

개정판

학교시설 OSC 공법 적용을 위한 설계·시공·운영 통합 가이드라인



학교시설 OSC 공법 적용을 위한 설계·시공·운영 통합 가이드라인

2026. 5.

본 가이드라인은 경기도교육청과 한국교육시설안전원이 업무협약에 따라
공동 개발한 저작물로, 「저작권법」에 의해 보호되며, 무단 복제 전제 배포를 금합니다.

◎ 「간행물 관리 지침」 제8조(저작권 및 판권)

- ① 본원이 발행하는 간행물의 저작권 및 판권은 본원에 귀속되며, 이사장의 사전승인 없이 무단복제, 전재, 역재 할 수 없다.
- ② 본원이 발간하는 용역간행물의 저작권 및 판권은 용역계약서에 의해 결정되며 용역발주자의 요청이 없는 한 본원의 명의로 하여야 하고, 그러지 아니할 때에는 이사장의 사전승인을 받아야 한다. 다만, 공동연구에 있어서는 공동명의로 할 수 있다.

I. 서론

1.1 목적 및 필요성	7
1.2 하이브리드 설계 모델 정의	9
1.3 적용 대상 및 범위	11
1.4 관련 법규 및 지침	11
1.5 정책·법제 개선 필요성 및 인허가 특례 방향	12

II. 개념 및 개요

2.1 용어 및 표기 원칙	19
2.2 하이브리드 설계 개념	20
2.3 구조 개요 및 구조적 특성	23
2.4 OSC 공법 개요 및 국내·외 적용 사례	29

III. 기획 단계

3.1 추진 절차 및 단계별 검토 프로세스	41
3.2 시범학교 대상지 현황 분석 및 입지 조건 검토	50
3.3 관련 제도·인증 통합 계획	50
3.4 하이브리드 학교 기본계획 및 특화 요인	51
3.5 학교 공간 구성 및 모듈 배치 전략	52
3.6 하이브리드 설계 특화 요건 및 제약 사항	53
3.7 소유권·재사용성 및 건축물 자산가치 평가·등기 관리 방안	56
3.8 계약제도 개선 및 표준 계약모델	58
3.9 사전 행정 절차	60

IV. 설계 단계

4.1 스마트터키형 발주체계의 적용 기준	67
4.2 하이브리드 학교 적용 예시	76
4.3 하이브리드 건축 및 모듈러 활용 지침	81
4.4 설계 검토 및 평가 관리	98
4.5 BIM 기반 설계 전략	104
4.6 설계도면 검토사항	108
4.7 성능기준 및 검증 방법	123
4.8 지속가능성 및 ESG 관리(LCA 및 친환경 자재)	134

V. 시공 단계

5.1 시공 일반 및 통합 안전·품질·감리 기준	141
5.2 PC·모듈러 공장 제작 관리	161
5.3 운송 및 양중 관리	170
5.4 현장 시공 관리	184

VI. 준공 및 개교 단계

6.1 시운전 및 예비 준공	199
6.2 베이크아웃 및 실내 공기질 검사	200
6.3 준공 및 시설물 인수인계	203
6.4 개교 준비 및 지원	207

VII. 준공 후 단계

7.1 구조별 유지보수 및 점검 주기	215
7.2 사후 평가 및 피드백 관리 체계	218
7.3 모듈러 순환 활용 및 관리 방안	219
7.4 철거·이전·전환 등 사후 행정 절차	222
7.5 사후 활용 사례집	224

부록

부록 1. 행정 자료	231
부록 2. 기술·설계 자료	256
부록 3. 참고 자료	261

학교시설 OSC 공법 적용을 위한 설계·시공·운영 통합 가이드라인

I. 서론

- 1.1 목적 및 필요성
- 1.2 하이브리드 설계 모델 정의
- 1.3 적용 대상 및 범위
- 1.4 관련 법규 및 지침
- 1.5 정책·법제 개선 필요성 및 인허가 특례 방향

I. 서론

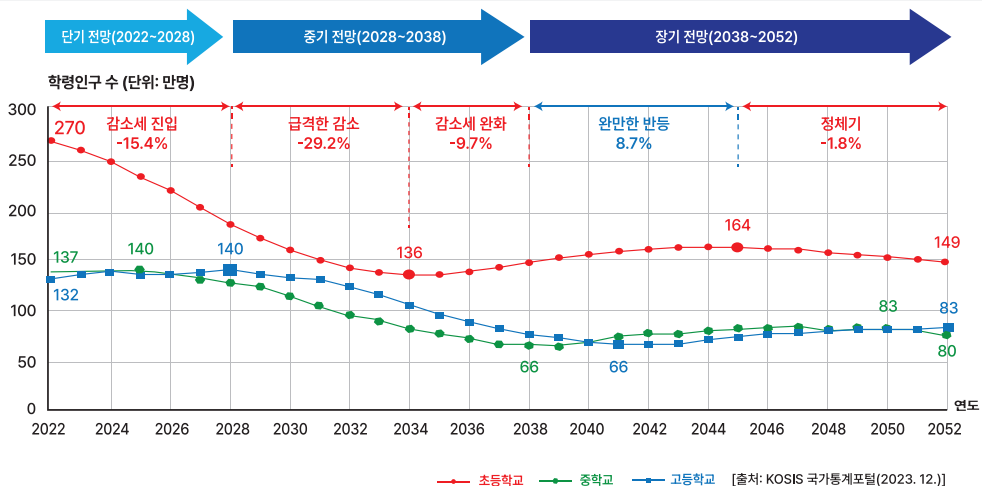
1.1 목적 및 필요성

1.1.1 학령인구 감소와 공간수요 불균형에 따른 학교시설의 구조적 한계

최근 저출산으로 인한 학령인구 감소는 전국적 공통 현상으로, 일부 도심 지역은 학급 과밀이 심화되는 반면, 농어촌 및 외곽 지역은 학급 수 감소와 폐교 증가가 동시에 나타나는 등 학교시설의 공간 불균형이 가속화되고 있다. 이러한 환경에서는 고정적이고 확장성이 낮은 RC(철근 콘크리트) 중심의 전통적 학교 건축방식으로는 효율적 대응이 어렵다.

전국적으로 2022년 대비 2028년까지 초등학생 수가 약 30.7% 감소할 것으로 예측되며, 2030년대 이후에도 완만한 감소세가 지속될 전망이다. 이에 따라 학교시설은 '지속가능하고 가변적이며, 순환 활용이 가능한 구조'로의 전환이 요구된다.

[그림 1-1] 전국 학령인구 30년간(2022~2052) 변화 추이



1.1.2 기존 학교 건축방식의 한계와 새로운 패러다임의 필요성

기존 RC 구조는 내구성과 안정성 면에서는 우수하나, '수요 변동 대응성'과 '재활용성'이 결여되어 있다.

반면, 기존 모듈러 임시교사는 시공성과 이동성은 우수하나, 영구건축물로서의 성능 부족, '가건물·임시건물'이라는 사회적 인식의 한계로 인해 학교시설의 장기적 대안이 되기 어렵다.

이에 따라 RC의 구조적 안정성과 PC(Precast Concrete) 및 모듈러(Modular Construction)의 유연성·재활용성을 결합한 '하이브리드형 학교시설 모델'이 새로운 교육시설 패러다임으로 제시되고 있다.

1.1.3 공간 유연성·경제성·지속가능성의 확보

하이브리드 구조는 단순히 시공기술의 결합이 아니라, 학교시설의 생애주기(LCC: Life Cycle Cost) 전반을 고려한 운영 효율화 모델을 의미한다.

RC는 영구시설로서 학교의 중심 기능을 담당하고, PC는 반고정형 구조로서 단계적 증축·해체로 공간 수요 변화에 탄력적으로 대응하며, 모듈러는 필요 시 해체·이전·재설치가 가능한 유연형 구조로서,

- ▲ 학급 변동에 따른 신속한 대응성 확보
- ▲ 불필요 시설의 순환적 활용 및 공간 재생 가능
- ▲ 지역사회와 공유 가능한 커뮤니티 공간 창출

초기투자비는 RC 단일 구조 대비 다소 높으나, 장기적으로는 유지관리비를 절감하고 자산 순환효과를 높임으로써 교육재정의 지속가능성을 확보한다.

1.1.4 하이브리드 학교 도입의 정책적 필요성

하이브리드 학교는 단순한 시설유형의 전환이 아니라 "학교를 유연한 사회 인프라로 전환하는 정책적 실험"이다.

OSC 공법을 적용한 하이브리드 신축학교 모델을 통해 다음의 정책 목표를 달성하고자 한다.

- ▲ '임시건물'이 아닌 '영구시설물형 OSC 공법'의 제도적·기술적 기준을 정립
- ▲ 장기적 관점에서 학교시설의 순환 활용 생태계 구축

▲ 설계·시공·운영·이전의 전 주기 통합관리체계 확립

이 가이드라인은 기존의 「모듈러 임시교사 설치 가이드라인」과 달리, 신축학교 설계단계에서 부터 하이브리드 구조를 전제로 기획된 최초의 통합 모델이다.

1.2 하이브리드 설계 모델 정의

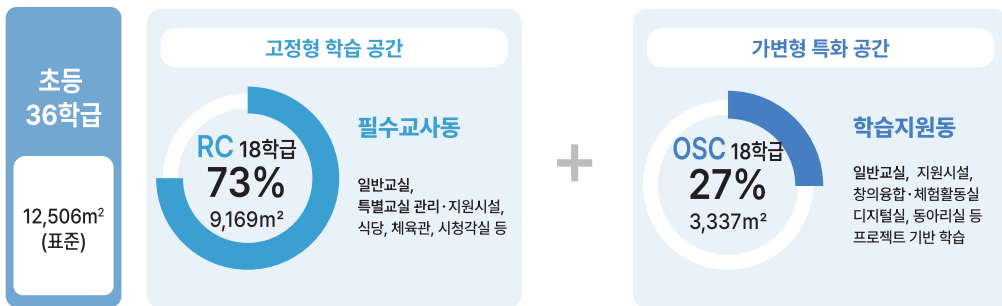
1.2.1 하이브리드 구조 개념

하이브리드 신축학교란 RC(Reinforced Concrete) 고정형 교사동과 PC(Precast Concrete) 및 모듈러 가변형 교실동을 복합 구성하여, 학교시설의 안정성(고정성)과 유연성(가변성)을 동시에 확보하는 새로운 구조방식이다.

구분	RC(고정 구조)	PC(반고정 구조)	모듈러(가변 구조)
정의	철근 배근 후 현장 타설·양생으로 구조체를 완성하는 고정형 영구 구조	콘크리트 부재를 공장 제작 후 현장 조립·접합하여 완성하는 반고정형 구조	강구조 기반 모듈러 공법으로, 공간 단위를 공장 제작 후 현장 조립·설치하는 가변형 구조
주요 기능	필수 교과동, 관리동, 체육관, 급식실, 시청각실 등	교실동·복도 등 반복성 높은 표준화 구조 부위, RC 코어 보완 증축 시설	학급 증감 대응형 교실, 창의·융합실, 프로젝트 학습실
역할	학교의 중심 코어, 내진·내구 확보	단계적 증축이 가능한 반고정형 공간 확장 구조체	가변형 공간 제공 필요 시 해체·이전 가능

* PC·모듈러 최소 학급 규모: 18학급 기준

[그림 1-2] 하이브리드 설계 모델(예시)



1.2.2 구조적·공간적 특성

1) 구조적 특성

- RC 교과동과 PC·모듈러의 복합 구조체(하이브리드) 형식으로 설계하여 구조적 안전성을 확보한다.
- RC와 PC·모듈러는 독립 구조체로서 각각 횡력·중력 저항체 역할을 하며 연결통로를 통해 일체화
- 접합부는 표준화된 앵커·볼트 체결식 시스템으로 계획하여 구조적 안전성을 확보하고, 필요 시 RC 구조체에 손상 없이 분리 가능한 방식으로 설계
- PC 구조는 공장 제작 부재의 정밀성과 품질 균일성을 확보하고, 접합부 설계를 통해 구조적 일체성과 내구성 확보
- 모듈러의 기밀·단열·차음·내화 성능은 RC 수준 이상으로 확보하여 임시시설이 아닌 영구시설물형 구조체로 기능

2) 공간적 특성

- RC는 필수 교과 및 관리 기능 중심, PC·모듈러는 창의융합·체험·메이커 공간 중심으로 기능 분리
- 모듈러는 해체 후 재배치가 가능하며, RC 구조에 영향을 주지 않음
- 철거 후 부지는 '마을 품은 학교광장'(지역사회 커뮤니티 공간)으로 재조성 가능
- 프로젝트 기반 학습 및 융합형 수업에 적합한 공간 구성
- LCC(생애주기비용) 절감과 공간의 장기적 유연성 확보

1.2.3 순환형 교육시설 개념

모듈러는 해체 후 타 학교에 재설치가 가능하며, 이를 위해 다음 체계를 구축한다.

