

초고층 건물에서의 설비 조립화 공법 사례

각종 설비 조립화 공법에 대하여 소개하고 특히 초고층건물에서의
P.F.P(pre fabricated piping)공법의 현장적용사례를 소개하고자 한다

이 정 광

고층 건축물은 산업혁명을 기점으로 건축의 기술 및 재료의 획기적인 발전에 힘입어 20세기 초반 미국에서 봄을 일으킨 후, 최근 동남아시아 각국의 경제성장에 따른 사회적 요구와 세력 파시 등으로 경쟁적으로 초고층 건축물을 건설하기에 이르렀다. 한편 국내에서도 경제력에 부합하는 국제적인 도시의 위상을 갖추기 위해 제도적 억제시책이었던 수도권정비법이 완화되어 초고층 건축물의 출현이 가능하게 되었고 다양하고 복잡한 사회적 요구에 맞추어 복합화 및 초고층화되는 추세에 있다.

삼성건설의 경우 말레이지아에서 시공한 그림 1의 Petronas Twin Tower의 초고층 건축 시공경험을 바탕으로 현재 도곡동에 그림 2의 타워팰리스(232m)를 공사중으로 초고층건물에 세계적인 경쟁력을 갖추기 위해서 주요핵심사업으로 분류, 사내 역량을 집중하고 있다.

초고층 건축물 시공시 건축공법분야의 발전에 비하여 건축설비의 공법발전은 다소 미약하다고 볼 수 있다. 초고층 건축물의 경우 층수가 올라갈수록 각종 자재의 양증에 따르는 시간 손실이 매우 크기 때문에 타 건축물과 달리 공종별로 양증 스케줄 관리가 중요 공사포인트가 된다. 이러한 상황에서 건



〈그림 1〉 말레이지아의 Petronas Twin Tower



〈그림 2〉 도곡동 타워팰리스

축설비의 각종 조립화공법은 초고층건축물 시공시에 필수불가결한 요소라고 볼 수 있다. 이에 여려가지 설비 조립화 공법에 대하여 간략히 살펴보고 도곡동 타워팰리스에 적용한 P.F.P 공법에 대하여 중점적으로 소개하고자 한다.

조립화 공법의 도입배경

건설업계는 숙련기능 인력 고령화 및 젊은 인력의 3D직종 기피현상 등으로 인력난 및 기능저하로 연결되어 건설현장의 품질저하 및 인력수급에 따른 대책수립이 불가피한 실정이다. 이러한 상황에서, 기존의 현장제작 위주의 현장시공분을 축소하고 공장에서 일괄제작, 유니트화 하여 현장반입후 단순조립작업으로 단기간에 시공함으로써 품질저하를 막고 각종 안전사고의 억제 및 공기의 획기적인 단축을 시도하기 위하여 도입한 것이 바로 설비조립화 공법이다.

삼성건설은 1992년초부터 일본 (주)메데가스 공판과의 P.F.P기술도입을 위한 일본 P.F.P 공장견학을 시작으로 국내에서는 최초로 1993년 동양증권사옥(지하 7층, 지상 21층)에 P.F.P공법을 채택하여 시공하였으며, 그외 Glass Tower(지하 8층, 지상 32층), 한빛프라자(지하6층, 지상 22층)등 다수의 고층건물에 적용하여 성공한 사례가 있다.

조립화 공법의 종류

■ P.F.P 공법

고층건물의 특징을 간단히 다음과 같이 설명한다. 입상 배관을 3층단위(철골 1개절 기준)로 유니트화하여 현장의 도면에 준해 공장에서 가공, 조립, 제작하여 현장으로 이동, 현장 반입후 주, 보조 크레인으로 양중하여 조립 설치하는 공법을 말한다

