

철골조 학교건축에 관한 연구(1) : 건축계획

Steel Skeleton School Building(1) : Architectural Plan and Design

편집부

이 경 회*	김 상 대**	이 선 구***	박 영 기****
Lee, Kyung-Hoi	Kim, Sang-Dae	Lee, Sun-Goo	Park, Young-Ki
신 성 우*****	구 재 오*****	박 영 호*****	박 흥 순*****
Shin, Sung-Woo	Koo, Jae-Oh	Park, Young-Ho	Park, Heung-Soon

목 차

- | | |
|----------------------------|--------------|
| 1. 서론 | 3. 계획분야 |
| 2. 철골조의 장·단점 및 학교건축 계획의 개요 | 4. 각 분야 설계지침 |

1. 서론

1.1 연구배경 및 목적

급격히 변하는 시대 상황은 교육환경에서도 새로운 교육운영 방식과 시설을 요구하고 있으며, 특히 노후화된 초·중·고등학교 시설의 현실을 감안할 때 교육환경과 시설의 개선은 시급한 과제가 되고 있다. 지금까지 기존의 학교건물은 대부분 철근콘크리트 라멘구조로 건축되어 왔으나 이 구조의 몇가지 장점에도 불구하고 품질의 저하와 날

로 증가되는 환경 문제 등을 고려할 때 새로운 재료에 의한 학교건물의 건축이 요구된다고 하겠다.

철골구조는 철강산업의 발전에 의해서 최근에 전세계적으로 널리 확산, 보급되고 있으며, 특히 초·고층 건물 뿐만 아니라 주거용으로도 각광을 받고 있어, 이 구조를 학교건물에 도입하는 것은 시대적 요구와 변화를 고려할 때 철근콘크리트 구조에 대한 훌륭한 대안이 될 것으로 기대된다.

본 연구는 학교에서 가장 기본이 되는 건물(校舍)에 철골구조를 도입하여 미래 지향적이며, 더 안전하고 효과적인 교육시설을 마련하는 데 기여하는 것을 목표로 삼고 있다. 그러나 철골조 학교건물은 다른 재료의 경우와 마찬가지로 장점과 더불어 단점을 가지고 있기 때문에 장점은 최대한 살리고, 단점은 보완하여 향후 전국적인 철골조 학교건물의 보급을 위한 기술축적을 위해서 선행

* 정회원, 연세대 건축공학과 교수, 회장
 ** 정회원, 고려대 건축공학과 교수
 *** 정회원, 숭실대 건축공학과 교수
 **** 정회원, 연세대 건축공학과 교수
 ***** 정회원, 한양대 건축공학과 교수
 ***** 정회원, 강원대 건축공학과 교수
 ***** 정회원, (주)동양구조안전기술 사장
 ***** (주)금강연구소 자재응용연구팀장

연구를 하고자 한다.

본 연구에서는 철골조 학교건물에 대해 관련 분야의 연구를 종합적으로 추진하여 향후 발생할 수 있는 제반 문제점을 사전에 예방하고, 나아가 철골조 학교건물을 설계(계획, 환경 및 구조), 시공하는 기술자의 실무지침서로 활용할 수 있도록 하고자 하며, 또한 이 자료는 향후 학교의 신설 또는 개축을 위한 책임자의 의사결정 자료로도 활용될 수 있도록 목표하고 있다.

1.2 연구방법 및 범위

본 연구는 크게 계획, 환경, 구조, 재료 및 시공 분야로 구분하여 연구를 추진하며, 종합적인 연구 성과물이 나올 수 있도록 각 분야별로 긴밀한 협조를 통한 상호 보완작업을 병행한다. 공동연구원은 각 분야의 책임연구원과 함께 연구를 수행하며, 교육 분야 관계자들의 의견을 수렴하고, 나아가 자문 위원의 검토 의견을 반영한다.

본 연구의 진행은 일차적으로 현재 일반화되어 있는 RC조 학교 3개교를 비교 모델로 선정하여 철골조로 변경할 경우에 예상되는 차이점 및 문제점(장·단점)을 파악하기 위하여

- (1) 3개 모델에 대한 계획적 측면의 비교분석
- (2) 3개 모델에 대한 환경평가
- (3) 구조해석 및 평가
- (4) 시공성 평가 및 공사비 비교분석

을 수행하며, 국내·외의 현장을 직접 방문하여 자료를 수집하여 실제 문제점을 파악한다. 또한 관련 전문가들의 자문을 통하여 수시로 연구의 방향과 내용을 보완한다.

위의 연구내용을 토대로 국내 상황에 적합한 학교건축 모델을 제시하고, 제시된 모델안을 각각 RC조와 철골조로 설계하여 다음과 같이 분야별로 비교·분석한다.

- (1) 모델에 대한 건축계획적 측면의 제안 및 비교분석
 - (2) 모델에 대한 환경평가
 - (3) 구조시스템 제시 및 구조해석
 - (4) 시공성 평가 및 자재선정, 공사비 비교분석
- 새로 제시된 모델에 대하여 각 분야별 타당성을

검토하고, 비교하여 종합적인 결론을 도출한다.

1.3 연구 내용

제 2장에서는 철골조의 장·단점 및 비교모델안에 대한 개요를 간략하게 다루고, 제 3장~제 6장에 각 분야(계획, 환경, 구조, 재료 및 시공)의 연구내용을 수록하며, 제 7장에는 각 분야의 설계지침을 실어 철골조 학교건축에 관한 연구의 실질적 내용을 보다 쉽게 이해할 수 있도록 하였다.

2. 철골조의 장·단점 및 학교건축 계획의 개요

본 장에서는 국내상황에 적합한 철골조 학교건축 제안 및 평가를 위한 연구의 전단계로서 철골조 학교의 장·단점 및 예상되는 기대효과를 살펴보고, 학교건축 계획의 개요를 마련한다.

2.1 철골조의 장·단점 및 기대효과

2.1.1 계획성

RC조	철골조	비교
1) 일반적으로 평면구성 및 층고와 폭을 쉽게 변경할 수 없어 외부 형태에 다양한 변화를 주기 어려울뿐만 아니라 단조롭고 획일화된 형태를 갖기 쉽다.	1) 교육환경의 변화와 용도에 따라 층별단위의 다양한 평면을 제안할 수 있으며, 무엇보다도 각 실의 크기를 이용자의 수요에 따라 쉽게 변경할 수 있다.	
2) 평면 분할을 시도할 경우 공간의 규모를 필요에 따라 조절해 사용하는 데 어려움이 있다.	2) 미래의 다양한 수업 형태에 적합한 골조형 학교건물(skeleton system school building)과 이들 골조를 중심으로 바닥 마감재와 천정재 사이를 필요공간 크기에 상용하게 이동 가능한 간막이 벽으로 분할하는 일이 가능하다.	
	3) 주구조 기둥과 셋기둥 체계로 실의 크기를 자유자재로 조절할 수 있다.	

2.1.2 환경조건 및 친화성

RC조	철골조	비고
1) 열환경 : 철골조에 비해 단열성이 다소 떨어진다.	1) 열환경 : 기존의 철근콘크리트조에 비해 단열 성능이 다소 우수하다.	
2) 빛환경 : 채광을 위한 개구부의 조절능력이 철골조에 비해 다소 낮다.	2) 빛환경 : 기존의 조적조나 철근콘크리트조보다 스펀의 길이를 자유롭게 할 수 있으므로 개구부 디자인 및 개수 조절이 용이하다.	
3) 음환경 : 차음성능을 향상시키지 않은 철골조에 비해서는 유리하다.	3) 음환경 : 건물이 경량화되므로 차음에 있어 다소 불리하나, 압면, 발포폴리스틸렌 또는 유리섬유와 같은 완충재에 의해 보강할 수 있으며, 개구부의 기밀화를 통해 차음성능을 향상시킬 수 있다.	
4) 철거가 용이하지 않을 뿐 아니라 재료의 재사용이 불가능하여 환경문제를 유발할 수 있다.	4) 자재의 제거 작업이 용이하고, 부재의 재사용이 가능하여 날로 증가하는 폐자재 처리 등의 환경문제를 고려할 경우, 환경 친화적이라고 할 수 있다.	

2.1.3 구조 및 안전성

RC조	철골조	비고
1) 철근콘크리트는 재료적 특성상 면적 및 형태의 모듈화가 쉽지 않고 균일한 강도를 얻기 어렵다.	1) 역학적으로 많은 장점이 있어 철골조로 계획된 구조물은 면적 및 형태의 모듈화를 통하여 균일한 강도 및 구조계획을 이룰 수 있다.	
2) 구조체에 개방된 공간이 많을수록 안전성에 문제가 발생하기 쉽다.	2) 철골조는 강스팬 및 개구부가 많은 구조에서도 안전성을 확보할 수 있다.	
3) 같은 조건의 철골조보다 실의 공간 손실 및 기초구조가 커진다.	3) 같은 설계 조건의 RC조보다 경량이고 단면이 작아지는 경향이 있어 실의 공간 손실이 작아지고, 기초구조 또한 경제적이다.	
4) 강재보다 에너지 흡수능력이 떨어진다.	4) 강재의 에너지 흡수능력은 철근콘크리트조보다 뛰어나 지진시 횡력에 보다 유리하게 저항할 수 있다.	
5) 철골조에 비해 층간변위, 진동, 부식 등에서 유리하다.	5) 층간변위나 진동 장애에 유의해야할 필요가 있고, 집합부의 상태 및 강재 자체의 부식에 주의해야 한다.	
	6) 효율적인 구조계획 및 경량화에 따른 부수적 효과도 기대할 수 있다.	

2.1.4 시공성 및 경제성

RC조	철골조	비고
1) 신축이나 개축 또는 증축의 경우, 시공 기간이 많이 소요되거나 품질 확보가 어려운 측면이 있고, 해체·보수의 경우는 공기가 더 소요되는 경향이 있다.	1) RC조가 습식 공법을 시행함으로 구조물 전체의 균일한 시공이 어렵고, 공기가 지연되는 등의 문제가 발생할 수 있는 반면에 철골조는 공장 생산으로 규격화된 강재를 이용하여 현장 작업이 단순화되어 균일한 시공이 가능하며, 공기를 줄일 수 있다.	
2) 현장의 작업량이 많고 인력의 숙련도에 의한 품질 의존도가 높으며 현장 여건에 따라 공사의 질이 저하될 수 있다.	2) 현장 작업에 의한 생산성 저하를 막고, 공사의 질을 높일 수 있다.	
3) 익숙한 공법으로 특별한 재료비 등의 상승요인이 추가로 발생하지 않는다.	3) 재료비의 상승요인이 있기 때문에 사용성, 시공성 그리고 경제성을 향상시킬 수 있는 각종 자재 선정, 공법 방안 제시, 나아가 이들을 바탕으로 한 종합적 경제성 평가가 필요하다.	

2.1.5 철골조의 기대효과

- (1) 기존 학교건물과 비교하여 평면 및 입면 계획의 합리성과 경제성을 기할 수 있다.
- (2) 규격화된 모듈 개발로 표준 모델을 채택할 수 있으며, 이를 통하여 실제 학교 건물의 설계에 활용할 수 있다.
- (3) 거주자에게 유리한 환경을 제공하고, 사회적 환경문제도 저감할 수 있다.
- (4) 부재단면의 감소로 내부 공간의 효율성을 높일 수 있다.
- (5) 구조물의 내구성 및 안전성을 확보할 수 있으며, 경량화에 따른 부수적 효과를 기대할 수 있다.
- (6) 규격화된 모듈 개발로 공기 단축이 가능하며, 따라서 적기에 필요한 건물을 공급할 수 있다.
- (7) 시공의 균일성을 확보할 수 있으며, 나아가 인건비 절감 등을 기대할 수 있다.

2.2 학교건축 계획의 개요

2.2.1 학교건축 계획의 변화

1990년대 후반으로 접어들고 있는 우리나라는 그간 활발한 토론을 통하여 제시된 교육 개혁상의 제반 국면들에 있어서 과감한 개혁과 개선을 실현하며, 반세기 전 교실모습과 별로 달라진 것이 없는 우리나라 교육시설의 현대화를 통하여 청소년 교육이 이루어지고 있는 가르침의 물리적 마당을 재정비하여야만 하는 긴박하고도 중차대한 과제를 안고 있다.

