서초프로젝트A 오피스텔 현장의 SHOP DWG

김현웅 / (주)우진아이엔에스 "서초 프로젝트A" 현장 소장

SHOP DWG의 현주소 어디까지 왔는가?
설계에서 제조에 이르는 전 과정을 컴퓨터로 제어하고 관리하는 기술. 캐드(CAD)와 캠(CAM)은 각각 computer-aided design, computer-aided manufacturing의 약칭으로 컴퓨터보조설계와 컴퓨터보조생산을 뜻한다.
CAD는 설계도면을 한 장씩 수작업으로 제도하지 않고 설계 데이터베이스의 정보를 CRT(cathode ray tube)에서 화상을 보고 합성하면서 설계하므로 작업을 최적화 할 수 있다.
CAD로 설계된 설계도의 내용은 CAM을 통해 NC(수치제어)공작기계에 정확한 작업동작을 지시하게 되며, 작업관리 · 가공 · 조립 · 검사 등의 제조과정을 컴퓨터로 관리하여 작업속도와 제품의 정밀성을 높이게 된다.
최근에는 건축현장의 2D system이 보편화되어 있지만 건축현장의 핵심이라고 할 수 있는 기계설비의 기계실, 또는 조립화 공법 등에는 3차원 CAD · CAM시스템이 개발되어 입체형상을 화면에 3차원으로 재현할 수 있고, 대상물의 표면적 · 부피 · 무게 · 강도 등의 물리적 성질도 자동 계산하여 최적상태에서 현장의 시공에 적용할 수 있게 되었다.
1960년대 초 미국에서 자동차 모델 · 엔진, 항공기 부품 등 의 설계에 수작업의 한계를 느껴 개발되었으며, 한국에서는 70년대 중반에 도입되어 운용되고 있다.
이에 따라 프로그램 회사들은 다양한 방법 등을 SHOP DWG에 적용하여 판매경쟁이 치열하다.
(주)우진아이엔에스는 급속한 산업경제의 변화와 무한경쟁시대에 보다 나은 기술개발 투자에도 노력을 기울여, 2000년 11월 용인공장 생산라인을 천안으로 이전, 확장 하여 배관 및 닥트의 CAD-CAM SYSTEM, P.F.P공법, 기계실3D, 블럭화배관, 닥트자동화 시스템, 설계, 용접공정을 공장화시켰으며, 신 개발품인 S.C.D(SEMI-CON DUCT)를 신설하여 모든 건축물에 맞는 필수적인 제품을 생산함으로써 선택의 폭을 넓히고, 현장 시공능력 효율을 높이고 있다.
이번 호에서는 (주)우진아이엔에스가 95년 설계팀을 발족하여 제로시스템의 3D공법을 공장 및 현장의 SHOP DWG에 적용해왔고 최근에는 "서초 프로젝트A" 현장에 SHOP DWG의 최대 결집체인 3D활용의 조립화 공법을 적용하여 초고층 오피스텔현장을 시공한 사례를 게재한다.
우진아이엔에스는 30여년의 기술 축적을 바탕으로 최고의 기술력과 풍부한 경험을 통해 아셈무역센타, 타워팰리스1차, 3차 및 목동트라팰리스, 분당트리폴리스, 수원삼성전자 R4, 등 국내굴지의 초고층빌딩 시공을 근거로 초고층의 기본설계를 이해하고 SHOP DWG을 통해서 기계설비공사의 향후 나아갈 지표를 제시하고 있다.

[편집자 주]

▮ 건물개요

① project명 : 서초프로젝트A 기계설비공사
② 대지위치 : 서울시 서초구 서초2동 1321-15외 11필지
③ 대지면적 : 6,563.5 ㎡ (1,985.45 평)
④ 건축면적 : 2,600.73 ㎡ (786.71평)
⑤ 지상 연면적 : 73,488.65 ㎡ (22,230.22 평)
⑥ 지하 연면적 : 38,199.84 ㎡ (11,555.40 평)
⑦ 연면적 : 111,688.49 ㎡ (33,785.62 평)
⑧ 구　조 : 철골 철근 콘크리트조
⑨ 층　수 : 지하7층, 지상 35층(옥탑2층)
⑩ 용　도 : 업무시설(부속용도 : 판매, 관람집회시설)

▮ 설비공사개요

항　목	구　분	주요내용	비고
열원설비	냉방	터보내동기(700RT× 3대) 냉온수기(280RT× 1대)—지하1층 전용	
	난방	노통연관 보일러 (10TON× 2대) 관류형보일러(2TON× 3대)	
공조 ZONE		3ZONE (고층부/저층부/지하층)	
공조방식	기준층	VAV + FCU (각층공조)	
	1층로비	CAV + FCU	
위생설비	급수방식	고가수고 + 부스터 펌프	
	급탕방식	순간급탕 가열방식	
소화설비		옥내소화전, 스프링클러, 연결송수관, 제연설비, 상수도, 소화설비	
우수재활용 SYSTEM		400 TON(중수 이용)	
정화조 및 중수 SYSTEM		정화조 7,500인조(접촉폭기방식) / 중수 : 막분리방식(일일 200TON)	

■ 현장특성 분석

"서초프로젝트A" 현장은 서울지하철 강남역(2호선)에서 불과 50여m 떨어진 7500평 부지의 "신 삼성 타운" 이라 부리는 사업명의 바로 그 현주소지이다.

현장의 운영관리에 있어 기계설비공사의 원활한 진행을 위해서는 현장에서 발생 될 수 있는 각종 LOSS를 최소화해야하므로 아래 열거한 부분들을 감안하여 공사계획을 수립하였다.