- **현장 관리**: 관리용이, 재해 발생율 감소
- **품질 우수**: 공장에서 일괄제작, 현장에서의 조립 용이
- **안전성 향상**: 용접작업 감소로 화재예방, 빈번한 자재 이동이 없어 산재 감소
- **공기단축**: 현장여건에 구애없이 공장 제작, 현장에서는 조립만 실시
- **자재 적재 공간 감소**: 도심지 현장의 좁은 공간에서 필수공법임
- **규정 파악 및 관리 용이**: 유니트 조립이므로 공사 계획대로 시공 가능 및 현장에서의 연결 공사 감소

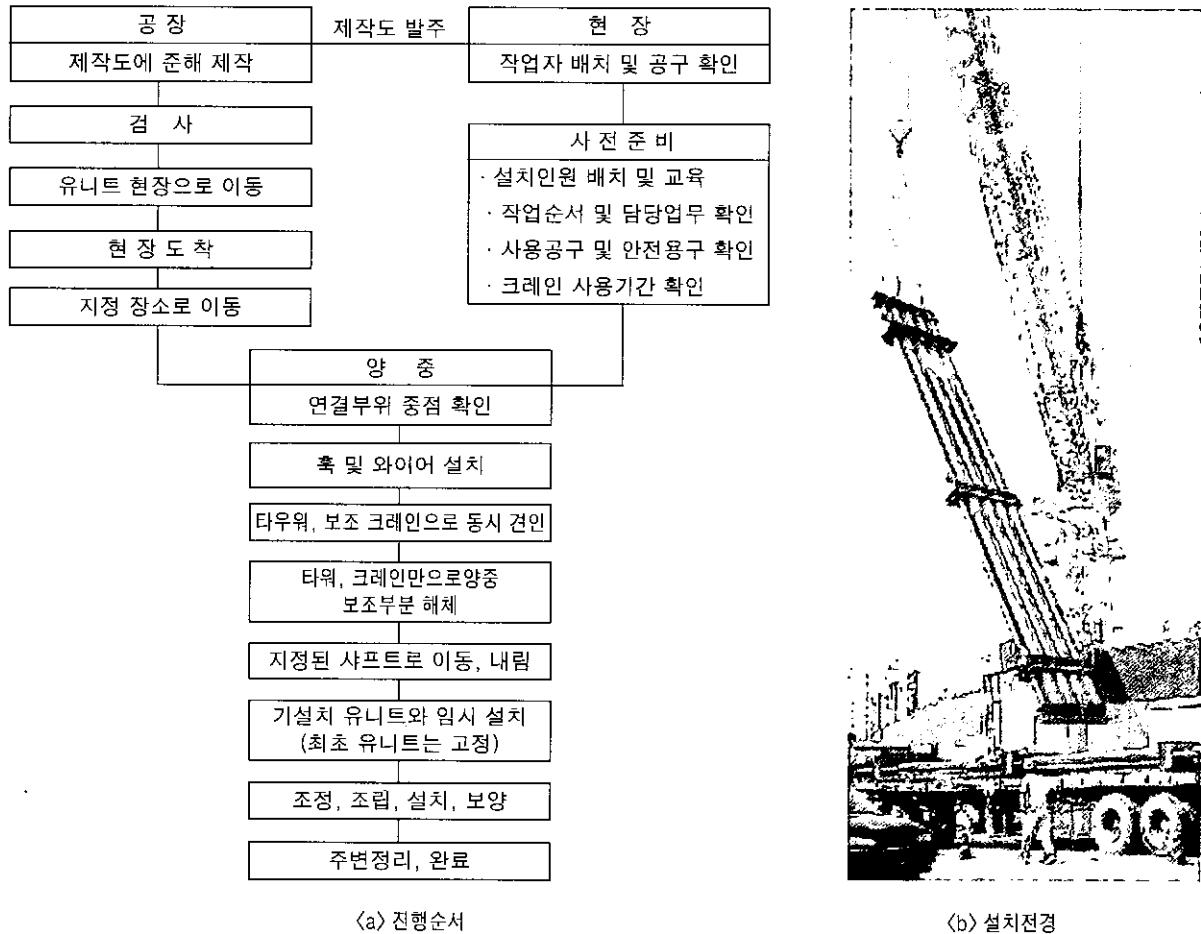
공법의 진행순서와 설치 전경은 그림 3과 같다.

