

모듈러 공법을 적용한 군시설공사의 개선방안에 관한 연구

A Study on modular construction method in military facilities

박재식*○ 박태근**

Park, Jae-Sig Park, Tae-Keun

요약

최근 우리 군은 장병들의 삶의 질 향상과 군 구조 개편에 따른 이동성능 향상을 위해 모듈러 공법으로 노후시설 개선사업을 추진하고 있고 향후에도 본 공법에 대한 수요는 점차 증가할 것으로 예상된다. 그러나 2005년부터 본 공법을 적용하여 우리군에 시공한 시설들은 아직 초기단계로서 설계도서에 모듈러 건축 특성을 충분히 반영하지 못하고 일부 공사를 습식공법으로 시공하였으며 또한 현장제작 비율이 높아 공기가 지연되고 품질이 저하되는 사례가 발생하였으므로 단계별로 문제점을 분석하고 개선방안을 제시하고자 한다. 본 연구에서 그동안 준공된 시설을 분석한 결과, 현장작업과 습식공법을 최소화할 수 있도록 설계하여야 하며 생산성향상을 위해 자동화 설비를 구축하여야 하고 단위모듈 이송 전 이동경로에 대해 주행시험을 실시하여 도로조건을 확인해야 하며 현장조립 시에는 모듈간 접합 및 연결방법을 개선하여 품질을 향상시켜야 할 것이다.

키워드: 모듈러, 군 시설공사, 공장제작, 현장조립

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

우리 군은 해방이후 국군 창설과 더불어 일본군이 사용하였던 시설을 인수하고 한국전쟁 이후 시설건설에 지속적으로 투자하여 오늘날 약 10만여 동, 2,520만㎡(약 762만평)의 방대한 시설을 보유하고 있으나 이중 20년 이상 경과된 노후시설이 전체의 약 30%를 차지하고 있다.

최근 군에서는 이러한 노후시설들의 안전과 성능저하 문제를 인식하고 장병들의 삶의 질 향상을 위하여 새로운 공법을 도입하고 BTL사업방식을 적용하여 병영시설개선사업을 획기적으로 추진하고 있다. 우리 군은 2005년부터 모듈러 공법 시험시공을 실시하였고 현재도 부분적으로 본 공법을 적용하여 시공 중에 있으며 군구조 개편에 따른 이동신축, 친환경·고효율 건축물에 대한 요구 증대로 이동성능을 갖는 모듈러 건축시스템의 수요는 점차 증가할 것으로 예상되지만 본 공법 도입역사가 일천하여 공법적용상 여러 가지 문제점이 나타나고 있는 실정이다.

그러므로 그동안 우리 군에서 시공한 시설에 대한 문제점을 분석하고 개선방안을 모색하여 품질을 향상

시킬 수 있는 연구가 필요하게 되었다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 모듈러 건축공법과 기술에 대한 국내외의 개발 및 적용 실태를 파악하여 그동안 우리 군에서 시험적용 시 나타난 문제점을 분석하고 개선방안을 제안하며 세부 절차는 다음과 같다.

(1) 문헌조사 및 전문가 면담으로 모듈러 공법의 이론, 특징과 제한사항을 고찰하고 적용실태를 파악한다.

(2) 모듈러 제작공장 및 공사현장을 실사하여 공법, 공정, 현장관리 등 전반에 대한 문제점을 분석한다.

(3) 이상에서 분석한 문제점을 토대로 이동성능 및 공사품질을 향상시킬 수 있는 개선방안을 제시한다.

2. 이론적 고찰

2.1 모듈러 건축

2.1.1 모듈러 건축의 개요

모듈러 건축시스템이란 박스형태의 모듈러 유닛을 공장에서 가공·조립 후 현장으로 이동·조립하여 건축물을 완성하는 공업화 시스템을 말하며 연결 플레이트와 볼트를 이용해 접합함으로써 조립 및 해체작

* 일반회원, 목원대학교 건축공학과 박사과정

** 정회원, 목원대학교 건축공학과 정교수, 공학박사

업이 간단하고 공기를 단축하며 재사용이 용이하다. 그리고 조립과 해체가 간단하여 전문인력이 불필요하고 건축물의 이동이 요구되는 상황에 대한 대응 능력이 뛰어나며 모듈러 유닛의 자체 하중이 가볍기 때문에 기존 건물에 대한 증축공사 시 기초 부분에 대한 추가 보강공사가 불필요하다. 최소한의 공기로 조립이 가능하므로 현장공기를 단축할 수 있는 장점이 있고 필요 시 이동하여 재시공할 경우에도 최소한의 공기만 소요되므로 공기단축이 필수적인 학교, 군숙소, 응급시설 등에 폭 넓게 적용될 수 있다.