현재 우리나라 학교건축의 설계·계획은 몇몇 소수의 예외를 제외하고는 획일적이며 천편일률적인 방법으로 해당 지역의 지형, 지질, 주변 환경, 지역적 특성, 도시 계획적 국면상의 차이를 고려함이 없이 동일한 평면과 입면의 학교 건물들을 건조하고 있다.

위에 언급된 종래의 초·중등학교의 건물들은 그 획일성과 창의성의 결여로 인하여 '추론, 토의, 관찰, 실험등의 탐구과정'에 역점이 놓인 초등교육 목표와 '탐구능력', '독창력', '개별학생의 자발적 참여', '학습방법의 학습' 등 학생중심의 교육방법을 강조하는 중등교육 목표의 실현을 어렵게 하고 있다.

학교건축분야는 주지하는 바와 같이, 물리적인 학교건물 안에서 일어나는 교육의 내용을 그 연구 대상으로 삼고 있는 교육학과 필요불가결의 관계를 가지고 있으며, 예컨대 '새로운 보통교육'의 내용이 교육학자들에 의하여 규정되어져야 비로써 새로운 수업 형태에 맞는 교실, 교구, 학교건물이 마련되고, 종래의 강의식 교사(敎師) 위주의 교육/수업대신, 토론 및 실험, 관찰위주의 「그룹」 수업 및 여러 교사가 동시에 몇몇 「그룹」의 학생들을 다양하게 지도하는 「팀 티칭」 또는 여가 및 자유 시간까지를 학교에서 유효 적절히 보낼 수 있는 '종일학교' 등이 실현될 수 있을 것이다.

건축 기술상 가장 합리적이며, 경제적인 학교건축을 실현하며, 동시에 기존의 대부분 학교건물들이 보이는 경직성 및 획일성을 피할 수 있는지를 밝히는 학교 건축 연구는 수도권을 위시한 인구 폭발지역에서의 부족한 학교 수와 단기간내의 이용 가능한 학교 건물의 실현에 필요한 투자재원

부족 등으로 인하여, 합리적인 학교 건축 방법을 적용하여 빠른 시일내에 가장 경제적으로 해당지역·지구에 알맞는 적절한 규모의 교육시설을 건축하여야만 될 긴박한 필요성을 보이고 있다.

2.2.2 환경계획

학교건축의 열환경은 쾌적한 교육환경을 만족시키기 위한 중요한 요소로, 적절한 온도 및 습도와 환기로 학습활동에 도움이 될 수 있도록 계획되어야 한다.

본 연구에서는 열환경 관련 기준을 검토하고, 사례를 통해 조적조 학교건물과 철골조 학교건물의 부위별 결로 및 단열성능을 비교 분석하였으며, 철골조 학교건축의 모듈과 복도 형태에 따른 부하량을 산정하였다.

철골조 학교 건축의 모듈에 따른 부하량을 산정한 결과 같은 모듈에서 열효율은 편복도보다는 중복도의 형태가 더 유리하며, 이는 중복도 형태가 편복도에 비해 평면밀집비(compactness ratio, 바닥면적/외피면적)가 높기 때문인 것으로 판단된다. 따라서 편복도 형태의 경우에는 외피의 열손실을 감소시키기 위하여 개구부의 단열성능을 강화하는 것이 바람직하다.

학교 건축의 조명계획에서 주광은 좋은 광원이다. 건물외피의 개구부를 디자인할 때 주광을 적극적으로 이용하여 경제적이며 쾌적한 시환경을 조성하여야 한다. 주광은 실내 학습환경의 분위기에 적합하고 교육환경에 도움이 될 수 있도록 계획되어야 한다.

본 연구에서는 '빛환경' 관련 기준을 검토하고, 시뮬레이션을 통하여 교실의 개구율과 개구부 방식에 변화를 준 10개의 모델과 사례 3개를 비교 분석하였으며, 그에 따른 적절한 철골조 학교시설의 설계지침을 제시하였다.

철골조 학교는 채광의 관점에서 중복도형보다는 편복도형이 바람직하며 이 경우, 복도측창은 채광에 중요한 역할을 한다. 또한 교실에서 창의 개수가 1개일 때보다 2, 3개로 분할한 경우가 균제도 측면이나 개구율 조절측면에서 유리하다. 2개의 창으로 계획하면 18%~20%의 개구율이 적당하고, 3개의 창으로 계획하면 17%~20%의 개구율이 적

당하다. 이 범위 안에서 채광층창 높이는 1.4m~1.6m, 복도측 창높이는 0.5m~0.7m가 알맞다.

학교건축에 있어서 철골조로 시공할 경우, 기존의 조적조나 철근콘크리트조보다 스패의 길이를 자유롭게 할 수 있으므로 개구부 디자인 및 개수 조절이 용이하다.

학교의 교육활동은 언어의 소통이 쉽게 이루어져 학과내용이 학생들에게 잘 전달되고 이해되어야 하므로 교실내 음향특성에 대한 고려가 무엇보다도 중요하다. 교실에서의 음향조건은 충분하고 명확한 음의 전달과 외부소음의 차단이라는 두가지 요소로 나타낼 수 있다. 전자는 교실내 부위별 마감재료 및 가구 등에 따른 잔향시간과 관련되며, 후자는 구조체의 구성 및 재료에 따른 차음성능과 관련된다.

본 연구에서는 학교건축의 음환경 관련기준을 검토 분석한 후, 기존의 철근콘크리트조와 철골조의 음향성능을 비교, 분석하여, 그에 따른 적절한 철골조 학교시설의 설계지침을 제시하였다.

철골조 건물의 구조체는 경량화되어 구조체를 통한 소음의 전달이 발생할 우려가 높기 때문에 적절한 부위별 보강대책을 수립하는 것이 바람직하다. 또한 공기전달 소음의 경우, 벽자체의 투과손실 보다는 인접실 간의 열려있는 부위(문의 틈새, 창 틈새, 공조덕트, 급배수 설비 등)와 벽체의 틈구멍을 통해 이루어지는 우회경로를 통한 투과손실이 훨씬 크므로 이를 최소화하도록 문, 창, 벽체의 틈새를 기밀화해야 한다. 적정잔향시간을 갖기 위해서는 적절한 흡음특성을 갖는 마감재료의 선택이 중요하다.

2.2.3 구조계획

현재 국내의 학교 건물은 철근콘크리트조가 주류를 이루고 있고, 새로운 재료의 적용이 시도되고는 있으나 마감재에 국한되는 경우가 대부분이다. 학교 건물은 그 특성상 일반적으로 정형화된 구조물의 대표적인 건물로 인식되고 있는 것이 보통이고, 건설분야의 다른 구조물에서 사용이 꾸준히 증가되고 있는 철골조나 프리캐스트조의 구조시스템 도입이 거의 이루어지지 않고 있다.

이와 같은 현실은 철근콘크리트 구조가 비교적

경제성 면에서 유리하다는 인식이 보편화 되어 있기 때문이다. 그러나 외국의 경우는 다양한 교육 환경에 맞는 학교를 공급하기 위하여 철골조 학교의 연구와 보급이 꾸준히 수행되고 있는 실정이다. 구조재료가 바뀌는 경우에 부대적으로 변경되는 많은 요소들(시스템, 마감재, 환경 등)과 더불어 전반적인 철골조 학교에 대한 인식과 가치의 전환을 가져올 수 있을 것이다.

구조계획에 있어서 철골조 학교는 합리적인 시스템을 이루도록 하며, 특히 평면계획은 철골조 구조시스템이 요구하는 제반조건에 부합될 수 있는 융통성을 가져야 한다.

또한 각종 구조부재의 규격화, 바닥구조의 프리패브화 등의 시도로 규격화, 경량된 시스템을 개발하여 철골조의 장점을 충분히 살려야 한다. 특히 실내 간벽 등의 이동 가능성은 R.C조나 PC 구조에서는 거의 기대하기 어려운 것으로 실의 용도가 교육환경 변화에 따라 다양해질 수 있는 학교 건물에서는 상당한 장점으로 작용하도록 계획한다. 더불어 순수 철골조 이외에 철근콘크리트와의 혼용이 이루어지더라도 무리가 없도록 계획한다.

3. 계획분야

3.1 학교 건축의 계획

3.1.1 교육학상의 새로운 인지와 학교건물

지난 한 세대 동안의 교육시설 설계·계획상의 가장 큰 변천은

- (1) 사회조직(social organization) 상의 새로운 인지를 통하여 학생들의 연령에 따른 다양한 크기의 수업형태 구성 (10인 미만의 소그룹으로부터 200인까지의 대그룹까지)
- (2) 종래의 일률적이며, 획일적인 전면의 교사를 향한 교구배치를 지양하는 개방평면(開放平面, open plan) 상의 다양한 수업 및 교실 형태
- (3) 전문 학과목들을 위한 각종 특별교실군들과 학생들의 정서적 안정을 위하여 점증하는 의미를 갖게 되는 홈·베이스(home base) 또는 소속 그룹 및 핵심그룹 제실

(4) 학교를 종일 운영하여 인근의 지역사회에도 그 시설(도서관, 체육관, 수영장 등)을 개방하며, 일반 교육 못지 않게 점증하는 중요성을 갖게 되는 각종 여가활동 시설 (청소년 클럽 등) 및 사회교육 및 문화시설을 공용의 목적으로 학교 내에 병설 등을 들 수 있다.

이러한 교육학상의 새로운 인지는 학교 건축설계 계획에 있어서 종래의 경직된 건물구조를 대폭적으로 변화시키는 소위 학교평면의 다목적 이용성(variability)과 가변성(flexibility) 개념을 일반화하였으며, 어느 한 용도와 일정한 학생 수를 고려한 경직되고 획일적인 크기의 교실 대신 수요에 따라 항상 변경 가능한 학교 교실과 건물이 탄생

하게 되었다.

3.1.2 철골조 학교의 계획 및 설계 주안점

이상에 간략하게 서술한 교육 목표의 실현을 위한 물리적인 계획, 즉 학교건축 설계·계획 그 중 특히 철골조 학교건축 설계·계획 상의 주안점을 아래에 서술하기로 한다.

(1) 공간계획의 요소화

종래의 담임교실에 해당하는 보통교실, 도서실, 음악실, 미술 및 형태구성실, 공작실, 자연 과학실, 어학실습실등의 특별교실, 체육실(관), 식당, 교사 체재 및 행정제실등이 단위화된 공간의 구체적 실례가 될 것이다.