■ P.F.E. 공법

P.F.E(pre fabricated equipment) 공법은 동일 기초위에 있는 펌프류, 헛더 등의 각종장비 및 주위 배관을 소형 철 구조물로 일체화하여 공장에서 단위 유니트로 제작하고 현장으로 반입, 양중장비를 이용하여 동시에 설치하는 공법으로 기계설치의 프리패브리 공법의 특징은 다음과 같다.

- 기계설치 작업의 단순화
- 공사기간 단축
- 공사원가 절감
- 고품질 시공
- 정밀시공
- JIT(just in time) 시공 가능
- 안전시공

3D-CAD를 이용한 기계설 배관도는 그림 4와 같다.



〈그림 3〉 P.F.P의 진행순서와 전경

■ 기타 조립화 공법

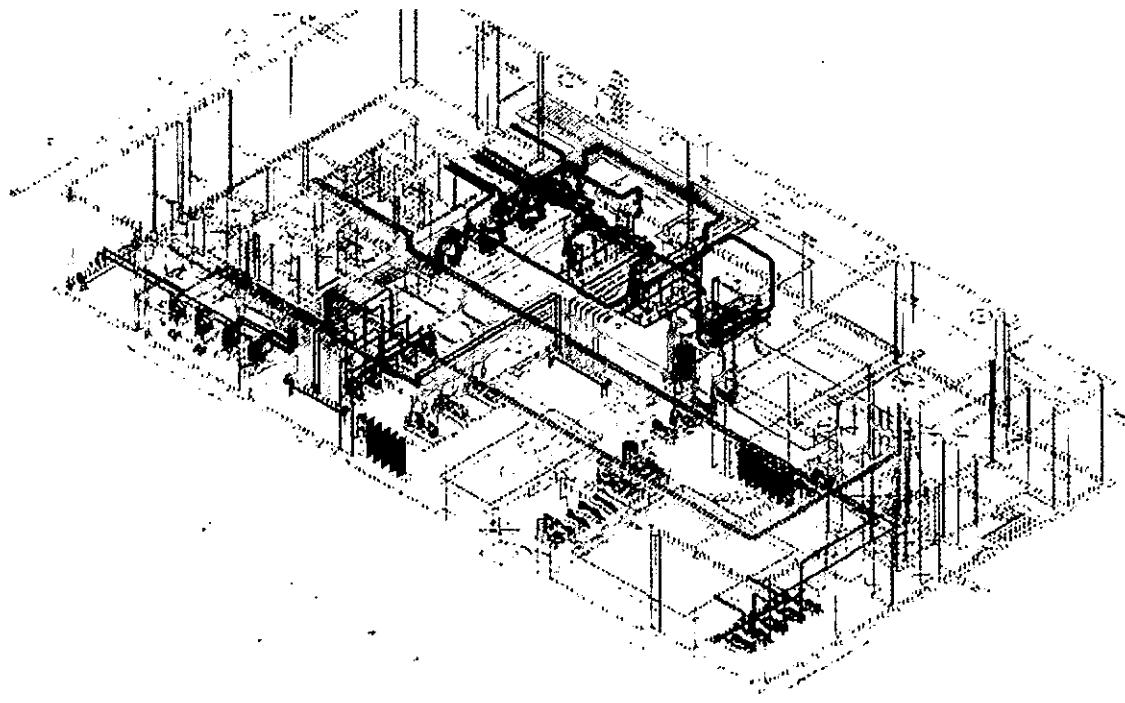
상기외 유닛-마루, 유닛-화장실, 바이패스 조립화 공법, 스프링클러 조립화공법등이 있다

P.F.P 공법 적용사례 (도곡동 타워팰리스현장)

삼성건설이 시공하고 있는 도곡동 타워팰리스의 공사규모는 공사기간이 1997. 7~2002. 9로 약 3

년 2개월이다. 대지 면적은 10,193평이며, 건축 연면적은 137,925평으로 지상 93,070평에 지하 44,855평으로 구분되며 4개의 동에 층고 66층까지 건축하는 것으로 되어 있다.