모듈러 건축물 유닛의 구조를 형성하기 위하여 두께 1.0~3.2 mm의 아연도금강판을 가공한 C형상의 자재가 일반적으로 사용되고 자재의 절단은 길이방향으로 이루어지며, 다양한 접합방법으로 모듈러 유닛의 구조체가 제작된다. 각형강관 등의 열연강재는 기둥구조재로 사용되며 스틸스터드와 같은 냉연강재는 주로 벽체의 비내력용 구조재로 사용된다.

2.1.2 모듈러 건축의 특성

모듈러 건축물은 공장제작, 운송, 현장설치 순으로 건설되며 다음 표1과 같은 특징을 가지고 있다.

표 1. 모듈러 건축의 특징

구분	세부내용
이동성능	건물의 해체 및 재설치가 용이
유통성	모듈의 추가 및 제거가 용이
단열성능	벽두께의 증가없이 0.2 W/m ² K 이하의 고단열 성능 달성
내진성능	국제 지진기준에 적합한 강성
공기단축	전통적인 방식대비 50%이상 단축
품질관리	주요 구성재료의 공장생산에 의한 고품질 달성
경량화	조적조 하중의 30%정도로서 기존 건물의 증축에 효과적
설계성능	수직 또는 수평조합에 의한 다양한 평면구성 가능
공사안전성	현장인력 최소화로 현장통제가 용이
적용성	층고 및 형태에 의한 제한

2.2 모듈러 건축물의 적용 실태

국내 모듈러 건축시스템은 철골부재나 스테드를 구조 프레임으로 하고 샌드위치 패널을 벽체나 지붕에 사용하고 있으며, 이는 크게 중후장대(重厚長大)형과 경박단소(輕薄短小)형으로 나누어 볼 수 있다. 중후장대형은 학교, 군생활관 등의 철골 공업화 기반기술에 의거하여 신축되었으며 2002년에 서울 신기초등학교, 2005년에 준공된 장단 3소초, 6소초 등을 예로 들 수 있으며 세부사례는 다음 표2와 같다.

표2. 국내 모듈러 건축물 적용사례

공사명	공사규모 (층/m ²)	공사기간 (공장/현장)	사용모듈치수 (가로x세로x높이 m)
신기초교	2/717	9주/6주	3 x 10 x 3.3
대조초교	1/914	9주/4주	3 x 9.6 x 3.3
○○청사	4/44,535	13주/9주	3 x 8 x 3.15
○○소초	2/1,031	6주/6주	3 x 6 x 3.15
○○소초	1/618	5주/5주	3 x 8 x 3.15
○○생활관	3/3,662	공사중	3 x 6 x 3.15
○○생활관	2/2,596	“	3 x 6 x 3
○○시설	2/1,316	5주/5주	3 x 6 x 3

3. 모듈러 공법 적용상의 문제점 및 개선방안

2005년부터 우리 군에서 적용하였던 사업과 비교하여 ○○○○청사를 중심으로 설계단계, 공장제작단계, 이송단계, 현장작업단계로 구분, 문제점을 도출하고 개선방안을 제안한다.

3.1 설계단계

우리나라는 모듈러건축 도입역사가 일천하여 일부 소수업체에서만 모듈러유닛공법을 적용한 설계를 수행하고 있다. 그러나 이들 업체들은 적용사례와 관련 자료의 부족으로 모듈러건축의 특성을 충분히 반영한 설계가 불가능하므로 모듈러건축의 활성화를 위해서는 무엇보다 관련업계에서 쉽게 적용할 수 있는 사례집과 관련자료의 보급이 선행되어야 할 것이다.

○○○○청사 신축공사의 경우 설계용역기간은 공휴일을 포함하여 45일로 촉박하게 진행되었다. 새로운 공법임에도 불구하고 준공목표일을 2006. 6월로 사전 설정함으로써 일반적인 공법을 적용한 시설의 설계기간보다 오히려 촉박한 일정으로 설계를 진행하여 모듈러건축 특성을 충분히 반영한 설계를 할 수 없었다. 따라서 공사계약이후 설계도서에 대해 전면 재검토하여 설계변경한 후 공사착공이 가능하였다.