- ▲ 모듈별 이력관리 DB (제작·이전·유지보수 이력 추적)
- ▲ 재사용 성능검증 프로토콜(FAT 기반) 마련
- ▲ 자산평가·등기관리 체계를 포함한 순환형 자산운영 시스템 구축

이를 통해 학교시설이 단일 건축물이 아닌 지역교육 자원의 순환 플랫폼으로 기능하도록 한다.

1.3 적용 대상 및 적용 범위

1.3.1 1단계(시범 적용)

- 초등학교 신설사업부터 적용 (RC 18학급 + OSC 18학급 조합을 기본 모델로 설정)
- 학급 변동이 큰 지역 내 신도시·개발사업지 중심으로 우선 도입

1.3.2 2단계(확산 적용)

- 중·고등학교 신설 시 단계별 증축형 모델(Phase 1~3)로 확대
: 공동주택 입주 시기에 따른 점진적 학교 설립이 필요한 신설학교에 하이브리드 구조의 단계별 확산을 고려하여, 유휴공간 발생을 구조적으로 최소화하여 공간의 유연성 극대화
- 선택과목 중심, 특별실 중심 공간운영 구조에 적합

1.3.3 3단계(일반화 단계)

- 특수학교, 통합형 학교 등 다양한 유형으로 확산
- 모듈 순환 활용을 기반으로 한 통합형 미래학교 체계 정립

1.4 관련 법규 및 지침

본 가이드라인은 '영구시설물형 OSC 하이브리드 학교'를 전제로 하므로, 기존의 모듈러 임시 교사 지침과 구별되는 별도 법제 검토가 필요하다.

1.4.1 기본 법령

- (국토부) 「건축법」, 「건축물의 구조기준 등에 관한 규칙」, 「대형공사 등의 입찰방법 심의기준」, 「주택건설기준 등에 관한 규정」, 「건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙」, 「건축물의 에너지절약설계기준」, 「녹색건축물 조성 지원법」
- (행안부) 「에너지이용 합리화법」, 「소방시설 설치 및 관리에 관한 법률」, 「장애인, 노인, 임

산부 등의 편의증진 보장에 관한 법률», 「환경보건법», 「어린이활동공간 확인검사 절차 등에 관한 규정」

- (교육부) 「학교보건법», 「교육환경 보호에 관한 법률», 「학교시설 내진설계 기준 고시», 「학교안전사고 예방 및 보상에 관한 법률」

1.4.2 공공조달 및 발주제도

- (조달청) 「기술제안입찰 등에 의한 낙찰자 결정 세부기준», 「기술제안입찰 기준», 「대형공사 등의 입찰방법 심의기준», 「스마트터키 심의기준」 등

1.4.3 PC·모듈러·OSC 관련 기준

- KS·KDS 규격, PC 관련 시방기준 및 LH 모듈러 시방서 등 준용

1.5 정책·법제 개선 필요성 및 인허가 특례 방향

1.5.1 제도적 공백과 특례 필요성

하이브리드(RC+OSC) 구조는 현행 법령상 '영구건축물'과 '임시건축물'의 중간 영역에 해당되므로, 설계·인허가·시공 전 과정에서 제도적 공백이 발생한다.

- ▲ 「건축법」 및 「학교시설 기준」에서 하이브리드 복합구조의 법적 정의 부재
- ▲ 인허가 시 RC 구조와 PC·모듈러 구조의 심의 절차가 분리되어 행정 효율 저하
- ▲ 현행 「모듈러건축 KS규격」이 임시건물 중심으로 되어 있어 영구시설 적용 한계
- ▲ 재사용 및 순환활용에 대한 자산관리·등기·평가 제도 미비

이를 해소하기 위해서는 법률 개정뿐 아니라, 행정 절차·기술 기준을 포함한 통합 법제 개선이 필요하다.

1.5.2 법·제도 개선 방향

1) 법적 기반 정비(법률·시행령 개정)

- 「건축법」에 '하이브리드 복합구조'의 정의 및 적용기준 신설
- 「학교시설 내진설계 기준」 및 「건축물의 구조기준 등에 관한 규칙」에 모듈러 접합부 성능검증 기준 추가
- 「공공건축법」 및 「조달청 기술제안입찰 세부기준」에 하이브리드형 발주제도 반영
- 「교육시설 안전 및 유지관리 법률」에 모듈러 자산관리 재사용 규정 신설

2) 제도적 운영체계 개선(행정·절차적 정비)

- 하이브리드 신축학교 전용 '통합 인허가 절차' 마련
- 건축·소방·환경·에너지 통합 심의제도(원스톱 시스템) 도입
- 스마트턴키·기술제안입찰 방식 확대를 통한 설계-시공 통합 발주
- BIM 기반 통합설계 의무화 및 공공건축심의 내 '하이브리드 구조 특례심의' 신설
- 시도교육청-한국교육시설안전원-지자체 간 협업체계 구축을 통한 절차 간소화

3) 기술기준·지침 표준화

- 「하이브리드 학교 설계·시공 기준(경기도교육청, 가칭)」 제정
- RC-PC·모듈러 접합 상세도, PC 부재 및 모듈러 시공 허용오차, FAT 시험기준 명시
- 「모듈러 재사용 성능검증 프로토콜」 및 「교육시설 순환활용 관리지침」 신설
- 해체·운송·재설치 과정의 안전검사 및 품질관리 절차를 표준화
- 모듈러 이력관리 DB 및 자산평가·등기관리 방안 수립

1.5.3 인허가 특례 적용 방향

시범학교 적용 단계에서는 다음과 같은 특례(예외적 행정 적용)를 검토할 수 있다.

구분	현행 기준	개선(특례) 방향
인허가 절차	RC·PC·모듈러 개별 심의	하이브리드 통합심의 절차 신설
설계심의	공공건축심의, 내진·에너지 등 개별 항목별 심의	하이브리드 학교 전용 '통합기술심의' 제도 도입
발주방식	설계·시공 분리형	스마트턴키·기술제안입찰 방식 확대
인증체계	개별 ZEB·BF·G-SEED 인증	BIM 기반 통합 인증 체계 구축
재사용 허가	임시건물 이전 시 재허가 필요	모듈러 재사용 시 성능검증만으로 재인증 가능

1.5.4 경기도교육청 추진 전략 사례

1) 시범사업 기반 제도화 단계

- 2028년 9월 개교 예정 초등학교 3개교 시범 적용
- 안전성·경제성·운영 효율성 평가를 통한 개선안 도출

2) 법제 개선 및 표준화 단계

- 교육부·국토부·조달청 협의체를 통한 법령·기준 개정 건의
- 「하이브리드 학교 설계·시공·운영 통합 가이드라인」을 전국 표준모델로 확산

3) 운영체계 정착 단계

- 모듈러 재사용 이력관리 DB 구축
- 경기도교육청 주도의 순환형 학교시설 운영체계 정립

학교시설 OSC 공법 적용을 위한 설계·시공·운영 통합 가이드라인

II. 개념 및 개요

2.1 용어 및 표기 원칙

2.2 하이브리드 설계 개념

2.3 구조 개요 및 구조적 특성

2.4 OSC 공법 개요 및 국내·외 적용 사례

II. 개념 및 개요

2.1 용어 및 표기 원칙

본 가이드라인에서 사용하는 주요 용어의 정의는 아래와 같이 설정한다.

용어	원어	정의	
RC	Reinforced Concrete (철근콘크리트)	현장에서 철근 배근 후 콘크리트를 타설·양생하여 완성하는 고정형 영구 구조 방식 및 그 구조체	
OSC	Off-Site Construction (탈현장공법)	구조체·내외장재·설비를 공장에서 사전 제작하고 현장에서는 조립·연결만 수행하는 건축 생산 방식의 총칭	
OSC	PC	Precast Concrete (프리캐스트 콘크리트)	콘크리트 구조 부재를 공장에서 미리 제작한 후 현장에서 조립·접합하는 반고정형 공법 및 그 구조체
	모듈러	Modular Construction (모듈러 공법)	구조체·내외장재·설비를 3차원 모듈 단위로 공장에서 일체 제작한 후 현장에서 조립·설치하는 가변형 공법 및 그 구조체

- PC와 모듈러는 OSC의 하위 공법에 해당하며, 두 공법을 병기할 경우 'PC·모듈러', 통칭하는 경우 'OSC 구조체'로 표기
- PC의 개별 구조 부재는 '부재', 모듈러의 개별 단위는 '모듈'로 표기
- 모듈러는 사용 재료에 따라 스틸·목조·콘크리트 모듈러 등으로 구분되며, 본 가이드라인에서 별도 표기가 없는 한 '모듈러'는 스틸 모듈러(Steel Modular)로 지칭함

2.2 하이브리드 설계 개념

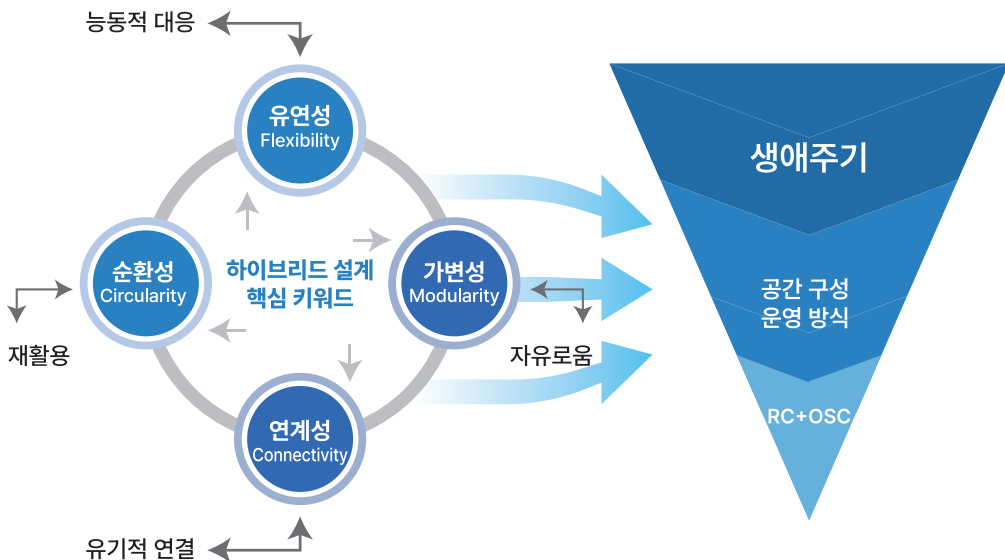
2.2.1 하이브리드 구조의 정의

하이브리드 신축학교 구조란, 고정형 구조체인 RC(Reinforced Concrete, 철근콘크리트)와 반고정형 구조체인 PC(Precast Concrete), 가변형 구조체인 모듈러를 결합하여, '안정성+유연성+순환성'을 동시에 확보하는 새로운 학교 건축 방식을 의미한다.

이 구조는 단순히 서로 다른 공법의 결합이 아니라, 학교시설의 전 생애주기(설계 - 시공 - 운영 - 이전)를 하나의 플랫폼으로 통합 관리하는 '통합형 교육시설 시스템'이라는 점에서 기존의 단순 모듈러 방식과 차별화된다.

즉, RC는 학교의 중심 코어와 구조적 기반을 담당하고, PC는 공간 수요 변화에 따른 단계적 증축으로 유연한 확장성을 제공하며, 모듈러는 가변적 학습·체험 공간을 구현함으로써 미래 학령인구 변화, 교육과정 전환, 지역사회 연계 요구에 유연하게 대응할 수 있는 '미래지향적 학교 인프라 모델'을 지향한다.