1. 설계부분

· 최종 설계도면출도가 지연됨에 따른 시공도 작성 지연

▶ 각종 슬리브 시공 및 건축 관련 OPEN 도면 검토 시 일부 변경을 감안한 도면 작성을 통한 추후 설계변경에 대응 가능토록 3D-CAD SHOP DWG SYSTEM 구축

· 일부 천공공간 부족으로 인한 타 공정과의 CROSS SHOP 필요

▶ 지하 소화공사와 전기공사 및 지상층 닥트공사와 전기, 천정공사등의 SHOP DWG 진행 시 해당 각 공정 담당자별 TF TEAM을 구성하여 ONE STOP 설계 SYSTEM 구축

2. 시공부분

· 지하기계실 공간 협소로 인한 작업공간 확보 어려움

▶ 추후 유지보수 및 작업장 협소로 인한 협착사고 발생 우려

→ 일부장비(펌프류, 헷더)를 천정부위에 설치하여 공간활용을 극대화하고 3D SYS적용

· 대구경 PIPE의 중량으로 인한 층별 설치가 어려움

▶ 일부 SHAFT 부위 중 대구경 PIPE 부위로 한 곳에 집중하여 PFP 시공 병행

3. 현장여건

· 현장공간 부족으로 인한 자재 야적 및 작업장 확보가 어려움

▶ 현장제작 시 타 공정간 간섭 발생으로 인한 작업진행이 어려움

→ 공장제작화를 확대 실시하여 작업장 공간축소 및 철골 일체화 양중을 통한 야적공간 확보

→ 3D CAD 도면에 예측실행을 통하여 신공법 적용

· 건물 형태상 외주부 일부 부위가 외기와 노출됨에 따른 동파 및 유지보수가 어려움

▶ 외주부의 FCU배관이 외기와 노출됨에 따른 동파 및 유지보수 어려움

→ 해당층 배관(상상배관)을 통한 외기노출 억제 및 유지보수 용이

■ 현장주위 지장물 현황

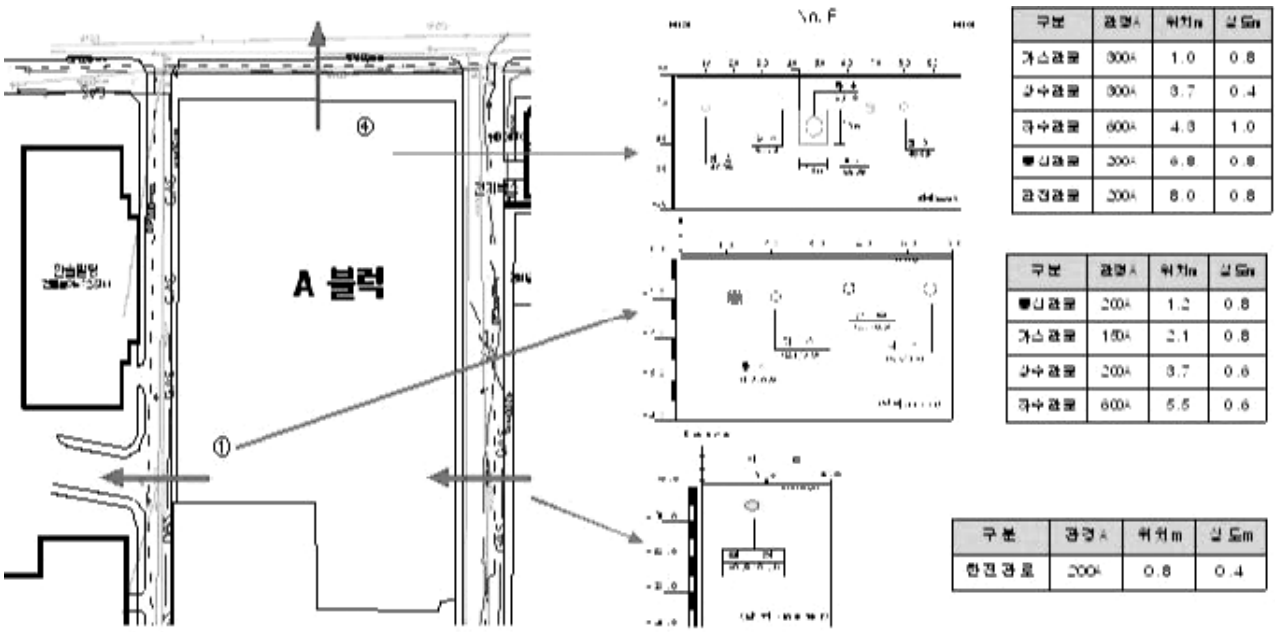
· 다음 그림과 같이 당 현장 주변에는 각종 통신 등의 관로가 복잡하게 구성되어 있고 심도가 낮아 현장으로의 인입설비 및 배출되는 각종 배관 등의 시공시 특별관리 대상으로 3D-CAD SYS적용이 절실하여 조립화 공법등을 적용하게 되었다.

■ 3D-CAD SYSTEM 적용 개요

건축설비 배관 PLANT 배관공사의 SHOP DWG은 설계도면을 근거로 효율적인 시공이 가능한 시공도를 작성하여 물량을 산출하고 자재 및 인력을 수급하여 정밀시공에 목적이 있다.

그러나 수작업 및 2D-SYS에 의존한 SHOP DWG은 소요인력 수급에 어려움이 따르고, 인력의 기능도에 따라 소요시간의 낭비, 시공도 오차, 물량산출 누락, 시공도 변경의 어려움 등 한계가 있다.

이에 따라 당 현장은 이에 따른 문제점을 해소하여 시공도 작성에서 변경 및 제작, 시공까지 3D 프로그램화 컴퓨터의 도움을 받아 PROJECT ENGINEERING을 일괄지원 처리 할 수 있는 3D-CAD-SYSTEM 도입으로 3차원의 고품질 시공도를 신속, 정확하게 작도하여, 공장화 제작에 의한 고품질의 정밀시공을 할 수 있는 완벽한 SHOP DWG체계를 적용하게 되었다.



구분	관경A	위치m	심도m
가스관로	300A	1.0	0.8
상수관로	300A	3.7	0.4
하수관로	600A	4.3	1.0
통신관로	200A	6.8	0.8
한전관로	200A	8.0	0.8

구분	관경A	위치m	심도m
통신관로	200A	1.2	0.8
가스관로	150A	2.1	0.8
상수관로	200A	3.7	0.6
하수관로	600A	5.5	0.6

구분	관경A	위치m	심도m
한전관로	200A	0.8	0.4

■ 3D-CAD-SYSTEM 장점

- 시공도 작성, 시공도 수정, 변경이 자유롭다.
- 공장화 생산 자료가 자동으로 생성한다.
- 단기간에 적은 인원으로 시공도를 작성한다.
- 고품질의 시공도면을 작성한다.
  - ① 입력에 의한 자동시공도 작성(치수 기입)
  - ② 제작용 상세도면 작성 및 상세도면 번호 부여
  - ③ 물량산출 및 집계가 용이하다 (기계실, 공조실, 조립화 공법에 최적)
  - ④ 평면도에 의한 3차원 입체도가 자동으로 생성된다.
  - ⑤ DATABASE에 의한 정밀시공도 생성
  - ⑥ SHOP DRAWING 생산성 향상 (보 관통계획 및 정밀시공에 적용)

■ 3D-CAD-SYSTEM 단점

- 프로그램이 보편화 되어 있지 않고 가격도 고가제품이다.
- 도면 수정이 용이하지 않다.
- 2D-SYS 활용한 사람도 재교육을 받아야 사용가능 하는 등 전문가가 필요하다.
- 컴퓨터 사양이 한정되어 있어 별도 전문가용을 구입해야 한다.
- 정확한 치수 선정을(BOB, COP, BOD, COD등) 필요로 하기 때문에 그에 해당되는 기기상세를 늘 인지해야 하는 어려움이 따른다.