이들 요소들의 면적 산출은 근본적으로 '좌석

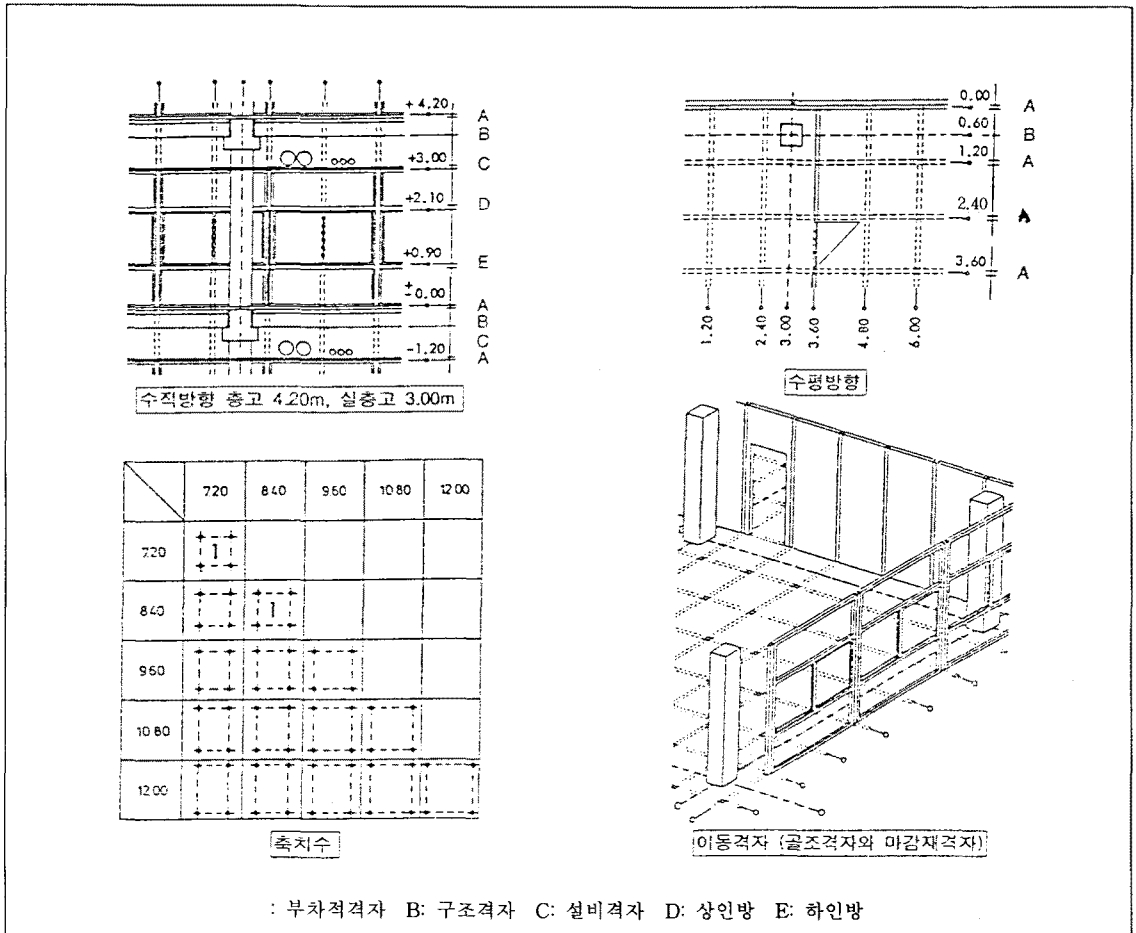


그림 3.1 Hochtief 건축시스템

면적'과 '계획 면적' 개념을 통하여 이루어지고, '좌석 면적' 또는 '석(席)당 면적'은 학생 작업공간 면적과 부속실 면적을 포함하며, 학생들의 신체치수, 교구배치 형태, 수업 형태, 보통교실과 과학실험, 공작, 음악, 도서/매체, 체육, 식당, 교사/행정 등의 특별분야의 세부분석을 통하여 산출된다.

'계획 면적' 또는 '학생 1인당 면적'은 하나의 기능분야나 학교 전체 면적을 학생 1인이 차지하는 면적으로 각 기능분야 소요 면적 전반에 관한 정보를 주며, 개략적인 공간 계획 수립에 필요한 개념이다.

좌석 면적과 계획 면적 연구는 궁극적으로 실제 활용할 수 있는 모범적인 공간 계획 수립을 가능하도록 할 것이다.

본 연구에서는 이들 단위공간들을 학교 건축의 구성요소로서 실현시키는데 가장 적합한 모듈(module)로 확정지을 수 있도록 한다.

(2) 단위공간의 모듈화

모듈이란 일반적으로 건물의 설계, 조립, 설비 및 내부공사에 필요한 합리적인 기본치수 체계라고 말할 수 있으며 예컨대, 기둥, 보, 단열재 등의 자재의 표준치수, 위생설비, 냉·난방 설비, 천정, 각종 간막이벽 및 서가 시스템 등의 반복되는 건물 요소들을 치수 체계에 따라 가장 합리적으로 설치할 수 있는 기준이 된다.

(3) '축(軸)' 체계와 모듈체계 연구

이미 언급한 대로 학교 건축에 이용되는 '체계 계획'의 내용은 건축요소의 생산과 조립을 분리하는데 그 주안점이 있다고 할 수 있다.

본 연구는 학교건축의 체계 계획에 필요한 건물요소들을 기본요소와 부차적 요소로 분리한다.

기본구조 및 기본요소란 말은 건물의 내력구조, 즉 골조 또는 벽 및 바닥판 구조를 포함하며, 어떠한 기둥 간격이 학교 건축에 절실히 필요한 가변성과 경제성 및 다양성을 보증하는지를 연구한다.

근년 건물 연구의 주 관심사가 되고 있는 '개방된 건물체계'는 기둥, 보, 지붕 등이 선형으로 계속 연결됨을 의미하는데 궁극적인 목표는 한 건물 체계가 미리 제조된 건물 요소로 구성됨을 의미한다(component building).

건축물의 가변성은 건물 이용상의 다양성을 의미하는데, 학교건물에서처럼 학생수의 다소에 따라 크고 작은 교실을 수시로 단시간 내에 만들어 낼 수 있는 개방평면(open plan)을 가능하게 하는 건물 체계를 연구하여 획일적인 수업대신 세미나, 자연과학제실 등의 다양한 수업형태를 위한 교실을 가능하도록 한다.

부차적 건물구조인 간막이벽, 마감 및 설비 등을 위한 부차적 요소들을 전부 포함하며, 간막이벽, 음향 및 천정조명 등의 연구로서 보통 1.20m × 1.20m 크기의 부차적 설계격자 사이에 가설되는 건축요소의 연구이다.

이상에서 간단히 언급한 학교 건물의 구조체계 요소(바닥, 기둥, 구조적 건물 핵심)와 공간을 감싸는 체계요소(외벽, 간막이벽, 천정 등)는 공장 생산된 주택에서와 마찬가지로 학교건물에서도 지난 70년대에 선진국들에서 광범위하게 이용한 바가 있다.

공업화 건축 사고의 바탕에는 건축자재의 생산과 조립을 분리한다는 생각이 놓여 있다. 공업화 건축 또는 건축물의 부위를 미리 생산하므로써 건축이 공산물이 될 수 있다.

계획의 제단체계를 합리화 또는 체계화하기 위하여 '기본 구조'와 '부차적 구조'로 구조물을 분리하여야 하며, '기본 구조'는 골조 시스템, 최적의 기둥간 거리등을 의미하며, '부차적 구조'는 간막이벽, 마감재 또는 설비 등을 포함한다.

3.2 국내·외 철골조 및 R.C조 학교 실례의 비교연구

이상에 언급한 모듈체계, 축 치수, 층고, 계획격자등의 개념연구가 수행된 후, 본 연구의 계획 개념이 실건물화 하여야 된다는 연구 목표에 부합되도록 국내외의 철골조 학교들이 비교·분석되어야 하며 궁극적으로는 우리 나라의 형편에 알맞은 최적의 학교 유형을 제안할 수 있어야 할 것이다. 이미 유럽, 미국, 일본 등에서 철골조 학교 건물들(심지어 기숙사까지)의 실례는 상당수에 달하고 있다.

3.2.1 연구방법

본 연구 부분은 철골조 학교 건축에 관한 계획 분야의 실례 연구로, 현존하는 국내외의 철골조 학교들을 비교, 분석하고자 한다. 우리 나라의 철골조 학교의 현황 분석을 시작으로 각 건물의 모듈체계와 보통교실의 치수, 면적 및 구조와의 관계를 중점으로 연구하였다. 선진국에서 사용된 모듈 계획의 합리성과 다양한 공간구성의 가변성을 제시함으로써 앞으로 계획될 한국형 철골조 학교에 타당한 근거를 마련하고자 한다.

3.2.2 사례조사

(1) 광양제철중학교 (철골조)

광양제철중학교는 철골구조이며 7.5m×5m를 기본 구조모듈로 사용하였다. 보통교실의 면적은 2개의 기본구조모듈을 합친 7.5m×10m로서 국내의 일반 표준교실 면적인 7.5m×9m 보다 더 넓다. 보통 교실 외에 특별 교실은 없으며, 교실은 편복도로 연결, 'ㄷ'자 모양으로 배치되었다.

표 3.1 광양제철중학교의 공간구성표

(단위 : m)

교실명	면적계산식	면적(m ²)	구조모듈	복도 폭
보통교실	7.5 × 10	75	7.5×5.0	2.4
지도교사실	7.5 × 4.5	33.75	7.5×4.5	

(2) 이월초등학교 (철골조)

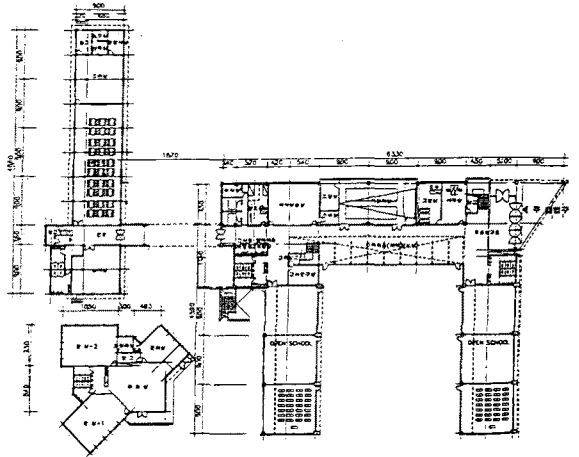


그림 3.3 이월 초등학교 1층 평면도

평면구성은 크게 일반교실군, 특별활동 / 지원시설군, 관리 / 보건 / 위생군으로 나누어 일반교실군을 1개 학년 3학급 (또는 2개 학급씩 학년 단위 구성이 이루어질 수 있도록 계획되었으며, 특히 1, 2학년의 저학년군은 접근이 용이한 1층에 배치되었다.

본관 현관 홀에 다목적 홀을 두어 일반교실군 및 기타 교실군과의 매개공간으로의 역할을 함과 동시에 학교를 지역문화의 중심으로 활용할 수 있도록 유도하였다.

신축되는 건물의 전체적인 공법은 철골구조를 기본으로 건식공법을 이용하여 향후 중·개축이 용이하도록 하며 또한 공기의 단축으로 현재 학생들이 공사로 인해 얻는 피해를 최소화 할 수 있다. 보통교실의 기본모듈은 9m x 9m = 86.4 m²로서 교실의 한쪽 벽을 개방하여 '열린교육' 등을 가능하도록 하였다.

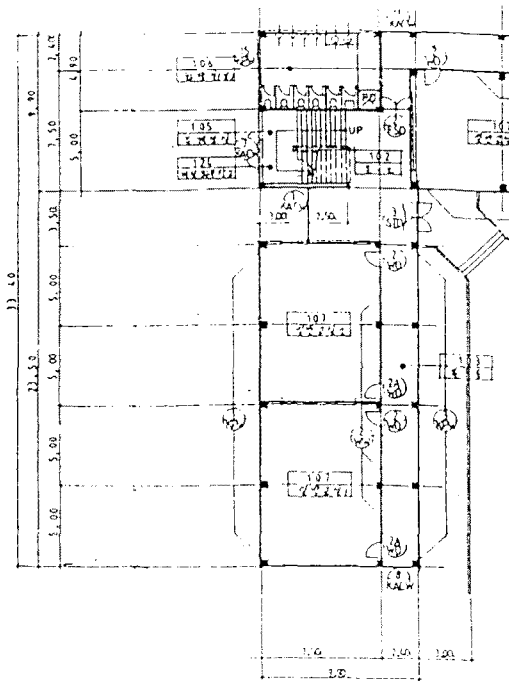


그림 3.2 광양제철중학교 보통교실 평면도

표 3.2 이월 초등학교의 공간구성표
(단위 : m)

교실명	면적계산식	면적(m ²)	구조모듈	복도폭
보통교실	9.0 × 9.6	86.4	9.0 × 9.6 (철골) 7.5 × 9.6 (철골) 6.8 × 4.5 (철근콘크리트)	3.6, 2.2, 2, 4.5
과학실	9.0 × 18	162		
미술실	9.0 × 6.8	61.2		
시청각실	7.5 × 18	135		
도서실	7.5 × 18	135		
기술실	9 × 6.8	61.2		
어학실습실	7.5 × 9.6	72		
교사연구실	3.5 × 5.4	18.9		
교무실	부정형	182.7		

(3) 지바 시립 우타세 중학교(千葉市立 打瀬 中學校), 일본

(가) 입지(立地) : 동경중심부와 나리타 국제공항으로부터 30여분 거리에 위치한 21세기를 대비하여 건설된 마꾸하리(幕長) 신도시는 국제 전시장과 업무 및 정보 교류의 중심지로서 부상하고 있으며, 이 신도시 남동부 海兵公園에 인접 위치한 본교는 日本大 教授 山下和正 建築研究所의 설계로 1995년 3월에 준공되었다.

