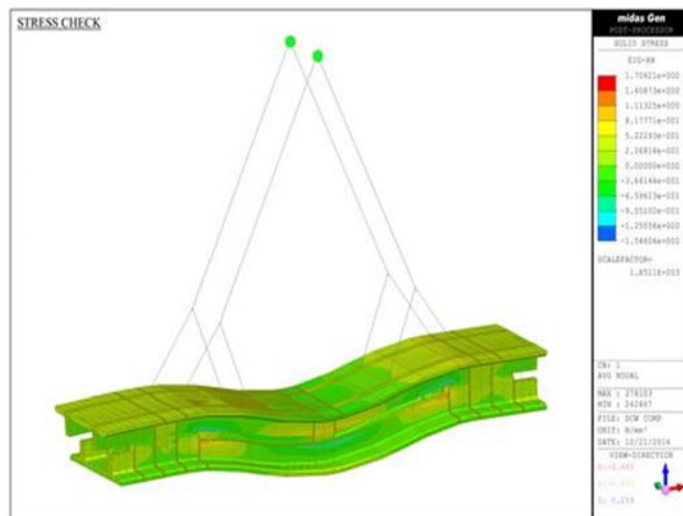
- 양중시 콘크리트 강도 : 40MPa
- 양중시 하중계수 : 1.4
- 양중 포인트 : 8개소

□ 허용 변형(δ_a) :

6~12m 패널 허용 변형 $\delta_a = 6\text{mm}$

소요 변형 = 0.4mm < δ_a **OK!**

[변형 검토]



□ 허용 압축응력(f_c) :

$0.4f_{ck} = 0.4 \times 40 = 16.0\text{MPa}$

소요 압축응력 = 1.55MPa < f_c **OK!**

□ 허용 인장응력(f_t) :

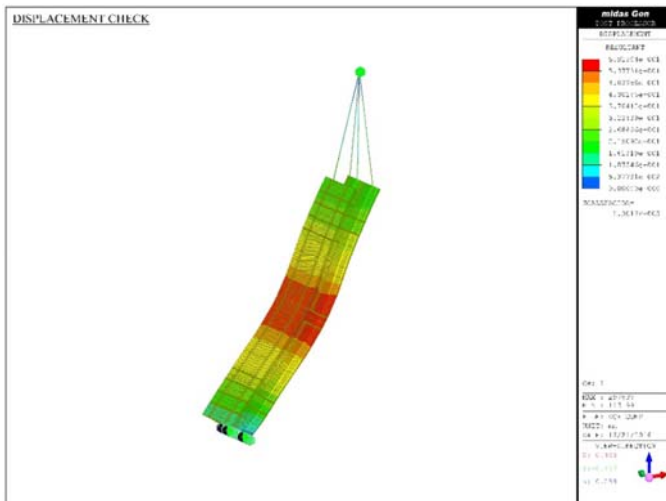
$0.63\sqrt{f_{ck}} = 0.63 \times \sqrt{40} = 4.0\text{MPa}$

소요 인장응력 = 1.71MPa < f_t **OK!**

[응력 검토]

<그림 14> DCW 양중시 검토

회전시 검토



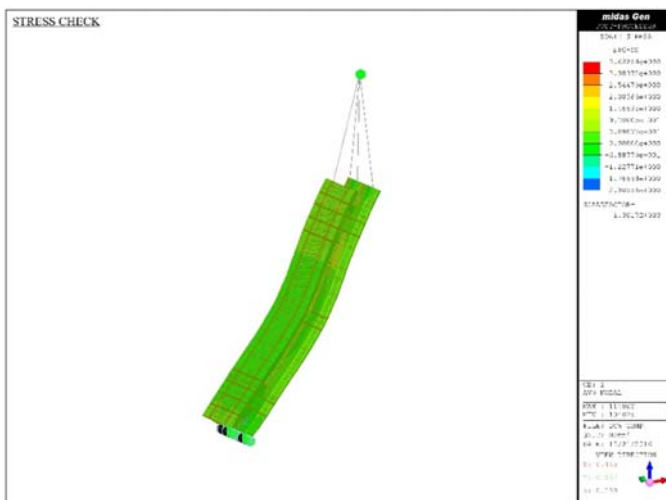
- 회전시 콘크리트 강도 : 40MPa
- 회전시 하중계수 : 1.2
- 회전각도 : 90도

