
4단계 공항내부 연결도로공사 (4-8공구)

정 기 안 전 점 검 보 고 서

< 지하차도#1, #2 - 작업발판 일체형 거푸집 >

2021. 12

시 공 사 : 동부건설(주)

점검기관 : (주)명성엔지니어링

4 단 계 공 항 내 부
연 결 도 로 공 사 4 | 8 공 구

지 하 차 도
#1, #2

작업
발판
일체형
거푸집

정 기 안 전 점 검 보 고 서

2 0 2 1

· 12

(주)명성엔지니어링

제 출 문

동부건설주식회사 귀하

귀사와 계약·체결한 『4단계 공항내부 연결도로공사(4-8공구) 정기안전점검용역』의 과업을 성실히 수행하고, 그 결과를 본 보고서로 제출합니다.

2021년 12월

(주)명성엔지니어링

대표이사 김 선 무 (인)



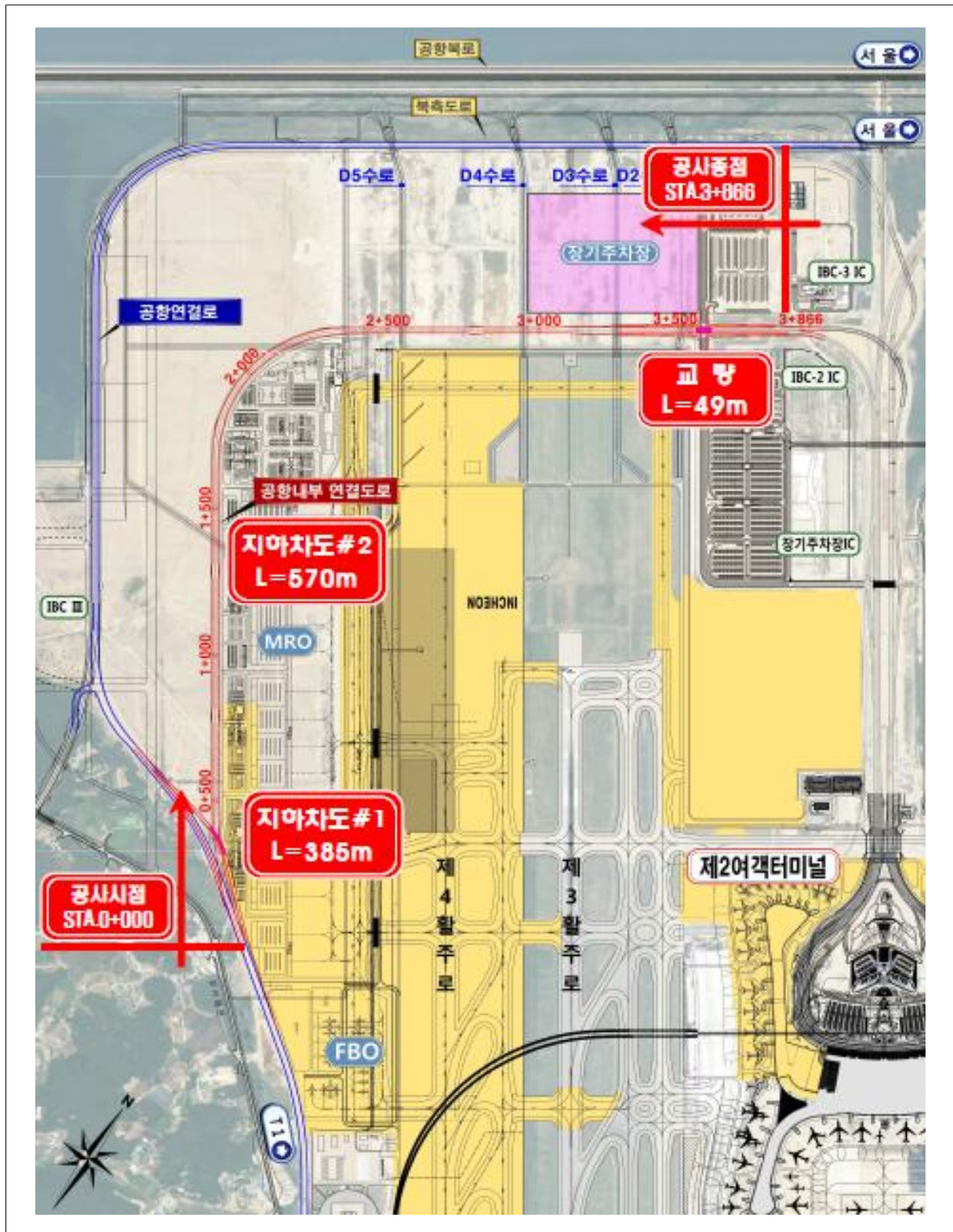
참여기술자 명단

□ 용역명 : 4단계 공항내부 연결도로공사(4-8공구) 정기안전점검용역

□ 용역기간 : 2020년 06월 ~ 2022년 08월(과업 준공시까지)

참 여 분 야	성 명	자격 및 등급	비 고
책임기술자	정 지 운	특급기술자 토목기사	
참여기술자	장 진 원	특급기술자 토목기사	
	이 상 훈	특급기술자 콘크리트기사	
	서 동 진	특급기술자 토목기사	
	양 주 윤	초급기술자	
	손 기 영	초급기술자	

위 치 도



전경 사진



지하차도#1 전경



지하차도#1 작업발판 일체형 거푸집 전경

전경 사진



지하차도#2 전경



지하차도#2 작업발판 일체형 거푸집 전경

요 약 문

1 과업의 목적

본 과업은 『4단계 공항내부 연결도로공사(4-8공구)』현장의 과업대상 구조물에 대하여 “건설기술진흥법 제62조, 시행령 제100조, 제101조, 시행규칙 제58조” 규정에 의한 건설공사 안전관리지침 『국토교통부 고시 제2020-47호』에 따라 실시하는 ‘작업발판 일체형 거푸집’에 대한 정기안전점검 용역으로써 임시시설 및 가설공법의 안전성, 공사목적물의 품질 시공상태 등의 적정성, 인접건축물과 공사장 주변 안전조치의 적정성 여부를 검토하여 현장조사를 실시하고, 점검을 통한 문제점 발생 시 사전조치를 함으로써 건설공사의 안전을 확보함은 물론 향후 유지관리에 필요한 자료로 활용하고자 한다.

2 지하차도#1 현황

구 조 물 명	지하차도#1		
위 치	인천광역시 중구 운서동 일원		
공 사 이 정	시점 : STA. 0+465, 종점 : STA. 0+850		
연 장	L=385m (BOX-Type : 105m, U-Type : 280m)		
구 조 형 식	R.C BOX (1련) U-TYPE 옹벽	폭 원	L=11.0m
기 초 형 식	직접기초	종 단 경 사	S=(-)3.4972%~(+)3.4841%

3 지하차도#2 현황

구 조 물 명	지하차도#2		
위 치	인천광역시 중구 운서동 일원		
공 사 이 정	시점 : 본선 STA. 1+130, 종점 : STA. 1+700		
연 장	L=570m (BOX-Type : 50m, U-Type : 520m)		
구 조 형 식	R.C BOX	폭 원	B=20.500m
기 초 형 식	직접기초	종 단 경 사	S=(-)2.9786%~(+)2.9913%

4 회차별 점검시기

구분	공 중	점검위치 (현장점검일자)	비 고
1차	작업발판 일체형 거푸집	인천광역시 중구 운서동 일원 (현장점검일 : 2021.04.29)	초, 중기 1회
2차		인천광역시 중구 운서동 일원 (현장점검일 : 2021.10.22)	말기 1회

5 정기안전점검 결과

점검 항목		점검 결과	개선 대책	비고
임시시설 및 가설공법의 안전성		설치상태 적정	—	
비파괴시험 결과	콘크리트 압축강도	해당사항 없음	—	
	철근배근 조사	해당사항 없음	—	
육안(외관)조사 결과		외관상태 적정	—	
인접건축물 또는 구조물 등 공사장 주변 안전조치의 적정성		안전조치 적정	—	
건설공사 안전관리 적정성 평가		안전관리 적정	—	
기타 점검 결과		안전시설물 적정	—	
평 가		전반적인 시공상태 적정		

6 지하차도#1 종합 결론

- 본 정기안전점검 대상인 지하차도#1 작업발판 일체형 거푸집의 안전시공을 위한 임시시설 및 가설공법의 안전성, 공사목적물의 품질·시공상태 등의 적정성, 인접 건축물 또는 구조물의 안전성 등 공사장주변 안전조치의 적정성을 점검하고 관련도서, 시험 자료, 안전관리 활동 등을 종합적으로 분석한 결과, 시공, 품질, 안전관리 등 공사가 전반적으로 양호하게 진행되고 있으며, 후속 공중 수행에 있어 지속적인 시공, 품질 및 안전관리가 실시된다면 문제점이 없을 것으로 판단된다.
- 현재 지하차도#1의 일체형 거푸집 공사가 진행, 운용중인 것으로 확인되었다. 금회 점검 결과, 작업발판 일체형 거푸집의 경우 전반적으로 설계도면 및 시방기준에 준하여 시공된 것으로 조사되었으며, 구조물의 안전성에는 문제가 없을 것으로 사료된다.
- 작업발판 일체형 거푸집의 설치 및 해체시 작업전 해당공정에 대한 계획수립 후 작업지휘자의 지시에 의해 작업을 실시하여야 하며, 작업장에는 경계테이프 등을 설치하여 작업자 이외의 자가 임의로 출입하지 않도록 감시원을 배치하여 통제하여야 한다.

7 지하차도#2 종합 결론

- 본 정기안전점검 대상인 지하차도#2 작업발판 일체형 거푸집의 안전시공을 위한 임시시설 및 가설공법의 안전성, 공사목적물의 품질·시공상태 등의 적정성, 인접 건축물 또는 구조물의 안전성 등 공사장주변 안전조치의 적정성을 점검하고 관련도서, 시험 자료, 안전관리 활동 등을 종합적으로 분석한 결과, 시공, 품질, 안전관리 등 공사가 전반적으로 양호하게 진행되고 있으며, 후속 공중 수행에 있어 지속적인 시공, 품질 및 안전관리가 실시된다면 문제점이 없을 것으로 판단된다.
- 현재 지하차도#2의 일체형 거푸집 공사가 진행, 운용중인 것으로 확인되었다. 금회 점검 결과, 작업발판 일체형 거푸집의 경우 전반적으로 설계도면 및 시방기준에 준하여 시공된 것으로 조사되었으며, 구조물의 안전성에는 문제가 없을 것으로 사료된다.
- 작업발판 일체형 거푸집의 설치 및 해체시 작업전 해당공정에 대한 계획수립 후 작업지휘자의 지시에 의해 작업을 실시하여야 하며, 작업장에는 경계테이프 등을 설치하여 작업자 이외의 자가 임의로 출입하지 않도록 감시원을 배치하여 통제하여야 한다.

목 차

■ 요 약 문

제1장 정기안전점검의 개요	1
1.1 점검대상물의 개요	2
1.2 점검의 범위	5
1.3 안전점검 과업내용	9
1.4 사용장비	10
1.5 정기안전점검 수행일정	10
1.6 과업수행 흐름도	11
1.7 지하차도 관련도면	12
제2장 점검대상물의 평가	19
2.1 점검대상 시설물 현황	20
2.2 관련자료 검토	47
2.3 공사목적물의 품질, 시공 상태 등의 적정성	59
2.4 품질관리의 적정성	66
2.5 인접건축물 또는 구조물의 안정성 등 공사장주변 안전조치의 적정성	71
2.6 건설공사 안전관리 검토	72
제3장 종합결론	76
3.1 정기안전점검 결과의 종합결론	77
3.2 시공시 특별관리가 필요한 사항	78
3.3 이전의 점검시 지적사항에 대한 조치사항	79
3.4 기타 필요한 사항	79

■ 부 록

1. 정기안전점검표
2. 지하차도#1 구조계산서
3. 지하차도#2 구조계산서
4. 지적사항 조치 확인현황(서식)
5. 안전관리 관련자료

제1장 정기안전점검의 개요

- 1.1 점검대상물의 개요**
- 1.2 정기안전점검의 범위**
- 1.3 안전점검 과업내용**
- 1.4 사용장비**
- 1.5 정기안전점검 수행일정**
- 1.6 과업수행 흐름도**
- 1.7 지하차도 관련도면**

제1장 정기안전점검의 개요

1.1 점검대상물의 개요

1.1.1 과업의 목적

본 과업은 『4단계 공항내부 연결도로공사(4-8공구)』 현장의 과업대상 구조물에 대하여 “건설기술진흥법 제62조, 시행령 제100조, 제101조, 시행규칙 제58조” 규정에 의한 건설공사 안전관리지침 『국토교통부 고시 제2020-47호』에 따라 실시하는 ‘작업발판 일체형 거푸집’에 대한 정기안전점검 용역으로써 임시시설 및 가설공법의 안전성, 공사목적물의 품질 시공상태 등의 적정성, 인접건축물과 공사장 주변 안전조치의 적정성 여부를 검토하여 현장조사를 실시하고, 점검을 통한 문제점 발생 시 사전조치를 함으로써 건설공사의 안전을 확보함은 물론 향후 유지관리에 필요한 자료로 활용하고자 한다.

1.1.2 공사 개요

구 분	내 용	비 고
공 사 명	4단계 공항내부 연결도로공사(4-8공구)	
공사위치	시점 : 공항연결로와 연계, 종점 : IBC-2 IC 종점부와 연계	
공사기간	2019년 11월 04일 ~ 2022년 08월 04일	
공사금액	51,529백만원	
공사규모	총연장 : 3,87km(B=18.5m, 4차로), 토공 : 1,177,585m ³ 교량 1개소 : 49m, 지하차도 2개소: 955m	
발 주 처	인천국제공항공사	
시 공 사	동부건설(주), 신성건설(주), 고운시티아이(주)	
설 계 사	(주)유신, (주)도화엔지니어링, (주)수성엔지니어링	
건설사업관리	(주)유신, (주)도화엔지니어링, (주)수성엔지니어링	
정기안전점검 해당 시설물	지하차도 BOX 2개소 : 955m	
공정율(%)	전 체 : 80% 지하차도#1 : 60% 지하차도#2 : 80%	

1.1.3 정기안전점검 대상시설물 현황

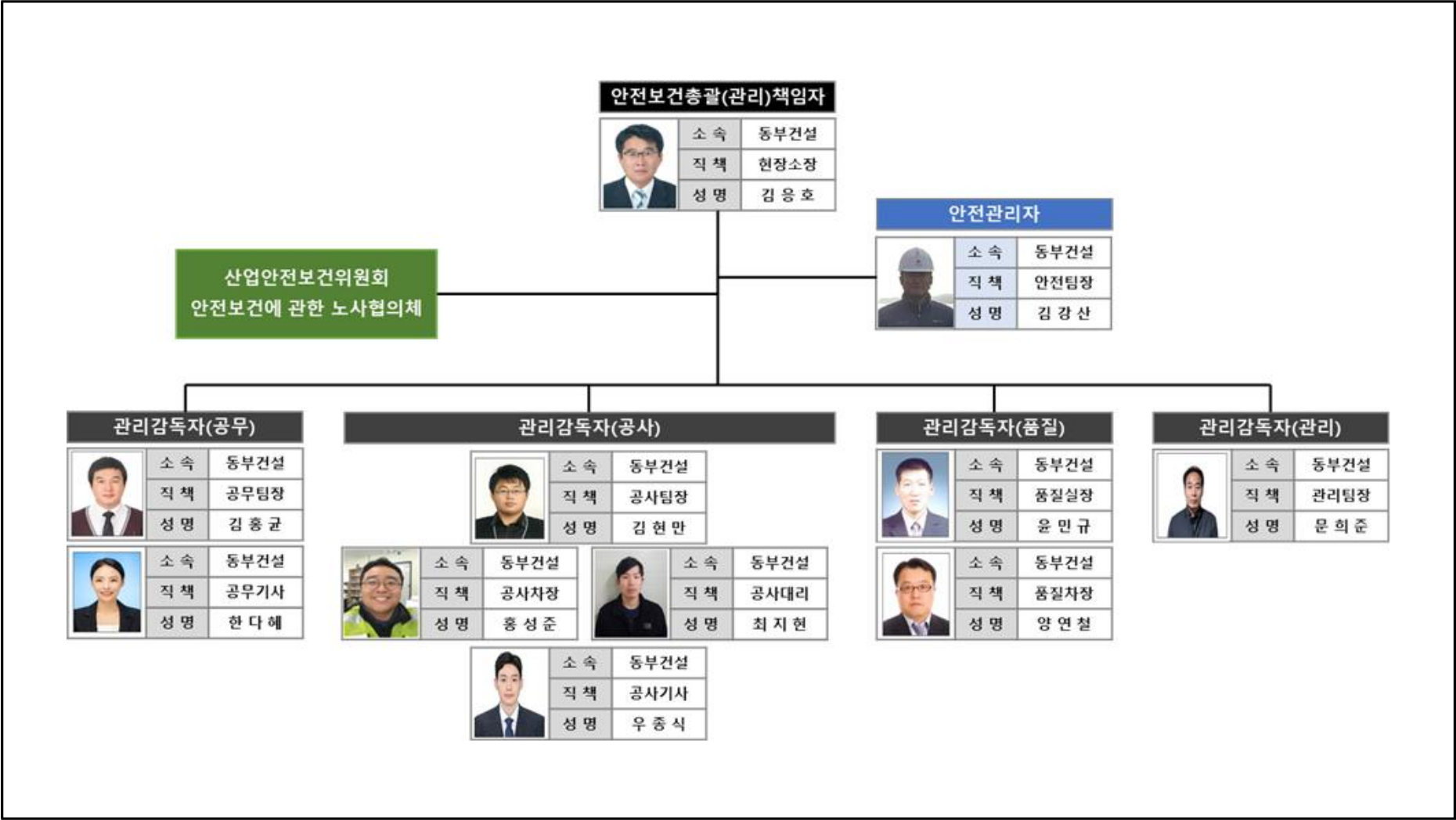
시설물명	위 치	형 식	폭 (m)	연 장 (m)	종 별	비 고
지하차도#1	STA.0+465~0+850	R.C BOX	11.0	385	2중	
지하차도#2	STA.1+130~1+700	R.C BOX	20.5	570	-	

1.1.4 구조물 현황

구조물명	지하차도#1		
주 소	인천광역시 중구 운서동 일원(공사 시점부)		
공사위치	시점부 Ramp-A 시점 : STA. 0+465, 종점 : STA. 0+850		
연 장	L=385m (BOX-Type : 105m, U-Type : 280m)		
구조형식	R.C BOX (1런) U-TYPE 옹벽	폭 원	L=11.0m
기초형식	직접기초	중 단 경 사	S=(-)3.4972%~(+)3.4841%
시 공 현 황	■ 전체 19 Block 중 U-Type 옹벽 시공중 (U-Type부 : 시점 1~8 Block, 종점 14~19Block, BOX부 : 9~13 Block)		

구조물명	지하차도#2		
주 소	인천광역시 중구 운서동 일원		
공사위치	시점 : 본선 STA. 1+130, 종점 : STA. 1+700		
연 장	L=570m (BOX-Type : 50m, U-Type : 520m)		
구조형식	R.C BOX	폭 원	B=20.500m
기초형식	직접기초	중 단 경 사	S=(-)2.9786%~(+)2.9913%
시 공 현 황	■ 전체 28 Block 중 U-Type 옹벽부 시공중 (U-Type부 : 시점 1~13 Block, 종점 16~28Block, BOX부 : 14~15 Block)		

□ 시공사 현장조직도



1.2 정기안전점검의 범위

1.2.1 관련 법규

- 건설기술진흥법 ‘제62조(건설공사의 안전관리)’
- 건설기술진흥법 시행령 ‘제98조(안전관리 계획의 수립)’
‘제100조(안전점검의 시기·방법 등)’
‘제101조2(가설구조물의 구조적 안전성 확인)’
- 건설공사 안전관리 업무수행 지침(국토교통부 고시 제2020-47호)

■ 건설기술진흥법 시행령

제101조2(가설구조물의 구조적 안전성 확인) ① 법 제62조제11항에 따라 건설사업자 또는 주택건설등록업자가 같은 항에 따른 관계전문가(이하 “관계전문가”라 한다)로부터 구조적 안전성을 확인받아야 하는 가설구조물은 다음 각 호와 같다.

1. 높이가 31미터 이상인 비계
2. 작업발판 일체형 거푸집 또는 높이가 5미터 이상인 거푸집 및 동바리
3. 터널의 지보공(支保工) 또는 높이가 2미터 이상인 흙막이 지보공
4. 동력을 이용하여 움직이는 가설구조물
5. 그 밖에 발주자 또는 인·허가기관의 장이 필요하다고 인정하는 가설구조물

1.2.2 정기안전점검 실시시기

가. 근거 : 건설공사 안전관리 업무수행 지침 제21조 제1항2호

◇ 정기안전점검 : 별표 1의 정기안전점검 실시시기를 기준으로 실시. 다만, 발주자는 안전관리계획의 내용을 검토할 때 건설공사의 규모, 기간, 현장여건에 따라 점검시기 및 횟수를 조정할 수 있다.

※ [별표 1]에서 정의하고 있는 건설공사 종류 이외의 안전관리계획 수립대상 건설공사의 정기안전점검은 시공자가 정기안전점검 차수별 점검시기를 정하여 건설사업관리기술자의 확인·검토를 득한 후 발주자의 승인을 받아 시행한다.

이때, 점검차수는 최소 2회 이상 실시하여야 한다.

나. 점검대상 시설물 정기안전점검 실시 시기

구분	실시시기	대상구조물
1차 정기안전점검	초·중기 단계 시공 시	작업발판 일체형 거푸집
2차 정기안전점검	말기 단계 시공 시	

1.2.3 정기안전점검의 범위

가. 과업근거

1. 건설기술진흥법 시행규칙 제59조
2. 건설공사 안전관리 업무수행 지침 【국토교통부고시 제2020-47호】

건설기술진흥법 시행규칙

제59조(정기안전점검 및 정밀안전점검) ① 영 제100조제1항제1호에 따른 정기안전점검에서의 점검사항은 다음 각 호와 같다.

1. 공사목적물의 안전시공을 위한 임시시설 및 가설공법의 안전성
2. 공사 목적물의 품질, 시공 상태 등의 적정성
3. 인접 건축물 또는 구조물의 안정성 등 공사장 주변 안전조치의 적정성

건설공사 안전관리 업무수행 지침

제23조(정기안전점검의 실시) ④ 정기안전점검을 실시하는 경우 다음 각 호의 사항을 점검하여야 한다.

1. 공사 목적물의 안전시공을 위한 임시시설 및 가설공법의 안전성
2. 공사목적물의 품질, 시공 상태 등의 적정성
3. 인접건축물 또는 구조물 등 공사장주변 안전조치의 적정성
4. 이전 점검에서 지적된 사항에 대한 조치사항

나. 과업의 범위

본 정기안전점검 범위는 건설기술진흥법 시행규칙 제59조(정기안전점검 및 정밀안전점검의 실시)에 규정에 의한 점검하여야 할 사항은 다음과 같다.

- ① 공사목적물의 품질, 시공상태의 적정성
- ② 공사목적물의 안전시공을 위한 임시시설 및 가설공법의 안전성
- ③ 인접건축물 또는 구조물의 안전성 등 공사장 주변 안전조치의 적정성
- ④ 이전의 점검시 지적된 사항에 대한 조치사항 확인

기타 공종별 세부점검사항은 당해 공사시방서 및 관련시방서를 참조하여 현장의 상황 및 시공조건에 따라 점검목적을 달성할 수 있도록 점검사항을 정한다.

1.2.4 정기안전점검의 과업내용

구분	과업의 내용
관련자료 조사	1. 설계도면 및 관련도서 검토 2. 관련기준 검토 및 계획 계획서 검토 3. 자재 품질시험 실시 서류 검토 4. 안전관리계획서 서류 검토
현장조사 및 평가	1. 주요 부재별 외관조사 결과 분석 2. 인접건축물 또는 구조물의 안전성 등 공사장 주변 안전조치의 적정성 3. 임시시설 및 가설공법의 안전성 4. 건설공사 안전관리 검토 5. 현장조사 및 시험 1) 육안검사 : 균열, 재료분리, 누수, 콜드조인트 발생여부 등 2) 기본조사 ① 콘크리트 비파괴강도(해당사항 없음) ② 철근탐사(해당사항 없음) ③ 간단히 측정할 수 있는 구조부재의 변위 6. 기본조사 결과 및 분석
종합 결론	1. 종합결론 2. 시공 시 특별관리 및 보수가 필요한 사항 3. 기타 필요한 사항

1.2.5 점검시 유의사항

안전점검 실시 시에는 사전에 안전교육을 실시하며, 안전장비를 착용하고, 안전시설을 이용하는 등 안전수칙에 입각한 작업이 이루어져야 한다.

1.2.6 안전 교육

점검 및 진단대상 시설물인 구조물의 특성과 현장조사의 난이도, 위험도를 고려하여 안전수칙 등을 제정하고 이에 따라 안전교육을 실시하도록 하며, 안전교육 일지를 작성토록 한다.

□ 보호구

점검 및 진단 참여자는 노동부장관 검정 합격품인 적절한 보호구를 착용하고 적합한 안전시설을 설치 사용하여야 한다.

- (1) 높이 2m 이상의 고소작업으로 추락의 위험이 있는 장소에서는 안전벨트를 착용하여야 한다.
- (2) 낙하물에 의한 위험이 있는 장소에서는 안전모 및 안전화를 착용하여야 한다.
- (3) 분진 등이 현저하게 발생하는 장소에서는 분진 방지 마스크를 착용하여야 한다.
- (4) 유해가스 등에 의한 질식 등의 위험이 있는 장소에서는 방독마스크를 착용하여야 한다.
- (5) 산소결핍 등의 위험 장소에서는 송기 또는 산소마스크를 착용하여야 한다.
- (6) 터널 내에서 작업시에는 형광 표시 의류나 반벨트 등을 착용하여야 한다.
- (7) 현저한 소음이 발생하는 작업 장소에서는 귀마개를 착용하여야 한다.
- (8) 그라인더 작업 등 비산물에 의한 위험이 있는 작업시에는 보안경 또는 보안면을 착용하여야 한다.
- (9) 수상 부근에서의 작업시에는 구명장구 및 비상로프를 착용, 휴대하여야 한다.
- (10) 기타 위험요소가 있는 장소에서의 작업 시에는 적절한 보호용구를 사용하여야 한다.

□ 안전사고의 처리

안전사고자는 안전사고 발생시 응급조치를 취하고 신속하게 인근병원으로 후송하며, 관련 법에서 규정한 중대한 사고인 경우에는 규정된 시간 내에 산업재해 조사표에 의하여 보고하여야 한다.

□ 안전수칙

- (1) 일기조건으로 작업수행이 곤란한 경우에는 작업을 하여서는 안된다.
- (2) 위험한 작업시에는 안전관리자가 입회하도록 하며, 특별교육을 실시하여야 한다.
- (3) 작업 실시 전에 지장물의 파악을 위하여 관리주체의 협조를 얻어 안전조치를 취한 후에 작업을 실시하여야 한다.
- (4) 공공의 안전과 관계가 있을 경우에는 적절한 조치(출입금지, 접근금지 등의 표지판 설치, 교통신호수, 감시인 배치 등)를 하여야 한다.
- (5) 안전점검시 위험물 저장소, 통제구역 등의 출입에 대하여는 관리주체와 사전협의를 하여야 하며, 관리주체는 이에 적극 협조하여야 한다.

- (6) 야간 또는 어두운 곳에서의 작업시에는 충분한 밝기의 조명 시설을 갖추어야 하고, 식별이 용이하도록 조치를 하여야 하며, 수시로 작업자 상호간에 연락을 취할 수 있도록 한다.
- (7) 산소 결핍이 예상되는 장소는 작업 전에 반드시 산소농도를 측정하고 적절한 조치를 취하여야 한다.
- (8) 유해가스 발생 및 잔류가 예상되는 장소는 반드시 사전에 정밀측정기에 의한 측정 및 확인, 안전조치를 한 후에 작업하여야 한다.
- (9) 전기를 사용할 경우에는 감전사고 예방조치를 취하여야 한다.
- (10) 각종 측정장비를 사용할 때 주의사항을 숙지하여야 하며, 무리한 사용과 조작을 하지 않아야 한다.
- (11) 장비 사용에 있어 취급자격이 요구되는 장비는 유자격자 이외에는 사용하지 않아야 한다.

1.3 안전점검 과업내용

구 분		과업 내용
정기 안전 점검	관련자료 조사	- 설계도면 및 관련도서 검토 - 관련기준 검토 및 계획서 검토 - 자체 품질시험 실시 서류 검토 - 안전관리계획서 서류 검토
	현장조사 및 평가	- 주요 부재별 외관조사 결과 분석 - 인접건축물 또는 구조물의 안전성 등 공사장주변 안전 조치의 적정성 - 임시시설 및 가설공법의 안전성 - 건설공사 안전관리 검토 - 기본조사 결과 및 분석
	종합 결론	- 종합결론 - 시공시 특별관리 및 보수가 필요한 사항 - 기타 필요한 사항

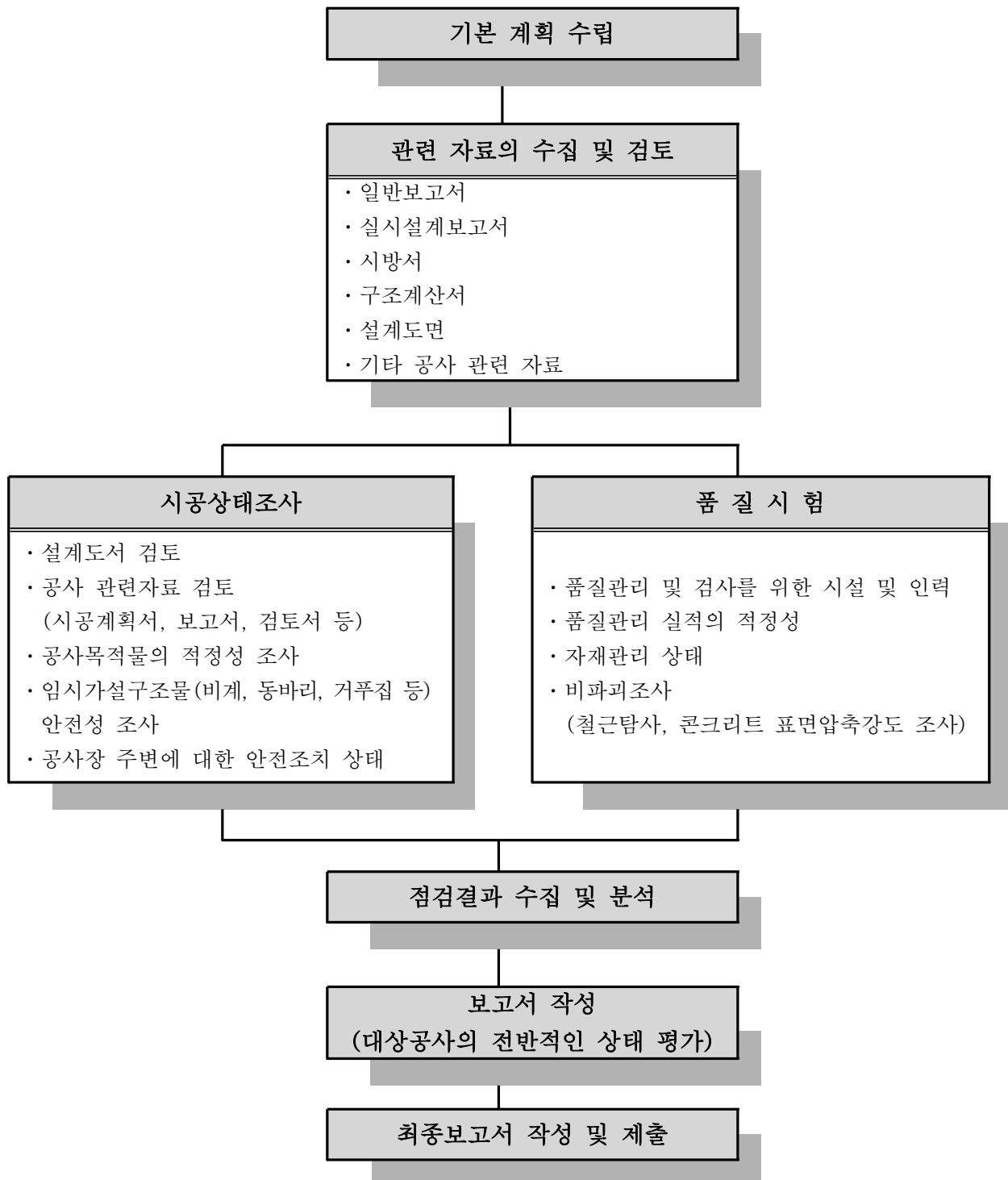
1.4 사용장비

장 비 명	용도	내용	장비사진
디지털 카메라	현장조사 촬영	현장조사 사항 사진 기록	
스 타 프 줄 자	설치상태 및 제원 조사	구조부재 설치상태 및 간격조사 사용 자재 제원조사	
버어니어 캘리퍼스	규격 측정	사용자재 규격 조사	
수직 · 수평계	수직 및 수평측정	수직 부재 및 수평 부재에 부착 후 확인	

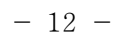
1.5 정기안전점검 수행일정

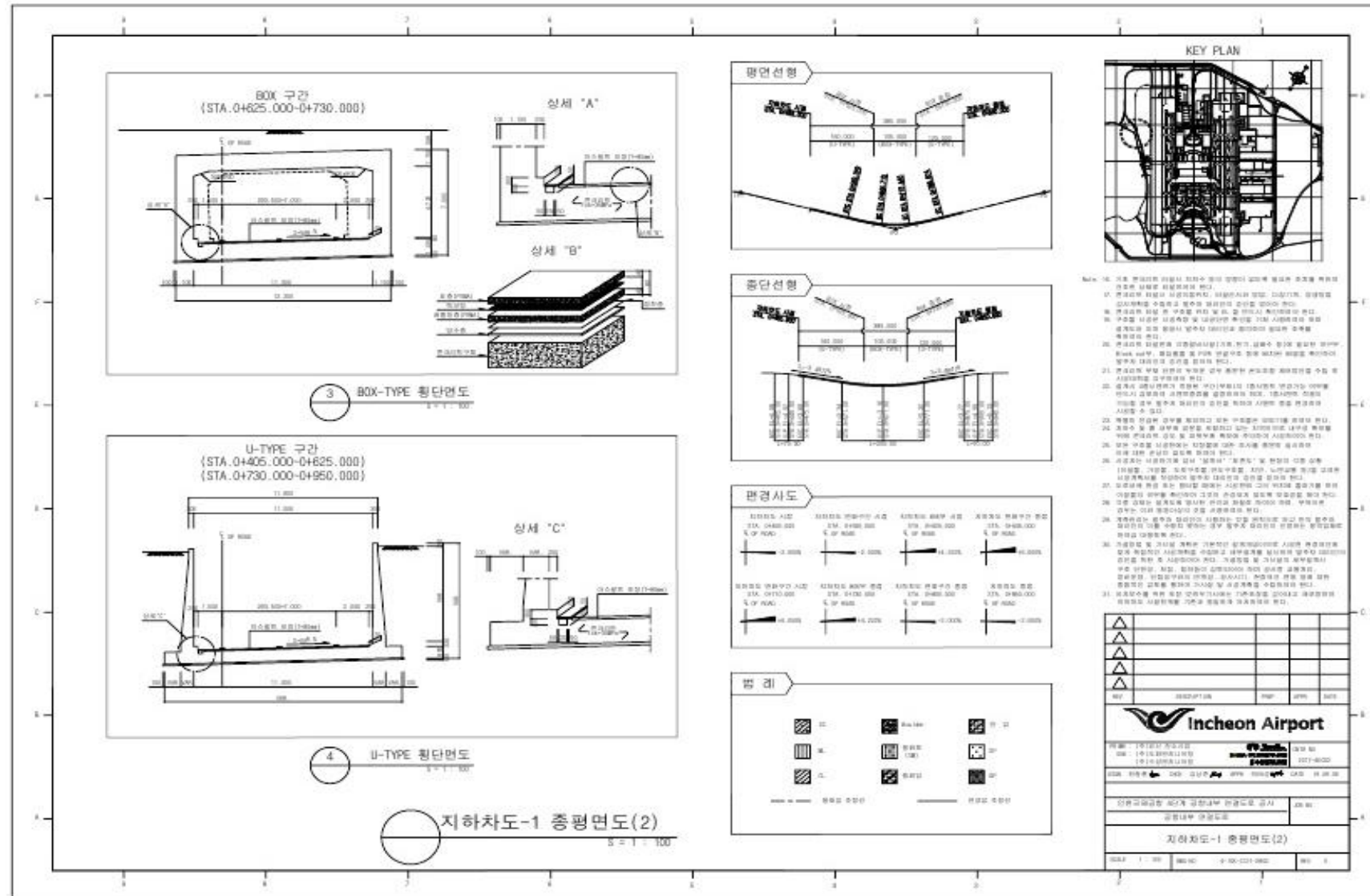
- 정기안전점검 대상시설물 : 작업발판 일체형 거푸집
(인천광역시 중구 운서동 일원)
- 현 장 점 검 : 1차 - 2021년 04월 29일 , 2차 - 2021년 10월 22일
- 보고서 작성 : 2021년 11월 01일 ~ 2021년 12월 20일
- 보고서 제출 : 2021년 12월

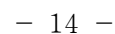
1.6 과업수행 흐름도

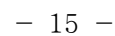


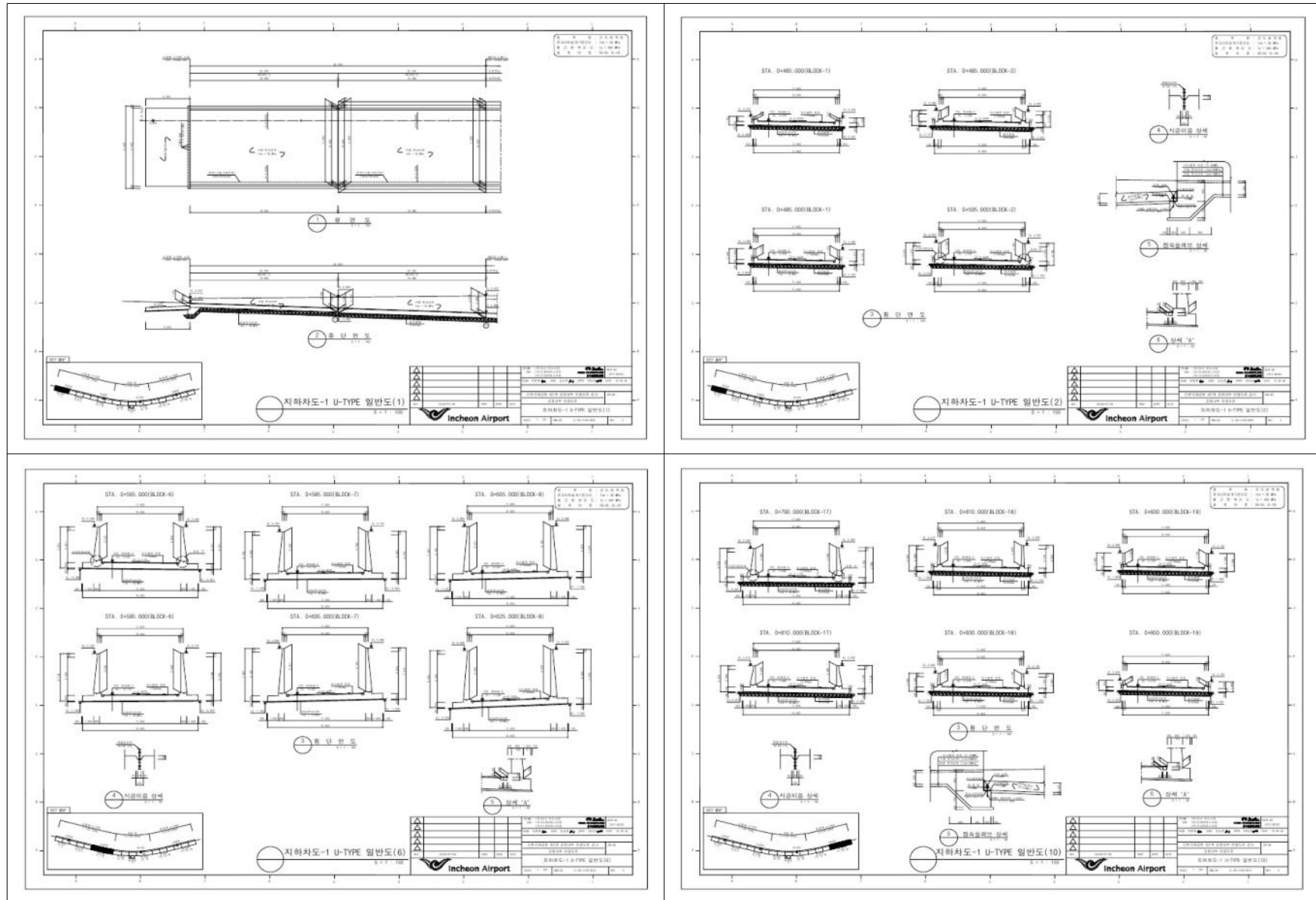
1.7 지하차도 관련도면

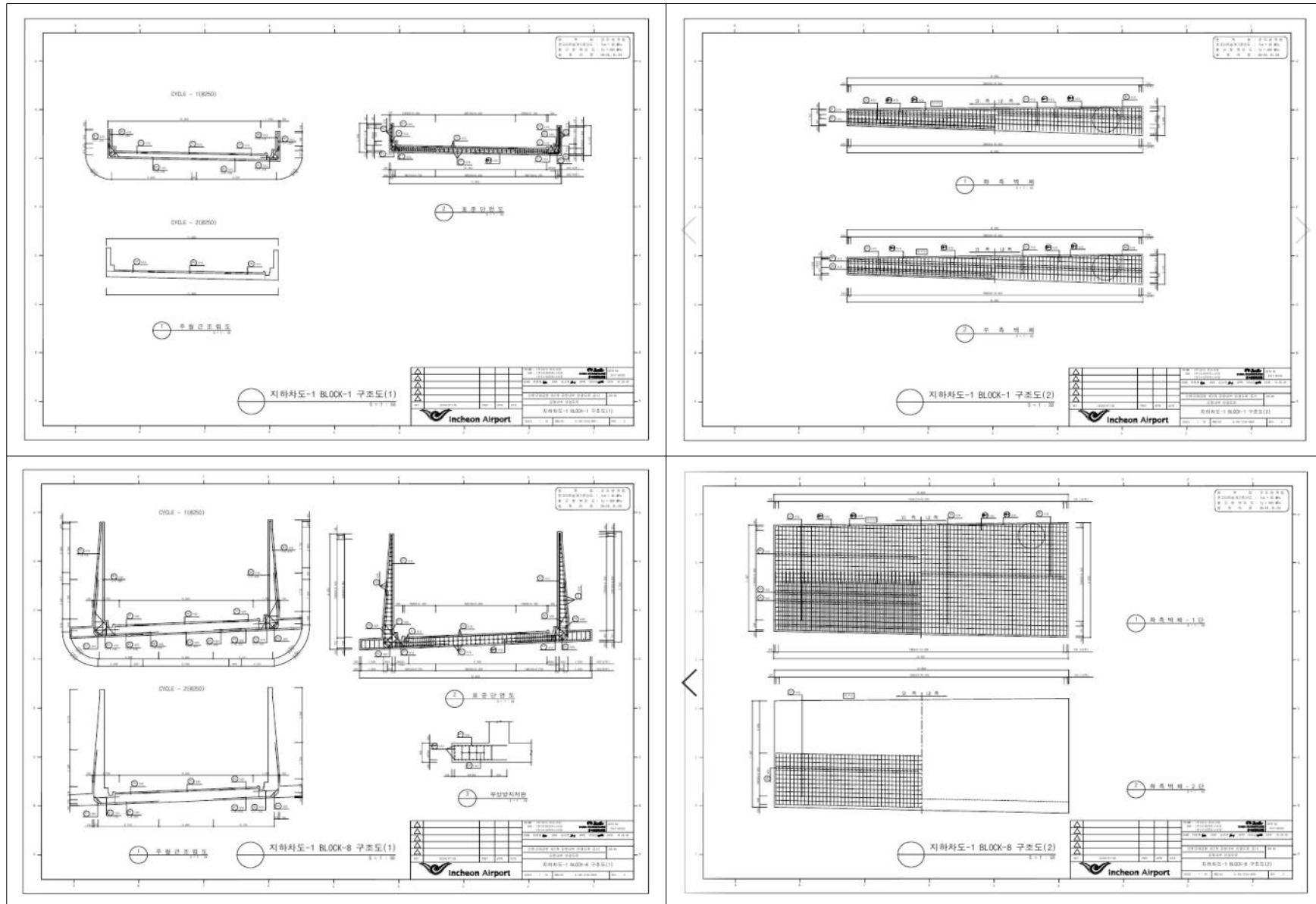


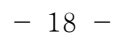












제2장 점검대상물의 평가

2.1 점검대상 시설물 현황

2.2 관련자료 검토

2.3 공사목적물의 품질, 시공 상태 등의 적정성

2.4 품질관리의 적정성

2.5 인접건축물 또는 구조물의 안정성 등

공사장주변 안전조치의 적정성

2.6 건설공사 안전관리 검토

제2장 점검대상물의 평가

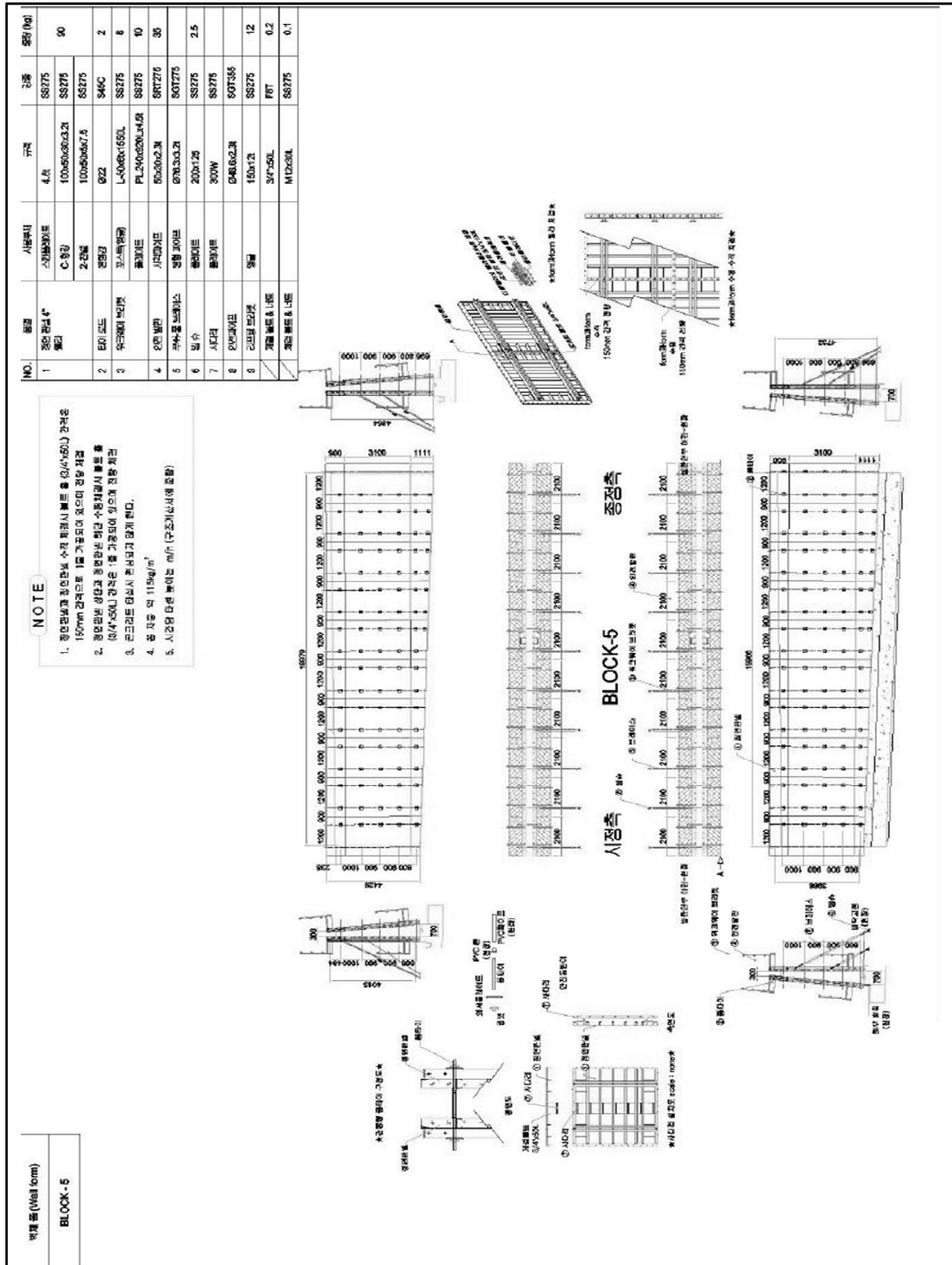
2.1 점검대상 시설물 현황

2.1.1 작업발판 일체형 거푸집

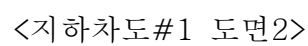
구분	공 종	점검위치 (현장점검일자)	비 고
1차	작업발판 일체형 거푸집	인천광역시 중구 운서동 일원 (현장점검일 : 2021.04.29)	초, 중기 1회
2차		인천광역시 중구 운서동 일원 (현장점검일 : 2021.10.22)	말기 1회

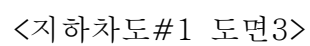
공 사 명	4단계 공항내부 연결도로공사(4-8공구)
	