(나) 개요

- 부지면적 : 24,028.22 m² (7,281坪)
- 건축면적 : 4,935.20 m² (1,495坪)
- 연면적 : 9,468.19 m² (2,869坪)
- 용적율 : 39.4%; 건폐율 : 20.53%
- 교사 : 지상 3층, 체육관 : 지상 2층
- 구조 : 철근 콘크리트 및 일부 철골·철근 콘크리트조
- 공기 : 1993. 4. - 1995. 3.
- 교과교실의 기동거리 :

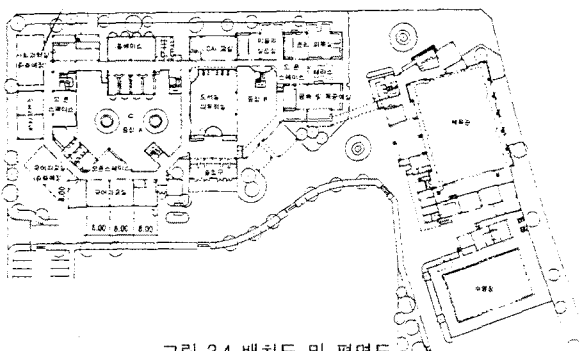


그림 3.4 배치도 및 평면도

표 3.3 지바 시립 우타세 중학교의 공간 구성표
(단위 : M)

교실명	면적계산식	면적(m ²)	구조모듈	복도폭
보통교실	8.0×8.0	64.0	8.0 × 8.0	3.0
홈베이스	8.0×16.0	128.0		
도서실/다목적실	16.0× 24.0	384.0		
금속/ 목공예실	8.0×16.0	128.0		
미술과 실습실	8.0×16.0	128.0		
체육관	36.0×28.0	1008.0		

(다) 학교의 운영 및 계획특성

신도시의 인구 26,000인을 목표로 설립된 본교는 1,000명 학생 규모로 계획되었으며, 아래의 4가지 특징을 가지고 있다.

- ① 교과선택 수업방식 : 국제도시 마꾸하리의 질 높은 교육을 가능케 하기 위하여 '교과센터' 방식이 도입되었는데 수업은 매 교과목의 전문교실 군(교과 교실, 개방 작업 공간, 교사 체재실 및 준비실)에서 각 교과목의 특성에 맞게 학습하되 학생들은 다양한 교재를 자발적으로 선택이용하며, 교과전문 연구실 역시 오픈·스페이스 가운데에 시각적으로 개방되어 선생과 학생들의 활발한 교류가 가능하고, 매시간 마다 학생들이 교실을 쉽게 이동할 수 있도록 동선공간을 선택하였다.
- ② 학교 생활 공간 질의 향상 : 학생들이 학교에서 보내게 되는 활동시간을 감안하여 오픈스페이스를 최대한 활용하고, 중정, 옥외 테라스, 벤치, '알코브' 등의 옥내·외 유희공간을 두어 휴식시간을 변화 있게 보내며, 학교내 종래의 담임교실을 대체하는 정서적인 중심공간을 이루는 「홈·베이스 (home base)」는 나무 내장재를 사용하여 집안 거실에 있는 듯한 안락감을 부여하고 있다.
- ③ 지역 사회와의 봉사 : 신도시 주민들의 인근 커뮤니티 형성에 이바지하기 위하여 체육시설, 음악·미술 등의 창작관계 시설을 지역에 개방하여 활발한 지역센터로서 평생 교육활동의 거점을 이룬다.
- ④ 인구증가에 따른 증축계획 : 현재 12 학급

으로 계획되었지만, 2회에 걸쳐 18 학급, 24 학급으로 증축할 수 있도록 계획되었으며, 공용 부분은 처음부터 최종 규모에 상응하도록, 교실과 홈·베이스는 증축 가능하게 고려되었다.

(다) 평면분석

① 1층

- ~30m×30m의 중정 A와 ~12m×24m의 중정 B 주변으로 배치된 본교 각실의 평면배치를 보면, 중정 A와 B의 중간구역에 학생 출입구를 시작으로 시계방향으로 보건실을 옆에 두며, 국어과 교실이 중복도를 가운데 두고 배치되지만, 이 중복도는 동시에 3각형의 오픈·스페이스를 구성하여 국어과 교실의 자연스러운 '벽없는 교실'로 자유스러운 수업공간을 제공하고 있다.
- 평면상 화장실 양편에 연구실로 표시된 두 개의 연구실이 국어과와 인접한 사회과 교실의 종래의 의미의 교무실인 셈으로, 교무실이기보다는 교사 체재 및 연구실의 성격을 띄고 있다. 현재는 건축되어 있지 않지만 장차 예정된 국어과 교실의 증축을 위한 가능성을 모서리 복도 벽을 쉽게 헐어(블럭구조) 낼 수 있게 하였다.
- 사회과 교실군 건너편에 역시 오픈·스페이스가 배치되었고, 직각을 이루는 모서리에 사회과 교실 증축 예정 가능성이 부여되었으며, 복도 양편으로 학생들의 정서적 구심점을 이루게 될, 종래의 담임교실격인 홈페이지가 배치되었다.
- 중정 B를 중심으로한 기예(技藝)제실들과 다목적실들의 배치가 눈에 띄는 바, 컴퓨터실, 미술과 실습실, 조리·피복 실습실, 급속·목공 실습실과 처음 출발한 학생출입구로부터 직접진입이 가능한 도서 및 다목적실을 끝으로 1층 교실군의 배치를 볼 수 있다.

② 2층

- 기본적으로 1층의 배치 원칙과 같으며, 수위실 옆의 간이 부엌을 갖춘 교장실, 교무·교재실을 시작으로 증축 가능한 회의실 및 강

의실, 영어과 교실과 이에 부속되는 복도 건너편의 오픈·스페이스, 영어과 교실의 확장가능성과, 복도를 중심으로한 예의「홈베이스」가 중정 A를 둘러싼 제실들이며, 중정 B를 중심으로 학생회실, 방송실, 수개의 공동강의실 및 일본 전통양식을 보이는 다다미 바닥을 가진 和室이 마련되어 있다.

- 복도 교량으로 본동과 직접 연결된 32m×44m 크기의 체육관은 아레나(arena), 실내체육장, 무대, 회의실, 남녀학생 및 교사개의 및 샤워실, 기구창고, 사물함, 자도교사실을 갖추고 있다. 본 체육관과 연결된 실내 수영장은 ~30m×34m 크기로서 25m길이에 8개 코스와 부속 강의실을 갖추고 있다.

③ 3층

- 3층은 근본적으로 수학 및 자연계 교과 교실군 및 이들 실들의 증축 예정실들과 상응하는 오픈·스페이스와 홈·베이스실과 중정 B 주변으로 시청각실, 음악계단실, 본동과 육교로 연결된 체육관 상부의 검도 및 유도실과 부속실을 보이고 있다.

④ 종합

- 본교는 ~200m×150m의 사다리꼴 가로 블록을 따른 유럽의 최근 도시 설계의 경향을 따라 북측가로에 면하여 중정 A 오른편에 '교과블럭', 중정 북편에 '스쿨 센터', 중정 B 중심으로 '창작블럭'을 배치하였으며, 사다리꼴의 사변(斜邊) 도로를 따라 동측 가로변에 '체육블럭'과 2면의 테니스장을 갖추고, 교사동과 체육관동이 만나는 모서리에 '포켓 공원'을 통하여 교문 A가 마련되어 지역 사회에의 개방을 유도하며, 블록 서측 교사동과 옥외체육장 사이에 교문 B를 두어 주차장과 더불어 자동차 동선의 분리를 기하였고, 부지 남동편의 교문 C와 더불어 '프로므나드(promenade)'로 불리는 보행동선이 계획되어 4면이 가로로 둘러싸이는 슈퍼블럭의 짜임새 있는 '요리'를 성공적으로 수행한 배치인 것이다.
- 학교의 평면 구성은 주지한 바대로, 규칙적인 기본 모듈 격자유형에 따른 학과교실(8×

8=64m²)과 철골조 기둥의 장점을 최대한으로 활용한 오픈스페이스를 확보함으로써 학교건물의 진보적인 실례를 잘 보이고 있다고 하겠다.

(9) 헤르덴 종합 중·고등학교, 독일 (철골조)

철골조의 골격을 갖는 이 학교는 기본모듈 1.2m×1.2m를 바탕으로 7.2m×7.2m 구조 모듈을 사용하고 있다. 보통교실의 경우 8.4m×8.4m의 크기를 가지며 특별교실의 경우는 12.7m×7.2m의 크기로 되어있고, 복도폭은 2.4m로 넓은 편은 아니지만 각 부분들에서 만남의 공간이 형성되어 있어 복도는 단지 통로의 역할을 하게 되어 있다.

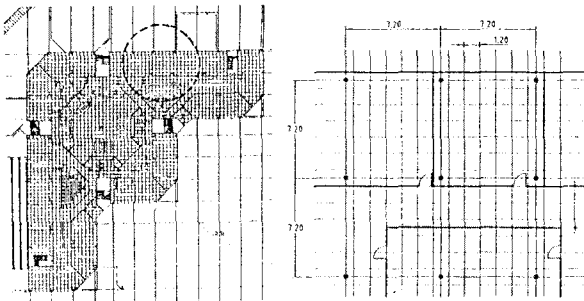


그림 35 교실 평면도 및 상세도

표 34 헤르덴 종합 중·고등학교의 공간구성표 (단위 : m)

교실명	면적계산식	면적 (m ²)	구조모듈	복도폭
보통교실	8.4 × 8.4	70.56	7.2 × 7.2	2.4
생물실	12 × 7.2	86.4		
화학실	12 × 7.2	86.4		
물리실	12 × 7.2	86.4		
강의실	16 × 16	256		

(11) 베티나·폰·아르님 종합학교, 베를린, 독일

표 35 베티나 폰·아르님 학교의 공간 구성표 (단위 : m)

교실명	면적계산식	면적 (m ²)	구조모듈	복도폭
보통교실	9.0 × 6.9	62.1	3.0 × 6.90	중앙홀을 복도로사용
소그룹실	4.5 × 6.9	31.0		
다목적실	3.0 × 6.9	20.7		
중앙홀	9.0 × 10.5	94.5		

베를린시 90년대의 학교건물은 신축 및 증축뿐 아니라, 일시적인 조치를 통한 단기간의 수요 또한 충족시킬 수 있어야 하였다. 더구나 학교건물 내장재 아스베스트 (발암물질) 제거를 위한 기존 건물의 오염자재를 제거할 기간동안 학사업무를 계속하기 위한 임시적 신축학교 건물들은 건축적이며 도시계획적인 자질 또한 갖추어야 된다고 생각되었다. 「베티나 폰 아르님(Bettina von Arnim)」 종합학교는 베를린시 북부 「센프텐베르거 링 (Senftenberger Ring)」에 위치한 아스베스트로 오염된 학교로서 이 학교의 오염원 제거기간동안 사용될 임시 건물은 철골조로 계획되어, 구건물의 재사용이 가능하게 되면, 분해되어 다른 대지에 재조립 건설되도록 고려되었다. 기존 체육시설 - 운동장 및 체육관- 을 계속 이용할 수 있도록 하기 위하여 임시학교는 기존학교 근처의 일반주거지역내에 위치하며, 서측으로 주거건물들과 남측으로 공공녹지, 북측으로 청소년 여가활용센터 및 노인주거, 그리고 동측으로는 테니스장과 작은 연못이 있는 공공녹지로 둘러 쌓여 있다.