□ 허용 변형(δ_a) :

6~12m 패널 허용 변형 $\delta_a = 6\text{mm}$

소요 변형 = $0.59\text{mm} < \delta_a$ **OK!**

[변형 검토]



□ 허용 압축응력(f_c) :

$0.4f_{ck} = 0.4 \times 40 = 16.0\text{MPa}$

소요 압축응력 = $3.62\text{MPa} < f_c$ **OK!**

□ 허용 인장응력(f_t) :

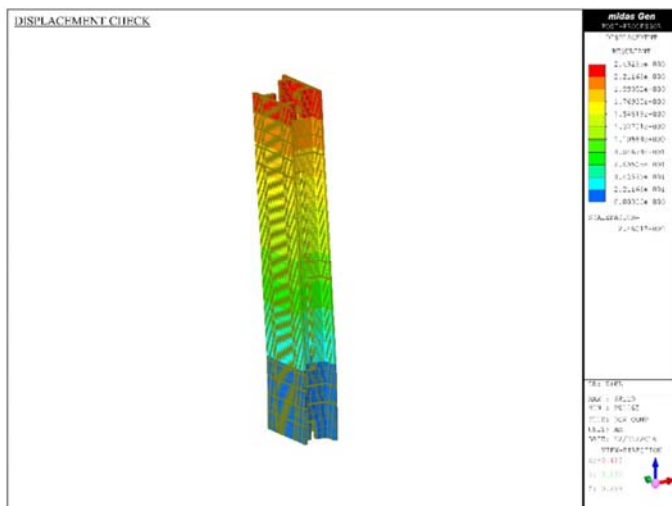
$0.63\sqrt{f_{ck}} = 0.63 \times \sqrt{40} = 4.0\text{MPa}$

소요 인장응력 = $2.31\text{MPa} < f_t$ **OK!**

[응력 검토]

<그림 15> DCW 회전시 검토

풍하중에 대한 검토



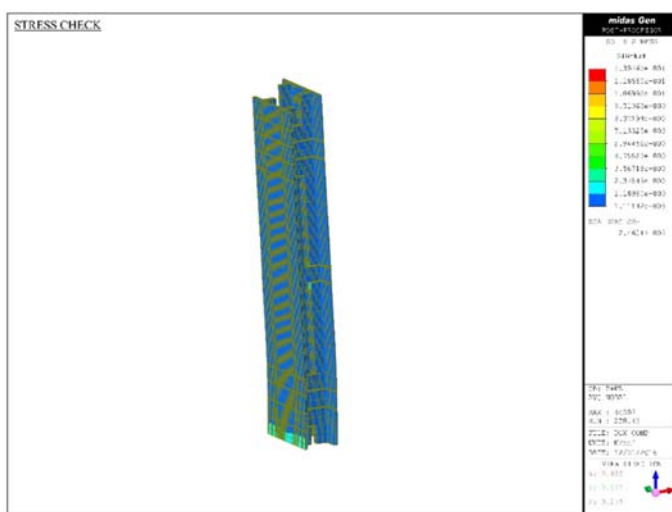
- 설계 풍속 : 30 m/sec
- 노출도 : C
- 풍하중: 1.9kN/m²

□ 허용 변형(δ_a) :

$$\delta_a = L/500 = 24\text{mm}$$

소요 변형 = 2.43mm < δ_a **OK!**

[변형 검토]