지하차도#1 작업발판 일체형 거푸집 설치 현황	
	
지하차도#2 작업발판 일체형 거푸집 설치 현황	

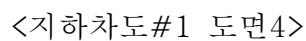
2.1.2 관련도면

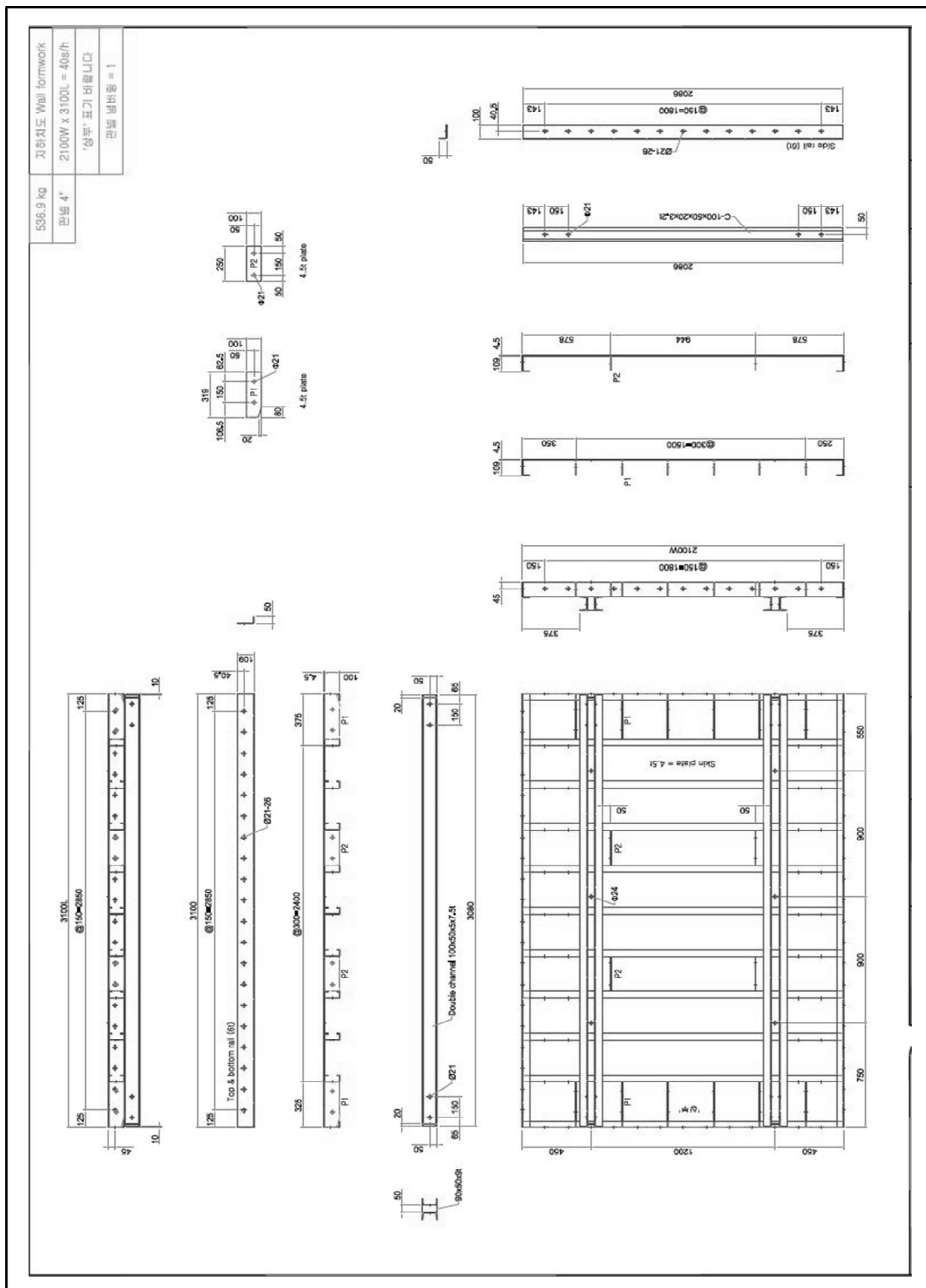


<지하차도#1 도면1>

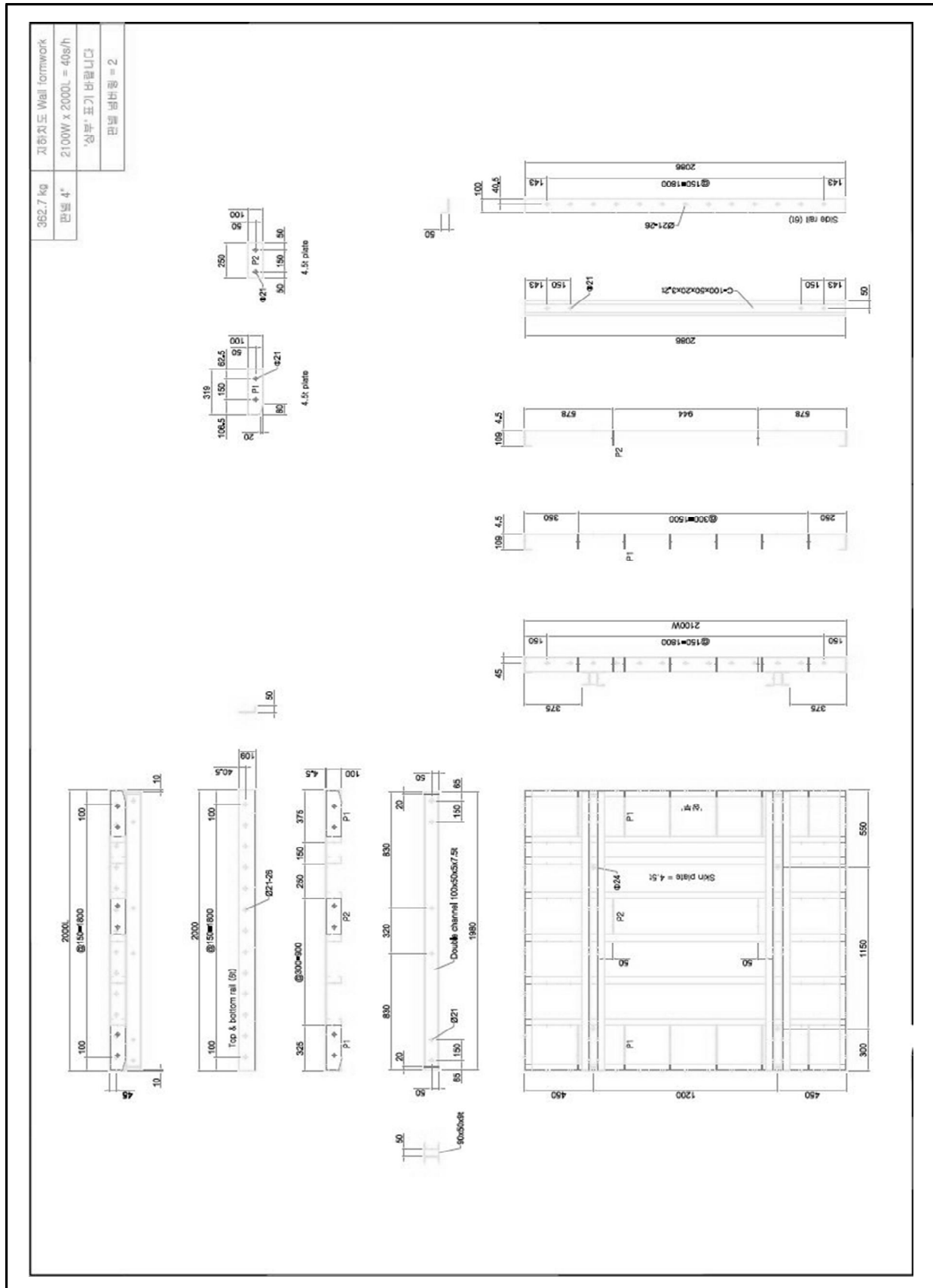




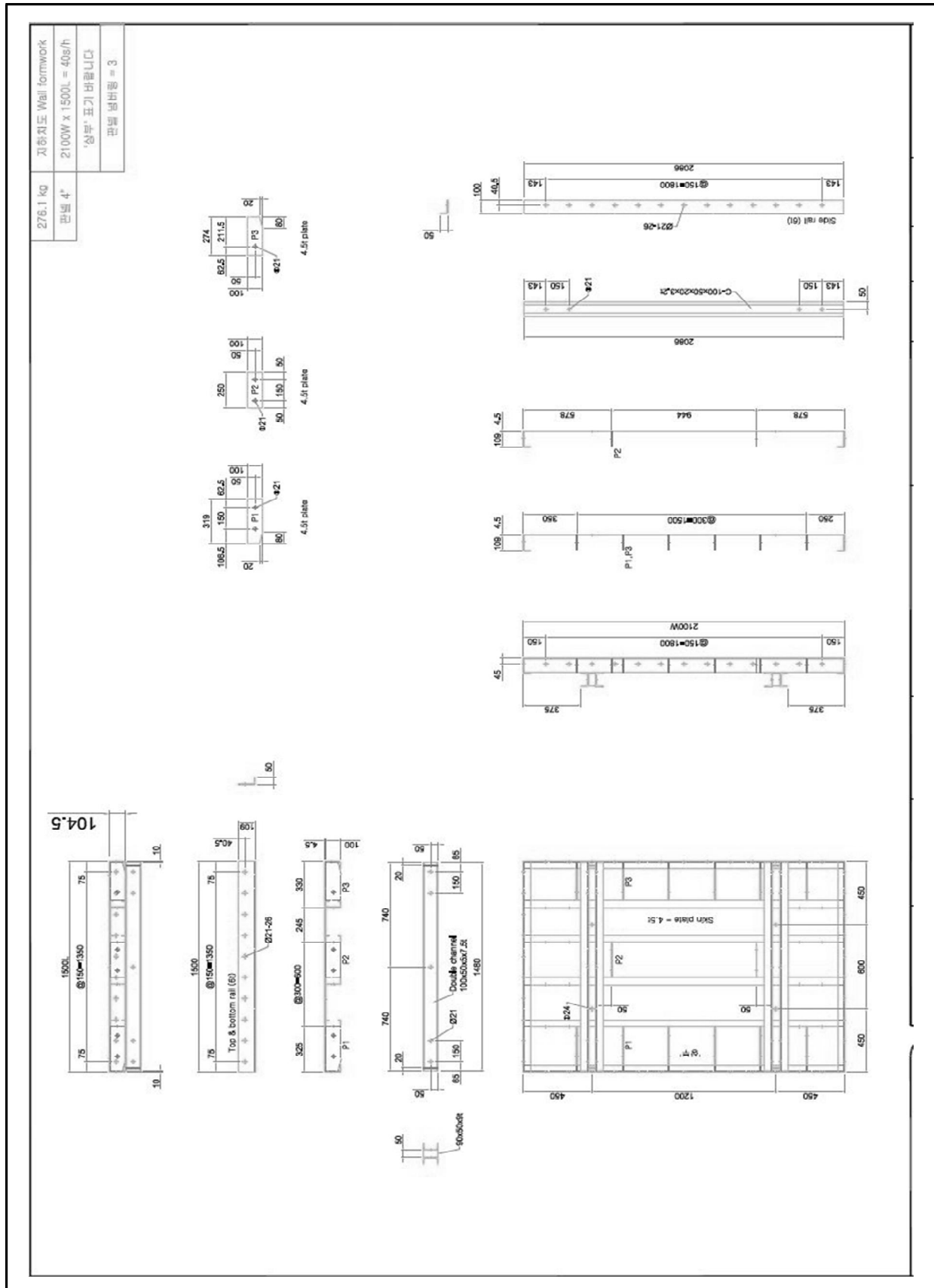




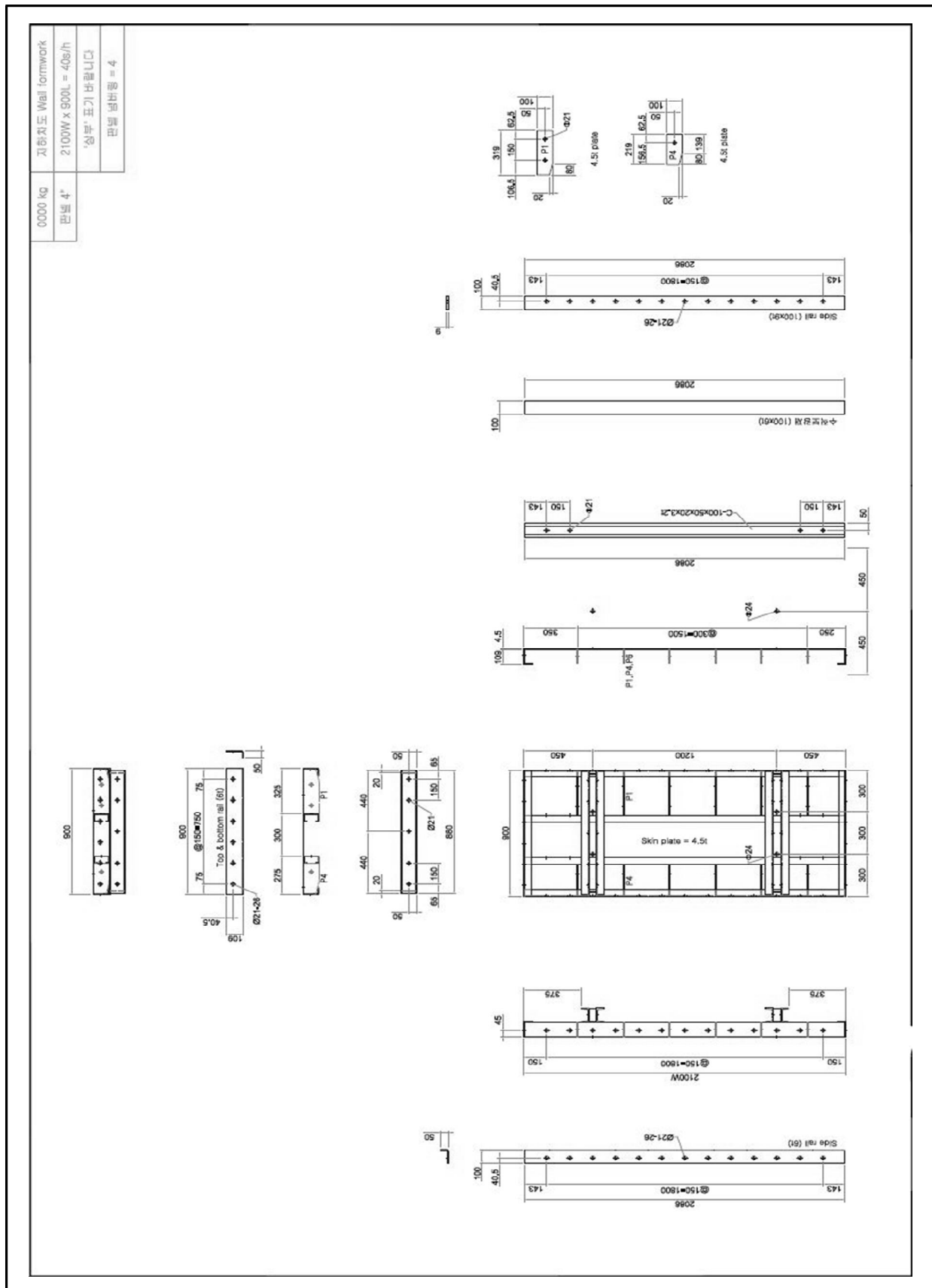
<지하차도#1 도면5>



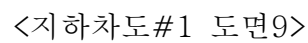
<지하차도#1 도면6>

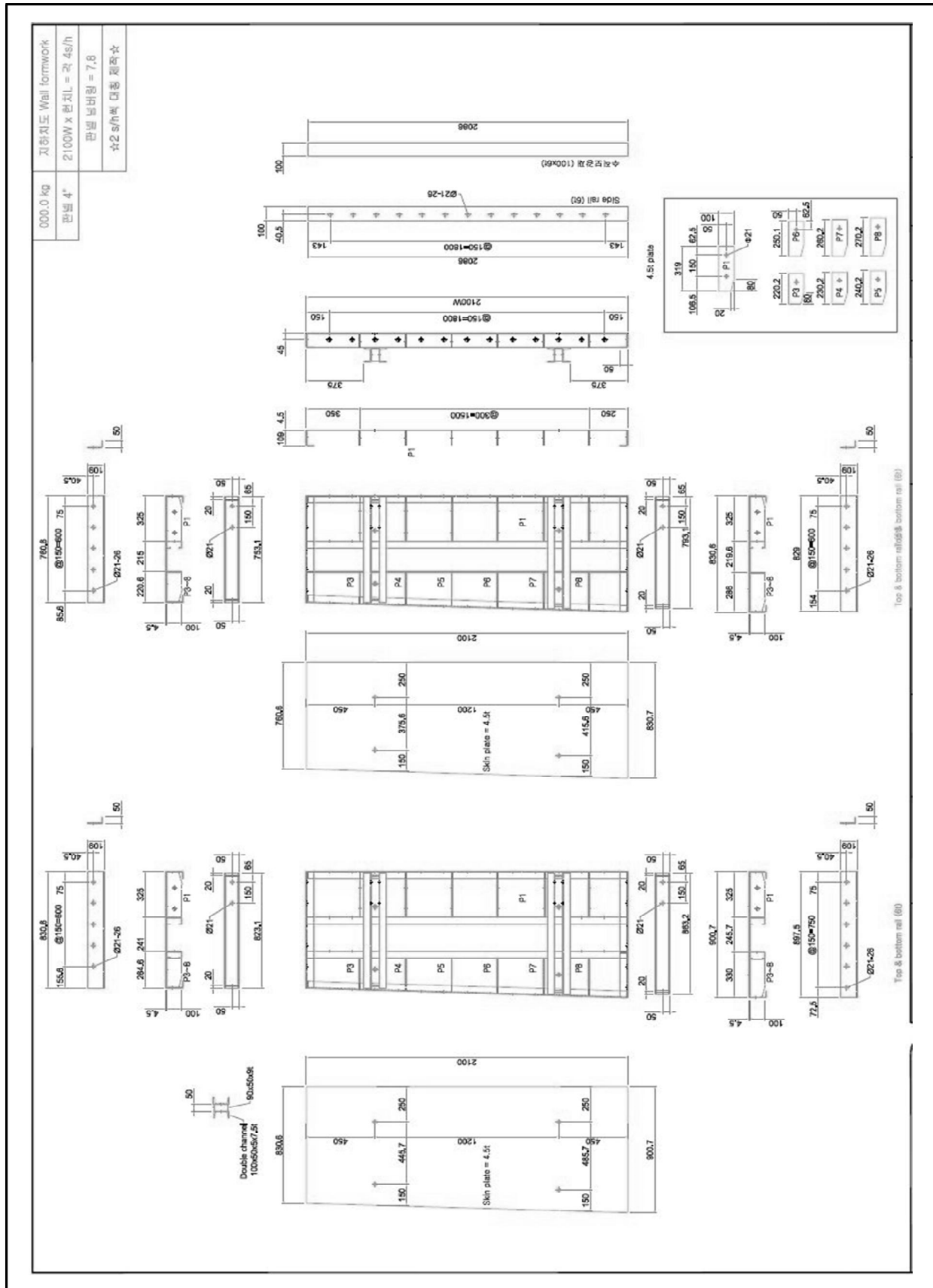


<지하차도#1 도면7>

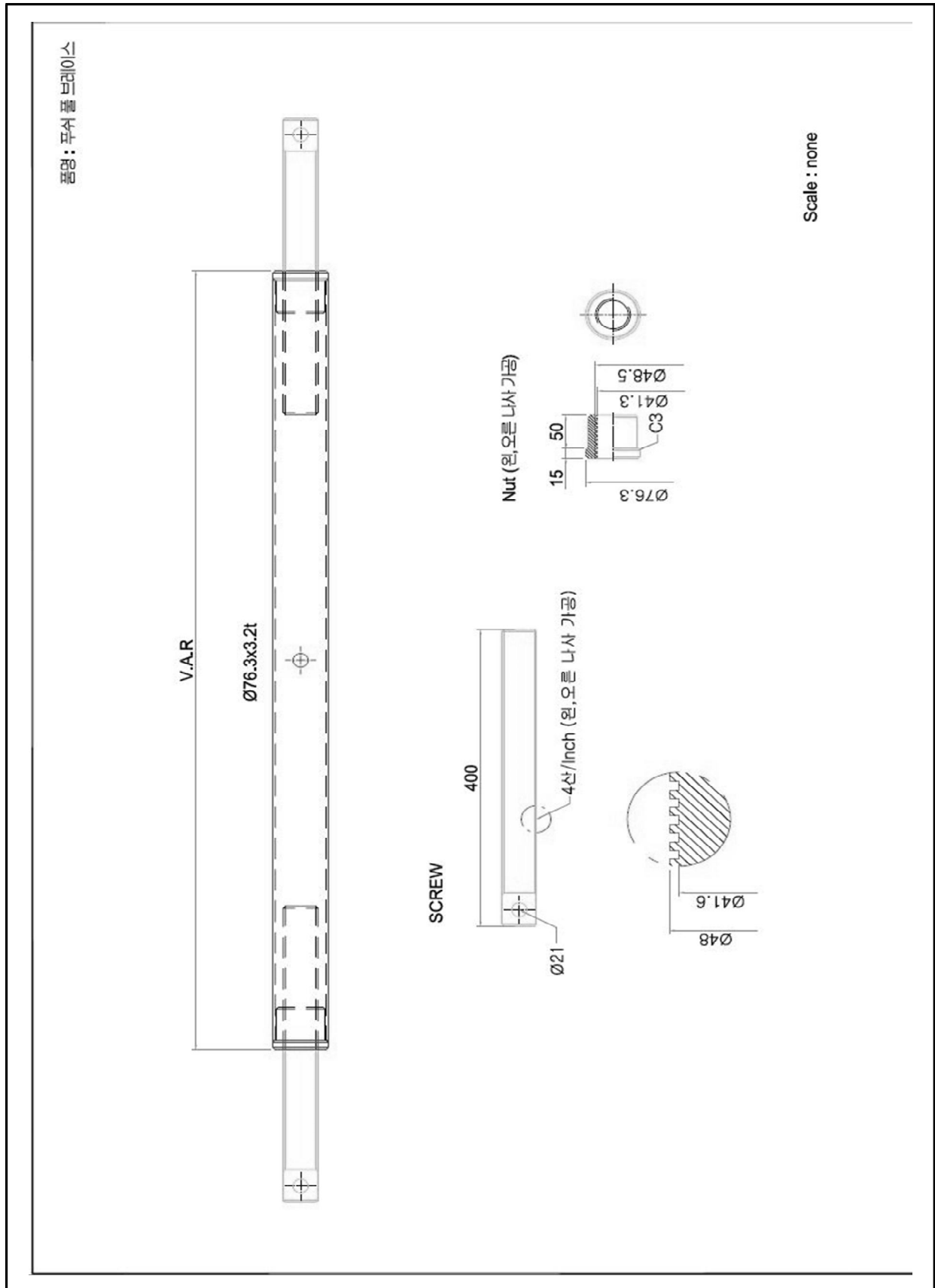


<지하차도#1 도면8>

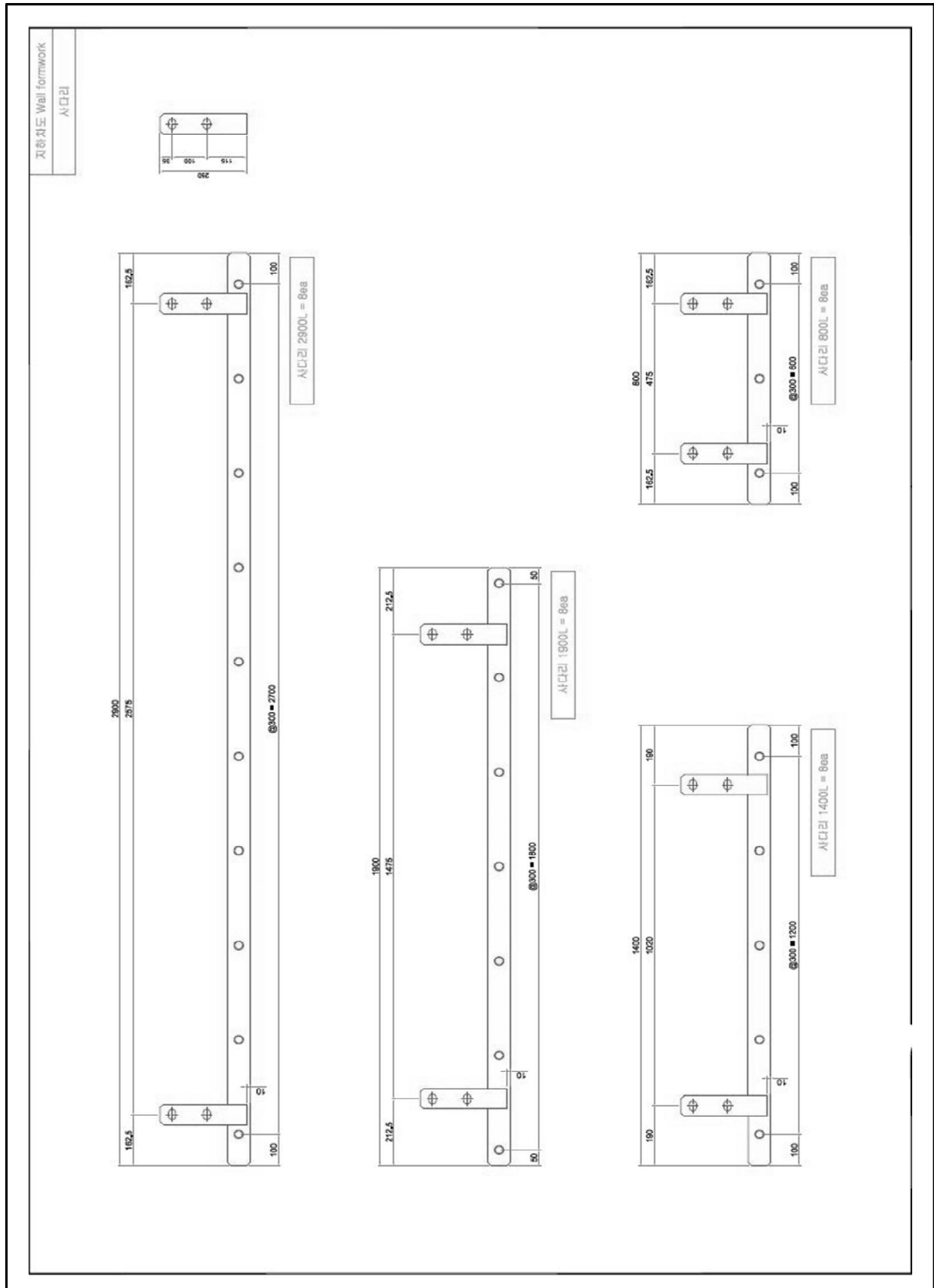




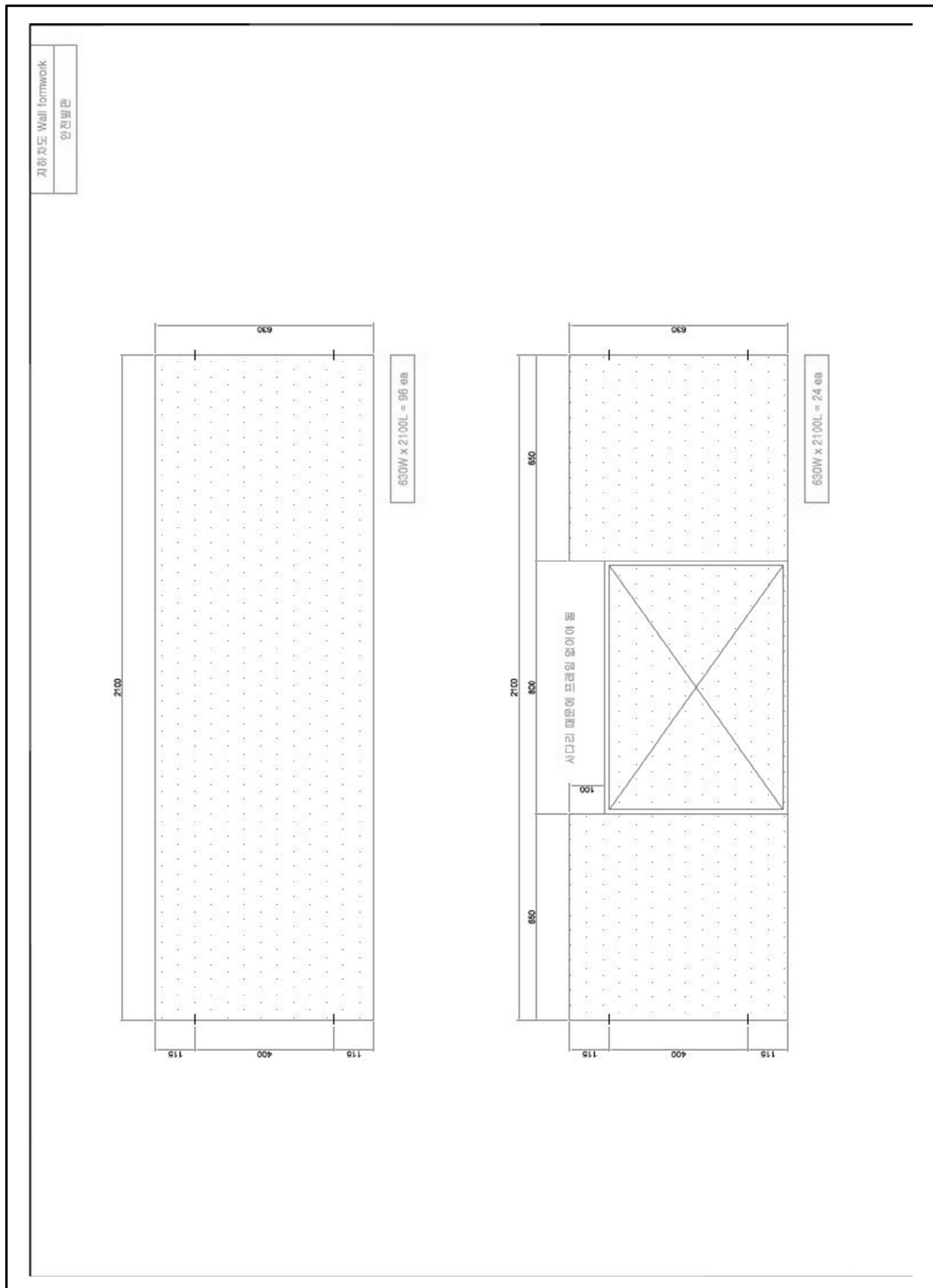
<지하차도#1 도면10>



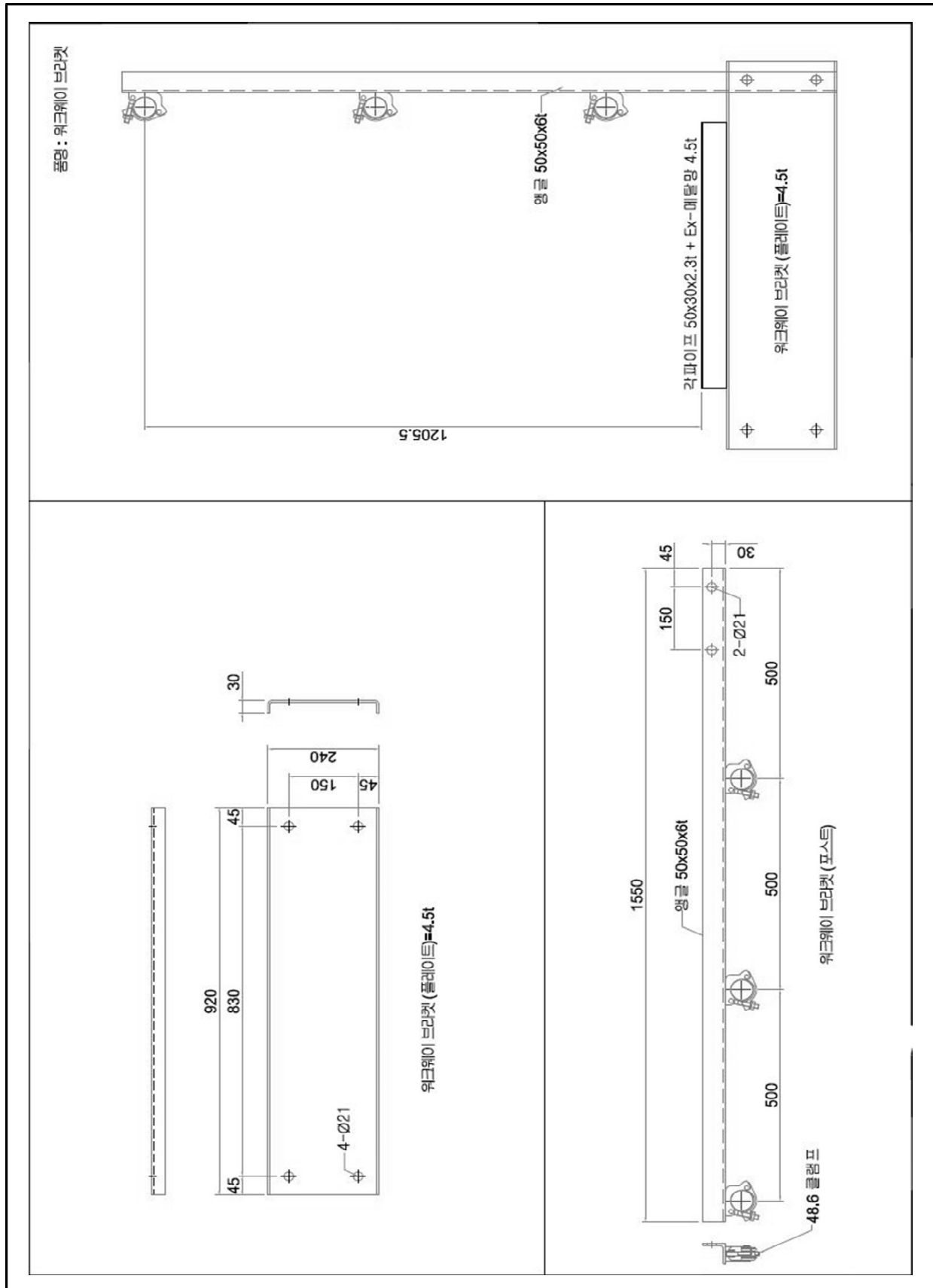
<지하차도#1 도면11>



<지하차도#1 도면12>

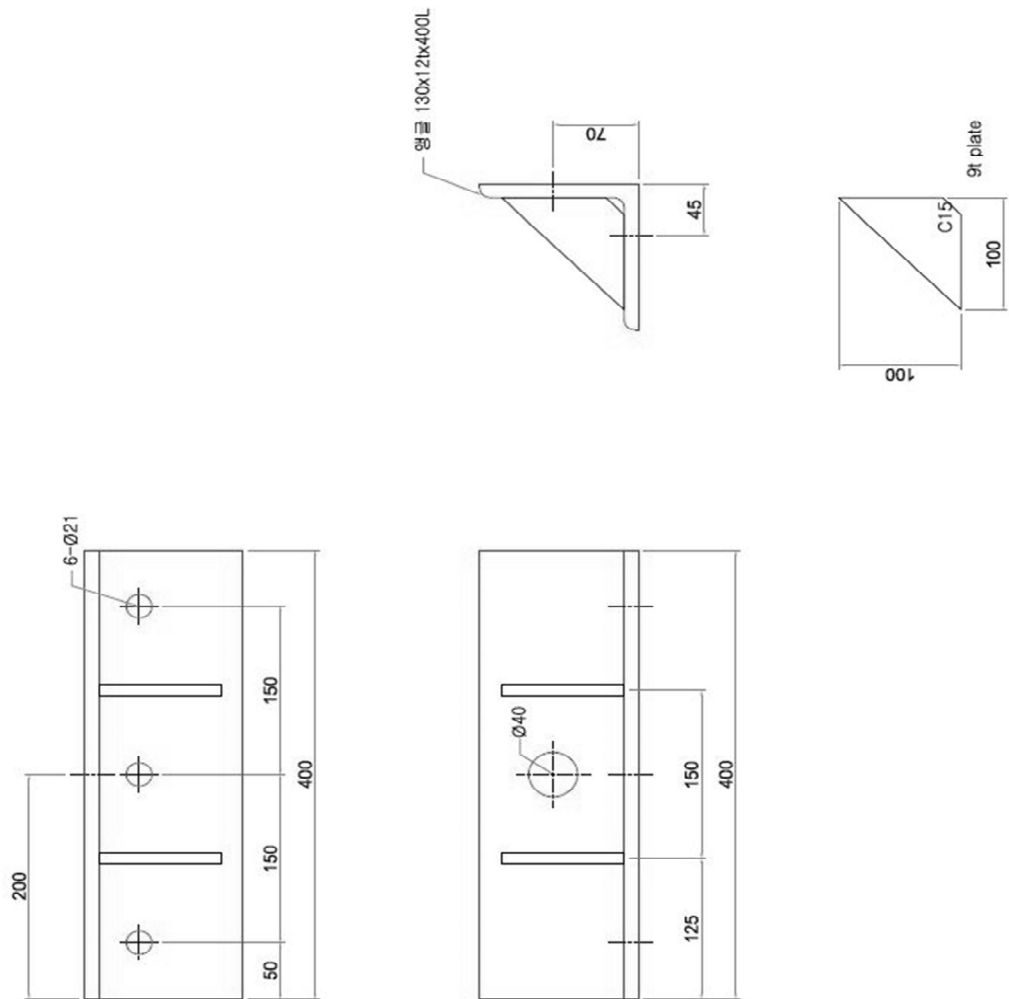


<지하차도#1 도면13>

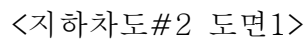


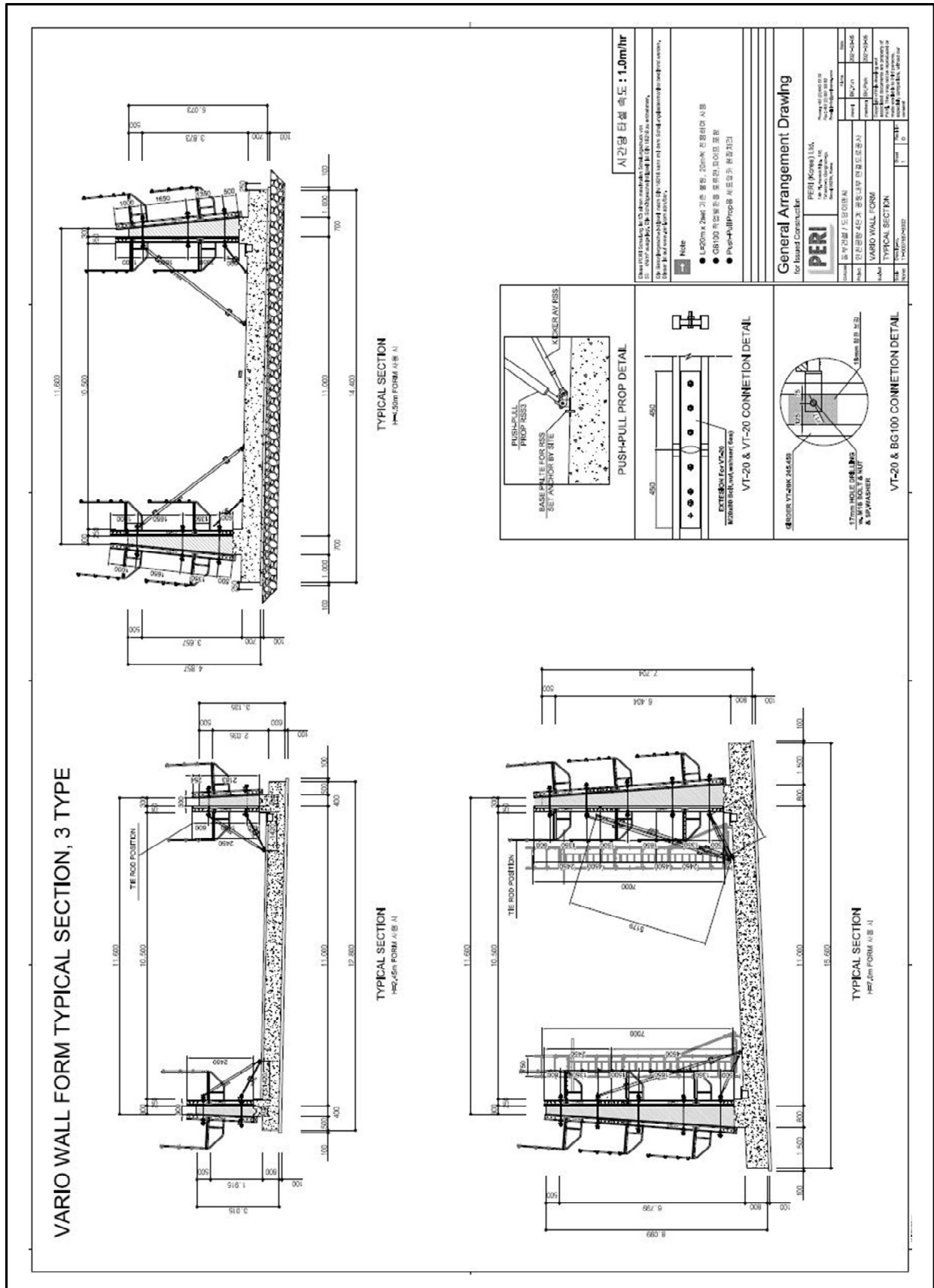
<지하차도#1 도면14>

품명: 리프팅 브리켓

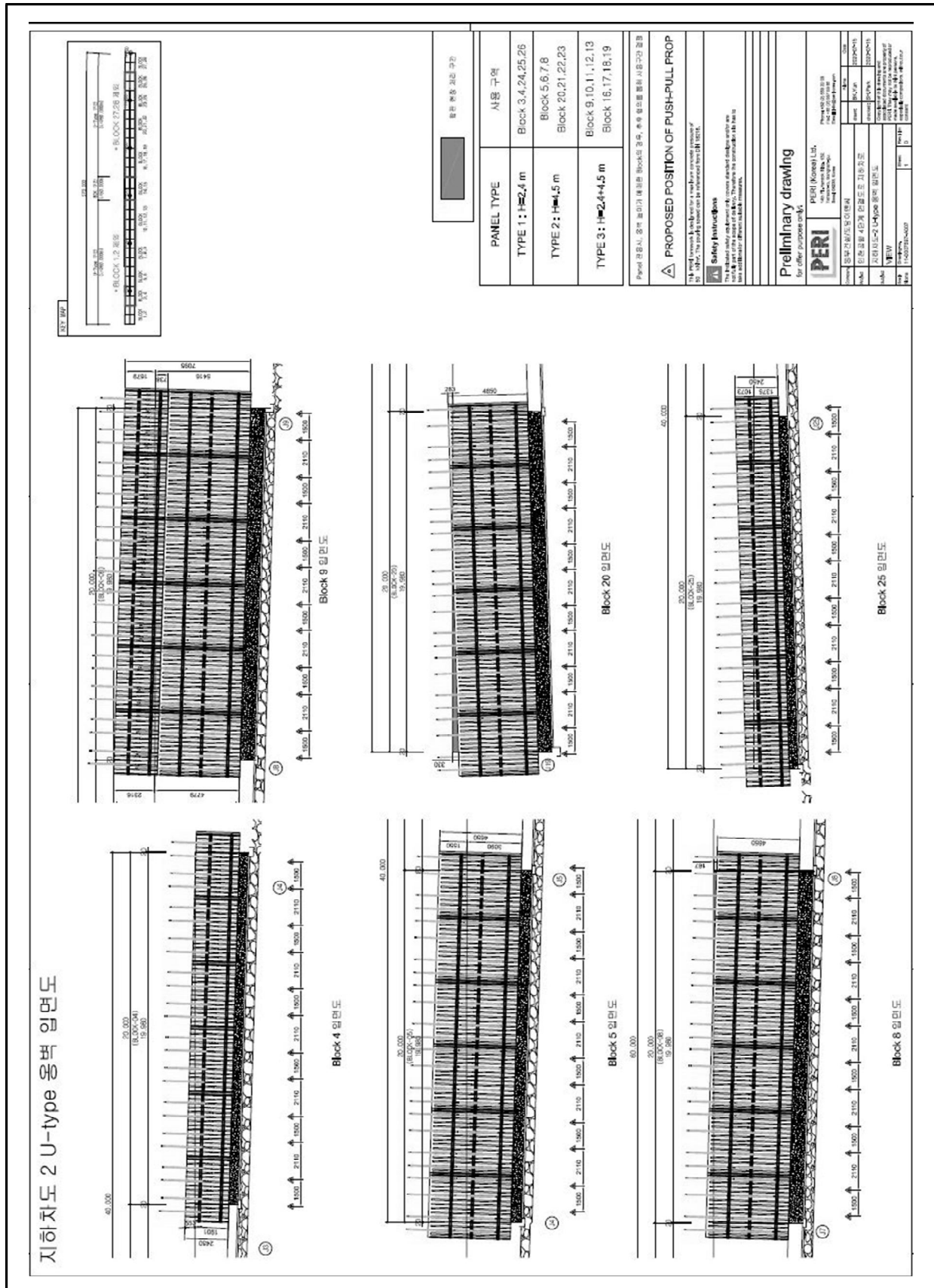


<지하차도#1 도면15>

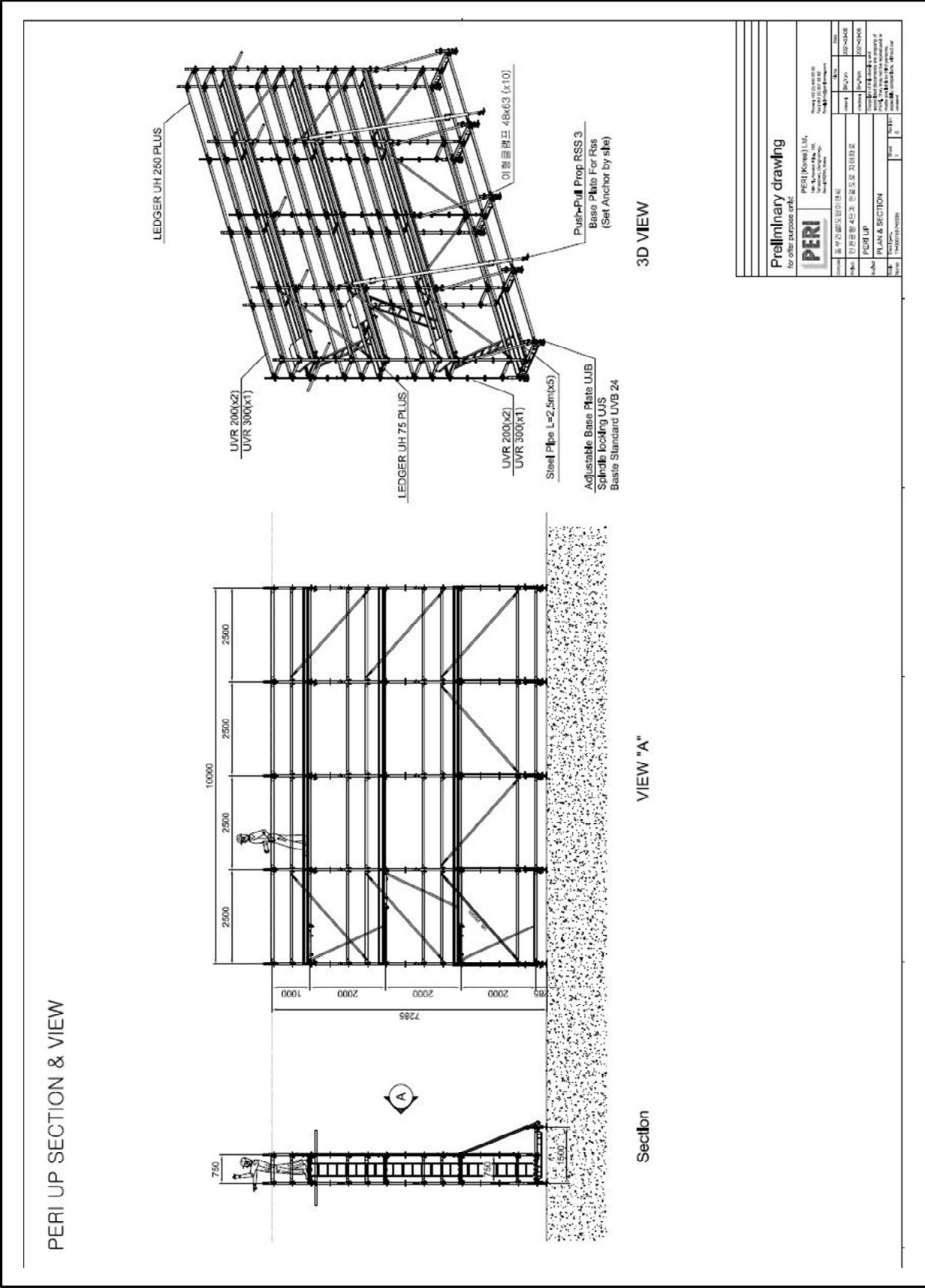




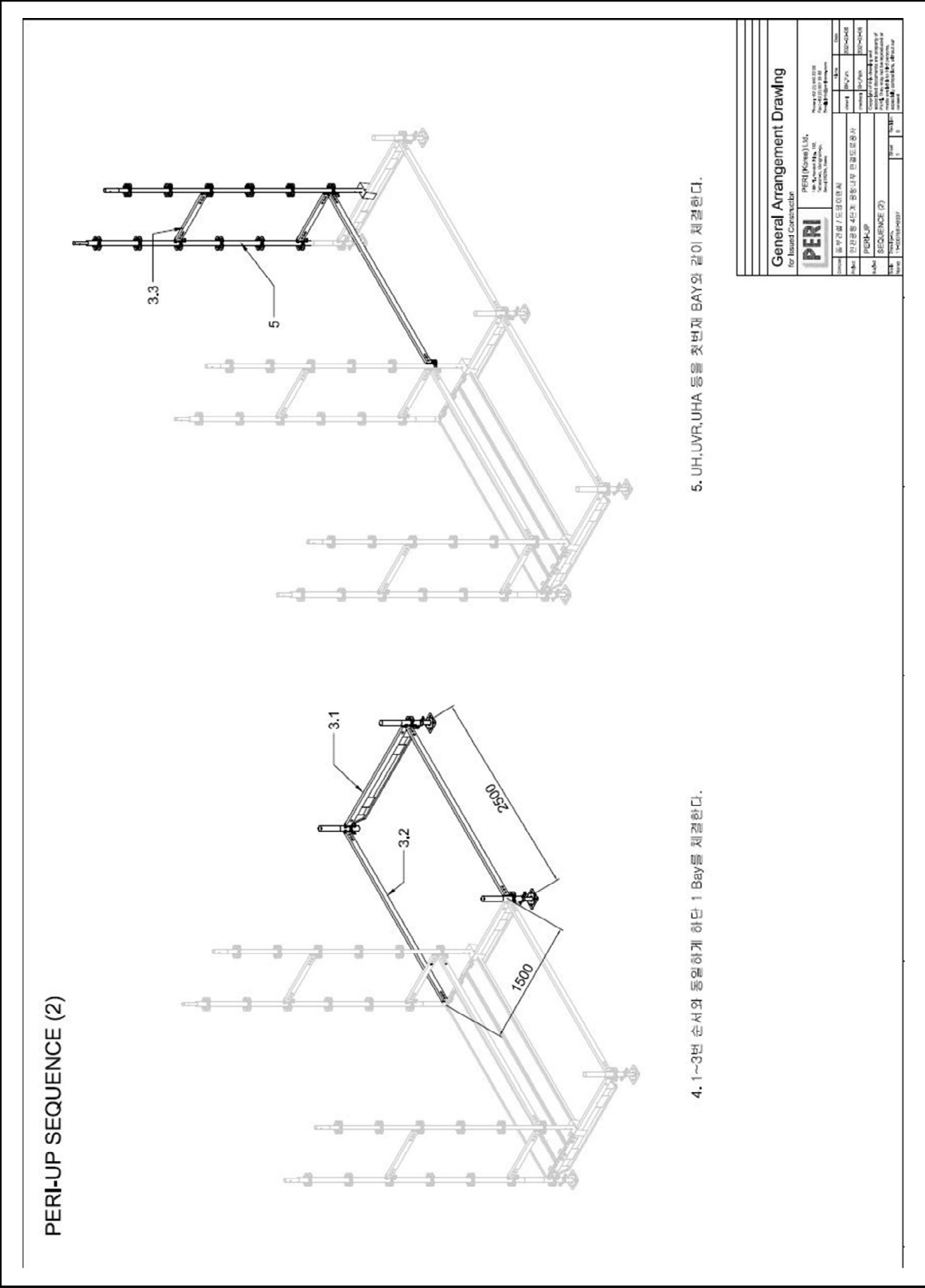
<지하차도#2 도면2>



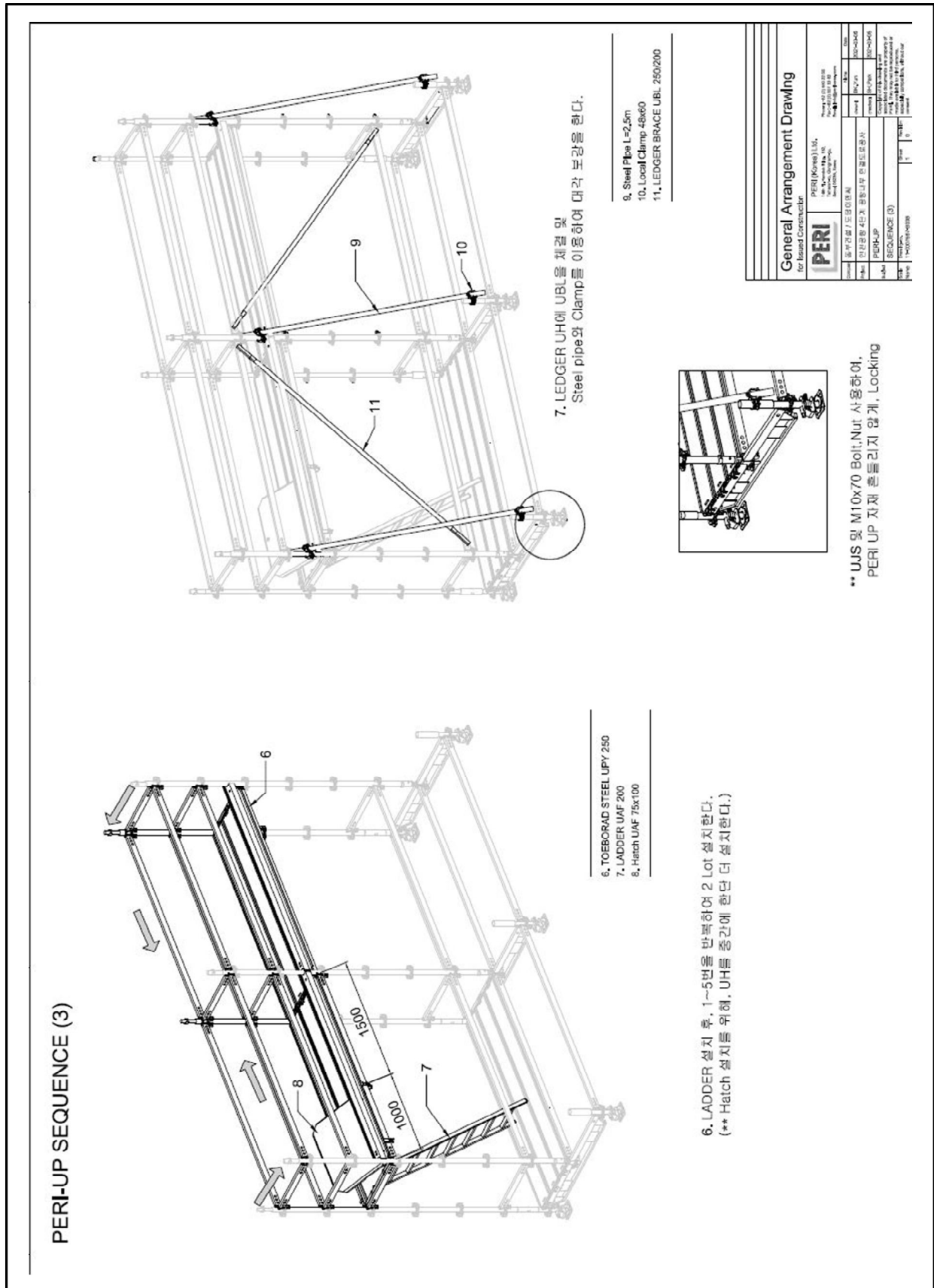
<지하차도#2 도면3>



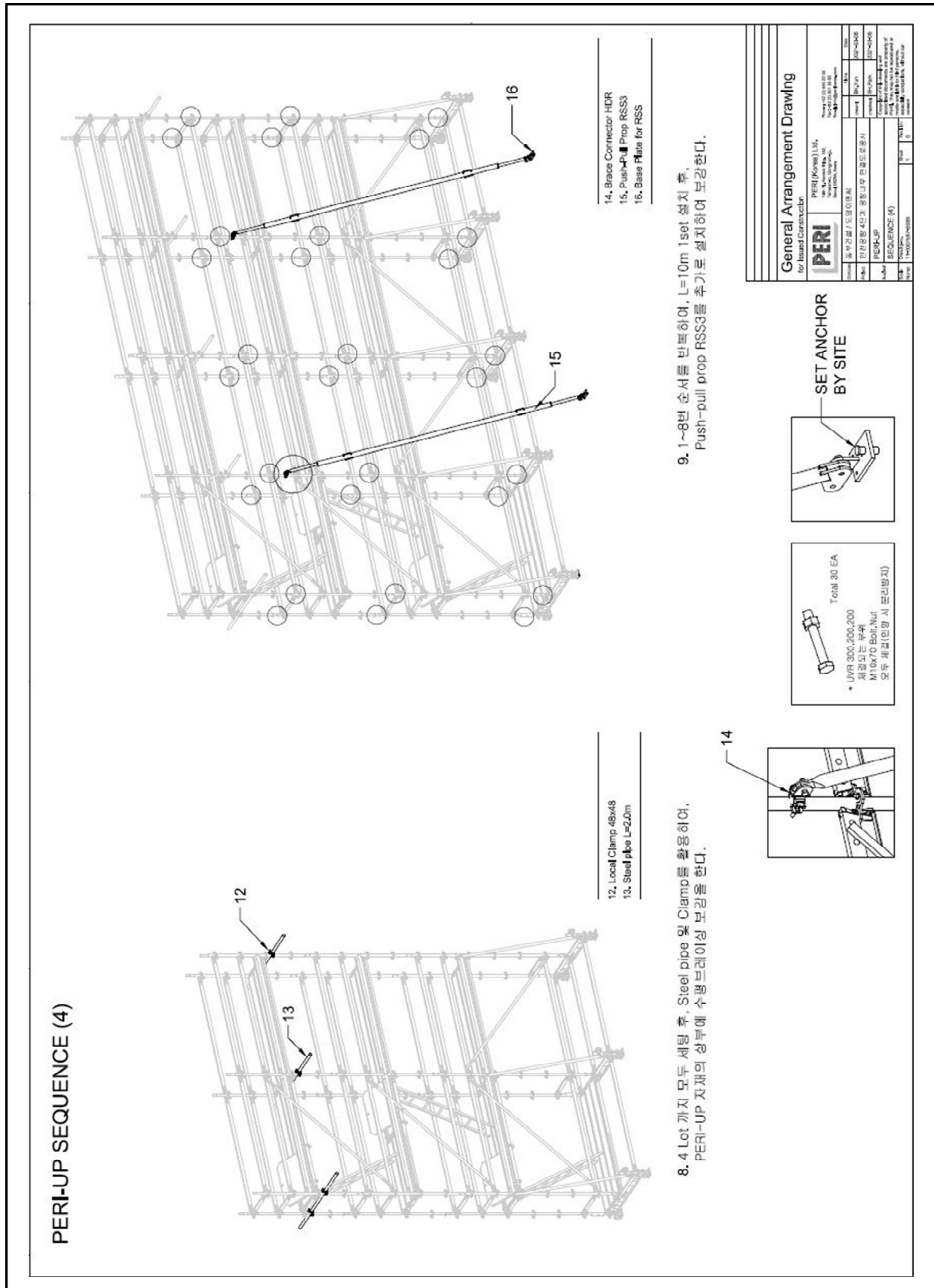
<지하차도#2 도면4>



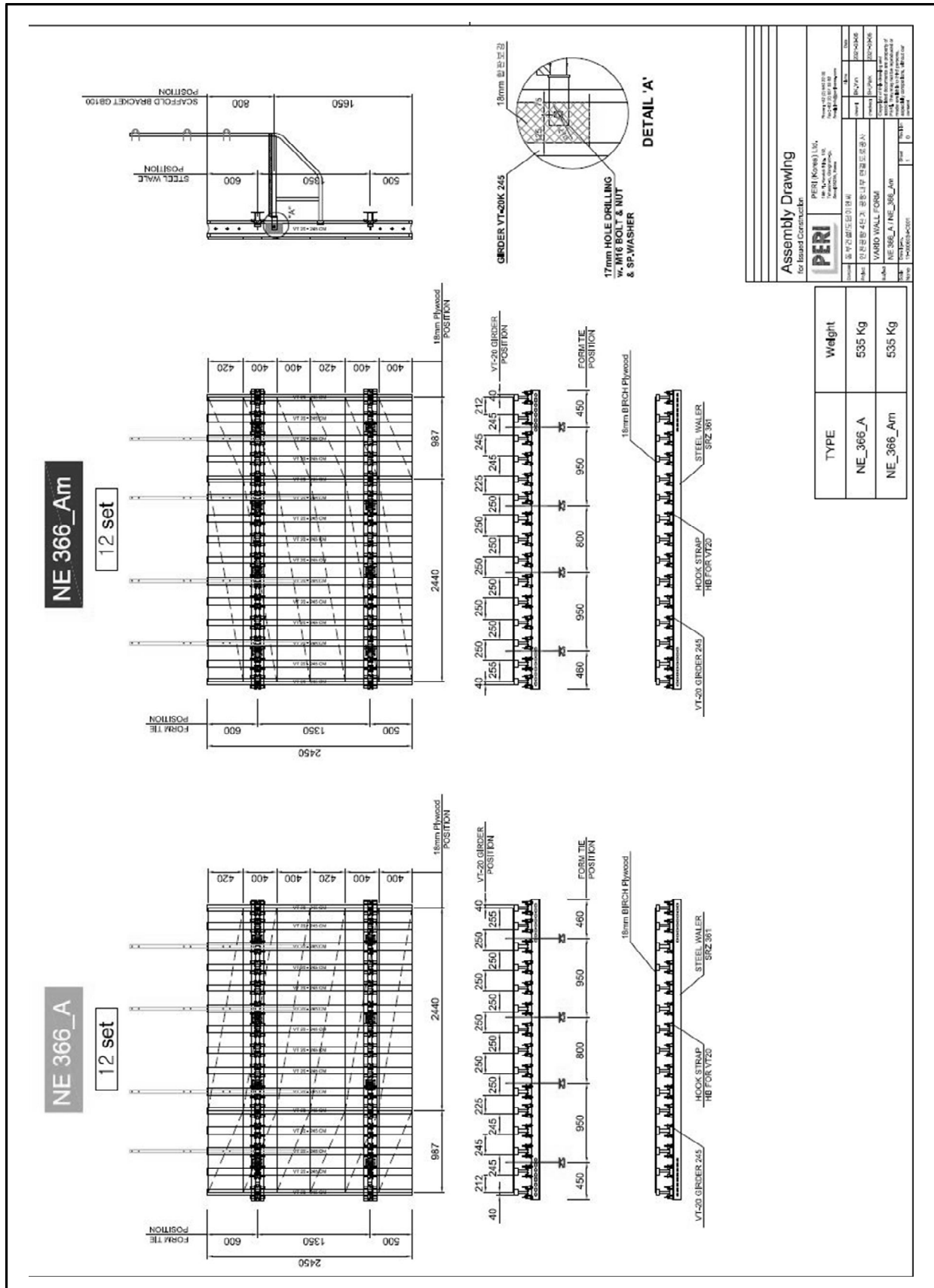
<지하차도#2 도면6>



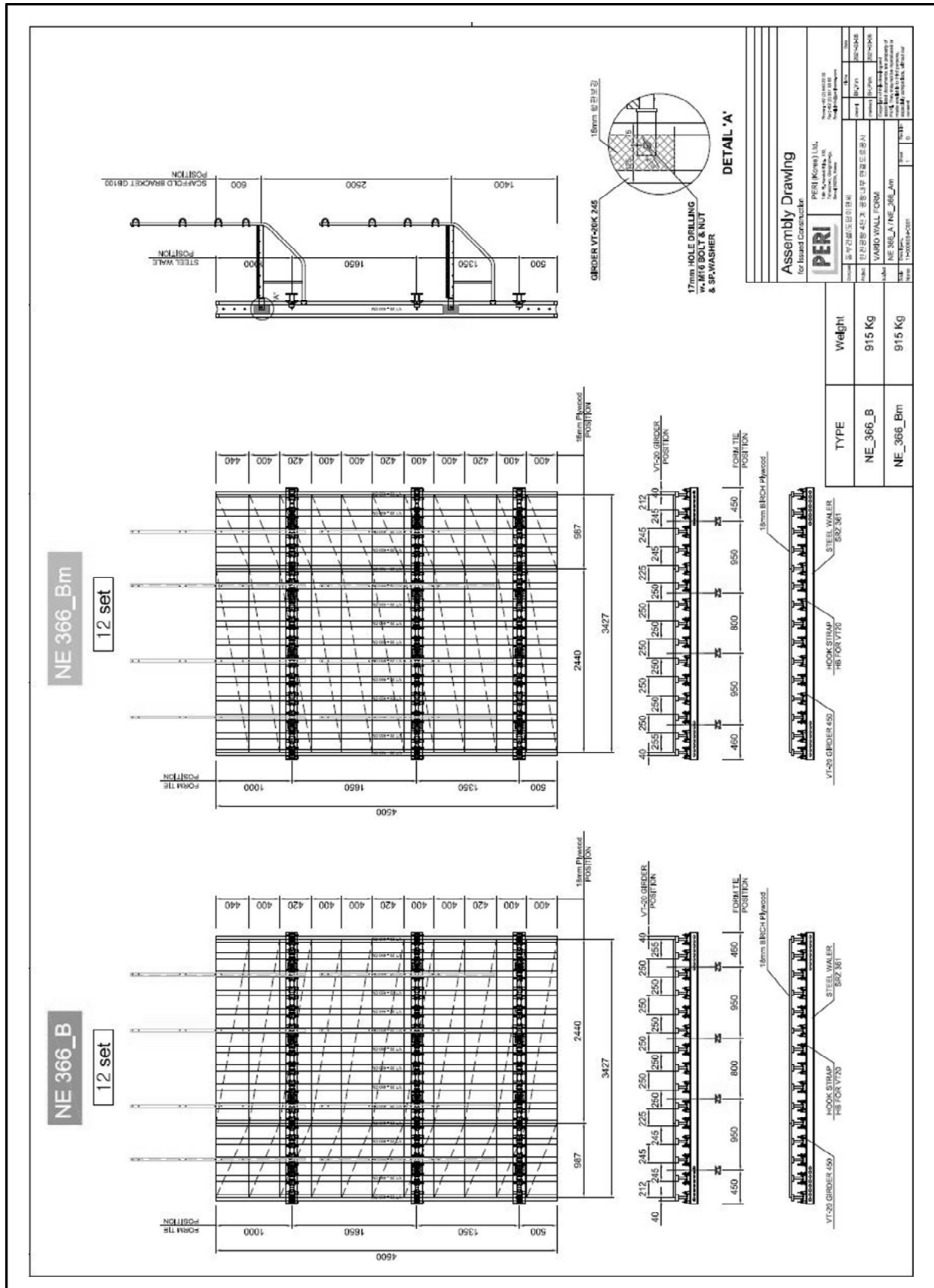
<지하차도#2 도면7>



<지하차도#2 도면8>



<지하차도#2 도면10>



<지하차도#2 도면11>

2.2 관련자료 검토

2.2.1 구조계산서 검토

본 구조계산서는 인천국제공항 4단계 공항내부 연결도로 공사 현장에 적용되는 작업발판 일체형 거푸집의 구조안전성 검토를 위하여 실시하였으며, 주요 내용은 다음과 같다.

가. 지하차도#1

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다림 10층 ㈜ 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담당자 : W.K.H 작성일자 : 20-03
협력사 : ㈜도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 5	Page No. : 1

▷ Wall form Check

(4th Wall form system)

19.98m x 0.7(0.3)m x 4.854mH

(BLOCK - 5)

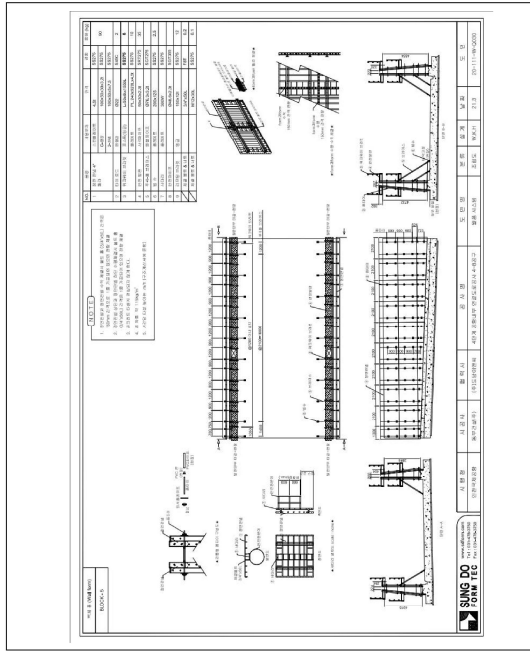
Sung-Do Form (www.sdform.com)

목 차

- I . 일반사항
- II . WALL FORMWORK 검토
- III . ACCESSORY 검토
- IV . 첨부자료

Sung-Do Form (www.sdform.com)

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 위 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
협력사 : ㈜도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 5	작성일자 : 20-03
		Page No. : 2



Sung-Do Form (www.sdform.com)

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 위 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
협력사 : ㈜도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 5	작성일자 : 20-03
		Page No. : 3

1. 일반사항

1) 수직하중

콘크리트 하중 (reinforced concrete) $W_c = 24 \text{ kN/m}^3$ Wall form 단위중량 $P_1 = 1.15 \text{ kN/m}^2$ (막세서리 포함)활하중 $P_L = 2.50 \text{ kN/m}^2$ (작업하중)

2) 구조용강재 및 형강자체의 허용응력 (도.설.기 3.3.2.1)

material : SS400

허용 인장응력 $f_{th} = 140 \text{ MPa}$ (장기허용응력)허용 전단응력 $f_{ts} = 80 \text{ MPa}$ (장기허용응력)

3) 3/4" Joint Bolt의 허용력

material : high strength bolt

극한 인장응력 $f_{tu} = 800 \text{ MPa}$ 허용 인장응력 $f_{th} = 0.33 \times \sigma_u = 0.33 \times 800 = 264 \text{ MPa}$ 허용 인장력 $F_{th} = \sigma_b \times A = 264 \times 215.0 = 56760 \text{ N}$ 허용 전단응력 $f_{ts} = 0.17 \times \sigma_u = 0.17 \times 800 = 136 \text{ MPa}$ 허용 전단력 $V_s = \tau_b \times A = 136 \times 215.0 = 29240 \text{ N}$ (gross area of 3/4" joint bolt $A = 215 \text{ mm}^2$)

Sung-Do Form (www.sdform.com)

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 위 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
협력사 : ㈜도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 5	작성일자 : 20-03
		Page No. : 4

4) Form tie (Ø15) 재질- S45C

극한 인장력 $F_{tu} = 137940 \text{ N}$ 허용 인장력 $F_{th} = 0.5 \times F_u = 68970 \text{ N}$ (시험성적서 기준 50% 안전율)

5) 참고문헌

-. Formwork for Concrete, Fifth Edition

-. Manual of Steel Construction - Allowable Stress Design, Ninth Edition

-. Manual of Steel Construction - Volume II Connections

-. 도로교 설계기준, 가설공사 표준시방서, 건축구조설계기준

Sung-Do Form (www.sdform.com)

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 위 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
협력사 : ㈜도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 5	작성일자 : 20-03
		Page No. : 5

6) 축압의 정의

Concrete 타설시 온도 $T = 15^\circ\text{C}$ (참조 기준, T=concrete 온도(°C))타설속도 R (R=시간당 타설 속도(m/hr))

최대 축압 계산

 $P_{max} = Cw \times Cc \times [7.2 + ((1160 + 240 R) / (T + 18))]$

단위 중량 계수 (Cw)

콘크리트의 단위 중량	Cw
22.5kN/m³ 미만인경우	$Cw=0.5 [1+(w/23) \text{ kN/m}^3]$ 다만 0.8 이상이어야 한다.
22.5~24kN/m³ 인경우	1
24kN/m³ 초과인경우	$Cw = W/23 \text{ kN/m}^3$ (W= 24 kN/m³ 기준)

첨가물 계수 (Cc)

시멘트 타입 및 첨가물	Cc
지연제를 사용하지 않은 KS L 5201의 1, 2, 3종 시멘트	1
지연제를 사용한 KS L 5201의 1, 2, 3종 시멘트	1.2
다른타입의 시멘트 또는 지연제 없이 40% 이하의 플라이 애쉬 또는 70%이하의 슬래그가 혼합된 시멘트	1.2
다른타입의 시멘트 또는 지연제를 사용한40% 이하의 플라이 애쉬 또는 70%이하의 슬래그가 혼합된 시멘트	1.4
70%이상의 슬래그 또는 40% 이상의 플라이 애쉬가 혼합된 시멘트	1.4

Sung-Do Form (www.sdform.com)

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 위 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
협력사 : ㈜도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 5	작성일자 : 20-03
	Page No. : 6	

▷ 측압 산정

- ② 벽체의 측압은 콘크리트 타설속도에 따라 다음과 같이 구분하며, 이 경우에 측압의 최소값은 $30 C_u$ kN/m² 이상이고, 최대값은 $15H$ g 같 이하이다.
- 가. 타설속도가 2.1 m/hr 이하이고, 타설높이가 4.2m 미만인 벽체

$$P = C_u \cdot C_p \left[7.2 + \frac{700R}{T+18} \right] \quad (4.3)$$

나. 타설속도가 2.1 m/hr 이하이면서 타설높이가 4.2m 초과하는 벽체 및 타설속도가 2.1~4.5 m/hr인 모든 벽체

$$P = C_u \cdot C_p \left[7.2 + \frac{1160+240R}{T+18} \right] \quad (4.4)$$

Sung-Do Form (www.sdform.com)

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 위 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
협력사 : ㈜도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 5	작성일자 : 20-03
	Page No. : 7	

7) 수평하중

풍하중과 최소 수평하중의 영향을 고려하여 불리한 경우를 검토한다.

· 풍하중

1) 설계조건

기본풍속 : $V_b = 28$ m/s (건축구조기준 설계하중 2019)

지표면 조도구분 : I (가설공사표준시방서 2016)

대기 경계층 시작높이 : $Z_0 = 2$ m (가설공사표준시방서 2016)

기준 평도중 높이 : $Z_d = 200$ m (가설공사표준시방서 2016)

지표면에서의 높이 : $z = 5.58$ m

풍속 고도 분포지수 : $\alpha = 0.12$ (가설공사표준시방서 2016)

풍속고도분포계수 : $K_{zt} = 1.723 \times (Z_0 / Z_d)^{\alpha}$ (가설공사표준시방서 2016)
 $= 1.723 \times (5.584 / 200)^{0.12} = 1.12$

지형계수 : $K_{zt} = 1$ 평탄한 지역 (건축구조기준 설계하중 2019)

가시성물의 중요도계수 : $I_w = 0.63$ 재현기간 2년 이내 (가설공사표준시방서 2016)

설계풍속 $V_R = V_b \times K_{zt} \times K_{zt} \times I_w$
 $= 28 \times 1.12 \times 1 \times 0.63 = 19.783$ m/s

2) 설계 속도압 : q_s (N/m²)

$q_s = 1 / 2 \times \rho \times V_R^2$
 $= 1 / 2 \times 1.22 \times 19.78^2$
 $= 238.7$ N/m² 여기서, 공기밀도 : $\rho = 1.22$ kg/m³

Sung-Do Form (www.sdform.com)

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 위 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
협력사 : ㈜도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 5	작성일자 : 20-03
	Page No. : 8	

3) 설계 풍압 : P_s

$$P_s = q_s \times G_1 \times C_p$$

$$= 238.7 \times 1.8 \times 1.8$$

$$= 773.50 \text{ N/m}^2 = 0.0077 \text{ MPa}$$

여기서, 가스트 영향계수 : $G_1 = 1.8$ (가설공사표준시방서 2016)

풍력계수 : $C_p = 1.8$ (건축구조기준 설계하중 2019)

· 최소수평하중 $M = 0.5 \text{ kN/m}^2 = 0.0005 \text{ MPa}$

풍하중과 최소수평하중 중에 불리한 조건으로 풍하중을 적용한다.

Sung-Do Form (www.sdform.com)

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 위 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
협력사 : ㈜도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 5	작성일자 : 20-03
	Page No. : 9	

II. WALL FORM 검토

▷ Wall Form의 계산은 측압을 기준으로 검토한다.