건축적인 측면에서 볼때 P.F.P를 설치할 공간이 RC조로 4면이 막혀있는 구조이며(그림 7, 8 참조) 그중 한면만이 1500×1800(mm)으로 개방되어 있어 장소의 협소로 기존의 P.F.P보다 설치가 매우 까다로운 조건이었다.



〈그림 4〉 기계실 배관도

■ P.F.P 충간 고정방법

철골구조가 아닌 RC구조로 인해 별도의 매설판을 RC 콘크리트 타설시 매립한후 P.F.P 각층 바닥 철물에 사각비임을 인출하여 판에 고정하는 방법으로 그림7과 같이 사용함

■ P.F.P 절 이음

홈 조인트를 사용하여 연결할때에는 그림 8과 같이 한다.

■ 제작 범위

기존의 입상배관에 국한하지 않고 입상배관, 덕트, 주철배관, 입상방진까지 포함하여 제작하였으며, 또한 수압 시험후 보온마감 또는 페인트 마감까지 완료후 현장 반입

■ 공사 난이도 비교

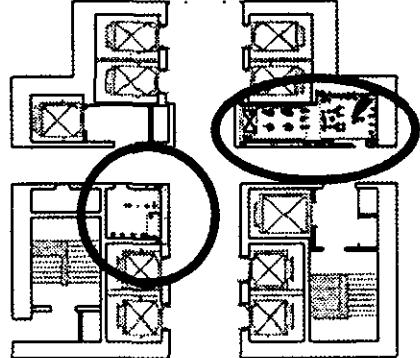
기존 P.F.P와 타워펠리스 현장과의 적용상 난이도는 표 1에 표시 하였다.

■ P.F.P 현장시공 순서

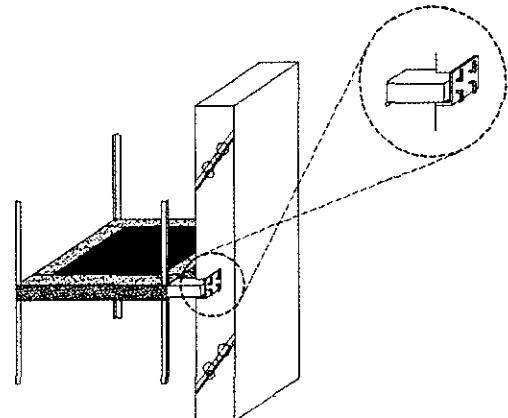
P.F.P현장 시공 순서는 그림9~16 및 표 2에 나타낸 바와 같다.

공법 적용효과

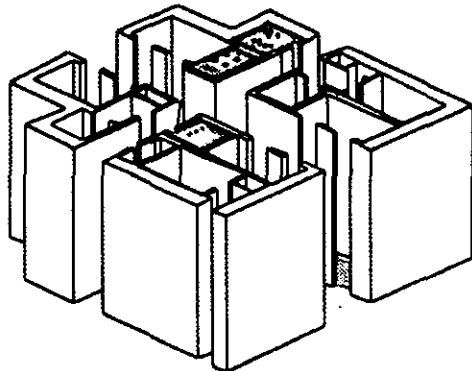
- 구공법 대비 개략 5% 원가절감 효과
- 구공법 대비 인건비 50% 절감과 입상배관 설치 인건비의 획기적인 절감으로 구공법(현장설치)인건비 대비 50% 절감효과가 있으며 또한 건축공사비가 절감된다. 그러나 충간방화구