[그림 2-1] 하이브리드 설계 핵심 키워드 개념도



2.2.2 설계의 기본 원칙

하이브리드 신축학교의 설계는 '기능적 분리와 구조적 통합'을 기본 원칙으로 하며, 학교시설의 안전성·유연성·지속가능성을 균형 있게 달성하기 위한 설계 전략을 지향한다.

이를 위해 다음의 네 가지 기본 원칙을 설정한다.

1) 기능적 분리와 구조적 통합

- RC 구조는 학교의 핵심 기반(교사동, 관리동, 체육관 등)을 담당하여 내구성과 내진성을 확보한다.
- PC 구조는 교실동·복도 등 반복성 높은 표준화 부위에 적용하여 단계적 증축으로 공간 수요 변화에 탄력적으로 대응한다.
- 모듈러는 학급 수 변동이나 교육과정 변화에 대응할 수 있는 가변형 학습공간으로 기능한다.
- 세 구조는 구조적 분리(별동형)하되, 연결통로·에너지·정보 인프라로 유기적으로 통합한다.

2) 모듈화와 표준화

- PC 부재는 교실 및 복도 등 반복성이 높은 공간을 중심으로 표준화된 모듈 단위로 계획하여 설계 및 시공의 효율성과 품질 균일성을 확보한다.
- 모듈러는 급별 규격화된 모듈 단위(초:폭 3.5m×길이 9m / 중·고:폭 3.4m×길이 8.75m 등)로 제작하여, 조립·운송·해체·이전이 용이하다.
- 접합부(Anchor, Bolt, Joint Plate)는 표준화된 설계 기준을 적용해 호환성을 확보한다.
- 부재 및 접합부는 공장 제작 및 현장 조립을 고려하여 규격화·표준화된 설계 기준을 적용한다.

3) 순환성(Circularity)

- 모듈러는 해체 후 타 학교로 이전·재설치가 가능하며, RC 구조물은 지속 사용되어 폐기물 발생을 최소화한다.
- 이를 통해 "순환형 교육시설 자산관리체계" 구축이 가능하다.

II.

개념 및 개요

4) 친환경·저탄소 건축

- 공장 제작(Off-Site Construction)으로 현장소음·먼지 저감
- 모듈러는 재사용을 통한 자원순환형 건축 구현
- 에너지절약설계기준(중부2지역 이상) 및 녹색건축·ZEB 인증 연계

2.2.3 하이브리드 설계 개념도 및 구성 예시

구분	RC 고정형 구조	PC 반고정 구조	모듈러 가변형 구조
구조역할	주 구조체(내진·내하력)	부 구조체 (반고정·프리캐스트)	부 구조체(가변·경량 구조)
주 기능	일반교실, 특별교실, 관리동, 체육관, 시청각실 등	교실동·복도 등 표준화 반복 구조 부위, 단계적 증축형 교실 등	창의융합실, 프로젝트실, 메이커스페이스실, 동아리실 등
수명	40년 이상(영구)	40년 이상(영구)	40년 이상(재사용 가능)
주요특징	내구성, 안정성, 영구성	품질 균일성, 정밀시공, 반복·표준화	이동성, 확장성, 재활용성

* RC와 PC·모듈러 간의 연결은 구조적 안전성, 설비·배관 호환성, 방수·차음 성능을 종합적으로 고려하여 계획한다.

[그림 2-2] 모듈러 철거 후 남은 부지의 커뮤니티 공간 활용 예시



2.2.4 설계 개념의 정책적 의의

기존 모듈러가 “임시 교사·가건물 중심의 한시적 수요 대응”이었다면, 하이브리드 구조는 “RC의 영구성과 OSC(PC·모듈러)의 유연성을 결합하여 설계되는 신축학교 모델”이다. 따라서, 본 설계는 교육시설을 “변화 가능한 영구 인프라”로 전환하는 정책적 혁신 시도이자, 향후 학교시설의 국가 표준모델로 발전할 수 있는 기반을 마련한다.

2.3 구조 개요 및 구조적 특성

2.3.1 구조 개요

- RC 코어(고정 구조)

지하 및 저층부의 기초, 전단벽, 핵심 코어 등으로 구성되어, 주된 수직하중 및 횡력을 저항하며 주요 기계·전기·배관 설비가 직접 시공된다.

- PC(반고정 구조)

공장에서 기둥·보·슬래브 등 콘크리트 구조부재를 사전 제작한 후 현장에서 조립·접합하여 구조체를 형성하는 방식으로, 품질 균일성과 공기 단축에 유리하다.

- 모듈러(가변 구조)

공장에서 구조체·내외장·설비가 통합된 형태로 제작되어 현장에서 조립 설치되며, 균질한 품질 확보 및 공기 단축이 가능하다.

- 접합부 표준화

RC 슬래브·벽과 모듈 간의 접합부(볼트, 앵커, 이음판 등)를 표준화하여 구조적 안정성과 시공 효율을 확보한다.

2.3.2 구조적 성능 및 세부 기준

- 하중전달 및 접합부 설계

접합부는 상시 하중, 풍하중, 지진하중 등을 안전하게 전달하도록 설계하며, 현장 시공 허용오차를 반영한 상세도를 제시한다.

- 내진성능 확보

RC 코어가 횡력 저항을 담당하고, OSC 구조체는 연성 구조로 설계되어 전체 시스템의 내진 안정성을 확보한다.

OSC 구조체 간, OSC 구조체-RC 간 결속력 검증 프로토콜을 마련한다.

- 방수·기밀성

RC-PC·모듈러 접합부의 방수 디테일(이중 가스켓, 배수 경로 등)을 명확히 하며, 외벽·지붕 이음부의 열·수·공기 차단 대책을 포함한다.

- 차음·쾌적성

교실 간, 교실-복도 간 차음 성능 기준을 설정하고, 수직·수평 관통부의 차음 성능 확보 방안을 제시한다.

- 내화·피난 성능

내화 1시간 이상, 내부 마감 준불연 이상으로 계획하며, 연기·화염 확산 차단 디테일을 적용한다.

2.3.3 요구성능 및 법적 근거

* 본 기준은 「건축법」, 「학교시설 내진설계 기준」, 「건축물의 에너지절약설계기준」등 관련 법령을 준수하며, 경기도교육청 '하이브리드 학교 설계·시공 기준(안)'의 최소 요구 성능으로 설정한다.

요구성능 항목		품질기준	관련법규 및 시험방법
구조안전 및 내진성능		「건축법」 제48조 및 「건축법 시행령」 제32조	- KDS 41 00 00 - 「건축물의 구조기준 등에 관한 규칙」 - 「학교시설 내진 설계기준」 - 구조기술사 확인서
피난 및 방화 내화구조	기둥·보·바닥·벽 (경계벽)	1시간 이상	- 「건축법」 제49조, 제50조, 제52조, KS F 2257 - 「건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙」 제3조에 따른 내화구조 기준
	지붕	0.5시간 이상	
	내부마감재	준불연 이상	- 「건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙」 제5조부터 제7조
	방화구획	방화문 또는 방화스크린도어 설치	- 「건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙」
소방	소화기	관련기준에 적합할 것	- 수동식 소화기의 형식승인 및 검정기술기준
	자동화재탐지설비	관련기준에 적합할 것	- 자동화재탐지설비 및 시각경보장치의 화재안전기준(NFSC 203)
	유도등	관련기준에 적합할 것	- 유도등 및 유도표지의 화재안전기준(NFSC 303)
	비상방송설비 스피커	음성입력이 3W의 출력을 가지는 확성기를 수평거리 25m마다 설치	- 비상방송설비 스피커의 설치기준(NFSC 202)
	피난기구 * 3층 이상 층에 설치함	관련기준에 적합할 것	- 피난기구의 화재안전기준(NFSC 301)
	확산소화기	소화기구 및 자동소화 장치의 화재안전기준	- 소화기구 및 자동소화장치의 화재안전기준(NFSC 101)
	기타 소방시설 (간이스프링클러)	「화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령」 [별표5]	- 소방서 착공신고 및 완공검사 후 소방서 사용승인 동의용 완공검사 증명서 등 소방필증 제출
기계설비	「기계설비법」 제15조	- 시장에 착공 전 확인과 사용 전 검사 필증 제출	

II.

개념 및 개요

요구성능 항목	품질기준	관련법규 및 시험방법	
환기	1인당 21.6m ² 이상	<ul style="list-style-type: none"> - 「학교보건법 시행규칙」 제3조 1항 제1호 별표 2 - KS B 6879 · 자연환기: 창 개방 시 교실내 이산화탄소 농도 적정기준(1,000ppm)유지 · 기계환기: 기계환기 시 교실내 이산화탄소 농도 적정기준(1,500ppm)유지 	
채광(자연조명)	옥외 수평조도와 실내조도비 5%이상	<ul style="list-style-type: none"> - 「학교보건법 시행규칙」 제3조 · 채광(자연조명) 최소 2% 이상 	
조도(인공조명)	300 lux 이상	<ul style="list-style-type: none"> - 「학교보건법 시행규칙」 제3조 · 조도(인공조명) 300룩스 이상 (책상면, 칠판면) 최대, 최소 조도비 3:1이하 	
실내온도 및 습도	온도 18~28°C 습도 30~80%	- 디지털온습도계	
공기질	학교보건법 시행규칙 [별표4의2]	<ul style="list-style-type: none"> - 「학교보건법 시행규칙」 [별표4의2] 공기질등의 유지 관리기준 (제3조1항제3조의2 관련) 	
단열	열관류율 벽체 0.32W/m ² K 이하 지붕 0.18W/m ² K 이하	<ul style="list-style-type: none"> - 「건축물의 에너지절약설계기준」 [별표 1] 중부2지역 이상 성능 - KS M 3809 	
진동	V-30 이하	<ul style="list-style-type: none"> - 사무실 수준(0.02m/s² 이하) - ISO 10137에 따른 진동성능 분석 (수직진동가속도 기준곡선 비교) 	
차음성능	36 dB 이상	<ul style="list-style-type: none"> - 「주택건설기준등에 관한규정」 제14조에 따른 차음인정구조체 - KS F 2809 KS F 2862에 따른 현장 차음시험 	
피난 시설	직통계단 설치	<ul style="list-style-type: none"> - 거실에서 보행거리 30m 이내에 직통계단 설치 - 내화구조, 불연재료시 보행거리 50m 이내 설치 	- 「건축법시행령」 제34조

요구성능 항목		품질기준	관련법규 및 시험방법
피난 시설	건축물로부터 바깥쪽으로 가는 출구설치	<ul style="list-style-type: none"> - 출입문의 유리는 안전유리 사용 - 피난층에서 바깥쪽에 이르는 통로에 경사로 설치 - 피난층의 계단에서 바깥쪽 출구 까지의 보행거리는 30m 이내(내화구조 또는 불연재료로 된 건축물은 50m 이내) 	<ul style="list-style-type: none"> - 「건축법시행령」 제39조 - 「건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙」 제11조
	계단 및 복도와 설치기준	<ul style="list-style-type: none"> - 초등학교 계단 및 계단참의 너비는 150cm 이상, 단높이 16cm 이하, 단너비 26cm 이상 - 중·고등학교의 계단인 경우에는 계단 및 계단참의 너비는 150cm 이상, 단높이 18cm 이하, 단너비는 26cm 이상 - 양옆 거실이 있는 복도의 너비는 2.4m 이상, 기타 복도의 너비는 1.8m 이상 	<ul style="list-style-type: none"> - 「건축법시행령」 제48조 - 「건축물의 피난·방화구조등의 기준에 관한 규칙」 제15조, 제15조의2
내화 구조	내화구조	<ul style="list-style-type: none"> - 3층 이상인 건축물 및 지하층이 있는 건축물 - 기둥·보·바닥·벽 : 1시간 이상 지붕 : 0.5시간 이상 	<ul style="list-style-type: none"> - 「건축법」 제50조 - 「건축법시행령」 제56조
	내부마감재료	<ul style="list-style-type: none"> - 거실: 불연, 준불연, 난연재료 - 거실에서 지상 통하는 복도, 계단: 불연, 준불연재료 - 기타: 불연, 준불연재료 	<ul style="list-style-type: none"> - 「건축법」 제52조 - 「건축법시행령」 제61조 - 「건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙」 제24조
	거실의 채광 및 환기	<ul style="list-style-type: none"> - 채광 및 피난을 위한 창문 면적: 채광창은 바닥면적의 1/10 확보, 환기창은 바닥면적의 1/20 확보 	<ul style="list-style-type: none"> - 「건축법시행령」 제51조 - 「건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙」 제17조
단열		교실, 화장실, 복도	- 중부2지역 열관류율 이하
장애인 편의 시설	출입구	<ul style="list-style-type: none"> - 단차 없음 - 여닫이문 - 유효폭 1.8m 	<ul style="list-style-type: none"> - 「장애인, 노인, 임산부 등의 편의증진 보장에 관한 법」 제8조 - 「시행령」 제2조 - 「시행규칙」 [별표1]
	복도 및 바닥		
	경사로		
	장애인화장실		

II.