이 학교는 4동의 2층고 초등학교 내 중급학년 (11세부터 14세까지 ; 6, 7, 9, 10동), 1동의 행정과 정보학을 위한 2층고 건물(1동), 음악, 예술 및 고급학년을 위한 1개 건물(8동)로 구성되어 있다. 작업학 및 자연과학과목들은 U-형건물 (3, 4, 5동)에 배치되었다. 1층고 중앙동 (2동)에 식당, 다목적실 및 미디어실 / 도서실이 배치되고 있다. 총 10개 건물의 연면적은 약 15,000m²(4,545평)이다. 건물계획은 횡·종방향 3.00m×6.90m 격자에 근거하며, 복도폭은 2.40m, 3.00m 및 4.20m이다. 실고는 최소 3.00m이다. 복도폭은 학생들의 사물함 설치에 지장이 없도록 고려되었다. 그룹실(보통교실)은 9m×6.9m ≃ 62m²이며 절반크기인 31m²의 소그룹실이 인접배치되어 있다. 건조 시스템은 재사용에 관한 요구사항을 충족시키고 있다. 대체 건물이 건립되면 본건물은 다시 해체되어 타 대지에 재조립될 수 있다. 여하한 경우에도 하중을 받는 부위, 간막이벽, 창 및 문들은 재사용되어진다.

「크룹(Krupp)」 철골조 학교건축 방법은 해체

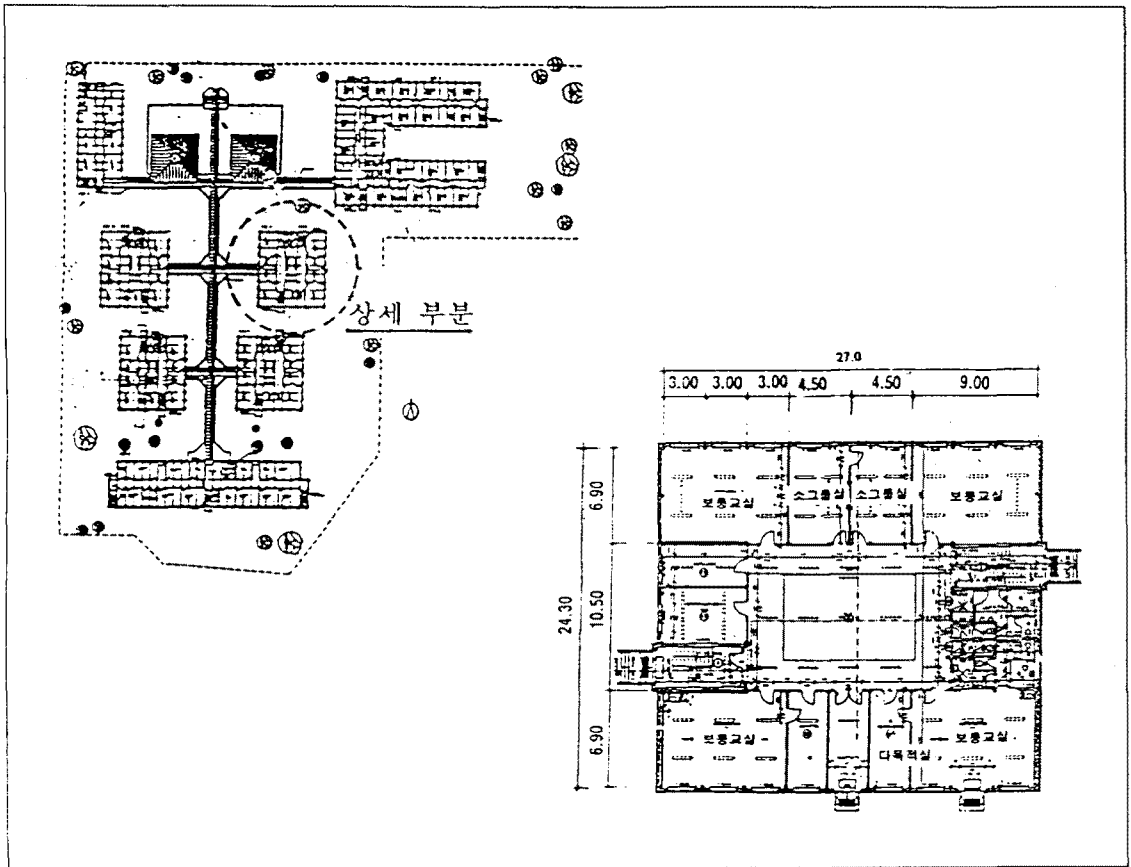


그림 3.6 배치도 및 보통교실 평면도

시에 막대 및 판상의 건조 요소들로 구성되므로 간단하고 저렴한 운송 및 적재 가능성이 보장되어 있다. 이들 건조 요소들은 고도의 조립도와 철골조 건축에 특유하며 그 효능이 증명된 연결기술을 가지고 있다.

(가) 개요

위 치 : 베를린시, 라이니켄도르프 구, 셴프텐 베르거·링

용 도 : 임시적 학교건물 (대체건물)

건축가 : 훈데르트마르크, 케터러

학생수 : 1,068명

계획 및 건축기간 : 1988-1991 중 45주(1년이내)

건축비 : 3천 150만 DM(약 1백 73억원 ; 3,800,000 원/坪)

(나) 구조체 : 크롭사 학교건축 골조 체제는 복

합축조 방식(component building)이다. 건축자재 철과 콘크리트는 자재의 적극적 성질에 상응하게 비용을 절감하면서 투입되고 있다. 강철은 인장력을, 철근 콘크리트는 압축력을 감당하고 있다. 밀리지 아니하는 연결부위는 철골조에 머릿 나사를 용접하므로서 가능하다. 연결효과는 바닥구조의 낮은 높이를 가능케 하여 축조방식의 경제성이 제고되고 있다. 평면 요소들을 사방에 첨부할 수 있으므로 다양한 모양의 평면을 가능케 한다. 수직 방향으로의 쌓기도 아무 문제없이 가능하다.

(다) 방화 : 건축법상 요구되는 방화를 증명하기 위하여 모든 알려지고 효과가 증명된 방화 방침이 채택되고 있다. 경제적이라고 증명된 것은 철골플랜시 사이공간에 채운 콘크리트로서 화재시 내력이 증명되었으며, 내화시간 90분(F90)유형의 천장

재를 통하여 철골보가 보호된다.

(라) 계단 : 계단실은 자체 독립으로 철근 콘크리트 조립 부위로서 제작되며, 학교 건축에 있어서 계단실이 대개 독자적인 방화구역이므로 계단실 외벽은 방화벽으로 제조된다.

(마) 간막이 벽 : 철골 구조는 비내력이며 가능한 한 경량의 내장재 요소들을 요구한다. 학교건축에 있어서 간막이 벽체계는 금속제 사잇기등과 양편에 두 겹으로 붙인 석고판구조가 그 효능이 증명되었다. 이러한 간막이 벽은 내화시간 30분 및 90분으로 분류될 수 있다. 이들 간막이 벽들은 고도의 차음성능 또한 충족시키고 있다.

(바) 입면 : 크롭사의 학교건물 체계는 골조구법에 상응하게 입면은 비내력벽이며, 외벽이 뒤편으로 통풍 가능하게 시공될 수 있다.

(사) 설비 : 철골조 축조방법은 철골보들 사이의 빈 공간 덕분에 설비에 매우 유리하며, 자연과학 전문교실들은 크롭사의 학교건축방식으로 커버되고 있다.

- (아) 크롭 학교건축방식에 의한 임시 건축업무
- 오늘날 이용상의 변경, 구건물의 철거 등은 임시 건물에 관한 수요를 증대케 하고 있다. 이러한 건축임무를 해결하기 위하여 조립생산도(度) 및 운송과 자재 보관능력이 큰 역할을 하고 있다.
 - 이들 운송 및 적재 가능한 건물 요소들은 고도의 조립 생산도를 가지고 있으며, 철골조 건물특유의 결합기술을 보유하고 있다. 철골보와 바닥판 사이에 조립 가능한 역학적으로 유효한 결합방식이 채택되었으며, 나사에 의한 결합이 바로 이것이다. 바닥판에는 160 kN/m 까지의 전단력이 전달되며 콘크리트 바닥판과 철골보는 고강도 나사로 마찰 연결되어 일체화된 내력효과를 갖게 한다. 따라서 나사에 의한 결합 방식은 건조물의 무게 및 높이에 있어서 훨씬 유리하다.
 - 철근 콘크리트 조립식 바닥판 표면은 매우 매끈하므로 모르타르층 없이 바닥 마감재를 깔 수 있고, 차음재를 마감재 아래 설치할 수 있다. 골조 건설을 위하여 기초, 바닥판

등이 재사용 가능한 조립부품으로 생산된다. 기둥의 방화조치로서 콘크리트를 채운 기둥이 조립요소로서 제공되며, 천정은 바닥판의 방화조치이다. 계단은 전통적인 학교건축에서와 같으며, 각 부분의 연결은 해체할 수 있다. 방화벽, 승강기 갭등은 조립재사용 가능한 철근콘크리트 조립부위로 세워진다. 창 및 난방기구가 딸린 입면요소 역시 조립, 재사용 가능하다.

- 크롭사의 임시 건물은 임시 방편이 아니다. 그것은 모든 경우에 있어서 완전한 건물이며, 철거 또는 재사용될 수 있거나 혹은 그대로 존치될 수도 있다.

3.2.3 사례 요약 및 평가

(1) 국내

우리 나라의 경우, 광양제철 중학교는 보통교실이 7.5m×10m의 편복도형 시스템으로 표준 학교 평면을 사용하고 있다. 교과과정 편성이나 다양한 공간활용의 관점에서 공간구획에 관한 계획이 이루어지지 않았으며, 따라서 가변적인 공간을 형성하기 어려운 실정이다. 창덕여고는 전형적인 7.5m×9m를 사용하고 있지만 특별교실의 경우 체계적인 계획 모듈로 가변성을 유도할 수 있게 되어 있다. 상주중앙 초등학교의 경우 편복도와 중복도가 적절히 계획되어 있는 점을 감안해 본다면 필요에 따라 공간의 확장 및 분할이 가능한 계획이라 생각된다. 이월초등학교의 경우, 보통교실의 기본모듈은 9m×9.6m로서 교실의 한쪽 벽을 개방할 수 있어 공간의 가변성을 주었으며, '열린교육'을 가능하게 하였다.

(2) 일본

우타세 중학교는 교과선택형 수업방식으로 운영하고 있어 정서적 구심공간과 학과교실의 적절한 배치를 보여주고 있다. 중정을 중심으로 중복도를 이루고 있으며, 8m×8m를 기본모듈로 철골조의 장점인 공간의 확장성과 가변성에 있어 선진적인 실례를 보여주고 있다.

(3) 미국

교과과정만큼이나 교실의 공간구획이 다양하여 우리와 같이 일률적인 '표준교실' 크기를 발견하기

어렵다. 콜럼바인 고등학교의 보통 교실의 유형은 거의 정해져 있지 않다. 집중형 배치는 인공조명 및 공기조화 설비를 필수적으로 요하므로 우리와는 무관할 수 있으나, 앞으로 개혁될 교과과정을 감안하면 가변적이고 능동적인 학교공간의 실례로 생각된다.

(4) 독일

계획에서부터 그들 나름대로의 실정에 맞는 모듈을 계획해 경제적이며 합리적인 설계를 하고 있다. 베티나-폰-아르님 고등학교의 경우 철골조 구조로 되어 있지만 이를 본건물로 사용할 수 있으며, 이동과 확장 등이 용이하다. 평면에서 보는 것과 같이 동일한 6개실 중에 4개실은 보통교실로 이용하고 1개실은 이를 반으로 나누어 중그룹실로 이용하며, 나머지 1개실은 구조기둥에 따라 셋으로 나누어 소그룹실로 이용하고 있다. 헤르텐 종합학교의 경우 전형적인 모듈시스템을 적용한 예로 소축격자 1.2m×1.2m와 이의 정배수인 대축격자 8.4m×8.4m를 이용해 보통교실, 특별교실 및 복도의 폭을 자유자재로 조절할 수 있다. 하팅엔-홀트하우젠 학교평면 역시 1.2m×1.2m의 소축격자와 7.2m×7.2m의 대축격자를 이용해 공간구획을 하고, 필요시에 보통교실 공간을 열어 대그룹실로 활용할 수 있다.

(5) 전망

앞으로 '한국형 철골조 학교'의 실현은 계획 단계에서부터 가변적 공간 처리가 가능하도록 우리의 실정에 맞는 적절한 구조 및 계획의 모듈 구성이 선행되어야 하며, 철골조의 확장성과 가변성의 잇점을 살린다면 개혁될 교과 과정과 필요면적에 충분히 대비할 수 있으리라 생각된다. 따라서 본연구는 이러한 부분에 중점을 두고 연구하고자 한다.