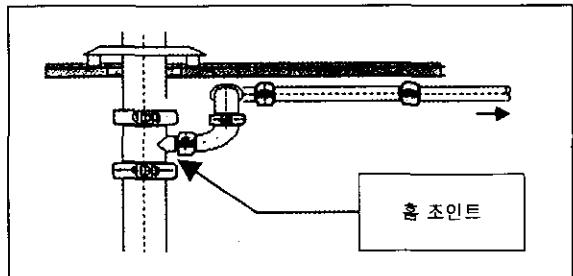
〈그림 5〉 코아 평면도



〈그림 7〉 P.F.P 층간고정



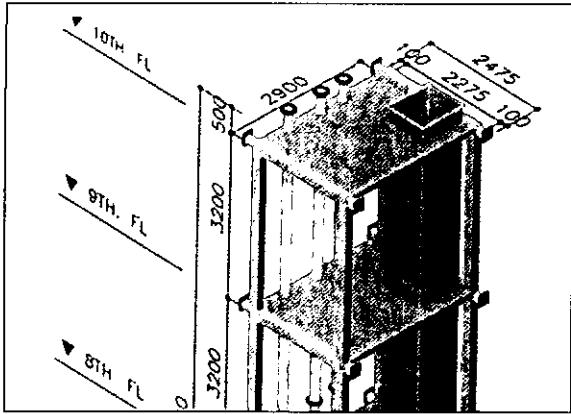
〈그림 6〉 코아 입체도



〈그림 8〉 P.F.P 절 이음

〈표 1〉 기존 P.F.P와의 공사난이도 비교

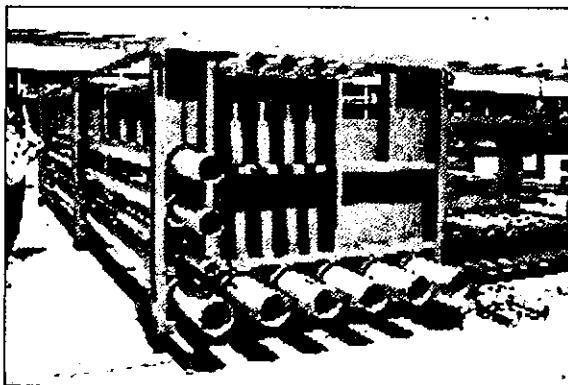
구 분	기존 P.F.P	타워 펄리스 현장 P.F.P
구 조	철골구조	RC조
공 정	작업의 진행이 확인 가능	샤프트 내부 작업진행 확인 어려움
양 중	신호수와 T/C 기사와의 협조가 원활히 진행됨	각층의 신호수와 T/C기사와의 정확한 의사전달이 필요
설 치	철골 구조를이기 때문에 P.F.P 설치가 수월	<ul style="list-style-type: none"> -벽체에 매설판 사전설치 -P.F.P 설치전 지지철을 고정 선 작업 필요
품 질	P.F.P 설치과정 및 설치후의 상태가 노출되어 품질 감시가 수시 가능	설치 후 밀폐된 샤프트내에 있기 때문에 기존 방식보다 감시가 어렵다



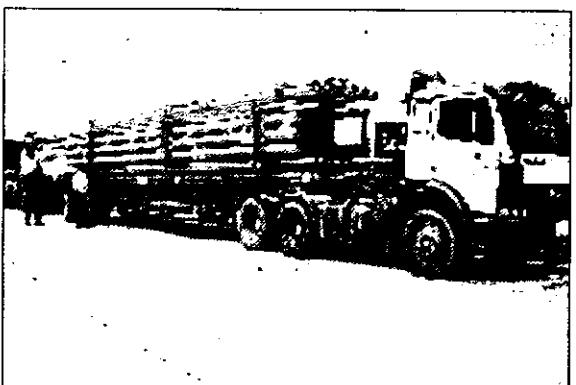
〈그림 9〉 공장도면



〈그림 10〉 최하단 지지 프레임 설치



〈그림 11〉 공장제작



〈그림 12〉 운반

획감소로 건축공사비 절감 하나 잡철물, 장비비 및 운반비 등은 증가한다.