그리고 본 공사는 대규모 건물에 적용하는 최초의 사례로서 건물의 규모에 따른 전기, 설비용량의 증가로 인해 전기 및 기계설비 공사는 기 시공된 국내 모듈러공사와는 달리 그림 1과 같이 대부분 현장시공 위주로 진행되었다.

그림 1. 규모에 따른 설비공사 비교



그러나 모듈러유닛공법 적용 시 설비공사의 대부분을 공장에서 마무리하여 현장 공기단축을 유도하고 필요 시 이동·재설치가 용이하도록 설계되어야 한다. 화장실은 벽체바탕재만 건식공법이고 바닥부위와 벽마감재는 일반적 시공방식인 습식공법에 의한 현장시공으로 설계되어, 현장공사 증가로 공사기간이 연장되고 또한 공사 중 물사용으로 인한 주변 모듈에 대한 오염이 우려된다. 그러므로 화장실은 건식공법을 연구한 초창기부터 공장생산을 시도하였던 부분이므로 건식화, 모듈화가 가능한 UBR을 적용하여 공기단축, 비용절감, 품질향상을 도모하여야 한다.

생활관 및 행정시설 중 장스팬으로 모듈러 공법 적용이 불가능한 강당, 계단실, 기계실 등 일부가 철골조로 계획되어 철골공사가 선행된 후 모듈러조립공사가 진행되어야 하므로 공기와 현장작업량이 증가되는 결과를 초래하였다.

이와 같이 이종공법에 의한 복합시공의 경우 구조적인 안정성 확보를 위해 계단실과 기계실에 철골조가 적용되었지만 현장공기, 작업순서, 작업량, 재설치에 대해 충분히 검토하여야 하며 향후 기술력을 축적하여 유럽 선진국처럼 전 구역에 모듈러공법을 적용하여 설계하여야 한다.

설계단계에서 외벽마감 재료를 외단열 시스템으로 설계하여 생활관시설은 설계대로 외단열로 마감하였으나 행정시설은 금속복합 판넬로 변경 시공하였다. 설계안대로 시공된 생활관시설은 이동·재설치가 불가능하여 이동성능을 저하시키지만 변경 시공한 행정시설의 AL복합패널은 모듈의 규격에 맞추어 생산·조립이 용이하고, 이동과 재설치 시에도 자재의 손실 없이 작업이 가능하며 현장작업 시 기후의 영향을 받지 않고 계획된 공기내에 사업을 완료하였다.

3.2 공장 제작단계

3.2.1 공장 레이아웃

공장작업의 레이아웃은 수행하여야 할 기능, 자재와 인력의 이동 및 생산 공정의 흐름, 공장내부의 제약조건, 장래의 변경 등에 대하여 탄력적으로 대응할 수 있도록 종합적으로 검토하여 평면을 구성하고 생산설비의 위치를 결정하여야 한다.

소규모 시설에 소요되는 모듈은 형태가 단순하고 소수입에 반하여 대규모 시설의 모듈은 모듈 치수가

다양하고 수량이 대폭 증가하였다. 그러므로 국내 Y사의 경우 초기의 소규모시설 모듈제작 시와는 달리 공장의 배치계획을 변경하여 이동레일 폭을 넓히고 크레인과 컨베이어가 추가로 설치되었으며 제작완료된 모듈은 지게차로 옮겨져 옥외적재공간으로 이동된다.

소규모인 생활관의 모듈은 소량이므로 완성된 모듈을 공장내부에 적재한 후 일시에 현장으로 반출하였으나 행정시설은 모듈 수의 증가로 인해 공장내부에 적재하지 못하고 모듈제작이 완료되면 옥외에 적재한 후 현장으로 이송하면서 작업을 진행하였다.

공장 내에서 모든 공정이 완료되어야 했으나 공장내부가 협소하여 기계설비와 벽체조립 등 일부 작업은 옥외에서 진행하기 때문에 옥외적재기간이 증가하고 우천 시 우수에 의한 피해를 방지하기 위해 창틀설치 부위 등에 테이핑 보양작업이 추가되었다.