■ 3D-CAD-SYSTEM의 적용순서

1. 설계도면 검토
   - ① 건축(구조, 마감), 설비, 전기, 토목 설계도면을 검토한다.
   - ② SYSTEM 및 현장사양에 맞는 공법검토를 확정한다.
   - ③ 적용 공법에 맞는 시공계획서를 작성한다.

2. CAD입력
   - ① 건축도면 입력(CAD설계도일 경우 : 디스켓 입수)
   - ② 3차원 시공도에 따른 DATA 입력.(2D 상태에서 도면검토)

③ 기계설비 배관도 입력(DUCT, 배관, 건축 마감 CHECK)
④ 설계내용 확인 및 발주처(시공사) 검토협의가 필수적이다.

3. 시공도 자동설계
① 평면도
② 입체도
③ 파이프 상세도면 제작도

4. 시공도 검토(변경)
건설회사와 시공 여건을 협의하여 순차적으로 부분 변경 및 수정한다.

5. 시공도승인
건설회사에 시공도 제출 후 승인을 득한다.

6. 물량집계
시공 도면에 따른 자동물량 산출 및 집계 및 물량청구를 한다.

7. 제작도
PIPE 상세도 제작에 의한 공장 가공 의뢰 및 현장제작 한다.

8. 시공
시공도면에 명기된 PIPE 상세도면 번호를 따라 조립 및 시공한다.

■ 서초프로젝트 A 현장의 SHOP DWG 계획

1.실시도면 검토
- 실시 설계도 검토
- 구조 및 건축 설계도 검토
- 코아 및 샤프트 설계 간섭 검토
- 층별/용도별 시공성 검토
- 기계실 및 공용부 배관 설계검토
- 타 분야 간섭검토
- 층별 각 공종 평면의 OVER LAP 검토

2. SHOP DWG 계획
- SHOP DWG 작도할 공종 /부위발췌
- 도면분류 및 관리체계 구축
- 표준화시공 부위 발췌 및 계획
- Typical 장비배치, 배관 및 닥트 계획
- 코아 및 Shaft 배관 / 닥트 배치계획
- 기타 주요부위 배관 및 닥트계획
- 주요시스템 / 장비 Vendor DWG 작성계획

3. AS -BUILT DWG 작성
- 실시 설계도의 As -Built화
- SHOP DWG의 As -Built화
- Vendor Data의 As -Built화
- 주요 시스템 및 장비의 O & M Manual 계획
- 사용 설명서 작성계획 수립 / 작성

현장에 맞는 3D CAD SYSTEM 적용을 위해 열심히 CAD작업하고 있다.

4.도면관리 체계

- 도면대장관리

· 모든 도면은 도면대장에 누락 없이 기록
· Revision 되는 도면의 현황관리
· 실시 설계도의 SHOP DWG 작도 시 혼선이 없도록 대장에 관리

- 도면배포 관리

· 최신도면을 배포하여 구도면 시공 사전 배제
· 배포되는 도면에 날인하여 시공도면으로 배포 (시공용이라고 도장날인)
· 도면에 관리번호 부여하여 배포확인
· 구 도면의 회수관리 체계 확립

- As -Built 도면관리

· 각 도면을 준비하여 시공 중 경미한 변경을 수시로 기록 / 수정하여 향후 As-Built화 대비
· Vendor DWG도 가능한한 전자 문서화 한다.
· 변경된 도면의 As-Built화 철저 및 도면대장 작성

5. 실시 설계도를 SHOP DWG으로 작도 하는 경우 도면 관리

· 실시 설계도 번호 : M- 005 , M-028을
· SHOP DWG 번호 : S-M-005 , S-M-028
· 공구 분리의 경우 : S- M-01-005 , S-M-02-005
· 공종 분리의 경우 : M-EQ-001-999; 장비 및 시스템관련
· 기타 실시설계도는 1매이나 SHOP DWG이 많아지는 경우는 도면 뒤에 -1, -2 일련번호를 추가 부여

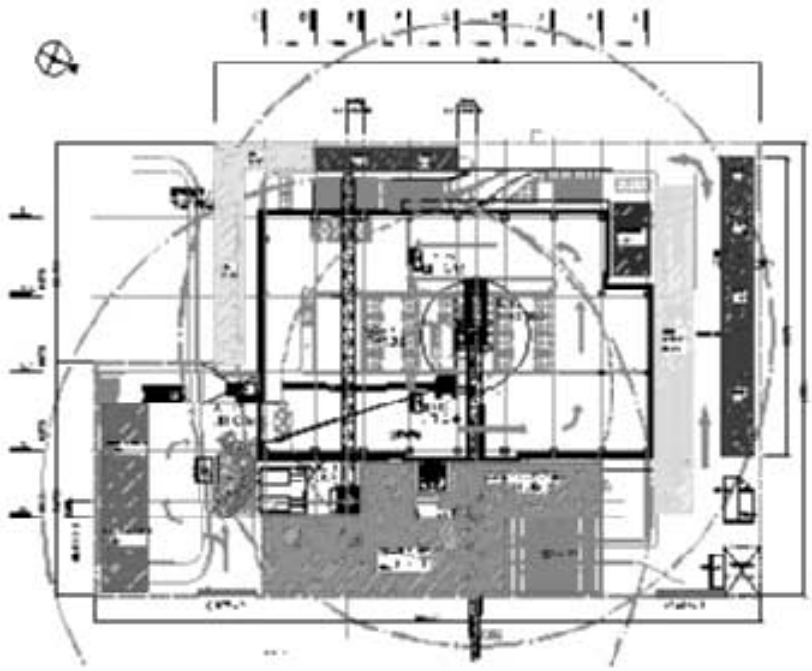
6. Vendor (장비 및 시스템) 경우

· M-업체명(2글자) -001, 또는 업체의 자체 고유 도면번호
  - (예) M-한국-001 , M-MS-001 (영문일 경우 위 약자와 겹치지 않게)