Wall 사이즈 2020 mm x 300(700) mm x 5124 mm

Concrete 타설높이 $h = 4.85$ m, Wall form 높이 $h = 5.17$ m

Concrete 타설시 온도 $T = 15$ °C (상온 기준)

타설속도 $R = 1.0$ m/hr

$$P_c = 1.0 \times 1.2 \times \left[7.2 + \left(\frac{1160 + 240R}{T + 18} \right) \right]$$

$$= 0.059 \text{ MPa}$$

측압의 최소값은 $P_{min} = 30 \times C_w = 30 \times 1.0 = 30.0$ kN/m² 이상 이므로,

$$P_R = P_c + P_s = 0.0602 \text{ MPa} \text{ 을 적용}$$

Sung-Do Form (www.sdform.com)

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 위 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
협력사 : ㈜도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 5	작성일자 : 20-03
	Page No. : 10	

a) Skin plate Check

Skin plate의 단면성능 및 계산 ▷ Skin plate (4.5 t)

$$\begin{aligned} \text{▷ 단면 계수 (Z)} &= (b \times h^2) / 6 = (1 \times 4.5^2) / 6 = 3.4 \text{ mm}^3 \\ \text{▷ 2차모멘트 (I)} &= (b \times h^3) / 12 = (1 \times 4.5^3) / 12 = 7.6 \text{ mm}^4 \\ \text{▷ 탄성 계수 (E)} &= 205000 \text{ MPa} \quad \text{▷ } f_{ts} = 140 \text{ MPa} \\ \text{▷ 단위하중 (w)} &= 1.0 \text{ mm} \times 0.0602 \text{ N/mm}^2 = 0.0602 \text{ N/mm} \end{aligned}$$

▷ C-stiffener 순간격 (L) = 250 mm

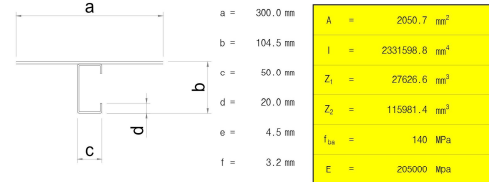
$$\begin{aligned} M &= w \times L^2 / 10 = (0.0602 \times 250^2) / 10 = 3.76 \text{ Nmm} \\ f_b &= M / Z = 3.76 / 3.4 = 1.11 \text{ MPa} \leq f_{ts} = 140 \text{ MPa} \quad \text{OK!!!} \\ \delta &= w \times L^4 / (128 \times E \times I) = 0.0602 \times 250^4 / (128 \times 205000 \times 7.6) = 1.18 \text{ mm} \leq 3.0 \text{ mm} \quad \text{OK!!!} \end{aligned}$$

Sung-Do Form (www.sdform.com)

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 위 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
협력사 : ㈜도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 5	작성일자 : 20-03
	Page No. : 11	

b) C-Stiffener Check

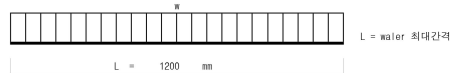
(e = 4.5t skin plate, f = 3.2t C-Stiffener)



-, 계 산

C-Stiffener 간격 s = 300 mm

$$w = P_h \times s = 0.0602 \times 300 = 18.073 \text{ N/mm}$$



$$\begin{aligned} M &= w \times L^2 / 8 = (18.073 \times 1200^2) / 8 = 3.33 \text{ Nmm} \\ f_b &= M / Z_1 = 3.33 / 27626.6 = 117.8 \text{ MPa} \leq f_{ts} = 140 \text{ MPa} \quad \text{OK!!!} \\ \delta &= 5 \times w \times L^4 / (384 \times E \times I) = 5 \times 18.073 \times 1200^4 / (384 \times 205000 \times 2331598.8) = 1.0 \text{ mm} \leq I_s / 360 = 3.33 \text{ mm} \quad \text{OK!!!} \end{aligned}$$

Sung-Do Form (www.sdform.com)

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 위 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
협력사 : ㈜도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 5	작성일자 : 20-03
	Page No. : 12	

▷ C-Stiffener 단면성능

h	b	A	y ²	A x y ²	I	g	A x g
4.5	300	1350.0	318.7	430295.0	2278.1	102.3	138037.5
100	50	500.0	166.7	83333.3	107000.0	50.0	50000.0
T O T A L		2050.7		513628.3	107278.1		179037.5

C _x = 84.4 mm	A = 2050.7 mm ²
C _y = 20.1 mm	I = 2331598.8 mm ⁴

Z _x = 27626.6 mm ³
Z _y = 115981.4 mm ³

Sung-Do Form (www.sdform.com)

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 위 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
협력사 : ㈜도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 5	작성일자 : 20-03
	Page No. : 13	

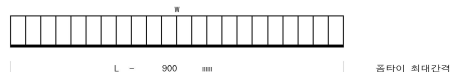
c) Waler Check

-, 20H-100x50x5x7.5의 단면성능 (Vertical Waler는 20H-100x50x5x7.5를 사용)

A = 2384 mm ²	I = 3760000 mm ⁴	Z = 75200 mm ³
f _{ts} = 140 MPa	f _{ss} = 80 MPa	E = 205000 MPa
A _{web} = 1000 mm ²		

Waler 최대 설치 간격 s = 1200 mm

$$w = P_h \times s = 0.0602 \times 1200 = 72.291 \text{ N/mm}$$



$$\begin{aligned} M &= w \times L^2 / 8 = (72.291 \times 900^2) / 8 = 7.29 \text{ Nmm} \\ f_b &= M / Z = 7.29 / 75200 = 97 \text{ MPa} \leq f_{ts} = 140 \text{ MPa} \quad \text{OK!!!} \\ f_s &= (w \times L) / (2 \times A_{web}) = 72.291 \times 900 / (2 \times 1000) = 32.53 \text{ MPa} \leq f_{ss} = 80 \text{ MPa} \quad \text{OK!!!} \\ \delta &= 5 \times w \times L^4 / (384 \times E \times I) = 5 \times 72.291 \times 900^4 / (384 \times 205000 \times 3760000) = 0.8 \text{ mm} \leq I_s / 360 = 2.50 \text{ mm} \quad \text{OK!!!} \end{aligned}$$

Sung-Do Form (www.sdform.com)

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 위 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담당자 : W.K.H 작성일자 : 20-03
협력사 : ㈜도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)-BL0CK 5	Page No. : 14

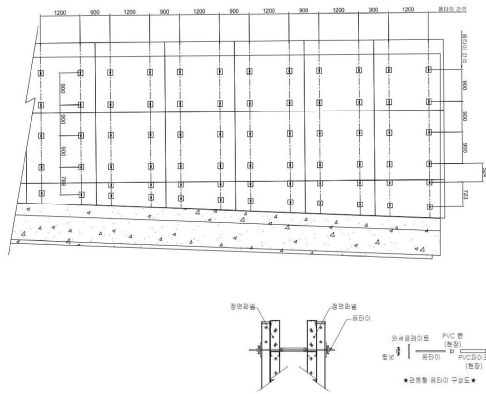
d) Form Tie Bar Check ($\phi 15$)

~. Form Tie Bar의 허용 인장력 $F_b = 68970$ N (거푸집 긴결재 시험성적값 50% 적용)

~. Form Tie Bar 작용하는 유효면적 (water 설치간격 x 폼타이 설치 간격)

$$A = 1080000 \text{ mm}^2 \quad (1200 \times 900)$$

$$F = P_b \times A = 0.0602 \times 1080000 = 65062 \text{ N} \leq 68970 \text{ N} \quad \text{OK!!!}$$



Sung-Do Form (www.sdform.com)

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 위 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담당자 : W.K.H 작성일자 : 20-03
협력사 : ㈜도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)-BL0CK 5	Page No. : 15

e) 체결볼트 Check (FRT 3/4"x50L)

▷ form & form의 연결부분의 bolt check

form & form의 수직, 수평 볼트는 150 mm 간격으로 1줄 가공되어 있음.

$$150\text{mm}\text{당 bolt 체결 수량} : n = 1 \text{ ea}$$

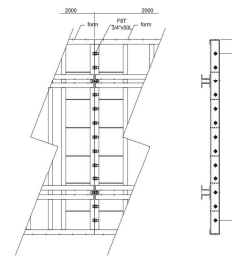
$$\text{Bolt 1개당 지배 면적} : A = (2100 / 2) \times 150 = 157500 \text{ mm}^2$$

$$\text{작용 전단력} : V = P_b \times A = 0.0602 \times 157500 = 9488.2 \text{ N}$$

$$\text{Bolt 1개의 허용 전단력} : V_a = 29240 \text{ N}$$

$$V < V_a \quad \text{OK!!!}$$

form과 form 연결 bolt는 150mm 마다 1개씩 체결.



Sung-Do Form (www.sdform.com)

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 위 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담당자 : W.K.H 작성일자 : 20-03
협력사 : ㈜도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)-BL0CK 5	Page No. : 16

IV. ACCESSORY 검토 (안전발판)

1. 상단작업발판 검토

▷ Live load에 의한 하중을 기준으로 각 bracket에 분배되는 하중을 계산하여 허용응력 및 허용모멘트 비교 검토한다.

$$\text{활하중 (작업하중)} : D_L = 2.5 \text{ kN/m}^2 = 0.0025 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{안전발판 자중} : A_s = 0.0005 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{walkway bracket 간격} : s = 1200 \text{ mm (최대간격)}$$

$$\text{walkway bracket 전체 길이} : L_T = 920 \text{ mm}$$

$$\text{안전발판 폭} : b = 630 \text{ mm}$$

$$\text{walkway bracket bolt vs. center까지 거리} : C = 415 \text{ mm}$$

walkway bracket에 작용하는 하중 계산

$$F = (D_L \times s \times b) + (A_s \times s \times b)$$

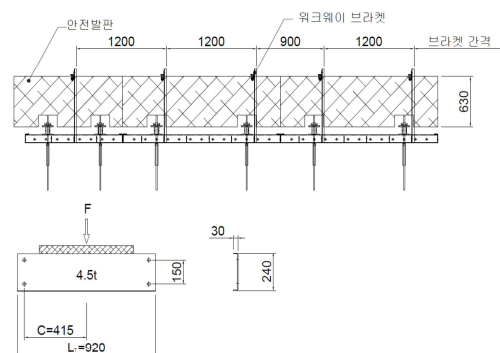
$$= (0.0025 \times 1200 \times 630) + (0.0005 \times 1200 \times 630)$$

$$= 2268 \text{ N}$$

Sung-Do Form (www.sdform.com)

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 위 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담당자 : W.K.H 작성일자 : 20-03
협력사 : ㈜도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)-BL0CK 5	Page No. : 17

▷ Walkway bracket 관련 도면

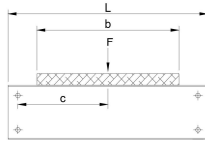


Sung-Do Form (www.sdform.com)

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 위 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담당자 : W.K.H
협력사 : ㈜도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)-BL0CK 5	작성일자 : 20-03
		Page No. : 18

1-1) walkway bracket 계산

- walkway bracket의 단면성능 계산



A = 1309.5 mm ²
I = 8366419 mm ⁴
Z = 69720.2 mm ³
f _{sa} = 140 MPa
E = 205000 MPa

b	A	I	Z	E
4.5	80.0	185,000	13865.1	1871780.4
231.0	4.5	1059,500	0.0	0.0
4.5	80.0	185,000	13865.1	1871780.4
TOTAL	1809,500	3743566.5	4623952.25	157140.0

c = 120.0 mm	A = 1309.500 mm ²
	I = 8366419.13 mm ⁴
	Z = 69720.16 mm ³

$$M = F \times C = f_b \times Z$$

$$f_b = F \times C / Z = 2268 \times 415 / 69720.2 = 13.5 \text{ MPa} \leq f_{sa} = 140 \text{ MPa} \quad \text{OK!!!}$$

$$\delta_L = F \times C^3 / (3 \times E \times I)$$

$$= 2268 \times 71473375 / (3 \times 205000 \times 8366419)$$

$$= 0.03 \text{ mm} \leq l_a / 360 = 1.15 \text{ mm} \quad \text{OK!!!}$$

$$\leq 3.0 \text{ mm} \quad \text{OK!!!}$$

Sung-Do Form (www.sdform.com)

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 위 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담당자 : W.K.H
협력사 : ㈜도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)-BL0CK 5	작성일자 : 20-03
		Page No. : 19

1-2) joint bolt 계산

walkway bkt.는 side form의 수직 stiffener에 bolt를 2ea씩 체결하여 고정시킨다.

따라서, 아래와 같이 joint bolt에 작용하는 전단력과 허용력을 비교·검토한다.

$$3/4" \text{ Joint Bolt의 허용전단력 } V_a = 29240 \text{ N}$$

$$\text{bolt 간격 } s = 150 \text{ mm}$$

$$\text{bolt에 발생하는 전단력 } V =;$$

$$V = M / s = F \times C / s$$

$$V = 2268 \times 415 / 150 = 6275 \text{ N} \leq V_a = 29240 \text{ N} \quad \text{OK!!!}$$

Sung-Do Form (www.sdform.com)

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 위 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담당자 : W.K.H
협력사 : ㈜도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)-BL0CK 5	작성일자 : 20-03
		Page No. : 20

1-3) 안전발판 검토

▷ 상기 페이지에 의한 하중을 기준으로 각 발판에 분배되는 하중을 계산하여 허용응력을 검토한다.

$$\text{활하중 + 안전발판} \quad P_L = 0.0030 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{안전발판 폭} \quad b = 630 \text{ mm}$$

$$\text{-. 발판에 작용하는 하중 } W = P_L \times b = 0.0030 \times 630 = 1.89 \text{ N/mm}$$

* 안전발판 Check *

▷ 각라이프 (50x30x2.3t) 대한 단면성능

$$L = 1200 \text{ mm} \quad (\text{Bracket 간격})$$

A = 333.2 mm ²	I = 106000 mm ⁴	Z = 4250 mm ³
f _{sa} = 140 MPa	E = 205000 MPa	

$$M = (w \times L^2) / 8 = (w \times L^2) / 8 = f_b \times Z$$

$$f_b = (w \times L^2) / (8 \times Z) = 80 \text{ MPa} \leq f_b = 140 \text{ MPa} \quad \text{OK!!!}$$

$$\delta = 5 \times w \times L^4 / (384 \times E \times I)$$

$$= 5 \times 1.89 \times 2073600000000 / (384 \times 205000 \times 106000)$$

$$= 2.35 \text{ mm}$$

Sung-Do Form (www.sdform.com)

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 위 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담당자 : W.K.H
협력사 : ㈜도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)-BL0CK 5	작성일자 : 20-03
		Page No. : 21

2. 브레이스 검토

2-1. 조립 및 해체에 의한 Push-Pull Brace 검토

1) 조건

$$\text{Wall form 단위중량} \quad P_L = 1.15 \text{ N/m}^2 \quad (\text{약세서리 포함})$$

2) Push-pull brace의 차굴 검토

$$\text{Form 길이} \quad L_1 = 2.1 \text{ m}$$

$$\text{Form 높이} \quad H = 5.2 \text{ m} \quad (\text{불리한 조건으로 산정})$$

$$\text{Form 면적} \quad A_1 = 10.9 \text{ m}^2$$

$$\text{차굴 높이} \quad h = 2.62 \text{ m}$$

1 span 당 Push-Pull Brace 1 개가 설치되므로,

$$\text{Brace 1개당 작용하는 하중 } P = L_1 \times H \times P_L$$

$$= 2.1 \times 5.2 \times 1.15$$

$$= 12.5 \text{ kN}$$

$$\text{Push-pull brace 재료} \quad (\phi 76.3 \times 3.2 \text{ t, STK 400})$$

$$\text{단면적} \quad A = \pi (D^2 - d^2) / 4$$

$$= \pi \times (76.3^2 - (76.3 - 6.4)^2) / 4$$

$$= 734.9 \text{ mm}^2$$

$$\text{단면2차 모멘트 } I = \pi (D^4 - d^4) / 64$$

$$= \pi \times (76.3^4 - (76.3 - 6.4)^4) / 64$$

$$= 491805.5 \text{ mm}^4$$

Sung-Do Form (www.sdform.com)

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 위 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담당자 : W.K.H
협력사 : ㈜도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 5	작성일자 : 20-03
	Page No. : 22	

$$\text{단면2차 반경 } r = \sqrt{(I / A)} = \sqrt{(491805.6 / 734.9)} = 25.87 \text{ mm}$$

$$\text{좌굴길이 } l_k = 2973 \text{ mm}$$

▷국부좌굴에 대한 허용응력 산정

$$R = 38.15 \text{ mm} \quad (\text{강관의 반지름})$$

$$t = 3.2 \text{ mm} \quad (\text{강관의 두께})$$

$$\alpha = 1 + \frac{\Phi}{10} = 1 + \frac{0}{10} = 1$$

$$\Phi = \frac{f_1 - f_2}{f_1} = 0, \quad 0 \leq \Phi \leq 2$$

$$\frac{R}{\alpha t} = \frac{38.15}{3.2} = 11.9$$

$$\frac{R}{\alpha t} = 11.9 \leq 50 \text{ 이므로, } f_{ck} = 140 \text{ MPa}$$

▷Push-pull brace의 좌굴 검토

$$\text{Push-pull brace 설치각도} : 59^\circ$$

$$\text{브레이스 작용력 } P_{br} = P / \cos 59^\circ$$

$$= 12.5 / 0.515 = 24.3 \text{ kN} = 24261 \text{ N}$$

$$f_c = P_{br} / A$$

$$= 24260.8 / 734.9$$

$$= 33.01 \text{ MPa} < f_{ca} = 0.5 \times 140 \text{ MPa} = 70 \text{ MPa} \quad \text{OK!!!}$$

Sung-Do Form (www.sdform.com)

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 위 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담당자 : W.K.H
협력사 : ㈜도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 5	작성일자 : 20-03
	Page No. : 23	

3. 기초 콘크리트 검토

(1) 인장력을 받는 앵커의 콘크리트 파괴강도 검토

인발하중을 받는 앵커볼트는 원뿔형태로 전단파괴가 되어진다.

$$f_{ck} = 35 \text{ MPa}, \quad h_{ef} = 80 \text{ mm} \quad (\text{앵커의 유효물림길이}), \quad S = 150 \text{ mm} \quad (\text{앵커 간격})$$

$$A_{bc} : \text{앵커그룹 투영면적}, \quad A_{bcc} : \text{단일앵커 투영면적}, \quad c_{ef} = 120 \text{ mm}$$

$$N_{bdg} = (A_{bc} / A_{bcc}) \times \Psi_{ec,N} \Psi_{ed,N} \Psi_{cs,N} \Psi_{cp,N} N_b$$

$$A_{bc} = (c_{ef} + S + 1.5 \times h_{ef}) \times (2 \times 1.5 \times h_{ef}) = 93600 \text{ mm}^2$$

$$A_{bcc} = \pi h_{ef}^2 = 57600 \text{ mm}^2$$

$$\Psi_{ec,N} = 1 \text{ 편심계수}, \quad \Psi_{ed,N} = 1 \text{ 가장자리계수}, \quad \Psi_{cs,N} = 1 \text{ 균열발생시}$$

$$\Psi_{cp,N} = 1 \text{ 사용하중 상태에서 균열이 발생하는 경우}$$

$$N_b = k_c \sqrt{f_{ck}} h_{ef}^{1.5} \quad (k_c : \text{전설치 앵커} = 10, \quad \text{후설치 앵커} = 7)$$

$$= 7 \times 5.92 \times 715.5$$

$$= 29632.4 \text{ N}$$

$$N_{bdg} = (A_{bc} / A_{bcc}) \times \Psi_{ec,N} \Psi_{ed,N} \Psi_{cs,N} \Psi_{cp,N} N_b$$

$$= 1.625 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 29632.4$$

$$= 48152.7 \text{ N}$$

$$\Phi N_{bdg} = 0.55 \times 48152.7 = 26484 \text{ N}$$

$$N_{br} = P_{br} = 24261 \text{ N}$$

$$\Phi N_{bdg} = 26484 \text{ N} > N_{br} = 24261 \text{ N} \quad \text{OK!!!}$$

Sung-Do Form (www.sdform.com)

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 위 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담당자 : W.K.H
협력사 : ㈜도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 5	작성일자 : 20-03
	Page No. : 24	

(2) 앵커의 뽑힘강도 검토 (샤프트 앵커 M16 x 80L)

$$N_{br} = \Phi \cdot \Psi_{c,p} \cdot N_b$$

$$\Phi = 0.55, \quad \Psi_{c,p} = 1, \quad N_b = 24.1 \text{ kN} \quad (\text{설계지하강}), \quad n = 3$$

$$N_{br} = 0.55 \times 1 \times 24.1 \times 3$$

$$= 39.8 \text{ kN} > P_{br} = 24.3 \text{ kN} \quad \text{OK!!!}$$

(3) 압축을 받는 지압부의 설계

$$\Phi Bn \geq P_u$$

$$Bn = 0.85 f_{ck} A_1 \cdot (\sqrt{A_2/A_1}) = 1487500 \text{ N}$$

$$\text{콘크리트의 두께 } H = 600 \text{ mm}$$

$$\text{슈플레이트 1본당 유효면적 } A_1 = 25000 \text{ mm}^2$$

$$\text{지압부 하단부의 밑면적 } A_2 = 1855000 \text{ mm}^2$$

$$(\sqrt{A_2/A_1}) = 2$$

$$\text{기초콘크리트 강도 } f_{ck} = 35 \text{ MPa}$$

$$\text{지압력 } P_u = P_{br} = 24261 \text{ N}$$

$$\text{강도할증계수 1.4 적용시 } P_u = 33965 \text{ N}$$

$$\Phi Bn = 1488 \text{ kN} > 34 \text{ kN} \quad \text{OK!!!}$$

Sung-Do Form (www.sdform.com)

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 위 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담당자 : W.K.H
협력사 : ㈜도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 5	작성일자 : 20-03
	Page No. : 25	

4. 인양 플레이트(LUG) 부재검토

(1) 인양고리 플레이트 계산 규격 : ANGLE - 130 x 12t

$$t = 12 \text{ mm}, \quad \text{출 } \text{끝에서 가장자리까지의 거리 } e = 32.5 \text{ mm}, \quad d = 40 \text{ mm}$$

$$\text{Wall form 단위중량 } p_1 = 1.15 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{약세서리 포함})$$

$$\text{Wall form 1 Sheet} = 2.1 \times 2 \times 1.15 = 4.83 \text{ kN에서}$$

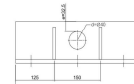
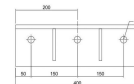
$$\text{최대 8 Sheet를 인양한다는 가정하에 } W = 4.83 \text{ kN} \times 8 \text{ Sheet} = 38.64 \text{ kN}$$

1) 출트 출시압중력 검토

$$f_b = W / (t \times d)$$

$$= 38640 / (12 \times 40)$$

$$= 80.6 \text{ MPa} < f_{br} = 140 \text{ MPa} \quad \text{OK!!!}$$



Sung-Do Form (www.sdform.com)

나. 지하차도#2

PERI (Korea) Ltd.
페리코리아 (페리유한회사)
서울특별시 강남구 테헤란로132
한독빌딩 14층

PERI

구조 검토서

Project 인천공항 4단계 연결도로 지하차도 2

Company 동부건설 / 도담이엔씨

Project-No. 11-0007597

System VARIO WALL FORM

Date Mar-2021

Revision 0

Prepared by 윤 부 강

Checked by 박 상 협

Approved by 최 규 호

트목구조기술사	자격증 번호	성 명
	931390100970 트목구조기술사	손 영 진

Project 인천국제공항 4단계 공항내부 연결도로 공사

System VARIO WALL FORM

Project-No. 11-0007597

PERI

Contents

구조 검토 결과 요약

1. 설계조건

1.1 설계기준

1.2 설계재료

1.2.1 합판

1.2.2 PERI GIRDER VT20

1.2.3 강재

1.2.4 폼타이

1.3 처짐

1.4 설계하중

CASE.1

1. 설계개요

1.1 설계개요

1.2 단면

2. VARIO 시스템 검토

2.1 콘크리트 축압

2.2 합판 검토

2.3 장선재 검토

2.4 말뚝재 검토

2.5 폼타이 검토

CASE.2

3. 설계개요

3.1 설계개요

3.2 3D VIEW

4. Push-Pull Prop 시스템 검토

4.1 하중 조합

4.2 하중 제하도, 부재력도

4.3 안정성 검토

4.4 Push-Pull 검토

4.5 세트양카 인발력 검토

CASE.3

5. 설계개요

5.1 설계개요

6. GB100 시스템 검토

6.1 설계 하중

6.2 GB80 Bracket 검토

6.3 M16 x 130 Bolt Check

* Back data

Project 인천국제공항 4단계 공항내부 연결도로 공사

System VARIO WALL FORM

Project-No. 11-0007597

PERI

구조 검토 결과 요약

콘크리트 시공 시에 사용하는 하중에 대하여 거푸집의 안전성 검토 결과 허용범위 이내임을 확인하였다.

설계조건

Case 1	
타설높이	Ht 7.00 m

사용재료

합판	Birch	18 mm
강선	GIRDER	VT20 @ 250
말뚝	WALE	U100x50 @ 1,500
폼타이	PERI DW	15 @ 1,000



Page 3

Project 인천국제공항 4단계 공항내부 연결도로 공사

System VARIO WALL FORM

Project-No. 11-0007597

PERI

1. 설계조건

1.1 설계기준

1) KDS 21 50 00 거푸집 및 동바리 설계기준 (국토교통부, 2018)

2) KCS 21 60 05 거푸집 및 동바리공사 일반사항 (국토교통부, 2018)

3) KS F 3110 콘크리트 거푸집용 합판

4) DIN 18800 (독일 수입자재 적용)

5) DIN EN 13377

6) KDS 14 30 05 강구조 설계 일반사항 (국토교통부, 2016)

7) KDS 14 30 10 강구조 부재 설계기준 (국토교통부, 2016)

1.2 설계재료

1.2.1 합판

: 페리 합판 제원은 아래와 같다.

Type of plywood	E-Modulus [MPa]		Perm α [MPa]	
	parallel	cross	parallel	cross
Fin-Ply	8,730	6,440	15.3	12.2
PERI Birch	8,560	6,610	15.0	12.4

[설계기준1] 표 2.2-2) 콘크리트 거푸집용 합판의 단면성능

두께	하중 방향	단면계수 Z [cm³/m]	단면계수 I [cm⁴/m]	단면강도 RbQ [N/cm²]	탄성계수 E (MPa)	허용휨응력 (MPa)	허용단면 응력 (MPa)
12	0°	13	90	10	11,000	16.8	0.63
15	0°	18	160	11.5			
18	0°	23	250	14.8			

1.2.2 PERI GIRDER VT20

: 페리 거더 VT20의 구조적 성능은 아래와 같다.

[합계기준 5])

종류	단면2차모멘트 (cm⁴)	탄성계수 E (MPa)	허용모멘트 (kNm)	허용전단력 (kN)
VT 20	4,181	11,000	5	11

Page 4

Project 인천국제공항 4단계 공항내부 연결도로 공사
System VARIO WALL FORM
Project-No. 11-0007597



1.2.3 강재

: 강종은 St 37 및 St 52(특일 강종)이며, 해당 강종의 허용응력은 아래와 같다

(설계기준치 표 1.3.81)

허용응력	St 37(S235)		St 52(S355)		S355 E460		S355 E690	
	H	HZ	H	HZ	H	HZ	H	HZ
허용 휨 압축응력	140	160	210	240	275	310	410	460
허용 휨 인장응력	160	180	240	270	310	350	410	460
허용 전단응력	92	104	139	156	180	200	240	270

* H, HZ는 허용조임을 말함. H: 자중+고정하중+활하중, Z: 충격, 콘크리트 축압, 온도, 풍하중, 수평하중 등.

: 국내 강재의 구조적 성능은 아래와 같다.

(설계기준치 표 7)

종류	단위질량 (kg/m³)	탄성계수E (MPa)	항복강도 (MPa)	허용휨응력 (MPa)	허용전단응력 (MPa)
SS400	7,850	205,000	235	141	94
SM490Y			355	213	142

*) 위 표의 항복강도는 판두께 40mm 이하 강재에 해당함.

1.2.4 플레이트

: 타이로드 DW 15, DW 20, DW 26.5의 물성치는 다음과 같다.

타이로드	지름 Ø [mm]		
	15	20	26.5
탄성계수 [N/mm²]	205,000		
단면적 [mm²]	177	314	551
허용인장력 [kN]	90	150	250

* (설계기준치) 표 1.8-3) 거푸집 건설재 안전을 2를 만족한다.

1.3 처짐

(설계기준치) 표 1.9-1) 거푸집 보의 변형기준

표면의 종류	상대변형	절대변위
A급: 미관상 중요한 노출콘크리트 면	$L_n / 360$	3 mm
B급: 미관이 있는 콘크리트 면	$L_n / 270$	6 mm
C급: 미관상 중요하지 않은 노출콘크리트 면	$L_n / 180$	13 mm

* 순간적(L_n) 1.5m 이내의 변형이 상대변형과 절대변형 중 작은 값 이하가 되어야 한다.

** 순간적(L_n)은 거푸집을 지지하는 등바리 또는 거푸집 건설재의 지간거리를 의미한다.

Page 5

Project 인천국제공항 4단계 공항내부 연결도로 공사
System VARIO WALL FORM
Project-No. 11-0007597



1.4 설계하중

: 설계기준 1) 1.6 설계 하중을 따른다

1) 일반 콘크리트용 축압

$$P = W \cdot H$$

여기서, P: 콘크리트 축압(kN/m²)

W: 골지 않은 콘크리트의 단위질량(kN/m³)

H: 콘크리트의 타설 높이(m)

2) 콘크리트 슬럼프가 175mm 이하, 1.2m 길이 이하의 일반적인 내부진동다짐으로 타설 될때

- 기동 축압 산정식

$$P_{min} = 30 C_w \leq P = C_w \cdot C_c \left[7.2 + \frac{790 R}{T + 18} \right] \leq P_{max} = W \cdot H$$

- 벽체 축압 산정식

타설속도 2.1m/hr 이하, 타설높이 4.2m 미만

$$P_{min} = 30 C_w \leq P = C_w \cdot C_c \left[7.2 + \frac{790 R}{T + 18} \right] \leq P_{max} = W \cdot H$$

타설속도 2.1m/hr 이하이고 타설높이 4.2m 초과 or 타설속도 2.1~4.5m/hr인 모든경우

$$P_{min} = 30 C_w \leq P = C_w \cdot C_c \left[7.2 + \frac{1160 + 240R}{T + 18} \right] \leq P_{max} = W \cdot H$$

여기서, P: 콘크리트 축압(kN/m²)

C_w : 단위질량 계수 <표 1.6-1>

C_c : 첨가물계수 <표 1.6-2>

R: 콘크리트 타설속도(m/hr)

T: 타설되는 콘크리트의 온도(°C)

<표 1.6-1> 단위질량 계수 C_w

콘크리트 단위질량	C_w
22.5kN/m³ 이하인 경우	$0.5(1+W/23 \text{ KN/m}^3) \geq 0.8$
22.5 초과~24kN/m³ 이하인 경우	1
24kN/m³ 초과인 경우	$W/23 \text{ KN/m}^3$

Page 6

Project 인천국제공항 4단계 공항내부 연결도로 공사
System VARIO WALL FORM
Project-No. 11-0007597



<표 1.6-2> 첨가물계수 C_c

시멘트 타입 및 첨가물	C_c
지연제를 사용하지 않은 KS L 5201 의 1, 2, 3종 시멘트	1
지연제를 사용한 KS L 5201 의 1, 2, 3종 시멘트	1.2
다른 타입의 시멘트 또는 지연제 없이 40% 이하의 플라이 애쉬 또는 70% 이하의 슬래그가 혼합된 시멘트	1.2
다른 타입의 시멘트 또는 지연제를 사용한 40% 이하의 플라이 애쉬 또는 70% 이하의 슬래그가 혼합된 시멘트	1.4
70% 이상의 슬래그 또는 40% 이상의 플라이 애쉬가 혼합된 시멘트	1.4

* 여기서 지연제란 콘크리트의 경화를 지연시키는 모든 첨가물로서, 감수제, 중간단계의 감수제, 고성능 감수제(유동화제)를 포함한다.

Page 7

Page 8

Project 인천국제공항 4단계 공항내부 연결도로 공사
System VARIO WALL FORM
Project-No. 11-0007597

PERI

1. 설계개요

1.1 설계개요

- 1) 시스템 : VARIO
- 2) 타설높이 (H) : 7.00 m
- 3) 장변의 지수 : ≥2 m (벽체 축압 적용)

1.2 단면

Project 인천국제공항 4단계 공항내부 연결도로 공사
System VARIO WALL FORM
Project-No. 11-0007597

PERI

2.3 장성재 검토

장성재 종류 :	GIRDER	VT20	재료: VT20
장성재 간격 :	250 mm		
단성계수	$E = 11,000 \text{ Mpa}$		
단면 2차 모멘트	$I_y = 4.6E+07 \text{ mm}^4$		
유효단면적	$A = 9,640 \text{ mm}^2$		
단면계수	$Z_y = 457,013 \text{ mm}^3$		
허용 휨 응력	$\sigma_a = 10.9 \text{ Mpa}$	$b = 80 \text{ mm}$	
허용 전단응력	$\tau_a = 2.7 \text{ Mpa}$	$h = 200 \text{ mm}$	

1) 휨응력 검토

$$M_{max} = \text{[refer to Back Data]} = 1.6 \text{ Mpa}$$

그러므로, 1.6 MPa ≤ 10.9 MPa OK!

Page 13

Project 인천국제공항 4단계 공항내부 연결도로 공사
System VARIO WALL FORM
Project-No. 11-0007597

PERI

2) 전단력 검토

$$S_{max} = \text{[refer to Back Data]} = 0.7 \text{ KN}$$
$$\tau_{max} = \frac{V}{I} \cdot Q \cdot \frac{Q}{b_w} = \frac{0.7}{4.6E+07} \times \frac{304,600}{27} = 0.20 \text{ Mpa}$$

그러므로, 0.20 MPa ≤ 2.70 MPa OK!

Page 14

Project 인천국제공항 4단계 공항내부 연결도로 공사
System VARIO WALL FORM
Project-No. 11-0007597

PERI

3) 치짐 검토

① 절대변형

$$d_{max} = \text{[refer to Back Data]} = 1.1 \text{ mm}$$

② 휨공식에 의한 변형

$$d_{max} = \frac{5 w L^4}{384EI} = \frac{5 \times 15,000 \times 2,073,600,000,000}{384 \times 11,000 \times 457,013} = 0.81 \text{ mm}$$

그러므로, 1.1 mm ≤ 3.0 mm OK!

Page 15

Project 인천국제공항 4단계 공항내부 연결도로 공사
System VARIO WALL FORM
Project-No. 11-0007597

PERI

2.4 방에재 검토

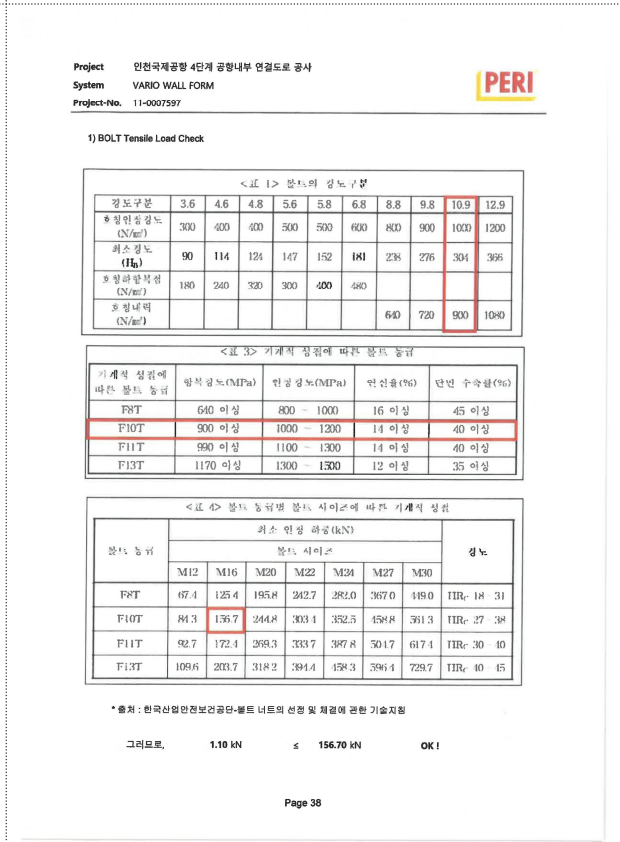
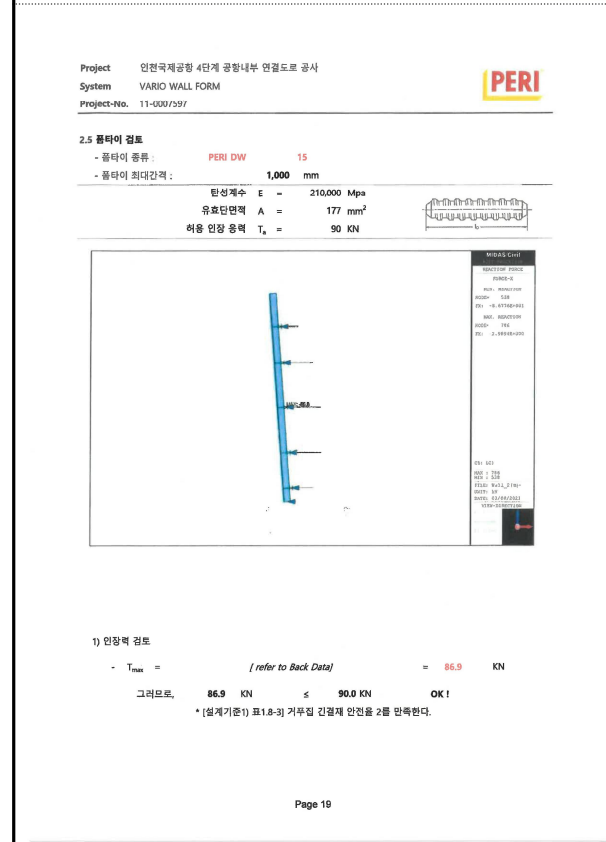
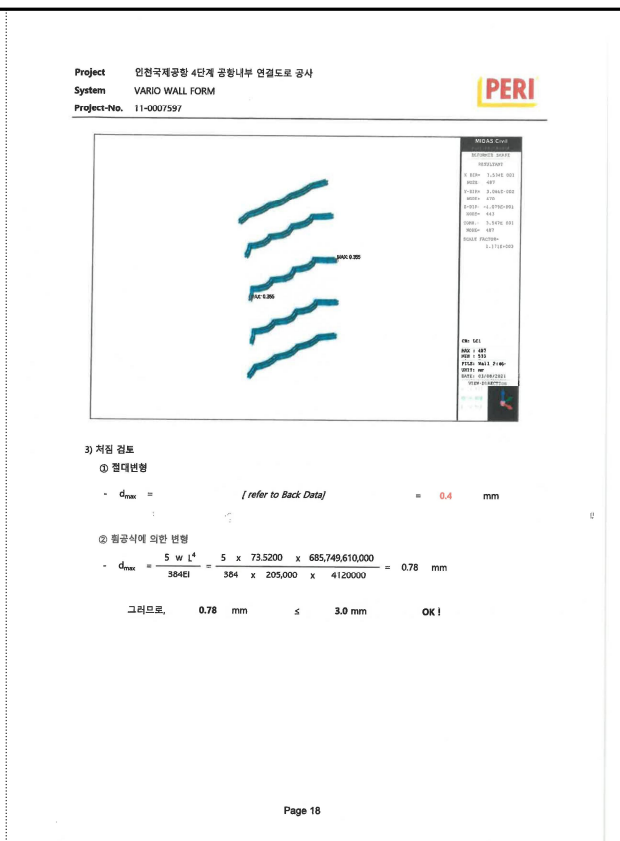
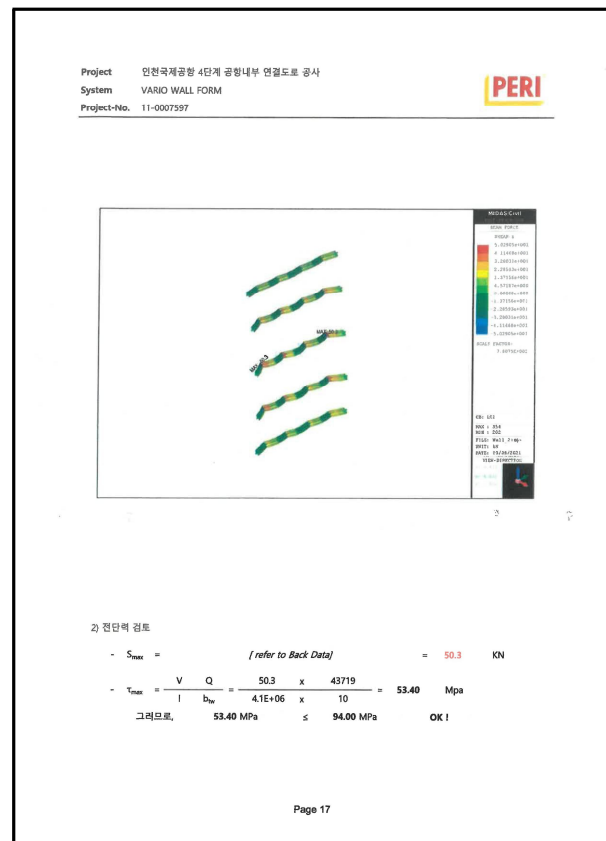
방에재 종류 :	WALE	U100x50	재료: SS400
방에재 간격 :	1,500 mm		
단성계수	$E = 205,000 \text{ Mpa}$		
단면 2차 모멘트	$I_y = 4.1E+06 \text{ mm}^4$		
유효단면적	$A = 2,700 \text{ mm}^2$		
단면계수	$Z_y = 82,400 \text{ mm}^3$		
허용 휨 응력	$\sigma_a = 141.0 \text{ Mpa}$	$b = 152 \text{ mm}$	
허용 전단응력	$\tau_a = 94.0 \text{ Mpa}$	$h = 100 \text{ mm}$	

1) 휨응력 검토

$$M_{max} = \text{[refer to Back Data]} = 81.4 \text{ Mpa}$$

그러므로, 81.4 MPa ≤ 141.0 MPa OK!

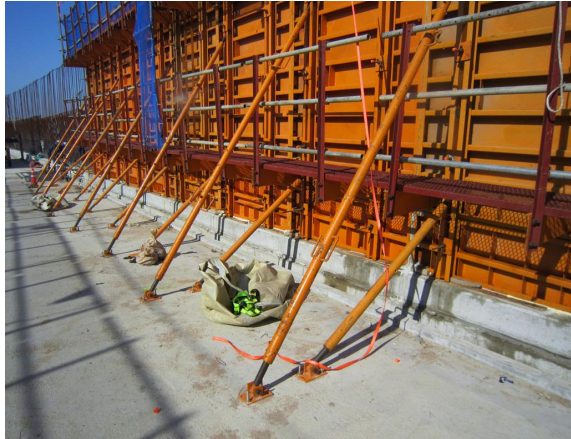
Page 16



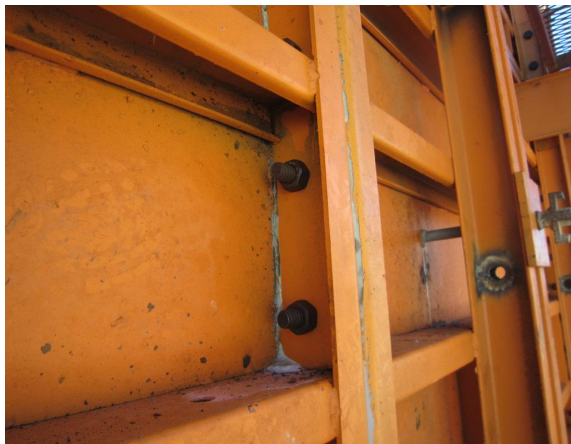
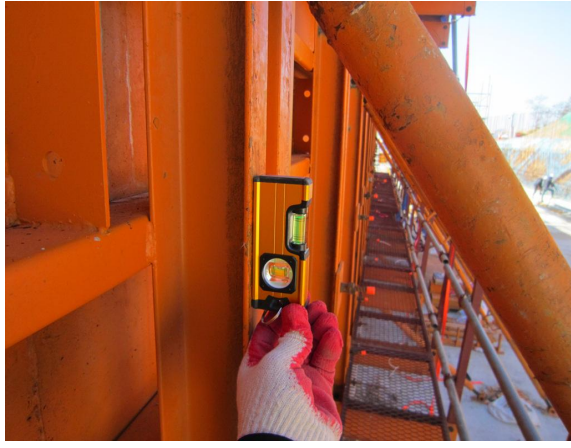
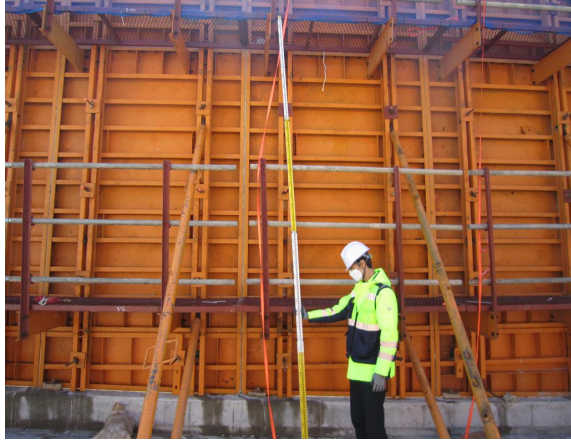
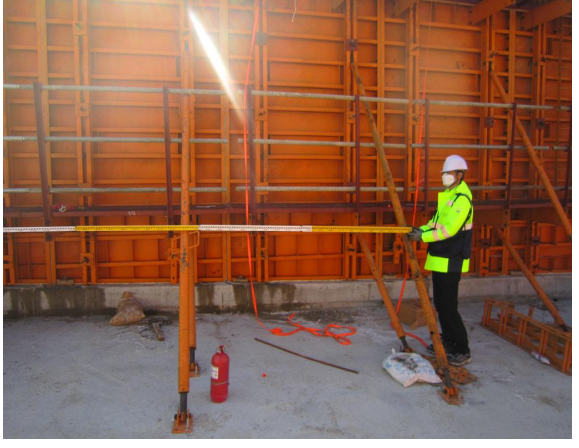
2.3 공사목적물의 품질, 시공 상태 등의 적정성

2.3.1 지하차도#1 작업발판 일체형 거푸집 품질·시공상태의 적정성

가. 현황 사진(1/2)

	
작업발판 일체형 거푸집 설치	
	
작업발판 일체형 거푸집 설치 상태 현황	
	
작업발판 일체형 거푸집 설치 상태 현황	

가. 현황 사진 (2/2)

	
작업발판 일체형 거푸집 체결 상태 현황	
	
작업발판 일체형 거푸집 수직도 측정 현황	
	
작업발판 일체형 거푸집 설치 간격 현황	

나. 점검 결과

금회 지하차도#1의 시공에 적용된 작업발판 일체형 거푸집에 대한 정기안전점검 결과, 콘크리트 타설을 위한 작업발판 일체형 거푸집 공사가 진행 중인 것으로 확인되었다. 거푸집은 시공 중의 하중, 콘크리트의 측압, 부어넣을 때의 진동 및 충격 등에 견디고, 콘크리트를 시공했을 때 시공허용오차의 허용치를 넘는 변형 또는 오차가 발생하지 않도록 조립하여야 한다. 또한 콘크리트 타설 시 거푸집의 부풀음, 모르타가 새어나오는 것, 이동, 경사, 침하, 기타의 이상 유무를 주기적으로 검사하여야 한다.

작업발판 일체형 거푸집의 가설부재(판넬, 브레이스, 폼타이 등) 규격은 설계도면 및 구조계산서에 준하여 견고하게 설치되어 콘크리트 측압 및 외력에 충분히 저항하는 것으로 판단된다. 또한, 안전발판, 안전등받이, 사다리 등의 각 부재에 대한 수직·수평변위는 발생하지 않은 것으로 확인되었으며, 조립이 완료된 레일, 지지대, 체결볼트의 설치 상태도 양호한 것으로 조사되었다. 따라서, 당 공종이 종료될 때까지 주기적인 점검과 철저한 안전관리를 시행한다면 후속 공종 및 전반적인 시공에 문제점이 없을 것으로 판단된다.

2.3.2 지하차도#2 작업발판 일체형 거푸집 품질·시공상태의 적정성

가. 현황 사진(1/2)



작업발판 일체형 거푸집 설치

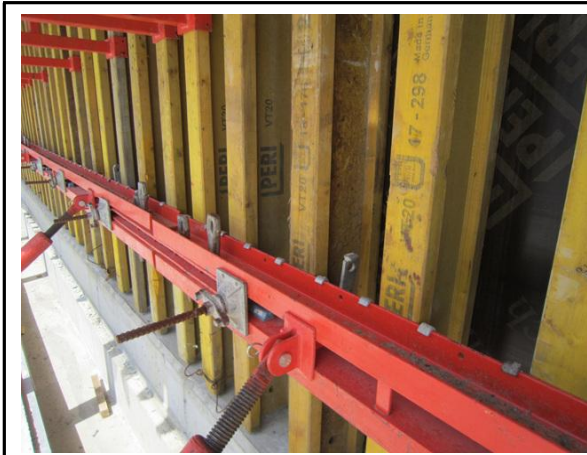


작업발판 일체형 거푸집 설치 상태 현황



작업발판 일체형 거푸집 설치 상태 현황

가. 현황 사진 (2/2)



작업발판 일체형 거푸집 체결 상태 현황



작업발판 일체형 거푸집 수직도, 수평도 측정 현황



작업발판 일체형 거푸집 설치 간격 현황

나. 점검 결과

금회 지하차도#2의 시공에 적용된 작업발판 일체형 거푸집에 대한 정기안전점검 결과, 콘크리트 타설을 위한 작업발판 일체형 거푸집 공사가 진행 중인 것으로 확인되었다. 거푸집은 시공 중의 하중, 콘크리트의 측압, 부어넣을 때의 진동 및 충격 등에 견디고, 콘크리트를 시공했을 때 시공허용오차의 허용치를 넘는 변형 또는 오차가 발생하지 않도록 조립하여야 한다. 또한 콘크리트 타설 시 거푸집의 부풀음, 모르타가 새어나오는 것, 이동, 경사, 침하, 기타의 이상 유무를 주기적으로 검사하여야 한다.

작업발판 일체형 거푸집의 가설부재(판넬, 브레이스, 폼타이 등) 규격은 설계도면 및 구조계산서에 준하여 견고하게 설치되어 콘크리트 측압 및 외력에 충분히 저항하는 것으로 판단된다. 또한, 안전발판, 안전등받이, 사다리 등의 각 부재에 대한 수직·수평변위는 발생하지 않은 것으로 확인되었으며, 조립이 완료된 레일, 지지대, 체결볼트의 설치 상태도 양호한 것으로 조사되었다. 따라서, 당 공종이 종료될 때까지 주기적인 점검과 철저한 안전관리를 시행한다면 후속 공종 및 전반적인 시공에 문제점이 없을 것으로 판단된다.

2.3.3 자재관리의 적정성

가. 현황 사진

	
자재정리 · 정돈 현황	자재정리 · 정돈 현황
	
자재정리 · 정돈 현황	자재정리 · 정돈 현황

나. 점검 결과

본 현장에서는 공사용 자재 및 부재에 대하여 공급원 승인을 득한 후 현장 반입이 이루어지고 있는 것으로 확인되었고, 공사가 진행중인 현장의 공사용 자재의 정리 · 정돈 상태가 전반적으로 양호하게 이루어지고 있는 것으로 조사되었다.

2.4 품질관리의 적정성

2.4.1 조사, 시험 및 측정자료 검토

1) 품질관리의 목적

광의적 품질관리란 조사, 설계, 시공 등 모든 공종에서 품질관리를 도입하여 관리하는 방법이며, 협의적으로는 시공단계에서만 실시하는 관리를 말한다. 품질관리는 발주자의 요구에 맞는 품질의 제품을 경제적으로 만들어내기 위한 모든 수단과 체계를 말하며, 근대적 품질관리는 통계적 수단을 채택하고 있다. 건설공사에서 품질관리 목적은 시방서나 도면에 명기되어 있는 품질규격을 충족시킴과 동시에 경제적으로 준공시키도록 모든 작업 단계마다 시험을 실시하고, 또한 문제점을 조기에 발견토록 하여 그 원인을 규명하고 시정하여 목표한대로 공사가 진행되도록 조치하는데 그 목적이 있다. 즉, 불량품을 적게 하여 공정을 빠르게 하고, 공사비를 낮추는 효과를 기대하는 것이다.

2) 품질관리와 안전관리의 연계성

- ① 모든 기업의 목표는 이윤의 추구에 있고 이윤은 생산성 향상에서, 생산성 향상은 과학적 품질관리에서, 품질확보 향상은 양호한 작업조건 및 환경과 작업인의 작업 자세 및 숙련도 등에 있으며, 양호한 작업조건 및 환경개선은 철저한 안전관리에서 비롯되고 있어 그 연계성이 크다.
- ② 품질관리란 목적물의 품질확보를 위한 제 관리수단이며, 품질확보란 공사 시방규정에 명시된 목적물의 성능, 기능, 겉모양, 구조, 수명, 안전성, 내구성, 신뢰성, 보수 유지난이, 사용의 편리성, 사용환경에 의한 적합성에 대한 제규정을 확보하는 것이다.
- ③ 안전관리란 목적물을 축조함에 있어 인적, 물적, 안전성을 확보하기 위한 제반 관리수단이며, 안전시공 확보란 목적물은 물론 목적물을 축조하기 위한 가설물 등 보조시설 및 작업에 참여하는 기술자 및 근로자에게 내재하고 있는 잠재적 위험성을 예방 또는 제거하여 인명 및 시설물의 안전을 확보 유지하는 것이다.
- ④ 품질관리 사이클인 P.D.C.A 단계는 안전관리단계와 같아서 품질관리 철저는 곧 안전시공의 확보가 되고, 안전관리 철저는 곧 공사품질 확보가 되어 Q.C, T.Q.C, Q.A, Z.D 등의 활동은 곧 건설재해 예방활동으로 연계가 된다.
- ⑤ 따라서, 완벽한 품질관리는 완벽한 안전관리가 전제되지 않고서는 불가능하고 또한 이들은 동질성이라는 인식을 하고 같은 맥락에서 계획을 세우고 시행되지 않으면 안된다.
- ⑥ 다시 말하면 품질관리 목적이 좋은 물건을 싸게, 빨리 만들어 내는데 있으나 현실적으로 싸게, 빨리 시행하는 데 주력을 한 나머지 공사품질은 저하되고 안전사고는 증가, 대형화되어 결과적으로 부실시공을 유발하고 있는 실정으로 완벽한 안전시공 관리만 우수품질 확보가 가능하다는 것을 인식하여야 할 것이다.

3) 품질관리 상태의 적정성

4단계 공항내부 연결도로공사 현장은 품질관리계획을 수립하는 건설공사 중 고급품질 관리대상 공사현장으로 “건설기술진흥법 시행규칙 제50조 제4항 별표5”의 건설공사 품질관리를 위한 시설 및 품질관리자 배치기준에 의하면 고급품질관리대상공사에서는 국가기술자격법에 의한 고급기술자 1인 이상과 중급기술자 2인 이상을 확보하여야 하고, 시험실규모는 50m² 이상을 확보하여야 한다.

<시험·검사장비 및 인력기준>

구 분	공사 규모	시험·검사 장비	시험실 규모	건설기술자	비고
특급품질 관리대상 건설공사	품질관리계획을 수립하는 건설 공사로서 총공사비가 1,000억 원 이상인 건설공사 또는 연면 적 5만제곱미터 이상인 다중이 용건축물의 건설공사	품질 시험 및 검사 를 실시하는데 필요 한 시험·검사장비	100m ² 이상	· 특급기술자 1인 이상 · 중급기술자 2인 이상	
고급품질 관리대상 건설공사	품질관리계획을 수립하는 건설공사로서 특급품질관리 대 상 공사사가 아닌 건설공사	품질 시험 및 검사 를 실시하는데 필요 한 시험·검사장비	50m ² 이상	· 고급기술자 1인 이상 · 중급기술자 2인 이상	
중급품질 관리대상 건설공사	총공사비가 100억원 이상인 건 설공사 또는 연면적 5,000제곱 미터 이상인 다중이용건축물의 건설공사로서 특급 및 고급품 질관리대상이 아닌 건설공사	품질 시험 및 검사 를 실시하는데 필요 한 시험·검사장비	30m ² 이상	· 중급기술자 1인 이상 · 초급기술자 1인 이상	
초급품질 관리대상 건설공사	품질관리계획을 수립하여야 하는 건설공사로서 중급품질관 리대상공사가 아닌 건설공사	품질 시험 및 검사 를 실시하는데 필요 한 시험·검사장비	20m ² 이상	· 초급기술자 1인 이상	

4) 점검 결과

본 현장의 품질관리 시험요원으로 특급기술자 2인, 고급기술자 1인이 선임되어 법적 기준에 적합하며, 본 현장의 시험실 면적은 70.4m² 정도로 법적기준인 50m² 이상을 확보하고 있고, 시험기자재 보유현황 검토결과 규정에 의한 품질시험 및 검사를 실시하는데 필요한 시험기구를 법적기준에 맞게 보유하고 있었다.

품질시험 및 검사에 대한 검토 결과, 각 공종별 시험 종목에 맞추어 계획을 수립하고 계획된 시험빈도에 맞추어 양호하게 시험이 실시되고 있는 것으로 조사되어 본 현장의 품질시험은 적정하게 이루어지고 있는 것으로 평가된다.

<시험실 운영 현황>

구 분	항 목	법적 기준	시 행	비고
시험실규모	고급품질관리 대상공사	50m ² 이상	70m ² 설치	
시험요원	고급품질관리 대상공사	고급기술자 1인이상 중급기술자 2인이상	특급기술자 2인 고급기술자 1인	

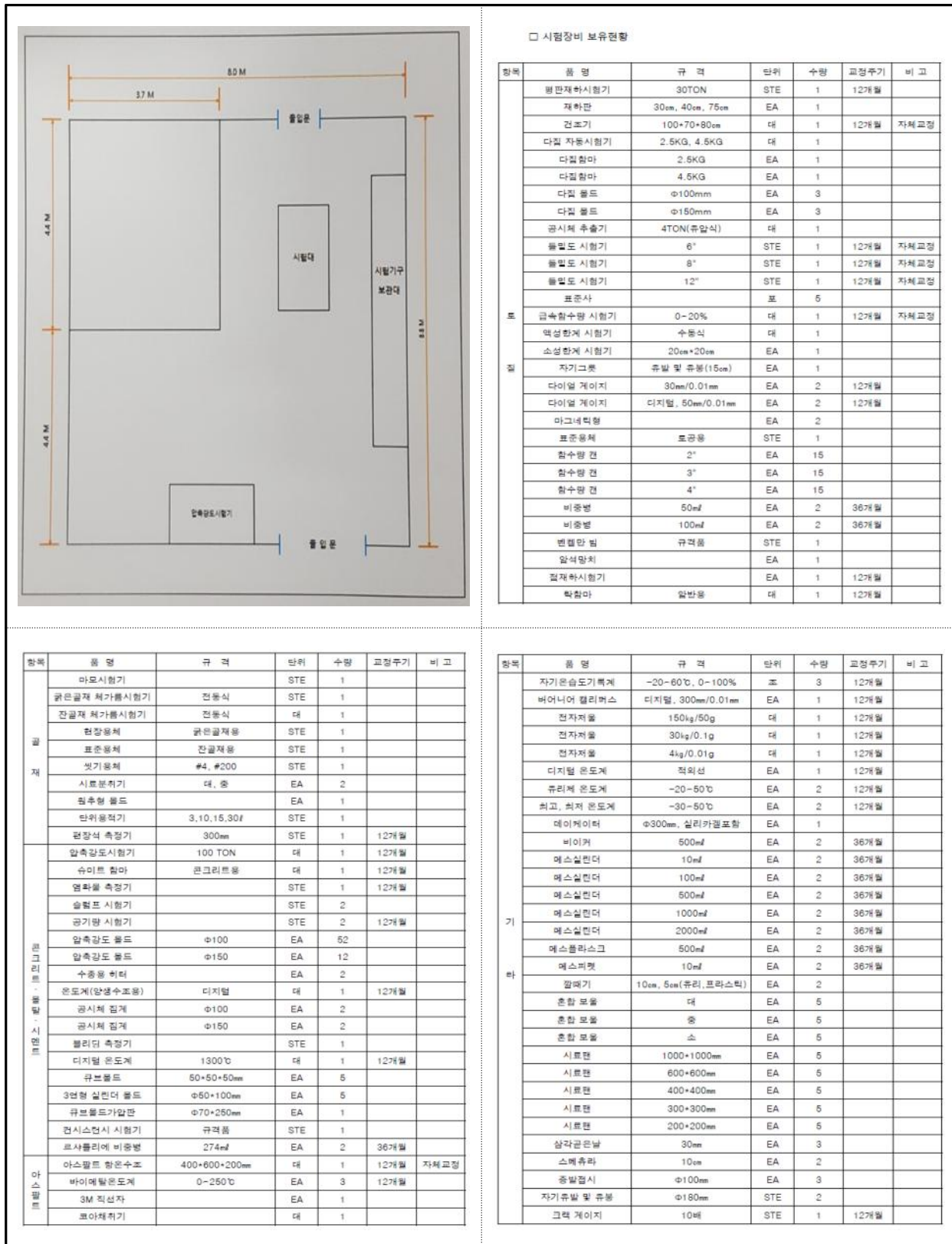
<시험실 인원 배치 현황>

구분	품질관리자			비고
성명	윤민규	양연철	김홍균	
등급	특급	특급	고급	
자격	건설재료시험기사	건설재료시험기사	토목기사	
품질관리업무 수행기간	2020.10 ~ 현재	2020.03 ~ 현재	2019.11 ~ 현재	

<시험실 전경>



<시험실 평면도 및 보유장비 현황>



2.5 인접건축물 또는 구조물의 안정성 등 공사장주변 안전조치의 적정성 가. 현황 사진

	
공사장 안전표지판 설치 현황	안전통로 설치 현황
	
가설 방음판 설치 현황	추락방지용 안전시설물 설치 현황

나. 점검 결과

본 현장에서는 공사장주변 안전조치를 위해서 공사장 주변 안전표지판 및 그린망, 가설 방음판넬, 추락방지용 안전시설물 등을 운영하여 공사가 이루어지고 있는 것으로 조사되었다. 본 공사로 인하여 공사장 주변 안전성에 영향을 미칠만한 사항은 없는 것으로 판단된다.

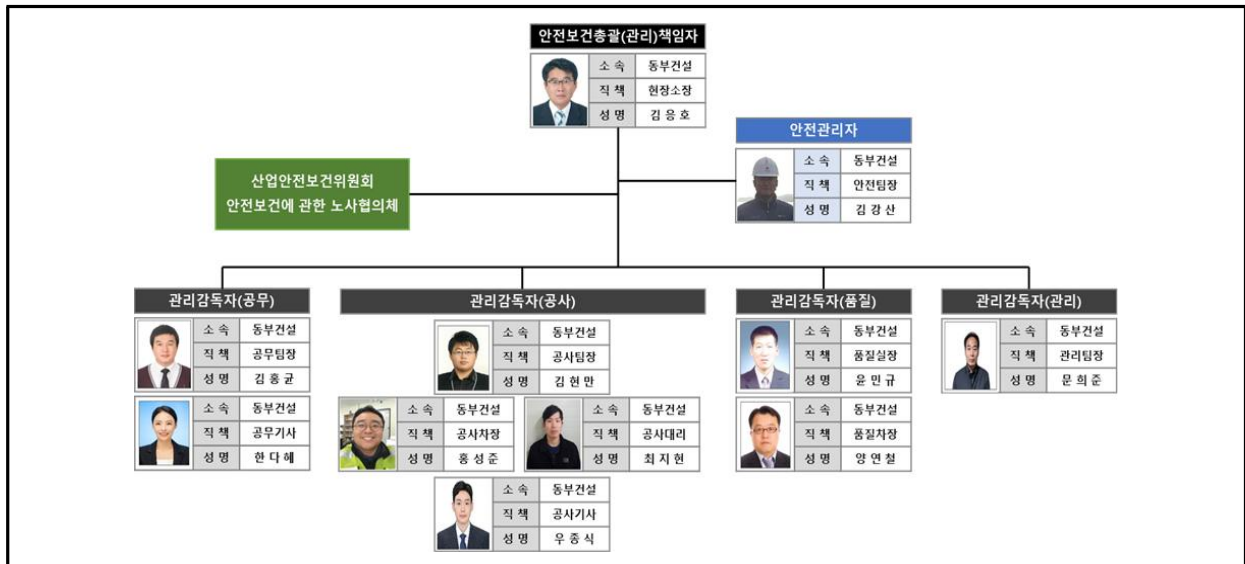
2.6 건설공사 안전관리 검토

2.6.1 안전관리의 목적

안전관리는 건설기술진흥법 제62조, 시행령 제98조 규정에 의하여 건설공사 안전관리 계획을 수립하도록 함에 있어 동법 시행규칙 제58조의 규정에 의거 안전관리계획서 작성에 관한 세부적인 기준을 정함으로써 건설공사의 시공시 체계적이고 효율적인 건설안전관리를 정착시키고 부실공사를 방지하여 공사목적물의 품질확보가 이루어질 수 있도록 하는데 목적이 있다.