3.2.2 공장제작 공정

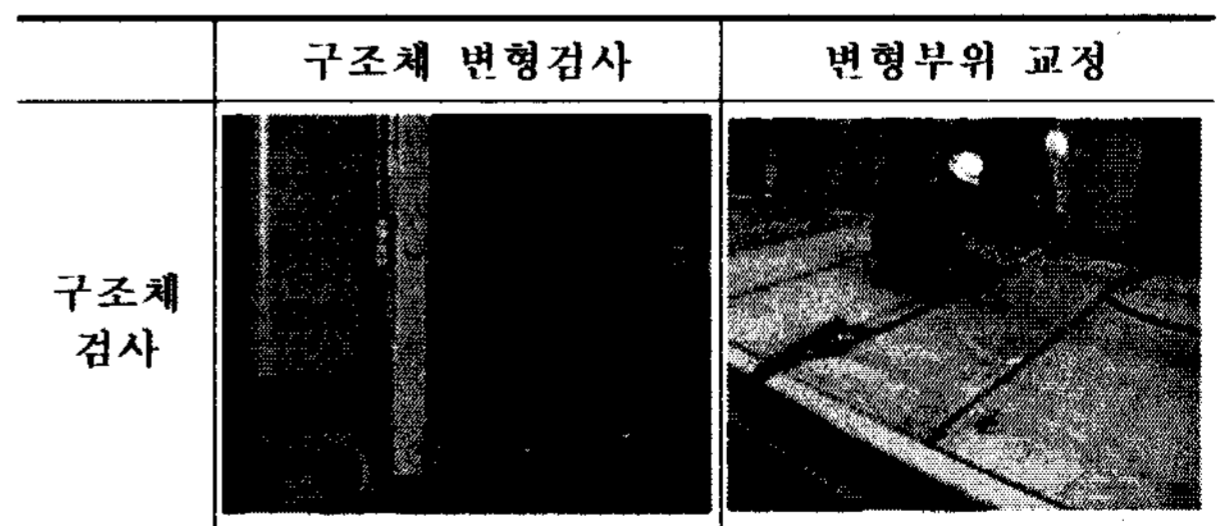
(가) 구조체 조립

구조체 조립은 모듈러 최종 마감의 품질까지 영향을 미치는 중요한 공정으로 제작 후 부재의 치수 또는 구조체의 접합단계에서 오차가 발생하면 공장에서의 후속작업 뿐 아니라 현장에서 조립작업을 진행할 수 없으므로 세밀한 점검이 요구되는 공정이다.

구조체 조립시간은 다른 후속공정에 비해 작업시간이 약 2~3배 긴 1시간 가량이 소요되므로 대량생산이 필요할 경우, 구조체 조립대를 추가로 설치하고 작업인원을 늘려서 후속공정과 조립시간을 맞추면 일일 모듈생산성을 2배 이상 향상시킬 수 있다.

구조체조립 완료 후 모듈을 바닥판설치대로 이동하지만 볼트로 체결한 중량의 구조체를 크레인으로 이송하는 과정에서 볼트체결부위가 이완되고 접합력이 감소하여 변형이 발생할 수 있으므로 그림 2와 같이 다림추와 수평자를 활용하여 구조체 변형 여부를 확인하고 체인블럭과 턴버클 등으로 변형을 교정하여야 한다.

그림 2. 구조체 변형검사 및 교정



공장 내에서 이송 중 변형이 발생한다면 차량이송 또는 현장 크레인 양중 및 조립 과정에서도 변형이 발생할 수 있으므로 구조체와 바닥판의 하중을 줄이고 용접접합으로 구조체의 변형을 감소할 수 있는 방안에 대한 검토가 필요하다.

(나) 바닥판 설치 및 접합

구조체 조립이 완료되면 후속작업으로 바닥판을 설치하는 데 공기단축과 노동력을 절감할 수 있는 건식공법을 적용하였고 작업은 스파크리트 이동·설치 → 용접접합 → 틈새 몰탈사춤 순으로 진행한다.

기존에는 폭과 형태가 다양한 여러 타입의 스파크리트를 조합하여 바닥판을 설치하였지만, 행정시설에는 동일한 타입의 스파크리트를 설치하고 자재이동과 정부터 작업절차를 단순화하여 작업시간 단축을 도모한 것처럼 향후 다른 사업계획 시에도 패널을 규격화 하여야 한다.

공장내의 바닥판 설치작업 중 스파크리트 반입이 지연되어 후속공정을 진행할 수 없어 지연된 공기를 만회하기 위해 작업이 완료되지 않은 모듈을 현장으로 이동한 후 후속작업을 진행하기도 하였다.

결국 자재공급 지연으로 현장작업량과 공기 증가를 초래하였는바 작업의 주공정에 영향을 미치는 주요 자재에 대해서는 조달에 차질이 없도록 철저히 사전 관리하여야 한다.

(다) 벽체·천정틀 설치 및 패널 1면 조립

모듈의 벽면과 천정면에 건식공법을 적용하기 위해 런너와 스테드로 벽과 천정면에 프레임을 설치하며 벽체부위의 공사시에는 공종별 작업순서에 유의하여 선·후공정에 영향이 없도록 진행하여야 한다.