개념 및 개요

요구성능 항목	품질기준	관련법규 및 시험방법
안전	학교시설안전	<ul style="list-style-type: none"> - 복도의 유효폭 1.2m 이상 - 양옆 거실이 있는 복도폭 1.5m 이상 - 바닥 단차 없음 - 충격이 적은 재료 사용
환경	어린이 활동공간	<ul style="list-style-type: none"> - 기울기 1/12 - 유효폭 1.2m
소방	소방시설	<ul style="list-style-type: none"> - 장애인이 사용하기 적합한 구조 · 요구성능: 장애인편의시설 / 소방시설 · 품질기준: 비상벨, 점멸형태, 비상경보등, 장애인용 피난구유도등 · 관련법령 시행규칙 [별표1]
내구성 및 재활용성	해체-이전-재설치가 용이한 구조 설계, 재사용률 80% 이상 목표	<ul style="list-style-type: none"> - KS 및 구조검토서 준용 - 관련법령 확인 필요
BIM 기반 품질관리	설계-시공-유지관리 단계별 3D 통합관리, 모듈별 이력 관리(DB) 연동	<ul style="list-style-type: none"> - BIM 관련 지침 확인 필요 - 스마트건설기술 활성화 지침(국토교통부) - 건설산업 BIM 기본지침(국토교통부)

2.4 OSC(Off-Site Construction) 공법 개요 및 국내·외 적용 사례

2.4.1 OSC 공법 개념 및 절차

OSC(Off-Site Construction)란, 건축물의 구조체·내외장·설비를 공장에서 사전 제작(Off-Site)하고, 현장에서는 조립·연결(Assembly)만 수행하는 공법으로, 품질의 균일화·공기 단축·환경 영향 최소화를 달성할 수 있는 첨단 건축 생산 방식이다.

- 절차 개요 : 기획 → 모듈 설계(BIM) → 공장 제작(QA/QC) → 출고 전 성능검증(FAT) → 운송(Logistics) → 현장 조립·설치 → 현장인수시험(SAT) → 통합 마감 및 검수

2.4.2 PC 공법과 모듈러 공법 특성 비교

1) 공법별 정의 및 적용 대상

① PC 공법(Precast Concrete)

- 철근콘크리트 구조 부재(기둥, 벽, 슬래브 등)를 공장에서 미리 제작하고 현장에서 조립·접합하여 구조체를 완성하는 탈현장 공법
- 기존 현장 타설식 철근콘크리트 대비 공사 속도가 빠르고 품질이 균일하다는 장점이 있어, 대형 구조물이나 지하주차장 등 반복성이 높은 구조에 주로 적용
- 학교시설의 경우에도 교실 동·복도 등의 표준화된 구조에 PC 공법을 활용하면 공기 단축과 정밀시공 가능
- 다만 PC 부재 크기는 운송 및 인양 조건을 고려해야 하며, 설계 단계부터 표준화 부재를 염두에 두어야 효율적

② 모듈러 공법(Steel Modular Unit)

- 건축물의 전체 또는 일부 공간 단위를 공장 등 현장 외부에서 입체적인 모듈러 형태로 제작한 후, 현장으로 운송하여 조립함으로써 건물을 완성하는 공법
- 구조체 골조뿐 아니라 전기·설비 배선, 단열, 내장 마감 등 건축공정의 최대 80~90%를 공장에서 완료하고, 현장에서는 모듈 간 연결과 마감만 수행하는 것이 특징
- 이로 인해 현장 작업이 획기적으로 감소하여 공사가 신속하게 이루어지고, 품질도 공장 생산으로 균일하게 확보

- 국내 교육시설에서는 그간 학교 증·개축 시 임시 교사(가설 교실)나 기숙사 등에 모듈러동을 활용해왔으며, 노후학교 개축사업(그린스마트 미래학교) 등에서 한시적으로 운영되는 교실에 도입
- 최근에는 일부 신축학교에 영구건축물 수준의 품질을 갖춘 모듈러 공법 적용이 추진되어, 학생 수 변화에 따라 교실 동을 떼었다 붙일 수 있는 하이브리드 학교 모델로 확대
- RC와 동등 이상의 진동 및 내화성능을 가짐

2) PC 공법 및 모듈러 공법 비교

구분	PC 공법	모듈러 공법
공사기간	<ul style="list-style-type: none"> · 현장 타설 대비 공사기간 단축 · 공장에서 구조체 선제작 후 현장 조립하여 공정 기간이 단축됨 · 현장 마감작업 일부 필요. 	<ul style="list-style-type: none"> · 공사기간 획기적 단축. 구조·마감의 동시 진행으로 전체 공기를 크게 단축하며, 경우에 따라 최대 50% 수준까지 단축 가능 · 주요 공정이 공장에서 이뤄져 학사일정에 맞춰 짧은 방학 중 시공하기 유리
시공품질	<ul style="list-style-type: none"> · 구조체 품질 균일. 공장 제작으로 콘크리트 강도 등 품질이 균질하며 정밀도 높음 · 다만 부재 접합부는 현장 타설·용접 등에 의해 품질 편차가 발생할 수 있고, 접합부 방수·차음 처리에 유의해야 함 	<ul style="list-style-type: none"> · 공장 제작으로 마감 품질까지 균일. 모듈 단위로 일관된 품질관리가 가능하고 오차 범위가 작음 · 현장 공정이 최소화되어 날씨 등 외부 영향이 적고, 전체 완성도의 편차가 작음 · 다만 모듈 간 연결부 마감(마감재 이음, 실링 등)의 품질 확보가 중요
설계 자유도	<ul style="list-style-type: none"> · 구조·평면 설계의 유연성 높음 · 일반 철근콘크리트 구조와 유사한 형태 구현이 가능하여 건축적 제약이 적음 · 곡면·비정형 디자인도 맞춤형 거푸집 제작으로 실현할 수 있으나, 경제성을 위해 부재 규격의 표준화 고려 필요 	<ul style="list-style-type: none"> · 설계 자유도 제한. 모듈 크기(폭·높이)가 운송 규격 등에 좌우되어 큰 공간이나 특수한 형태 구현에 제약이 있음 · 층고, 경간 등이 표준 모듈 격자에 맞춰져야 하므로 학교시설의 다양한 공간디자인 적용에 한계가 있을 수 있음 · 디자인 변경 시 모듈 규격 변경이 필요하여 초기 기획 단계의 면밀한 계획이 요구됨.
접합방식	<ul style="list-style-type: none"> · 습식 접합 중심으로, PC 부재 간 철근을 정착하고 현장에서 콘크리트를 타설하거나 용접·볼트 연결 후 그라우팅하여 일체화시키는 방식 · 접합 후에는 구조적으로 일체화(monolithic) 구조체가 되며, 접합부가 보이지 않도록 마감 처리됨 	<ul style="list-style-type: none"> · 건식 접합 중심. 모듈 간 볼트 체결, 용접 플레이트 연결 등으로 구조적으로 연결하며, 현장에서 조정이 용이함 · 접합부는 향후 분리 가능하도록 설계되어, 필요 시 모듈 탈착이 가능 · 연결 부위는 패킹, 실런트 등으로 마감 처리하여 방수·차음 성능을 확보해야 함

구분	PC 공법	모듈러 공법
표준화·반복성	<ul style="list-style-type: none"> · 부재 표준화 시 효율이 높음 · 동일 규격의 PC 부재를 대량 생산·반복 사용함으로써 공사비 절감과 품질 향상 가능 · 학교 건축에서도 교실 모듈, 구조 그리드를 표준화하면 효과적 · 비정형 구조나 단일 프로젝트 소규모 적용 시에는 거푸집 제작 비용 등으로 경제성이 떨어질 수 있음 	<ul style="list-style-type: none"> · 모듈 단위 반복 생산 최적 · 공장 대량 생산에 의한 규모의 경제를 실현하기에 유리하며, 단위 교실 크기가 표준화될 경우 공사비와 기간을 크게 절감 가능 · 다만 공간 구성이 획일화될 우려가 있고, 프로젝트별로 모듈 규격이 상이하면 호환성 저하로 재사용에 제약이 발생
구조 안정성	<ul style="list-style-type: none"> · 높은 구조적 안정성으로 철근콘크리트 구조로서 내구성과 내하력이 우수하며, 화재에 견디는 높은 내화성 · 현행 건축구조기준에 맞춰 설계하면 내진성 등 영구 구조물과 동등한 안전성 확보가 가능 · 접합부의 구조 상세를 적절히 계획해 일체식 구조와 동등한 성능을 발휘하도록 해야 함 	<ul style="list-style-type: none"> · 모듈러 구조는 공장 제작 시 엄격한 품질관리를 통해 설계기준 충족이 가능하며, 내진·내풍 등 구조 성능을 확보 가능 · 다만 층수 증가에 한계가 있어 학교 건축에서는 3~4층 이하 규모에 주로 적용되고, 고층에는 모듈러와 별도의 철골 또는 RC 코어를 결합하는 하이브리드 구조 필요 · 강재의 내화 및 내식 설계(불연 마감, 내화도료, 아연도금 등)를 통해 화재 및 부식에 대비 필요
현장 시공성·안전	<ul style="list-style-type: none"> · 거푸집, 동바리 등의 현장작업이 줄어들어 시공성 향상 · 하지만 무거운 PC 부재를 대형 크레인으로 인양·설치해야 하므로 장비 접근성과 양중 계획 검토 필요 · 고소 작업 등 위험이 감소하나, 조립 과정에서의 안전관리 중요 	<ul style="list-style-type: none"> · 현장 작업량이 최소화되어 안전사고 위험 감소. 조립식으로 짧은 기간 내 시공하므로 학사 일정에 지장 최소화 가능 · 단, 대형 모듈 운반·인양을 위해 현장 진입로 확보, 크레인 설치 공간 등을 사전 계획 필수 · 모듈 설치 오차를 고려한 품질관리(QA/QC) 절차를 수립하여 안전하고 정확한 시공 도모 필요
공간변경·이동성	<ul style="list-style-type: none"> · 영구 설치 전제로 PC 부재로 지은 건물은 일체화 구조물이므로 준공 후 공간 구조를 변경하거나 부재를 이동·재사용하기 어려움 · 향후 증축이나 개조는 기존 구조를 일부 철거하거나 새로운 부재를 추가로 시공하는 방식으로 이루어지며, 변경 시에도 기존 부재와의 접합 상세 설계가 필요 	<ul style="list-style-type: none"> · 모듈 분리·재배치 용이 · 볼트 결합 등을 해체하여 모듈 단위로 분리가 가능하므로, 다른 부지로 이전하거나 공간 재 구성에 활용 가능 · 이에 따라 학생 수 감소 시 교실 모듈을 철거하여 다른 학교로 이송·재사용하고, 남은 자리에는 열린 학습마당 등으로 재활용하는 유연한 학교 운영 가능 · 다만 모듈 해체·이동은 전문시공팀이 필요하고, 이동 과정에서 모듈 훼손이나 성능 저하가 없도록 운송 및 재설치 기준 준수

3) 하자보수 및 유지관리

시공 후 하자발생 양상과 유지관리 측면에서도 두 공법 간에 차이점이 있다. 공통적으로 학교시설은 장기 내구성과 안전 확보가 중요하므로, 초기 시공품질 관리뿐 아니라 체계적인 유지관리 계획 수립이 필요하다. 아래에서는 하자 발생 부위, 보수 접근성, 유지관리 유의 사항을 비교한다.