2.6.2 안전관리 내용

1) 안전관리조직도



2) 안전점검계획

구 분	점 검 주 체	점검 시기
일일점검	•현장소장, 안전관리자, 협력업체소장	2회 / 1일
주간점검	•현장소장, 안전관리자, 협력업체소장	1회 / 1주
월간점검	•현장소장, 안전관리자, 협력업체소장	1회 / 1월
특별점검	•발주처, 현장소장, 안전관리자, 협력업체소장	필요시
정기점검	•건설안전 전문점검 대행기관	주공정 완료시
정밀점검	•건설안전 전문점검 대행기관	정기점검 결함시
합동점검	•현장소장, 해당공구장, 협력업체대표	1회 / 2개월

□ 비상 연락 체계도



□ 비상 연락망

고용노동부	본 사			국토교통부																																	
중부지방노동청 032-460-4545	동부건설(주) 02-3484-2114			공항안전환경과 044-201-4349																																	
한국산업안전공단	발 주 처			인천 재난상황실																																	
인천본부 032-510-0500	인천국제공항공사 LS토목팀 032-741-2256	인천국제공항공사 안전품질팀 032-741-3722	032-432-0119																																		
공항경찰대	비 상 연 락 망			인천공항소방서																																	
032-740-0112	<table><tr><td>현장소장</td><td>김웅호</td><td>010-7144-5460</td></tr><tr><td>공사팀장</td><td>김현만</td><td>010-6650-0413</td></tr><tr><td>공사차장</td><td>홍성준</td><td>010-6349-5350</td></tr><tr><td>공사대리</td><td>최지현</td><td>010-3263-6921</td></tr><tr><td>공사기사</td><td>우종식</td><td>010-2251-6428</td></tr><tr><td>품질실장</td><td>윤민규</td><td>010-9483-1151</td></tr><tr><td>품질차장</td><td>양연철</td><td>010-4533-7233</td></tr><tr><td>안전팀장</td><td>김강산</td><td>010-8930-2227</td></tr><tr><td>안전반장</td><td>장석호</td><td>010-4494-9169</td></tr><tr><td>공무팀장</td><td>김홍균</td><td>010-2715-4742</td></tr><tr><td>공무사원</td><td>한다혜</td><td>010-9471-3705</td></tr></table>			현장소장	김웅호	010-7144-5460	공사팀장	김현만	010-6650-0413	공사차장	홍성준	010-6349-5350	공사대리	최지현	010-3263-6921	공사기사	우종식	010-2251-6428	품질실장	윤민규	010-9483-1151	품질차장	양연철	010-4533-7233	안전팀장	김강산	010-8930-2227	안전반장	장석호	010-4494-9169	공무팀장	김홍균	010-2715-4742	공무사원	한다혜	010-9471-3705	032-741-2119
현장소장	김웅호	010-7144-5460																																			
공사팀장	김현만	010-6650-0413																																			
공사차장	홍성준	010-6349-5350																																			
공사대리	최지현	010-3263-6921																																			
공사기사	우종식	010-2251-6428																																			
품질실장	윤민규	010-9483-1151																																			
품질차장	양연철	010-4533-7233																																			
안전팀장	김강산	010-8930-2227																																			
안전반장	장석호	010-4494-9169																																			
공무팀장	김홍균	010-2715-4742																																			
공무사원	한다혜	010-9471-3705																																			
인접현장				기상예보 자동안내																																	
인천검단지구 061-555-6601				131																																	
관할청	병 원			한국전력																																	
인천중구청 032-760-7114	공항의료센터 032-743-3119			123																																	

3) 안전교육계획

구 분	교육명	교육대상	교육시간	교육내용
정기교육	감독자 정기교육	• 현장직원 • 협력업체 직원	• 반기 8시간 • 연간 16시간	• 관리감독자의 직무 / 산업안전보건법령 • 안전작업방법 지도요령교육 및 평가
	근로자 정기교육	• 전근로자	• 매월 2시간	• 안전작업방법 및 안전수칙 준수사항 • 개인보호구 착용 및 안전의식 계몽
수시교육	신규채용 최초교육	• 신규채용 근로자	• 1시간 이상	• 위험포인트 작성발표 • 보호구 착용요령 및 비상시 대피 요령
	특별 안전교육	• 유해·위험 공중 투입 근로자	• 2시간 이상	• 당해 작업의 유해·위험 요소 • 당해 작업 위험요소 및 안전작업 병행
	일상 안전교육	• 당일 직접 투입 근로자	• 매일 10분	• 당일작업에 대한 안전사항 • 안전장구 착용 및 안전장치 취급방법

4) 안전교육 실시 현황

	
안전교육 현황	안전교육 현황

2.6.3 안전관리 검토

본 현장은 안전관리계획을 수립하고 이에 준한 안전관리조직 및 도급사업에 대한 안전 지도, 교육활동, 안전보호구의 지급관리 등을 적절하게 시행하고 있으며, 공사전반에 관한 자체 안전점검을 규정에 맞게 시행하는 등 안전관리 활동이 적절하게 이루어지고 있는 것으로 평가된다.

제3 종합결론

3.1 정기안전점검 결과의 종합결론

3.2 시공시 특별관리가 필요한 사항

3.3 이전 점검시 지적사항에 대한 조치사항

3.4 기타 필요한 사항

제3장 종합결론

3.1 정기안전점검 결과의 종합결론

본 정기안전점검 대상인 작업발판 일체형 거푸집의 안전시공을 위한 임시시설 및 가설공법의 안전성, 공사목적물의 품질·시공상태 등의 적정성, 인접 건축물 또는 구조물의 안전성 등 공사장주변 안전조치의 적정성을 점검하고 관련도서, 시험 자료, 안전관리 활동 등을 종합적으로 분석한 결과, 시공, 품질, 안전관리 등 공사가 전반적으로 양호하게 진행되고 있으며, 후속 공종 수행에 있어 지속적인 시공, 품질 및 안전관리가 실시된다면 문제점이 없을 것으로 판단된다.

3.1.1 주요부재별 외관조사 결과

구분	점검 결과
지하차도#1	■ 현재 지하차도#1의 작업발판 일체형 거푸집 공사가 진행, 운용 중인 것으로 확인되었다. 금회 점검 결과, 작업발판 일체형 거푸집의 경우 전반적으로 설계도면 및 시방기준에 준하여 시공된 것으로 조사되었으며, 구조물의 안전성에는 문제가 없을 것으로 사료된다. ■ 작업발판 일체형 거푸집의 설치 및 해체시 작업전 해당공정에 대한 계획수립 후 작업지휘자의 지시에 의해 작업을 실시하여야 하며, 작업장에는 경계테이프 등을 설치하여 작업자 이외의 자가 임의로 출입하지 않도록 감시원을 배치하여 통제하여야 한다.
지하차도#2	■ 현재 지하차도#2의 작업발판 일체형 거푸집 공사가 진행, 운용 중인 것으로 확인되었다. 금회 점검 결과, 작업발판 일체형 거푸집의 경우 전반적으로 설계도면 및 시방기준에 준하여 시공된 것으로 조사되었으며, 구조물의 안전성에는 문제가 없을 것으로 사료된다. ■ 작업발판 일체형 거푸집의 설치 및 해체시 작업전 해당공정에 대한 계획수립 후 작업지휘자의 지시에 의해 작업을 실시하여야 하며, 작업장에는 경계테이프 등을 설치하여 작업자 이외의 자가 임의로 출입하지 않도록 감시원을 배치하여 통제하여야 한다.

3.1.2 인접건축물 또는 구조물의 안정성 등 공사장주변 안전조치의 적정성

점검 항목	점검 내용
안전난간 및 접근금지방지책	■ 작업발판 일체형 거푸집에서 추락을 방지하기 위한 시설로서 안전난간 (접근금지방지책) 및 공사장 주변 접근금지를 위해 방지책이 설치되었으며 점검결과, 양호한 상태로 조사됨
안전통로	■ 작업발판 일체형 거푸집에서 안전한 보행 및 계단 사용을 위해 안전통로가 설치되었으며 점검결과, 양호한 상태로 조사됨
가설 방진벽	■ 본 현장은 공사장으로부터 보호, 먼지저감 및 경관상 차폐가 필요한 구간에 가설 방진벽이 설치되었으며 점검결과, 양호한 상태로 조사됨
추락방지용 안전시설물	■ 작업발판 일체형 거푸집에서 추락을 방지하기 위한 시설로서 안전난간 (접근금지방지책)이 설치되었으며 점검결과, 양호한 상태로 조사됨

3.1.3 임시시설 및 가설공법의 안전성

점검 항목	점검 내용
자재정리	■ 본 현장은 자재의 운반, 보관 및 취급이 양호한 상태로 조사됨
건설공사 안전관리 검토	■ 본 현장은 안전관리계획을 수립하고 이에 준한 안전관리조직 및 도급사업에 대한 안전지도, 교육활동, 안전보호구의 지급관리 등을 적정하게 시행하고 있으며, 공사전반에 관한 자체 안전점검을 규정에 맞게 시행하는 등 안전관리 활동이 적정하게 이루어지고 있는 것으로 평가됨

3.2 시공시 특별한 관리가 필요한 사항

작업발판 일체형 거푸집의 해체 시에는 구조물의 콘크리트가 자중 및 시공하중을 지탱하기에 충분한 강도에 도달했을 때 신속히 제거하도록 해야 하며, 거푸집을 떼어낸 직후의 구조물에 하중을 재하 할 경우에는 콘크리트의 강도, 구조물의 종류, 작용하중의 종류와 크기 등을 고려하여 유해한 균열이나 기타 손상을 받지 않도록 세심한 시공관리가 요구된다.

3.3 이전 점검 시 지적사항에 대한 조치사항

본 현장의 과거 점검시 지적된 사항이 없으므로 해당사항이 없다.

3.4 기타 필요한 사항

작업발판 일체형 거푸집의 설치 및 해체 시 작업전 작업 계획수립 후 작업지휘자의 지시에 의해 작업을 실시하여야 하며, 작업장에는 경계테이프 등을 설치하여 작업자 이외의 자가 임의로 출입하지 않도록 감시원을 배치하여 통제하여야 한다.

부 록

1. 정기안전점검표
2. 지하차도#1 구조계산서
3. 지하차도#2 구조계산서
4. 지적사항 조치 확인 현황(서식)
5. 안전관리 관련자료

1. 정기안전점검표

■ 정기안전점검표

□ 거푸집공

구분	공 중	점검 결과			조치사항
		양호	보통	불량	
1	부위별 거푸집의 조립도 작성 여부	●			
2	거푸집의 재질 및 상태	●			
3	부위별 거푸집 사용 횟수의 적정성	●			
4	거푸집의 수직 및 수평상태	●			
5	박리제 도포 상태	●			
6	거푸집의 존치기간 준수 여부	●			
7	거푸집이 곡면일 경우 부상 방지 조치	●			
8	개구부 등의 정확한 위치	●			
9	거푸집 하부 및 모서리 등의 조립상태	●			
10	지보공의 재질 및 상태	●			
11	지보공의 이음부, 접속부 및 고정상태	●			
12	지보공 설치 간격의 적정성	●			
13	경사면에서의 지보공 수직도와 정착상태	●			
14	지보공의 침하방지 조치	●			

□ 안전관리공

구분	공 종	점검 결과			조치사항
		양호	보통	불량	
1	교통관리 계획서의 작성여부 및 적정성	●			
2	교통통제 시설의 설치상태	●			
3	도로의 점유 및 사용상태	●			
4	교통관리 구간의 점검상태	●			
5	현장 주변의 정리·정돈상태	●			
6	현장 출입방지 시설의 상태	●			
7	현장주변의 표지류 상태	●			
8	인접구조물 현황의 파악 상태	●			
9	피해발생시의 대책	●			
10	공법에 따른 안전대책의 수립여부와 적정성	●			
11	인접구조물의 피해 발생 여부	●			

2. 지하차도#1 구조계산서

▷ Wall form Check

(4" Wall form system)

19.98m x 0.7(0.3)m x 4.854mH

(BLOCK - 5)

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 20-03
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 5	Page No. : 1

목 차

I . 일반사항

II . WALL FORMWORK 검토

III . ACCESSORY 검토

IV . 첨부자료

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 20-03
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 5	Page No. : 3

I . 일반사항

1) 수직하중

콘크리트 하중 (reinforced concrete) $W_c = 24 \text{ kN/m}^3$

Wall form 단위중량 $p_f = 1.15 \text{ kN/m}^2$ (악세서리 포함)

활하중 $P_L = 2.50 \text{ kN/m}^2$ (작업하중)

2) 구조용강재 및 형강자재의 허용응력 (도.설.기 3.3.2.1)

material : SS400

허용 인장응력 $f_{ba} = 140 \text{ MPa}$ (장기허용응력)

허용 전단응력 $f_{sa} = 80 \text{ MPa}$ (장기허용응력)

3) 3/4" Joint Bolt의 허용력

material : high strength bolt

극한 인장응력 $f_{tu} = 800 \text{ MPa}$

허용 인장응력 $f_{ta} = 0.33 \times \sigma_u = 0.33 \times 800 = 264 \text{ MPa}$

허용 인장력 $F_{ta} = \sigma_b \times A = 264 \times 215.0 = 56760 \text{ N}$

허용 전단응력 $f_{sa} = 0.17 \times \sigma_u = 0.17 \times 800 = 136 \text{ MPa}$

허용 전단력 $V_a = \tau_b \times A = 136 \times 215.0 = 29240 \text{ N}$

(gross area of 3/4" joint bolt $A = 215 \text{ mm}^2$)

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 20-03
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 5	Page No. : 4

4) Form tie (Ø15) 재질- S45C

극한 인장력 $F_{tu} = 137940 \text{ N}$

허용 인장력 $F_{ta} = 0.5 \times F_u = 68970 \text{ N}$ (시험성적서 기준 50 % 안전율)

5) 참고문헌

- Formwork for Concrete, Fifth Edition

- Manual of Steel Construction - Allowable Stress Design, Ninth Edition

- Manual of Steel Construction - VolumnII Connections

- 도로교 설계기준, 가설공사 표준시방서, 건축구조설계기준

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 20-03
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 5	Page No. : 5

6) 측압의 정의

Concrete 타설시 온도 $T = 15^{\circ}\text{C}$ (상온 기준, $T=\text{concrete 온도}(^{\circ}\text{C})$)
타설속도 R ($R=\text{시간당 타설 속도(m/hr)}$)

최대 측압 계산

$$P_{\max} = C_w \times C_c \times [7.2 + ((1160 + 240 R) / (T + 18))]$$

단위 중량 계수 (C_w)

콘크리트의 단위 중량	C_w
22.5kN/m ³ 미만인경우	$C_w=0.5 [1+(w/23)\text{kN/m}^3]$ 다만 0.8 이상이어야 한다.
22.5~24kN/m ³ 인경우	1
24kN/m ³ 초과인경우	$C_w = W/23\text{kN/m}^3$ ($W= 24 \text{ kN/m}^3$ 기준)

첨가물 계수 (C_c)

시멘트 타입및 첨가물	C_c
지연제를 사용하지 않은 KS L 5201의 1, 2, 3종 시멘트	1
지연제를 사용한 KS L 5201의 1, 2, 3종시멘트	1.2
다른타입의 시멘트 또는 지연제 없이 40% 이하의 플라이 애쉬 또는 70%이하의 슬래그가 혼합된 시멘트	1.2
다른타입의 시멘트 또는 지연제를 사용한40% 이하의 플라이 애쉬 또는 70%이하의 슬래그가 혼합된 시멘트	1.4
70%이상의 슬래그 또는 40% 이상의 플라이 애쉬가 혼합된 시멘트	1.4

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 20-03
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 5	Page No. : 6

▷ 측압 산정

② 벽체의 측압은 콘크리트 타설속도에 따라 다음과 같이 구분하며, 이 경우에 측압의 최소값은 $30 C_w$ kN/m² 이상이고, 최대값은 $W \cdot H \cdot g$ 값 이하이다.

가. 타설속도가 2.1 m/hr 이하이고, 타설높이가 4.2m 미만인 벽체

$$P = C_w \cdot C_c \left[7.2 + \frac{790R}{T+18} \right] \quad (4.3)$$

나. 타설속도가 2.1 m/hr 이하이면서 타설높이가 4.2m 초과하는 벽체 및 타설속도가 2.1~4.5 m/hr인 모든 벽체

$$P = C_w \cdot C_c \left[7.2 + \frac{1160+240R}{T+18} \right] \quad (4.4)$$

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 20-03
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 5	Page No. : 7

7) 수평하중

풍하중과 최소 수평하중의 영향을 고려하여 불리한 경우를 검토한다.

· 풍하중

1) 설계조건

기본풍속 : $V_0 = 28 \text{ m/s}$ (건축구조기준 설계하중 2019)

지표면 조도구분 : I (가설공사표준시방서 2016)

대기 경계층 시작높이 : $Z_b = 2 \text{ m}$ (가설공사표준시방서 2016)

기준 경도풍 높이 : $Z_g = 200 \text{ m}$ (가설공사표준시방서 2016)

지표면에서의 높이 : $z = 5.58 \text{ m}$

풍속 고도 분포지수 : $\alpha = 0.12$ (가설공사표준시방서 2016)

풍속고도분포계수 : $K_{zr} = 1.723 \times (Z_b / Z_g)^\alpha$ (가설공사표준시방서 2016)
 $= 1.723 \times (5.584 / 200)^{0.12} = 1.12$

지형계수 $K_{zt} = 1$ 평탄한 지역 (건축구조기준 설계하중 2019)

가시설물의 중요도계수 $I_w = 0.63$ 재현기간 2년 이내 (가설공사표준시방서 2016)

설계풍속 $V_H = V_0 \times K_{zr} \times K_{zt} \times I_w$
 $= 28 \times 1.12 \times 1 \times 0.63 = 19.783 \text{ m/s}$

2) 설계 속도압 : $q_H \text{ (N/m}^2\text{)}$

$q_H = 1 / 2 \times \rho \times V_H^2$
 $= 1 / 2 \times 1.22 \times 19.78^2$
 $= 238.7 \text{ N/m}^2$ 여기서, 공기밀도 : $\rho = 1.22 \text{ kg/m}^3$

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 20-03
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 5	Page No. : 8

3) 설계 풍압 : P_w

$$P_w = q_f \times G_f \times C_d$$

$$= 238.7 \times 1.8 \times 1.8$$

$$= 773.50 \text{ N/m}^2 = 0.00077 \text{ MPa}$$

여기서, 가스트 영향계수 : $G_f = 1.8$ (가설공사표준시방서 2016)

풍력계수 : $C_d = 1.8$ (건축구조기준 설계하중 2019)

$$\cdot \text{최소수평하중 } M = 0.5 \text{ kN/m}^2 = 0.0005 \text{ MPa}$$

풍하중과 최소수평하중 중에 불리한 조건으로 **풍하중**을 적용한다.

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 20-03
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 5	Page No. : 9

II .WALL FORM 검토

▷ Wall Form의 계산은 측압을 기준으로 검토한다.

Wall 사이즈 20200 mm x 300(700) mm x 5124 mmH

Concrete 타설높이 $h = 4.85 \text{ m}$, Wall form 높이 $h = 5.17 \text{ m}$

Concrete 타설시 온도 $T = 15 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (상온 기준)

타설속도 $R = 1.0 \text{ m/hr}$

$$p_c = 1.0 \times 1.2 \times [7.2 + ((1160 + 240 R) / (T + 18))]$$

$$= 0.059 \text{ MPa}$$

측압의 최소값은 $P_{min} = 30 \times Cw = 30 \times 1.0 = 30.0 \text{ kN/m}^2$ 이상 이므로,

$$P_H = p_c + P_w = 0.0602 \text{ MPa} \text{ 을 적용}$$

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 20-03
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 5	Page No. : 10

a) Skin plate Check

Skin plate의 단면성능 및 계산 ▷ Skin plate (4.5 t)

$$\begin{aligned}
 \triangleright \text{단면 계수 (Z)} &= (b \times h^2) / 6 = (1 \times 4.5^2) / 6 = 3.4 \text{ mm}^3 \\
 \triangleright \text{2차모멘트 (I)} &= (b \times h^3) / 12 = (1 \times 4.5^3) / 12 = 7.6 \text{ mm}^4 \\
 \triangleright \text{탄성 계수 (E)} &= 205000 \text{ MPa} \qquad \triangleright f_{ba} = 140 \text{ MPa} \\
 \triangleright \text{단위하중 (w)} &= 1.0 \text{ mm} \times 0.0602 \text{ N/mm}^2 = 0.0602 \text{ N/mm}
 \end{aligned}$$

▷ C-stiffener 순간격 (L) = 250 mm

$$M = w \times L^2 / 10 = (f_b \times Z), \quad f_b = w \times L^2 / (10 \times Z)$$

$$f_b = 0.0602 \times 62500.0 / (10 \times 3.4) = 111.6 \text{ MPa} \leq f_{ba} = 140 \text{ MPa} \quad \text{OK!!!}$$

$$\delta = w \times L^4 / (128 \times E \times I)$$

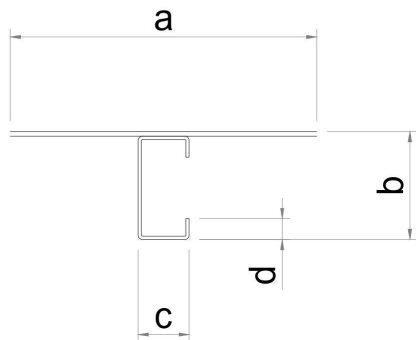
$$= 0.0602 \times 3906250000 / (128 \times 205000 \times 7.6)$$

$$= 1.18 \text{ mm} \leq 3.0 \text{ mm} \quad \text{OK!!!}$$

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담당자 : W.K.H
		작성일자 : 20-03
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 5	Page No. : 11

b) C-Stiffener Check

(e = 4.5t skin plate, f = 3.2t C-Stiffener)



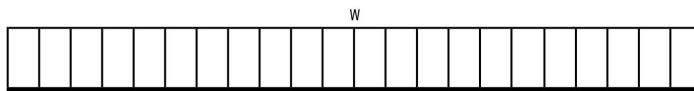
a = 300.0 mm
b = 104.5 mm
c = 50.0 mm
d = 20.0 mm
e = 4.5 mm
f = 3.2 mm

A	=	2050.7 mm ²
I	=	2331598.8 mm ⁴
Z ₁	=	27626.6 mm ³
Z ₂	=	115981.4 mm ³
f _{ba}	=	140 MPa
E	=	205000 Mpa

-. 계 산

C-Stiffener 간격 s = 300 mm

$$w = P_H \times s = 0.0602 \times 300 = 18.073 \text{ N/mm}$$



L = waler 최대간격

$$L = 1200 \text{ mm}$$

$$M = w \times L^2 / 8 = (f_b \times Z) , f_b = w \times L^2 / (8 \times Z)$$

$$f_b = 18.073 \times 1440000 / (8 \times 27626.6) = 117.8 \text{ MPa} \leq f_{ba} = 140 \text{ MPa}$$

OK!!!

$$\delta = 5 \times w \times L^4 / (384 \times E \times I)$$

$$= 5 \times 18.073 \times 207360000000 / (384 \times 205000 \times 2331598.8)$$

$$= 1.0 \text{ mm} \leq I_n / 360 = 3.33 \text{ mm} \quad \text{OK!!!}$$

$$\leq 3.0 \text{ mm}$$

OK!!!

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 20-03
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 5	Page No. : 12

▷ C-Stiffener 단면성능

h	b	A	y^2	$A \times y^2$	I	g	$A \times g$
4,5	300	1350,0	318,7	430295,0	2278,1	102,3	138037,5
100	50	700,7	1183,1	829025,7	1070000,0	50,0	35035,0
T O T A L		2050,7		1259320,7	1072278,1		173072,5

c_1	=	84,4	mm
c_2	=	20,1	mm

A	=	2050,7	mm ²
I	=	2331598,8	mm ⁴
Z_x	=	27626,6	mm ³
Z_y	=	115981,4	mm ³

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담당자 : W.K.H
		작성일자 : 20-03
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 5	Page No. : 13

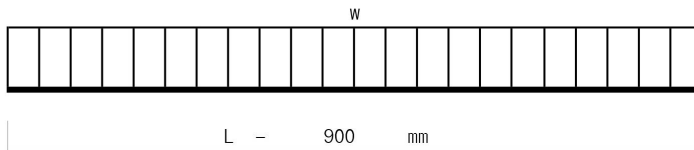
c) Waler Check

- 2CH-100x50x5x7.5의 단면성능 (Vertical Waler는 2CH-100x50x5x7.5를 사용)

A = 2384 mm ²	,	I = 3760000 mm ⁴	,	Z = 75200 mm ³
f _{ba} = 140 MPa	,	f _{sa} = 80 MPa	,	E = 205000 MPa
A _{web} = 1000 mm ²				

Waler 최대 설치 간격 s = 1200 mm

$$w = P_H \times s = 0.0602 \times 1200 = 72.291 \text{ N/mm}$$



폼타이 최대간격

$$M = w \times L^2 / 8 = (f_b \times Z) , f_b = w \times L^2 / (8 \times Z)$$

$$f_b = 72.291 \times 810000 / (8 \times 75200) = 97 \text{ MPa} \leq f_{ba} = 140 \text{ MPa} \quad \text{OK!!!}$$

$$f_s = (w \times L) / (2 \times A_{web})$$

$$= 72.29 \times 900 / 2 \times 1000 = 33.0 \text{ MPa} \leq f_{sa} = 80 \text{ MPa} \quad \text{OK !!!}$$

$$\delta = 5 \times w \times L^4 / (384 \times E \times I)$$

$$= 5 \times 72.291 \times 656100000000 / (384 \times 205000 \times 3760000.0)$$

$$= 0.8 \text{ mm} \leq I_n / 360 = 2.50 \text{ mm} \quad \text{OK!!!}$$

$$\leq 3.0 \text{ mm} \quad \text{OK!!!}$$

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 20-03
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 5	Page No. : 14

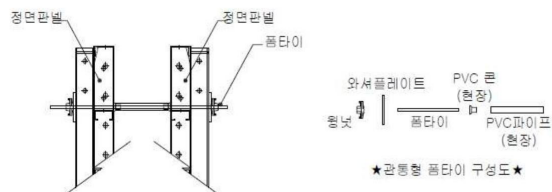
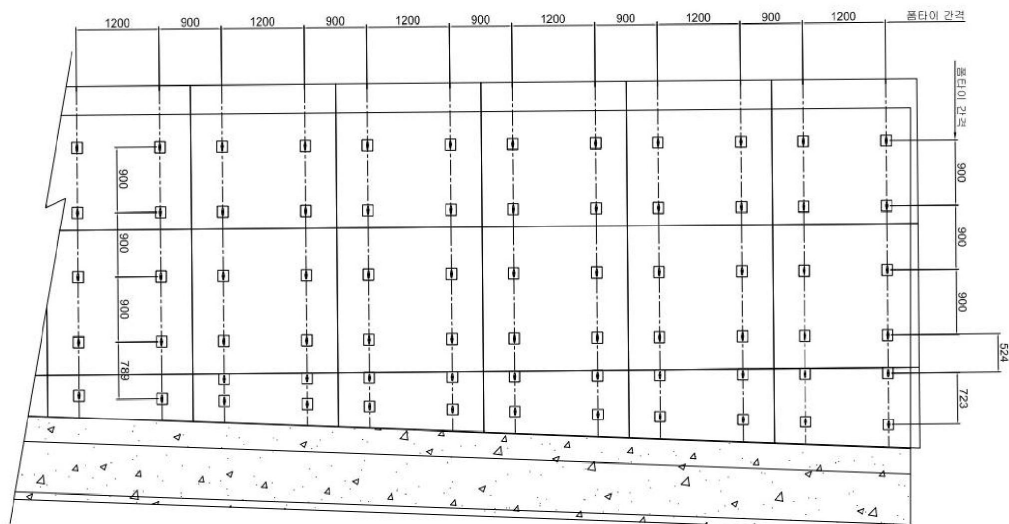
d) Form Tie Bar Check ($\Phi 15$)

- Form Tie Bar의 허용 인장력 $F_b = 68970 \text{ N}$ (거푸집 긴결재 시험성적값 50% 적용)

- Form Tie Bar 작용하는 유효면적 (waler 설치간격 x 폼타이 설치 간격)

$$A = 1080000 \text{ mm}^2 \quad (1200 \times 900)$$

$$F = P_H \times A = 0.0602 \times 1080000 = 65062 \text{ N} \leq 68970 \text{ N} \quad \text{OK !!!}$$



경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 20-03
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 5	Page No. : 15

e) 체결볼트 Check (F8T 3/4"x50L)

▷ form & form의 연결부분의 bolt check

form & form의 수직,수평 볼트는 150 mm 간격으로 1줄 가공되어 있음.

150mm당 bolt 체결 수량 ; $n = 1 \text{ ea}$

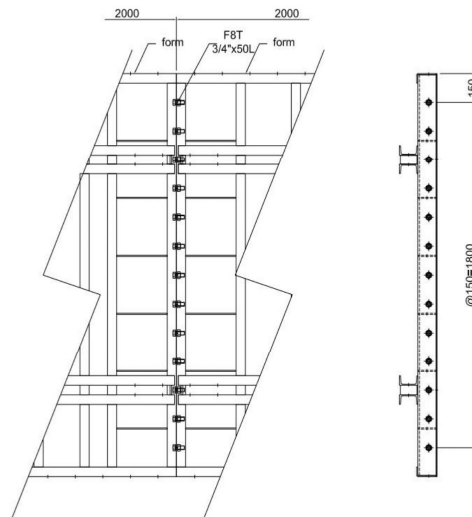
Bolt 1개당 지배 면적 ; $A = (2100 / 2) \times 150 = 157500 \text{ mm}^2$

작용 전단력 $V = P_H \times A = 0.0602 \times 157500 = 9488.2 \text{ N}$

Bolt 1개의 허용 전단력 $V_a = 29240 \text{ N}$

$V < V_a$ **OK!!!**

form과 form 연결 bolt는 150mm 마다 1개씩 체결.



경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 20-03
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 5	Page No. : 16

IV. ACCESSORY 검토 (안전발판)

1. 상단작업발판 검토

▷ Live load에 의한 하중을 기준으로 각 bracket에 분배되는 하중을 계산하여 허용응력 및 허용력과 비교 검토한다.

$$\text{활하중 (작업하중)} \quad p_{L1} = 2.5 \text{ kN/m}^2 = 0.0025 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{안전발판 자중} \quad A_w = 0.0005 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{walkway bracket 간격} \quad s = 1200 \text{ mm (최대간격)}$$

$$\text{walkway bracket 전체 길이} \quad L_T = 920 \text{ mm}$$

$$\text{안전발판 폭} \quad b = 630 \text{ mm}$$

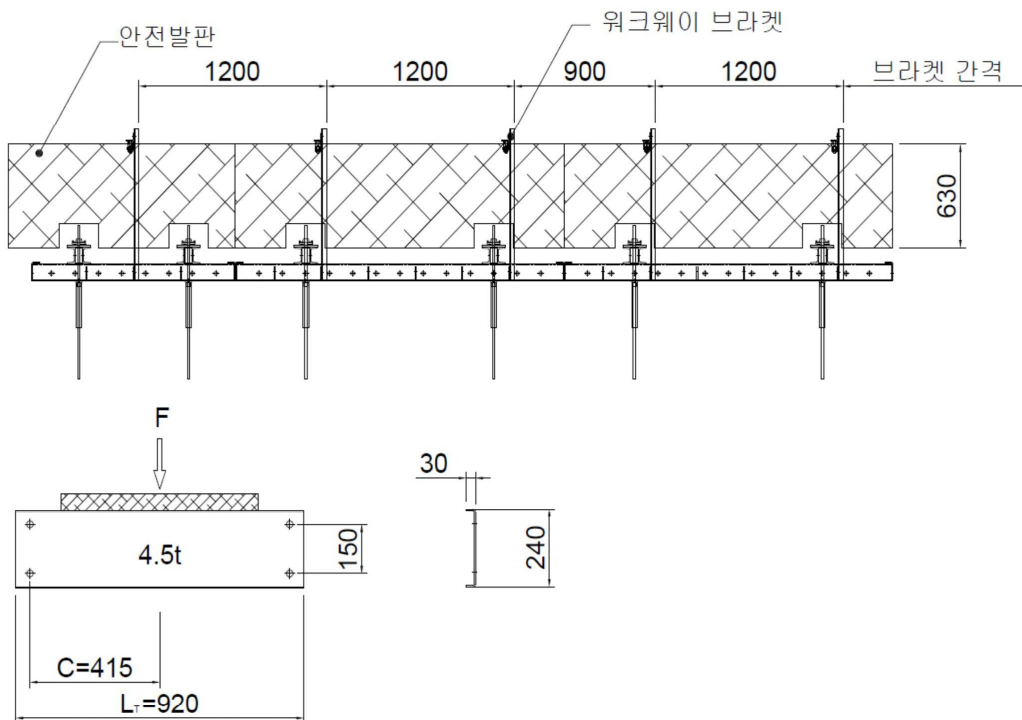
$$\text{walkway bracket bolt vs. center까지 거리} \quad C = 415 \text{ mm}$$

walkway bracket에 작용하는 하중 계산

$$\begin{aligned}
 F &= (p_{L1} \times s \times b) + (A_w \times s \times b) \\
 &= (0.0025 \times 1200 \times 630) + (0.0005 \times 1200 \times 630) \\
 &= 2268 \text{ N}
 \end{aligned}$$

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
협력사 : (주)도담이앤씨		작성일자 : 20-03
	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 5	Page No. : 17

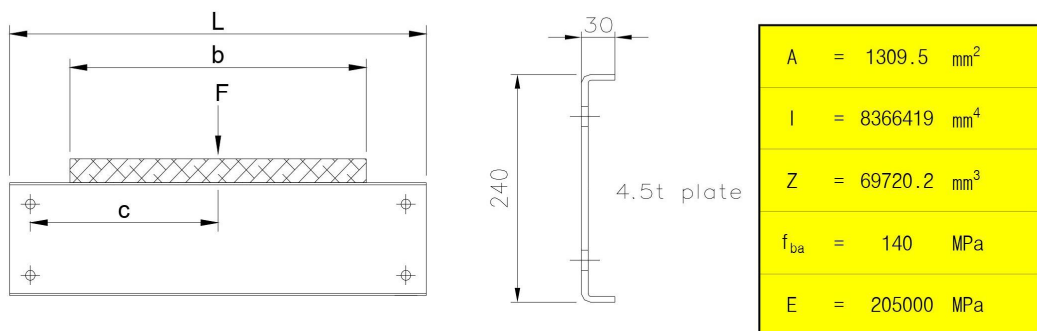
▷ Walkway bracket 관련 도면



경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 20-03
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 5	Page No. : 18

1-1) walkway bracket 계산

- . walkway bracket의 단면성능 계산



h	b	A	y ²	A × y ²	I	g	A × g
4,5	30,0	135,000	13865,1	1871783,4	227,81	237,8	32096,3
231,0	4,5	1039,500	0,0	0,0	4622396,63	120,0	124740,0
4,5	30,0	135,000	13865,1	1871783,4	227,81	2,3	303,8
T O T A L		1309,500		3743566,9	4622852,25		157140,0

c = 120,0 mm	A = 1309,500 mm ²
	I = 8366419,13 mm ⁴
	Z = 69720,16 mm ³

$$M = F \times C = f_b \times Z$$

$$f_b = F \times C / Z = 2268 \times 415 / 69720.2 = 13.5 \text{ MPa} \leq f_{ba} = 140 \text{ MPa}$$

OK!!!

$$\delta_L = F \times C^3 / 3 \times E \times I$$

$$= 2268 \times 71473375 / (3 \times 205000 \times 8366419)$$

$$= 0.03 \text{ mm} \leq I_n / 360 = 1.15 \text{ mm}$$

OK!!!

$$\leq 3.0 \text{ mm}$$

OK!!!

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 20-03
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 5	Page No. : 19

1-2) joint bolt 계산

walkway bkt.는 side form의 수직 stiffener에 bolt를 2ea씩 체결하여 고정시킨다.

따라서, 아래와 같이 joint bolt에 작용하는 전단력과 허용력을 비교 · 검토한다.

· 3/4" Joint Bolt의 허용전단력 $V_a = 29240 \text{ N}$

bolt 간격 $s = 150 \text{ mm}$

bolt에 발생하는 전단력 $V =$;

$$V = M / s = F \times C / s$$

$$V = 2268 \times 415 / 150 = 6275 \text{ N} \leq V_b = 29240 \text{ N} \quad \text{OK!!!}$$

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 20-03
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 5	Page No. : 20

1-3) 안전발판 검토

- ▷ 상기 페이지에 의한 하중을 기준으로 각 발판에 분배되는 하중을 계산하여 허용응력을 검토한다.

$$\text{활하중} + \text{안전발판} \quad p_L = 0.0030 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{안전발판 폭} \quad b = 630 \text{ mm}$$

$$\therefore \text{발판에 작용하는 하중} \quad W = p_L \times b = 0.0030 \times 630 = 1.89 \text{ N/mm}$$

" 안전발판 Check "

- ▷ 각파이프 (50x30x2.3t) 대한 단면성능

$$L = 1200 \text{ mm} \quad (\text{Bracket 간격})$$

A = 333.2 mm ²	I = 106000 mm ⁴	Z = 4250 mm ³
f _{ba} = 140 MPa	E = 205000 MPa	

$$M = (w \times L^2) / 8 = (w \times L^2) / 8 = f_b \times Z$$

$$f_b = (w \times L^2) / (8 \times Z) = 80 \text{ MPa} \leq f_b = 140 \text{ MPa} \quad \text{OK!!!}$$

$$\begin{aligned} \delta &= 5 \times w \times L^4 / (384 \times E \times I) \\ &= 5 \times 1.89 \times 2073600000000 / (384 \times 205000 \times 106000) \\ &= 2.35 \text{ mm} \end{aligned}$$

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 20-03
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 5	Page No. : 21

2. 브레이스 검토

2-1. 조립 및 해체에 의한 Push-Pull Brace 검토

1) 조건

Wall form 단위중량 $p_f = 1.15 \text{ kN/m}^2$ (악세서리 포함)

2) Push-pull brace의 좌굴 검토

Form 길이 $L_f = 2.1 \text{ m}$

Form 높이 $H = 5.2 \text{ m}$ (불리한 조건으로 산정)

Form 면적 $A_f = 10.9 \text{ m}^2$

작용 높이 $h = 2.62 \text{ m}$

1 span 당 Push-Pull Brace 1 개가 설치되므로,

$$\begin{aligned}
 \text{Brace 1개당 작용하는 하중 } P &= L_f \times H \times p_f \\
 &= 2.1 \times 5.2 \times 1.15 \\
 &= 12.5 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Push-pull brace 제원 ($\varnothing 76.3 \times 3.2 \text{ t}$, STK 400)

$$\begin{aligned}
 \text{단면적 } A &= \pi (D^2 - d^2) / 4 \\
 &= \pi \times (76.3^2 - (76.3 - 6.4)^2) / 4 \\
 &= 734.9 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{단면2차 모멘트 } I &= \pi (D^4 - d^4) / 64 \\
 &= \pi \times (76.3^4 - (76.3 - 6.4)^4) / 64 \\
 &= 491805.6 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담당자 : W.K.H
		작성일자 : 20-03
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 5	Page No. : 22

$$\text{단면2차 반경} \quad r = \sqrt{(I / A)} = \sqrt{(491805.6 / 734.9)} = 25.87 \text{ mm}$$

$$\text{좌굴길이} \quad \ell_k = 2973 \text{ mm}$$

▷국부좌굴에 대한 허용응력 산정

$$R = 38.15 \text{ mm} \quad (\text{강관의 반지름})$$

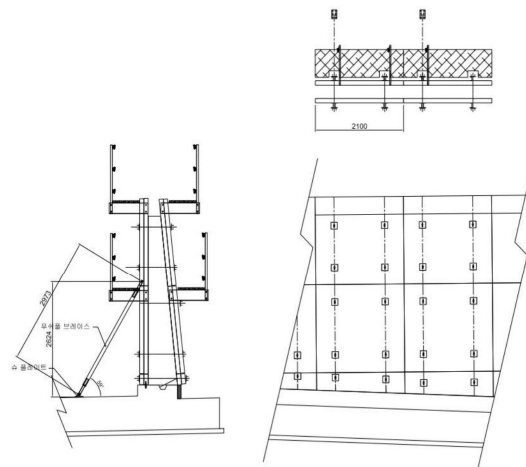
$$t = 3.2 \text{ mm} \quad (\text{강관의 두께})$$

$$\alpha = 1 + \frac{\Phi}{10} = 1 + \frac{0}{10} = 1$$

$$\Phi = \frac{f_1 - f_2}{f_1} = 0, \quad 0 \leq \Phi \leq 2$$

$$\frac{R}{\alpha t} = \frac{38.15}{3.2} = 11.9$$

$$\frac{R}{\alpha t} = 11.9 \leq 50 \quad \text{이므로,} \quad f_{ca} = 140 \text{ MPa}$$



▷Push-pull brace의 좌굴 검토

$$\text{Push-pull brace 설치각도} : 59^\circ$$

$$\text{브레이스 작용력} \quad P_{bs} = P / \cos 59^\circ$$

$$= 12.5 / 0.515 = 24.3 \text{ kN} = 24261 \text{ N}$$

$$f_c = P_{bs} / A$$

$$= 24260.8 / 734.9$$

$$= 33.01 \text{ MPa} < f_{ca} = 0.5 \times 140 \text{ MPa} = 70 \text{ MPa}$$

OK!!!

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 20-03
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 5	Page No. : 23

3. 기초 콘크리트 검토

(1) 인장력을 받는 앵커의 콘크리트 파괴강도 검토

인발하중을 받는 앵카볼트는 원뿔형태로 전단파괴가 되어진다.

$$f_{ck} = 35 \text{ MPa}, h_{ef} = 80 \text{ mm (앵커의 유효물림깊이)}, S = 150 \text{ mm (앵커 간격)}$$

$$A_{Nc} : \text{앵커그룹 투영면적}, A_{Nco} : \text{단일앵커 투영면적}, c_{al} = 120 \text{ mm}$$

$$N_{cbg} = (A_{Nc} / A_{Nco}) \times \Psi_{ec,N} \Psi_{ed,N} \Psi_{c,N} \Psi_{cp,N} N_b$$

$$A_{Nc} = (c_{al} + S + 1.5 \times h_{ef}) \times (2 \times 1.5 \times h_{ef}) = 93600 \text{ mm}^2$$

$$A_{Nco} = 9 h_{ef}^2 = 57600 \text{ mm}^2$$

$$\Psi_{ec,N} = 1 \text{ 편심계수}, \Psi_{ed,N} = 1 \text{ 가장자리계수}, \Psi_{c,N} = 1 \text{ 균열발생시}$$

$$\Psi_{cp,N} = 1 \text{ 사용하중 상태에서 균열이 발생하는 경우}$$

$$N_b = k_c \sqrt{f_{ck}} h_{ef}^{1.5} \quad (k_c : \text{선설치 앵커} = 10, \text{ 후설치 앵커} = 7)$$

$$= 7 \times 5.92 \times 715.5$$

$$= 29632.4 \text{ N}$$

$$N_{cbg} = (A_{Nc} / A_{Nco}) \times \Psi_{ec,N} \Psi_{ed,N} \Psi_{c,N} \Psi_{cp,N} N_b$$

$$= 1.625 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 29632.4$$

$$= 48152.7 \text{ N}$$

$$\Phi N_{cbg} = 0.55 \times 48152.7 = 26484 \text{ N}$$

$$N_{ua} = P_{ds} = 24261 \text{ N}$$

$$\Phi N_{cbg} = 26484 \text{ N} > N_{ua} = 24261 \text{ N} \quad \text{OK!!!}$$

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 20-03
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 5	Page No. : 24

(2) 앵커의 뽑힘강도 검토 (셋트양카 M16 x 80L)

$$N_{pn} = \Phi \cdot \Psi_{c,p} \cdot N_p$$

$$\Phi = 0.55, \quad \Psi_{c,p} = 1, \quad N_p = 24.1 \text{ kN (설계저항값)}, \quad n = 3$$

$$N_{pn} = 0.55 \times 1 \times 24.1 \times 3$$

$$= 39.8 \text{ kN} > P_{bs} = 24.3 \text{ kN} \quad \text{OK!!!}$$

(3) 압축을 받는 지압부의 설계

$$\Phi B_n \geq P_u$$

$$B_n = 0.85 f_{ck} A_1 \cdot (\sqrt{A_2/A_1}) = 1487500 \text{ N}$$

$$\text{콘크리트의 두께 } H = 600 \text{ mm}$$

$$\text{슈플레이트 1본당 유효면적 } A_1 = 25000 \text{ mm}^2$$

$$\text{지압부 하단부의 밑면적 } A_2 = 1855000 \text{ mm}^2$$

$$(\sqrt{A_2/A_1}) = 2$$

$$\text{기초콘크리트 강도 } f_{ck} = 35 \text{ MPa}$$

$$\text{지압력 } P_u = P_{bs} = 24261 \text{ N}$$

$$\text{강도할증계수 1.4 적용시 } P_u = 33965 \text{ N}$$

$$\Phi B_n = 1488 \text{ kN} > 34 \text{ kN} \quad \text{OK!!!}$$

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 20-03
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 5	Page No. : 25

4. 인양 플레이트(LUG) 부재검토

(1) 인양고리 플레이트 계산 규격 : ANGLE - 130 x 12t

$t = 12 \text{ mm}$, 홀 끝에서 가장자리까지의 거리 $e = 32.5 \text{ mm}$, $d = 40 \text{ mm}$

Wall form 단위중량 $p_f = 1.15 \text{ kN/m}^2$ (악세서리 포함)

Wall form 1 Sheet = $2.1 \times 2 \times 1.15 = 4.83 \text{ kN}$ 에서

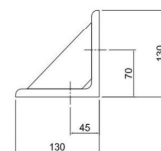
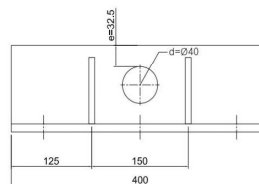
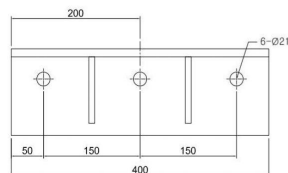
최대 8 Sheet를 인양한다는 가정하에 $W = 4.83 \text{ kN} \times 8 \text{ Sheet} = 38.64 \text{ kN}$

1) 볼트 홀 지압응력 검토

$$f_B = W / (t \times d)$$

$$= 38640 / (12 \times 40)$$

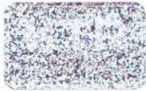
$$= 80.5 \text{ MPa} < f_{ba} = 140 \text{ MPa} \quad \text{OK!!!}$$



경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 20-03
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 5	Page No. : 26

▷ 3/4" Joint Bolt

BEYOND ASIAN HUB, TOWARD GLOBAL WORLD



TEST REPORT

우 13810 경기도 과천시 교육원로 98(중앙동) TEL (032)5709-700 FAX (032)575-5613
 성적서번호 : TAK-2020-015580 접수 일자 : 2020년 01월 28일
 대 표 자 : 설계한 시험완료일자 : 2020년 02월 05일
 업 체 명 : 경원산업(주)
 주 소 : 경기 김포시 대곶면 송마리 113

시 료 명 : 각산 BOLT 3/4"(F8.8) + NUT(F8.8) A325

시 험 결 과			
시험항목	단위	시험구분	결과치
제품의 인장하중(*)	N	-	189,256
전단하중(**)	kN	-	129,1

KS B 0233 : 2005(준용)
 ASTM F606/F606M-16(준용)

* 미체결 나사부 파단
 ** Single Shear, 나사부 전단

- 용 도 : 제출용

비 고 : 1. 이 성적서는 의뢰자가 제시한 시료 및 시료명으로 시험한 결과로써 전체 제품에 대한 품질을 보증하지 않으며,
 성적서의 진위확인용 홈페이지(www.ktr.or.kr) 또는 QR code로 확인 가능합니다.
 2. 이 성적서는 홍보, 선전, 광고 및 소송용 등으로 사용될 수 없으며, 용도 이외의 사용을 금합니다.
 3. 이 성적서는 원본(재발행 포함)만 유효하며, 사본 및 전자 인쇄본/파일본은 결과치 참고용입니다.

Park Geun Hyeok
 작성자 : 박근혁
 Tel : 02-2092-3635

Moon Suk Park
 기술책임자 : 박문석
 Tel : 1577-0091(ARS ①→④)

2020년 02월 05일

KTR 한국화학융합시험연구원





위변조 확인용 QR code

Page : 1 of 1

KTR KOREA TESTING & RESEARCH INSTITUTE KTR-QP-P08-F01-02(00)

A4(210 X 297)

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 20-03
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 5	Page No. : 27

▷ Form tie (Ø15)

the way to trust

KCL

9905-5679-9005-5226

시험성적서

- 성 적 서 번 호 : CT20-011679K
- 의 외 자
 - 업 체 명 : 경원산업(주)
 - 주 소 : 경기도 김포시 올생중앙로 165 (대곶면)
- 시험기간 : 2020년 01월 22일 ~ 2020년 01월 31일
- 시험성적서의 용도 : 품질관리
- 시 료 명 : TIE ROD 15.0Φ* 주물 NUT 15.0Φ
- 시험방법
 - (1) KS B 0802:2003 에 준함
- 시험결과
 - 1) TIE ROD 15.0Φ* 주물 NUT 15.0Φ

시험항목	단위	시험방법	시험결과	비 고	시험장소
인장하중	N	(1)	137 940	-	A

* 시험장소
A : 서울특별시 금천구 가산디지털1로 199 (가산동)

----- 끝 -----

확인	작성자 성 명	서정하	기술책임자 성 명	노영태
비고 :	1. 이 성적서는 KS Q ISO/IEC 17025 및 KOLAS 인정과 관련이 없으며, 의뢰자가 제시한 시료 및 시료명에 한정된 결과로서 전체제품에 대한 품질을 보증하지는 않습니다. 2. 이 성적서는 홍보, 선전, 광고 및 소송용으로 사용될 수 없으며, 용도 이외의 사용을 금합니다. 3. 이 성적서의 일부를 발췌하여 사용한 결과는 보증할 수 없습니다. 4. 이 성적서의 진위여부는 홈페이지(www.kcl.re.kr)에서 확인 가능합니다.			

2020년 01월 31일

한국건설생활환경시험연구원

결과문의 : 08503 서울특별시 금천구 가산디지털1로 199 (가산동) ☎ (02)2102-2732

총 1페이지 중 1페이지

양식TOP-12-01-03(1)

▷ Wall form Check

(4" Wall form system)

20.099m x 0.8(0.3)m x 5.596mH

(BLOCK - 6)

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 20-03
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 6	Page No. : 1

목 차

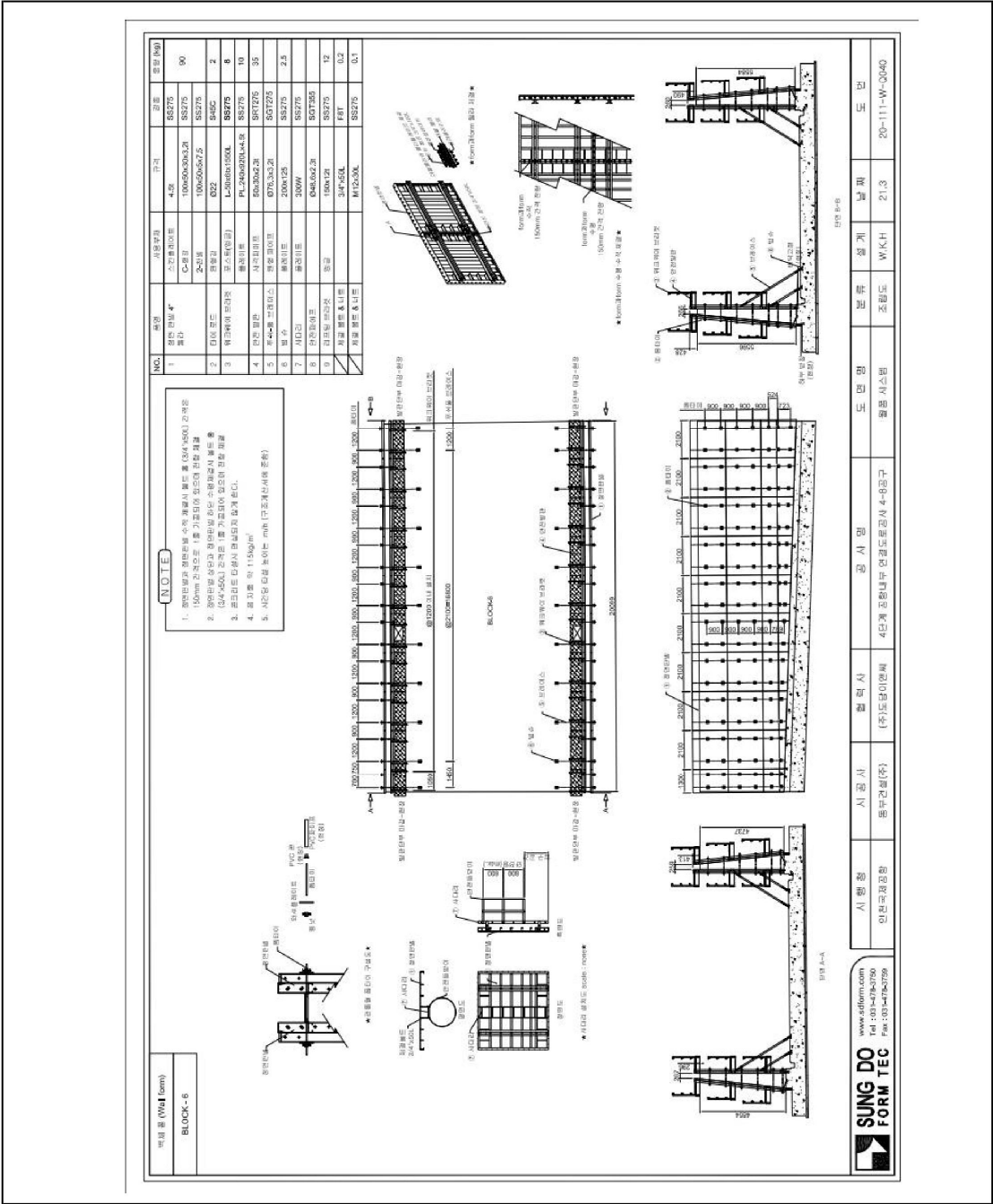
I . 일반사항

II . WALL FORMWORK 검토

III . ACCESSORY 검토

IV . 첨부자료

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 20-03
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 6	Page No. : 2



경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 20-03
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 6	Page No. : 3

I . 일반사항

1) 수직하중

콘크리트 하중 (reinforced concrete) $W_c = 24 \text{ kN/m}^3$

Wall form 단위중량 $p_f = 1.15 \text{ kN/m}^2$ (악세서리 포함)

활하중 $P_L = 2.50 \text{ kN/m}^2$ (작업하중)

2) 구조용강재 및 형강자재의 허용응력 (도.설.기 3.3.2.1)

material : SS400

허용 인장응력 $f_{ba} = 140 \text{ MPa}$ (장기허용응력)

허용 전단응력 $f_{sa} = 80 \text{ MPa}$ (장기허용응력)

3) 3/4" Joint Bolt의 허용력

material : high strength bolt

극한 인장응력 $f_{tu} = 800 \text{ MPa}$

허용 인장응력 $f_{ta} = 0.33 \times \sigma_u = 0.33 \times 800 = 264 \text{ MPa}$

허용 인장력 $F_{ta} = \sigma_b \times A = 264 \times 215.0 = 56760 \text{ N}$

허용 전단응력 $f_{sa} = 0.17 \times \sigma_u = 0.17 \times 800 = 136 \text{ MPa}$

허용 전단력 $V_a = \tau_b \times A = 136 \times 215.0 = 29240 \text{ N}$

(gross area of 3/4" joint bolt $A = 215 \text{ mm}^2$)

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 20-03
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 6	Page No. : 4

4) Form tie (Ø15) 재질- S45C

극한 인장력 $F_{tu} = 137940 \text{ N}$

허용 인장력 $F_{ta} = 0.5 \times F_u = 68970 \text{ N}$ (시험성적서 기준 50 % 안전율)

5) 참고문헌

- Formwork for Concrete, Fifth Edition

- Manual of Steel Construction - Allowable Stress Design, Ninth Edition

- Manual of Steel Construction - VolumnII Connections

- 도로교 설계기준, 가설공사 표준시방서, 건축구조설계기준

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 20-03
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 6	Page No. : 5

6) 측압의 정의

Concrete 타설시 온도 $T = 15^{\circ}\text{C}$ (상온 기준, $T=\text{concrete 온도}(^{\circ}\text{C})$)
타설속도 R ($R=\text{시간당 타설 속도(m/hr)}$)

최대 측압 계산

$$P_{\max} = C_w \times C_c \times [7.2 + ((1160 + 240 R) / (T + 18))]$$

단위 중량 계수 (C_w)

콘크리트의 단위 중량	C_w
22.5kN/m ³ 미만인경우	$C_w=0.5 [1+(w/23)\text{kN/m}^3]$ 다만 0.8 이상이어야 한다.
22.5~24kN/m ³ 인경우	1
24kN/m ³ 초과인경우	$C_w = W/23\text{kN/m}^3$ ($W= 24 \text{ kN/m}^3$ 기준)

첨가물 계수 (C_c)

시멘트 타입및 첨가물	C_c
지연제를 사용하지 않은 KS L 5201의 1, 2, 3종 시멘트	1
지연제를 사용한 KS L 5201의 1, 2, 3종시멘트	1.2
다른타입의 시멘트 또는 지연제 없이 40% 이하의 플라이 애쉬 또는 70%이하의 슬래그가 혼합된 시멘트	1.2
다른타입의 시멘트 또는 지연제를 사용한40% 이하의 플라이 애쉬 또는 70%이하의 슬래그가 혼합된 시멘트	1.4
70%이상의 슬래그 또는 40% 이상의 플라이 애쉬가 혼합된 시멘트	1.4

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 20-03
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 6	Page No. : 6

▷ 측압 산정

② 벽체의 측압은 콘크리트 타설속도에 따라 다음과 같이 구분하며, 이 경우에 측압의 최소값은 $30 C_w$ kN/m² 이상이고, 최대값은 $W \cdot H \cdot g$ 값 이하이다.

가. 타설속도가 2.1 m/hr 이하이고, 타설높이가 4.2m 미만인 벽체

$$P = C_w \cdot C_c \left[7.2 + \frac{790R}{T+18} \right] \quad (4.3)$$

나. 타설속도가 2.1 m/hr 이하이면서 타설높이가 4.2m 초과하는 벽체 및 타설속도가 2.1~4.5 m/hr인 모든 벽체

$$P = C_w \cdot C_c \left[7.2 + \frac{1160+240R}{T+18} \right] \quad (4.4)$$

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 20-03
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 6	Page No. : 7

7) 수평하중

풍하중과 최소 수평하중의 영향을 고려하여 불리한 경우를 검토한다.

· 풍하중

1) 설계조건

기본풍속 : $V_0 = 28 \text{ m/s}$ (건축구조기준 설계하중 2019)

지표면 조도구분 : I (가설공사표준시방서 2016)

대기 경계층 시작높이 : $Z_b = 2 \text{ m}$ (가설공사표준시방서 2016)

기준 경도풍 높이 : $Z_g = 200 \text{ m}$ (가설공사표준시방서 2016)

지표면에서의 높이 : $z = 5.58 \text{ m}$

풍속 고도 분포지수 : $\alpha = 0.12$ (가설공사표준시방서 2016)

풍속고도분포계수 : $K_{zr} = 1.723 \times (Z_b / Z_g)^\alpha$ (가설공사표준시방서 2016)
 $= 1.723 \times (5.584 / 200)^{0.12} = 1.12$

지형계수 $K_{zt} = 1$ 평탄한 지역 (건축구조기준 설계하중 2019)

가시설물의 중요도계수 $I_w = 0.63$ 재현기간 2년 이내 (가설공사표준시방서 2016)

설계풍속 $V_H = V_0 \times K_{zr} \times K_{zt} \times I_w$
 $= 28 \times 1.12 \times 1 \times 0.63 = 19.783 \text{ m/s}$

2) 설계 속도압 : $q_H \text{ (N/m}^2\text{)}$

$q_H = 1 / 2 \times \rho \times V_H^2$
 $= 1 / 2 \times 1.22 \times 19.78^2$
 $= 238.7 \text{ N/m}^2$ 여기서, 공기밀도 : $\rho = 1.22 \text{ kg/m}^3$

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 20-03
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 6	Page No. : 8

3) 설계 풍압 : P_w

$$P_w = q_f \times G_f \times C_d$$

$$= 238.7 \times 1.8 \times 1.8$$

$$= 773.50 \text{ N/m}^2 = \boxed{0.00077} \text{ MPa}$$

여기서, 가스트 영향계수 : $G_f = 1.8$ (가설공사표준시방서 2016)

풍력계수 : $C_d = 1.8$ (건축구조기준 설계하중 2019)

$$\cdot \text{최소수평하중 } M = 0.5 \text{ kN/m}^2 = \boxed{0.0005} \text{ MPa}$$

풍하중과 최소수평하중 중에 불리한 조건으로 **풍하중**을 적용한다.

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 20-03
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 6	Page No. : 9

II .WALL FORM 검토

▷ Wall Form의 계산은 측압을 기준으로 검토한다.