대부분의 부재를 공장 내에서 제작함으로써 공장내의 작업공간이 더욱 협소해지고 제작에 많은 시간이 소요된다. 예를 들어 벽체틀에 소요되는 스테드부재의 경우 벽체조립공정이 진행되는 작업라인 옆에서 직접 치수를 재고 절단하여 제작한 후 벽체작업라인으로 옮겨 조립함으로써 수작업에 의한 오차로 재시공 하는 사례가 발생하여 생산성이 저하되었다.

그러므로 모든 부재를 공장 내에서 제작하지 말고 일부 부재는 외주발주 등 적절한 작업분산을 통하여 제품 품질과 생산성 향상을 도모해야 할 필요가 있다.

(라) 설비 및 단열공사

벽체틀 설치와 패널 1면 조립이 끝나면 설비공사를 진행하는데 공장에서의 설비작업은 벽체 컨트롤박스 설치, 전기배관, 에어컨 실내기 설치 및 단위 모듈내 배관 연결만 하고 대부분의 설비공사는 현장에서 진행되므로 공장작업률이 매우 저조하다. 그러므로 설비공사의 공장제작률 향상을 위해 단위 모듈간 상호 연결이 가능한 각종 연결 부품을 개발하여야 한다.

(마) 보양 및 야적

공장에서의 모듈 조립이 끝나면 옥외로 반출하여 적재하는데 옥외에 적재할 공간이 부족하여 공장내부에 적재함으로써 작업공간이 부족하여 생산라인의 가동이 중단되기도 하였다. 따라서 일일 공장 생산량, 공장 및 현장간 이송량, 현장조립량에 대해 사전 검토하여 일정한 물량이 균형있게 공급될 수 있도록 계

획을 수립하여야 한다.

3.3 이송단계

모듈러건축 현장은 모듈양중을 위한 대형크레인과 이송 트레일러의 진·출입이 가능해야 하므로 사업 타당성 검토 시 이동경로와 현장상황을 점검하여 관련 장비의 진출입 가능여부를 사전에 판단하여야 한다.

행정시설 신축을 위한 모듈의 현장반입 후 볼트체결상태를 점검한 결과 운반차량의 규정 속도 미준수로 상당부분이 이완되어 현장에서 재체결하였다. 그러므로 모듈을 이송하기 전 이동조건과 주행성 등을 파악하기 위하여 실제 모듈로 Mock-Up 테스트를 실시하고 이동과정에서 모듈의 변형과 파손을 방지하기 위해 규정된 운행속도와 운행규칙을 준수해야 하며 이동 전 운전자의 철저한 사전교육이 필요하다.

그리고 조립순서를 고려하지 않고 모듈을 출하하여 차량이 장시간 외부에서 대기하여 현장작업이 지연되는 사례가 발생하였는바 대기로 인한 지체시간이 발생하지 않도록 모듈조립순서에 따른 이송계획을 사전 수립하여야 하며 천정이나 벽체부위가 우천에 의한 피해가 예상될 경우에는 모듈외부 포장 등 사전 보양이 필요하다.

3.4 현장작업단계


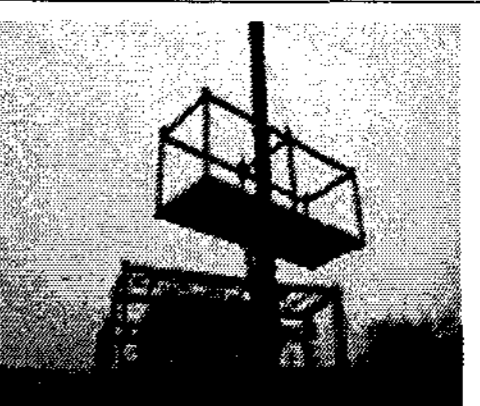
3.4.1 기초공사

기초공사는 현장으로 모듈을 반입하기 전에 시공이 완료되어야 하며 기초는 모듈하부의 단열 및 설비공사를 위한 작업공간과 추후 점검·보수를 위한 PIT 층으로서의 역할을 할 수 있어야 하고 현장에서 기초공사를 진행하는 동안 공장에서는 모듈제작을 완료하여야 한다.

3.4.2 모듈 양중 및 조립

모듈은 크레인에 의해 양중되며 공장에서도 마찬가지로 모듈 구조체의 변형을 예방하기 위하여 그림 3 처럼 크레인에 밸런스 빔을 이용하여 모듈을 양중하여야 한다. 만약 밸런스 빔을 사용하지 않고 양중하면 모듈의 양단부의 처짐이 발생할 수 있으므로 주의가 요망된다.