① 주요 하자 발생 부위

PC 공법

- 부재 접합부 누수·균열 발생 가능성
- 패널 연결부 방수 미흡 시 빗물 침투로 인한 누수 하자
- 접합부 마감 부실에 따른 차음 성능 저하 우려

모듈러 공법

- 모듈 간 접합부 누수·결로 발생 위험
- 외벽·지붕 이음부 및 설비 연결부 밀폐 처리 중요성
- 온도 변화에 따른 모듈 미세 이동으로 마감재 크랙·이격 발생 가능성
- 온도·변형 흡수를 위한 유연 접합 상세 적용 필요성

② 하자 예방 및 보수 방식

PC 구조 접합부

- 시공 단계 앵커 플레이트 조임·실링(코킹) 등 밀실 마감 기준
- 준공 후 정기 점검을 통한 실링재 손상 여부 확인 및 보수
- 누수 발생 시 실링 재시공, 필요 시 에폭시 주입에 의한 균열 보강

모듈러 구조 접합부

- 방수재(가스켓·실런트 등) 주기적 교체 및 성능 유지 관리
- 볼트 체결부 풀림 점검 및 보강 조치
- 공장 선시공 특성 고려한 실내 공기질(IAQ) 관리 계획
- 완공 후 공기질 특별점검 및 정기검사 강화 운영 사례 참조

③ 유지관리 접근성과 기록 관리

PC 공법

- 일반 RC 건물과 유사한 주기 점검·보수 체계 적용
- 매입철물·긴장재 등 매립 요소의 육안 점검 한계 고려
- 부재 배치도·철물 위치도 등 초기 시공기록의 체계적 보관 필요

모듈러 공법

- 모듈 단위 분리·이전 가능성에 따른 모듈 이력 DB화 필요성
- 모듈 식별번호, 제작사·제작연도, 구조 자원, 내장재 사양, 이전 횟수 등 이력 관리
- 접합부·연결 철물 점검 접근성 확보를 위한 점검구·탈부착 마감 계획
- 설계·시공·유지관리 전 과정에 대한 교육청 가이드라인 연계 운용 필요성

④ 하자담보 책임 및 기준

법정 담보기간 준수

- 건축법·건설산업기본법·국토교통부 기준에 따른 담보책임 적용
- 주요 구조부 하자 10년, 지붕 방수 하자 5년 등 표준 기간 준수
- 모듈러 공법의 예외 부재 명시
- 품질보증 및 장기 내구성 확보
- 공장 제작 품질이 최종 성능에 미치는 영향에 대한 제작사 품질보증 확보
- 현장 성능시험 결과의 문서화 및 추적 관리
- 학교시설 장기내구(30~40년 이상) 요구에 따른 접합부 내구 상세(부식 방지, 피로 내구성) 반영
- 설계 단계 잠재 하자 예방을 위한 상세 설계·검토 체계 수립

4) 실무 적용 시 고려사항 및 통합 활용 시사점

① 공법 선택 및 배치 계획

- 공간 용도·내구성 요구·변경 가능성을 고려한 공법 선택 기준
- 영구 구조물(체육관·식당·코어 등)의 RC 공법 적용 기준

- 가변 구조물(일반교실·특별실 등)의 PC·모듈러 적용 기준
- RC동과 PC·모듈러동 간 배치계획 수립 기준
- PC·모듈러 교실동의 별동화 계획 및 연결통로·연결데크 계획 기준
- 서로 다른 구조재료(콘크리트·강재)의 변형 차이 흡수를 위한 이격·신축이음 계획
- 모듈러 교사동 철거 시 본관동 손상을 방지하기 위한 구조 분리 계획

㉔ 통합 구조설계 및 접합부 상세 계획

- RC와 OSC 구조체 간 기준축 정합 계획
- 층고와 부재 및 모듈 높이 정합 및 기준면 통일 계획
- 고정형 접합·분리형 접합 선택 기준 및 적용 조건
- 수평 분리형 구조에 적용되는 시소 조인트·완충재 적용 기준
- 구조적 일체화 시 PC·모듈러의 RC 골조 연결 상세 기준
- 부재 간/ 모듈 간/ OSC 구조체-RC 간 접합부의 그라우팅 접합 상세 기준
- 통합 구조계의 해석모델 검토 기준(풍하중·지진력 검토 포함)
- 「건축물의 구조기준 등에 관한 규칙」 및 「KBC 건축구조기준」 준수 기준
- PC·모듈러 구조물의 구조·내화 성능을 일반 건축물 기준과 동일 적용하는 원칙

㉕ 시공 계획 및 공정관리

- 공장 제작 일정과 현장 공정의 병행 운영 계획
- 설계·제작·운송·설치 간 연계관리 체계
- 학사일정(방학, 평가기간 등)과 연계한 부재 및 모듈 운송·설치 일정 계획
- 대형 크레인 배치·반입 동선·적치 공간 확보 계획
- BIM·3D 시뮬레이션을 활용한 설치 순서·양중반경·임시지지 검토 체계
- PC·모듈러 조립 공차 확보를 위한 사전 측량·좌표 확인 절차
- OSC 구조체 설치 이후 RC 구조체와의 접합부 상태 및 설비 연결 여부 확인 절차
- 설치 단계별 연계 검사 및 품질검사 수행 체계

④ 법규 및 인허가 협의

- 설계도서에 OSC 공법 적용 내용을 명시하는 절차
- 구조계산서에 공장 제작 부재 및 모듈 설계내역 포함 기준
- 착공신고 시 공장 제작·현장 시공 구분 제출 기준
- 감리계획서 내 공장 제작 품질관리 절차 반영 기준
- 공장 성능시험(내압·내화·누수 등) 결과서 제출 절차
- 교육부·교육청 지침(그린스마트미래학교, 모듈러 공간모델 등) 적용 기준
- 강화단열·저VOC 자재 등 요구성능 반영 기준

⑤ 통합 운용 및 향후 활용

- 학령인구 감소 대비 모듈러동 이전·재설치 시나리오 수립 기준
- 모듈러 이력관리 시스템(DB)의 구축·운용 기준
- 모듈 철거 이후 잔여 부지 활용계획 수립 기준(학습마당·휴게공간 등)
- 생애주기 비용 절감을 위한 재사용·재도장·보수 방안
- 모듈러 반복사용에 따른 성능저하 최소화 전략
- 철거 모듈의 공장 회송·보수·재사용 프로세스 수립 기준
- 친환경·자원순환 관점의 재사용 정책 수립 기준

⑥ 교육환경 및 사용자 만족

- 교직원·학생·학부모 대상 공법 이해 및 성능 안내 체계
- PC·모듈러의 단열·차음·실내환경 성능 확보 기준
- 접합부 마감재 탈락·틈새 방지 시공 기준
- 내진 중요도(학교시설 중요도계수 1.2 등) 반영한 구조안전 확보 기준
- 화재 시 대피계획의 RC·PC·모듈러 통합 수립 기준
- 학교 현장의 요구 반영 및 사용자 수용성 확보 전략

II.

개념 및 개요

2.4.3 OSC 공법 장·단점 요약

구분	장점	유의사항(한계)
품질	구조체 내장 설비의 공장 품질관리로 균질한 완성도 확보	현장 접합 정밀도 확보 필요 현장 접합부 방수 차음 리스크
공기	현장 공사기간 30~40% 단축	운송·양중 계획 미비 시 일정 지연 가능
환경	현장 소음·폐기물 60% 이상 저감 안전사고 최소화	장거리 운송 시 탄소배출 고려 필요 운송 제한(폭·중량) → 단위 모듈 표준화 필요
안전	고소작업 및 현장 리스크 감소	대형 부재 및 모듈 양중 시 안전관리 강화 필요

2.4.4 국내·외 적용 사례

구분	지역	학교명	건축 형태	설치 연도	규모	건축방식
국내	원주	샘마루초	수직	2024	1개층, 일반교실 9실 (5층 증축)	모듈러 공법 (철골 라멘조)
	서울	서울신기초	별동	2003	2층, 일반교실 6실	
		대조초	수직	2005	1개층, 일반교실 8실 (4층 증축)	
	고양	항공대	수평	2016	4층, 기숙사 78실	
	화성	동탄고	별동	2023	3층, 일반교실 2실	
	용인	용인영덕 경기행복주택	신축	2023	13층, 106세대	
	포항	포항송곡초	별동	2021	2층, 일반교실 6실	
	양산	범어중	별동	2022	1층, 일반교실 5실	
아산	탕정중	별동	2023	4층, 일반교실 8실		
국외	미국	Waldorf School	별동	2014	1층, 일반교실 3실	
	영국	Great Torrington School	별동	2018	1층, 일반교실 4실	
	일본	Minamisoma Haramachi Elementary School	별동	2011	1층, 일반교실 6실	

◎ 본 하이브리드 모델은 이러한 OSC 기술을 학교 신축용 연구시설물 수준으로 확장 적용한 국내 최초 사례로서, “공업화된 건축생산체계 + 공공교육 인프라”의 융합 모델로 평가될 수 있다.

2.4.5 하이브리드 학교 적용 프로세스(표준화 제안)

단계	주요내용	관리주체
① 설계기획	RC·PC·모듈러 분리 배치계획 수립	시도교육청·설계사
② 구조·성능 설계	접합부·내진·내화 및 방수 디테일 설계	구조기술사·감리
③ 공장 제작	표준 부재·모듈 규격 제작, FAT 검사	제작사·시도교육청 검수
④ 현장 설치	RC-PC·모듈러 접합 시공, 공정관리	시공사
⑤ 사용 및 이전	운영 중 모듈 이력관리, 재사용 시 성능검증	

학교시설 OSC 공법 적용을 위한 설계·시공·운영 통합 가이드라인

Ⅲ. 기획 단계

- 3.1 추진 절차 및 단계별 검토 프로세스
- 3.2 시범학교 대상지 현황 분석 및 입지 조건 검토
- 3.3 관련 제도·인증 통합 계획
- 3.4 하이브리드 학교 기본계획 및 특화 요인
- 3.5 학교 공간 구성 및 모듈 배치 전략
- 3.6 하이브리드 설계 특화 요건 및 제약 사항
- 3.7 소유권·재사용성 및
건축물 자산가치 평가·등기 관리 방안
- 3.8 계약제도 개선 및 표준 계약모델
- 3.9 사전 행정 절차

III. 기획 단계

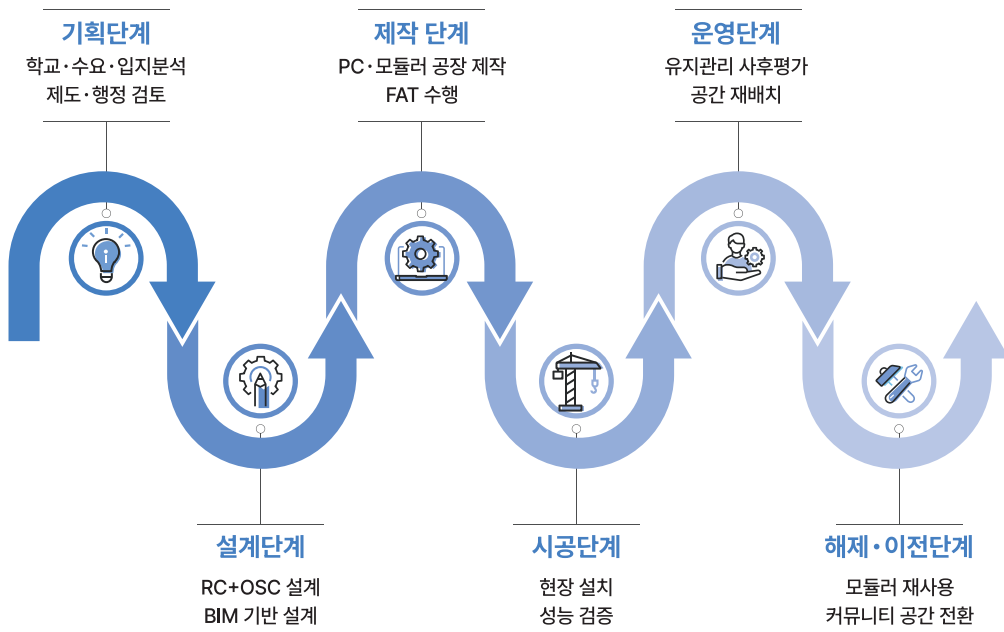
3.1 추진 절차 및 단계별 검토 프로세스

3.1.1 추진 절차

하이브리드 신축학교의 추진은 ①기획 → ②설계 → ③제작 → ④시공 → ⑤운영 → ⑥해체·이전의 전 생애주기(Life Cycle)를 하나의 통합 프로세스로 관리한다.