■ "서초프로젝트A" 현장에 3D-CAD SYS을 이용하여 적용한 공법 현황

1. 공조기와 철골과 일체화 양중 (각 층당 2대)
2. 각 층당 UNIT SLEEVE 설치 양중 (DECK상부 용단작업에 의한 불꽃 비산 방지)
3. 층별 입상 공장제작하여 철골에 일체로 매달아 양중 (자재양중 LOSS 줄임)
4. 400A 이상 대구경 PIPE PFP 제작 T/C를 활용하여 설치 (현장작업 감소로 안전사고 요인감소)
5. 천정공간 활용의 극대화 및 DECK상부 작업 최소화로 인한 FCU배관 상상배관 (보온작업 용이)
6. 스파이럴닥트 SHOP DWG에 의한 규격화로 닥트 굴곡 최소화 (보온작업 일체)
7. 기계실배관 PIPE BLOCK화 시공
8. 기계실 펌프류 및 헷다류 상부설치 (UP/DOWN배관 최소화)
9. 각종 공조실 배관 상세도 제작 및 BY-PASS 공장 제작.

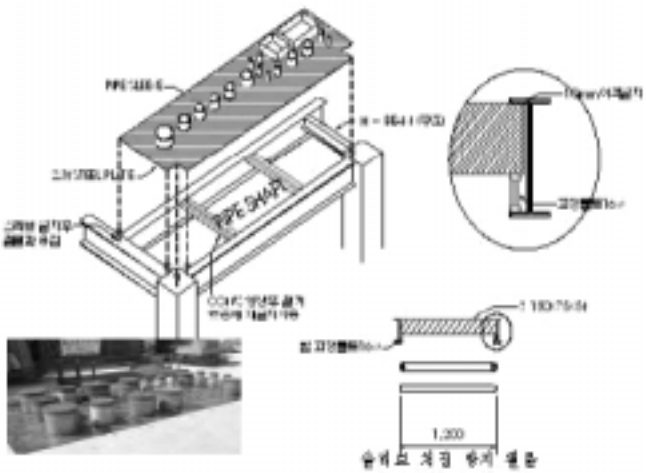
1. 공조기와 철골 일체화 양중



- 옆 그림과 같이 2번 GATE를 이용하여 차량을 진입하여 1번 T/C를 이용하여 바로 양중 한다. (T/C 양중능력 12TON)
- 건축 공정상 해당부위 진입이 어려울 시에는 2번 GATE 앞 도로에서 T/C를 이용하여 바로 양중 한다. (T/C 양중능력 6TON)

- 공조기 총 하중
  (공조기 + 철골 = 약 3.8 TON)을 고려하여 와이어를 선정한다. (와이어는 14mm이상, 샤클은 3/4이상의 것을 이용한다)
- 설치는 철골 설치팀의 협조를 받아 설치
  (전문 신호수 배치)

2. 각 층당 UNIT SLEEVE 설치 양중 (DECK상부 용단작업에 의한 불꽃 비산방지)



◇기존 UNIT SLEEVE 제작 설치

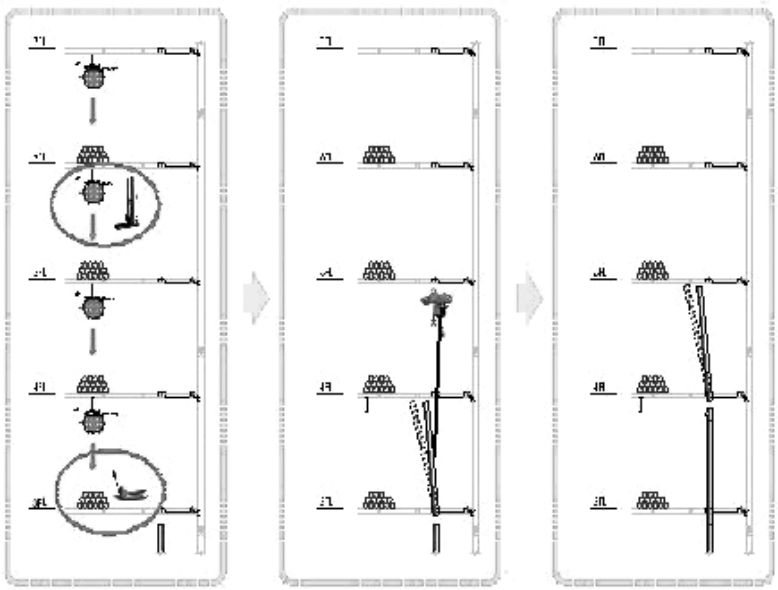
1. 기존에 UNIT제작시 처짐 방지를 위하여 과도한 철물 사용
2. 과중량으로 인한 운반 및 설치의 어려움이 있다
3. 제작시 복잡공정으로 과다한 인건비 발생

◇개선 UNIT SLEEVE 제작설치

1. 기존 UNIT에서 철물 삭제
2. CON.C 양생후 철거하여 반복사용이 가능
3. 운반 설치가 용이하다.
4. 잡철공사의 단순화

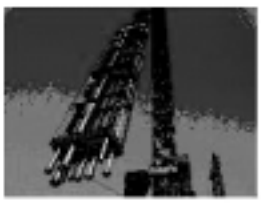
3. 층별 입상을 공장제작하여 철골에 일체로 매달아 양중 (자재양중 LOSS 줄임)

· 그림과 같이 철골에 일체로 매달아 양중을 실시하여 자재 양중 LOSS를 줄인다.

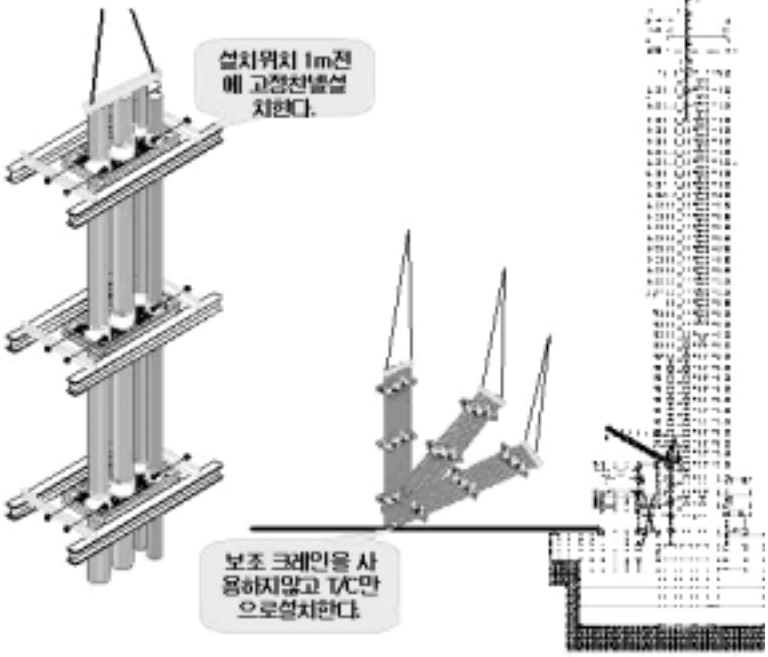


4. 400A 이상 대구경 PIPE PFP 제작 T/C를 활용하여 설치 (현장작업 감소로 안전사고 요인감소)