그림 3. 모듈양중 방안비교

	밸런스 빔 사용	밸런스 빔 미사용
모듈양중		

공장에서 현장으로 반입된 모듈은 차량의 장거리 이동에 따른 모듈변형과 볼트 접합력 이완이 예상되

므로 반드시 조립 전에 확인하여야 한다.

모듈을 조립 시 주로 사용하는 FT볼트는 체결볼트에 대해 접합력 테스트가 필요하지만, TS볼트를 사용할 경우, 별도의 테스트 없이 핀테일이 자동 절단되므로 볼트접합부의 안정성을 높이고 품질을 확보할 수 있는 TS볼트 적용방안을 검토하여야 한다.

그리고 모듈과 모듈을 조립하는 과정에서 모듈간 접합부에 조립플레이트를 설치하고 용접하여 접합함으로써 접합력은 향상되지만 작업시간이 장시간 소요되고 이동·재설치를 위한 해체가 곤란하므로 향후 이축 시 해체가 용이한 볼트접합 같은 방안에 대해서도 검토가 필요하다.

3.4.3 지붕공사

모듈의 조립이 끝나면 우천에 대비할 수 있도록 즉시 지붕공사를 진행하여야 한다. 지붕공사는 각각의 부재를 현장에 반입하여 조립하는 방식으로 진행되어 현장작업량이 증가하여 장시간이 소요되고 또한 우천시 벽체, 천정등 모듈내부의 손상을 방지하기 위하여 모듈보양 등 불필요한 작업이 추가되므로 지붕공사를 모듈화하거나 공장제작 시 최상층부 모듈에 지붕을 부착하여 현장에 반입함으로써 신속한 조립·설치가 가능하도록 개선해야 한다.

3.4.4 창호 및 외부 마감공사

지금까지 국내에 시공된 모듈러 건축물에는 창문틀을 공장에서 조립하여 현장에 반입하면 현장에서는 창문틀에 창문을 설치하는 작업만 실시하였는데 이송시 창문유리의 파손을 고려하면 창문설치는 현장작업이 불가피한 실정이다.

그리고 외부 마감재를 선정 시에는 작업의 용이성을 고려함은 물론이고 단열성능, 시설물의 외관, 공기단축, 초기투자비 및 이축성능을 향상할 수 있는 자재를 선정하여야 한다.

3.4.5 설비 및 내부 마감공사

(가) 바닥 공사

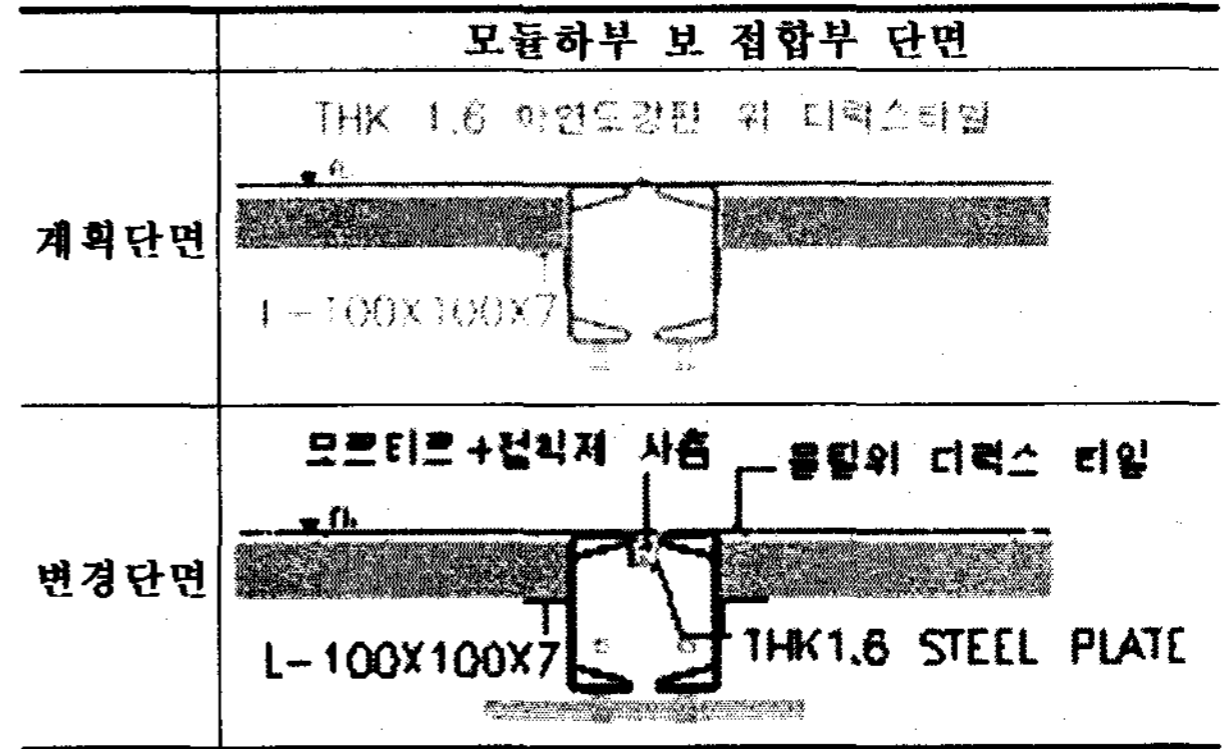
바닥판이 스파크크리트로 시공되어 단위모듈의 중량이 증가하고 바닥에 플로어 박스 설치가 곤란하며 스파크크리트 틈새 몰탈사출을 대부분 현장에서 진행하므로 공중간 작업간섭이 생기고 작업이 원활하게 진행되지 못하였다. 그러므로 단위모듈을 경량화할 수 있고 설비문제를 해결할 수 있는 액세스플로어와 같은 이중 바닥시스템에 대해서도 검토가 필요하다.