기획 단계에서는 학교 수요 분석, 입지 검토, 기본계획 수립, 제도·행정 검토를 병행하며, 이후 단계의 기술·설계·운영 의사결정을 위한 기반 데이터를 축적한다.

[그림 3-1] 하이브리드 신축학교 추진 절차 흐름도



3.1.2 단계별 검토 프로세스

1) 사전기획 단계(행정 및 제도 검토 중심)

하이브리드 신축학교 사업의 성패는 초기 사전기획 단계에서 결정된다. 이 단계에서는 수요·입지·구조방식 검토와 함께, 관련 법적·행정 절차를 체계적으로 이행하여 사업의 타당성과 실행 가능성을 확보한다.

- 수요 조사: 학령인구 추계, 지역 교육환경 분석, 시설 규모 산출
- 부지 검토: 입지 여건, 교통·환경 영향, 기반시설 연계성 검토
- 구조 방식 선정: RC(철근콘크리트) + PC·모듈러 비율 및 조합 방식 결정
- 사업 타당성 분석: 경제성, 친환경성, 유지관리 비용, 공기 단축 효과 분석
- 이해관계자 협의: 교육청, 지자체, 학부모, 지역사회 의견 반영
- 예산·재원 계획: 총사업비 산정 및 단계별 예산 배분
- 재정투자심사: 교육부·지자체의 투자심사를 통해 사업의 필요성·경제성·정책적 타당성 검토
- 사전기획(Pre-Planning)
 - 표준 스페이스 프로그램 적용 여부 검토
 - 기본공간 구성안 마련(RC+PC·모듈러 조합, 가변적 배치 계획)
 - 학교 규모, 학급 수, RC·PC·모듈러 조합 비율, 사업비 사전 검토
 - 추정 공사비·일정·운영계획을 포함한 초기 사업계획서 작성
- 공공건축심의
 - 건축 계획의 공공성·디자인·지역사회 기여도 중심 심의
 - 하이브리드 구조의 가변성·순환성·지속가능성 반영
 - 전문가 자문을 통한 기본계획 보완
- 발주 방식 검토
 - 하이브리드 구조 특성에 적합한 스마트턴키·기술제안입찰 검토
 - 평가항목: 구조적 안전성, 유지관리 용이성, 경제성, 디자인 차별성 등

사전기획단계 체크리스트

항목	책임 주체	검토 내용	비고
수요 조사	교육청	학령인구, 학급수, 향후 수요	
부지 검토	설계자	입지, 교통, 환경, 기반시설	
구조방식 선정	설계자/교육청	RC·PC·모듈러 비율, 내진·내하력	
사업 타당성	교육청	경제성, 유지관리비, 공기단축	
이해 관계자 협의	교육청	학부모, 지역사회 의견 반영	

2) 기본계획 단계(사업계획 확정)

- 표준 스페이스 프로그램 및 하이브리드 설계지침을 반영한 기본계획 수립
- RC 구조와 PC·모듈러의 배치 유형 및 규모 검토
- RC 공사비와 모듈러 공사비 분리 산정 및 총사업비 확정, 예산 확보
- 적용 모듈러 시스템 검토 및 제조사별 적합성 확인
- BIM 기반 기본계획 모델링을 통한 시뮬레이션 검증
- 대표 OSC 구조체 시험 제작을 통한 구조 안전성, 내진·내화 성능, 마감 품질 사전 검증

3) 제작 단계(PC·모듈러 공장 제작 관리)

① 공장 제작 계획 수립

- (제작 표준화) 사전 검토·확인된 시스템을 기준으로 설계도서에 근거하여 PC 부재 규격 및 모듈의 구조, 마감, 설비 내장 사양을 표준화하고, 공장 제작 도면 확정
- (품질관리 체계 구축) 콘크리트 배합·양생·탈형(PC), 강재 가공·용접·도장(모듈러), 단열·마감, 내장재 조립 등 주요 공정별 품질검사 기준 수립
- (설계도서 및 규정 부합 여부 확인) PC 부재 및 모듈러 시공 허용오차 준수, KS 규격자재 사용, RC와 OSC 구조체 접합부 구조성능 검증, 앵커볼트 설치계획, 레벨고 및 수직도 관리 등 설계·시방 기준 적합성을 사전에 확인
- (제작 일정 관리) 공법별 제작 기간, 생산 라인 배치, 제작·검수 순서 등을 포함한 세부 제작 일정표 작성

- (설비 사전 탑재 계획) 전기배선, 위생·기계설비 등 현장 시공을 최소화할 수 있도록 가능한 범위의 설비를 공장 내 선조립하되, PC 부재의 경우 배관 슬리브 및 매립 설비를 제작 단계에서 사전 반영

㉔ 현장 시공계획 수립

제조사 및 시공사는 시스템 및 모듈 특성을 고려하여 아래 항목을 포함한 시공계획을 작성하여 제출하고, 발주청 및 감리단은 이를 체계적으로 검토한다.

- (운송 계획) 운송 경로, 반입 동선 및 적재 장소 등
- (양중 및 설치 계획) 크레인 용량, 설치 순서, 안전 확보 방안 등
- (현장 접합 계획) 구조 연결, 기밀·단열 시공, 설비 연계 방안 등
- (안전관리 대책) 추락·낙하물 사고 예방, 중량물 양중 안전 확보 등
- (경제성 및 지속가능성 검토) 재사용률 제고, 유지관리 비용 최소화 등
- (품질 및 하자관리) 기밀·수밀 시험, 설비 작동시험, 품질검증 등

4) 시공 단계(통합 시공 및 성능 검증)

㉑ 시공관리 기본계획 수립

- (공정별 시공관리 계획) 기초, PC 부재 및 모듈러 설치, 지붕·외장·마감공사 등 단계별 공정 일정표를 작성하고, 주요 자재 반입 및 인력 투입 계획을 포함하여 전체 공정을 체계적으로 관리
- (안전관리 계획) PC 부재 및 모듈러 양중·설치 시 추락 및 낙하물 사고 예방, 중량물 운반 안전 확보, 협소 부지 내 작업 안전 대책 마련
- (품질관리 계획) 설계도서 및 시방 기준에 따른 품질관리 항목을 설정하고, 자재 규격 검증, 허용오차 관리, 접합부 성능 검증 절차를 포함하여 현장 검사·기록 체계 운영

㉒ 현장 설치 및 고정

- (기초 설치 확인) 적용 시스템에 적합한 방식으로 기초를 설치하고, 치수, 레벨고, 앵커볼트 위치와 수직도를 확인하는 프로세스를 수립하여 이행
- (별동형 모듈러 설치) 하이브리드 신축학교는 RC와 PC·모듈러를 별동형으로 배

치하고, 연결통로를 통해 일체화하는 방식을 기본으로 함. 따라서 RC 구조체와 PC·모듈러 간 접합부의 구조 성능 확보가 무엇보다 중요

- (접합부 성능 관리) 접합부는 설치 및 해체가 용이하도록 설계·엔지니어링 요건에 따라 시공하고, RC와 PC·모듈러 연결부의 볼트 체결, 용접, 내화·기밀 처리 상태를 현장에서 확인
- (정밀 시공 관리) PC 부재는 KCS 41 30 10 내 항목별 허용오차 기준, 모듈러는 ±2mm 이내 설치, 수평·수직도 관리, 인접 부재 및 모듈 간 기밀·단열 연속성을 확보

③ 주요 공정별 시공

- (지붕공사) 방수·단열 성능 확보, 지붕 슬래브 및 마감재 시공, PC·모듈러 간 접합부의 수밀·기밀 처리
- (외장공사) 외벽 패널 및 커튼월 설치, 단열재 충전, 창호 설치 등 외피 성능 확보하고, 관련 법적 기준 충족
- (마감공사) 내벽 마감, 천장·바닥 마감, 가구·기구 설치 등 실내 기능과 디자인 요소 완성

④ 성능 요건 충족 여부 검사

- (구조 안전성) 설계 및 엔지니어링 기준에 따라 시공되었는지를 기준으로, RC와 PC·모듈러 접합부 및 연결부의 강도와 안정성을 현장에서 확인
- (피난 및 방화) 피난 경로 확보, 방화구획 및 내화 성능 검증, 소방설비 설치·작동 확인
- (소방시설) 감지기, 스프링클러, 소화전, 배연설비 등 관련 법규 및 시방 적합성 검사
- (환경 성능) 환기·채광·조명·실내 공기질 확보 여부 점검
- (에너지 및 내구성) 단열성능(결로 시뮬레이션) 시험, 기밀·수밀 시험, 주요 부재 내구성 검증
- (자재 규격 확인) 과업지시서에 제시된 제 규격(KS, 인증제품) 자재 사용 여부 현장 검사

⑤ 시운전 및 성능 검증

- (설비 시운전) 전기, 통신, 기계, 위생, 소방설비의 개별 및 통합 시운전 실시
- (시스템 통합 시험) 환기·냉난방·전기·통신·소방 등 건물 시스템의 통합 제어 시스템

작동 여부 확인

- (성능 측정 및 보고) 실내 온습도, 조도, 환기량, 소음도 등 환경 성능 측정 후, 설계 기준 만족 여부 검증
- (외피 커미셔닝) 기밀 시험, 수밀 시험, 열화상 카메라 등을 활용하여 외벽·지붕·개구부의 성능을 현장에서 확인하고 결과를 준공도서에 포함
- (하자 및 개선 조치) 시운전 과정에서 발생한 결함 보수 및 성능 재검증을 통해 준공 전 최종 품질 확보

5) 준공 및 개교 단계

① 예비준공검사 및 공기질 관리

- (예비준공검사) 주요 구조·마감·설비 공정이 완료되면, 설계도서 및 시방서 준수 여부를 점검하고, 하자보수 및 개선사항을 사전 조치
- (공기질 관리) 휘발성유기화합물(VOCs) 및 유해물질을 저감하기 위해, 베이카아웃(Bake-out) 등 환기 및 온도·습도 제어를 실시하고, 실내공기질 측정을 통해 법적 기준 충족 여부를 확인

② 시설 인수인계 및 성능검증

- (시설 인수인계) 건축·기계·전기·통신·소방 등 분야별 준공도면 및 유지관리 매뉴얼을 포함하여 인수인계
- (성능검증) 환기, 냉난방, 전기·통신·소방 등 주요 시스템에 대한 기능 시험을 실시하고, 통합 제어 및 유지관리 체계가 정상적으로 작동하는지 최종 점검 실시
- (사용자 교육) 학교 관리자 및 시설 담당자에게 주요 설비 운용 방법과 안전관리 지침 교육 실시

③ 개교 지원

- (설비 안정화 기간 운영) 개교 전 일정 기간을 운영하여 설비 초기 작동 안정성 및 에너지 사용 패턴 점검
- (개교 지원 협력) 학교 구성원(행정실, 교사, 시설관리자)과 협력하여 개교 준비 과정에서 발생하는 시설 관련 요구사항을 신속히 반영

6) 운영 및 사후관리 단계

① 체계적 유지관리 매뉴얼 마련

- (분야별 매뉴얼 수립) 건축, 기계, 전기·통신·소방 등 주요 시설별 유지관리 매뉴얼을 수립하여 사용자(학교)와 관리 주체가 쉽게 활용할 수 있도록 제공
- (정기적 점검) 정기점검(연 1회 이상) 및 수시점검 체계를 통해 시설 노후화, 안전취약 요소, 설비 이상 등 조기에 발견·보수할 수 있는 시스템 마련

② 사후 평가 및 피드백 반영

- (성과 평가) 준공 후 일정 주기(1년 단위)마다 운영성과 평가를 실시하여 시설 활용도, 교육활동 지원 효과, 안전 및 편의성 점검
- (만족도 조사) 교직원·학생·학부모 대상 교육 만족도 조사 및 설문을 통해 운영 과정의 문제점을 도출하고 개선 방안 마련
- (사후 모니터링) 사후 평가 결과는 차후 하이브리드 신축학교 사업 일반화 및 가이드라인 개정에 반영

③ 운영 효율성 제고

- (운영 효율성 분석) 공간 활용률, 에너지 관리 효율성 등을 정량적·정성적으로 분석하여 유지관리 비용 절감과 교육 효과 증대를 동시에 달성
- (하이브리드 신축학교 공간 계획) RC는 일반·특별교실, 시청각실, 식당, 체육관 등 필수 교과동으로, PC·모듈러는 창의융합·체험활동, 메이커 활동 등 프로젝트 기반 학습공간으로 기능적으로 분리하여 계획하며, 모듈러 철거 시에도 RC·PC의 순기능이 유지될 수 있는 공간 배치와 구조 확보

④ 지속가능한 관리체계 확립

- (경제적 가치 제고) 시도교육청-교육지원청-학교 간 협력체계를 구축하여 사후 활용 가치 및 경제적 효율성을 강화하고, 최소 10년 이상 깨끗하게 사용 후 필요 지역으로 재배치하여 LCC 비용 절감 효과 극대화
- (모듈러 해체 후 공터) 모듈러 철거 공간은 커뮤니티 광장, 야외학습장, 쉼터, 생태숲 등 지역사회 개방형 공간으로 조성하여 사용가치 및 지속성 확보
- (성과 확산 및 일반화 모델화) 주요 사후관리 결과와 개선사례를 축적하여, 학령인구

변화에 대응하는 하이브리드 신축학교 일반화 모델로 활용

7) 해체 및 이전 단계(순환형 관리체계)

- (목적) 하이브리드(RC+OSC) 구조의 특성을 반영하여, 건축물의 수명주기 종료 또는 학급수 변동에 따른 공간 재배치 시 체계적인 철거·해체 및 이전 절차를 마련한다. 이는 자원순환 및 지속가능성 확보, 지역사회 기여도를 높이고자 함.