□ 허용 압축응력(f_c) :

$$0.4f_{ck} = 0.4 \times 40 = 16.0\text{MPa}$$

소요 압축응력 = 13.1MPa < f_c **OK!**

□ 허용 인장응력(f_t) :

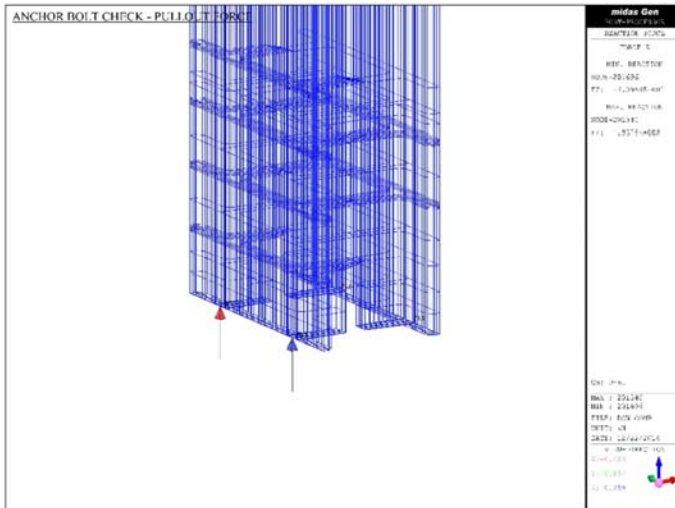
$$0.63\sqrt{f_{ck}} = 0.63 \times \sqrt{40} = 4.0\text{MPa}$$

소요 인장응력 = 1.31MPa < f_t **OK!**

[응력 검토]

<그림 16> DCW 풍하중에 대한 검토(변형 및 응력 검토)

풍하중에 대한 검토

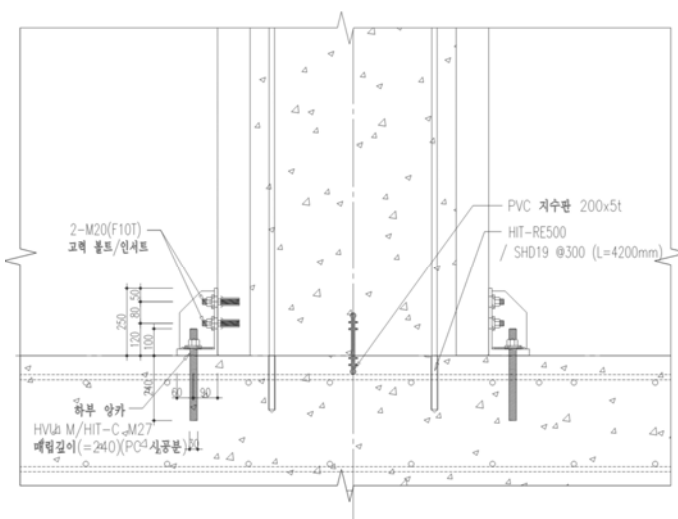


- 설계 풍속 : 30 m/sec
- 노출도 : C
- 풍하중: 1.9kN/m²

□ 수직 반력:

수직 인발력: 71.0 kN/EA
수직 압축력: 193.3 kN/EA

[반력 검토]



□ 앵커 설계 OK!