3.3 철골조 학교의 비교 모델 제안

앞의 3.1절에서 철골조 학교건축에 적용이 가능한 모듈체계에 대하여 알아보았고, 3.2절에서는 최근 계획된 국내외 철골조 학교의 실례를 통하여 그 특성을 비교, 연구하였다. 본장에서는 가까운 장래에 실현 및 적용이 가능한 철골조 학교건축에

가장 합리적이며 최적인 모듈체계를 제안하고자 한다.

3.3.1 기존 표준형 교실 모듈 : 모델 1(9.0m×7.5m = 67.5m²)

이 모델은 우리 나라의 가장 흔한 보통교실 크기를 감안한 폭 9.0m, 너비 7.5m, 바닥면적 67.5m²의 기본모듈에 근거한 평면유형이다.

이 모델을 제시한 근거는 타 유형들에 대한 구조·시공상의 계산 및 물량산출등에 있어서 그 경제성을 측정할 수 있는 척도를 마련할 수 있다는 관점에서이다.

복도를 중심으로 양편에 교실을 배치할 경우, 36학급 규모의 학교 건축을 위하여 18m×108m, 총당 건축면적 1,944m² (589평) 3개층이 소요된다.

3.3.2 보통교실 기본모듈 : 모델 2(8.4m×8.4m = 70.56m²)

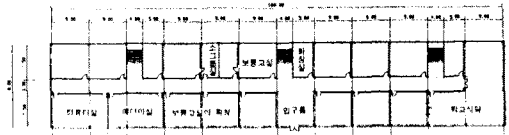
본 연구를 수행하며 가까운 장래에 실현될 우리나라 초·중등학교에서의 다양한 수업형태 -그룹수업, 토론, 수공예 및 기술, 전면을 향한 수업 등-에 걸맞은 보통교실 형태를 고려한 철골조 보통교실의 기본 설계·계획 모듈의 제안이 무엇보다 더 중요하다고 생각된다.

앞에서 국내·외 철골조 학교들의 실례 비교 연구 결과, 우리들은 실로 다양한 계획 모듈치수들에 접할 수 있었다. 규칙적인 0.6m~1.2m의 배수인 7.2m~8.4m의 기본 모듈 치수로부터 불규칙적인 7.5m~10m까지의 다양한 치수들이 있음을 알 수 있었으며, 장차의 철골조 학교건축에 적용될 수 있는 치수체계를 채택함에 있어 다음의 관점이 고려되었고, 기준층 건물 바닥면적은 19.8m×100.8m = 1,996m² (599 평)이다.

(가) 이미 언급된 다양한 수업형태의 교실평면 : 종래의 전면을 향한 수업형태는 토론식, 학생 참여식 수업형태로 대폭 변화될 것이다. 보통교실 형편 역시 종래의 9m×7.5m의 장방형 교실은 전적으로 전면을 향한 교구배치의 전제 아래 실현되었으며, 실례에서 보인 상당수 학교(예 :독일 Poelchau-Gesamtschule 종합 중·고등학교, 일본국 우타세 중학교) 등에서 정방형 교실 모양으로 바뀌고 있음을 볼 수 있다.

(나) 종래 $9m \times 7.5m = 67.5m^2$ 를 50인 이상의 학생들이 이용할 경우 학생 1인당의 좌석당 면적은 $67.5m^2/50석 = 1.35m^2/석(席)$ 으로 선진국들의 석당 평균면적 $2 \sim 2.5m^2/석$ 을 훨씬 밑돌고 있다. 따라서 본 연구에서는 가까운 장래에 실현될 것으로 예측되는 학급당 학생수 약 40인에 $8.4m \times 8.4m = 70.56m^2$, $70.56m^2/40석 \approx 1.76m^2/석$ 의 상향된 석당면적을 제안하고자 한다. 본 연구의 근거에는 1학급당 학생수 약 40인이 놓여 있으며, 학교 전체 규모로는 $40인 \times 36학급 = 1,440인$ (초등학교 6년 \times 6학급)이 계산되었다.

(다) $8.4m \times 8.4m$ 의 보통교실을 제안함은 앞으로의 건물 자재생산의 표준화 또한 감안한 치수이다. 이미 언급하였듯이 $8.4m$ 는 $0.6m$ 또는 이의 배수인 $1.2m$ 의 n배에 해당하는 치수이다. 학교건물의 외장재를 규격 생산함은 물론이려니와, 간막이 벽의 규격화는 생산상의 잇점 뿐만 아니라 철골조



1층 평면도

그림 3.7 모델 2의 보통교실 기본모듈 (1층 평면도)

학교건물의 커다란 장점인 평면이용의 가변성을 실현시킴에도 필수불가결한 전제조건이다. 그림 3.25에서 예컨대 $8.4m$ 를 $0.6m$ 의 간막이 벽으로 나누는 실례가 제시되었으며, $0.6m$ 의 여하한 배수로서도 분할 가능하다.

3.3.3 모델 3($8.4m \times 8.4m$ 와 중간 구역 계획격자 $8.4m$)

세 번째로 제시된 모델은 두 번째 모델의 $3m$ 중복도 폭을 $8.4m$ 의 계획격자(그림 3.24 참조)로

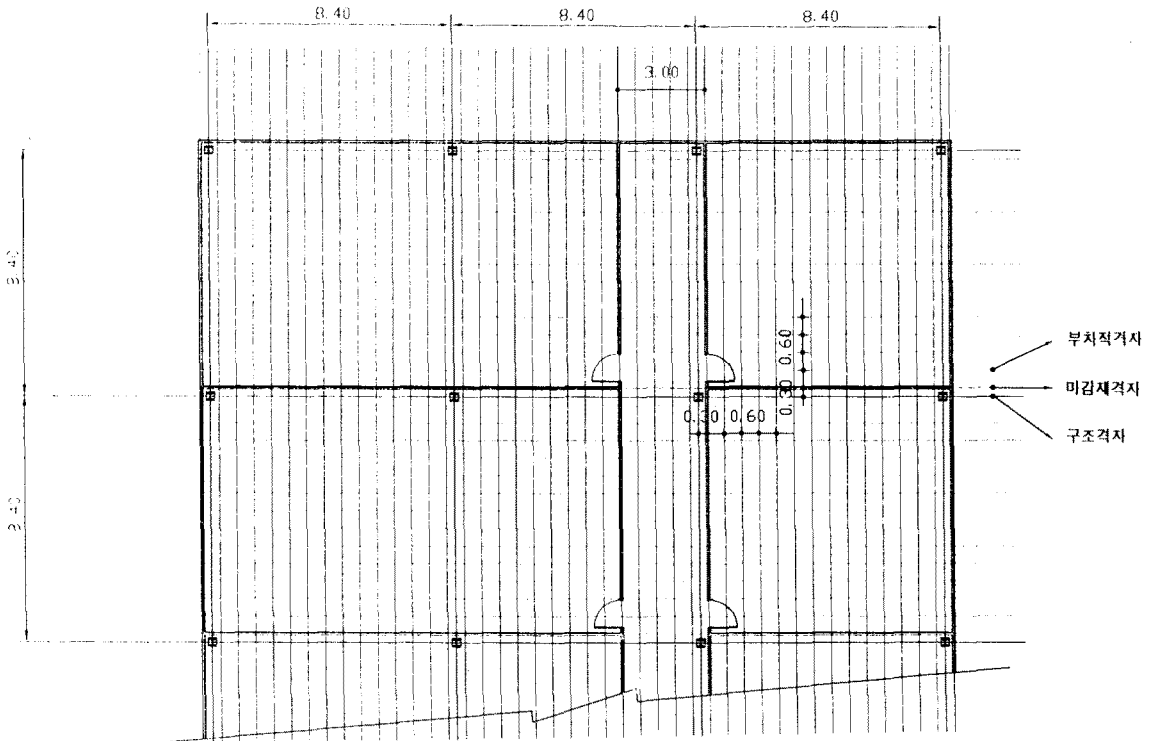


그림 3.8 표준교실 모듈($8.4m \times 8.4m$) 치수 시스템

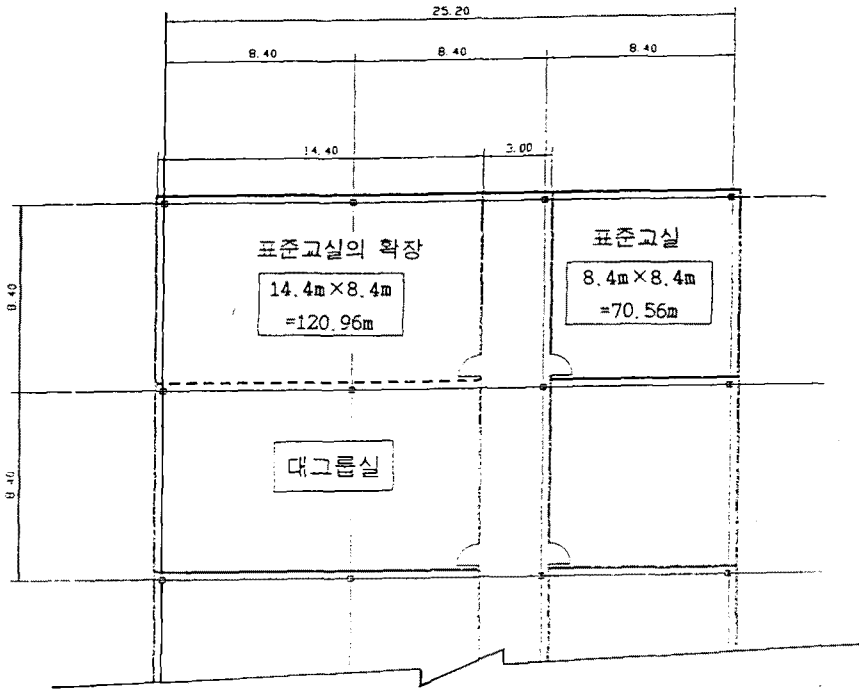


그림 3.9 표준교실과 표준교실의 확장(14.4m×8.4m = 120.96m²)의 실례

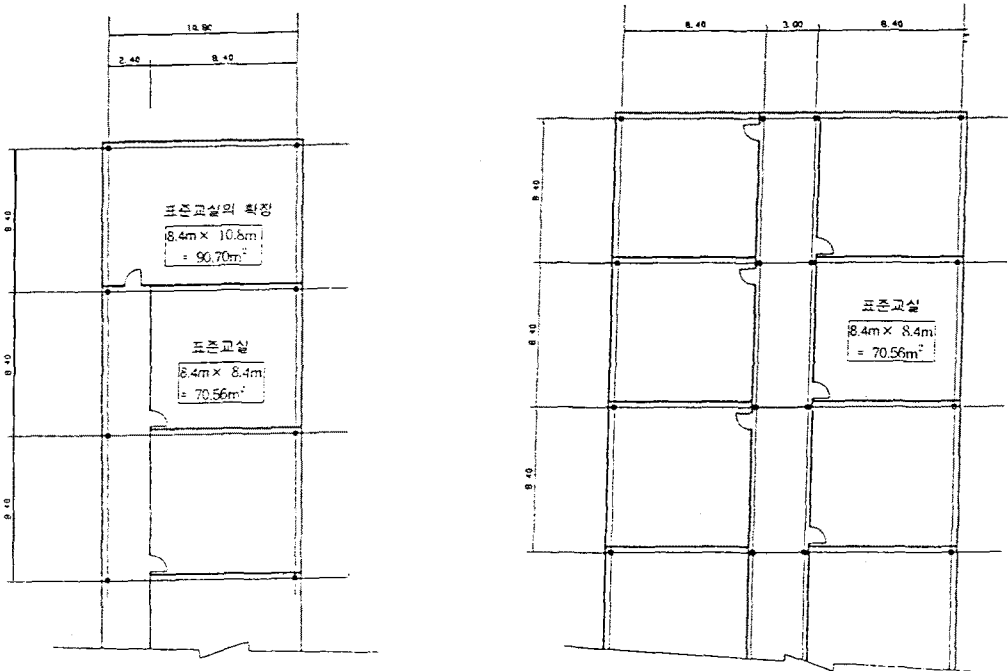


그림 3.10 표준교실의 확장과 주옥도형 배치 실례

확대할 경우로 자연채광과 통풍을 포기하고 인공 조명 및 공기조화등의 시설을 할 경우를 감안한 실례라고 말할 수 있다.