그리고 모듈간 하부 보 접합부위는 1.6mm(W=300) 아연도 강판을 부착하고 3mm 비닐타일로 바닥을 마감하도록 설계되었는데 차음, 누수 및 바닥평활도 등에 대한 우려가 제기되어 그림 4와 같이 현장에서 접합부위 틈새에 두께 1.6mm의 Steel plate를 절곡하여 끼워넣은 후 용접하고 몰탈충진하는 방식으로 보완·재시공하였다.

재시공으로 마감성능은 향상되었지만 현장에서의 작업량과 작업기간이 증가하고 향후 이동·재설치가

지 고려한다면 용접접합과 몰탈충진방식은 지양해야 하며 설계단계에서 모듈간 틈새가 발생하지 않도록 구조체의 상세설계에 대해 보완하여야 한다.

그림 4. 모듈하부 보 접합부 단면 비교



(나) 설비공사

대규모 건물일 경우 설비용량의 증가로 설비배관 및 배선을 위해 많은 공간이 필요하므로 복도지역에 집중하여 현장작업으로 마감하였으나 현장작업량을 감소하고 모듈러 건축에 적용이 용이한 설비시스템을 개발하여야 한다.

그리고 스파크크리트 제작시 설비배관을 위한 바닥판 천공이 가능함에도 불구하고 현장에서 바닥판을 천공하고 하부에 철골을 보강함으로써 현장작업이 증가하고 또한 구조적인 문제점을 유발할 수 있으므로 사전에 설비배관 위치를 정확히 계획하여 공장제작 단계에서 마무리한 후 현장으로 반입하면 공기단축 및 품질향상을 도모할 수 있을 것이다.

(다) 기타 마감공사

본 공사의 벽체는 내벽은 SGP패널, 외벽은 CRC보드로 마감하며 벽체조립을 대부분 공장에서 완료하였고, 일부에 한하여 현장에서 시공하였다. 그러나 설비배관·배선공사, 천정공사, 기타 마감공사를 현장실내에서 시공하여 내부벽체에 많은 손상을 초래하였으므로 이상의 공종을 공장에서 마감하여 현장에 반입하거나 내부마감공사 완료 시까지 벽체를 보양할 필요성이 제기되었다.

천정은 천정상부의 설비공사가 완료되면 현장에서 여러개의 모듈을 연결, T-Bar를 설치하여 암면텍스로 마감함으로써 이동성능을 저하시키므로 단위모듈별로 천정을 마감할 수 있는 방안에 대한 검토가 필요하다.

4. 결론

본 연구는 2005년부터 우리 군의 노후시설 개선 및 장애인들의 삶의 질 향상을 위해 모듈러 공법을 도입하여 시범사업으로 추진한 시설에 대한 문제점을 분석하고 개선방안을 제안하였고 본 연구의 결론은 다음과 같다.