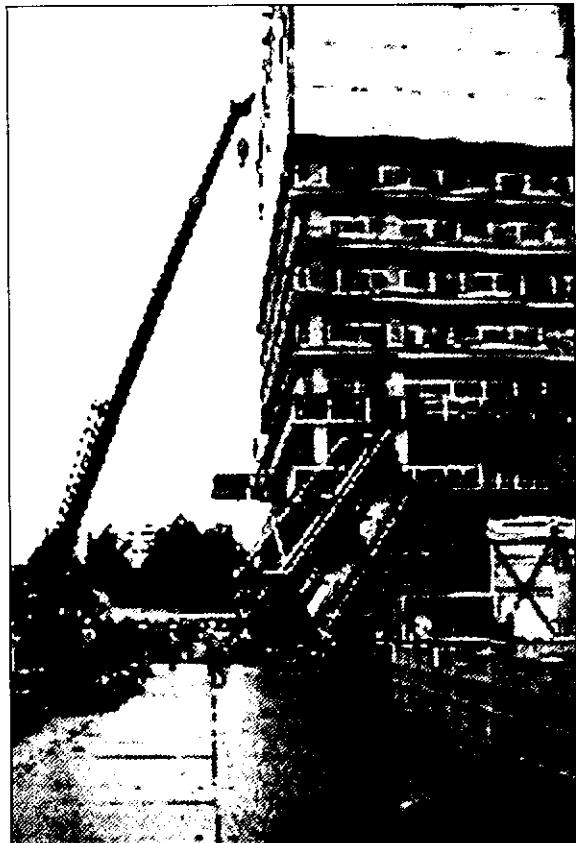
- 현장제작이 아닌 공장 전문인력에 의한 제작으로 고품질확보 된다.
- 현장 소요공기와 별도로 공장 사전제작으로 인해 절대공기 감축된다.
- 현장작업 최소화로 위험요소 사전 억제한다.
- 공장제작으로 인해 현장내 별도의 야적공간 불필요하다.

설비 조립화 공법의 필요성

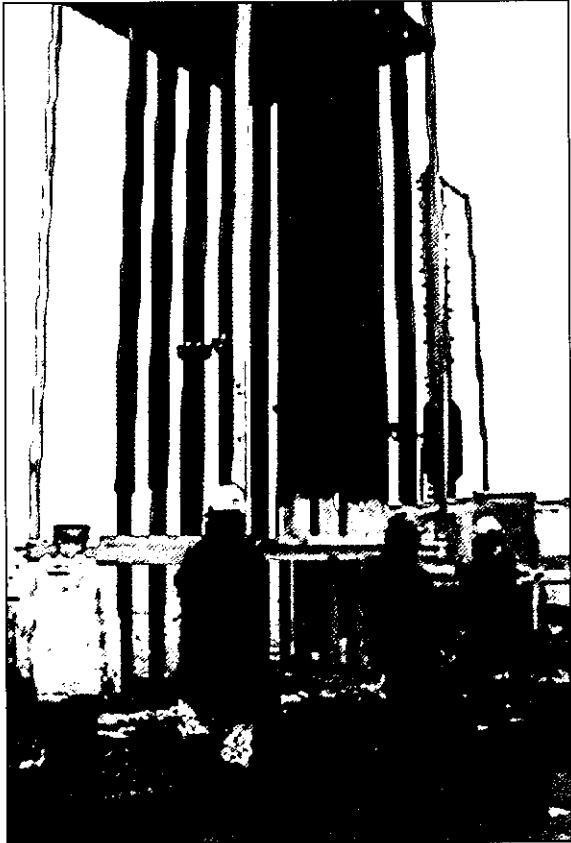
국내에서의 설비 P.F.P 공법 적용이 약 6년정도로

아직은 적용초기단계이다. 본 공법에는 여러가지 장점이 있긴하지만 모든 종류의 건물에 적용하기에는 수익성 문제 등의 단점이 있다. 따라서 현장담당자가 건물의 특성 및 현장여건을 파악한후 면밀한 원가검토와 시공계획으로 공법적용여부를 결정하는 것이 중요하다. 공법적용시 세부적인 설치 계획과 공사관리가 되지 않는다면 각종 운반비용 및 잡철물비용 증가로 인해 오히려 공사원가가 추가되어 적용효과를 얻을 수 없게 될 가능성도 크기 때문이다.