HVUM/HIT-C M27 앵커
인발저항력(89kN/EA) > 71 kN/EA

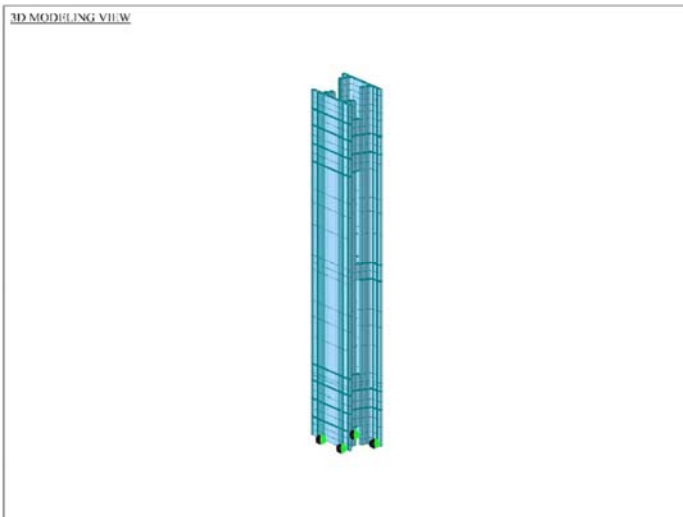
□ 볼트 설계 OK!

2-M20 내력(F10T 고력볼트150MPa)
94kN/EA > 71 kN/EA

[앵커 설계]

<그림 17> DCW 풍하중에 대한 검토(반력 및 앵커·볼트설계 검토)

타설 측압에 대한 검토



□ 콘크리트 및 타설조건

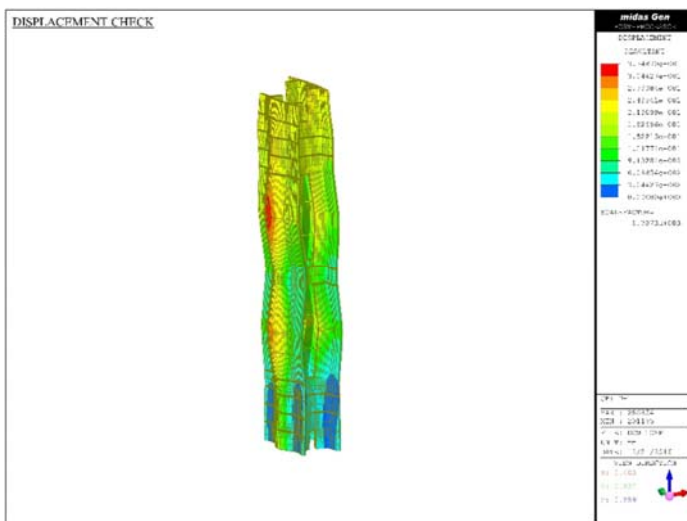
- 콘크리트 슬럼프 $\leq 175\text{mm}$
- 깊이 1.2m 이하의 내부 진동다짐
- 연속 타설
- 허용 이어치기: 2.5h, 외기 25°C 미만

□ 타설시 하중 산정

- 타설속도(R) = 2.0m/h, $C_w, C_c=1.0$
 $T = 10^\circ\text{C}$ (한 중 콘크리트),
 하중계수=1.4

$$p = C_w C_c \left[7.2 + \frac{1160 + 240R}{T + 18} \right] = 65.8 \text{ kN/m}^2$$

[구조해석 및 모델링 경계조건]



□ 허용 변형(δ_a) :

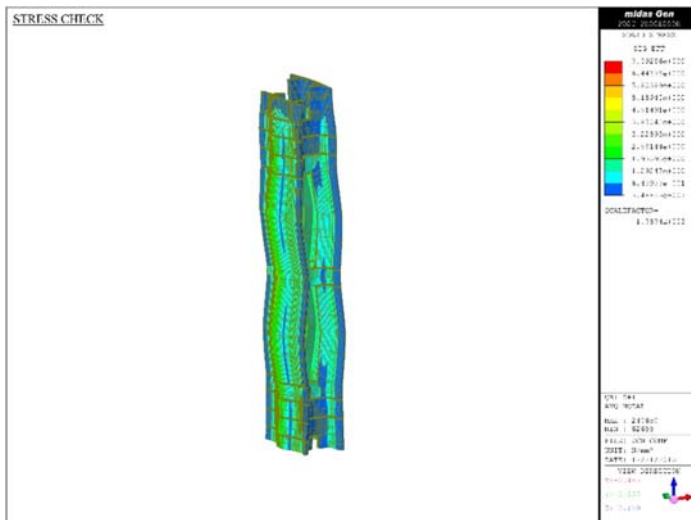
6~12m 패널 허용 변형 $\delta_a = 6\text{mm}$

소요 변형 = 0.34mm < δ_a **OK!**

[변위 검토]