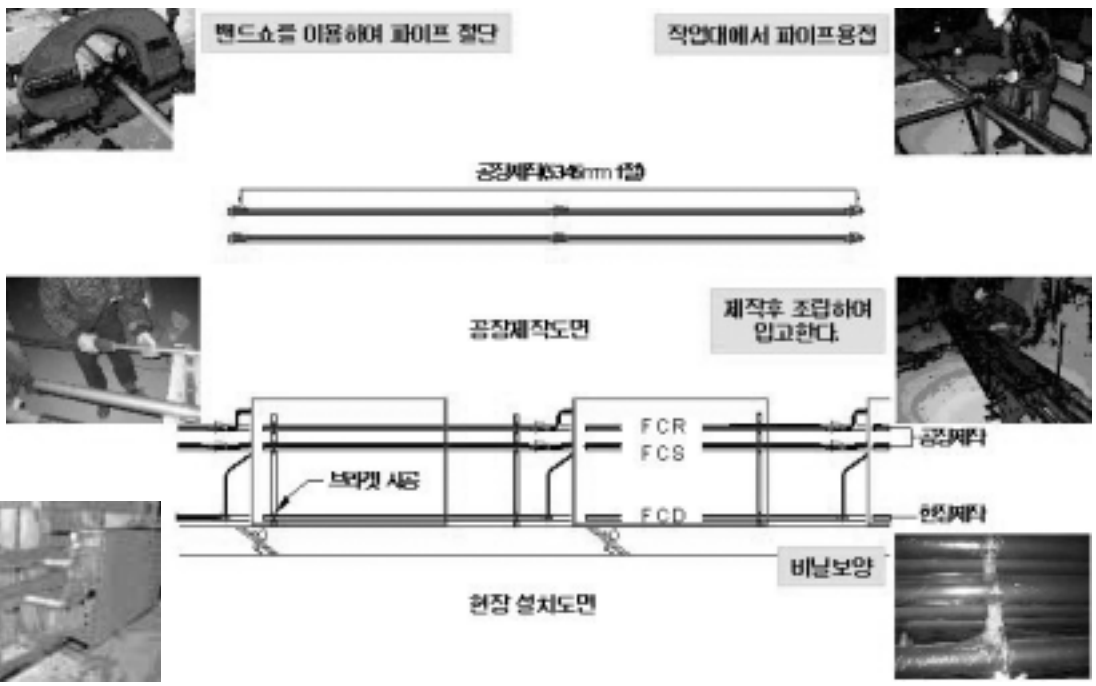
PFP 현장반입



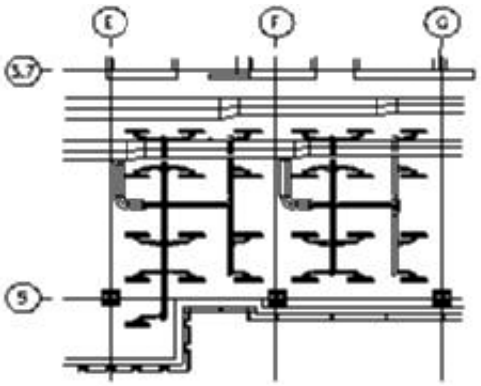
PFP 현장양중



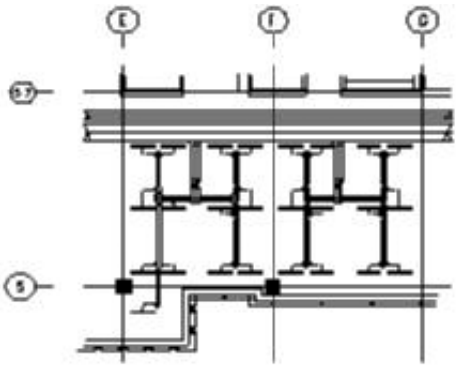
5. 천정공간 활용의 극대화 및 DECK상부 작업 최소화로 인한 FCU배관 상상배관 (보온작업용이)



6. 스파이럴닥트 SHOP DWG에 의한 규격화로 닥트굴곡 최소화 (보온작업 일체)