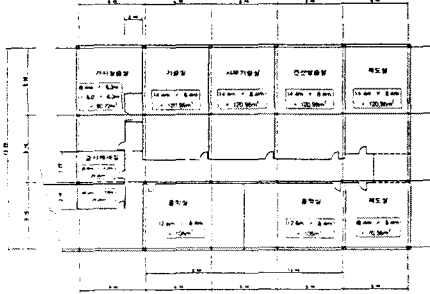


그림 3.11 기본모듈 8.4m×8.4m의 특별교실(기술, 예능) 평면의 실례1

중간구역에는 공용실습공간 등의 강제 환풍을 요하는 실험시설등을 배치할 수 있으며, 같은 규모학교로 계획할 경우 건물폭 25.2m와 길이 84m의 평면실현을 가능하도록 하고 있다. 기준층 바닥면적은 $25.2m \times 84m = 2,117m^2$ (642 평)이다.

3.3.4 모듈에 따른 간막이 체계 제안

구조격자의 모듈화는 이들 구조격자를 골조로 형성되는 다양한 크기의 교실을 구성하게 될 간막이벽의 모듈화 역시 용이하게 하고 있다. 교실 이용자의 수요와 편이에 따라 그림 3.8에 보이는 0.60m 간격의 마감재 격자 위에 예컨대 해당교실의 소요면적에 상응하는 간막이벽을 설치할 수 있다.

예를 들어 본 연구에서 제안하고자 하는 보통교실 표준면적 $70.56m^2$ 을 확보하기 위하여 철골조 기둥의 두께를 감안하여 기둥중심을 지나는 구조격자로부터 0.3m 거리상의 마감재 격자 위에 간막

그림 3.9의 표준교실 확장의 경우, 중복도 폭이 벽 설치의 중심선을 잡을 수 있다. 3m를 제외한 14.4m의 깊이에 8.4m 폭의 $120.96m^2$ 의 교실 또는 이 교실의 두배인 $120.96m^2 \times 2 = 241.92m^2$ 의 대그룹실 등을 임의로 만들어 낼 수 있다.

간막이 벽의 중심선이 골조의 중심선과 일치하지 아니하고 그 옆을 기둥 두께를 감안하여 평행으로 달리고 있음은 일견 생소해 보일 수도 있겠으

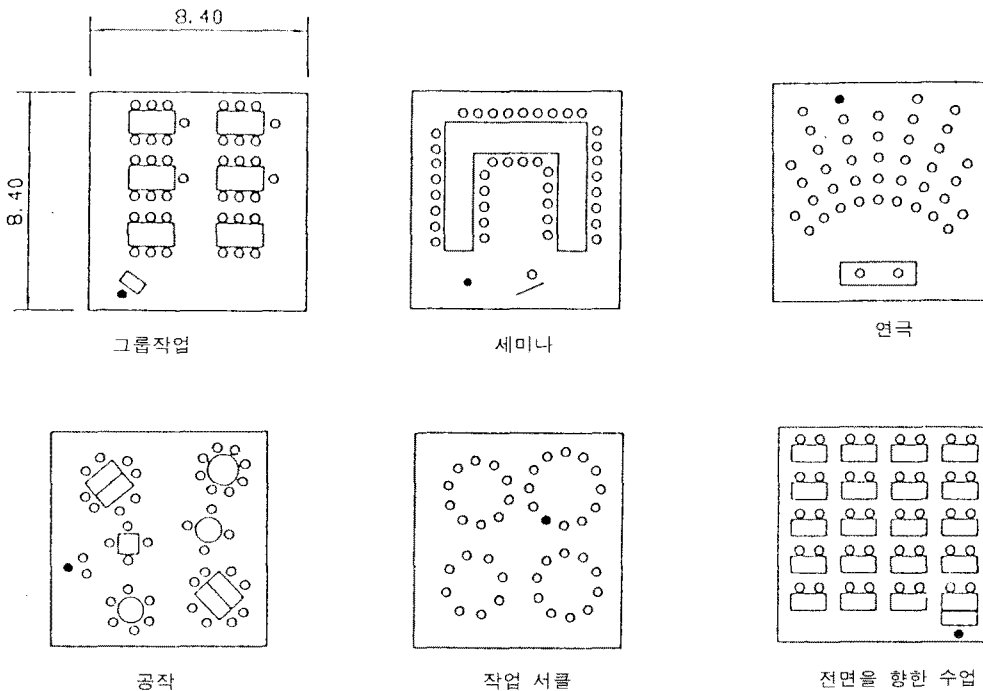


그림 3.12 표준교실 (8.4m×8.4m)의 교구 배치도

나, 간막이벽의 조립과 해체를 용이하게 한다는 관점과 골조와 간막이벽 접합부분에서 쉽게 발생되는 방·차음상의 관점에서 유리한 시공방법이다.

그림 3.12는 새로운 표준교실을 40인 학생이 다양한 수업진행을 위하여 상이한 교구배치를 시도하고 있는 것을 보이고 있다.

윗열 좌측은 그룹 작업을 위한 한 책상당 6, 7인 학생그룹을 위한 교구배치이고, 중간은 토론 및 세미나식 수업, 우측은 '연극' 수업형태를 보이고 있다.

하측열 좌측은 공작(만들기) 수업형태를, 중앙은 작업씨클의 형태이며, 우측은 전통적인 전면을 향한 수업형태를 보이고 있다.

이렇듯 8.4m×8.4m의 정방형 교실은 주어진 공간을 다양하게 이용한다는 관점에서 우리에게 익숙한 장방형 교실보다 많은 장점을 보이고 있으며, 최근 여러나라에서 교실모양이 정방형으로 바뀌고 있음은 이를 증명하고 있다고 할 수 있다.

4. 각분야 설계지침

4.1 계획분야

4.1.1 공간계획

(1) 보통교실 및 소그룹실 : 보통교실에 인접하여 수업에 차등 두기 등을 대비하여 매 2 교실당 1개의 소그룹실(12-18 m²)을 배치하여 보통교실의 한 부분으로서 개별 학생들로 하여금 특수 임무에 종사케 하거나 독자적인 학습을 수행할 수 있는 공간을 마련하여야 한다.

(2) 자연계 특별교실 : 초등학교의 과학과목들과 중·고등학교의 자연과목들(생물, 지학, 화학, 물리)은 이론교실, 실습실, 집합 및 준비실 등이 필요하다. 이들 전문교실들은 최소 75 - 85 m²의 실습공간과 30 m²의 준비실 및 다양한 기구들이 교육에 이용되므로 60-70m²의 집합실이 요구된다. 사진과정을 위한 사진 실험실이 25-40 m² (암실 ~15m²) 중·고등학교 단계에서 소요될 것이다.

(3) 예술 및 기술제실

(가) 음악실 : 초등학교의 경우 보통교실에서

교육됨이 보통이며, 중·고등학교의 경우 독자적인 교실이 소요된다. 보통 90-120 m² 교실 이외에도 18-24 m² (초등학교)와 24-30m² (중·고등학교)의 부속실이 추가로 소요된다 (서가, 악기 보관 공간 등)

(나) 미술/제도실 : 가급적이면 북향이나 북·동향을 향한 85-100 m²의 미술실기 및 제도실이 소요되며, 실의 깊이는 자연채광을 고려하여 8.40m 깊이를 초과하지 않도록 계획되어야 할 것이다.

교재, 모형 등의 보관공간으로 20-25 m²의 부속실이 추가로 필요하다.

(다) 수공예실 : 양호한 채광의 질과 양이 소요되는 수공예실의 크기는 보통교실의 크기 (70-75 m²) 로서 재봉기를 위한 조명 및 전기연결 가능성이 마련되어야 한다.

(라) 기술제실 : 진흙, 목재, 금속재 등을 다루는 기술제실의 실면적은

- ① 목재 및 금속재 : ~85 m²
- ② 종이작업 : ~75 m²
- ③ 도예작업 : ~50 m²
- ④ 교사체재를 위한 공간 : ~20 m²

이외에도 어학실습실 및 영상매체상영을 위한 제실이 마련되면 더욱 더 이상적일 것이다.

(4) 정보활용공간 (미디어텍) 및 학생체재공간 : 근년 학교 내에서의 정보분야는 점증하는 의미를 갖게 되었다. 새로운 교육형태와 지식은 학생 스스로의 수업의 필요성을 갖게 하여 학교내 도서실은 정보센터 및 미디어 (슬라이드, 비디오 및 영화)센터로 불리고 있다.

(가) 교사 및 학생 도서실 : 초등학교에서 최소 ~40 m², 중·고등학교에서 책보유고와 필요에 따라 가감, 교사와 학생 도서실은 공공 도서관으로 공용하는 경우 150 - 200 m²의 면적이 소요될 것이다.

(나) 체재 및 휴식 공간 : 매 학생당 최소 0.5 m²의 학생체재 및 휴식 공간

(다) ~1,000인 미만 학교의 경우 300 m² 크기의 공용 강당, ~1,500인의 경우 ~500 m²의 공용 가능한 대개방 공간

(라) 다양한 용도로 사용할 수 있는 매학생당 5 m²의 옥외 운동장, 최소 400 m² 이상

(5) 학교행정 및 교사체재

(가) 교장실을 비롯한 학교 행정실, 수업 준비 공간, 학부모 면담, 학생대표실, 회의실, 교사의 휴식공간, 학교건물의 유지·관리제실을 위한 공간 들로서 교사 1인당 면적은 ~3 m²

(나) 20-25 m²의 교장실 및 18-24 m²의 교감실, 18-25 m²의 비서실과 복사기 및 사무기기를 위한 16 m²의 부속실

(다) 가급적 학교 출입구에 위치한 ~12 m²의 관리인실

(라) ~9-12 m²의 학부모 면담실과 ~20 m² 학생회실

(마) 병원수송까지 대기 가능한 ~12 m²의 침상과 장을 갖춘 격리실 및 사고학생 체재실

(바) 교재/교구실 : 책, 음반, 도구 등의 보관공간으로 20-30 m², 36개 학급규모에 적어도 3개의 교구/교재실이 소요됨

(6) 동선

(가) 교실과 교실사이 공간 최소폭 2.5 m 이상

(나) 행정공간 사이 최소폭 1.5 m 이상

(다) 문의 통과폭 1 m 이상

(라) 계단폭 1.25 - 2 m

4.1.2 기능 연관도

선진국들에서의 초등학교내의 단계구분들이 (1) 5-6세 미만 아동들과 (2) 7-10세까지 아동들과 (3) 11-12세 아동그룹으로 이루어지며, 우리 나라 가까운 장래의 초등학교 형편 역시 이와 비슷한 경향으로 바뀔 것을 감안하여 초등학교의 구역설정이 고려되어야 할 것이다.

입문단계인 5-6세 아동들을 위한 구역은 가급적이면 저층부에 위치하며 타학년 그룹과 별도로 계획함이 타당할 것이다.

7-9세 아동들과 10-11세 아동들은 반드시 분리될 필요는 없지만 공간적인 분리 또한 가능하다고 하겠다.

이들 세 연령그룹에 각각 교사체재 구역이 따로 배치된다.

(1) 5-6세 아동공간 : 입문 단계 (5-6세)의 공간 형편은 교실과 다목적실이 공간 그룹으로 조직되며, 매 공간 그룹의 두 보통교실들이 중간의 다목적 교실을 사이에 두고 연결 배치될 수 있다. 여기에 자재와 침상 보관을 위한 두 개의 창고공간이 추가되며 몇 개의 단위가 로비공간을 통하여 옥외공간으로 연결된다. 필요에 따라 세탁실, 부엌, 휴게실, 임직원 체재실 등이 로비공간과 연결되어 교실군(群)의 여타목적에 이용될 수 있다.