<그림 18> DCW 타설 측압에 대한 검토(모델 산정 및 변위 검토)

타설 측압에 대한 검토



□ 허용 압축응력(f_c) :

$$0.4f_{ck} = 0.4 \times 40 = 16.0 \text{ MPa}$$

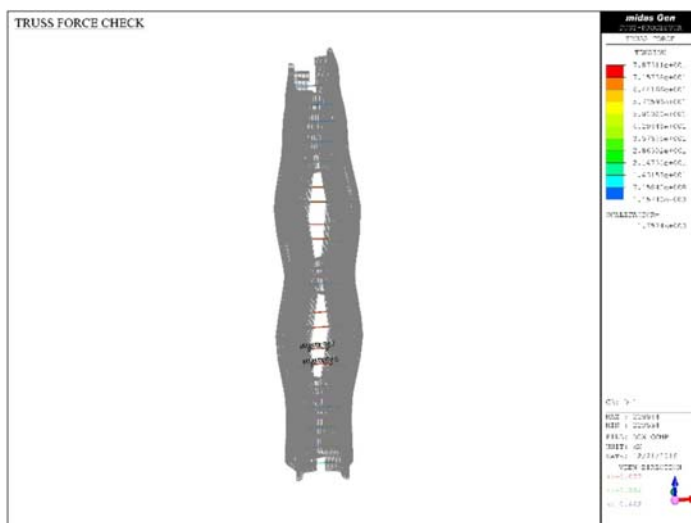
$$\text{소요 압축응력} = 7.10 \text{ MPa} < f_c \quad \text{OK!}$$

□ 허용 인장응력(f_t) :

$$0.63\sqrt{f_{ck}} = 0.63 \times \sqrt{40} = 4.0 \text{ MPa}$$

$$\text{소요 인장응력} = 1.81 \text{ MPa} < f_t \quad \text{OK!}$$

[응력 검토]



□ 볼트 설계 **OK!**

$$\text{M20 볼트(F10T) 부재력 } \phi R_n = 254 \text{ kN}$$

$$\text{최대 볼트 인장력} = 78.5 \text{ kN} > \phi R_n$$

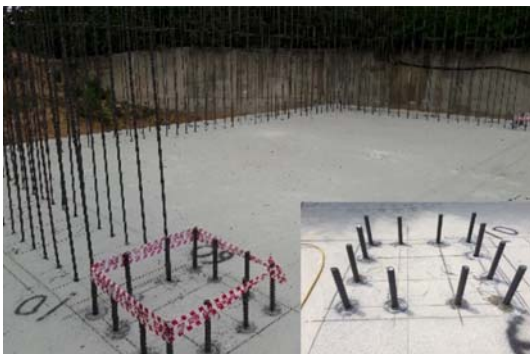
[볼트 인장력 검토]

<그림 19> DCW 타설 측압에 대한 검토(응력 및 볼트 설계 검토)

DCW 목업 및 현장 적용

DCW 목업은 까뮤이앤씨 천안공장에서 진행하였으며 조립순서는 그림 20과 같고, DCW의 현장 적용은 그림 21~22와 같다.