변경전 도면

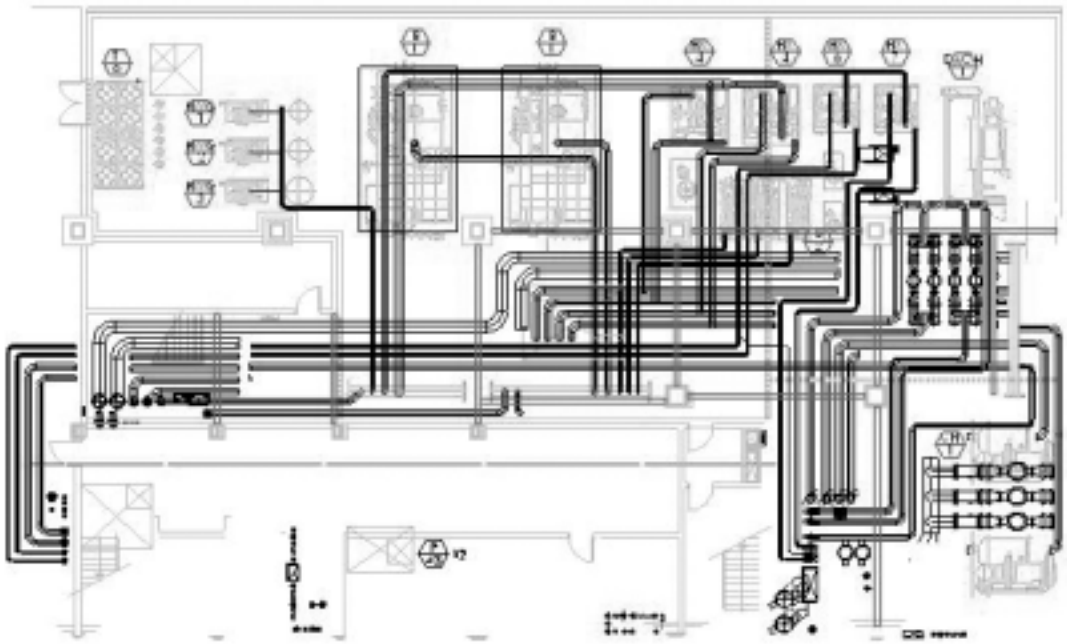


변경후 도면

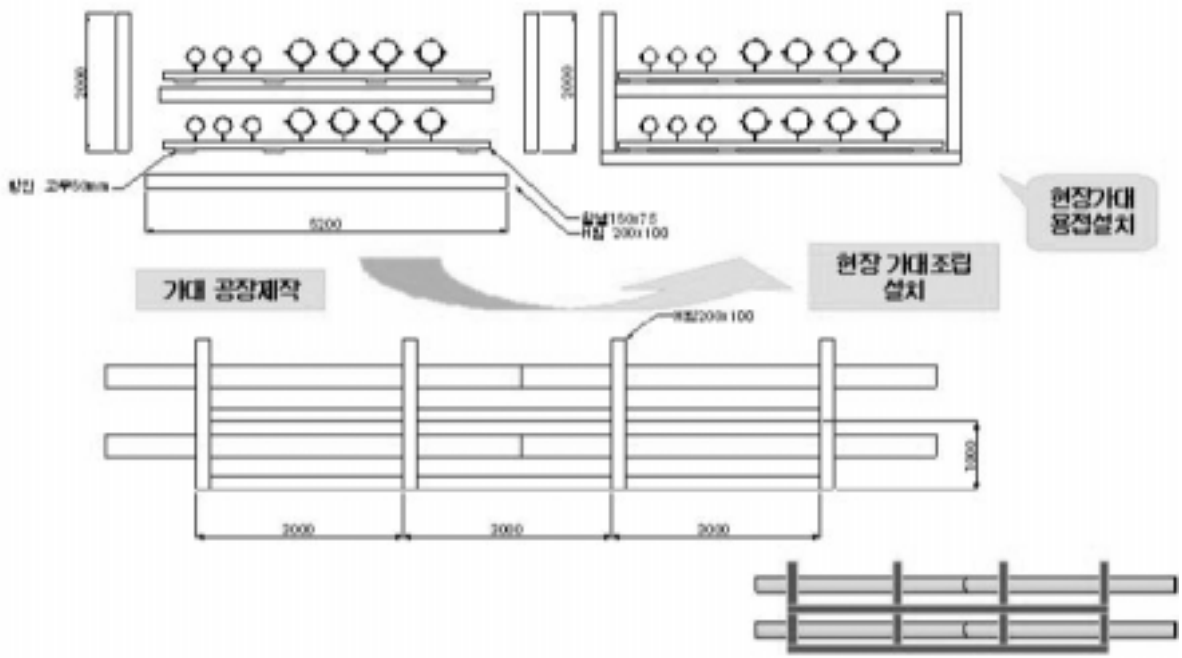
◇A TYPE 제작도

- 스파이럴닥트를 SHOP DWG에 의하여 규격화 한다.
- 규격화 된 닥트를 공장에서 대량 제작하여 대차에 실어서 반입함으로써 운반 및 양중이 용이하다.
- 공장에서 규격화된 보온을 함으로써 품질을 향상 할 수 있다.
- 사각닥트와 스파이럴닥트 간섭을 조정함으로써 닥트의 굴곡처리를 최소화 한다.(규격화)

7. 기계실배관 PIPE BLOCK화 시공

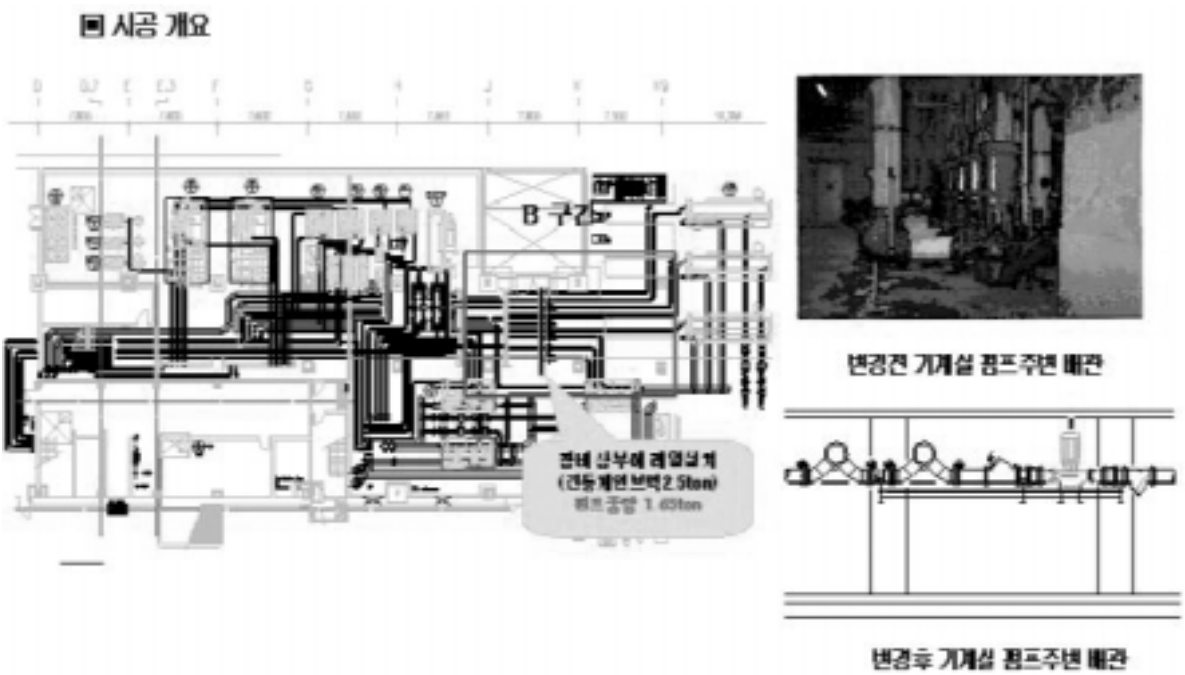


[주 통행로 부위가 블록화 배관 적용 부위임-원형부위 표시부분]