Wall 사이즈 2020 mm x 300(800) mm x 6024 mmH

Concrete 타설높이 $h = 5.60 \text{ m}$, Wall form 높이 $h = 6.02 \text{ m}$

Concrete 타설시 온도 $T = 15 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (상온 기준)

타설속도 $R = 1.0 \text{ m/hr}$

$$p_c = 1.0 \times 1.2 \times [7.2 + ((1160 + 240 R) / (T + 18))]$$

$$= 0.060 \text{ MPa}$$

측압의 최소값은 $P_{min} = 30 \times Cw = 30 \times 1.0 = 30.0 \text{ kN/m}^2$ 이상 이므로,

$$P_H = p_c + P_w = 0.0605 \text{ MPa} \text{ 을 적용}$$

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 20-03
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 6	Page No. : 10

a) Skin plate Check

Skin plate의 단면성능 및 계산 ▷ Skin plate (4.5 t)

$$\begin{aligned}
 \triangleright \text{단면 계수 (Z)} &= (b \times h^2) / 6 = (1 \times 4.5^2) / 6 = 3.4 \text{ mm}^3 \\
 \triangleright \text{2차모멘트 (I)} &= (b \times h^3) / 12 = (1 \times 4.5^3) / 12 = 7.6 \text{ mm}^4 \\
 \triangleright \text{탄성 계수 (E)} &= 205000 \text{ MPa} \qquad \triangleright f_{ba} = 140 \text{ MPa} \\
 \triangleright \text{단위하중 (w)} &= 1.0 \text{ mm} \times 0.0605 \text{ N/mm}^2 = 0.0605 \text{ N/mm}
 \end{aligned}$$

▷ C-stiffener 순간격 (L) = 250 mm

$$M = w \times L^2 / 10 = (f_b \times Z), \quad f_b = w \times L^2 / (10 \times Z)$$

$$f_b = 0.0605 \times 62500.0 / (10 \times 3.4) = 112.1 \text{ MPa} \leq f_{ba} = 140 \text{ MPa} \quad \text{OK!!!}$$

$$\delta = w \times L^4 / (128 \times E \times I)$$

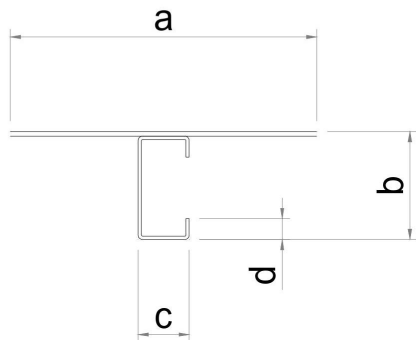
$$= 0.0605 \times 3906250000 / (128 \times 205000 \times 7.6)$$

$$= 1.19 \text{ mm} \leq 3.0 \text{ mm} \quad \text{OK!!!}$$

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 20-03
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 6	Page No. : 11

b) C-Stiffener Check

(e = 4.5t skin plate, f = 3.2t C-Stiffener)



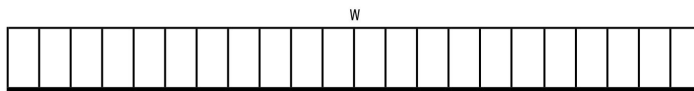
a = 300.0 mm
b = 104.5 mm
c = 50.0 mm
d = 20.0 mm
e = 4.5 mm
f = 3.2 mm

A	=	2050.7 mm ²
I	=	2331598.8 mm ⁴
Z ₁	=	27626.6 mm ³
Z ₂	=	115981.4 mm ³
f _{ba}	=	140 MPa
E	=	205000 Mpa

-. 계 산

C-Stiffener 간격 s = 300 mm

w = P_H x s = 0.0605 x 300 = 18.162 N/mm



L = waler 최대간격

L = 1200 mm

$$M = w \times L^2 / 8 = (f_b \times Z) , f_b = w \times L^2 / (8 \times Z)$$

$$f_b = 18.162 \times 1440000 / (8 \times 27626.6) = 118.3 \text{ MPa} \leq f_{ba} = 140 \text{ MPa}$$

OK!!!

$$\delta = 5 \times w \times L^4 / (384 \times E \times I)$$

$$= 5 \times 18.162 \times 207360000000 / (384 \times 205000 \times 2331598.8)$$

$$= 1.0 \text{ mm} \leq I_n / 360 = 3.33 \text{ mm} \quad \text{OK!!!}$$

$$\leq 3.0 \text{ mm} \quad \text{OK!!!}$$

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 20-03
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 6	Page No. : 12

▷ C-Stiffener 단면성능

h	b	A	y^2	$A \times y^2$	I	g	$A \times g$
4,5	300	1350,0	318,7	430295,0	2278,1	102,3	138037,5
100	50	700,7	1183,1	829025,7	1070000,0	50,0	35035,0
T O T A L		2050,7		1259320,7	1072278,1		173072,5

c_1	=	84,4	mm
c_2	=	20,1	mm

A	=	2050,7	mm ²
I	=	2331598,8	mm ⁴
Z_x	=	27626,6	mm ³
Z_y	=	115981,4	mm ³

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 20-03
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 6	Page No. : 13

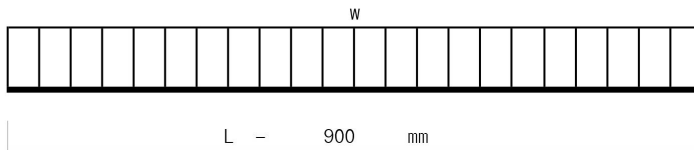
c) Waler Check

- 2CH-100x50x5x7.5의 단면성능 (Vertical Waler는 2CH-100x50x5x7.5를 사용)

A = 2384 mm ²	,	I = 3760000 mm ⁴	,	Z = 75200 mm ³
f _{ba} = 140 MPa	,	f _{sa} = 80 MPa	,	E = 205000 MPa
A _{web} = 1000 mm ²				

Waler 최대 설치 간격 s = 1200 mm

$$w = P_H \times s = 0.0605 \times 1200 = 72.646 \text{ N/mm}$$



폼타이 최대간격

$$M = w \times L^2 / 8 = (f_b \times Z) , f_b = w \times L^2 / (8 \times Z)$$

$$f_b = 72.646 \times 810000 / (8 \times 75200) = 98 \text{ MPa} \leq f_{ba} = 140 \text{ MPa} \quad \text{OK!!!}$$

$$f_s = (w \times L) / (2 \times A_{web})$$

$$= 72.65 \times 900 / 2 \times 1000 = 33.0 \text{ MPa} \leq f_{sa} = 80 \text{ MPa} \quad \text{OK !!!}$$

$$\delta = 5 \times w \times L^4 / (384 \times E \times I)$$

$$= 5 \times 72.646 \times 656100000000 / (384 \times 205000 \times 3760000.0)$$

$$= 0.8 \text{ mm} \leq I_n / 360 = 2.50 \text{ mm} \quad \text{OK!!!}$$

$$\leq 3.0 \text{ mm} \quad \text{OK!!!}$$

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 20-03
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 6	Page No. : 14

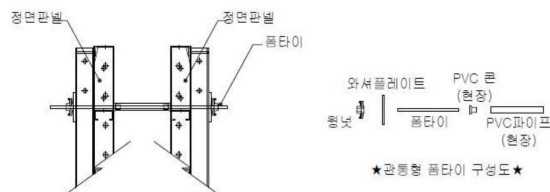
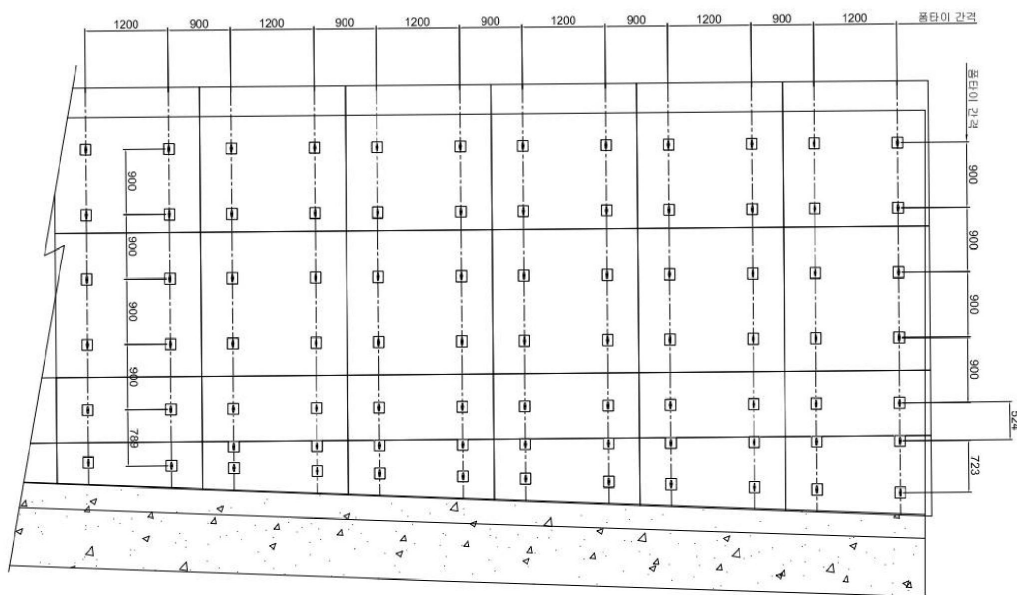
d) Form Tie Bar Check ($\Phi 15$)

- Form Tie Bar의 허용 인장력 $F_b = 68970 \text{ N}$ (거푸집 긴결재 시험성적값 50% 적용)

- Form Tie Bar 작용하는 유효면적 (waler 설치간격 x 폼타이 설치 간격)

$$A = 1080000 \text{ mm}^2 \quad (1200 \times 900)$$

$$F = P_H \times A = 0.0605 \times 1080000 = 65382 \text{ N} \leq 68970 \text{ N} \quad \text{OK !!!}$$



경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 20-03
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 6	Page No. : 15

e) 체결볼트 Check (F8T 3/4"x50L)

▷ form & form의 연결부분의 bolt check

form & form의 수직,수평 볼트는 150 mm 간격으로 1줄 가공되어 있음.

150mm당 bolt 체결 수량 ; $n = 1 \text{ ea}$

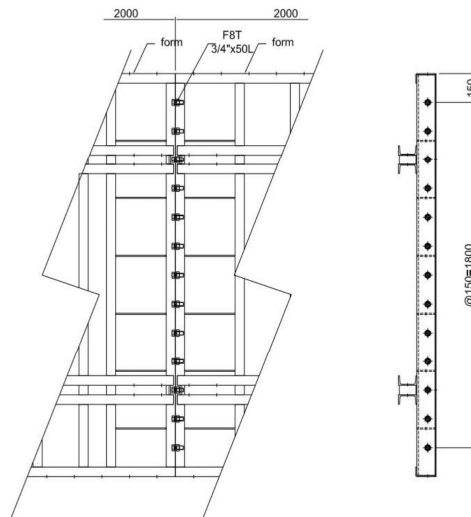
Bolt 1개당 지배 면적 ; $A = (2100 / 2) \times 150 = 157500 \text{ mm}^2$

작용 전단력 $V = P_H \times A = 0.0605 \times 157500 = 9534.8 \text{ N}$

Bolt 1개의 허용 전단력 $V_a = 29240 \text{ N}$

$V < V_a$ **OK!!!**

form과 form 연결 bolt는 150mm 마다 1개씩 체결.



경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 20-03
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 6	Page No. : 16

IV. ACCESSORY 검토 (안전발판)

1. 상단작업발판 검토

▷ Live load에 의한 하중을 기준으로 각 bracket에 분배되는 하중을 계산하여 허용응력 및 허용력과 비교 검토한다.

$$\text{활하중 (작업하중)} \quad p_{L1} = 2.5 \text{ kN/m}^2 = 0.0025 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{안전발판 자중} \quad A_w = 0.0005 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{walkway bracket 간격} \quad s = 1200 \text{ mm (최대간격)}$$

$$\text{walkway bracket 전체 길이} \quad L_T = 920 \text{ mm}$$

$$\text{안전발판 폭} \quad b = 630 \text{ mm}$$

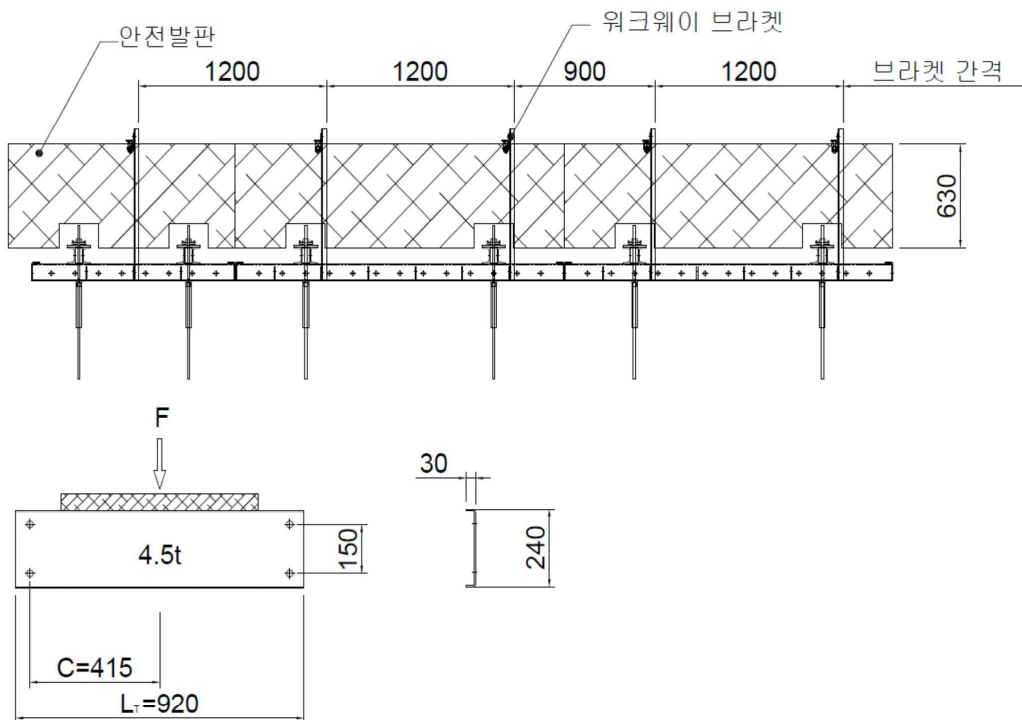
$$\text{walkway bracket bolt vs. center까지 거리} \quad C = 415 \text{ mm}$$

walkway bracket에 작용하는 하중 계산

$$\begin{aligned}
 F &= (p_{L1} \times s \times b) + (A_w \times s \times b) \\
 &= (0.0025 \times 1200 \times 630) + (0.0005 \times 1200 \times 630) \\
 &= 2268 \text{ N}
 \end{aligned}$$

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
협력사 : (주)도담이앤씨		작성일자 : 20-03
	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 6	Page No. : 17

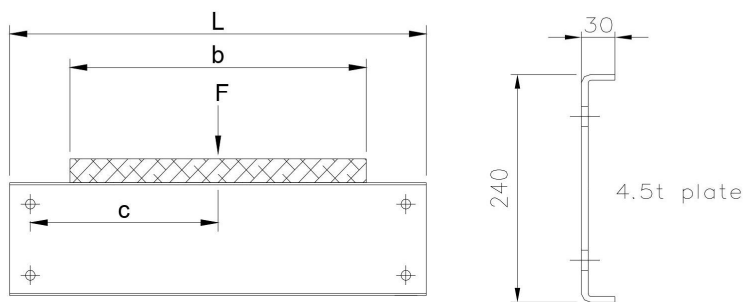
▷ Walkway bracket 관련 도면



경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 20-03
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 6	Page No. : 18

1-1) walkway bracket 계산

- . walkway bracket의 단면성능 계산



A	=	1309.5	mm ²
I	=	8366419	mm ⁴
Z	=	69720.2	mm ³
f _{ba}	=	140	MPa
E	=	205000	MPa

h	b	A	y ²	A × y ²	I	g	A × g
4.5	30.0	135.000	13865.1	1871783.4	227.81	237.8	32096.3
231.0	4.5	1039.500	0.0	0.0	4622396.63	120.0	124740.0
4.5	30.0	135.000	13865.1	1871783.4	227.81	2.3	303.8
T O T A L		1309.500		3743566.9	4622852.25		157140.0

$$c = 120.0 \text{ mm}$$

A	=	1309.500	mm ²
I	=	8366419.13	mm ⁴
Z	=	69720.16	mm ³

$$M = F \times C = f_b \times Z$$

$$f_b = F \times C / Z = 2268 \times 415 / 69720.2 = 13.5 \text{ MPa} \leq f_{ba} = 140 \text{ MPa}$$

OK!!!

$$\delta_L = F \times C^3 / 3 \times E \times I$$

$$= 2268 \times 71473375 / (3 \times 205000 \times 8366419)$$

$$= 0.03 \text{ mm} \leq I_n / 360 = 1.15 \text{ mm}$$

OK!!!

$$\leq 3.0 \text{ mm}$$

OK!!!

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 20-03
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 6	Page No. : 19

1-2) joint bolt 계산

walkway bkt.는 side form의 수직 stiffener에 bolt를 2ea씩 체결하여 고정시킨다.

따라서, 아래와 같이 joint bolt에 작용하는 전단력과 허용력을 비교 · 검토한다.

· 3/4" Joint Bolt의 허용전단력 $V_a = 29240 \text{ N}$

bolt 간격 $s = 150 \text{ mm}$

bolt에 발생하는 전단력 $V =$;

$$V = M / s = F \times C / s$$

$$V = 2268 \times 415 / 150 = 6275 \text{ N} \leq V_b = 29240 \text{ N} \quad \text{OK!!!}$$

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 20-03
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 6	Page No. : 20

1-3) 안전발판 검토

- ▷ 상기 페이지에 의한 하중을 기준으로 각 발판에 분배되는 하중을 계산하여 허용응력을 검토한다.

$$\text{활하중} + \text{안전발판} \quad p_L = 0.0030 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{안전발판 폭} \quad b = 630 \text{ mm}$$

$$\therefore \text{발판에 작용하는 하중} \quad W = p_L \times b = 0.0030 \times 630 = 1.89 \text{ N/mm}$$

" 안전발판 Check "

- ▷ 각파이프 (50x30x2.3t) 대한 단면성능

$$L = 1200 \text{ mm} \quad (\text{Bracket 간격})$$

A = 333.2 mm ²	I = 106000 mm ⁴	Z = 4250 mm ³
f _{ba} = 140 MPa	E = 205000 MPa	

$$M = (w \times L^2) / 8 = (w \times L^2) / 8 = f_b \times Z$$

$$f_b = (w \times L^2) / (8 \times Z) = 80 \text{ MPa} \leq f_b = 140 \text{ MPa} \quad \text{OK!!!}$$

$$\begin{aligned} \delta &= 5 \times w \times L^4 / (384 \times E \times I) \\ &= 5 \times 1.89 \times 2073600000000 / (384 \times 205000 \times 106000) \\ &= 2.35 \text{ mm} \end{aligned}$$

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 20-03
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 6	Page No. : 21

2. 브레이스 검토

2-1. 조립 및 해체에 의한 Push-Pull Brace 검토

1) 조건

Wall form 단위중량 $p_f = 1.15 \text{ N/m}^2$ (악세서리 포함)

2) Push-pull brace의 좌굴 검토

Form 길이 $L_f = 2.1 \text{ m}$

Form 높이 $H = 6.0 \text{ m}$ (불리한 조건으로 산정)

Form 면적 $A_f = 12.7 \text{ m}^2$

작용 높이 $h = 2.62 \text{ m}$

1 span 당 Push-Pull Brace **2** 개가 설치되므로,

$$\begin{aligned}
 \text{Brace 1개당 작용하는 하중 } P &= L_f \times H \times p_f / 2 \\
 &= 2.1 \times 6.0 \times 1.15 \\
 &= 7.3 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Push-pull brace 제원 ($\varnothing 76.3 \times 3.2 \text{ t}$, STK 400)

$$\begin{aligned}
 \text{단면적 } A &= \pi (D^2 - d^2) / 4 \\
 &= \pi \times (76.3^2 - (76.3 - 6.4)^2) / 4 \\
 &= 734.9 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{단면2차 모멘트 } I &= \pi (D^4 - d^4) / 64 \\
 &= \pi \times (76.3^4 - (76.3 - 6.4)^4) / 64 \\
 &= 491805.6 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 20-03
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 6	Page No. : 22

$$\text{단면2차 반경} \quad r = \sqrt{(I / A)} = \sqrt{(491805.6 / 734.9)} = 25.87 \text{ mm}$$

$$\text{좌굴길이} \quad \ell_k = 3912 \text{ mm}$$

▷국부좌굴에 대한 허용응력 산정

$$R = 38.15 \text{ mm} \quad (\text{강관의 반지름})$$

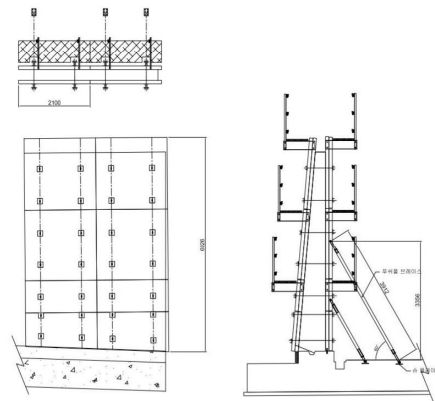
$$t = 3.2 \text{ mm} \quad (\text{강관의 두께})$$

$$\alpha = 1 + \frac{\Phi}{10} = 1 + \frac{0}{10} = 1$$

$$\Phi = \frac{f_1 - f_2}{f_1} = 0, \quad 0 \leq \Phi \leq 2$$

$$\frac{R}{\alpha t} = \frac{38.15}{3.2} = 11.9$$

$$\frac{R}{\alpha t} = 11.9 \leq 50 \quad \text{이므로,} \quad f_{ca} = 140 \text{ MPa}$$



▷Push-pull brace의 좌굴 검토

$$\text{Push-pull brace 설치각도} : 60^\circ$$

$$\text{브레이스 작용력} \quad P_{bs} = P / \cos 60^\circ$$

$$= 7.3 / 0.500 = 14.5 \text{ kN} = 14548 \text{ N}$$

$$f_c = P_{bs} / A$$

$$= 14548.0 / 734.9$$

$$= 19.80 \text{ MPa} < f_{ca} = 0.5 \times 140 \text{ MPa} = 70 \text{ MPa}$$

OK!!!

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 20-03
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 6	Page No. : 23

3. 기초 콘크리트 검토

(1) 인장력을 받는 앵커의 콘크리트 파괴강도 검토

인발하중을 받는 앵카볼트는 원뿔형태로 전단파괴가 되어진다.

$$f_{ck} = 35 \text{ MPa}, \quad h_{ef} = 80 \text{ mm (앵커의 유효문힘깊이)}, \quad S = 150 \text{ mm (앵커 간격)}$$

$$A_{Nc} : \text{앵커그룹 투영면적}, \quad A_{Nco} : \text{단일앵커 투영면적}, \quad c_{al} = 120 \text{ mm}$$

$$N_{cbg} = (A_{Nc} / A_{Nco}) \times \psi_{ec \cdot N} \psi_{ed \cdot N} \psi_{c \cdot N} \psi_{cp \cdot N} N_b$$

$$A_{Nc} = (c_{al} + S + 1.5 \times h_{ef}) \times (2 \times 1.5 \times h_{ef}) = 93600 \text{ mm}^2$$

$$A_{Nco} = 9 h_{ef}^2 = 57600 \text{ mm}^2$$

$$\psi_{ec \cdot N} = 1 \text{ 편심계수}, \quad \psi_{ed \cdot N} = 1 \text{ 가장자리계수}, \quad \psi_{c \cdot N} = 1 \text{ 균열발생시}$$

$$\psi_{cp \cdot N} = 1 \text{ 사용하중 상태에서 균열이 발생하는 경우}$$

$$N_b = k_c \sqrt{f_{ck}} h_{ef}^{1.5} \quad (k_c : \text{선설치 앵커} = 10, \text{ 후설치 앵커} = 7)$$

$$= 7 \times 5.92 \times 715.5$$

$$= 29632.4 \text{ N}$$

$$N_{cbg} = (A_{Nc} / A_{Nco}) \times \psi_{ec \cdot N} \psi_{ed \cdot N} \psi_{c \cdot N} \psi_{cp \cdot N} N_b$$

$$= 1.625 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 29632.4$$

$$= 48152.7 \text{ N}$$

$$\phi N_{cbg} = 0.55 \times 48152.7 = 26484 \text{ N}$$

$$N_{ua} = P_{ds} = 14548 \text{ N}$$

$$\phi N_{cbg} = 26484 \text{ N} > N_{ua} = 14548 \text{ N} \quad \text{OK!!!}$$

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 20-03
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 6	Page No. : 24

(2) 앵커의 뽑힘강도 검토 (셋트양카 M16 x 80L)

$$N_{pn} = \Phi \cdot \Psi_{c,p} \cdot N_p$$

$$\Phi = 0.55, \quad \Psi_{c,p} = 1, \quad N_p = 24.1 \text{ kN (설계저항값)}, \quad n = 2$$

$$N_{pn} = 0.55 \times 1 \times 24.1 \times 2$$

$$= 26.5 \text{ kN} > P_{bs} = 14.5 \text{ kN} \quad \text{OK!!!}$$

(3) 압축을 받는 지압부의 설계

$$\Phi B_n \geq P_u$$

$$B_n = 0.85 f_{ck} A_1 \cdot (\sqrt{A_2/A_1}) = 1487500 \text{ N}$$

$$\text{콘크리트의 두께 } H = 600 \text{ mm}$$

$$\text{슈플레이트 1본당 유효면적 } A_1 = 25000 \text{ mm}^2$$

$$\text{지압부 하단부의 밑면적 } A_2 = 1855000 \text{ mm}^2$$

$$(\sqrt{A_2/A_1}) = 2$$

$$\text{기초콘크리트 강도 } f_{ck} = 35 \text{ MPa}$$

$$\text{지압력 } P_u = P_{bs} = 14548 \text{ N}$$

$$\text{강도할증계수 1.4 적용시 } P_u = 20367 \text{ N}$$

$$\Phi B_n = 1488 \text{ kN} > 20 \text{ kN} \quad \text{OK!!!}$$

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 20-03
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 6	Page No. : 25

4. 인양 플레이트(LUG) 부재검토

(1) 인양고리 플레이트 계산 규격 : ANGLE - 130 x 12t

$t = 12 \text{ mm}$, 홀 끝에서 가장자리까지의 거리 $e = 32.5 \text{ mm}$, $d = 40 \text{ mm}$

Wall form 단위중량 $p_f = 1.15 \text{ kN/m}^2$ (악세서리 포함)

Wall form 1 Sheet = $2.1 \times 2 \times 1.15 = 4.83 \text{ kN}$ 에서

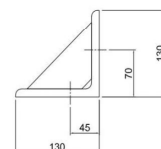
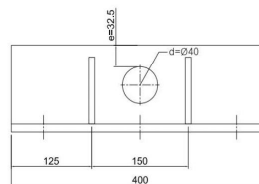
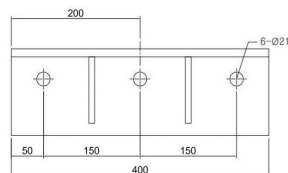
최대 8 Sheet를 인양한다는 가정하에 $W = 4.83 \text{ kN} \times 8 \text{ Sheet} = 38.64 \text{ kN}$

1) 볼트 홀 지압응력 검토

$$f_B = W / (t \times d)$$

$$= 38640 / (12 \times 40)$$

$$= 80.5 \text{ MPa} < f_{ba} = 140 \text{ MPa} \quad \text{OK!!!}$$



경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 20-03
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 6	Page No. : 26

▷ 3/4" Joint Bolt



BEYOND ASIAN HUB, TOWARD GLOBAL WORLD

TEST REPORT

우 13810 경기도 과천시 교육원로 98(중앙동) TEL (032)5709-700 FAX (032)575-5613
 성적서번호 : TAK-2020-015580 접수일자 : 2020년 01월 28일
 대 표 자 : 설계한 시험완료일자 : 2020년 02월 05일
 업 체 명 : 경원산업(주)
 주 소 : 경기 김포시 대곶면 송마리 113

시 료 명 : 각산 BOLT 3/4"(F8.8) + NUT(F8.8) A325

시 험 결 과			
시험항목	단위	시험구분	결과치
제품의 인장하중(*)	N	-	189,256
전단하중(**)	kN	-	129,1

KS B 0233 : 2005(준용)
 ASTM F606/F606M-16(준용)

* 미체결 나사부 파단
 ** Single Shear, 나사부 전단

- 용 도 : 제출용

비 고 : 1. 이 성적서는 의뢰자가 제시한 시료 및 시료명으로 시험한 결과로써 전체 제품에 대한 품질을 보증하지 않으며, 성적서의 진위확인인 홈페이지(www.ktr.or.kr) 또는 QR code로 확인 가능합니다.
 2. 이 성적서는 홍보, 선전, 광고 및 소송용 등으로 사용될 수 없으며, 용도 이외의 사용을 금합니다.
 3. 이 성적서는 원본(재발행 포함)만 유효하며, 사본 및 전자 인쇄본/파일본은 결과치 참고용입니다.



작성자 : 박근혁
Tel : 02-2092-3635



기술책임자 : 박문석
Tel : 1577-0091(ARS ①→④)

2020년 02월 05일





위변조 확인용 QR code

Page : 1 of 1



KTR-Korea Testing & Research Institute KTR-QP-P09-F01-02(00)

A4(210 X 297)

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 20-03
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 6	Page No. : 27

▷ Form tie (Ø15)

the way to trust KCL

9905-5679-9005-5226

시험성적서

- 성 적 서 번 호 : CT20-011679K
- 의 의 자
 - 업 체 명 : 경원산업(주)
 - 주 소 : 경기도 김포시 율생중앙로 165 (대곶면)
- 시험기간 : 2020년 01월 22일 ~ 2020년 01월 31일
- 시험성적서의 용도 : 품질관리
- 시 료 명 : TIE ROD 15.0Φ* 주물 NUT 15.0Φ
- 시험방법
 - (1) KS B 0802:2003 에 준함
- 시험결과
 - 1) TIE ROD 15.0Φ* 주물 NUT 15.0Φ

시험항목	단위	시험방법	시험결과	비 고	시험장소
인장하중	N	(1)	137 940	-	A

* 시험장소
A : 서울특별시 금천구 가산디지털1로 199 (가산동)

----- 끝 -----

확인	작성자 성 명	서정하	기술책임자 성 명	노영태
비고 :	1. 이 성적서는 KS Q ISO/IEC 17025 및 KOLAS 인정과 관련이 없으며, 의뢰자가 제시한 시료 및 시료명에 한정된 결과로서 전체제품에 대한 품질을 보증하지는 않습니다. 2. 이 성적서는 홍보, 선전, 광고 및 소송용으로 사용될 수 없으며, 용도 이외의 사용을 금합니다. 3. 이 성적서의 일부를 발췌하여 사용한 결과는 보증할 수 없습니다. 4. 이 성적서의 진위여부는 홈페이지(www.kcl.re.kr)에서 확인 가능합니다.			

2020년 01월 31일

한국건설생활환경시험연구원

결과문의 : 08503 서울특별시 금천구 가산디지털1로 199 (가산동) ☎ (02)2102-2732

총 1페이지 중 1페이지

양식TOP-12-01-03(1)

4단계 공항내부 연결도로공사 4-8

구 분	검 토 내 용
구 조 계 산	1. 검토자 추후 구조기술사 도장 날인 및 기술사 자격증 사본 구조계산서에 첨부. - 작업발판 일체형 거푸집 또는 높이가 5m이상인 거푸집 동바리 경우 관계전문가 (기술사법에 따라 등록되어 있는 기술사)으로부터 구조적 안전성을 확인받아야 함. ▷ 답변 : 첨부 1
	2. 도면 부재별 규격 및 치수를 기입한 상세도 추가 - 브레이스, 빔슈, 워크웨이브라켓 폼타이 등. ▷ 답변 : 첨부 2~8
	3. 도면 폼타이 종방향 간격표기 (구조계산서와 일치해야 함) ▷ 답변 : 본문 page 2. 삽도
	4. 도면에 단위 날장별 종량표기, 타설속도 표기 -> 단, 구조계산서상 타설속도가 0.5m/hr로서 너무 낮으니 일반적인 1.0m/hr 정도로 재검토 필요. => 예를들어 벽체 높이 5m일 경우에는 10시간 타설해야 하는데 현장과 맞지 않음. ▷ 답변 : 본문 적용
	5. 각 블록별 콘크리트 높이를 표기후 강재품 사용 조합 필요 - 콘크리트 상단에서 강재품까지 높이 표기 (면정리 등 작업성을 판단하기 위함) ▷ 답변 : 본문 page 2. 삽도
	6. 벽체 외측 거푸집 조립 및 해체시 전도방지 조치 방안 제시 - 내측품은 브레이스로 가능할 듯. (전도에 대한 안전성 검토 필요 - 안전율 2.0) => 중앙에서 거푸집 작업을 한다고 가정할 경우 외측 거푸집으로부터 세워야 폼타이 등 부속품을 끼운 후 내측품을 설치하는 순서로 작업 할듯 함.이럴 경우 외측 강재품이 자립으로 세워져 있어야 하는데 전도 위험이 있음. => 만약 내측부터 세운다면 역시 외측 거푸집을 조립시 폼타이 조립전까지 강재거푸집이 세워져 있어야 하는데 이럴 경우 카고가 계속 잡고 있어야 함. 측면이나 상부 폼을 이어서 붙이려면 또 다른 종량 인양 장비가 폼을 들어서 붙여야 하는데 2대의 카고를 사용하기에는 원가가 부담이 될테니 하나를 자립으로 세워 놓는게 좋을 듯함. ▷ 답변 : 작업순서 : ① 내측 수직 거푸집을 조립하여 브레이스,서포트,와이어 등을 이용하여 폼을 고정 ② 철근 조립이 완료 된상태에서 폼타이를 내측에서 외측으로 설치함 ③ 외측폼을 하단부터 순서대로 조립하면서 폼 타이 설치(폼 조립전 설치된 폼타이에 PVC파이프와 콘을 이용하여 경사각도에 맞게끔 설치.(도바리 대체) ④ 외측 하단부터 폼을 조립하면서 폼타이를 연결하여 너트 체결로 마감. (폼과 폼 연결은 폼 연결 플레이트에 볼트 조립으로 마감함) 만약 외측 경사부 폼 부터 조립시 경사 각도 유지가 어렵고, 브레이스나 서포트 등 부속품을 설치후 바닥에 고정을 해야 자립으로 존치 가능하지만 바닥이 콘크리트가 아니므로 고정도 어렵지만 고정이 된다고 하여도, 경사부 설치된 폼이 내측 수직방향으로 전도힘이 발생이되며, 내측폼 설치 후에 외측폼이 경사 방향으로 기대어 조립된 상황으로 외측에 다시 서포트를 설치해야 하는 이중작업이 필요함. 내측 수직 폼을 선 작업시 브레이스를 이용, 외측 경사부에 받는 힘을 감안하여 브레이스 설치시 최대 밀림과, 당김을 충분히 감안하여 고정 후 외측 경사부가 내측 수직폼에 기대어 설치되도록 시공함.
	7. 벽체 외측 거푸집 종량에 의한 조립시 하부 버팀대 설치 방안 제시 (각재,토목책등) -> 강재거푸집 종량 및 작업하중 고려. ▷ 답변 : 현장관리

4단계 공항내부 연결도로공사 4-8

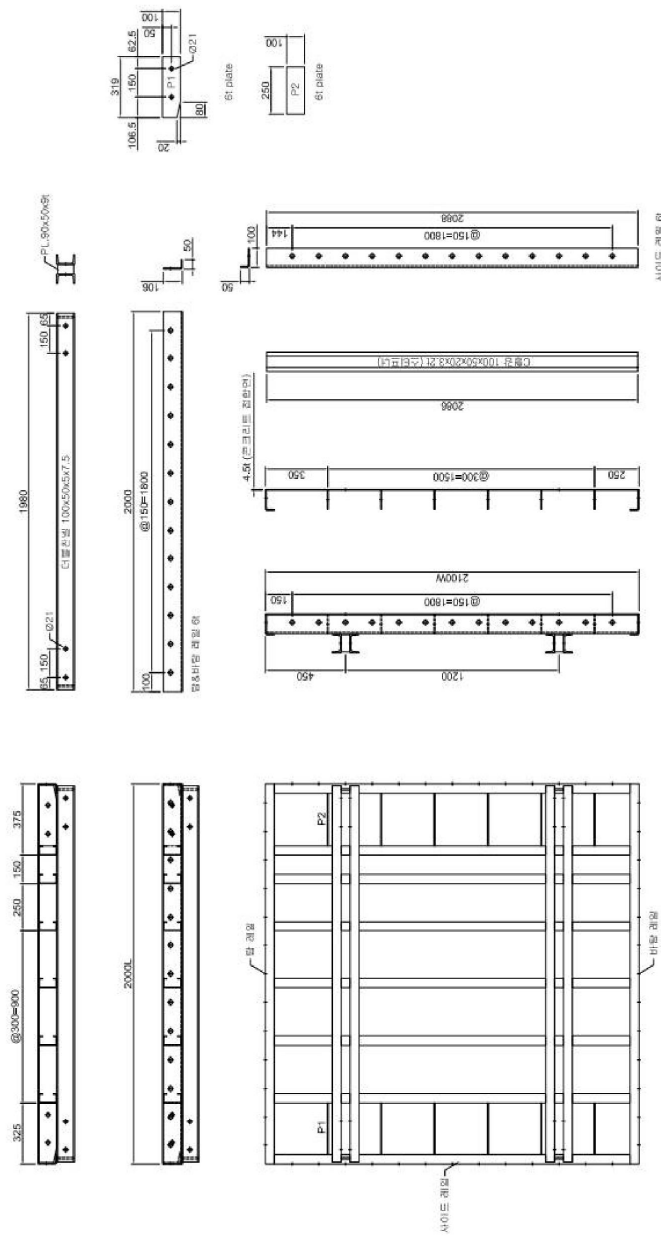
구 분	검 토 내 용
구 조 계 산	8. 벽체 거푸집 마구리면을 마감하기 위한 합판거푸집이 필요한 것으로 보이는데 이럴 경우 합판의 변형을 방지하기 위한 수직재(각재 80x80등) 설치시 종방향으로 서포트를 사용하기에는 높은 단면이 있으므로 강재거푸집 외측 단부에 폼타이처럼 걸 수 있는 타입이면 작업시 도움이 될 듯 => 작업성 고려하여 판단하고 미적해도 상관없음. ▷ 답변 : 현장관리
	9. 워크웨이 브라켓으로 이동하기 위한 작업계단이 필요하며 1~3층으로 이동하기 위한 수직통로 사용시 등받이 방호울타리가 필요. 고정 사다리는 60cm이상 노출길이 필요. ▷ 답변 : 본문 page 2. 삽도
	10. 도면에 강재거푸집 낱장별 이음처리시 볼트 규격 및 소요 개수 도면에 표기 => 고장력볼트는 원래 소요 토크치 이상이던 뒷부분이 떨어지는 자재로써 재사용이 불가 ▷ 답변 : 영구구조물이 아닌 가설재의 조립,해체용으로 일반볼트보다 기계적 성질이 뛰어나 강재거푸집 현장에서 동일하게 사용함.
	11. 워크웨이 브라켓 외측에 캔틸레버 구간이 길게 발생하지 않도록 배치 (B=1300품일경우 가운데 1개 밖에 없음 -> 작업발판은 2개소 이상 지지물에 고정 : 가설공사 표준시방서) 또한 종방향 마감부분에 개구부를 위한 폐합 난간대 설치 필요 ▷ 답변 : 현장관리
	12. 강재 인양방법 검토 - 러그 사용, 인양고리 볼트 사용등. ▷ 답변 : 본문 page. 25 추가계산
	13. 강재 허용응력값은 장기허용응력값 또는 성능시험값 중 작은 값 사용. 하중조합형태에 따라 할증은 1.0 적용 구강재로서 감리단에서 추후 현장 자재 반입시 시편으로 성능시험 의뢰하자고 할 것이므로 일단 최근 타현장에서 시험성적서 값이 없을 경우 장기허용응력값 적용. ▷ 답변 : 장기허용응력값 1.0 (허용인장응력:140 Mpa, 허용전단응력:80 Mpa 적용)
	14. 소인트볼트 등 강재 부속품의 재사용에 따른 감소계수 적용 필요 (장기허용응력값 미 적용시) => 가설공사 표준시방서상 거푸집 긴결재는 안전율 2.0 적용해야 함. ▷ 답변 : 긴결재-시험성적서 50% 적용
	15. 콘크리트 축압계산시 $C_w=2.34$로서 1.0 OK, C_c=저열시멘트, 고성능 감수제(지연제) 사용으로 1.2 적용 필요. 또한 수평하중 (수직하중의 2%, 단위길이당 1.5kN/m)중 큰 값을 포함해야 함. ▷ 답변 : 본문 수정 및 보완.
	16. 축압 산정시 벽체 높이가 4.2m를 초과하는 단면이 있으므로 높이별 추가 검토 필요. ▷ 답변 : 4.2m 초과 산정식 적용

구 분	검 토 내 용
구 조 계 산	17. 브레이스를 고정하기 위한 슈에 대한 검토 필요 -> 최소 매입깊이 도출 ① 기초부 콘크리트 검토 : 콘크리트 강도 35MPa (강도 발현 이후 거푸집 조립 시행) - 지반 허용지지력 및 콘크리트 전단강도(도로교 4.4.6), 압축응력 검토 ② 인발에 의한 양카 검토 : 양카 개수, 정착길이 등 (만약 세트양카 설치시에는 Pull-out 검토 필요) ▷ 답변 : 본문 page. 21~24 추가계산
	18. 거푸집 해체시에 브레이스 상단에 있는 거푸집은 폼타이 해체 후 벌리는 작업 도중 거푸집이 탈락 될 수 있으니 측면 및 하부 볼트, 폼타이 등에 대한 해체 순서 확인 철저 => 하부는 브레이스를 가장 마지막에 해체해야 안전할 듯. ▷ 답변 : 거푸집 해체시 브레이스는 해체할 폼에 와이어 설치 후 크레인 인양전 브레이스 하단에 고정한 핀을 제거하여 폼과 브레이스가 연결된 상태에서 같이 해체하여 안전성 확보 하여 시공함. (브레이스는 별도로 해체하지않고 바닥에 연결된 핀을 제거하여 폼에 연결된 상태에서 해체함.)
	19. 안전난간대 기준에 맞는지 워크웨이 브라켓 확인. ① 상부난간대 바닥에서 90~120cm, 난간의 상하 간격 60cm 이하. ▷ 답변 : 첨부 5.
	② 지름 2.7cm이상 금속재 파이프나 그 이상 강도의 재료. ▷ 답변 : 현장관리
	③ 발끝막이판 또는 안전망. ▷ 답변 : 현장관리
	20. 벽체 거푸집의 경우 배면 경사면 발생 -> 하중방향이 0이 아니어서 단면계수등이 변경되므로 구조검도에 적용 ▷ 답변 : 배면 하단부터 타설하므로 최대 타설높이로 산정함.
	21. 거푸집 변형기준은 상대변형과 절대변형 중 작은 값 이하 -> 상대변형 A급이므로 $L_n/360$, 절대변형 3mm 중 작은 값 적용 ▷ 답변 : 적용하여 수정함.
	22. 각각 날장별 이음시 볼트 이음 같은데 이에 대한 검토 누락 (소요 개수 산출) ▷ 답변 : 본문 page 15.추가계산함.
	23. 일반적으로 Modeling과 하중재하도, 부재력도 등 마이다스 프로그램 그래프도 첨부함. ▷ 답변 : 불리한 조건인 Block-6을 모델링. 첨부 9~13
	24. 지하차도1 평면선형상 곡선에 따른 꺾임부 최소화 방안. -> 평면상 거푸집 직선 연결 꺾임에 의한 당초 설계와 이격거리 검토. ▷ 답변 : 거푸집간에 연결에 유격이 0.2mm 안팎으로 이격거리가 미세함. 첨부 14

토목 구조 기술사

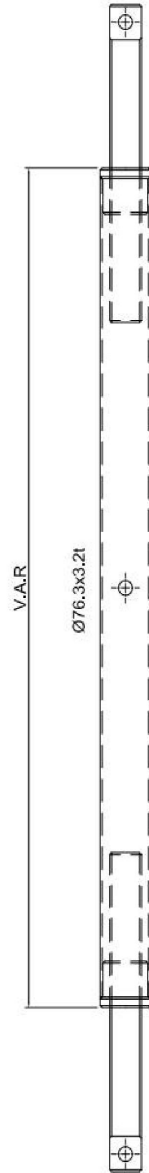
국가기술자격증 등록번호 991570200440 성명 권오훈 기술자격종목 및 등급 0400 토목구조 기술사 국민등록번호 620131-1056623 주소 서울 송파구 거여동 258-70 27/4 99년 07%05월 99년 07%05월 99년 07%05월 한국산업인력공단		보수교육 <table border="1"> <tr> <th colspan="4">보 수 이 수 사 랑</th> </tr> <tr> <th>교육기간</th> <th>수료번호</th> <th>교육기관</th> <th>확인</th> </tr> <tr> <td colspan="4">해당사항 없음</td> </tr> </table> <table border="1"> <tr> <th colspan="4">보 수 후 배 사 랑</th> </tr> <tr> <th>보수종목기간</th> <th>교육계</th> <th>관</th> <th>확인</th> </tr> <tr> <td colspan="4"></td> </tr> </table> 갱신등록 <table border="1"> <tr> <th>갱신등록일자</th> <th>갱신등록요건</th> <th>다중갱신등록기간</th> <th>인</th> </tr> <tr> <td colspan="4">해당사항 없음</td> </tr> </table> 과 감 음 		보 수 이 수 사 랑				교육기간	수료번호	교육기관	확인	해당사항 없음				보 수 후 배 사 랑				보수종목기간	교육계	관	확인					갱신등록일자	갱신등록요건	다중갱신등록기간	인	해당사항 없음			
보 수 이 수 사 랑																																			
교육기간	수료번호	교육기관	확인																																
해당사항 없음																																			
보 수 후 배 사 랑																																			
보수종목기간	교육계	관	확인																																
갱신등록일자	갱신등록요건	다중갱신등록기간	인																																
해당사항 없음																																			

초본의 복제, 열람 및 열람(열람)이 없는 것은 무효임.

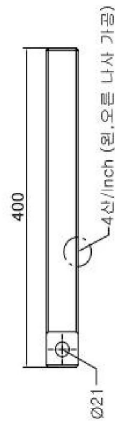


 SUNG DO FORM TEC www.sungdoform.com Tel : 010-4346-0750 Fax : 010-4346-0759	시 행 령 인천광역시 인천광역시	시 공 사 (주)도이엔씨 도이엔씨(주)	설 계 사 45년 경험, 최정호 대표이사 4~10명	공 시 명 물 리 시 슴	단 면 제 하 도	평 계 W.K.	면 적 20-11-W-M010 21.3
---	-------------------------	-----------------------------	---------------------------------	------------------	--------------	-------------	-----------------------------

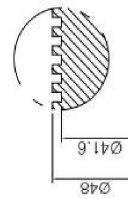
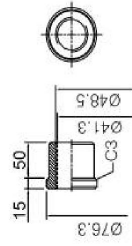
표 8 : 부속 플레이트



SCREW



Nut (외, 오른 나사 가공)

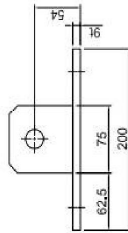
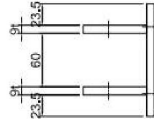
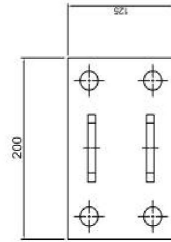
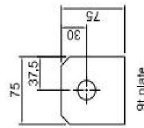
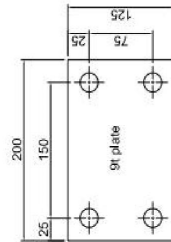


Scale : none

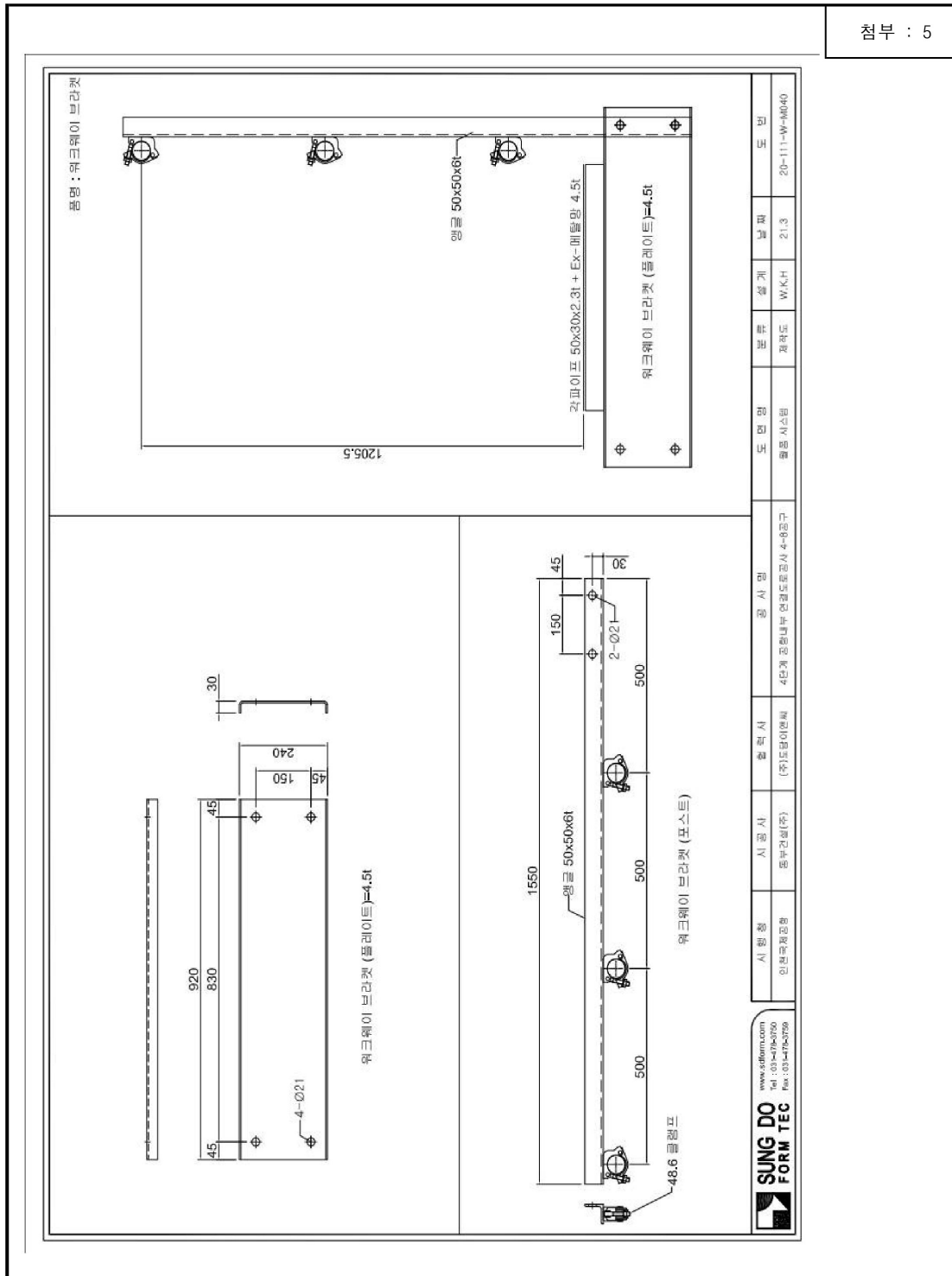


시행권	시공사	협력사	공시명	도면명	분류	영계	구분	도면
인문교재영향	동부건설(주)	(주)도성이앤씨	4단계 공종내부 연결도공시 4-8공구	평형 시스팀	제작도	W.A.H	21.3	20-111-W-M020

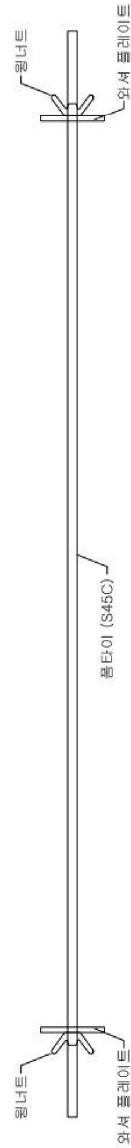
상
표
: :
표
지



시 원 경	시 공 사	참 사 명	도 인 명	판 본	계 열	제 작 년	도 판
인천광역시공방	충무각(주)	4단계 공방나부 건설도판공사 4-8공구	정용 시스템	제4판	W.K.H	21.3	20-111-W-M030



본 명 : 폴타이



Scale : none

SUNG DO
FORM TEC

www.sdform.com
Tel : 03-47930750
Fax : 03-47930759

시 행 정
인민국경관청

시 공 사
공부건설(주)

설 립 사
(주)도담이엔씨

공 시 명
4단계 공행나무연결도판시 4-6공구

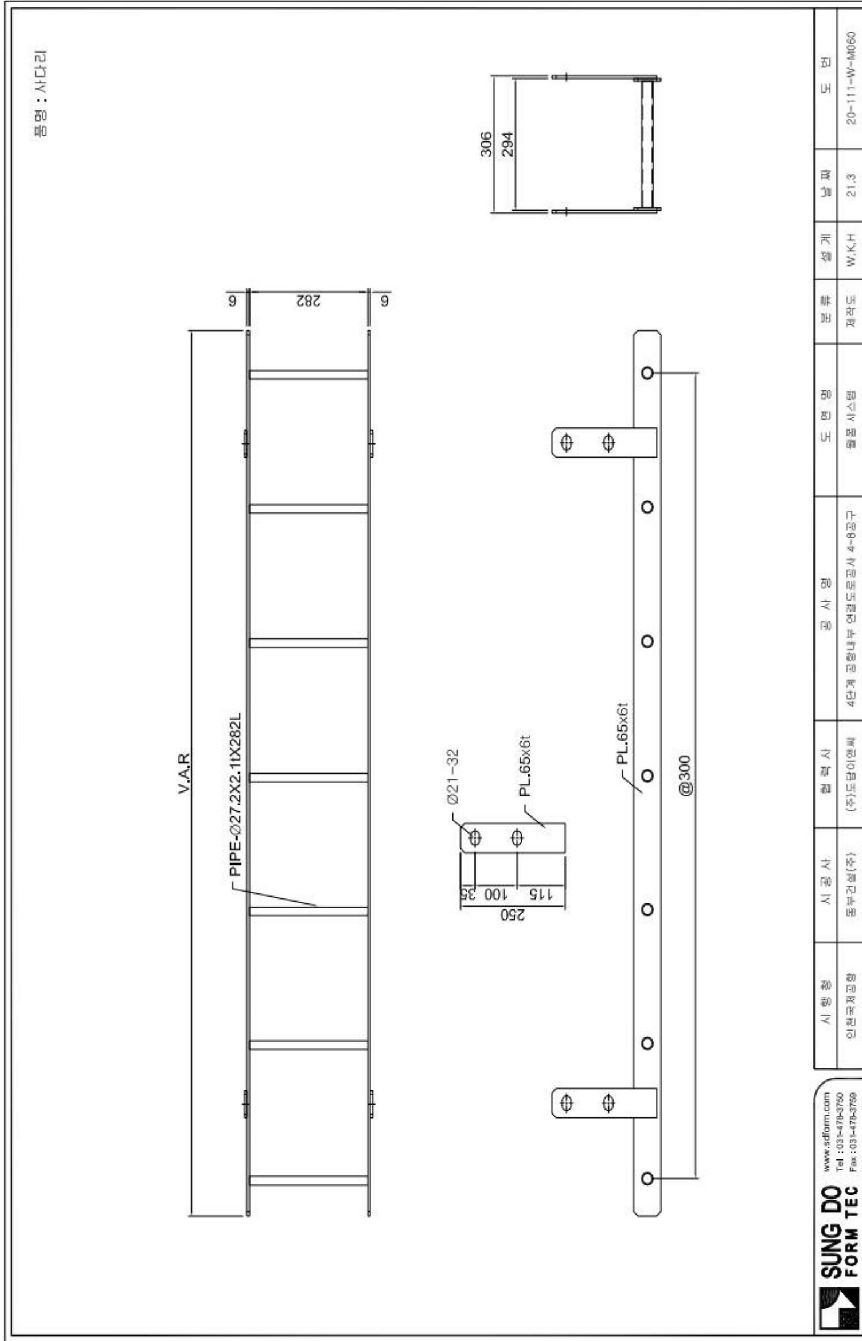
도 진 명
폴링 시스템

문 학
제 도

설 계
W.S.H

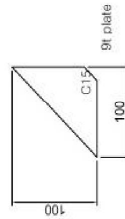
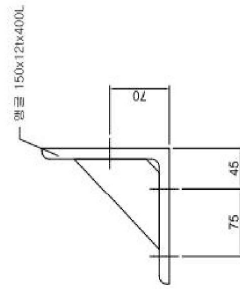
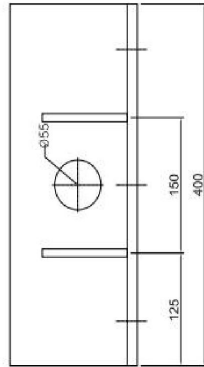
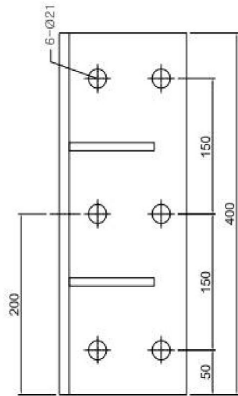
날 짜
21.3

도 진
20-11-W-1050

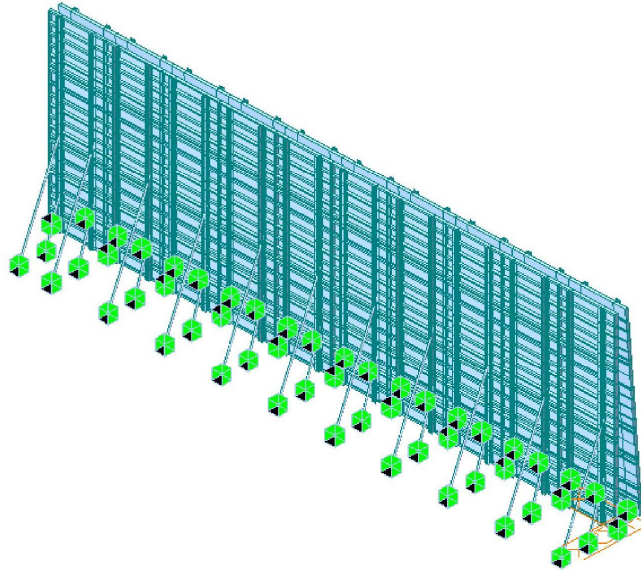


시공사	시공사	설계사	공사명	도면명	분류	용기	도면
인원관리팀	동부건설(주)	(주)도남이엔씨	4단계 코팅내부연결도면공사 4-8공구	용접 시스템	제작도	W.K.H	20-11-W-M060

품명 : 리프팅 브리켓

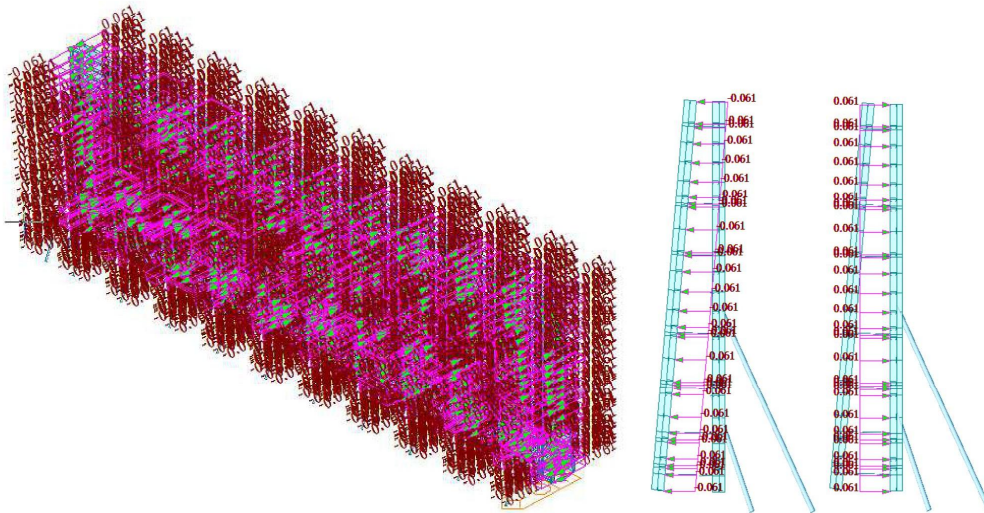


시 원 형	시 공 사	설 계 사	공 사 명	도 면 명	분 류	생 계	날 짜	도 면
인원주최공형	동부건설(주)	(주)도담이엔씨	4단계 조형내부 연결도판공사 4-8등급	제품 서스럼	제작도	W.K.H	21.3	20-111-W-M070

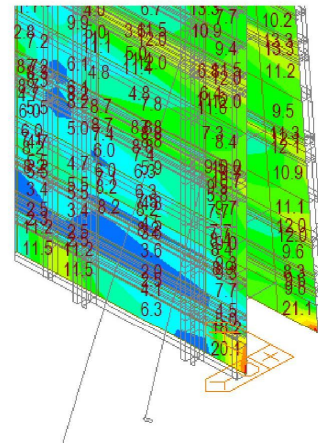
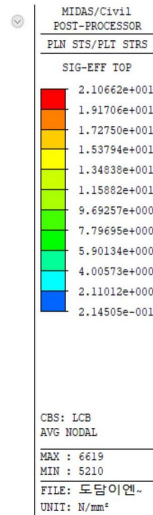
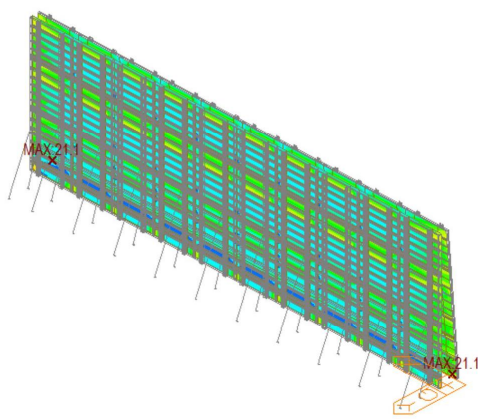


자중 = 1.2 (프로그램내에서 Self weight 20%할증)

$$\text{측압} = P_H = p_c + P_w = 0.05975 + 0.00077 = 0.0605 \text{ MPa}$$

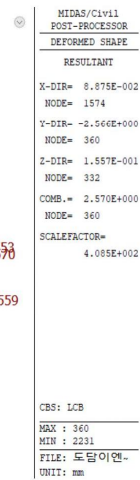
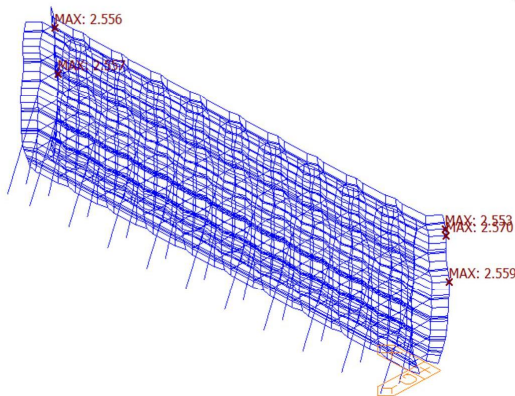


1) 스킨 플레이트



$$f_b = 21.1 \text{ MPa} \leq f_{ba} = 140 \text{ MPa}$$

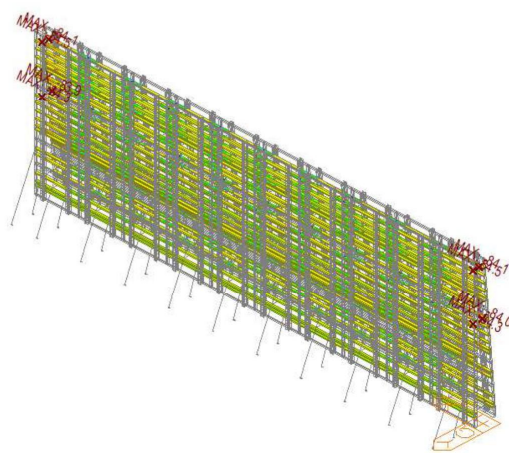
OK!!!



$$\delta = 2.57 \text{ mm} \leq 3.0 \text{ mm}$$

OK!!!