1단계 기초타설 및 먹매김



2단계 기둥 설치



3단계 DCW 설치



4단계 보 설치



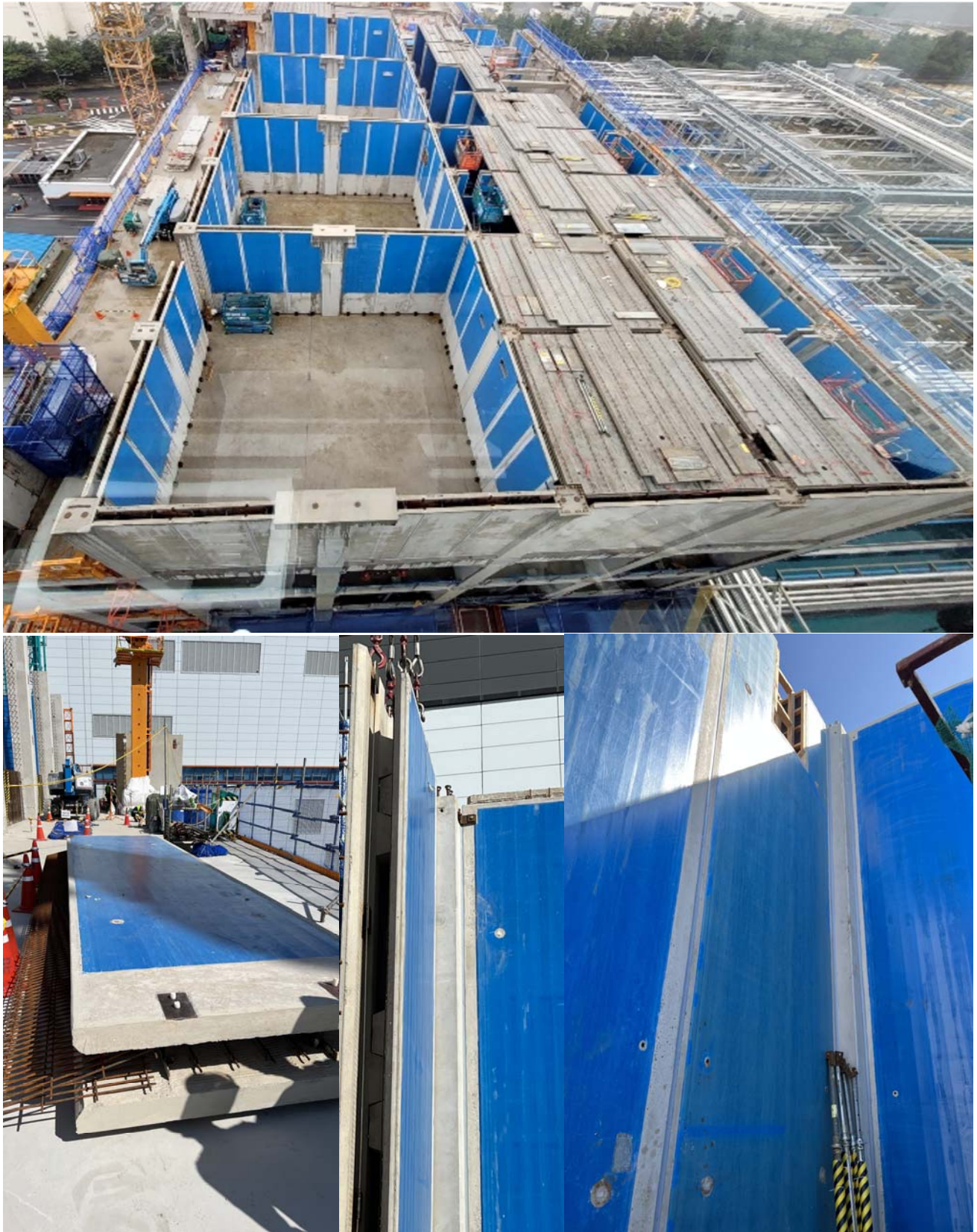
5단계 슬래브 설치



6단계 철근배근 및 Con'c 타설



<그림 20> DCW 목업 조립 순서



<그림 21> DCW 현장 적용(S사 폐수처리시설)



<그림 22> DCW 현장 적용(성은지구 물류센터)