• 주요 절차

① 사전검토 및 해체계획수립

- (해체 대상 선정) 모듈러 중 재배치 또는 교체가 필요한 공간 식별
- (현장 안전 및 공정 계획 수립) 중량물 양중, 인력·장비 배치, 안전 대책 마련
- (LCC·재활용 분석) 해체 후 재사용 가능성, 비용, 운송 경로 및 재설치 예상 비용 검토
- (관계자 협의) 시도교육청-교육지원청-학교 간 일정, 역할, 책임 및 관리체계 확정

② 해체 단계

- (모듈 철거) RC 고정 구조와 모듈러 분리 시 연결부 안전 확보, 추락·낙하물 장비 충돌 방지, 현장 안전 모니터링 실시
- (접합부·기초부 해체 매뉴얼 적용) 구조 안전성 확보를 위해 접합부 및 기초부 해체 시 세부 매뉴얼 준수
- (환경오염 최소화) 소음, 분진, 폐기물 발생 관리 및 처리, 현장 청소 실시
- (자재·장비 관리) 재사용 가능한 부재, 폐기물, 운반 장비 구분 및 기록
- 공유재산관리계획 변경, 폐기물 처리 계약 등 행정절차 이행

모듈러 재사용 시 주요 검토 사항



- 재사용 모듈은 신규 제작 모듈과 동일한 성능과 품질이 유지되도록 보수 보강 실시
- 사용이력(사용기간, 사용처, 사용횟수) 및 보수보강 이력 등 재사용 모듈 관리 운영 계획
- 보수보강관리(인력/공정/안전/환경) 및 품질관리 계획
 - 주요자재, 보수보강 공장, 장비 / 관리 운영 계획
 - 보수보강 단계에서의 검측시점과 방법을 명시한 검측 계획
 - 구조부재 변형, 손상 / 훼손 / 부식 여부, 장비류 점검 상태 등 품질관리 계획

㉓ 이전 및 재설치 단계

재설치를 고려한 계획을 수립하고, 수립된 계획을 발주청 및 감리단이 검토한다.

- (부지 검토) 재설치 대상 부지 적합성 검토(지반·통학로·안전 등)
- (재설치계획 수립) 배치, 구조 연결, 안전, 장비·인력 배치 등
- (운송 계획) 모듈 운송 경로·방법 확정, 차량·장비 안전 확보
- (모듈 보수 점검) 운송 전 구조·설비 점검, 필요 시 공장 보수·보강
- (현장 설치 및 고정) RC와 접합, 레벨·수직도 확인, 앵커·볼트 체결
- (성능 검증) 재설치 후 구조 안전성, 설비 연결, 마감 상태, 교육 활동 적합성 확인

㉔ 사후관리 및 이력관리

- (이력관리) 해체·운송·재설치 과정 기록, 유지관리 매뉴얼 업데이트
- (시설점검) 재설치 모듈 기능 정상 여부, 재사용 모듈의 품질 보증기간 확인, 유지관리 주기 갱신
- (향후 활용 계획) 필요 시 추가 재배치, 지역사회 개방형 공간 활용(공유학교, 인근 과밀 학교에 배치 등) 사례 공유를 통한 지속성 확보
- (성과 기록 및 개선) 재사용 사례, 비용 절감 효과, 운영 효율성 평가 및 향후 모델화

3.2 시범학교 대상지 현황 분석 및 입지 조건 검토

3.2.1 대상지 현황 분석

- 토지이용계획, 용도지역, 도시계획구역, 문화재 및 규제지역 확인
- 인접도로, 지형 고저차, 배수상태, 기존 시설 등 지형 지물 분석
- 인근 학생배치 분석을 통해 기존 학교 과밀·과소 상태 및 향후 수요 예측

3.2.2 입지 조건 검토

- 지반 조건: 기초 형식(RC)와 PC 부재·모듈러의 하중 분담 적합성 검토
- 진입로 폭: PC 부재·모듈의 운송차량 및 크레인 반입 가능 여부 확인
- 양중 공간: 현장 내 설치·하역을 위한 작업구역 확보
- 통학로 안전 : 공사·운송 시 학생 안전 확보 방안 마련

3.3 관련 제도·인증 통합 계획

3.3.1 학교시설 인증 절차

- 건축법, 학교보건법, 소방시설법 등 기본 인허가 준수
- 녹색건축인증(G-SEED), 제로에너지건축물(ZEB), 장애물 없는 생활환경(BF) 인증 등 연계
- 각 인증 항목별 요구사항의 설계 추진 단계별 반영

3.3.2 품질 인증 성능검증

- PC 부재 및 모듈 제작 단계 성능 요구 검사(FAT, Factory Acceptance Test)
- 자재에 대한 KS 인증, 친환경 인증, Q-Mark인증, 에너지소비효율 등급 기준 충족 여부 검토
- 현장 설치 후 통합 성능검사(차음·내진·기밀·에너지효율)
- 준공단계에서 시운전 후 시설물 성능검증 보고서 제출
- 모듈 재사용 시 성능검증 프로토콜(성능 테스트, 시험방법, 합격 기준, 결과기록 포함)

3.4 하이브리드 학교 기본계획 및 특화 요인

3.4.1 기본계획

- RC 코어(고정) + PC(반고정) + 모듈러(가변) 비율 설정
 - * 사용자 참여단계에서 비율 조정 가능
- 장기 마스터플랜에 따른 단계별 확장 시나리오 수립
- BIM 기반 3D 모델링으로 시공 및 운영 시뮬레이션

3.4.2 스페이스프로그램 구성

- RC: 필수 교과동(교실, 특별교실, 체육관·시청각실 등)
- PC·모듈러: 가변 학습지원공간(융합·체험활동실 등 프로젝트 기반 학습공간)
- 모듈러 철거 후: 커뮤니티광장, 학습정원, 지역사회 공유공간

* 초등학교 36학급 기준 Space Program			
구분	RC (철근콘크리트조)	PC·모듈러	
학급 규모	일반18학급+특수1+유치원3	일반18학급	
교육 기능	정규교과 중심	융합형 체험·디지털 중심	
공간 구성	필수시설	일반교실 + 특별교실 (과학실, 음악실, 컴퓨터실, 도서실 등)	일반교실
	지원시설	공용교육실, 동아리실, 정보검색실 등 + 체육관, 식당, 시청각실	창의융합실, 체험·노작활동실, 동아리실, 메이커실, 디지털 학습실 등
	주요기능	↓ 고정형 필수교과 학습 공간	↓ 가변형 창의융합 학습 공간
관리 시설	교장실, 교무실, 행정실, 교사휴게실 등	교사휴게실	
기타 시설	특수/보건실, 돌봄교실+부속실	돌봄시설+부속실	
지원 기능	장기 유지 관리	순환적 활용 및 재배치	
철거 이후	고정 상태 유지	공터로 전환 → 야외학습, 커뮤니티 공간 활용	
Space Program 구성 비율	완성학급 대비 73%	완성학급 대비 27%	

* 면적 기준: 초중고 교육부 기준 적용 + 가변성 고려한 추가 면적 설정

3.4.3 총사업비 산정 및 지속가능성 평가

- 초기 투자비+장기 운영비 포함한 LCC(Life Cycle Cost) 분석
- 모듈러 재사용 및 철거 시 발생하는 순환경제 효과 반영
- 경기도교육청 특화요인 예시: 지역사회 연계형 공간 확보, 모듈러 재배치 계획, 커뮤니티 활용성 고려

3.5 학교 공간 구성 및 모듈 배치 전략

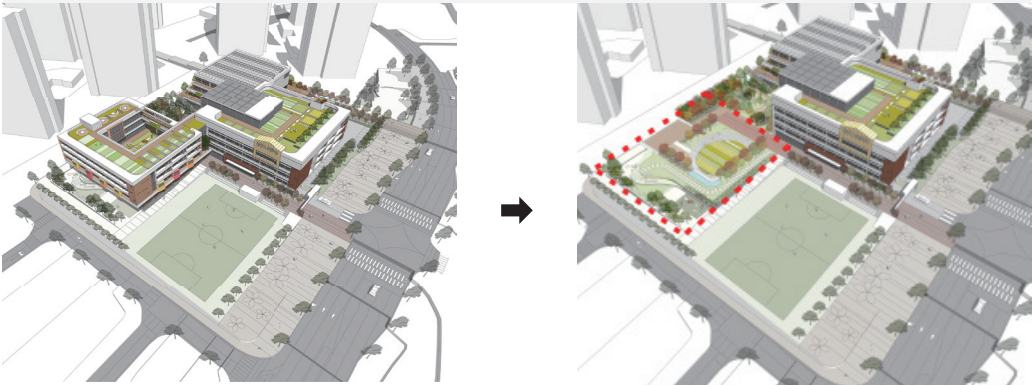
3.5.1 고정형 필수 교과동 vs 가변형 학습 지원공간

구분	RC (철근콘크리트)	PC·모듈러	비고
핵심 기능	교과, 행정, 지원시설	가변 학습, 체험활동, 프로젝트 기반 학습공간	학급수 증감 대응
면적 비율	70~75%	25~30%	초기 계획 기준

3.5.2 RC+PC·모듈러 조합 vs 단계별 증축 모델

- 초기 모델: RC+최소 PC·모듈러 18학급
- 단계별 확장 모델: 수요에 따라 PC·모듈러 증설
- 철거 전환 모델: 철거 후 공터를 커뮤니티 공간으로 전환

[그림 3-2] RC+PC·모듈러 배치 예시



3.6 하이브리드 설계 특화 요건 및 제약 사항(경기도교육청 사례 참조)

3.6.1 부지 여건(진입로 폭, 양중 장비 반입 가능 여부 등)

- 목적: 현장 접근성과 장비 반입 가능성을 확보하여 시공 효율성과 안전성을 높임
- 핵심 기준
 - 진입도로 폭: 최소 4.0m 이상 확보
 - 장비 반입: 양중차, 트레일러 진입 반경, 회차 공간 확보
 - 현장 내 양중 및 하역 공간 확보

3.6.2 기초 형식 및 복합구조 검토

- 목적: RC 구조와 PC·모듈러 혼합 구조의 안전성 및 내구성 확보
- 핵심 기준
 - 기초공법: 독립기초, 연속기초, 매트기초 등 부지에 적합한 형식 선택
 - RC+PC·모듈러 접합부 설계: 구조 안전성, 방수, 단열 성능 확보
 - 허용오차 관리: PC 부재는 KCS 41 30 10 기준, 모듈러는 $\pm 2\text{mm}$ 이내 설치