3) C-형강

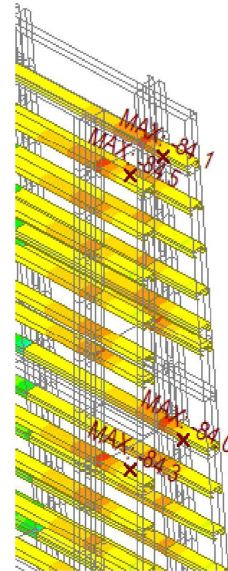


MIDAS/Civil
POST-PROCESSOR
BEAM STRESS

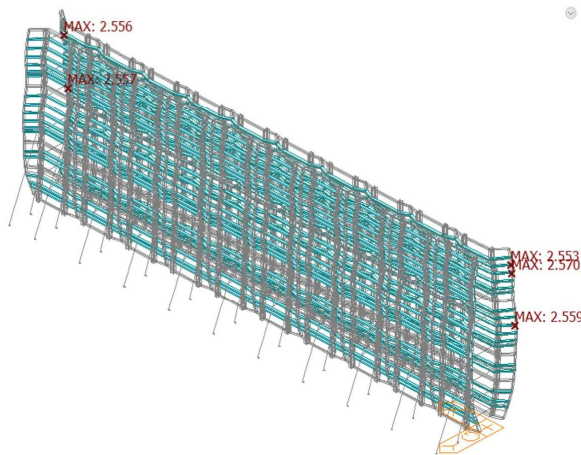
COMBINED (Max)

7.68700e+001
6.22006e+001
4.75313e+001
3.28619e+001
1.81925e+001
0.00000e+000
-1.11462e+001
-2.59156e+001
-4.04849e+001
-5.51543e+001
-6.98237e+001
-8.44931e+001

CBS: LCB
MAX : 4078
MIN : 464
FILE: 도담이앤-
UNIT: N/mm²



$$f_b = 84.4 \text{ MPa} \leq f_{ba} = 140 \text{ MPa} \quad \text{OK!!!}$$

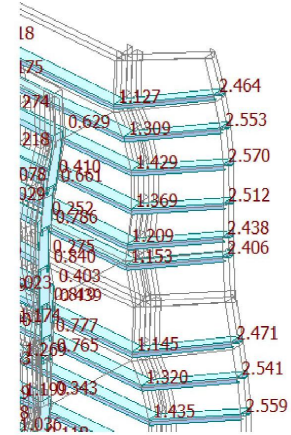


MIDAS/Civil
POST-PROCESSOR
DEFORMED SHAPE

RESULTANT

X-DIR= 7.23E-002
NODE= 1577
Y-DIR= -2.56E+000
NODE= 360
Z-DIR= 1.557E-001
NODE= 332
COMB.= 2.570E+000
NODE= 360
SCALEFACTOR= 4.089E+002

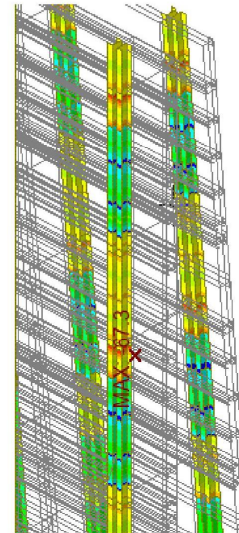
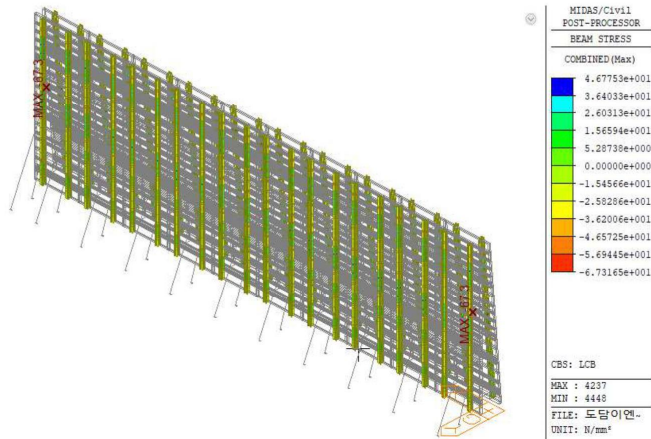
CBS: LCB
MAX : 360
MIN : 795
FILE: 도담이앤-
UNIT: mm



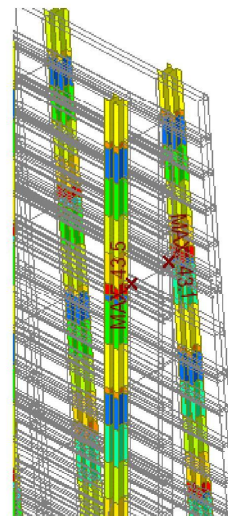
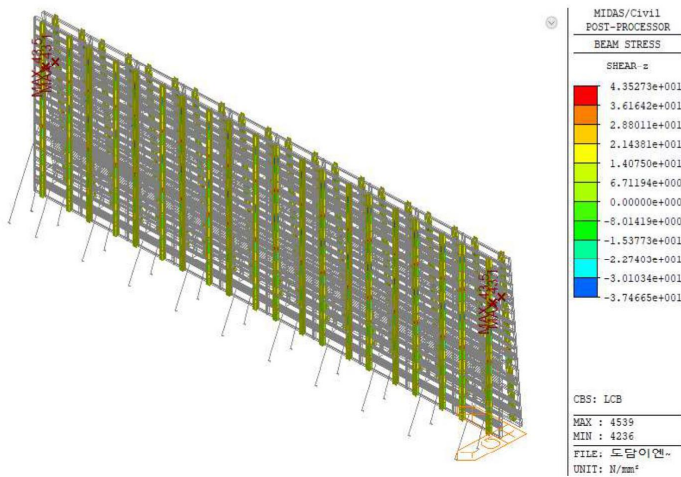
$$\delta = 2.57 \text{ mm} \leq I_n / 360 = 3.33 \text{ mm} \quad \text{OK!!!}$$

$$\leq 3.0 \text{ mm} \quad \text{OK!!!}$$

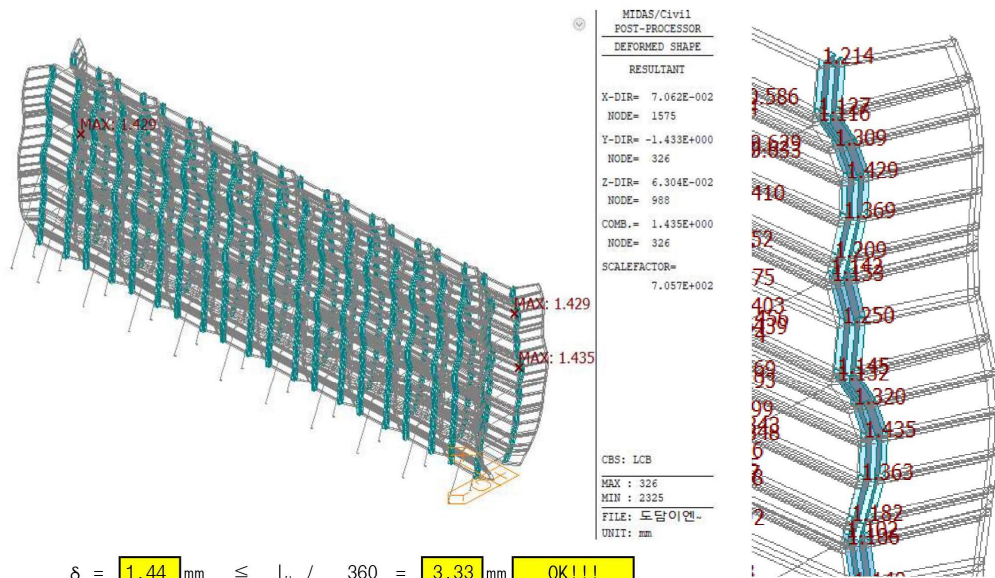
4) 웰러



$$f_b = 67.3 \text{ MPa} \leq f_{ba} = 140 \text{ MPa} \quad \text{OK!!!}$$

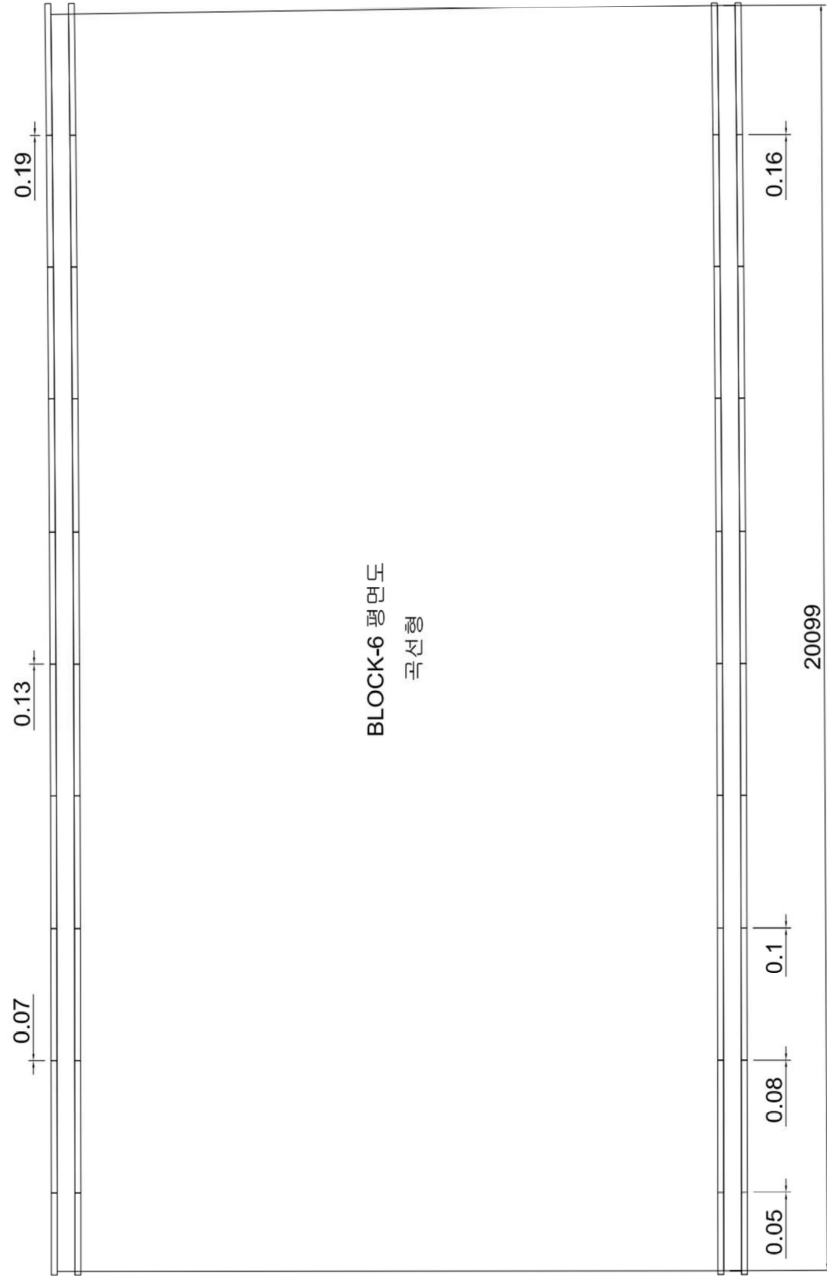


$$f_s = 43.5 \text{ MPa} \leq f_{sa} = 80 \text{ MPa} \quad \text{OK!!!}$$



$$\delta = 1.44 \text{ mm} \leq l_n / 360 = 3.33 \text{ mm} \quad \text{OK!!!}$$

$$\leq 3.0 \text{ mm} \quad \text{OK!!!}$$



▷ Wall form Check

(4" Wall form system)

19.933m x 0.8(0.3)m x 6.321mH

(BLOCK - 7)

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 21-06
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 8	Page No. : 1

목 차

I . 일반사항

II . WALL FORMWORK 검토

III . ACCESSORY 검토

IV . 첨부자료

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 21-06
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 8	Page No. : 3

I . 일반사항

1) 수직하중

콘크리트 하중 (reinforced concrete) $W_c = 24 \text{ kN/m}^3$

Wall form 단위중량 $p_f = 1.15 \text{ kN/m}^2$ (악세서리 포함)

활하중 $P_L = 2.50 \text{ kN/m}^2$ (작업하중)

2) 구조용강재 및 형강자재의 허용응력 (도.설.기 3.3.2.1)

material : SS400

허용 인장응력 $f_{ba} = 140 \text{ MPa}$ (장기허용응력)

허용 전단응력 $f_{sa} = 80 \text{ MPa}$ (장기허용응력)

3) 3/4" Joint Bolt의 허용력

material : high strength bolt

극한 인장응력 $f_{tu} = 800 \text{ MPa}$

허용 인장응력 $f_{ta} = 0.33 \times \sigma_u = 0.33 \times 800 = 264 \text{ MPa}$

허용 인장력 $F_{ta} = \sigma_b \times A = 264 \times 215.0 = 56760 \text{ N}$

허용 전단응력 $f_{sa} = 0.17 \times \sigma_u = 0.17 \times 800 = 136 \text{ MPa}$

허용 전단력 $V_a = \tau_b \times A = 136 \times 215.0 = 29240 \text{ N}$

(gross area of 3/4" joint bolt $A = 215 \text{ mm}^2$)

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 21-06
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 8	Page No. : 4

4) Form tie (Ø15) 재질- S45C

극한 인장력 $F_{tu} = 180000 \text{ N}$

허용 인장력 $F_{ta} = 0.5 \times F_u = 90000 \text{ N}$ (시험성적서 기준 50 % 안전율)

5) 참고문헌

- Formwork for Concrete, Fifth Edition

- Manual of Steel Construction - Allowable Stress Design, Ninth Edition

- Manual of Steel Construction - Volume II Connections

- 도로교 설계기준, 가설공사 표준시방서, 건축구조설계기준

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 21-06
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 8	Page No. : 5

6) 측압의 정의

Concrete 타설시 온도 $T = 15^{\circ}\text{C}$ (상온 기준, $T=\text{concrete 온도}(^{\circ}\text{C})$)
타설속도 R ($R=\text{시간당 타설 속도(m/hr)}$)

최대 측압 계산

$$P_{\max} = C_w \times C_c \times [7.2 + ((1160 + 240 R) / (T + 18))]$$

단위 중량 계수 (C_w)

콘크리트의 단위 중량	C_w
22.5kN/m ³ 미만인경우	$C_w=0.5 [1+(w/23)\text{kN/m}^3]$ 다만 0.8 이상이어야 한다.
22.5~24kN/m ³ 인경우	1
24kN/m ³ 초과인경우	$C_w = W/23\text{kN/m}^3$ ($W= 24 \text{ kN/m}^3$ 기준)

첨가물 계수 (C_c)

시멘트 타입및 첨가물	C_c
지연제를 사용하지 않은 KS L 5201의 1, 2, 3종 시멘트	1
지연제를 사용한 KS L 5201의 1, 2, 3종시멘트	1.2
다른타입의 시멘트 또는 지연제 없이 40% 이하의 플라이 애쉬 또는 70%이하의 슬래그가 혼합된 시멘트	1.2
다른타입의 시멘트 또는 지연제를 사용한40% 이하의 플라이 애쉬 또는 70%이하의 슬래그가 혼합된 시멘트	1.4
70%이상의 슬래그 또는 40% 이상의 플라이 애쉬가 혼합된 시멘트	1.4

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 21-06
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 8	Page No. : 6

▷ 측압 산정

② 벽체의 측압은 콘크리트 타설속도에 따라 다음과 같이 구분하며, 이 경우에 측압의 최소값은 $30 C_w$ kN/m² 이상이고, 최대값은 $W \cdot H \cdot g$ 값 이하이다.

가. 타설속도가 2.1 m/hr 이하이고, 타설높이가 4.2m 미만인 벽체

$$P = C_w \cdot C_c \left[7.2 + \frac{790R}{T+18} \right] \quad (4.3)$$

나. 타설속도가 2.1 m/hr 이하이면서 타설높이가 4.2m 초과하는 벽체 및 타설속도가 2.1~4.5 m/hr인 모든 벽체

$$P = C_w \cdot C_c \left[7.2 + \frac{1160 + 240R}{T+18} \right] \quad (4.4)$$

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 21-06
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 8	Page No. : 7

7) 수평하중

풍하중과 최소 수평하중의 영향을 고려하여 불리한 경우를 검토한다.

· 풍하중

1) 설계조건

기본풍속 : $V_0 = 28 \text{ m/s}$ (건축구조기준 설계하중 2019)

지표면 조도구분 : I (가설공사표준시방서 2016)

대기 경계층 시작높이 : $Z_b = 2 \text{ m}$ (가설공사표준시방서 2016)

기준 경도풍 높이 : $Z_g = 200 \text{ m}$ (가설공사표준시방서 2016)

지표면에서의 높이 : $z = 5.58 \text{ m}$

풍속 고도 분포지수 : $\alpha = 0.12$ (가설공사표준시방서 2016)

풍속고도분포계수 : $K_{zr} = 1.723 \times (Z_b / Z_g)^\alpha$ (가설공사표준시방서 2016)

$$= 1.723 \times (5.584 / 200)^{0.12} = 1.12$$

지형계수 $K_{zt} = 1$ 평탄한 지역 (건축구조기준 설계하중 2019)

가시설물의 중요도계수 $I_w = 0.63$ 재현기간 2년 이내 (가설공사표준시방서 2016)

설계풍속 $V_H = V_0 \times K_{zr} \times K_{zt} \times I_w$

$$= 28 \times 1.12 \times 1 \times 0.63 = 19.783 \text{ m/s}$$

2) 설계 속도압 : $q_H \text{ (N/m}^2\text{)}$

$$q_H = 1 / 2 \times \rho \times V_H^2$$

$$= 1 / 2 \times 1.22 \times 19.78^2$$

$$= 238.7 \text{ N/m}^2 \quad \text{여기서, 공기밀도 : } \rho = 1.22 \text{ kg/m}^3$$

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 21-06
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 8	Page No. : 8

3) 설계 풍압 : P_w

$$P_w = q_f \times G_f \times C_d$$

$$= 238.7 \times 1.8 \times 1.8$$

$$= 773.50 \text{ N/m}^2 = \boxed{0.00077} \text{ MPa}$$

여기서, 가스트 영향계수 : $G_f = 1.8$ (가설공사표준시방서 2016)

풍력계수 : $C_d = 1.8$ (건축구조기준 설계하중 2019)

$$\cdot \text{최소수평하중 } M = 0.5 \text{ kN/m}^2 = \boxed{0.0005} \text{ MPa}$$

풍하중과 최소수평하중 중에 불리한 조건으로 **풍하중**을 적용한다.

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 21-06
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 8	Page No. : 9

II .WALL FORM 검토

▷ Wall Form의 계산은 측압을 기준으로 검토한다.

Wall 사이즈 21000 mm x 300(800) mm x 6611 mmH

Concrete 타설높이 $h = 6.32 \text{ m}$, Wall form 높이 $h = 6.61 \text{ m}$

Concrete 타설시 온도 $T = 15 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (상온 기준)

타설속도 $R = 1.0 \text{ m/hr}$

$$p_c = 1.0 \times 1.2 \times [7.2 + ((1160 + 240 R) / (T + 18))]$$

$$= 0.059 \text{ MPa}$$

측압의 최소값은 $P_{min} = 30 \times Cw = 30 \times 1.0 = 30.0 \text{ kN/m}^2$ 이상 이므로,

$$P_H = p_c + P_w = 0.0600 \text{ MPa} \text{ 을 적용}$$

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 21-06
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 8	Page No. : 10

a) Skin plate Check

Skin plate의 단면성능 및 계산 ▷ Skin plate (4.5 t)

$$\begin{aligned}
 \text{▷ 단면 계수 (Z)} &= (b \times h^2) / 6 = (1 \times 4.5^2) / 6 = 3.4 \text{ mm}^3 \\
 \text{▷ 2차모멘트 (I)} &= (b \times h^3) / 12 = (1 \times 4.5^3) / 12 = 7.6 \text{ mm}^4 \\
 \text{▷ 탄성 계수 (E)} &= 205000 \text{ MPa} \qquad \qquad \qquad \text{▷ } f_{ba} = 140 \text{ MPa} \\
 \text{▷ 단위하중 (w)} &= 1.0 \text{ mm} \times 0.0600 \text{ N/mm}^2 = 0.0600 \text{ N/mm}
 \end{aligned}$$

▷ C-stiffener 순간격 (L) = 250 mm

$$M = w \times L^2 / 10 = (f_b \times Z) , \quad f_b = w \times L^2 / (10 \times Z)$$

$$f_b = 0.0600 \times 62500.0 / (10 \times 3.4) = 111.1 \text{ MPa} \leq f_{ba} = 140 \text{ MPa} \quad \text{OK!!!}$$

$$\delta = w \times L^4 / (128 \times E \times I)$$

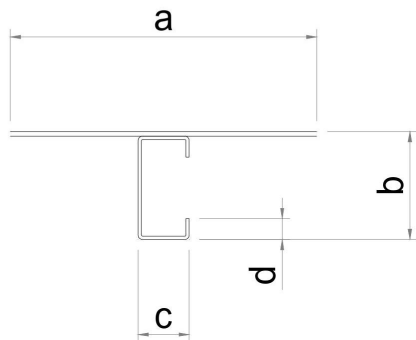
$$= 0.0600 \times 3906250000 / (128 \times 205000 \times 7.6)$$

$$= 1.18 \text{ mm} \leq 3.0 \text{ mm} \quad \text{OK!!!}$$

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 21-06
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 8	Page No. : 11

b) C-Stiffener Check

(e = 4.5t skin plate, f = 3.2t C-Stiffener)



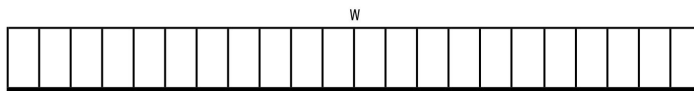
a = 300.0 mm
b = 104.5 mm
c = 50.0 mm
d = 20.0 mm
e = 4.5 mm
f = 3.2 mm

A	=	2050.7 mm ²
I	=	2331598.8 mm ⁴
Z ₁	=	27626.6 mm ³
Z ₂	=	115981.4 mm ³
f _{ba}	=	140 MPa
E	=	205000 Mpa

-. 계 산

C-Stiffener 간격 s = 300 mm

w = P_H x s = 0.0600 x 300 = 17.994 N/mm



L = waler 최대간격

L = 1200 mm

$$M = w \times L^2 / 8 = (f_b \times Z) , f_b = w \times L^2 / (8 \times Z)$$

$$f_b = 17.994 \times 1440000 / (8 \times 27626.6) = 117.2 \text{ MPa} \leq f_{ba} = 140 \text{ MPa}$$

OK!!!

$$\delta = 5 \times w \times L^4 / (384 \times E \times I)$$

$$= 5 \times 17.994 \times 207360000000 / (384 \times 205000 \times 2331598.8)$$

$$= 1.0 \text{ mm} \leq I_n / 360 = 3.33 \text{ mm} \quad \text{OK!!!}$$

$$\leq 3.0 \text{ mm} \quad \text{OK!!!}$$

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 21-06
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 8	Page No. : 12

▷ C-Stiffener 단면성능

h	b	A	y^2	$A \times y^2$	I	g	$A \times g$
4,5	300	1350,0	318,7	430295,0	2278,1	102,3	138037,5
100	50	700,7	1183,1	829025,7	1070000,0	50,0	35035,0
T O T A L		2050,7		1259320,7	1072278,1		173072,5

c_1	=	84,4	mm
c_2	=	20,1	mm

A	=	2050,7	mm ²
I	=	2331598,8	mm ⁴
Z_x	=	27626,6	mm ³
Z_y	=	115981,4	mm ³

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 21-06
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공향내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 8	Page No. : 13

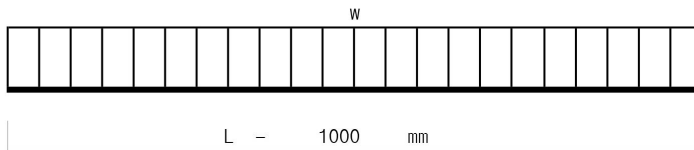
c) Waler Check

- 2CH-100x50x5x7.5의 단면성능 (Vertical Waler는 2CH-100x50x5x7.5를 사용)

A = 2384 mm ²	,	I = 3760000 mm ⁴	,	Z = 75200 mm ³
f _{ba} = 140 MPa	,	f _{sa} = 80 MPa	,	E = 205000 MPa
A _{web} = 1000 mm ²				

Waler 최대 설치 간격 s = 1200 mm

$$w = P_H \times s = 0.0600 \times 1200 = 71.975 \text{ N/mm}$$



폼타이 최대간격

$$M = w \times L^2 / 8 = (f_b \times Z) , f_b = w \times L^2 / (8 \times Z)$$

$$f_b = 71.975 \times 1000000 / (8 \times 75200) = 120 \text{ MPa} \leq f_{ba} = 140 \text{ MPa} \text{ OK!!!}$$

$$f_s = (w \times L) / (2 \times A_{web})$$

$$= 71.97 \times 1000 / 2 \times 1000 = 36.0 \text{ MPa} \leq f_{sa} = 80 \text{ MPa} \text{ OK !!!}$$

$$\delta = 5 \times w \times L^4 / (384 \times E \times I)$$

$$= 5 \times 71.975 \times 1000000000000 / (384 \times 205000 \times 3760000.0)$$

$$= 1.2 \text{ mm} \leq I_n / 360 = 2.78 \text{ mm} \text{ OK!!!}$$

$$\leq 3.0 \text{ mm} \text{ OK!!!}$$

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 21-06
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 8	Page No. : 14

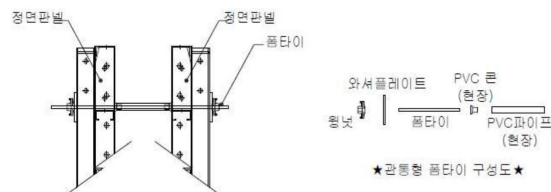
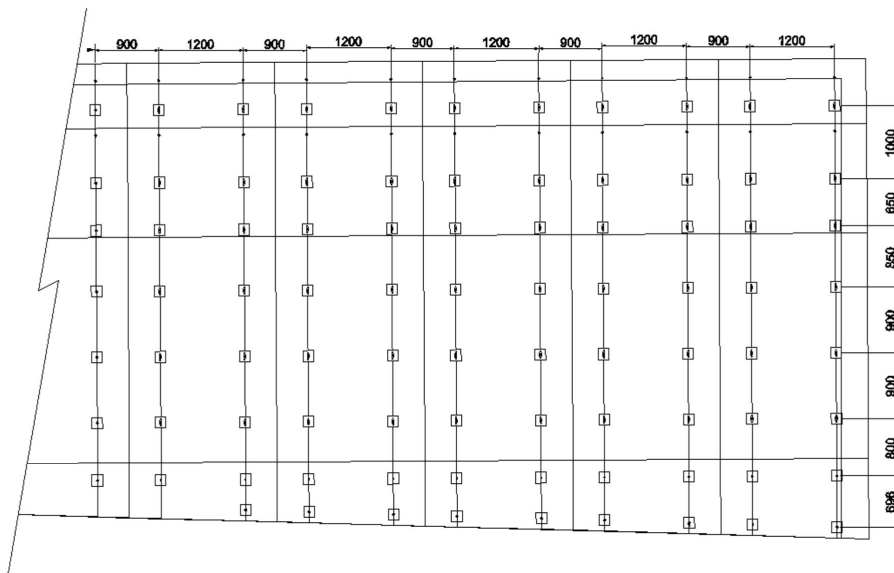
d) Form Tie Bar Check ($\Phi 22$)

- Form Tie Bar의 허용 인장력 $F_b = 90000 \text{ N}$ (거푸집 긴결재 시험성적값 50% 적용)

- Form Tie Bar 작용하는 유효면적 (waler 설치간격 x 폼타이 설치 간격)

$$A = 1200000 \text{ mm}^2 \quad (1200 \times 1000)$$

$$F = P_H \times A = 0.0600 \times 1200000 = 71975 \text{ N} \leq 90000 \text{ N} \quad \text{OK !!!}$$



경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 21-06
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 8	Page No. : 15

e) 체결볼트 Check (F8T 3/4"x50L)

▷ form & form의 연결부분의 bolt check

form & form의 수직,수평 볼트는 150 mm 간격으로 1줄 가공되어 있음.

150mm당 bolt 체결 수량 ; $n = 1 \text{ ea}$

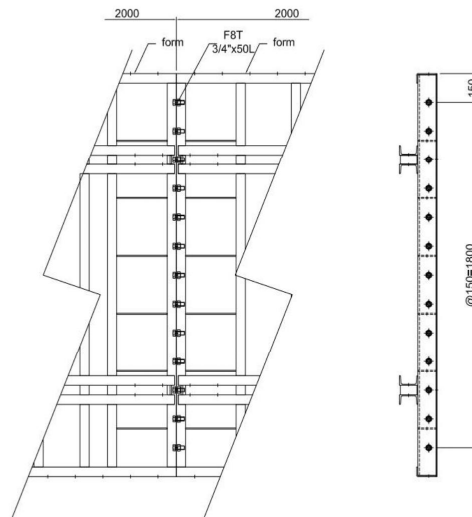
Bolt 1개당 지배 면적 ; $A = (2100 / 2) \times 150 = 157500 \text{ mm}^2$

작용 전단력 $V = P_H \times A = 0.0600 \times 157500 = 9446.7 \text{ N}$

Bolt 1개의 허용 전단력 $V_a = 29240 \text{ N}$

$V < V_a$ **OK!!!**

form과 form 연결 bolt는 150mm 마다 1개씩 체결.



경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 21-06
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 8	Page No. : 16

IV. ACCESSORY 검토 (안전발판)

1. 상단작업발판 검토

▷ Live load에 의한 하중을 기준으로 각 bracket에 분배되는 하중을 계산하여 허용응력 및 허용력과 비교 검토한다.

$$\text{활하중 (작업하중)} \quad p_{L1} = 2.5 \text{ kN/m}^2 = 0.0025 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{안전발판 자중} \quad A_w = 0.0005 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{walkway bracket 간격} \quad s = 1200 \text{ mm (최대간격)}$$

$$\text{walkway bracket 전체 길이} \quad L_T = 920 \text{ mm}$$

$$\text{안전발판 폭} \quad b = 630 \text{ mm}$$

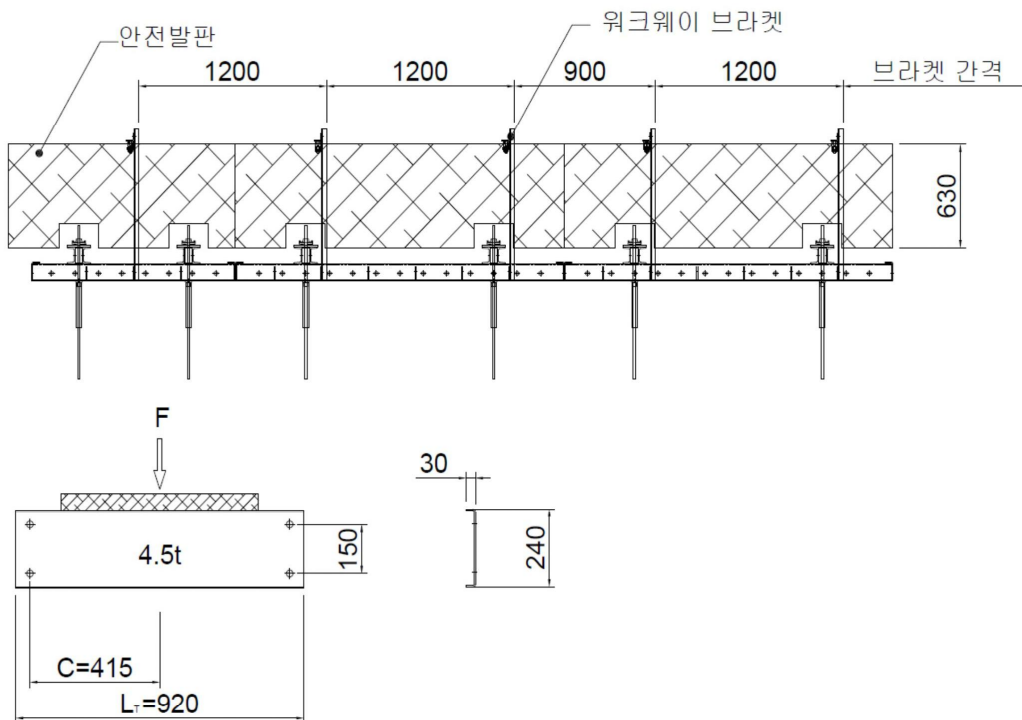
$$\text{walkway bracket bolt vs. center까지 거리} \quad C = 415 \text{ mm}$$

walkway bracket에 작용하는 하중 계산

$$\begin{aligned}
 F &= (p_{L1} \times s \times b) + (A_w \times s \times b) \\
 &= (0.0025 \times 1200 \times 630) + (0.0005 \times 1200 \times 630) \\
 &= 2268 \text{ N}
 \end{aligned}$$

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
협력사 : (주)도담이앤씨		작성일자 : 21-06
	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 8	Page No. : 17

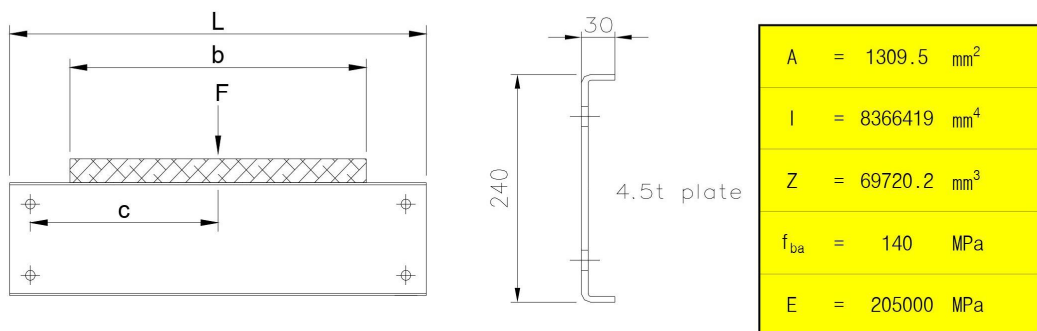
▷ Walkway bracket 관련 도면



경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 21-06
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 8	Page No. : 18

1-1) walkway bracket 계산

- . walkway bracket의 단면성능 계산



h	b	A	y ²	A × y ²	I	g	A × g
4.5	30.0	135.000	13865.1	1871783.4	227.81	237.8	32096.3
231.0	4.5	1039.500	0.0	0.0	4622396.63	120.0	124740.0
4.5	30.0	135.000	13865.1	1871783.4	227.81	2.3	303.8
T O T A L		1309.500		3743566.9	4622852.25		157140.0

c = 120.0 mm	A = 1309.500 mm ²
	I = 8366419.13 mm ⁴
	Z = 69720.16 mm ³

$$M = F \times C = f_b \times Z$$

$$f_b = F \times C / Z = 2268 \times 415 / 69720.2 = 13.5 \text{ MPa} \leq f_{ba} = 140 \text{ MPa}$$

OK!!!

$$\delta_L = F \times C^3 / 3 \times E \times I$$

$$= 2268 \times 71473375 / (3 \times 205000 \times 8366419)$$

$$= 0.03 \text{ mm} \leq I_n / 360 = 1.15 \text{ mm}$$

OK!!!

$$\leq 3.0 \text{ mm}$$

OK!!!

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 21-06
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 8	Page No. : 19

1-2) joint bolt 계산

walkway bkt.는 side form의 수직 stiffener에 bolt를 2ea씩 체결하여 고정시킨다.

따라서, 아래와 같이 joint bolt에 작용하는 전단력과 허용력을 비교 · 검토한다.

· 3/4" Joint Bolt의 허용전단력 $V_a = 29240 \text{ N}$

bolt 간격 $s = 150 \text{ mm}$

bolt에 발생하는 전단력 $V =$;

$$V = M / s = F \times C / s$$

$$V = 2268 \times 415 / 150 = 6275 \text{ N} \leq V_b = 29240 \text{ N} \quad \text{OK!!!}$$

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 21-06
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 8	Page No. : 20

1-3) 안전발판 검토

- ▷ 상기 페이지에 의한 하중을 기준으로 각 발판에 분배되는 하중을 계산하여 허용응력을 검토한다.

$$\text{활하중} + \text{안전발판} \quad p_L = 0.0030 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{안전발판 폭} \quad b = 630 \text{ mm}$$

$$\therefore \text{발판에 작용하는 하중} \quad W = p_L \times b = 0.0030 \times 630 = 1.89 \text{ N/mm}$$

" 안전발판 Check "

- ▷ 각파이프 (50x30x2.3t) 대한 단면성능

$$L = 1200 \text{ mm} \quad (\text{Bracket 간격})$$

A = 333.2 mm ²	I = 106000 mm ⁴	Z = 4250 mm ³
f _{ba} = 140 MPa	E = 205000 MPa	

$$M = (w \times L^2) / 8 = (w \times L^2) / 8 = f_b \times Z$$

$$f_b = (w \times L^2) / (8 \times Z) = 80 \text{ MPa} \leq f_b = 140 \text{ MPa} \quad \text{OK!!!}$$

$$\begin{aligned} \delta &= 5 \times w \times L^4 / (384 \times E \times I) \\ &= 5 \times 1.89 \times 2073600000000 / (384 \times 205000 \times 106000) \\ &= 2.35 \text{ mm} \end{aligned}$$

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 21-06
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 8	Page No. : 21

2. 브레이스 검토

2-1. 조립 및 해체에 의한 Push-Pull Brace 검토

1) 조건

Wall form 단위중량 $p_f = 1.15 \text{ kN/m}^2$ (악세서리 포함)

2) Push-pull brace의 좌굴 검토

Form 길이 $L_f = 2.1 \text{ m}$

Form 높이 $H = 6.6 \text{ m}$ (불리한 조건으로 산정)

Form 면적 $A_f = 13.9 \text{ m}^2$

작용 높이 $h = 3.60 \text{ m}$

1 span 당 Push-Pull Brace 2 개가 설치되므로,

$$\begin{aligned}
 \text{Brace 1개당 작용하는 하중 } P &= L_f \times H \times p_f / 2 \\
 &= 2.1 \times 6.6 \times 1.15 \\
 &= 8.0 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Push-pull brace 제원 ($\varnothing 76.3 \times 3.2 \text{ t}$, STK 400)

$$\begin{aligned}
 \text{단면적 } A &= \pi (D^2 - d^2) / 4 \\
 &= \pi \times (76.3^2 - (76.3 - 6.4)^2) / 4 \\
 &= 734.9 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{단면2차 모멘트 } I &= \pi (D^4 - d^4) / 64 \\
 &= \pi \times (76.3^4 - (76.3 - 6.4)^4) / 64 \\
 &= 491805.6 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 21-06
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 8	Page No. : 22

$$\text{단면2차 반경} \quad r = \sqrt{(I / A)} = \sqrt{(491805.6 / 734.9)} = 25.87 \text{ mm}$$

$$\text{좌굴길이} \quad \ell_k = 4155 \text{ mm}$$

▷국부좌굴에 대한 허용응력 산정

$$R = 38.15 \text{ mm} \quad (\text{강관의 반지름})$$

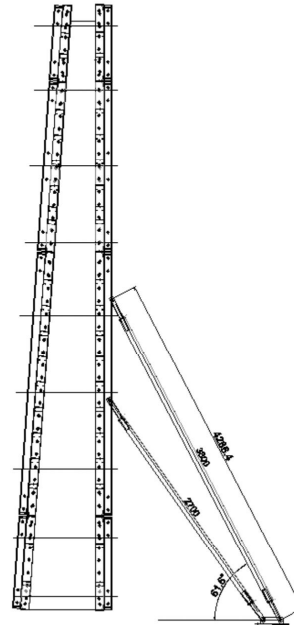
$$t = 3.2 \text{ mm} \quad (\text{강관의 두께})$$

$$\alpha = 1 + \frac{\Phi}{10} = 1 + \frac{0}{10} = 1$$

$$\Phi = \frac{f_1 - f_2}{f_1} = 0, \quad 0 \leq \Phi \leq 2$$

$$\frac{R}{\alpha t} = \frac{38.15}{3.2} = 11.9$$

$$\frac{R}{\alpha t} = 11.9 \leq 50 \quad \text{이므로,} \quad f_{ca} = 140 \text{ MPa}$$



▷Push-pull brace의 좌굴 검토

$$\text{Push-pull brace 설치각도} : 62^\circ$$

$$\text{브레이스 작용력} \quad P_{bs} = P / \cos 62^\circ$$

$$= 8.0 / 0.469 = 17.0 \text{ kN} = 17004 \text{ N}$$

$$f_c = P_{bs} / A$$

$$= 17003.8 / 734.9$$

$$= 23.14 \text{ MPa} < f_{ca} = 0.5 \times 140 \text{ MPa} = 70 \text{ MPa}$$

OK!!!

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 21-06
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 8	Page No. : 23

3. 기초 콘크리트 검토

(1) 인장력을 받는 앵커의 콘크리트 파괴강도 검토

인발하중을 받는 앵카볼트는 원뿔형태로 전단파괴가 되어진다.

$$f_{ck} = 35 \text{ MPa}, h_{ef} = 80 \text{ mm (앵커의 유효문힘깊이)}, S = 350 \text{ mm (앵커 간격)}$$

$$A_{Nc} : \text{앵커그룹 투영면적}, A_{Nco} : \text{단일앵커 투영면적}, c_{al} = 120 \text{ mm}$$

$$N_{cbg} = (A_{Nc} / A_{Nco}) \times \psi_{ec \cdot N} \psi_{ed \cdot N} \psi_{c \cdot N} \psi_{cp \cdot N} N_b$$

$$A_{Nc} = (c_{al} + S + 1.5 \times h_{ef}) \times (2 \times 1.5 \times h_{ef}) = 141600 \text{ mm}^2$$

$$A_{Nco} = 9 h_{ef}^2 = 57600 \text{ mm}^2$$

$$\psi_{ec \cdot N} = 1 \text{ 편심계수}, \psi_{ed \cdot N} = 1 \text{ 가장자리계수}, \psi_{c \cdot N} = 1 \text{ 균열발생시}$$

$$\psi_{cp \cdot N} = 1 \text{ 사용하중 상태에서 균열이 발생하는 경우}$$

$$N_b = k_c \sqrt{f_{ck}} h_{ef}^{1.5} \quad (k_c : \text{선설치 앵커} = 10, \text{ 후설치 앵커} = 7)$$

$$= 7 \times 5.92 \times 715.5$$

$$= 29632.4 \text{ N}$$

$$N_{cbg} = (A_{Nc} / A_{Nco}) \times \psi_{ec \cdot N} \psi_{ed \cdot N} \psi_{c \cdot N} \psi_{cp \cdot N} N_b$$

$$= 2.458 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 29632.4$$

$$= 72846.4 \text{ N}$$

$$\phi N_{cbg} = 0.55 \times 72846.4 = 40065 \text{ N}$$

$$N_{ua} = P_{ds} = 17004 \text{ N}$$

$$\phi N_{cbg} = 40065 \text{ N} > N_{ua} = 17004 \text{ N} \quad \text{OK!!!}$$

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 21-06
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 8	Page No. : 24

(2) 앵커의 뽑힘강도 검토 (셋트양카 M16 x 80L)

$$N_{pn} = \Phi \cdot \Psi_{c,p} \cdot N_p$$

$$\Phi = 0.55, \quad \Psi_{c,p} = 1, \quad N_p = 24.1 \text{ kN (설계저항값)}, \quad n = 2$$

$$N_{pn} = 0.55 \times 1 \times 24.1 \times 2$$

$$= 26.5 \text{ kN} > P_{bs} = 17.0 \text{ kN} \quad \text{OK!!!}$$

(3) 압축을 받는 지압부의 설계

$$\Phi B_n \geq P_u$$

$$B_n = 0.85 f_{ck} A_1 \cdot (\sqrt{A_2/A_1}) = 1487500 \text{ N}$$

$$\text{콘크리트의 두께 } H = 600 \text{ mm}$$

$$\text{슈플레이트 1본당 유효면적 } A_1 = 25000 \text{ mm}^2$$

$$\text{지압부 하단부의 밑면적 } A_2 = 1855000 \text{ mm}^2$$

$$(\sqrt{A_2/A_1}) = 2$$

$$\text{기초콘크리트 강도 } f_{ck} = 35 \text{ MPa}$$

$$\text{지압력 } P_u = P_{bs} = 17004 \text{ N}$$

$$\text{강도할증계수 1.4 적용시 } P_u = 23805 \text{ N}$$

$$\Phi B_n = 1488 \text{ kN} > 24 \text{ kN} \quad \text{OK!!!}$$

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 21-06
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 8	Page No. : 25

4. 인양 플레이트(LUG) 부재검토

(1) 인양고리 플레이트 계산 규격 : ANGLE - 130 x 12t

$t = 12 \text{ mm}$, 홀 끝에서 가장자리까지의 거리 $e = 32.5 \text{ mm}$, $d = 40 \text{ mm}$

Wall form 단위중량 $p_f = 1.15 \text{ kN/m}^2$ (악세서리 포함)

Wall form 1 Sheet = $2.1 \times 2 \times 1.15 = 4.83 \text{ kN}$ 에서

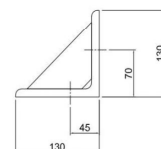
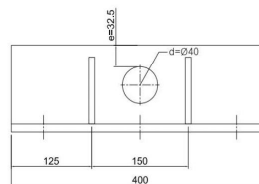
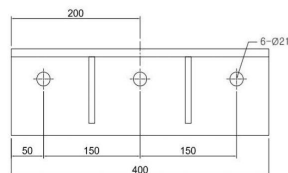
최대 8 Sheet를 인양한다는 가정하에 $W = 4.83 \text{ kN} \times 8 \text{ Sheet} = 38.64 \text{ kN}$

1) 볼트 홀 지압응력 검토

$$f_B = W / (t \times d)$$

$$= 38640 / (12 \times 40)$$

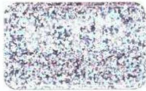
$$= 80.5 \text{ MPa} < f_{ba} = 140 \text{ MPa} \quad \text{OK!!!}$$



경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 21-06
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 8	Page No. : 26

▷ 3/4" Joint Bolt

BEYOND ASIAN HUB, TOWARD GLOBAL WORLD



TEST REPORT

우 13810 경기도 과천시 교육원로 98(중앙동) TEL (032)5709-700 FAX (032)575-5613
 성적서번호 : TAK-2020-015580 접수일자 : 2020년 01월 28일
 대 표 자 : 설계한 시험완료일자 : 2020년 02월 05일
 업 체 명 : 경원산업(주)
 주 소 : 경기 김포시 대곶면 송마리 113

시 료 명 : 각산 BOLT 3/4"(F8.8) + NUT(F8.8) A325

시 험 결 과			
시험항목	단위	시험구분	결과치
제품의 인장하중(*)	N	-	189,256
전단하중(**)	kN	-	129,1

KS B 0233 : 2005(준용)
 ASTM F606/F606M-16(준용)

* 미체결 나사부 파단
 ** Single Shear, 나사부 전단

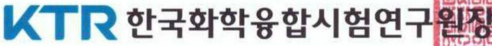
- 용 도 : 제출용

비 고 : 1. 이 성적서는 의뢰자가 제시한 시료 및 시료명으로 시험한 결과로써 전체 제품에 대한 품질을 보증하지 않으며,
 성적서의 진위확인용 홈페이지(www.ktr.or.kr) 또는 QR code로 확인 가능합니다.
 2. 이 성적서는 홍보, 선전, 광고 및 소송용 등으로 사용될 수 없으며, 용도 이외의 사용을 금합니다.
 3. 이 성적서는 원본(재발행 포함)만 유효하며, 사본 및 전자 인쇄본/파일본은 결과치 참고용입니다.

Park Geun Hyeok
 작성자 : 박근혁
 Tel : 02-2092-3635

Moon Suk Park
 기술책임자 : 박문석
 Tel : 1577-0091(ARS ①→④)

2020년 02월 05일





위변조 확인용 QR code

Page : 1 of 1

KTR KOREA TESTING & RESEARCH INSTITUTE KTR-QP-P08-F01-02(00)

A4(210 X 297)

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 21-06
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 8	Page No. : 27

▷ Form tie (Ø22)

the way to trust
KCL
5265-4130-7414-5519

시험성적서

1. 성적서 번호 : CT20-011682K
2. 의뢰자
○ 업체명 : 경원산업(주)
○ 주소 : 경기도 김포시 율생중앙로 165 (대곶면)
3. 시험기간 : 2020년 01월 22일 ~ 2020년 01월 30일
4. 시험성적서의 용도 : 품질관리
5. 시 료 명 : TIE ROD(디비덕바)22Φ
6. 시험방법
(1) KS B 0802:2003 에 준함
7. 시험결과
1) TIE ROD(디비덕바)22Φ

시험항목	단위	시험방법	시험결과	비 고	시험장소
인장하중	N	(1)	180 000 N 에서 파단 발생 없음	-	A

* 시험장소
A : 서울특별시 금천구 가산디지털1로 199 (가산동)

확인

작성자성명

서정하

기술책임자성명

노영태

비고 :

1. 이 성적서는 KS Q ISO/IEC 17025 및 KOLAS 인정과 관련이 없으며, 의뢰자가 제시한 시료 및 시료명에 한정된 결과로서 전체제품에 대한 품질을 보증하지는 않습니다.
2. 이 성적서는 홍보, 선전, 광고 및 소송용으로 사용될 수 없으며, 용도 이외의 사용을 금합니다.
3. 이 성적서의 일부만을 발췌하여 사용한 결과는 보증할 수 없습니다.
4. 이 성적서의 진위여부는 홈페이지(www.kcl.re.kr)에서 확인 가능합니다.

2020년 01월 30일

한국건설생활환경시험연구원

결과문의 : 08503 서울특별시 금천구 가산디지털1로 199 (가산동) ☎ (02)2102-2732

총 1페이지 중 1페이지

양식TOP-12-01-03(1)

▷ Wall form Check

(4" Wall form system)

19.903m x 0.8(0.3)m x 6.904mH

(BLOCK - 8)

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 21-06
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 8	Page No. : 1

목 차

I . 일반사항

II . WALL FORMWORK 검토

III . ACCESSORY 검토

IV . 첨부자료

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 21-06
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 8	Page No. : 3

I . 일반사항

1) 수직하중

콘크리트 하중 (reinforced concrete) $W_c = 24 \text{ kN/m}^3$

Wall form 단위중량 $p_f = 1.15 \text{ kN/m}^2$ (악세서리 포함)

활하중 $P_L = 2.50 \text{ kN/m}^2$ (작업하중)

2) 구조용강재 및 형강자재의 허용응력 (도.설.기 3.3.2.1)

material : SS400

허용 인장응력 $f_{ba} = 140 \text{ MPa}$ (장기허용응력)

허용 전단응력 $f_{sa} = 80 \text{ MPa}$ (장기허용응력)

3) 3/4" Joint Bolt의 허용력

material : high strength bolt

극한 인장응력 $f_{tu} = 800 \text{ MPa}$

허용 인장응력 $f_{ta} = 0.33 \times \sigma_u = 0.33 \times 800 = 264 \text{ MPa}$

허용 인장력 $F_{ta} = \sigma_b \times A = 264 \times 215.0 = 56760 \text{ N}$

허용 전단응력 $f_{sa} = 0.17 \times \sigma_u = 0.17 \times 800 = 136 \text{ MPa}$

허용 전단력 $V_a = \tau_b \times A = 136 \times 215.0 = 29240 \text{ N}$

(gross area of 3/4" joint bolt $A = 215 \text{ mm}^2$)

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 21-06
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 8	Page No. : 4

4) Form tie (Ø15) 재질- S45C

극한 인장력 $F_{tu} = 180000 \text{ N}$

허용 인장력 $F_{ta} = 0.5 \times F_u = 90000 \text{ N}$ (시험성적서 기준 50 % 안전율)

5) 참고문헌

- Formwork for Concrete, Fifth Edition

- Manual of Steel Construction - Allowable Stress Design, Ninth Edition

- Manual of Steel Construction - Volume II Connections

- 도로교 설계기준, 가설공사 표준시방서, 건축구조설계기준

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 21-06
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 8	Page No. : 5

6) 측압의 정의

Concrete 타설시 온도 $T = 15^{\circ}\text{C}$ (상온 기준, $T=\text{concrete 온도}(^{\circ}\text{C})$)
타설속도 R ($R=\text{시간당 타설 속도(m/hr)}$)

최대 측압 계산

$$P_{\max} = C_w \times C_c \times [7.2 + ((1160 + 240 R) / (T + 18))]$$

단위 중량 계수 (C_w)

콘크리트의 단위 중량	C_w
22.5kN/m ³ 미만인경우	$C_w=0.5 [1+(w/23)\text{kN/m}^3]$ 다만 0.8 이상이어야 한다.
22.5~24kN/m ³ 인경우	1
24kN/m ³ 초과인경우	$C_w = W/23\text{kN/m}^3$ ($W= 24 \text{ kN/m}^3$ 기준)

첨가물 계수 (C_c)

시멘트 타입및 첨가물	C_c
지연제를 사용하지 않은 KS L 5201의 1, 2, 3종 시멘트	1
지연제를 사용한 KS L 5201의 1, 2, 3종시멘트	1.2
다른타입의 시멘트 또는 지연제 없이 40% 이하의 플라이 애쉬 또는 70%이하의 슬래그가 혼합된 시멘트	1.2
다른타입의 시멘트 또는 지연제를 사용한40% 이하의 플라이 애쉬 또는 70%이하의 슬래그가 혼합된 시멘트	1.4
70%이상의 슬래그 또는 40% 이상의 플라이 애쉬가 혼합된 시멘트	1.4

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
협력사 : (주)도담이앤씨		작성일자 : 21-06
	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 8	Page No. : 6

▷ 측압 산정

② 벽체의 측압은 콘크리트 타설속도에 따라 다음과 같이 구분하며, 이 경우에 측압의 최소값은 $30 C_w$ kN/m² 이상이고, 최대값은 $W \cdot H \cdot g$ 값 이하이다.

가. 타설속도가 2.1 m/hr 이하이고, 타설높이가 4.2m 미만인 벽체

$$P = C_w \cdot C_c \left[7.2 + \frac{790R}{T+18} \right] \quad (4.3)$$

나. 타설속도가 2.1 m/hr 이하이면서 타설높이가 4.2m 초과하는 벽체 및 타설속도가 2.1~4.5 m/hr인 모든 벽체

$$P = C_w \cdot C_c \left[7.2 + \frac{1160+240R}{T+18} \right] \quad (4.4)$$

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 21-06
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 8	Page No. : 7

7) 수평하중

풍하중과 최소 수평하중의 영향을 고려하여 불리한 경우를 검토한다.

· 풍하중

1) 설계조건

기본풍속 : $V_0 = 28 \text{ m/s}$ (건축구조기준 설계하중 2019)

지표면 조도구분 : I (가설공사표준시방서 2016)

대기 경계층 시작높이 : $Z_b = 2 \text{ m}$ (가설공사표준시방서 2016)

기준 경도풍 높이 : $Z_g = 200 \text{ m}$ (가설공사표준시방서 2016)

지표면에서의 높이 : $z = 5.58 \text{ m}$

풍속 고도 분포지수 : $\alpha = 0.12$ (가설공사표준시방서 2016)

풍속고도분포계수 : $K_{zr} = 1.723 \times (Z_b / Z_g)^\alpha$ (가설공사표준시방서 2016)
 $= 1.723 \times (5.584 / 200)^{0.12} = 1.12$

지형계수 $K_{zt} = 1$ 평탄한 지역 (건축구조기준 설계하중 2019)

가시설물의 중요도계수 $I_w = 0.63$ 재현기간 2년 이내 (가설공사표준시방서 2016)

설계풍속 $V_H = V_0 \times K_{zr} \times K_{zt} \times I_w$
 $= 28 \times 1.12 \times 1 \times 0.63 = 19.783 \text{ m/s}$

2) 설계 속도압 : $q_H \text{ (N/m}^2\text{)}$

$q_H = 1 / 2 \times \rho \times V_H^2$
 $= 1 / 2 \times 1.22 \times 19.78^2$
 $= 238.7 \text{ N/m}^2$ 여기서, 공기밀도 : $\rho = 1.22 \text{ kg/m}^3$

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 21-06
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 8	Page No. : 8

3) 설계 풍압 : P_w

$$P_w = q_f \times G_f \times C_d$$

$$= 238.7 \times 1.8 \times 1.8$$

$$= 773.50 \text{ N/m}^2 = \boxed{0.00077} \text{ MPa}$$

여기서, 가스트 영향계수 : $G_f = 1.8$ (가설공사표준시방서 2016)

풍력계수 : $C_d = 1.8$ (건축구조기준 설계하중 2019)

$$\cdot \text{최소수평하중 } M = 0.5 \text{ kN/m}^2 = \boxed{0.0005} \text{ MPa}$$

풍하중과 최소수평하중 중에 불리한 조건으로 **풍하중**을 적용한다.

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 21-06
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 8	Page No. : 9

II .WALL FORM 검토

▷ Wall Form의 계산은 측압을 기준으로 검토한다.

Wall 사이즈 21000 mm x 300(800) mm x 7111 mmH

Concrete 타설높이 $h = 6.91 \text{ m}$, Wall form 높이 $h = 7.11 \text{ m}$

Concrete 타설시 온도 $T = 15 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (상온 기준)

타설속도 $R = 1.0 \text{ m/hr}$

$$p_c = 1.0 \times 1.2 \times [7.2 + ((1160 + 240 R) / (T + 18))]$$

$$= 0.060 \text{ MPa}$$

측압의 최소값은 $P_{min} = 30 \times Cw = 30 \times 1.0 = 30.0 \text{ kN/m}^2$ 이상 이므로,

$$P_H = p_c + P_w = 0.0606 \text{ MPa} \text{ 을 적용}$$

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 21-06
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 8	Page No. : 10

a) Skin plate Check

Skin plate의 단면성능 및 계산 ▷ Skin plate (4.5 t)

$$\begin{aligned}
 \triangleright \text{단면 계수 (Z)} &= (b \times h^2) / 6 = (1 \times 4.5^2) / 6 = 3.4 \text{ mm}^3 \\
 \triangleright \text{2차모멘트 (I)} &= (b \times h^3) / 12 = (1 \times 4.5^3) / 12 = 7.6 \text{ mm}^4 \\
 \triangleright \text{탄성 계수 (E)} &= 205000 \text{ MPa} \qquad \triangleright f_{ba} = 140 \text{ MPa} \\
 \triangleright \text{단위하중 (w)} &= 1.0 \text{ mm} \times 0.0606 \text{ N/mm}^2 = 0.0606 \text{ N/mm}
 \end{aligned}$$

▷ C-stiffener 순간격 (L) = 250 mm

$$M = w \times L^2 / 10 = (f_b \times Z), \quad f_b = w \times L^2 / (10 \times Z)$$

$$f_b = 0.0606 \times 62500.0 / (10 \times 3.4) = 112.3 \text{ MPa} \leq f_{ba} = 140 \text{ MPa} \quad \text{OK!!!}$$

$$\delta = w \times L^4 / (128 \times E \times I)$$

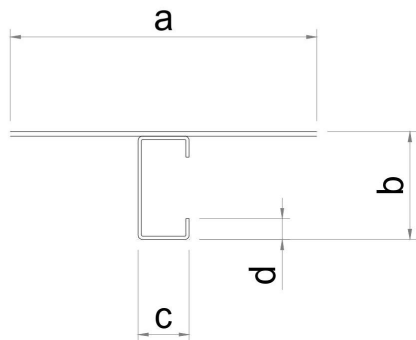
$$= 0.0606 \times 3906250000 / (128 \times 205000 \times 7.6)$$

$$= 1.19 \text{ mm} \leq 3.0 \text{ mm} \quad \text{OK!!!}$$

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 21-06
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 8	Page No. : 11

b) C-Stiffener Check

(e = 4.5t skin plate, f = 3.2t C-Stiffener)



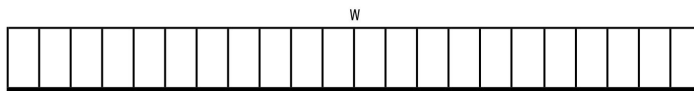
a = 300.0 mm
b = 104.5 mm
c = 50.0 mm
d = 20.0 mm
e = 4.5 mm
f = 3.2 mm

A	=	2050.7 mm ²
I	=	2331598.8 mm ⁴
Z ₁	=	27626.6 mm ³
Z ₂	=	115981.4 mm ³
f _{ba}	=	140 MPa
E	=	205000 Mpa

-. 계 산

C-Stiffener 간격 s = 300 mm

w = P_H x s = 0.0606 x 300 = 18.191 N/mm



L = waler 최대간격

L = 1200 mm

$$M = w \times L^2 / 8 = (f_b \times Z) , f_b = w \times L^2 / (8 \times Z)$$

$$f_b = 18.191 \times 1440000 / (8 \times 27626.6) = 118.5 \text{ MPa} \leq f_{ba} = 140 \text{ MPa}$$

OK!!!

$$\delta = 5 \times w \times L^4 / (384 \times E \times I)$$

$$= 5 \times 18.191 \times 207360000000 / (384 \times 205000 \times 2331598.8)$$

$$= 1.0 \text{ mm} \leq I_n / 360 = 3.33 \text{ mm} \quad \text{OK!!!}$$

$$\leq 3.0 \text{ mm} \quad \text{OK!!!}$$

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 21-06
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 8	Page No. : 12

▷ C-Stiffener 단면성능

h	b	A	y^2	$A \times y^2$	I	g	$A \times g$
4,5	300	1350,0	318,7	430295,0	2278,1	102,3	138037,5
100	50	700,7	1183,1	829025,7	1070000,0	50,0	35035,0
T O T A L		2050,7		1259320,7	1072278,1		173072,5

c_1	=	84,4	mm
c_2	=	20,1	mm

A	=	2050,7	mm ²
I	=	2331598,8	mm ⁴
Z_x	=	27626,6	mm ³
Z_y	=	115981,4	mm ³

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 21-06
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 8	Page No. : 13

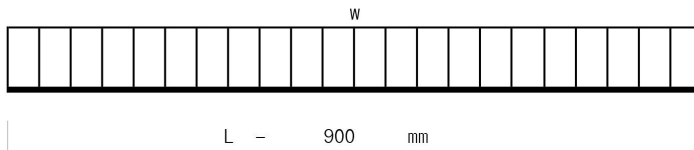
c) Waler Check

- 2CH-100x50x5x7.5의 단면성능 (Vertical Waler는 2CH-100x50x5x7.5를 사용)

A = 2384 mm ²	,	I = 3760000 mm ⁴	,	Z = 75200 mm ³
f _{ba} = 140 MPa	,	f _{sa} = 80 MPa	,	E = 205000 MPa
A _{web} = 1000 mm ²				

Waler 최대 설치 간격 s = 1200 mm

$$w = P_H \times s = 0.0606 \times 1200 = 72.766 \text{ N/mm}$$



폼타이 최대간격

$$M = w \times L^2 / 8 = (f_b \times Z) , f_b = w \times L^2 / (8 \times Z)$$

$$f_b = 72.766 \times 810000 / (8 \times 75200) = 98 \text{ MPa} \leq f_{ba} = 140 \text{ MPa} \text{ OK!!!}$$

$$f_s = (w \times L) / (2 \times A_{web})$$

$$= 72.77 \times 900 / 2 \times 1000 = 33.0 \text{ MPa} \leq f_{sa} = 80 \text{ MPa} \text{ OK !!!}$$

$$\delta = 5 \times w \times L^4 / (384 \times E \times I)$$

$$= 5 \times 72.766 \times 656100000000 / (384 \times 205000 \times 3760000.0)$$

$$= 0.8 \text{ mm} \leq I_n / 360 = 2.50 \text{ mm} \text{ OK!!!}$$

$$\leq 3.0 \text{ mm} \text{ OK!!!}$$

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 21-06
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 8	Page No. : 14

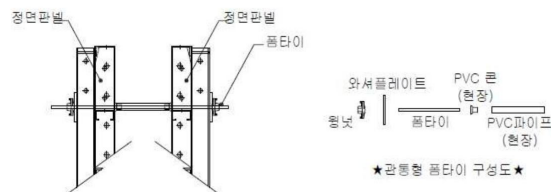
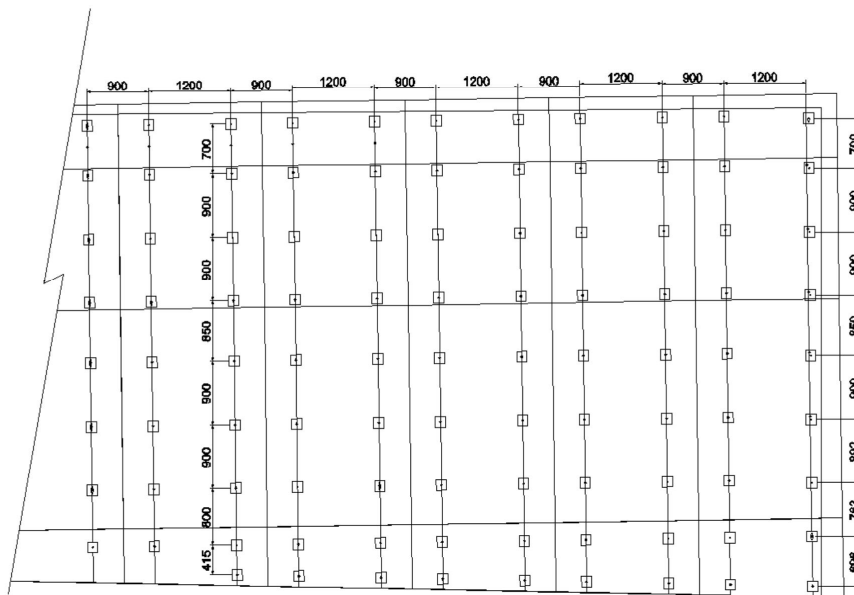
d) Form Tie Bar Check ($\Phi 22$)

- Form Tie Bar의 허용 인장력 $F_b = 90000 \text{ N}$ (거푸집 긴결재 시험성적값 50% 적용)

- Form Tie Bar 작용하는 유효면적 (waler 설치간격 x 폼타이 설치 간격)

$$A = 1080000 \text{ mm}^2 \quad (1200 \times 900)$$

$$F = P_H \times A = 0.0606 \times 1080000 = 65489 \text{ N} \leq 90000 \text{ N} \quad \text{OK !!!}$$



경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 21-06
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공향내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 8	Page No. : 15

e) 체결볼트 Check (F8T 3/4"x50L)

▷ form & form의 연결부분의 bolt check

form & form의 수직,수평 볼트는 150 mm 간격으로 1줄 가공되어 있음.