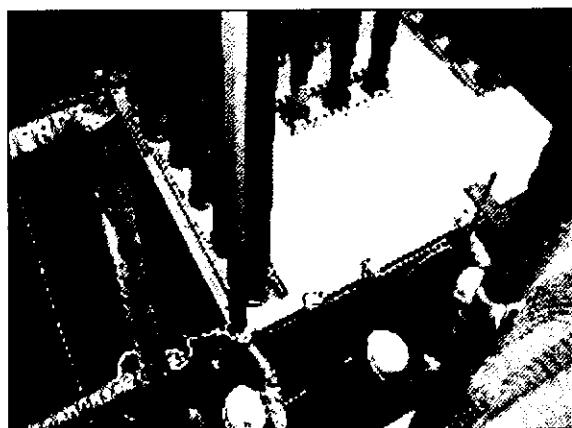
그러나 현장 인력 낭비 최소화 및 효율적인 건설 생산 시스템으로 최근 미국 및 유럽에서 검토중인 Lean Construction System등 점진적인 건설기술



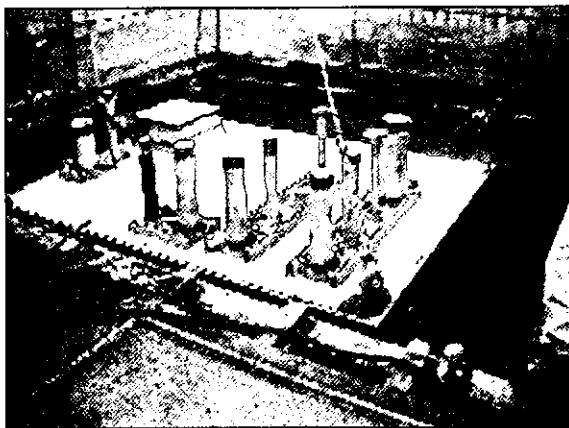
〈그림 13〉 양 중



〈그림 14〉 삽 입



〈그림 15〉 설 치



〈그림 16〉 완 료

〈표 2〉 P.F.P 현장 시공 순서

단계	특징 및 주의사항
공장도면 단계	<ul style="list-style-type: none"> - 골조공사 수행시 샤프트내 수직도 검사등 현장실측 필요 - 양중장비, 운반장비, 단중등을 고려한 유니트별 분할계획 수립 - 각 유니트별 중량계산후 바닥철판, 보강철물등의 부재선정
매설판 설치단계	<ul style="list-style-type: none"> - 하중계산에 의한 플레트 선정 - 골조공사 공정에 누락이 안되도록 주의
공장제작	<ul style="list-style-type: none"> - P.F.P용 구조물, 가대 제작 - 방진설치 - 각 절별 P.F.P용 입상배관 파이프 제단 / 용접, 부속 및 기타 부자재부착 - 각 절별 조립 - 보온, 도색작업
현장반입 및 양중	<ul style="list-style-type: none"> - 샤프트 수직도 체크 및 장애물제거 - 장비사용여부, 설치일정 결정후 일정에따라 인원배치, 시간계획 수립 - 현장여건 고려하여 타공정 파악, 교통사항, 야간상차 여부 결정
설치	<ul style="list-style-type: none"> - 유니트하중을 버틸수 있는 지지철물을 설치 - 유니트 양중시 수직유지 - 유니트 하강시 하부 부위에 작업자접근금지(낙하물) - 유니트 상하배관의 정확한 중심 유지(지그사용) - 최초 삽입시 매설판과 용접철저

변화에 효과적 대응을 위해서는 건축설비분야에서 조립화공법만이 그 대안이라고 할수 있다. 따라서 조립화공법에 대한 지속적인 검토와 적용을 통하여 공법개선 및 추가원가절감방안을 확보하고 국

내 전 설비업계가 정보를 공유함으로써 우리 건축설비분야에서 한단계 발전된 공법으로 정착되어 국제경쟁력 향상에도 기여할수 있기를 기대한다. ③