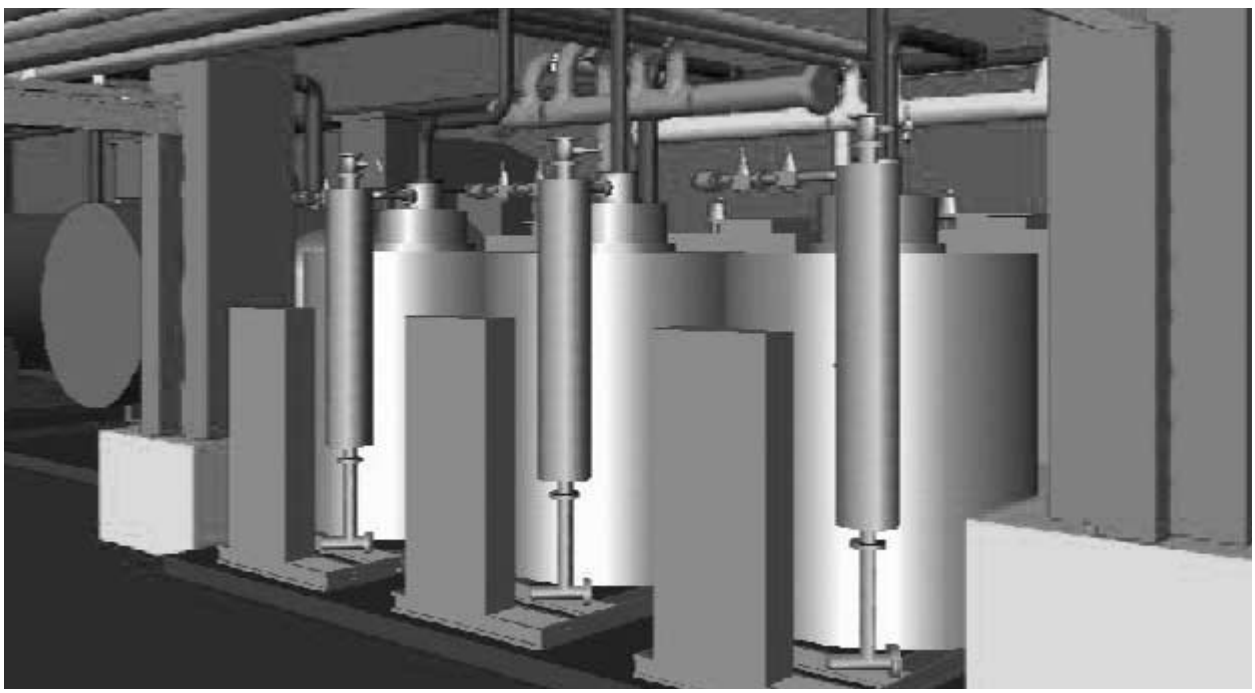


[하부 블록화 유니트 제작도]

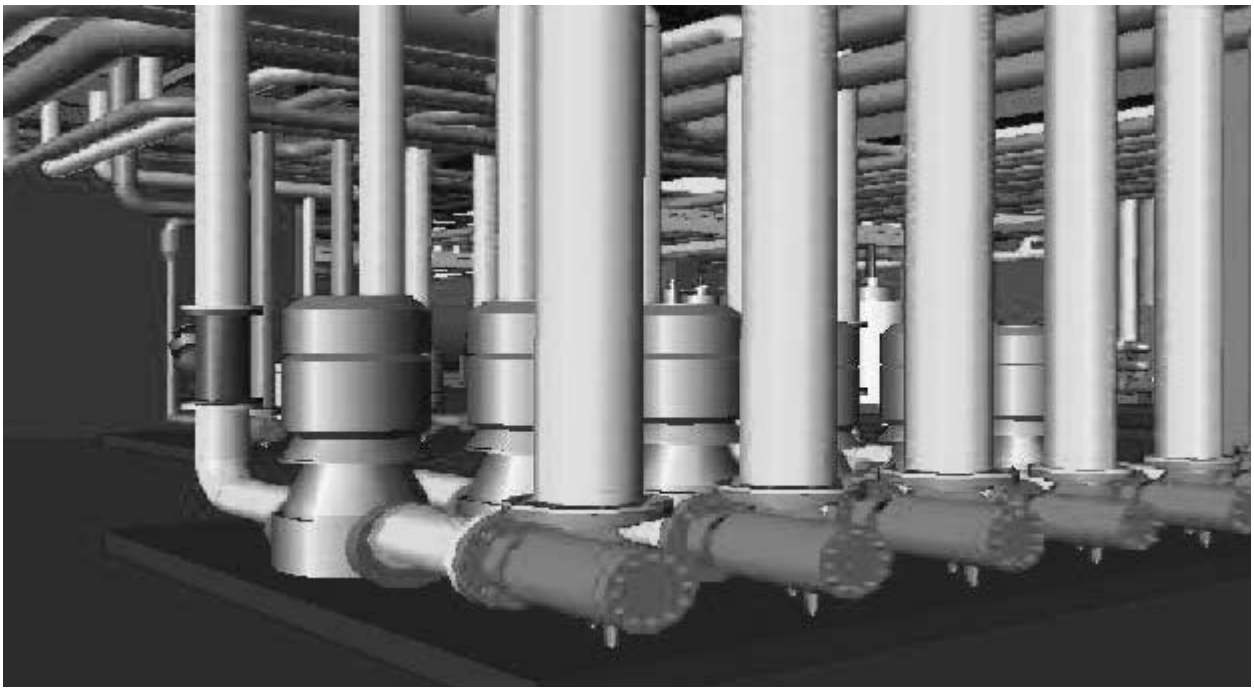
8. 기계실 펌프류 및 헷다류 상부설치 (UP/DOWN배관 최소화)