150mm당 bolt 체결 수량 ; $n = 1 \text{ ea}$

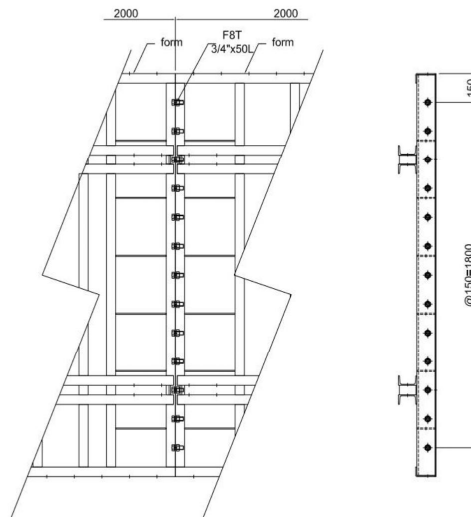
Bolt 1개당 지배 면적 ; $A = (2100 / 2) \times 150 = 157500 \text{ mm}^2$

작용 전단력 $V = P_H \times A = 0.0606 \times 157500 = 9550.5 \text{ N}$

Bolt 1개의 허용 전단력 $V_a = 29240 \text{ N}$

$V < V_a$ **OK!!!**

form과 form 연결 bolt는 150mm 마다 1개씩 체결.



경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 21-06
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 8	Page No. : 16

IV. ACCESSORY 검토 (안전발판)

1. 상단작업발판 검토

▷ Live load에 의한 하중을 기준으로 각 bracket에 분배되는 하중을 계산하여 허용응력 및 허용력과 비교 검토한다.

$$\text{활하중 (작업하중)} \quad p_{L1} = 2.5 \text{ kN/m}^2 = 0.0025 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{안전발판 자중} \quad A_w = 0.0005 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{walkway bracket 간격} \quad s = 1200 \text{ mm (최대간격)}$$

$$\text{walkway bracket 전체 길이} \quad L_T = 920 \text{ mm}$$

$$\text{안전발판 폭} \quad b = 630 \text{ mm}$$

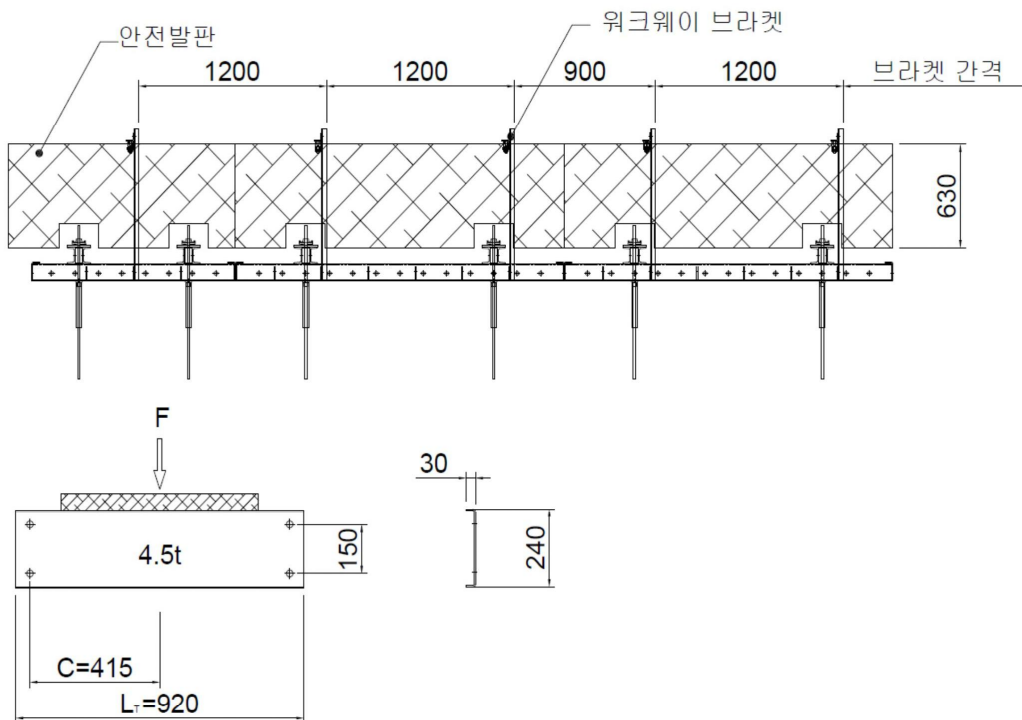
$$\text{walkway bracket bolt vs. center까지 거리} \quad C = 415 \text{ mm}$$

walkway bracket에 작용하는 하중 계산

$$\begin{aligned}
 F &= (p_{L1} \times s \times b) + (A_w \times s \times b) \\
 &= (0.0025 \times 1200 \times 630) + (0.0005 \times 1200 \times 630) \\
 &= 2268 \text{ N}
 \end{aligned}$$

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
협력사 : (주)도담이앤씨		작성일자 : 21-06
	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 8	Page No. : 17

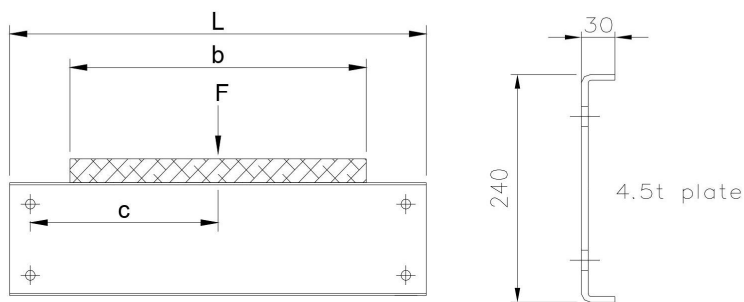
▷ Walkway bracket 관련 도면



경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 21-06
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 8	Page No. : 18

1-1) walkway bracket 계산

- . walkway bracket의 단면성능 계산



A	=	1309.5	mm ²
I	=	8366419	mm ⁴
Z	=	69720.2	mm ³
f _{ba}	=	140	MPa
E	=	205000	MPa

h	b	A	y ²	A × y ²	I	g	A × g
4.5	30.0	135.000	13865.1	1871783.4	227.81	237.8	32096.3
231.0	4.5	1039.500	0.0	0.0	4622396.63	120.0	124740.0
4.5	30.0	135.000	13865.1	1871783.4	227.81	2.3	303.8
T O T A L		1309.500		3743566.9	4622852.25		157140.0

$$c = 120.0 \text{ mm}$$

A	=	1309.500	mm ²
I	=	8366419.13	mm ⁴
Z	=	69720.16	mm ³

$$M = F \times C = f_b \times Z$$

$$f_b = F \times C / Z = 2268 \times 415 / 69720.2 = 13.5 \text{ MPa} \leq f_{ba} = 140 \text{ MPa}$$

OK!!!

$$\delta_L = F \times C^3 / 3 \times E \times I$$

$$= 2268 \times 71473375 / (3 \times 205000 \times 8366419)$$

$$= 0.03 \text{ mm} \leq I_n / 360 = 1.15 \text{ mm}$$

OK!!!

$$\leq 3.0 \text{ mm}$$

OK!!!

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 21-06
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 8	Page No. : 19

1-2) joint bolt 계산

walkway bkt.는 side form의 수직 stiffener에 bolt를 2ea씩 체결하여 고정시킨다.

따라서, 아래와 같이 joint bolt에 작용하는 전단력과 허용력을 비교 · 검토한다.

· 3/4" Joint Bolt의 허용전단력 $V_a = 29240 \text{ N}$

bolt 간격 $s = 150 \text{ mm}$

bolt에 발생하는 전단력 $V =$;

$$V = M / s = F \times C / s$$

$$V = 2268 \times 415 / 150 = 6275 \text{ N} \leq V_b = 29240 \text{ N} \quad \text{OK!!!}$$

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 21-06
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 8	Page No. : 20

1-3) 안전발판 검토

- ▷ 상기 페이지에 의한 하중을 기준으로 각 발판에 분배되는 하중을 계산하여 허용응력을 검토한다.

$$\text{활하중} + \text{안전발판} \quad p_L = 0.0030 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{안전발판 폭} \quad b = 630 \text{ mm}$$

$$\therefore \text{발판에 작용하는 하중} \quad W = p_L \times b = 0.0030 \times 630 = 1.89 \text{ N/mm}$$

" 안전발판 Check "

- ▷ 각파이프 (50x30x2.3t) 대한 단면성능

$$L = 1200 \text{ mm} \quad (\text{Bracket 간격})$$

A = 333.2 mm ²	I = 106000 mm ⁴	Z = 4250 mm ³
f _{ba} = 140 MPa	E = 205000 MPa	

$$M = (w \times L^2) / 8 = (w \times L^2) / 8 = f_b \times Z$$

$$f_b = (w \times L^2) / (8 \times Z) = 80 \text{ MPa} \leq f_b = 140 \text{ MPa} \quad \text{OK!!!}$$

$$\begin{aligned} \delta &= 5 \times w \times L^4 / (384 \times E \times I) \\ &= 5 \times 1.89 \times 2073600000000 / (384 \times 205000 \times 106000) \\ &= 2.35 \text{ mm} \end{aligned}$$

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 21-06
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 8	Page No. : 21

2. 브레이스 검토

2-1. 조립 및 해체에 의한 Push-Pull Brace 검토

1) 조건

Wall form 단위중량 $p_f = 1.15 \text{ kN/m}^2$ (악세서리 포함)

2) Push-pull brace의 좌굴 검토

Form 길이 $L_f = 2.1 \text{ m}$

Form 높이 $H = 7.1 \text{ m}$ (불리한 조건으로 산정)

Form 면적 $A_f = 14.9 \text{ m}^2$

작용 높이 $h = 3.64 \text{ m}$

1 span 당 Push-Pull Brace 2 개가 설치되므로,

$$\begin{aligned}
 \text{Brace 1개당 작용하는 하중 } P &= L_f \times H \times p_f / 2 \\
 &= 2.1 \times 7.1 \times 1.15 \\
 &= 8.6 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Push-pull brace 제원 ($\varnothing 76.3 \times 3.2 \text{ t}$, STK 400)

$$\begin{aligned}
 \text{단면적 } A &= \pi (D^2 - d^2) / 4 \\
 &= \pi \times (76.3^2 - (76.3 - 6.4)^2) / 4 \\
 &= 734.9 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{단면2차 모멘트 } I &= \pi (D^4 - d^4) / 64 \\
 &= \pi \times (76.3^4 - (76.3 - 6.4)^4) / 64 \\
 &= 491805.6 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 21-06
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 8	Page No. : 22

$$\text{단면2차 반경} \quad r = \sqrt{(I / A)} = \sqrt{(491805.6 / 734.9)} = 25.87 \text{ mm}$$

$$\text{좌굴길이} \quad \ell_k = 4286 \text{ mm}$$

▷국부좌굴에 대한 허용응력 산정

$$R = 38.15 \text{ mm} \quad (\text{강관의 반지름})$$

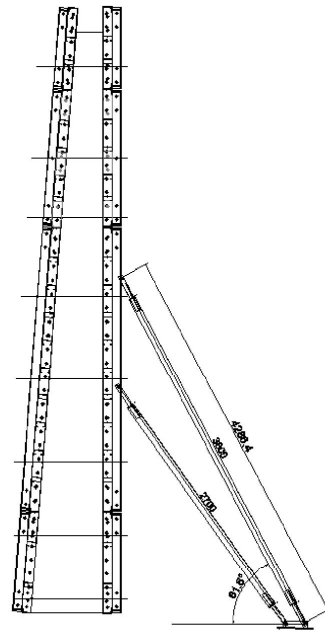
$$t = 3.2 \text{ mm} \quad (\text{강관의 두께})$$

$$\alpha = 1 + \frac{\Phi}{10} = 1 + \frac{0}{10} = 1$$

$$\Phi = \frac{f_1 - f_2}{f_1} = 0, \quad 0 \leq \Phi \leq 2$$

$$\frac{R}{\alpha t} = \frac{38.15}{3.2} = 11.9$$

$$\frac{R}{\alpha t} = 11.9 \leq 50 \quad \text{이므로,} \quad f_{ca} = 140 \text{ MPa}$$



▷Push-pull brace의 좌굴 검토

$$\text{Push-pull brace 설치각도} : 62^\circ$$

$$\text{브레이스 작용력} \quad P_{bs} = P / \cos 62^\circ$$

$$= 8.6 / 0.469 = 18.3 \text{ kN} = 18290 \text{ N}$$

$$f_c = P_{bs} / A$$

$$= 18289.8 / 734.9$$

$$= 24.89 \text{ MPa} < f_{ca} = 0.5 \times 140 \text{ MPa} = 70 \text{ MPa}$$

OK!!!

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 21-06
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 8	Page No. : 23

3. 기초 콘크리트 검토

(1) 인장력을 받는 앵커의 콘크리트 파괴강도 검토

인발하중을 받는 앵카볼트는 원뿔형태로 전단파괴가 되어진다.

$$f_{ck} = 35 \text{ MPa}, h_{ef} = 80 \text{ mm (앵커의 유효물림깊이)}, S = 350 \text{ mm (앵커 간격)}$$

$$A_{Nc} : \text{앵커그룹 투영면적}, A_{Nco} : \text{단일앵커 투영면적}, c_{al} = 120 \text{ mm}$$

$$N_{cbg} = (A_{Nc} / A_{Nco}) \times \Psi_{ec \cdot N} \Psi_{ed \cdot N} \Psi_{c \cdot N} \Psi_{cp \cdot N} N_b$$

$$A_{Nc} = (c_{al} + S + 1.5 \times h_{ef}) \times (2 \times 1.5 \times h_{ef}) = 141600 \text{ mm}^2$$

$$A_{Nco} = 9 h_{ef}^2 = 57600 \text{ mm}^2$$

$$\Psi_{ec \cdot N} = 1 \text{ 편심계수}, \Psi_{ed \cdot N} = 1 \text{ 가장자리계수}, \Psi_{c \cdot N} = 1 \text{ 균열발생시}$$

$$\Psi_{cp \cdot N} = 1 \text{ 사용하중 상태에서 균열이 발생하는 경우}$$

$$N_b = k_c \sqrt{f_{ck}} h_{ef}^{1.5} \quad (k_c : \text{선설치 앵커} = 10, \text{ 후설치 앵커} = 7)$$

$$= 7 \times 5.92 \times 715.5$$

$$= 29632.4 \text{ N}$$

$$N_{cbg} = (A_{Nc} / A_{Nco}) \times \Psi_{ec \cdot N} \Psi_{ed \cdot N} \Psi_{c \cdot N} \Psi_{cp \cdot N} N_b$$

$$= 2.458 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 29632.4$$

$$= 72846.4 \text{ N}$$

$$\Phi N_{cbg} = 0.55 \times 72846.4 = 40065 \text{ N}$$

$$N_{ua} = P_{ds} = 18290 \text{ N}$$

$$\Phi N_{cbg} = 40065 \text{ N} > N_{ua} = 18290 \text{ N} \quad \text{OK!!!}$$

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 21-06
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 8	Page No. : 24

(2) 앵커의 뽑힘강도 검토 (셋트양카 M16 x 80L)

$$N_{pn} = \Phi \cdot \Psi_{c,p} \cdot N_p$$

$$\Phi = 0.55, \quad \Psi_{c,p} = 1, \quad N_p = 24.1 \text{ kN (설계저항값)}, \quad n = 2$$

$$N_{pn} = 0.55 \times 1 \times 24.1 \times 2$$

$$= 26.5 \text{ kN} > P_{bs} = 18.3 \text{ kN} \quad \text{OK!!!}$$

(3) 압축을 받는 지압부의 설계

$$\Phi B_n \geq P_u$$

$$B_n = 0.85 f_{ck} A_1 \cdot (\sqrt{A_2/A_1}) = 1487500 \text{ N}$$

$$\text{콘크리트의 두께 } H = 600 \text{ mm}$$

$$\text{슈플레이트 1본당 유효면적 } A_1 = 25000 \text{ mm}^2$$

$$\text{지압부 하단부의 밑면적 } A_2 = 1855000 \text{ mm}^2$$

$$(\sqrt{A_2/A_1}) = 2$$

$$\text{기초콘크리트 강도 } f_{ck} = 35 \text{ MPa}$$

$$\text{지압력 } P_u = P_{bs} = 18290 \text{ N}$$

$$\text{강도할증계수 1.4 적용시 } P_u = 25606 \text{ N}$$

$$\Phi B_n = 1488 \text{ kN} > 26 \text{ kN} \quad \text{OK!!!}$$

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 21-06
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 8	Page No. : 25

4. 인양 플레이트(LUG) 부재검토

(1) 인양고리 플레이트 계산 규격 : ANGLE - 130 x 12t

$t = 12 \text{ mm}$, 홀 끝에서 가장자리까지의 거리 $e = 32.5 \text{ mm}$, $d = 40 \text{ mm}$

Wall form 단위중량 $p_f = 1.15 \text{ kN/m}^2$ (악세서리 포함)

Wall form 1 Sheet = $2.1 \times 2 \times 1.15 = 4.83 \text{ kN}$ 에서

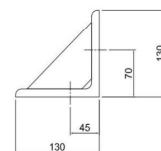
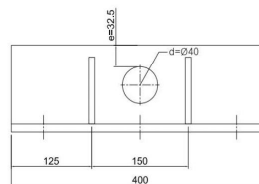
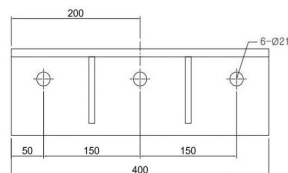
최대 8 Sheet를 인양한다는 가정하에 $W = 4.83 \text{ kN} \times 8 \text{ Sheet} = 38.64 \text{ kN}$

1) 볼트 홀 지압응력 검토

$$f_B = W / (t \times d)$$

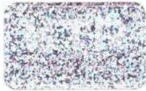
$$= 38640 / (12 \times 40)$$

$$= 80.5 \text{ MPa} < f_{ba} = 140 \text{ MPa} \quad \text{OK!!!}$$



경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 21-06
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 8	Page No. : 26

▷ 3/4" Joint Bolt



BEYOND ASIAN HUB, TOWARD GLOBAL WORLD

TEST REPORT

우 13810 경기도 과천시 교육원로 98(중앙동) TEL (032)5709-700 FAX (032)575-5613
 성적서번호 : TAK-2020-015580 접수 일자 : 2020년 01월 28일
 대 표 자 : 설계한 시험완료일자 : 2020년 02월 05일
 업 체 명 : 경원산업(주)
 주 소 : 경기 김포시 대곶면 송마리 113

시 료 명 : 각산 BOLT 3/4"(F8.8) + NUT(F8.8) A325

시 험 결 과			
시험항목	단위	시험구분	결과치
제품의 인장하중(*)	N	-	189,256
전단하중(**)	kN	-	129,1

KS B 0233 : 2005(준용)
 ASTM F606/F606M-16(준용)

* 미체결 나사부 파단
 ** Single Shear, 나사부 전단

- 용 도 : 제출용

비 고 : 1. 이 성적서는 의뢰자가 제시한 시료 및 시료명으로 시험한 결과로써 전체 제품에 대한 품질을 보증하지 않으며,
 성적서의 진위확인용 홈페이지(www.ktr.or.kr) 또는 QR code로 확인 가능합니다.
 2. 이 성적서는 홍보, 선전, 광고 및 소송용 등으로 사용될 수 없으며, 용도 이외의 사용을 금합니다.
 3. 이 성적서는 원본(재발행 포함)만 유효하며, 사본 및 전자 인쇄본/파일본은 결과치 참고용입니다.

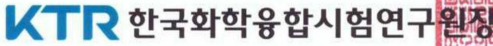


작성자 : 박근혁
Tel : 02-2092-3635



기술책임자 : 박문석
Tel : 1577-0091(ARS ①→④)

2020년 02월 05일





위변조 확인용 QR code

Page : 1 of 1



KTR KOREA TESTING & RESEARCH INSTITUTE KTR-QP-P08-F01-02(00)

A4(210 X 297)

경기도 안양시 동안구 평촌동 126-1 두산벤처다임 10층 (주) 성 도 Form Tec	STATIC CALCULATION	담 당 자 : W.K.H
		작성일자 : 21-06
협력사 : (주)도담이앤씨	현장명 : 4단계 공항내부 연결도로공사 4-8공구(Wall form)- BLOCK 8	Page No. : 27

▷ Form tie (Ø22)

the way to trust
KCL
5265-4130-7414-5519

시험성적서

1. 성적서 번호 : CT20-011682K
2. 의뢰자
○ 업체명 : 경원산업(주)
○ 주소 : 경기도 김포시 율생중앙로 165 (대곶면)
3. 시험기간 : 2020년 01월 22일 ~ 2020년 01월 30일
4. 시험성적서의 용도 : 품질관리
5. 시 료 명 : TIE ROD(디비덕바)22Φ
6. 시험방법
(1) KS B 0802:2003 에 준함
7. 시험결과
1) TIE ROD(디비덕바)22Φ

시험항목	단위	시험방법	시험결과	비 고	시험장소
인장하중	N	(1)	180 000 N 에서 파단 발생 없음	-	A

* 시험장소
A : 서울특별시 금천구 가산디지털1로 199 (가산동)

확인

작성자 성명

서정하

기술책임자 성명

노영태

비고 :

1. 이 성적서는 KS Q ISO/IEC 17025 및 KOLAS 인정과 관련이 없으며, 의뢰자가 제시한 시료 및 시료명에 한정된 결과로서 전체제품에 대한 품질을 보증하지는 않습니다.
2. 이 성적서는 홍보, 선전, 광고 및 소송용으로 사용될 수 없으며, 용도 이외의 사용을 금합니다.
3. 이 성적서의 일부만을 발췌하여 사용한 결과는 보증할 수 없습니다.
4. 이 성적서의 진위여부는 홈페이지(www.kcl.re.kr)에서 확인 가능합니다.

2020년 01월 30일
한국건설생활환경시험연구원

결과문의 : 08503 서울특별시 금천구 가산디지털1로 199 (가산동) ☎ (02)2102-2732

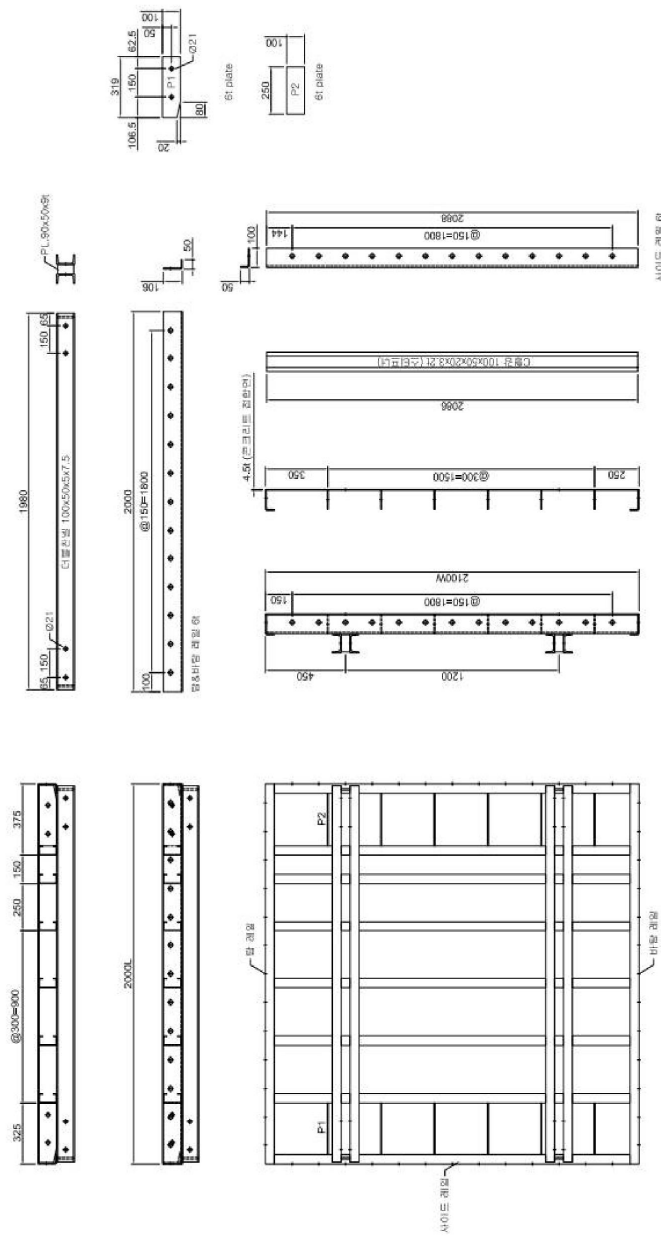
총 1페이지 중 1페이지

양식TOP-12-01-03(1)

토목 구조 기술사

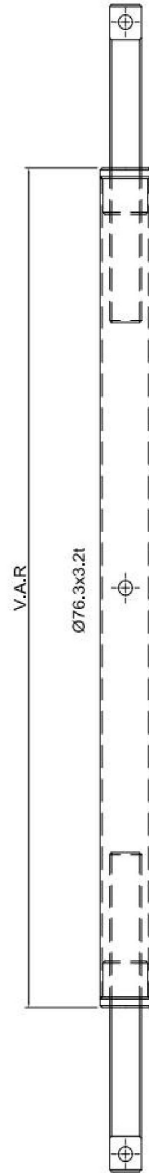
국가기술자격증 등록번호 991570200440 성명 권오훈 기술자격종목 및 등급 0400 토목구조 기술사 국민등록번호 620131-1056623 주소 서울 송파구 거여동 258-70 27/4 99년 07%05월 99년 07%05월 99년 07%05월 한국산업인력공단		보수교육 <table border="1"> <tr> <th colspan="4">보 수 이 수 사 랑</th> </tr> <tr> <th>교육기간</th> <th>수료번호</th> <th>교육기관</th> <th>확인</th> </tr> <tr> <td colspan="4">해당사항 없음</td> </tr> </table> <table border="1"> <tr> <th colspan="4">보 수 후 배 사 랑</th> </tr> <tr> <th>보수종목기간</th> <th>교육계</th> <th>관</th> <th>확인</th> </tr> <tr> <td colspan="4"></td> </tr> </table> 갱신등록 <table border="1"> <tr> <th>갱신등록일자</th> <th>갱신등록요지</th> <th>다중갱신등록기간</th> <th>인</th> </tr> <tr> <td colspan="4">해당사항 없음</td> </tr> </table> 과감음 		보 수 이 수 사 랑				교육기간	수료번호	교육기관	확인	해당사항 없음				보 수 후 배 사 랑				보수종목기간	교육계	관	확인					갱신등록일자	갱신등록요지	다중갱신등록기간	인	해당사항 없음			
보 수 이 수 사 랑																																			
교육기간	수료번호	교육기관	확인																																
해당사항 없음																																			
보 수 후 배 사 랑																																			
보수종목기간	교육계	관	확인																																
갱신등록일자	갱신등록요지	다중갱신등록기간	인																																
해당사항 없음																																			

초본의 복제, 열람 및 열람(열람)이 없는 것은 부본임.

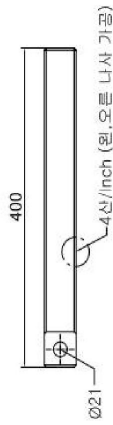


 SUNG DO FORM TEC www.sungdoform.com Tel : 010-4346-0750 Fax : 010-4346-0759	시 행 령 인천광역시 인천광역시	시 공 사 (주)도이엔씨 도이엔씨(주)	설 계 사 45년 경험, 최정호 대표이사 4~10명	공 시 명 물 리 시 슴	단 면 제 하 도	평 면 W.K.	부 록 20-11-W-M010
---	-------------------------	-----------------------------	---------------------------------	------------------	--------------	-------------	---------------------

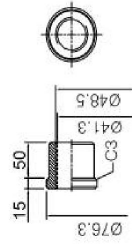
표 8 : 부속 플레이트



SCREW



Nut (원, 오른 나사 가공)

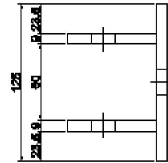
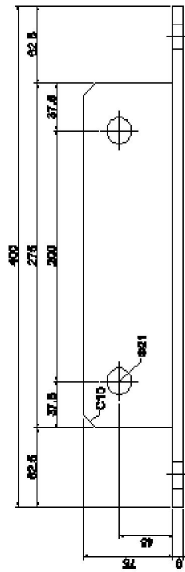
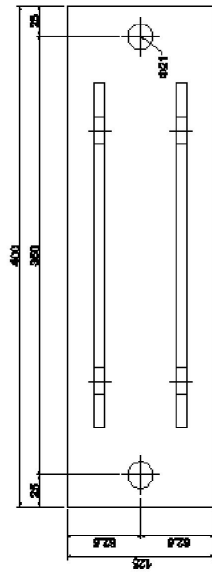


Scale : none

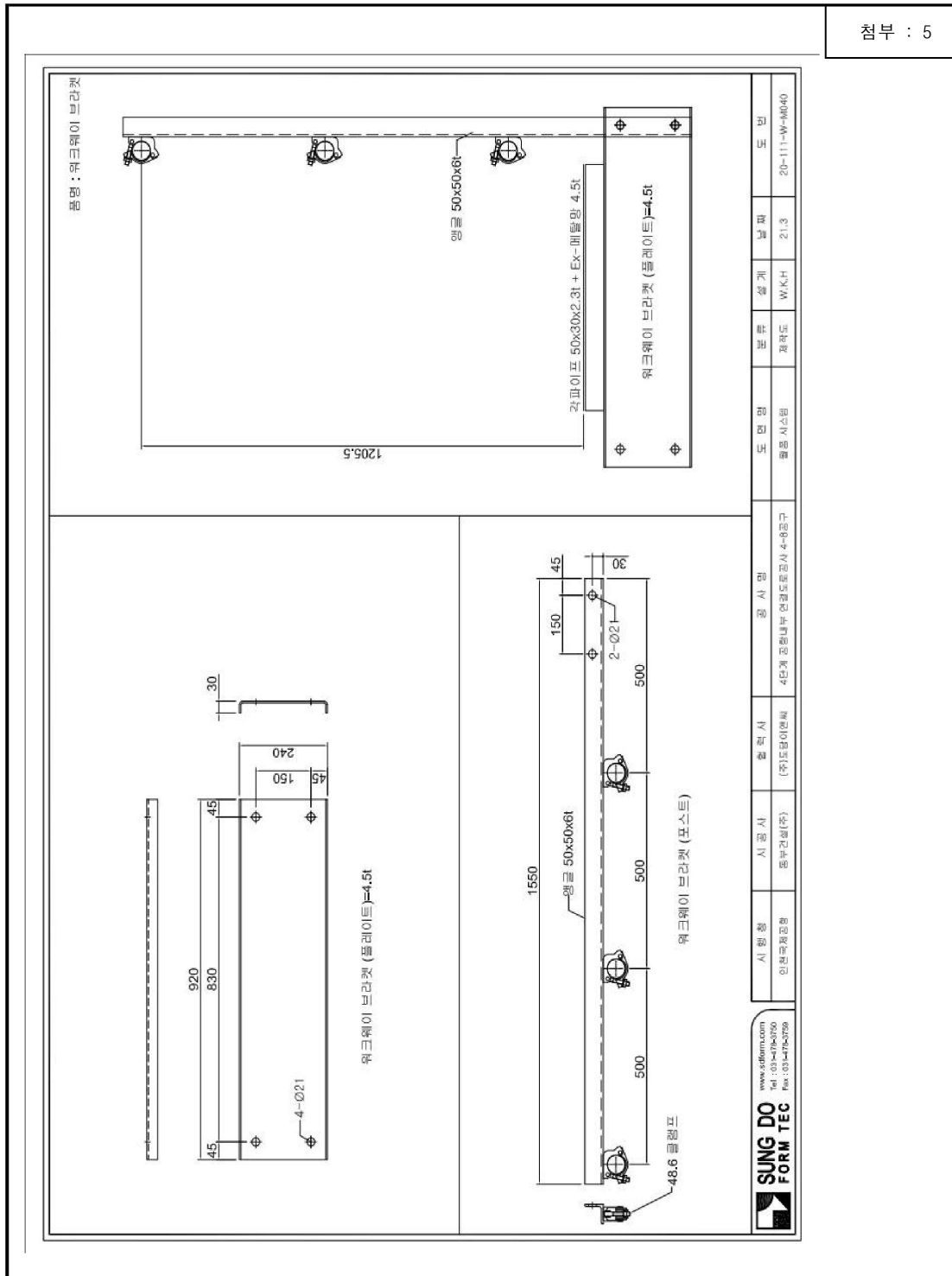


시행권	시공사	협력사	공시명	도면명	분류	영계	구분	도면
인문교재공통	동부건설(주)	(주)도성이앤씨	4단계 공종내부 연결도공시 4-8공구	평형 시스팀	제작도	W.A.H	21.3	20-11-W-M020

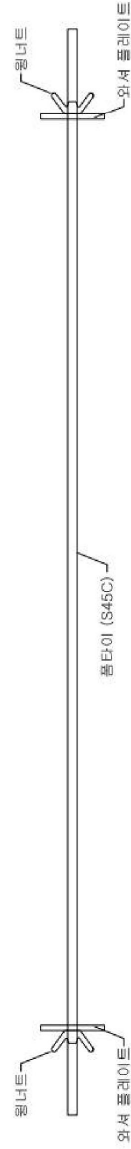
품명 : 빔슈



시행처	시공처	발주처	공시명	도면명	분류	설계	날짜	도면
인천광역시청	한국건설(주)	(주)도원건설	서단계 교량내부 인접도로공사 4-유공구	빔슈 시스럼	제2도	W.K.H	21.9	SD-111-W-40391



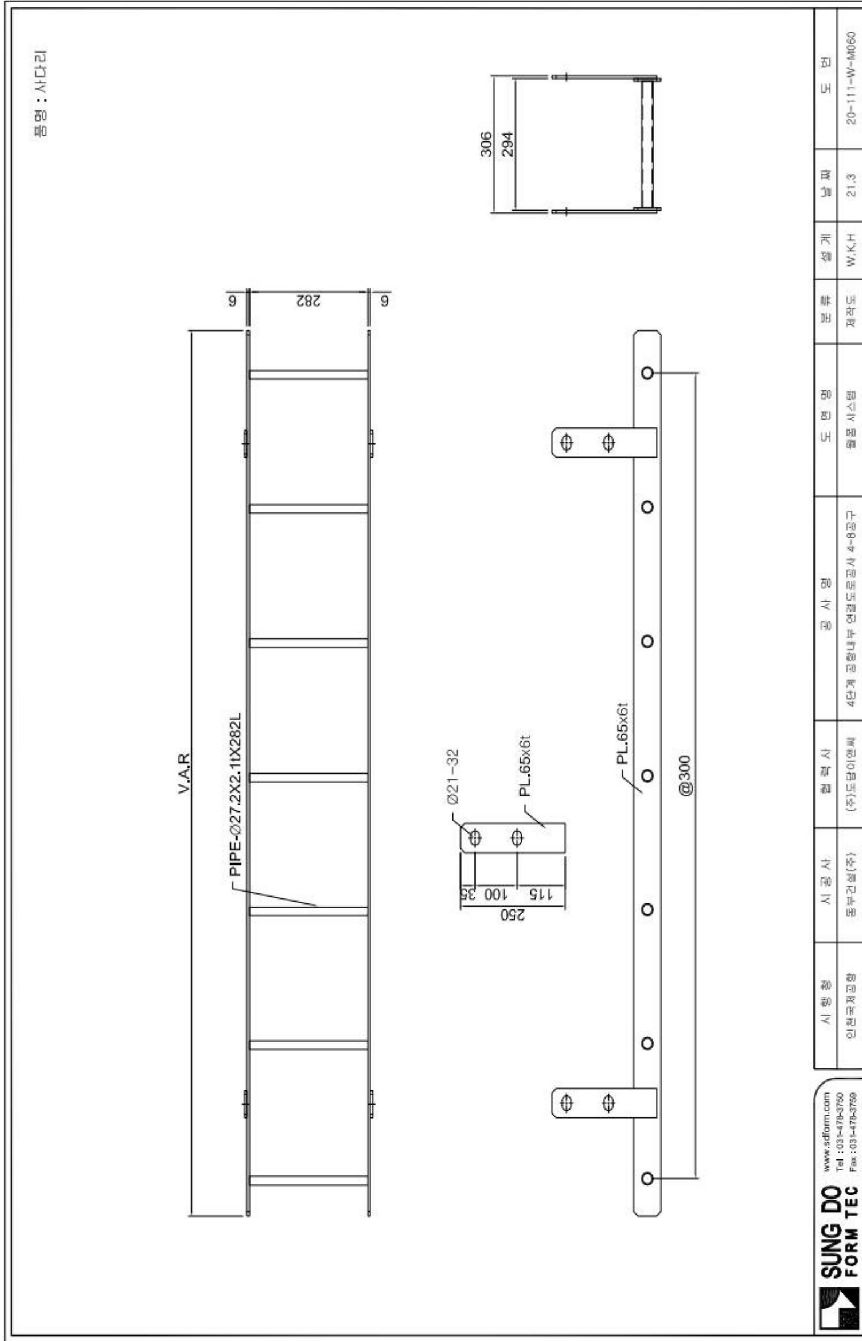
본 명 : 폴타이



Scale : none

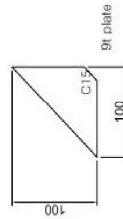
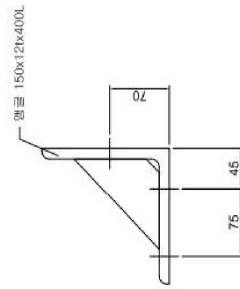
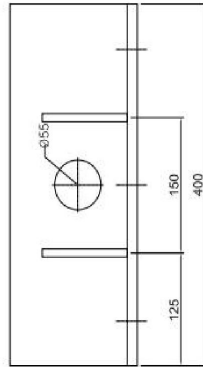
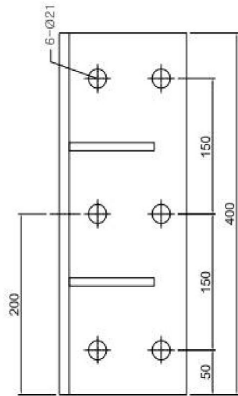


시 행 정	시 공 사	설 계 사	공 시 명	도 진 공	판	정 계	날	도	진
인민국경관청	공부건설(주)	(주)도담이엔씨	4단계 공행남부연경도로공사 4-6공구	출공시도	제도도	W.S.H	21.3	20-11-W-4050	

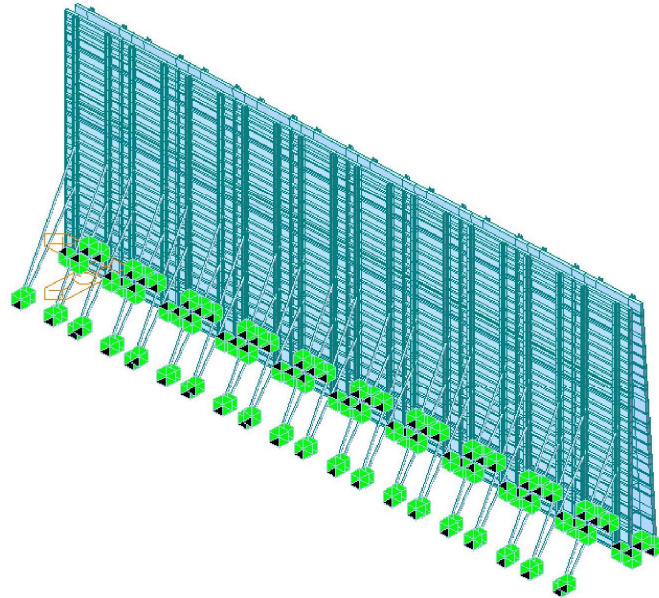


시공사	시공사	설계사	공사명	도면명	분류	용기	도면
인원관리(주)	인원관리(주)	(주)도원(인원)	4단계 인원관리(인원) 4-8공구	도원 시스템	제작도	W.K.H	20-11-W-M060

품명 : 리프팅 브리켓

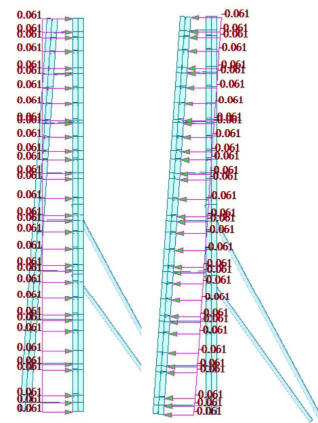
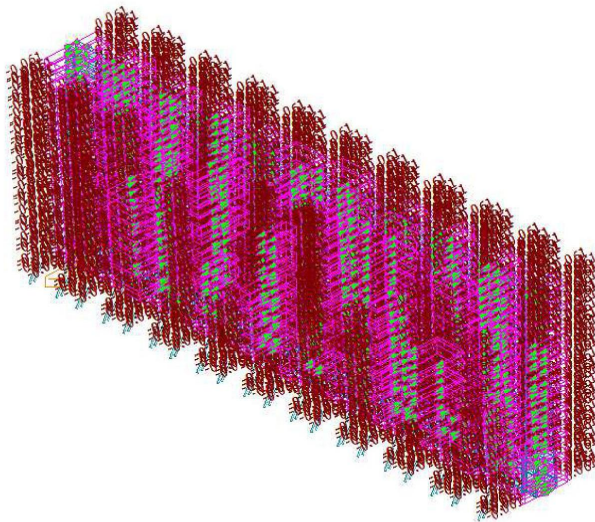


시 원 형	시 공 사	설 계 사	공 사 명	도 면 명	분 류	생 계	날 짜	도 면
인원주최공형	동부건설(주)	(주)도담이엔씨	4단계 조형내부 연결도판공사 4-8등급	제품 서스럼	제작도	W.K.H	21.3	20-111-W-M070

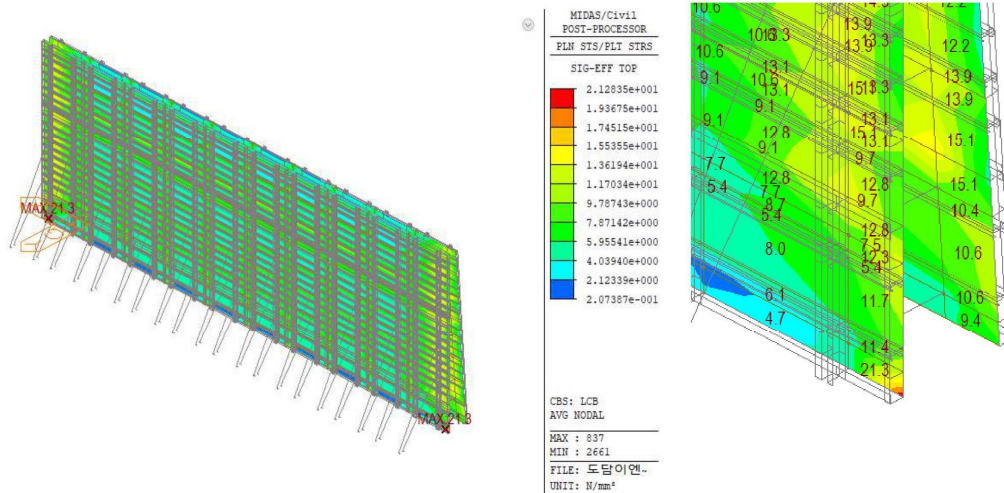


자중 = 1.2 (프로그램내에서 Self weight 20%할증)

측압 = $P_H = p_c + P_w = 0.05986 + 0.00077 = 0.0606$ MPa

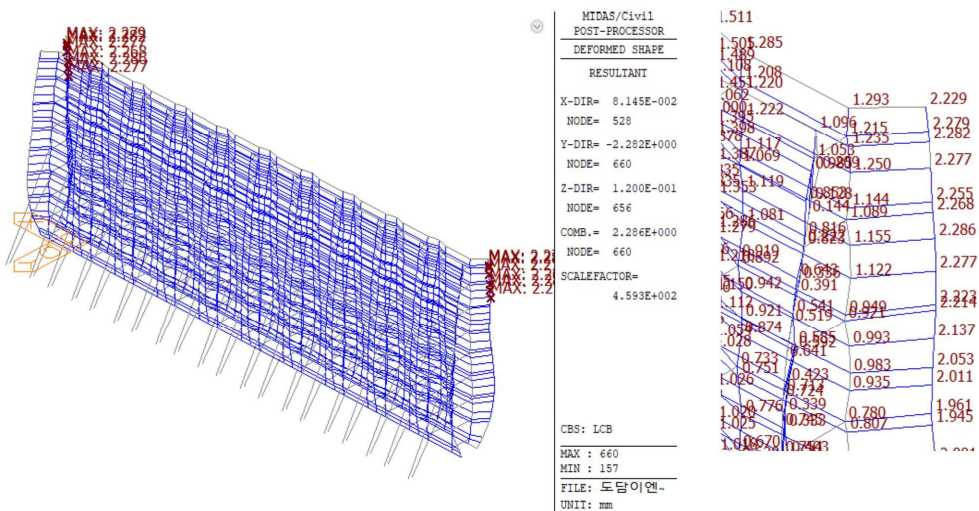


1) 스킨 플레이트



$$f_b = 21.1 \text{ MPa} \leq f_{ba} = 140 \text{ MPa}$$

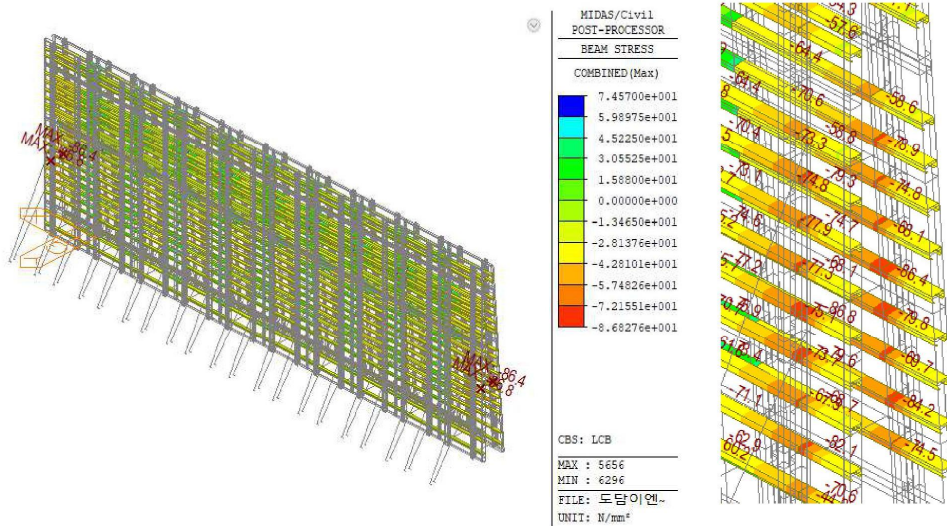
OK!!!



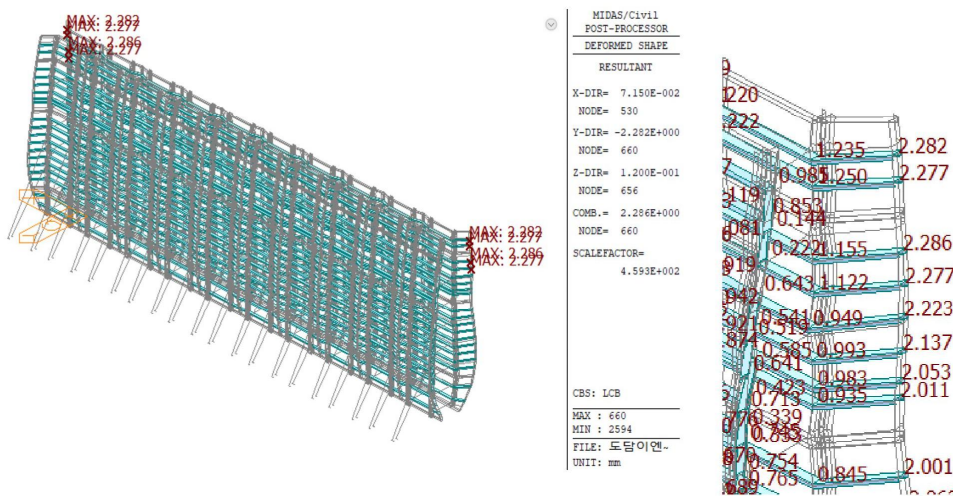
$$\delta = 2.29 \text{ mm} \leq 3.0 \text{ mm}$$

OK!!!

3) C-형강



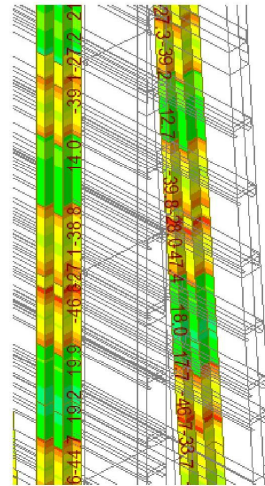
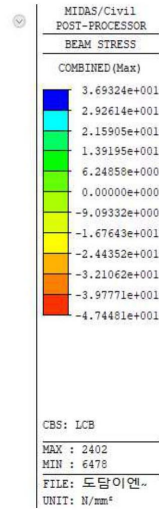
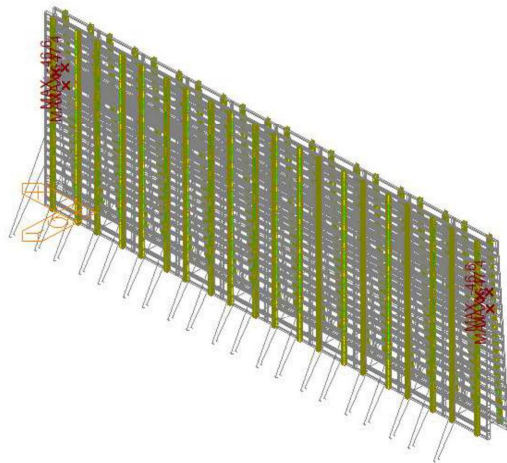
$$f_b = 86.4 \text{ MPa} \leq f_{ba} = 140 \text{ MPa} \quad \text{OK!!!}$$



$$\delta = 2.29 \text{ mm} \leq l_n / 360 = 3.33 \text{ mm} \quad \text{OK!!!}$$

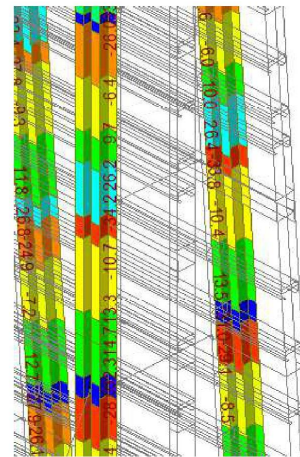
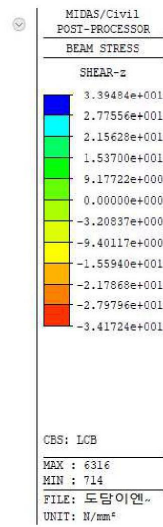
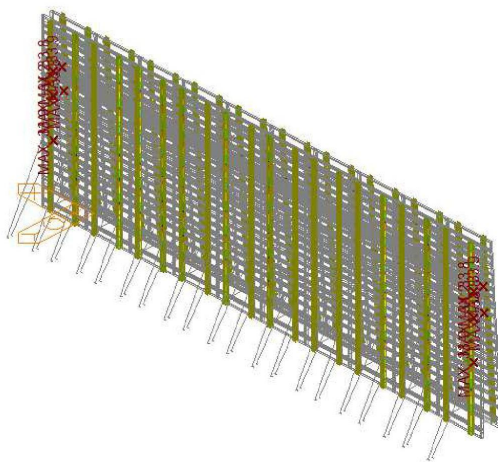
$$\leq 3.0 \text{ mm} \quad \text{OK!!!}$$

4) 웰러



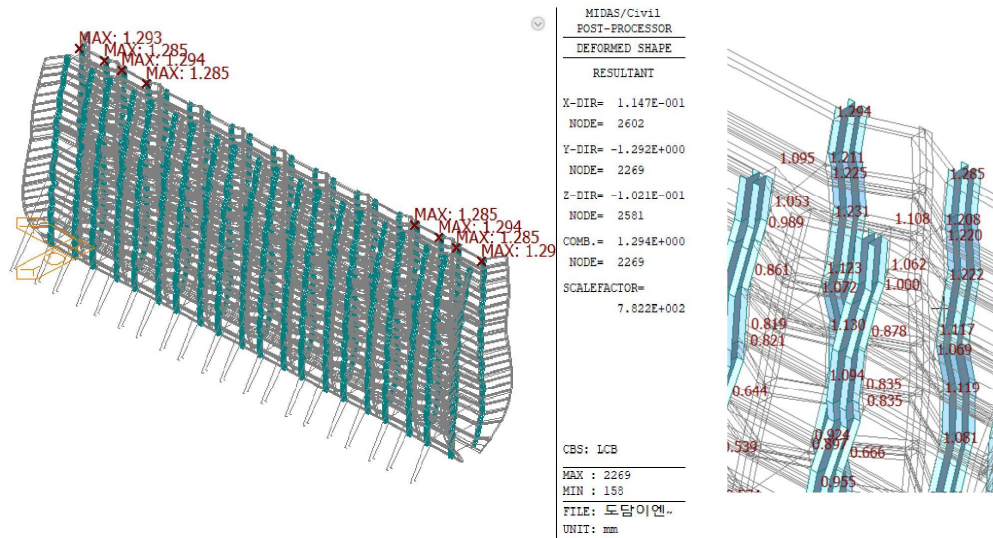
$$f_b = 47.4 \text{ MPa} \leq f_{ba} = 140 \text{ MPa}$$

OK!!!



$$f_s = 34.2 \text{ MPa} \leq f_{sa} = 80 \text{ MPa}$$

OK!!!



$$\delta = 1.29 \text{ mm} \leq l_n / 360 = 3.33 \text{ mm} \quad \text{OK!!!}$$

$$\leq 3.0 \text{ mm} \quad \text{OK!!!}$$

3. 지하차도#2

구조계산서

PERI (Korea) Ltd.
페리코리아 (페리유한회사)
서울특별시 강남구 테헤란로132
한독빌딩 14층



구조 검토서

Project 인천공항 4단계 연결도로 지하차도 2
Company 동부건설 / 도담이앤씨

Project-No. 11-0007597
System VARIO WALL FORM

Date Mar-2021
Revision 0
Prepared by 윤 부 강
Checked by 박 상 협
Approved by 최 규 호

토목구조기술사	자격증 번호	성명
	93139010097Q 토목구조기술사	손 영원 

Project 인천국제공항 4단계 공항내부 연결도로 공사
System VARIO WALL FORM
Project-No. 11-0007597



Contents

구조 검토 결과 요약

1. 설계조건

- 1.1 설계기준
- 1.2 설계재료
 - 1.2.1 합판
 - 1.2.2 PERI GIRDER VT20
 - 1.2.3 강재
 - 1.2.4 폼타이
- 1.3 처짐
- 1.4 설계하중

CASE.1

1. 설계개요

- 1.1 설계개요
- 1.2 단면

2. VARIO 시스템 검토

- 2.1 콘크리트 축압
- 2.2 합판 검토
- 2.3 장선재 검토
- 2.4 멍에재 검토
- 2.5 폼타이 검토

CASE.2

3. 설계개요

- 3.1 설계개요
- 3.2 3D VIEW

4. Push-Pull Prop 시스템 검토

- 4.1 하중 조합
- 4.2 하중 재하도, 부재력도
- 4.3 안정검토
- 4.4 Push-Pull 검토
- 4.5 세트양카 인발력 검토

CASE.3

5. 설계개요

- 5.1 설계개요

6. GB100 시스템 검토

- 6.1 설계 하중
- 6.2 GB80 Bracket 검토
- 6.3 M16 x 130 Bolt Check

* Back data

Project 인천국제공항 4단계 공항내부 연결도로 공사
 System VARIO WALL FORM
 Project-No. 11-0007597



구조 검토 결과 요약

콘크리트 시공 시에 작용하는 하중에 대하여 거푸집의 안전성 검토 결과 허용범위 이내임을 확인하였다.

설계조건

	Case 1
타설높이	H: 7.00 m

사용재료

합판	Birch	18 mm
장선	GIRDER	VT20 @ 250
덩에	WALE	U100x50 @ 1,500
폼타이	PERI DW	15 @ 1,000



Project 인천국제공항 4단계 공항내부 연결도로 공사
System VARIO WALL FORM
Project-No. 11-0007597



1. 설계조건

1.1 설계기준

- 1) KDS 21 50 00 거푸집 및 동바리 설계기준 (국토교통부, 2018)
- 2) KCS 21 50 05 거푸집 및 동바리공사 일반사항 (국토교통부, 2018)
- 3) KS F 3110 콘크리트 거푸집용 합판
- 4) DIN 18800 (독일 수입자재 적용)
- 5) DIN EN 13377
- 6) KDS 14 30 05 강구조 설계 일반사항 (국토교통부, 2016)
- 7) KDS 14 30 10 강구조 부재 설계기준 (국토교통부, 2016)

1.2 설계재료

1.2.1 합판

: 페리 합판 제원은 아래와 같다.

Type of plywood	E-Modulus [MPa]		Perm σ [MPa]	
	parallel	cross	parallel	cross
Fin-Ply	8,730	6,440	15.3	12.2
PERI Birch	8,560	6,610	15.0	12.4

[설계기준1) 표 2.2-2] 콘크리트 거푸집용 합판의 단면성능

두께	하중 방향	단면계수Z [mm ³ /mm]	단면2차 모멘트 I [mm ⁴ /mm]	전단강주 lb/Q [mm ² /mm]	탄성계수E (MPa)	허용휨응력 (MPa)	허용전단 응력 (MPa)
12	0°	13	90	10	11,000	16.8	0.63
15	0°	18	160	11.5			
18	0°	23	250	14.8			

1.2.2 PERI GIRDER VT20

: 페리 거더 VT20의 구조적 성능은 아래와 같다.

[(설계기준 5)]

종류	단면2차모멘트 (cm ⁴)	탄성계수 E (MPa)	허용모멘트 (kN·m)	허용전단력 (kN)
VT 20	4,181	11,000	5	11

Project 인천국제공항 4단계 공항내부 연결도로 공사
System VARIO WALL FORM
Project-No. 11-0007597



1.2.3 강재

: 강종은 St 37 및 St 52(독일 강종)이며, 해당 강종의 허용응력은 아래와 같다

[설계기준4) 표1 3.81]

허용응력	St 37(S235)		St 52(S355)		StE 460		StE 690	
	H	HZ	H	HZ	H	HZ	H	HZ
허용 휨 압축응력	140	160	210	240	275	310	410	460
허용 휨 인장응력	160	180	240	270	310	350		
허용 전단응력	92	104	139	156	180	200	240	270

* H, HZ는 하중조합을 말함. H : 자중+고정하중+활하중, Z : 충격, 콘크리트 측압, 온도, 풍하중, 수평하중 등.

:국내 강재의 구조적 성능은 아래와 같다.

[설계기준6) 7)]

종류	단위질량 (kg/m ³)	탄성계수E (MPa)	항복강도 (MPa)	허용휨응력 (MPa)	허용전단응력 (MPa)
SS400	7,850	205,000	235	141	94
SM490Y			355	213	142

주) 위 표의 항복강도는 판두께 40mm 이하 강재에 해당됨.

1.2.4 폼타이

: 타이로드 DW 15, DW 20, DW 26.5의 물성치는 다음과 같다.

	지름 Ø [mm]		
	15	20	26.5
탄성계수 [N/mm ²]	205,000		
단면적 [mm ²]	177	314	551
허용인장력 [KN]	90	150	250

* [설계기준1) 표1.8-3] 거푸집 긴결재 안전을 2를 만족한다.

1.3 처짐

[설계기준1) 표 1.9-1] 거푸집 널의 변형기준

표면의 등급	상대변형	절대변위
A급 : 미관상 중요한 노출콘크리트 면	$L_n / 360$	3 mm
B급 : 마감이 있는 콘크리트 면	$L_n / 270$	6 mm
C급 : 미관상 중요하지 않은 노출콘크리트 면	$L_n / 180$	13 mm

* 순간격(L_n) 1.5m 이내의 변형이 상대변형과 절대변형 중 작은 값 이하가 되어야 한다.

** 순간격(L_n)은 거푸집을 지지하는 등바리 또는 거푸집 긴결재의 지간거리를 의미한다

Project 인천국제공항 4단계 공항내부 연결도로 공사
 System VARIO WALL FORM
 Project-No. 11-0007597



1.4 설계하중

: 설계기준 1) 1.6 설계 하중을 따른다

1) 일반 콘크리트용 측압

$$P = W \cdot H$$

여기서, P : 콘크리트 측압(kN/m²)
 W : 굳지 않은 콘크리트의 단위질량(KN/m³)
 H : 콘크리트의 타설 높이(m)

2) 콘크리트 슬럼프가 175mm 이하, 1.2m 깊이 이하의 일반적인 내부진동다짐으로 타설 될때

- 기둥 측압 산정식

$$P_{min} = 30 C_w \leq P = C_w \cdot C_c \left[7.2 + \frac{790 R}{T + 18} \right] \leq P_{max} = W \cdot H$$

-벽체 측압 산정식

타설속도 2.1m/hr 이하, 타설높이 4.2m 미만

$$P_{min} = 30 C_w \leq P = C_w \cdot C_c \left[7.2 + \frac{790 R}{T + 18} \right] \leq P_{max} = W \cdot H$$

타설속도 2.1m/hr 이하이고 타설높이 4.2m 초과 or 타설속도 2.1~4.5m/hr인 모든경우

$$P_{min} = 30 C_w \leq P = C_w \cdot C_c \left[7.2 + \frac{1160 + 240R}{T + 18} \right] \leq P_{max} = W \cdot H$$

여기서, P : 콘크리트 측압(kN/m²)
 C_w : 단위질량 계수 <표 1.6-1>
 C_c : 첨가물계수 <표1.6-2>
 R : 콘크리트 타설속도(m/hr)
 T : 타설되는 콘크리트의 온도(°C)

<표 1.6-1> 단위질량 계수 C_w

콘크리트 단위질량	C _w
22.5KN/m ³ 이하인 경우	0.5[1+W/23 KN/m ³]] ≥ 0.8
22.5 초과~24KN/m ³ 이하인 경우	1
24KN/m ³ 초과인 경우	W/23 KN/m ³

Project 인천국제공항 4단계 공항내부 연결도로 공사

System VARIO WALL FORM

Project-No. 11-0007597



<표 1.6-2> 첨가물계수 C_c

시멘트 타입 및 첨가물	C_c
지연제를 사용하지 않은 KS L 5201 의 1, 2, 3종 시멘트	1
지연제를 사용한 KS L 5201 의 1, 2, 3종 시멘트	1.2
다른 타입의 시멘트 또는 지연제 없이 40% 이하의 플라이 애쉬 또는 70% 이하의 슬래그가 혼합된 시멘트	1.2
다른 타입의 시멘트 또는 지연제를 사용한 40% 이하의 플라이 애쉬 또는 70% 이하의 슬래그가 혼합된 시멘트	1.4
70% 이상의 슬래그 또는 40% 이상의 플라이 애쉬가 혼합된 시멘트	1.4

*여기서 지연제란 콘크리트의 경화를 지연시키는 모든 첨가물로서, 감수제, 중간단계의 감수제, 고성능 감수제 (유동화제)를 포함한다.