(2) 7-9세 아동공간 : 7-9세 아동들을 위한 공간계획은 보통교실과 여가공간 및 보통교실 부속 소그룹실 (수업에 차등 두기 및 보충수업을 위한 공간) 로 구성된다. 이들 공간단위들에 중앙 교사실 및 여타 부속실 (자재실, 임직원 체재, 휴게실, 부엌 등) 들이 또한 배치된다.

(3) 10-11세 아동공간 : 10-11세 아동들을 위하여서는 2 개의 보통교실이 중간 구역의 여가공간을 통하여 연결되며, 특별교실 (미디어실, 수공예실, 어학실습실) 은 보통교실군과 연결된다.

(4) 중앙구역 : 중앙구역은 학교의 핵심부를 구성하며, 학교의 모든 학생들이 이용하는 공간들을 포함한다

(가) 전시공간, 무대, 간이 음식판매소를 포함하는 다목적 공간

(나) 음악실

(다) 학생 도서실

(라) 부엌 및 식당

(마) 행정

(바) 의사 진료실

(사) 다목적실 : 또한 전시공간등으로 교외(校外) 목적으로도 사용되어지며, 500석 규모라면 절반으로 공간 분할이 가능하여야 할 것이다.

(아) 체육분야 : 15m×27m 규모의 실내체육관이 교외 목적 외에도 사용될 수 있다.

4.1.3 공간계획 실례

(1) 입문단계 (5-6세)

6보통교실	420m ²
3다목적실	120m ²
3자재창고	24m ²
3침상보관실	30m ²
1격리실	8m ²
1임직원체재/작업실	30m ²
1간이부엌	12m ²
1세탁기실	6m ²
<hr/>	
650m ² ×2(12학급의 경우)=1,300m ²	

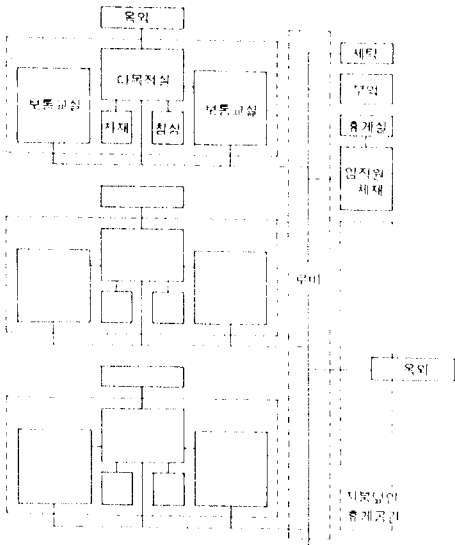


그림 7.1 입문단계 (5-6세) 기능상관 관계도

(2) 7-9세 단계

6보통교실	420m ²
6 보통수업 부속교실	120m ²
3자재창고	24m ²
3침상보관실	30m ²
1격리실	8m ²
1임직원체재/작업실	30m ²
1간이부엌	12m ²
1세탁기실	6m ²
<hr/>	
650 m ² ×2(12학급의 경우)=1,300m ²	

(3) 10-11세 단계

6보통교실	420m ²
3여가그룹실	210m ²
1미디어실(어학실습/매체)	80m ²
1수공예실	80m ²
1임직원체재/작업실	26m ²
<hr/>	
816m ² ×2(12학급의 경우)=1,632m ²	

(4) 다목적 공간

1다목적공간	550m ²
1음악실	80m ²
1학생도서실	80m ²

(5) 식당 및 부엌

1식사공간	250m ²
1부엌및부속저장창고	232m ²
1주방장실	20m ²
1임직원체재	32m ²
청소용구실	12m ²

(6) 행정

1교사실	90m ²
1교장실	25m ²
1교감실	20m ²
1비서	30m ²
1교재실	20m ²

(7) 진료실

1의사실	25m ²
1조사실	18m ²

(8) 체육분야

1체육관, 15x27m	405m ²
1도구실, 15x4.5m	67m ²
1교사실	12m ²
2강의실	46m ²
2샤워실	46m ²
1옥외기기실	15m ²

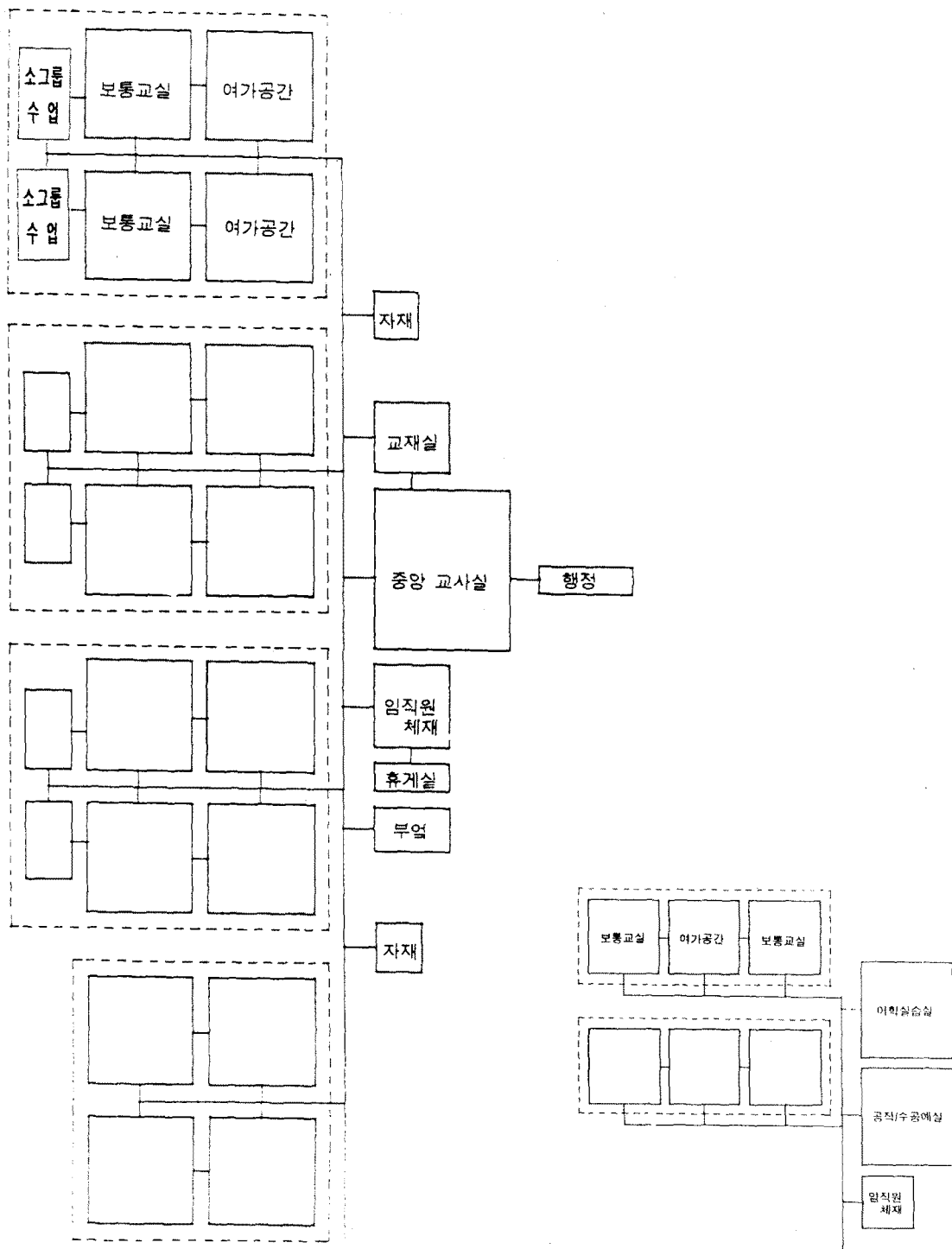


그림 7.2 7-8-9세, 10-11-12세 기능상관 관계도

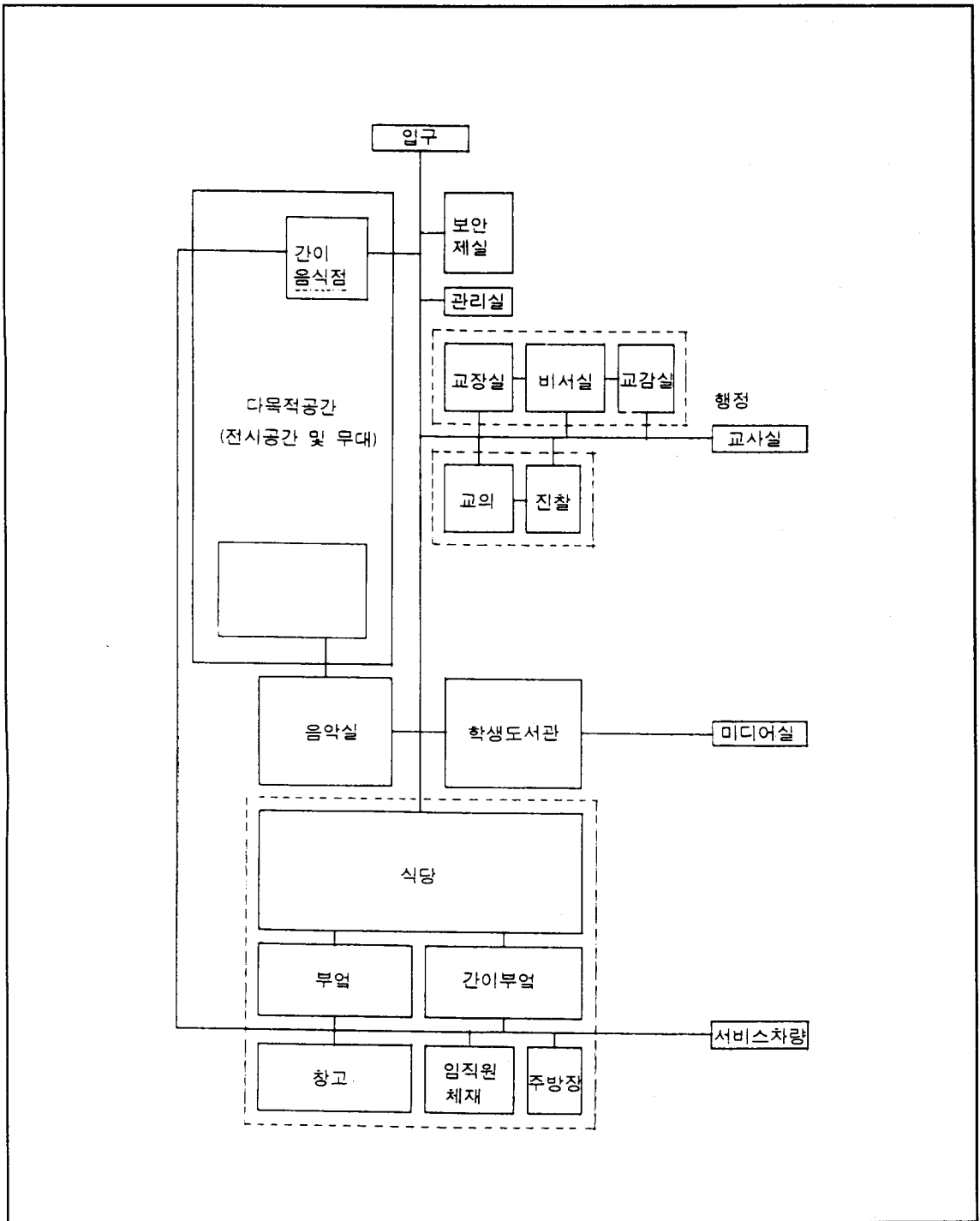


그림 7.3 중앙공용공간 기능상관 관계도

(9) 여타공간	
1관리인아파트	90m'
1관리인사무실	10m'
1직원체재실	30m'
1안전원실	25m'
1정원및옥외공간보존기기실	10m'
(10) 옥외시설	
입문단계옥외공간	630~ 1,000m'
7-11세체재 옥외공간	1,200m'
(11) 종합	
입문단계	1,300m'
7-9세단계	1,988m'
10-11세단계	1,632m'
다목적공간	710m'
식당및부엌	525m'
행정	185m'
교의(校医)	43m'
체육	600m'
여타공간	165m'
계	7,148 m'