(1) 업계에서 적용할 수 있는 사례와 관련자료의 보급이 선행되어야 하며 모듈러 공법의 특성을 반영하여 설계를 완성할 수 있도록 용역기간을 충분히 부여하고 전기 및 기계설비 공사를 공장제작 단계에서 완료할 수 있도록 연결부속자재를 개발하고 설계에 반영하여야 한다. 강당, 계단실, 기계실과 같은 장소가 필요한 공간에 이종공법에 의한 복합시공이 불가피하나 장차 모듈러 공법만으로 시설을 완성할 수 있도록 엔지니어링 능력을 축적하여야 한다. 그리고 화장실 구역은 UBR과 같은 건식공법을 적용하여 공기를 단축하고 비용을 절감하며 외벽은 금속복합패널과 같이 현장조립·해체가 용이한 자재로 마감하여 이동성능을 향상하여야 한다.

(2) 공장 제작단계에서는 인원 및 자재의 이동경로, 생산공정의 흐름 및 장래확장계획 등을 고려하여 공장배치계획을 수립하며 생산성 향상을 위해 자동생산 시스템을 구축하여야 한다. 공장내에서 구조체를 조립하여 이동시 변형을 확인하고 교정하며 구조체와 바닥판의 하중을 경감할 수 있도록 접합방법, 구조체 및 바닥 두께에 대한 구조검토가 요망된다. 그리고 구조재, 바닥판과 같은 주요자재는 주공정에 차질이 없도록 조달계획을 수시로 점검하여야 하며 일부 부재는 외주발주하여 공장작업의 효율성을 기하여야 한다.

(3) 대상부지에 대형크레인과 트레일러의 진출입가능여부를 확인하여야 하며 현장조립능력에 따라 운반차량 대수를 결정하여야 하고 이송시 단위모듈 접합부위의 이완을 방지하기 위해 운반차량은 규정속도를 준수하여야 한다. 그리고 단위모듈 이송전에 이동경로에 대해 주행테스트를 실시하여 도로조건, 제한속도 등을 확인하고 조립순서에 따라 모듈을 출하하여 운반차량의 현장대기 시간을 최소화 하여야 한다.

(4) 공기단축을 위해 공장에서 모듈제작을 진행하

는 동안 현장에서는 기초공사를 완료하여야 하며 모듈의 장거리 이송에 따른 구조체의 변형 및 접합부위의 이완이 예상되므로 양중 전에 반드시 점검하고 양중 시에는 밸런스빔을 이용하여 변형을 방지하여야 한다.

지붕공사는 현장작업 위주로 진행되었지만 지붕모듈 또는 최상층 모듈상부에 지붕을 사전 제작하여 반입하여야 하고 모듈바닥판에 플로어 박스설치가 가능하고 경량화할 수 있도록 액세스 프로어에 대한 검토가 필요하며 2개 모듈을 연결시 바닥판의 차음, 누수, 이동성능을 향상할 수 있는 공법을 개발하여야 한다.

참고문헌

1. 포항산업과학연구원, 방위사업청 현장 모니터링 및 공정 분석, 2006
2. 국방부, 이동성능을 갖는 군 시설물의 건축성능기준 및 설계지침 제정, 2006
3. 대한건축학회, 군용 모듈러 건축물의 공기 및 LCC 분석, 2005
4. 유민 외, 모듈러 건축물의 공기 분석에 관한 연구, 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 2005
5. 조봉호 외, 모듈러 학교 건축물의 구조 시스템, 대한건축학회 학술발표대회논문집, 2003
6. 포스코, 포항산업과학연구원, 프레임-스터드패널형 건축 모듈러 유닛의 구조 시스템·공장 제작·현장 설치 공법, 2004
7. 포항산업과학연구원, 모듈러 공법 건축공사 표준시방서
8. 포항산업과학연구원, 모듈러 공법 건축공사 Check List
9. 한국건설기술연구원, 경량형강 스테드의 적용증대를 위한 유럽의 모듈러하우스 시스템 현황조사, 2001

Abstract

Recently Ministry of National Defense is reconstructing old facilities using modular construction method for enhancing soldiers' quality of living. In the future, the use of modular construction method is expected to be increased. But in beginning stage as ROK military facilities that was built by modular was not designed and constructed efficiently, problems for pilot projects need to be analyzed by phases and construction methods should be improved. For the maximized efficiency, design should be made to minimize on-site works, factory automation in an assembly plant should be installed for the better productivity, roads that will be used for transportation should be checked, and joint and connection methods between modules in on-site assembly should be improved for a better quality.

Keywords : modular, military facilities, factory manufacturing, on-site assembly