CASE.1

Project 인천국제공항 4단계 공항내부 연결도로 공사
 System VARIO WALL FORM
 Project-No. 11-0007597

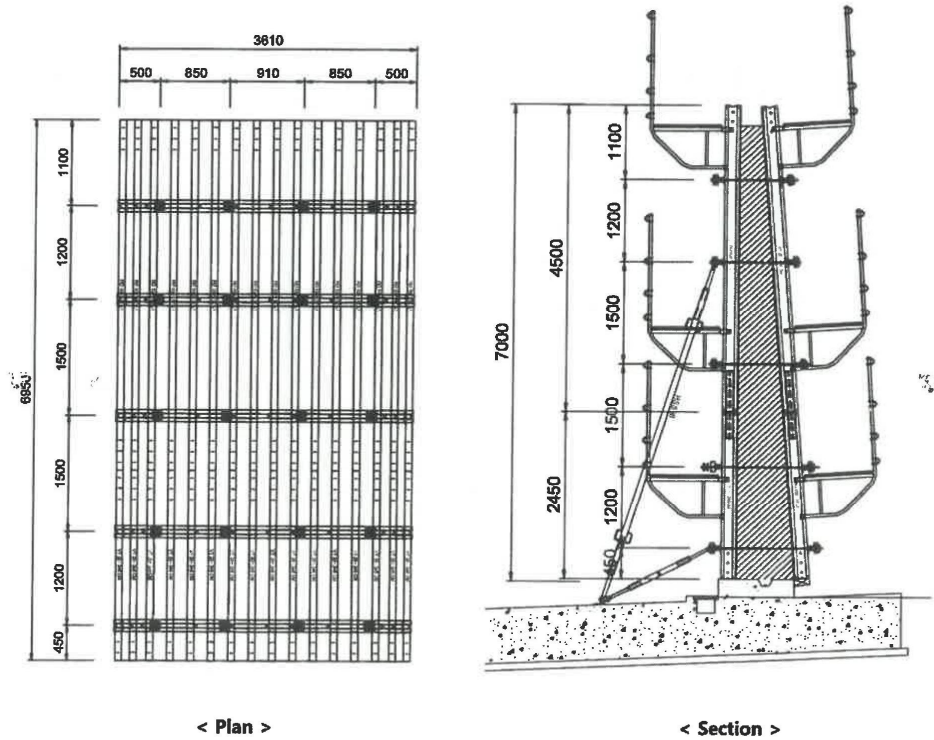


1. 설계개요

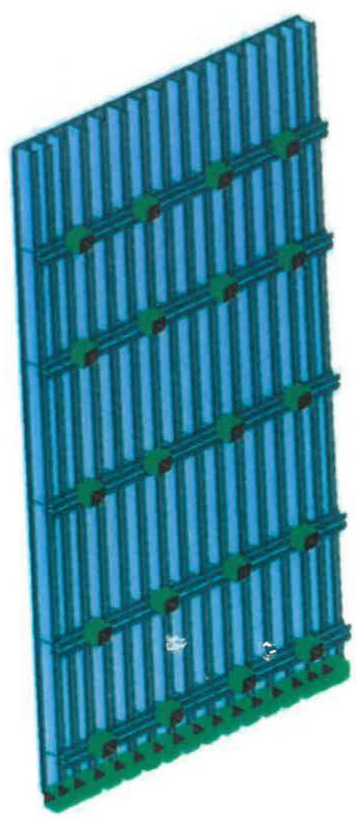
1.1 설계개요

- | | | |
|-------------|---|-------------------|
| 1) 시스템 | : | VARIO |
| 2) 타설높이 (H) | : | 7.00 m |
| 3) 장변의 치수 | : | ≥2 m (벽체 측압 적용) |

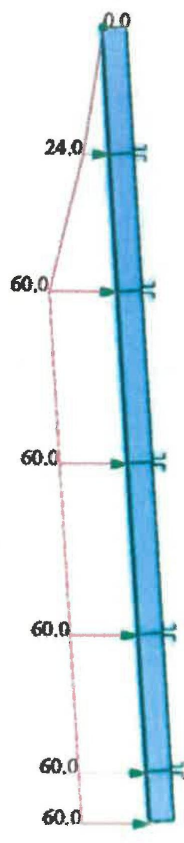
1.2 단면



Project 인천국제공항 4단계 공항내부 연결도로 공사
System VARIO WALL FORM
Project-No. 11-0007597



< Isometric >



< 하중 제하도 >

Project 인천국제공항 4단계 공항내부 연결도로 공사
System VARIO WALL FORM
Project-No. 11-0007597



2. VARIO 시스템 검토

2.1 콘크리트 측압

1) 시간당 타설 높이	R	1.0 m/hr
2) 콘크리트의 타설온도	T	15.0 °C
3) 콘크리트 단위 중량	W	24 kN/m ³
4) 단위질량 계수	C _w	1.0
5) 첨가물계수	C _c	1.2
6) 콘크리트 헤드	H _s	2.5 m
7) 측압의 최소값	P _{min}	30 kN/m ²
8) 측압의 최대값	P _{max}	168 kN/m ²

- 일반 콘크리트 측압

$$P = W \cdot H = 168 \text{ kN/m}^2$$

그러므로 콘크리트 측압은 168 kN/m²

-기동 측압 산정식

$$P = C_w \cdot C_c \left[7.2 + \frac{790 R}{T + 18} \right] = 37 \text{ kN/m}^2$$

그러므로 콘크리트 측압은 37 kN/m²

-벽체 측압 산정식

타설속도 2.1m/hr 이하, 타설높이 4.2m 미만 식 적용

$$P = C_w \cdot C_c \left[7.2 + \frac{790 R}{T + 18} \right] = 37 \text{ kN/m}^2$$

그러므로 콘크리트 측압은 37 kN/m²

타설속도 2.1m/hr 이하이고 타설높이 4.2m 초과 및 타설속도 2.1~4.5m/hr인 모든경우

$$P = C_w \cdot C_c \left[7.2 + \frac{1160 + 240R}{T + 18} \right] = 60 \text{ kN/m}^2$$

그러므로 콘크리트 측압은 60 kN/m²

장변의 치수가 ≥ 2 m 이므로 벽체 측압적용 하여 60 kN/m²

Project 인천국제공항 4단계 공항내부 연결도로 공사
 System VARIO WALL FORM
 Project-No. 11-0007597



2.2 합판 검토

- 합판 종류 : **Birch** FILM
- 합판 두께 : **18** mm

탄성계수 E	=	6,610	Mpa	
단면 2차 모멘트 I _y	=	486	mm ⁴ /mm	
단면계수 z _y	=	54.0	mm ³ /mm	b = 1.0 mm
허용 휨 응력 σ _a	=	12.4	Mpa	h = 18.0 mm

- 1) 장선재간격 = **250** mm (순간격 L_n = 170 mm)
- 2) 하중/unit = 0.0595 N/mm² x 1 mm = 0.0595 N/mm
- 3) 휨응력 검토

$$- M_{\max} = \frac{w \times L^2}{8} = \frac{0.0595 \times 62,500}{8} = 465 \text{ N'mm}$$

$$- \sigma = \frac{M_{\max}}{Z_y} = \frac{465}{54.0} = 8.6 \text{ Mpa}$$

그러므로, 8.6 Mpa ≤ 12.4 Mpa OK !

4) 처짐 검토

① 절대변형

$$- d_{\max} = \frac{5 w L^4}{384EI} = \frac{5 \times 0.0595 \times 835,210,000}{384 \times 6,610 \times 486} = 0.20 \text{ mm}$$

그러므로, 0.20 mm ≤ 3.0 mm OK !

② 상대변형

$$- d_{\max} = \frac{L_n}{360} = \frac{170}{360} = 0.47$$

그러므로, 0.20 mm ≤ 0.5 mm OK !

거푸집 동바리 설계 기준 KDS 21 50 00 1.9 변경기준에 의거하여,
 변형값이 상대변형과 절대 변형 중 작은 값 이하여야 한다.

Project 인천국제공항 4단계 공항내부 연결도로 공사
 System VARIO WALL FORM
 Project-No. 11-0007597



2.3 장선재 검토

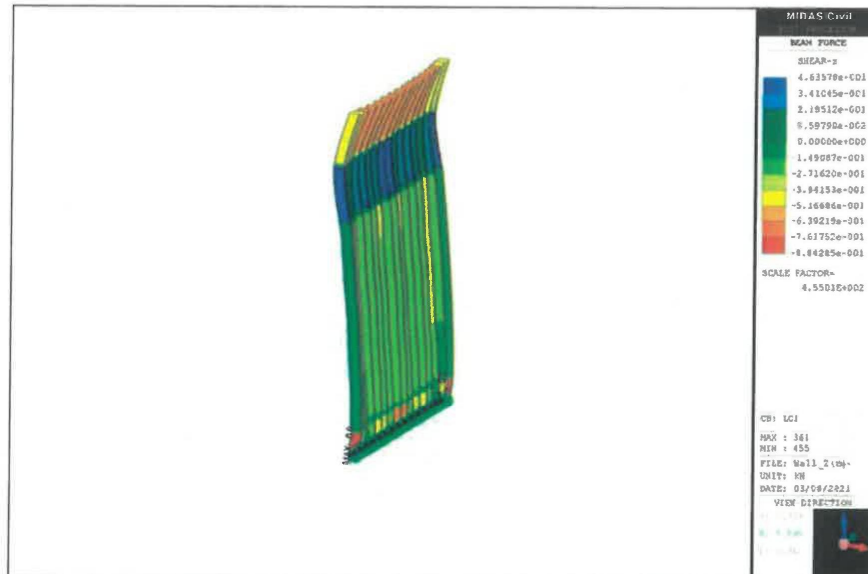
- 장선재 종류 :	GIRDER	VT20	
- 장선재 간격 :	250	mm	재료: VT20
탄성계수 E	=	11,000	Mpa
단면 2차 모멘트 I _y	=	4.6E+07	mm ⁴
유효단면적 A	=	9,640	mm ²
단면계수 Z _y	=	457,013	mm ³
허용 휨 응력 σ _a	=	10.9	Mpa
허용 전단응력 τ _a	=	2.7	MPa
		b = 80	mm
		h = 200	mm



1) 휨응력 검토

- $M_{max} =$ [refer to Back Data] = 1.6 Mpa
 그러므로, 1.6 MPa ≤ 10.9 MPa OK !

Project 인천국제공항 4단계 공항내부 연결도로 공사
System VARIO WALL FORM
Project-No. 11-0007597



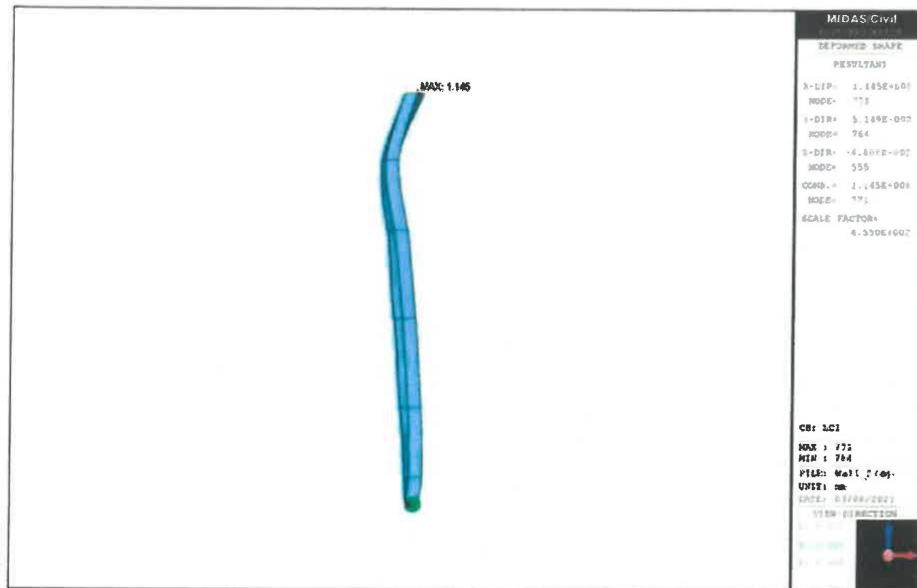
2) 전단력 검토

$$- S_{\max} = [\text{refer to Back Data}] = 0.7 \text{ KN}$$

$$- \tau_{\max} = \frac{V}{I} \frac{Q}{b_{tw}} = \frac{0.7}{4.6E+07} \times \frac{304,600}{27} = 0.20 \text{ Mpa}$$

그러므로, 0.20 MPa ≤ 2.70 MPa OK !

Project 인천국제공항 4단계 공항내부 연결도로 공사
 System VARIO WALL FORM
 Project-No. 11-0007597



3) 처짐 검토

① 절대변형

$$- d_{\max} = \quad [\text{refer to Back Data}] \quad = \quad 1.1 \quad \text{mm}$$

② 휨공식에 의한 변형

$$- d_{\max} = \frac{5 w L^4}{384EI} = \frac{5 \times 15.0000 \times 2,073,600,000,000}{384 \times 11,000 \times 45701333} = 0.81 \quad \text{mm}$$

그러므로, $1.1 \text{ mm} \leq 3.0 \text{ mm}$ OK!

Project 인천국제공항 4단계 공항내부 연결도로 공사

System VARIO WALL FORM

Project-No. 11-0007597



2.4 멩에제 검토

- 멩에제 종류 :

WALE

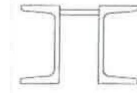
U100x50

- 멩에제 간격 :

1,500 mm

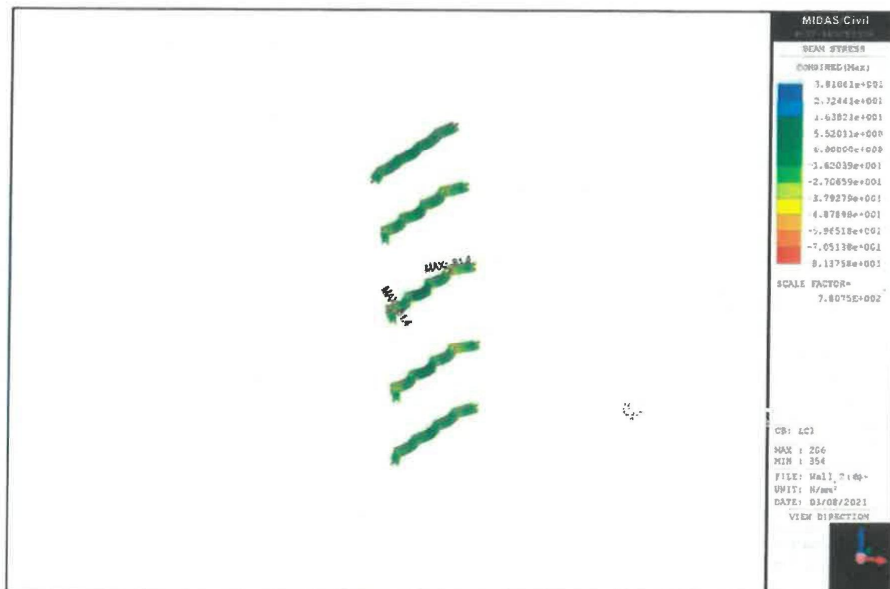
재료: SS400

탄성계수	E	=	205,000 Mpa
단면 2차 모멘트	I_y	=	4.1E+06 mm ⁴
유효단면적	A	=	2,700 mm ²
단면계수	Z_y	=	82,400 mm ³
허용 휨 응력	σ_a	=	141.0 Mpa
허용 전단응력	τ_a	=	94.0 MPa



b = 152 mm

h = 100 mm

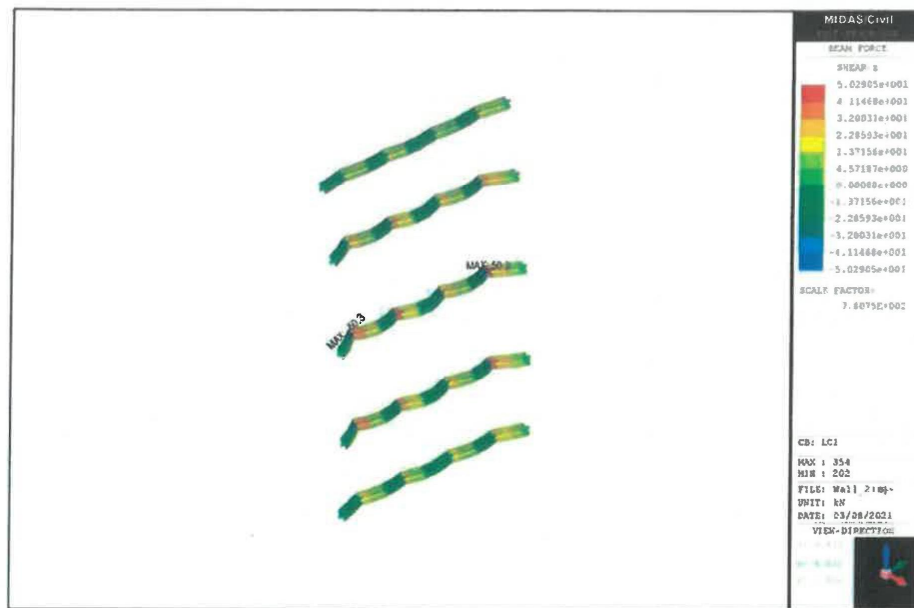


1) 휨응력 검토

- M_{max} = [refer to Back Data] = 81.4 Mpa

그러므로, 81.4 MPa ≤ 141.0 MPa OK !

Project 인천국제공항 4단계 공항내부 연결도로 공사
System VARIO WALL FORM
Project-No. 11-0007597



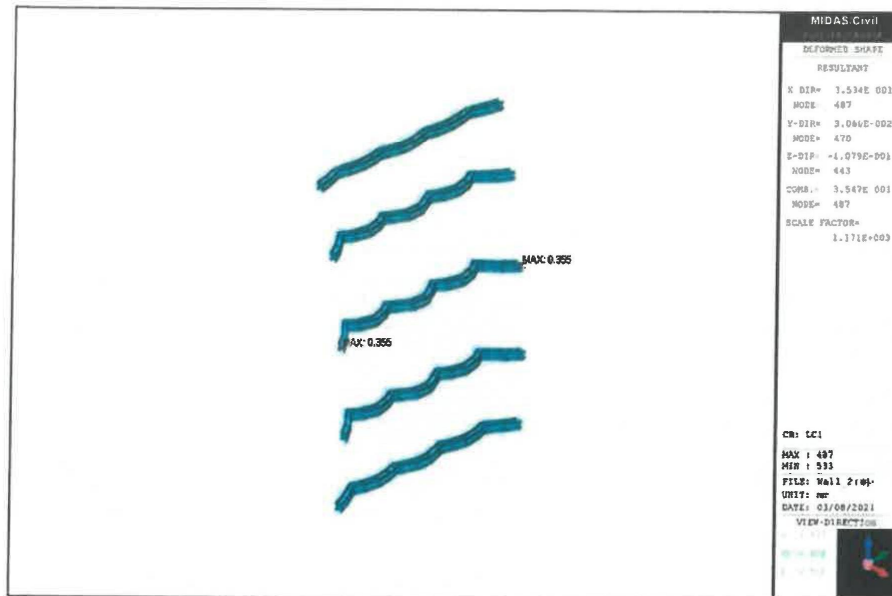
2) 전단력 검토

$$- S_{\max} = [\text{refer to Back Data}] = 50.3 \text{ KN}$$

$$- \tau_{\max} = \frac{V}{I} \frac{Q}{b_{tw}} = \frac{50.3}{4.1E+06} \times \frac{43719}{10} = 53.40 \text{ Mpa}$$

그러므로, 53.40 MPa ≤ 94.00 MPa OK !

Project 인천국제공항 4단계 공항내부 연결도로 공사
System VARIO WALL FORM
Project-No. 11-0007597



3) 처짐 검토

① 절대변형

$$- d_{\max} = \text{[refer to Back Data]} = 0.4 \text{ mm}$$

② 휨공식에 의한 변형

$$- d_{\max} = \frac{5 w L^4}{384EI} = \frac{5 \times 73.5200 \times 685,749,610,000}{384 \times 205,000 \times 4120000} = 0.78 \text{ mm}$$

그러므로, **0.78 mm ≤ 3.0 mm OK !**

Project 인천국제공항 4단계 공항내부 연결도로 공사

System VARIO WALL FORM

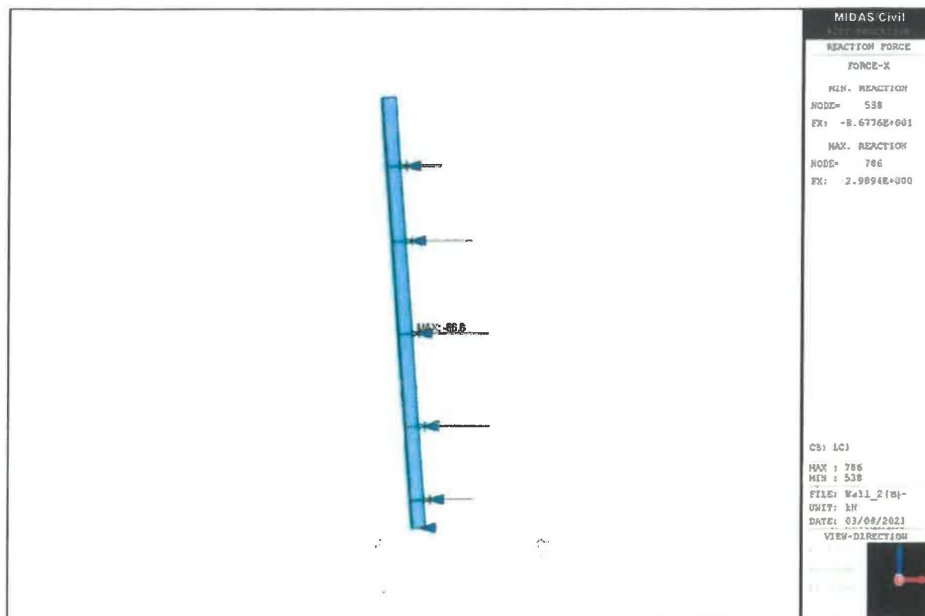
Project-No. 11-0007597



2.5 폼타이 검토

- 폼타이 종류 : PERI DW 15
- 폼타이 최대간격 : 1,000 mm

탄성계수 $E = 210,000 \text{ Mpa}$
유효단면적 $A = 177 \text{ mm}^2$
허용 인장 응력 $T_a = 90 \text{ KN}$



1) 인장력 검토

$$T_{\max} = [\text{refer to Back Data}] = 86.9 \text{ KN}$$

그러므로, 86.9 KN $\leq$ 90.0 KN OK !

* [설계기준1) 표1.8-3] 거푸집 긴결재 안전율 2를 만족한다.

CASE.2

Project 인천국제공항 4단계 공항내부 연결도로 공사

System VARIO WALL FORM

Project-No. 11-0007597

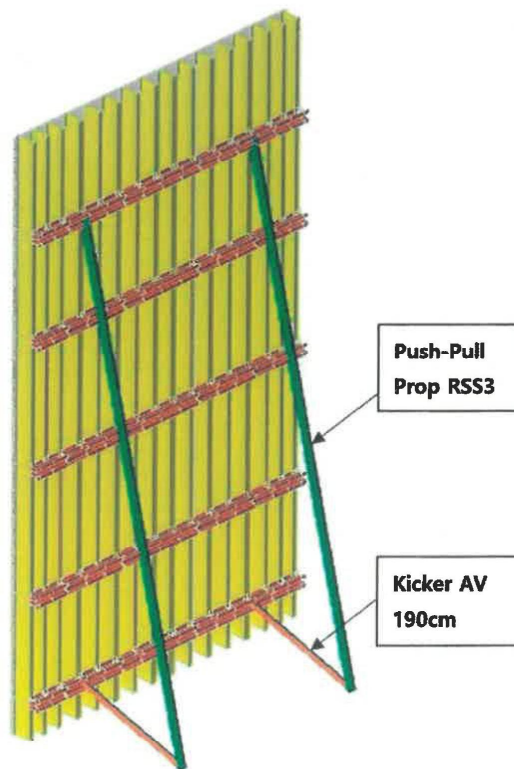


3. 설계개요

3.1 설계개요

- | | | |
|-------------|---|-------------------|
| 1) 시스템 | : | VARIO |
| 2) 타설높이 (H) | : | 7.00 m |
| 3) 장변의 치수 | : | ≥2 m (벽체 측압 적용) |

3.2 3D VIEW



< 3D VIEW >

4. Push-Pull Prop 시스템 검토

4.1 하중 조합

1) Selfweight ; Z direction -1

2) Wind Load ; m2 당 0.5kN/m2

※ KDS 21 50 00 거푸집 및 동바리 설계기준 1.6.5 수평하중 (6) 항목에 의거하여,

최소 수평하중과 고려한 측압과 풍하중 중에서 큰 하중을 적용하여 전도에 대한 안정성을 검토함.

1.6.5 수평하중

- (1) 거푸집 및 동바리는 풍하중 이외에 타설 시의 충격, 또는 시공오차 등에 의한 최소의 수평하중(M)을 고려하여야 하며, 풍하중과 최소 수평하중의 영향을 각각 고려하여 불리한 경우에 대하여 검토한다.
- (2) 동바리에 고려하는 최소 수평하중은 고정하중의 2%와 수평길이 당 1.5 kN/m 이상 중에서 큰 값의 하중이 최상단에 작용하는 것으로 한다.
- (3) 최소 수평하중은 동바리 설치면에 대하여 X방향 및 Y방향에 대하여 각각 적용한다.
- (4) 콘크리트를 한 번에 타설하는 상부 바닥판의 중단경사 또는 횡단경사에 의해 굳지 않은 콘크리트의 유체 압력이 그림 1.6-1과 같이 발생하는 경우에는 (2)의 수평하중에 추가하여 고려한다.
- (5) 풍하중(W), 수압(F), 콘크리트 비대칭 타설 시의 편심하중, 경사진 거푸집의 수직 및 수평분력, 콘크리트 내부 매설물의 양압력, 크레인 등의 장비하중, 외부진동다짐에 의한 영향 하중 등과 같이 가설 작업 중 특수하게 발생하는 수평하중의 영향은 별도로 고려하여야 한다.
- (6) 벽체 및 기둥 거푸집에 고려하는 최소 수평하중은 거푸집면 투영면적 당 0.5 kN/m² 이 추가 작용하는 것으로 하며, 최소 수평하중과 고려한 측압과 풍하중 중에서 큰 하중을 적용하여 전도에 대한 안정성을 검토하여야 한다.

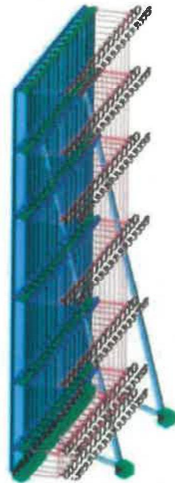
Project 인천국제공항 4단계 공항내부 연결도로 공사

System VARIO WALL FORM

Project-No. 11-0007597



4.2 하중 재하도, 부재력도



하중재하도

** 풍하중의 경우, 양방향으로 작용하나 Worst 한 케이스로 Push-Pull Prop 검토
위와 같이 2) Wind Load ; m2 당 0.5kN/m2 적용



부재력도

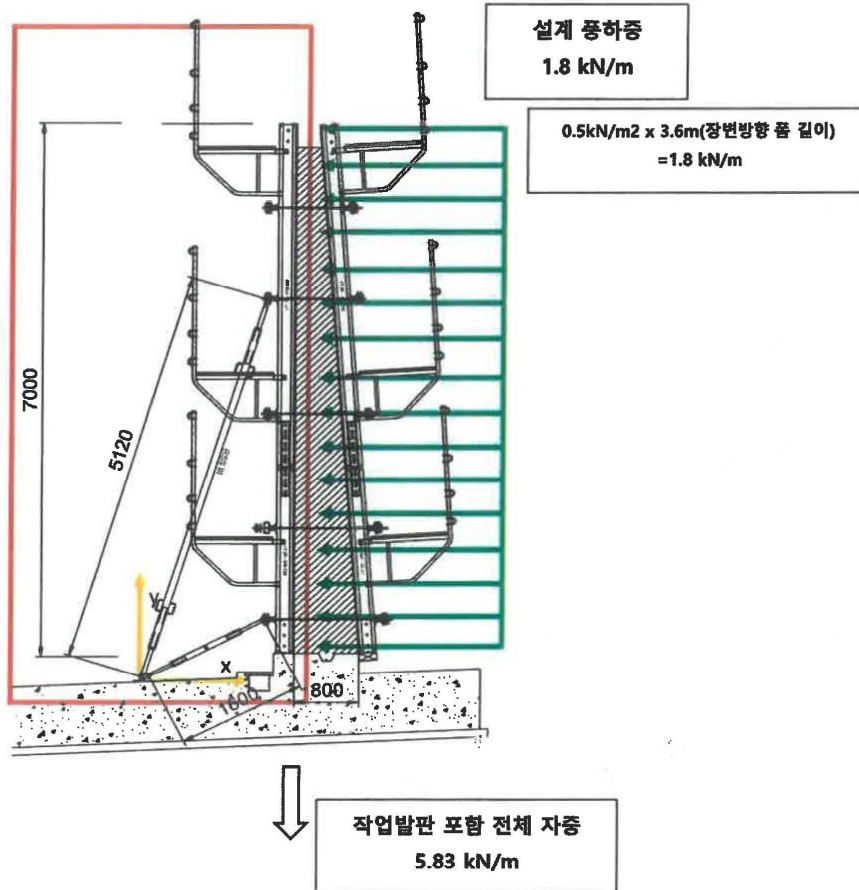
Project 인천국제공항 4단계 공항내부 연결도로 공사

System VARIO WALL FORM

Project-No. 11-0007597



4.3 안정검토



1) 하중 집계

구분	수직력	수평력	작용거리		St 52(S355)	
			X(m)	Y(m)	Mr(kN·m)	Mo(kN·m)
거푸집	5.83	-	2	-	11.66	-
풍하중	-	1.8	-	3.5	-	6.3

Project 인천국제공항 4단계 공항내부 연결도로 공사

System VARIO WALL FORM

Project-No. 11-0007597



2) 하중 조합

구분	구분	V (kN)	H (kN)	Mr(kN-m)	Mo(kN-m)
COMB1	고정하중 + 풍하중	5.83	1.8	11.66	6.3

3) 전도에 대한 안정

구분	Mr(kN-m)	Mo(kN-m)	V (kN)	S.F
COMB1	11.66	6.3	5.83	1.851

건축물의 구조기준등에 관한 규칙 (1996.2.13) 제 2장 하중 및 외력 제 13조 풍하중 5번에 의거하여,
안정모멘트 (Mr) / 전도모멘트 (Mo) > 1.5

그러므로, 1.5 ≤ 1.9 OK !

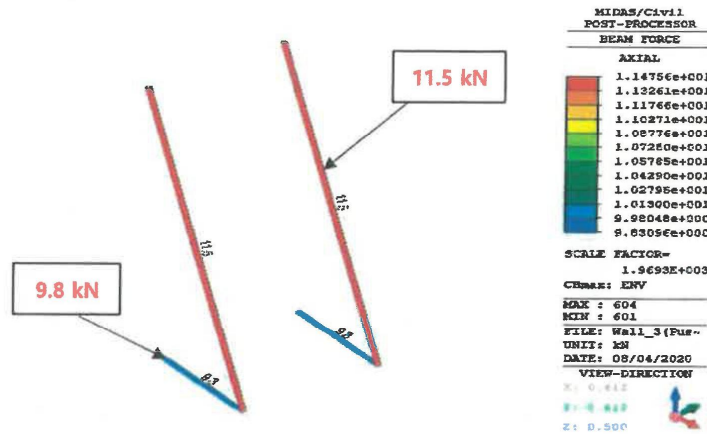
Project 인천국제공항 4단계 공항내부 연결도로 공사

System VARIO WALL FORM

Project-No. 11-0007597



4.4 Push-Pull 검토



Push-Pull Prop RSS III L = 4.60 – 6.00 m

Extension Length [m]	4.60	4.95	5.30	5.65	6.00
Perm. Compressive Force F [kN]	27.9	22.8	18.6	14.7	11.1
Perm. Tension Force F [kN]	20.0				

- Push-Pull Prop RSS3
- 최대 압축력 : 11.5 kN
- 허용하중 : 18.6 kN (RSS 3 길이 : 5.12 m)

그러므로, 11.5 kN ≤ 18.6 kN OK !

Kicker AV 190 L = 1.08 – 1.90 m

Extension Length [m]	1.08	1.25	1.50	1.75	1.90
Perm. Compressive Force F [kN]	39.2	38.5	37.4	34.6	31.3
Perm. Tension Force F [kN]	21.1				

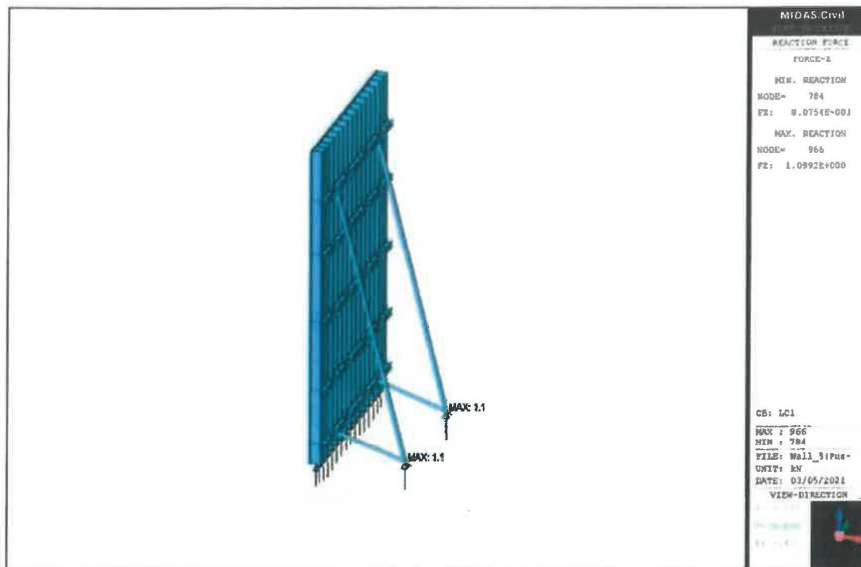
- Kicker AV 190
- 최대 압축력 : 9.8 kN
- 허용하중 : 35 kN (RSS 3 길이 : 1.6 m)

그러므로, 9.8 kN ≤ 35.0 kN OK !

Project 인천국제공항 4단계 공항내부 연결도로 공사
 System VARIO WALL FORM
 Project-No. 11-0007597



4.5 세트앙카 인발력 검토



- 세트앙카에 작용하는 인발력 : **1.1** kN
 - ** 세트앙카의 경우, 페리에서 납품이 아닌 현장구매로 진행함.
- 따라서, 해당 인발력을 견딜 수 있는 규격에 맞는 세트앙카 구매하여 사용 바람.

CASE.3

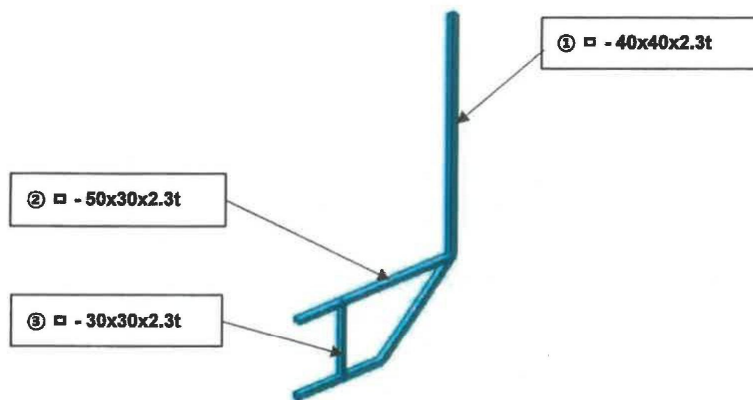
Project 인천국제공항 4단계 공항내부 연결도로 공사
 System VARIO WALL FORM
 Project-No. 11-0007597



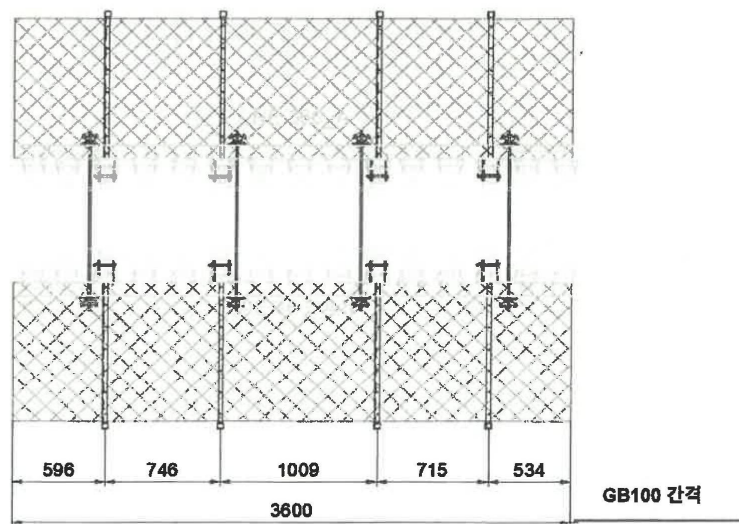
5. 설계개요

5.1 설계개요

- 1) 시스템 : GB100
 2) GB100 제원

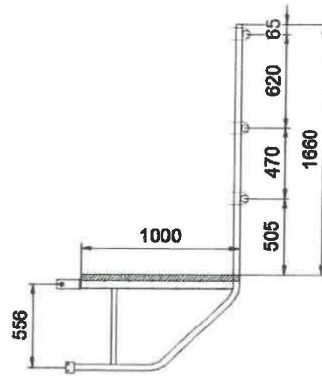


5.2 Modeling, 평면도, 단면도

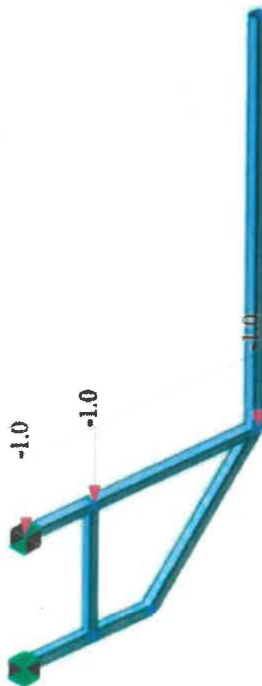


< 평면도 >

Project 인천국제공항 4단계 공항내부 연결도로 공사
 System VARIO WALL FORM
 Project-No. 11-0007597



< 단면도 >



< Isometric, 하중 제하도 >

Project 인천국제공항 4단계 공항내부 연결도로 공사
System VARIO WALL FORM
Project-No. 11-0007597



6. GB100 시스템 검토

6.1 설계 하중

- 1) Selfweight ; Z direction -1
- 2) Live Load ; m2 당 1.0kN/m2
= 1.0 kN/m2 x 1.0m(GB100 최대 간격) = 1.0 kN/m

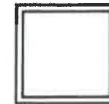
6.2 GB80 Bracket 검토

㉠번 부재 검토

STEEL PIPE 40 X 40 X 2.3

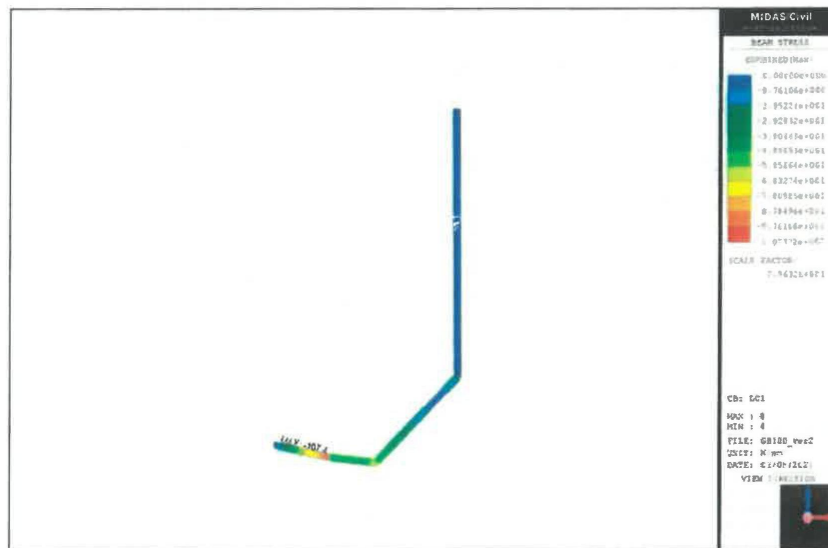
재료: SS400

탄성계수 E	=	210,000 Mpa
단면 2차 모멘트 I _y	=	7.7E+04 mm ⁴
유효단면적 A	=	347 mm ²
단면계수 z _y	=	38,600 mm ³
허용 휨 응력 σ _a	=	141.0 Mpa
허용 전단응력 τ _a	=	94.0 MPa



b = 40 mm

h = 40 mm

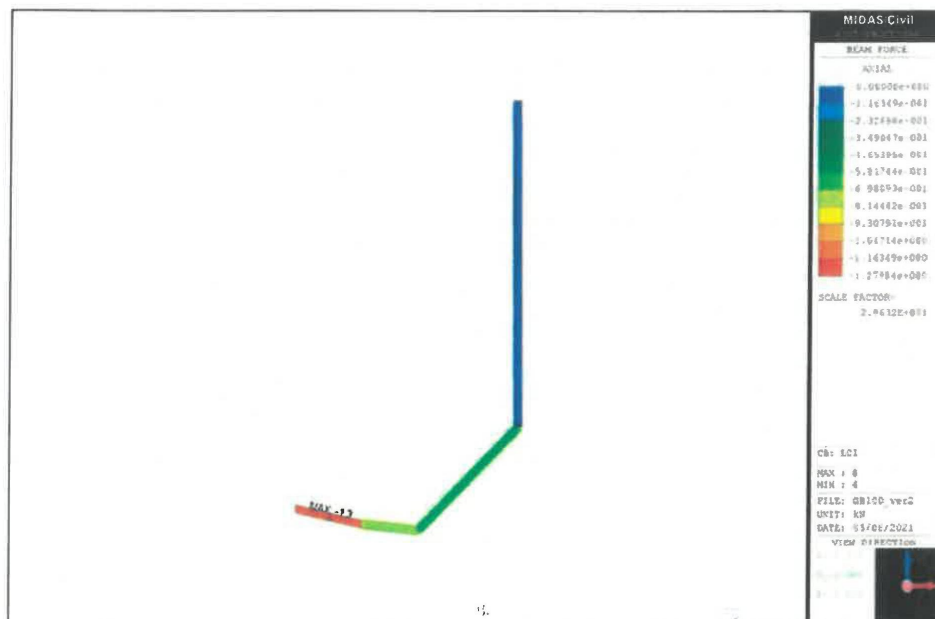


1) 휨응력 검토

$$- M_{\max} = [\text{refer to Back Data}] = 107.4 \text{ Mpa}$$

그러므로, 107.4 MPa ≤ 141.0 MPa OK !

Project 인천국제공항 4단계 공항내부 연결도로 공사
 System VARIO WALL FORM
 Project-No. 11-0007597



2) 전단력 검토

$$- S_{\max} = [\text{refer to Back Data}] = 1.3 \text{ KN}$$

$$- \tau_{\max} = \frac{V}{A} = \frac{1.3}{3E+02} = 3.75 \text{ Mpa}$$

그러므로, 3.75 MPa ≤ 94.00 MPa OK !

Project 인천국제공항 4단계 공항내부 연결도로 공사

System VARIO WALL FORM

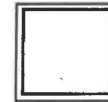
Project-No. 11-0007597



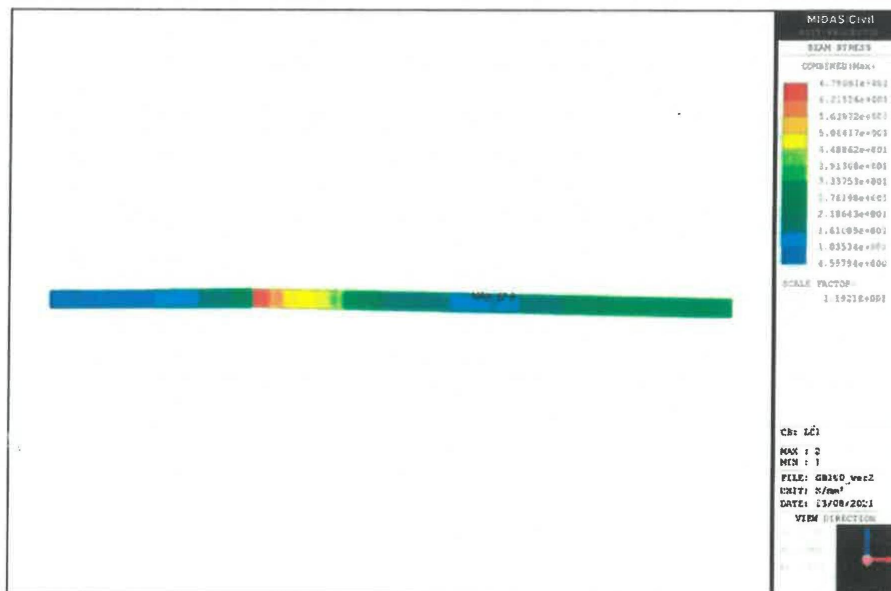
②번 부재 검토 STEEL PIPE 50 X 30 X 2.3

재료: SS400

탄성계수 $E = 210,000 \text{ Mpa}$
 단면 2차 모멘트 $I_y = 4.8E+04 \text{ mm}^4$
 유효단면적 $A = 333 \text{ mm}^2$
 단면계수 $Z_y = 1,830 \text{ mm}^3$
 허용 휨 응력 $\sigma_a = 141.0 \text{ Mpa}$
 허용 전단응력 $\tau_a = 94.0 \text{ MPa}$



$b = 40 \text{ mm}$
 $h = 40 \text{ mm}$

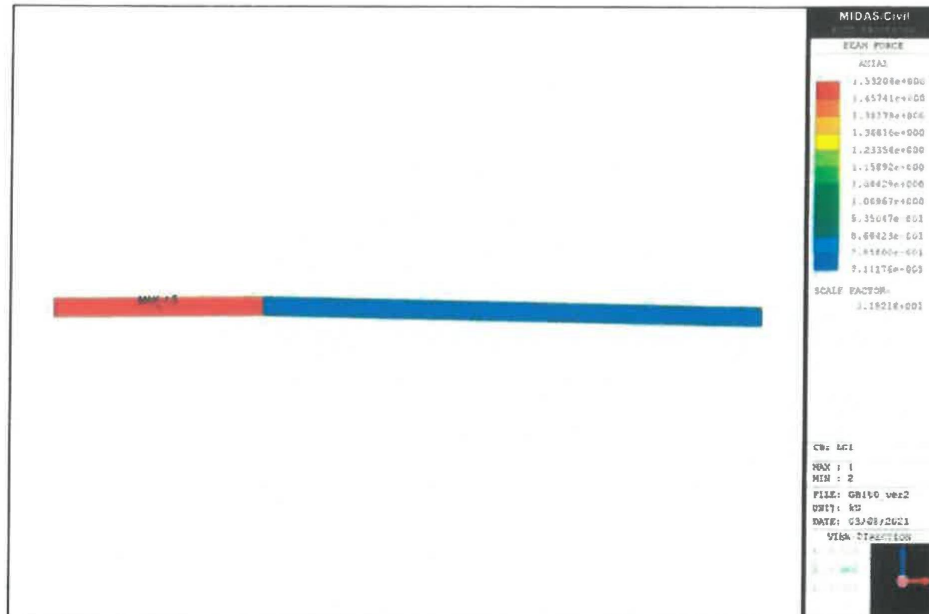


1) 휨응력 검토

- $M_{max} = [\text{refer to Back Data}] = 67.9 \text{ Mpa}$

그러므로, $67.9 \text{ MPa} \leq 141.0 \text{ MPa}$ OK!

Project 인천국제공항 4단계 공항내부 연결도로 공사
System VARIO WALL FORM
Project-No. 11-0007597



2) 전단력 검토

$$- S_{\max} = \text{[refer to Back Data]} = 1.5 \text{ KN}$$

$$- \tau_{\max} = \frac{V}{A} = \frac{1.5}{3E+02} = 4.50 \text{ Mpa}$$

그러므로, 4.50 MPa ≤ 94.00 MPa OK !

Project 인천국제공항 4단계 공항내부 연결도로 공사

System VARIO WALL FORM

Project-No. 11-0007597



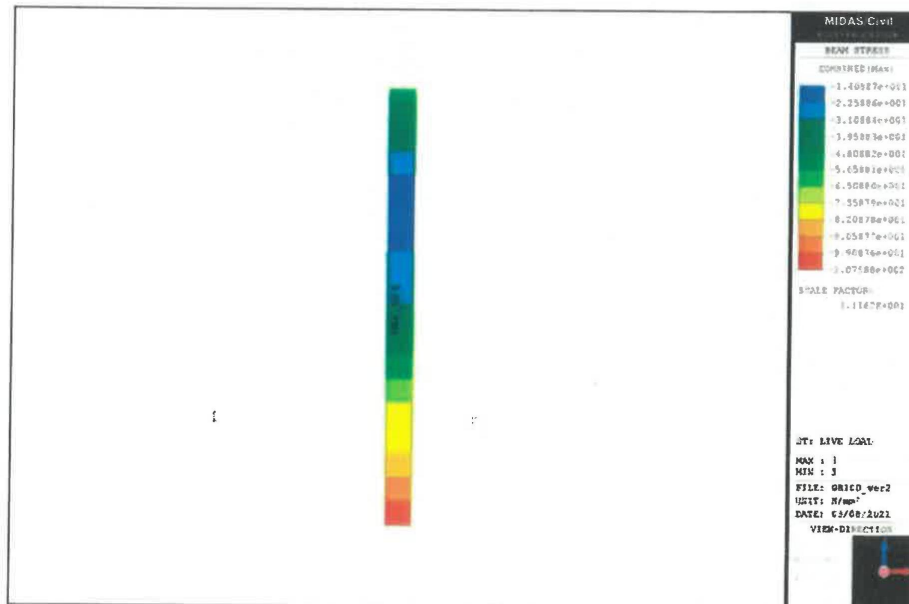
③번 부재 검토 **STEEL PIPE** **30 X 30 X 2.3**

재료: **SS400**

탄성계수 $E = 210,000 \text{ Mpa}$
 단면 2차 모멘트 $I_y = 3.3E+04 \text{ mm}^4$
 유효단면적 $A = 255 \text{ mm}^2$
 단면계수 $Z_y = 2,188 \text{ mm}^3$
 허용 휨 응력 $\sigma_a = 141.0 \text{ Mpa}$
 허용 전단응력 $\tau_a = 94.0 \text{ MPa}$



$b = 40 \text{ mm}$
 $h = 40 \text{ mm}$

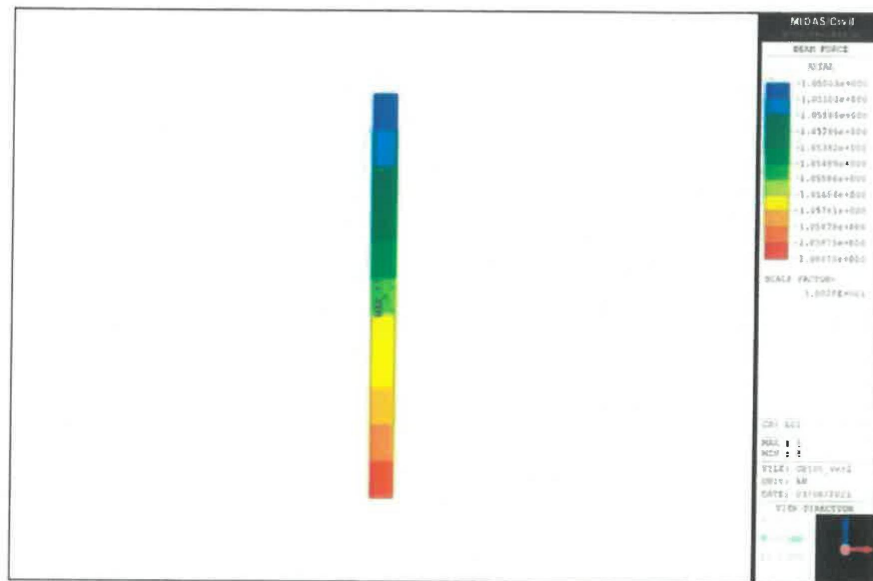


1) 휨응력 검토

- $M_{max} =$ *[refer to Back Data]* $= 107.6 \text{ Mpa}$

그러므로, $107.6 \text{ MPa} \leq 141.0 \text{ MPa}$ **OK !**

Project 인천국제공항 4단계 공항내부 연결도로 공사
System VARIO WALL FORM
Project-No. 11-0007597



2) 전단력 검토

$$- S_{\max} = [\text{refer to Back Data}] = 1.1 \text{ KN}$$

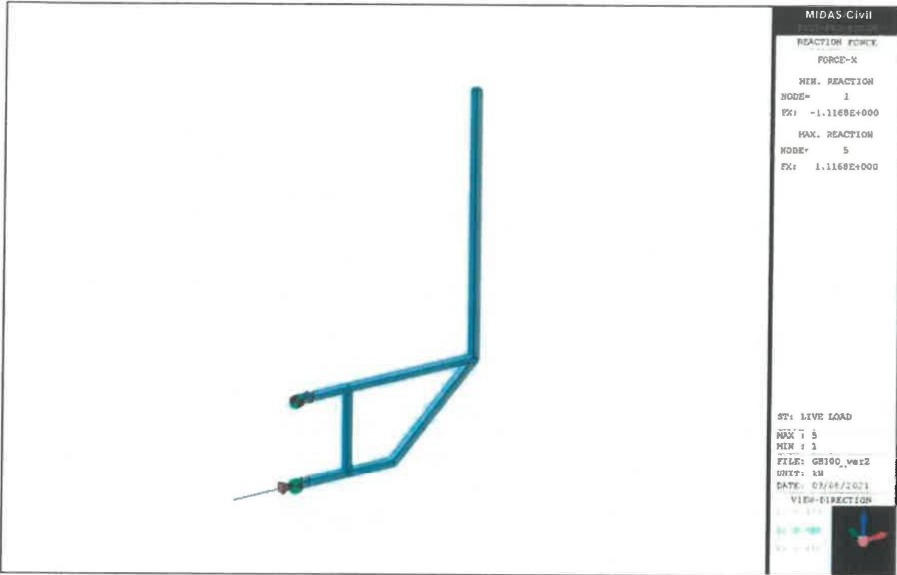
$$- \tau_{\max} = \frac{V}{A} = \frac{1.1}{3E+02} = 4.32 \text{ Mpa}$$

그러므로, 4.32 MPa ≤ 94.00 MPa OK !

Project 인천국제공항 4단계 공항내부 연결도로 공사
System VARIO WALL FORM
Project-No. 11-0007597



6.3 M16 x 130 Bolt Check



Tensile Load = [refer to Back Data] = 1.1 KN

Project 인천국제공항 4단계 공항내부 연결도로 공사
System VARIO WALL FORM
Project-No. 11-0007597



1) BOLT Tensile Load Check

<표 1> 볼트의 강도구분

강도구분	3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9
8월인장강도 (N/mm ²)	300	400	400	500	500	600	800	900	1000	1200
최소강도 (H _B)	90	114	124	147	152	181	238	276	304	366
호칭하중복합 (N/mm ²)	180	240	320	300	400	480				
호칭내력 (N/mm ²)							640	720	900	1080

<표 3> 기계적 성질에 따른 볼트 등급

기계적 성질에 따른 볼트 등급	항복강도(MPa)	인장강도(MPa)	연신율(%)	단면 수축률(%)
F8T	640 이상	800 ~ 1000	16 이상	45 이상
F10T	900 이상	1000 ~ 1200	14 이상	40 이상
F11T	990 이상	1100 ~ 1300	14 이상	40 이상
F13T	1170 이상	1300 ~ 1500	12 이상	35 이상

<표 4> 볼트 등급별 볼트 사이즈에 따른 기계적 성질

볼트 등급	최소 인장 하중(kN)							강도
	볼트 사이즈							
	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30	
F8T	67.4	125.4	195.8	242.7	282.0	367.0	449.0	TIR _C 18 - 31
F10T	84.3	156.7	244.8	303.4	352.5	458.8	561.3	TIR _C 27 - 38
F11T	92.7	172.4	269.3	333.7	387.8	501.7	617.4	TIR _C 30 - 40
F13T	109.6	203.7	318.2	394.4	458.3	596.4	729.7	TIR _C 40 - 45

* 출처 : 한국산업안전보건공단-볼트 너트의 선정 및 체결에 관한 기술지침

그러므로, 1.10 kN ≤ 156.70 kN OK!

Project 인천국제공항 4단계 공항내부 연결도로 공사
 System VARIO WALL FORM
 Project-No. 11-0007597



2) Bolt Shear Load Check

표 9.1.3.3-1 볼트의 공칭강도 (MPa)

강도	강종	고장력분류 ¹⁾			일반볼트 ²⁾
		F8T	F10T	F13T	SS400 SM400
공칭인장강도 F_{tR} ¹⁾		600	750	975	300
저압접합의 공칭 전단강도 F_{vR} ²⁾	나사부가 전단면에 포함될 경우 ³⁾	320	400	520	180
	나사부가 전단면에 포함되지 않을 경우 ⁴⁾	400	500	650	200

구 1) 인장강도의 0.75배

구 2) 힘 작용 방향으로 볼트접합부의 약 번째 볼트와 맨 끝 볼트의 중심 거리가 800mm 이하인 경우에 대한 것임. 이를 초과하는 경우에는 주어진 값의 85%를 적용함

구 3) 인장강도의 0.4배

구 4) 인장강도의 0.5배

* 출처 : 강구조 설계기준 2016

3) M16x130 Bolt Shear Load Check

$$\text{M16 BOLT Tensile Load} \times 0.4 = 156.7 \text{ kN} \times 0.4 = 62.68 \text{ kN}$$

그러므로, 1.10 kN ≤ 62.68 kN OK !

4. 지적사항 조치 확인 현황

[별지 제1호 서식]

안전점검 지적사항 조치확인	
공 사 명	
현 장 소 재 지	
점 검 일 시	
점검기관(책임자)	
대 상 공 종	
점 검 항 목	
지 적 사 항	해당사항 없음
조 치 일 시	
조 치 자	(인)
조 치 사 항	
발주자(감리 또는 감독)확인	(인)

- (㉞) 1. 점검항목별로 별도 작성할 것
2. 지적사항 및 조치사항에 대한 사진을 뒷면에 첨부할 것

5. 안전관리 관련자료



인천국제공항공사



수신자 한국시설안전공단이사장
(경유)

제목 4단계 공항내부 연결도로공사(4-8공구) 안전관리계획서 검토결과 제출

1. 귀 공단의 무궁한 발전을 기원하며, 「건설기술진흥법 제62조 및 동법 시행령 제98조 7항」의 관련입니다.
2. 상기 법령에 따라 인천국제공항 「4단계 공항내부 연결도로공사(4-8공구)」의 안전관리계획서 및 검토결과를 불임과 같이 제출합니다.

○ 검토 결과 : 적 정

불임 : 1. 안전관리계획서 1식(별도 송부)

2. 승인 문서 및 건설안전점검기관(한국시설안전공단) 검토결과서 1식, 끝.

인천국제공항공사



★대리 손영호 팀장 전전 이선구

협조

접수

시행 토목처-607 (2020.02.03.) 접수 ()

우 22382 인천광역시 중구 공항로 424번길 47 / <http://www.airport.kr>

전화 (032)741-0114 /전송 (032)741-2450 / @airport.kr / 비공개(7)

감결행위 상담전화 032-741-2145(청렴선문고)/익명신고 www.redwhistle.org



한국시설안전공단

수 신 인천국제공항공사 사장
(경유)

제 목 안전관리계획서 재검토결과 회신[공항내부 연결도로공사(4-8공구)]

1. 귀 공사의 무궁한 발전을 기원합니다.
 2. 건설기획처-137호(2020. 1. 14.)로 재검토 의뢰하신 “4단계 공항내부 연결도로공사(4-8공구)” 현장의 안전관리계획서 검토결과를 아래와 같이 송부하오니 업무에 참조하시기 바랍니다.
 - 가. 현 장 명 : 4단계 공항내부 연결도로공사(4-8공구)
 - 나. 접수 완료일 : 2020. 1. 14.
 - 다. 검 토 범 위 : 직전 검토의견(건설안전본부-34688호, 2019. 12. 27.)으로 제시한 보완 사항
(단, 금회 안전관리계획서에서 해당공종 착공전 제출 예정으로 계획한 항목 제외)
 - 라. 검 토 의 건 : “적 정”([붙임] 참조)
※ 금회 검토에서 제외된 공종의 안전관리계획([붙임] 참고)은 「건설기술 진흥법 시행규칙」 제58조 별표7에 따라 해당공종 착공전까지 제출받아 승인해야 함.
 - 마. 권 고 사 항 : 시공 중 안전성 확보를 위하여 해당 공종 착공전 보완사항 제출 필요.
- 붙임 안전관리계획서(4단계 공항내부 연결도로공사(4-8공구)) 재검토 의견서, 1합.

한국시설안전공단 이사장



직원 정종민 차장 01/21 유지명 건설안전관리실장 권혁기

협조자

시행 건설안전관리실-1122 (2020.01.21.) 접수 건설기획처-233 (2020.01.22.)

우 52852 경상남도 진주시 사들로 131, 인재교육관 4층 건설 / <http://www.kistec.or.kr/>
안전관리실

전화 055-771-1769 / 전송 055-771-1774 / jongmin8671@kistec.or.kr / 비공개

 Incheon Airport	4단계 공항내부 연결도로공사(4-8공구) 안 전 관 리 계 획 서	문서번호 : 4CCCC1-Q117-001
		개정번호 : Rev. A
	안전관리 조직	페 이 지 : 16쪽의 6

2 안전관계자 선임계

안전관계자 선임계			
공 사 명	4단계 공항내부 연결도로공사(4-8공구)		
공 사 기 간	2019. 11 ~ 2022. 08		
담 당 분 야	안전총괄책임자		
선 임 기 간	2019. 11 ~ 2022. 08		
선 임 자 인 적 사 항			
성 명	전 영 우	생년월일	1966년 09월 12일
직 책	현장소장		
자 격 종 목	등 급	등 록 번 호	등록 년 월 일
토목분야	토목기사	91204100055H	1991. 07. 31
위 사람을 상기 공사현장의 안전관리총괄책임자로 선임합니다. 2019년 12월 6일 명 칭 (상 호) : 동부건설 주식회사 성 명 (대표자) : 허 상 희			



 Incheon Airport	4단계 공항내부 연결도로공사(4-8공구) 안 전 관 리 계 획 서	문서번호 : 4CCCC1-Q417-001 개정번호 : Rev. A
	안전관리 조직	페 이 지 : 16쪽의 11

안전관리 관계자 선임계			
공 사 명	4단계 공항내부 연결도로공사(4 8공구)		
공 사 기 간	2019. 11 ~ 2022. 08		
담 당 분 야	안전관리자		
선 임 기 간	2019. 11 ~ 2022. 08		
선 임 자 인 적 사 항			
성 명	김 강 산	생년월일	1980년 11월 23일
직 책	안전관리자		
사 격 종 독	등 급	등 록 번 호	등록 년 월 일
안전분야	건설안전기사	15201190110J	2015. 05. 29
위 사람을 상기 공사현장의 안전관리자로 선임합니다. 2019년 12월 6일 명 상 (상 호) : 동부건설 주식회사 성 명 (대표자) : 허 상 희 			