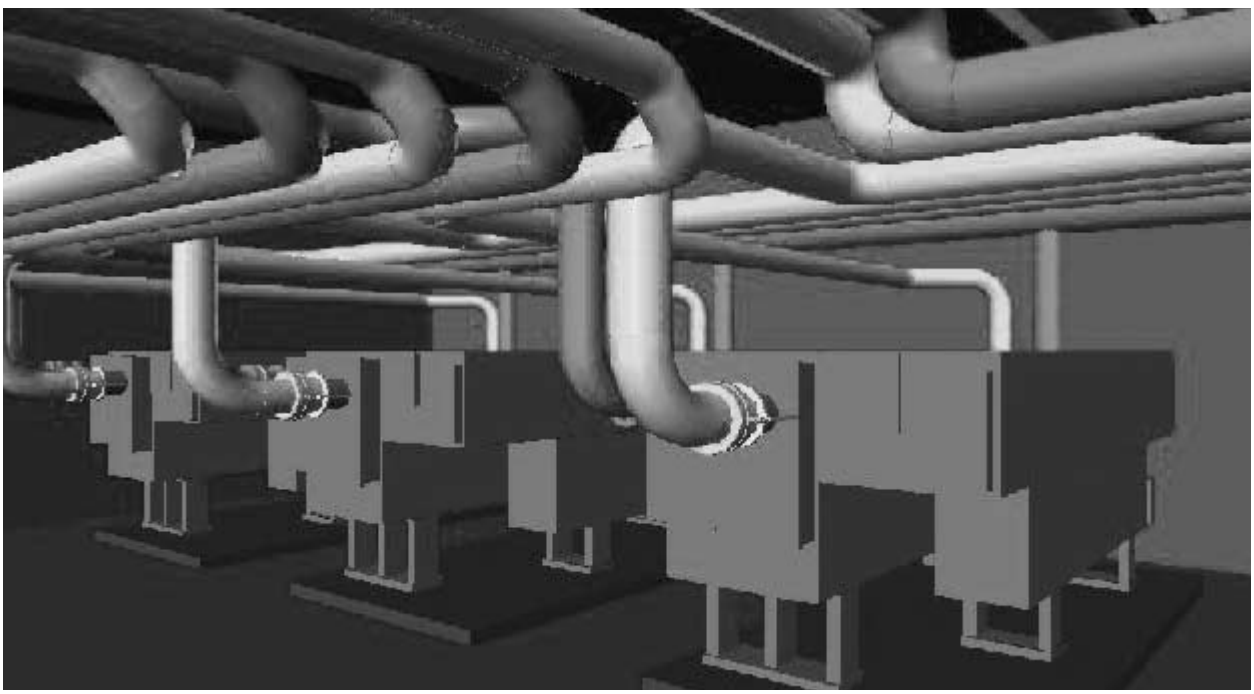
9. 기계실배관 3D-CAD SYSTEM 생성된 도면 (급탕부위 도면-헷다 상부설치)



9-1. 기계실배관 3D-CAD SYSTEM 생성된 도면 (펌프부위 도면)



9-2. 기계실배관 3D-CAD SYSTEM 생성된 도면 (냉온수기 부위도면)



도면관리를 위한 별도의 Package Program System 필요

시공도는 현장여건을 반영하여 현장에서 작성하는 도면으로서, 관련공종의 도면검토 및 협의를 통하여 설계도와 현장여건이 상이한 부분을 현장에서 실측을 통해 상세히 작성하여야 하며, 사용하는 기기, 기구, 부품 등의 심볼, 위치, 치수, 기능표시는 통일되게 하고 기기 시방에 대하여는 요점을 간결하게 기입하여 세계 공통어가 도면인 만큼 현장의 모든 기술자자가 이해하기 쉽게 작성되어야 하는 중요한 문서가 되어야 한다.

또한 타 공정과 연계 시공되는 부분은 반드시 협의하여 작성하되, 타 공정과 복합도면을 작성하여 정밀시공이 될 수 있도록 한다.

"서초프로젝트A" 현장의 SHOP DWG은 건설사로부터 3D 공법을 적용하는 측면적인 지원이 따라 주었기에 원가 측면에서는 여타 현장 보다 우월한 위치에서 진행되는 현장이기도 하다.

SHOP DWG 인원 수급도 9월호에 게재된 (주)우원의 내용에 동감을 하며 많은 과제를 안고 있는 게 현실인것 같다.

(주)우진아이엔에스의 경우 현장소장의 50%정도가 SHOP DWG의 경험을 토대로 현장시공의 최고 책임자가 되었으니 SHOP DWG업무의 중요함이 한층 더 느껴지는 현장의 분위기를 대변해 준다.

체계적인 SHOP DWG 관리가 되려면 다음과 같은 내용이 정착되어야 할 것이며 설비인 모두가 인식을 새롭게 자부심을 가지고 현장업무에 적응할 것을 기대해 본다.

1. 대형 복합건물의 도면은 그 수량이 방대하고 타 공종간의 COORDINATION을 위한 COMBINED DRW 등의 도면이 공사 진행 중에도 계속적으로 작성 되므로 도면관리를 위한 별도의 PACKAGE PROGRAM SYSTEM화 되어야 원활한 도면관리가 된다.

2. 반도체, 판매시설등 설계실이 일정한 곳에서 출도되는 도면은 현장 SHOP DWG 제도실에서 LEVEL UP, DOWN 만하면 현장 시공용으로 사용 가능할 정도의 수준이지만, 건축주가(원청사) 설계실에 저렴한 공사비를 지불하여 불안전한 도면 출도가 되어서는 SHOP DWG의 업무과다로 인한 전문회사의 공사비 원가증가와 공정차질등 문제점이 나타나는 등 관행이 없어져야 할 것이다.

3. 10여 년 전 해외근무 시절에 해외공사 도면관리는 현장에 파견자 형식으로 SHOP DWG 설계팀을 운영하고 대부분 본사에서 SHOP DWG하여 E-MAIL을 통하여 송 · 수신 관리를 하고 있었다. 현장상주만 해야 되는 건설사측의 입장에서 SHOP DWG의 중요성을 외면하고 있는데 한국이 IT강국이라는 그 면모를 언제나 볼런지 기대해 본다.

4. 국내 중간 기술자를 배출하고 있는 전문대학 설비관련 학과에는 현장의 중요성을 인식하고 현재보다도 많은 시간을 할애하여 CAD실습 학점을 늘리고, 전문회사는 별도의 소규모 형식으로 설계실을 운영 한다면 인원수급, 급여체계 등이 어느 정도 해소 되리라 생각된다.

설계실 도면 관련 협의 모습

▮ "서초 프로젝트 A" 현장소장 프로필

성　명 : 김 현 웅　소장

소　속 : (주) 우진아이엔에스 품질안전팀

직　책 : 현장 소장 (부장)

주요 공사 이력 : 89. 고려대학병원 (SHOP DWG)

92. 제일상호신용금고사옥 (공무)

93. 대구덕산재개발 (소장)

96. 한솔사옥 (소장)

98. 신동방사옥 (소장)

99. 영종도교통센타 (소장)

00. 강남우체국 (소장)

02. 도곡동타워팰리스 (소장)