3.6.3 연결계획

- 목적: RC동과 PC·모듈러동 간 기능적 연계 확보 및 구조적 분리 원칙 반영
- 핵심 기준
 - RC동과 PC·모듈러동 간 연결통로 및 연결데크 계획
 - 연결통로의 실내 또는 반실내 동선 구성 검토
 - 연결데크의 외부 이동 및 휴게 기능 반영 검토
 - RC와 OSC 구조 간 변형 차이를 고려한 연계 방식 적용
 - 신축이음 및 완충구조 반영
 - 접합부 방수·기밀·내화 성능 확보
 - 피난 동선 및 무장애 접근성 검토
 - 모듈러 철거 및 재배치 대응 구조 검토

3.6.4 통학로 안전 확보

- 목적: 공사기간과 이후 학생 통학 안전을 확보
- 핵심 기준
 - 공사 중 학생통학 안전 동선 분리
 - 완공 후 통학로 보안등, CCTV, 보도폭 기준 준수

3.6.5 환경성 특화

- 목적: 친환경·저탄소 건축, 에너지 효율성, 실내 환경 질 향상
- 핵심 기준
 - 공장 제작(Off-site)으로 현장 소음·분진 최소화
 - 친환경 자재 사용, 재사용 가능 자재 검토
 - 에너지 절약 설계 기준 준수 및 ZEB, G-SEED 인증 연계

3.6.6 스마트 학습 환경

- 목적: 미래형 교육 환경 제공, 디지털 학습 지원
- 핵심 기준
 - ICT 연계 학습공간 구축(스마트보드, 디지털 기기)
 - 학습 지원 시스템(BIM 기반 통합 관리, IoT 센서 등) 적용
 - PC·모듈러의 유연한 배치로 프로젝트 기반 학습 지원

3.6.7 순환형 운영 계획

- 목적: 모듈러 재사용 및 모듈 철거 후 공간 재활용을 통한 지속가능성 확보
- 핵심 기준
 - 모듈러 재사용률 $\geq 80\%$ 목표
 - 모듈 철거 후 공터 활용: 텃밭, 생태공원, 학교숲, 커뮤니티 공간, 상상놀이터 등
 - 장기 LCC(Life Cycle Cost) 분석 반영

하이브리드 신축학교 특화 설계 체크리스트

구분	특화요건	핵심 기준	점검/체크리스트
부지 여건	현장 접근성 및 장비 반입	진입도로 폭 \geq 4.0m, 양중차·트레일러 회전 가능, 현장 내 양중 공간 확보	<input type="checkbox"/> 진입도로 폭 \geq 4.0m <input type="checkbox"/> 양중차, 트레일러 진입 가능 여부 확인 <input type="checkbox"/> 설치·하역 작업 공간 확보 <input type="checkbox"/> 주변 건물 및 시설영향 검토
기초형식· 복합구조	RC+PC·모듈러 혼합 구조 안전성 확보	부지 적합 기초공법 선택, 접합부 내진·방수·단열 성능 확보	<input type="checkbox"/> 부지 지반 내력 검토 완료 <input type="checkbox"/> RC+PC·모듈러 접합부 구조계산 및 설계 검증 <input type="checkbox"/> 방수·단열·내화 성능 확인 <input type="checkbox"/> 허용오차 준수 계획 수립
통학로 안전	학생 통학 안전 확보	공사 중 안전 동선 분리, 완공 후 보안등·CCTV 설치, 보도폭 기준 준수	<input type="checkbox"/> 공사 중 안전 통로 확보 계획 수립 <input type="checkbox"/> 완공 후 보안등 및 CCTV 설치 계획 검토 <input type="checkbox"/> 보도폭 및 접근 안전성 확인
환경성 특화	친환경·저탄소 건축	공장 제작, 친환경 재료, 에너지 절약 설계, ZEB-G-SEED 인증 연계	<input type="checkbox"/> 친환경·재사용 자재 목록 확보 <input type="checkbox"/> 공장 제작 공정 계획 수립 <input type="checkbox"/> 에너지 절감 설계 기준 적용 여부 확인 <input type="checkbox"/> ZEB/G-SEED 인증 요건 반영
스마트 학습 환경	미래형 학습공간 구축	ICT 연계, BIM 기반 통합 관리, 유연 배치	<input type="checkbox"/> ICT 장비 설치 계획 수립 <input type="checkbox"/> BIM 기반 설계 및 운영 계획 반영 <input type="checkbox"/> PC·모듈러 배치 유연성 검토 <input type="checkbox"/> 디지털 학습공간 운영 프로토콜 마련
순환형 운영	모듈러 재사용 및 공터 재활용	재사용률 \geq 80%, 철거 후 커뮤니티 공간 활용, LCC 분석 반영	<input type="checkbox"/> 모듈 재사용 가능 여부 및 보수 계획 수립 <input type="checkbox"/> 철거 후 커뮤니티 공간 활용 계획 마련 <input type="checkbox"/> 유지관리 및 재사용 이력 관리 DB 구축 <input type="checkbox"/> LCC 기반 장기 운영 계획 반영

3.7 소유권·재사용성 및 건축물 자산가치 평가·등기 관리 방안

3.7.1 PC·모듈러 등기 및 자산 관리 기본 원칙

- RC 구조물 및 PC·모듈러
 - 하이브리드 설계는 영구시설물 원칙에 따라 RC와 PC·모듈러 모두 건축물 등기 대상으로 관리
 - 각종 교육연구시설 수준의 인증기준, 법적 요건(ZEB, BF, 녹색건축 등) 충족 필수
- 교육청 통합 자산관리 DB 구축
 - RC 및 PC·모듈러별 위치, 사용 기간, 설치·해체·보수 이력, 성능 검증 결과 기록
 - BIM 기반 통합 관리 체계와 연계하여 실시간 자산 현황 관리
- 법적 근거 및 지침 정립
 - PC·모듈러의 등기·관리 방안을 교육청 기준에 맞게 마련
 - 재사용, 해체·재설치, 폐기 등 전 과정에서 법적·회계적 기준 확보

3.7.2 재사용 가치 평가 방법

- 평가 대상: 모듈러
- 평가 기준
 - 구조체 수명: 40년 이상
 - 해체·재설치 가능 여부, 손상·훼손 여부, 마감재 상태, 설비 연결 상태 등 반영
 - 초기 설치 후 성능 유지 여부, 안전성 검증 결과 포함
- 재사용 가능 비율 및 자산 평가
 - 재사용률 \geq 80% 목표
 - 재사용 가능 비율을 기준으로 감가상각, 자산 평가, 투자회수 계획 수립
- 이력관리 연계
 - 사용연한, 성능상태, 보수·보강 이력 반영
 - BIM 기반 이력관리 시스템과 연계하여 유지관리, 재배치, LCC 분석 활용

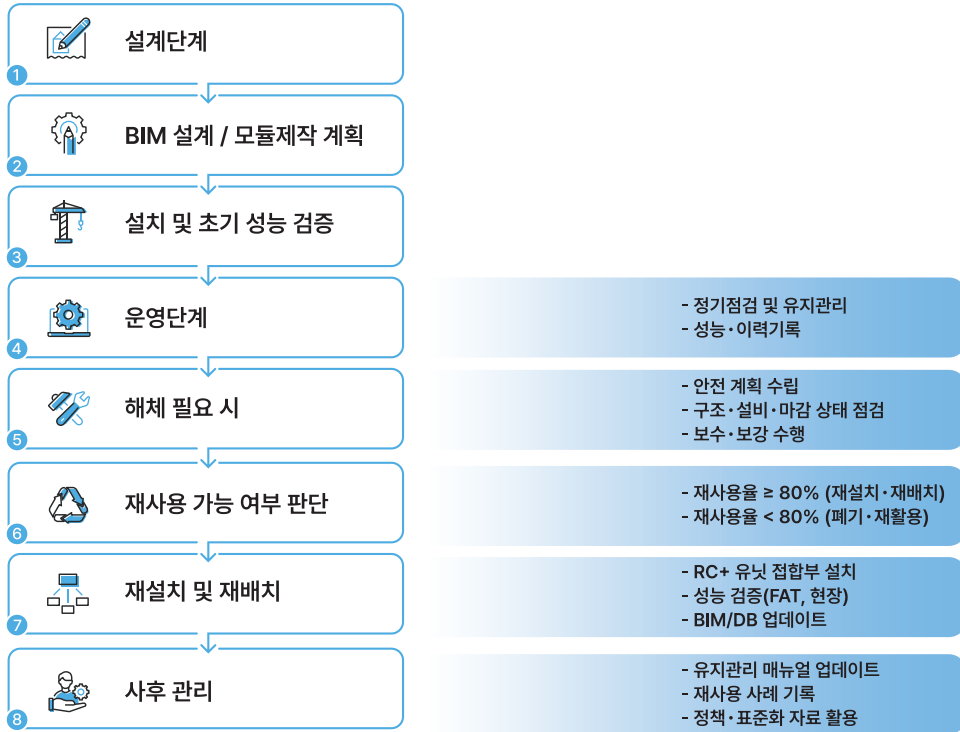
3.7.3 등기 및 자산 관리 지침

- 건축물 등재 기준
 - RC 구조와 동일하게 PC를 건축물로 등재하고, 모듈러는 영구시설물형 부속건축물로 등재하되 특례 적용 기준 별도 마련 필요
 - 필수 공용·행정시설 포함
- 재사용 및 순환 관리 지침
 - 해체·이전·재설치 시 구조 안전성, 설비, 마감 상태 검증 필수
 - 유지관리 매뉴얼, 재배치 계획, 폐기 계획 포함
 - LCC 분석을 통해 경제적 효율 극대화
- 교육청 내부 운영 방안
 - BIM·DB 연계로 주기적 성능 평가 및 보고
 - 재사용 가능 모듈의 장기 배치 계획 수립
 - 철거 후 발생 공터 활용 계획과 연계

3.7.4 특화 방안(경기도교육청 사례)

- 자산가치 극대화
 - 모듈러 재사용률과 RC 구조물 유지관리 최적화
 - 모듈 철거 후 발생 공간을 커뮤니티 광장, 학습정원, 학교숲 등 지역사회 공유 자산화
- 투명성 확보
 - 모든 RC 구조물과 모듈러의 이력, 성능, 유지관리 현황 기록
 - 주기적 점검 및 감사 체계 구축
- 정책적 활용
 - 재사용 사례, 비용 절감, 환경적 효과를 기반으로 하이브리드 학교 모델 표준화 및 일반화
- BIM 기반 통합관리
 - 설계·시공·운영·재사용 전 단계 데이터 통합
 - 성능검증(FAT, 현장검증) 기록 포함, 향후 학교시설 정책·계획 자료로 활용

[그림 3-3] 모듈러 재사용 및 자산관리 체계



3.8 계약제도 개선 및 표준 계약모델

3.8.1 OSC 방식에 적합한 특수계약 제도 개선

- 복합 발주 방식 마련
 - 공장 제작, 운송, 설치, FAT(Factory Acceptance Test) 등을 포함하는 통합 발주 방식 검토
 - 설계·제작·시공 병렬 운영을 통해 공기 단축 및 공정 효율 극대화
- 성능 기반 계약 도입
 - 모듈 성능 보증 및 재사용 조건을 계약서에 명시
 - 하자 발생 시 해당 모듈만 교체·보수하도록 하여 전체 구조물에 영향 최소화

- 설계 및 시공 통합 관리
 - BIM 등 디지털 관리 체계를 활용하여 설계·시공 전 과정 통합
 - PC·모듈러 제작은 승인된 공장에서 수행하며, 제작 전·중·후 단계 품질관리 필수 적용
 - 발주자 및 건설사업관리자에게 전 제작 공정 점검·검사 권한 부여
- 시공책임 명확화
 - PC·모듈러 제작업체와 현장 설치업체 간 책임 구분
 - 각 공정 간 일정 연계는 세부 계획서 기반 관리, 지연 발생 시 상호 협의 및 계약서 지체 상금 적용
 - 현장 설치 시 안전관리, 기밀/단열, 구조적 성능 확보 계획 포함

3.8.2 표준 계약모델 개발 방향

- 스마트턴키(설계-제작-시공 일괄 계약) 적용
 - 설계·제작·시공의 책임 범위를 명확히 하고, 하이브리드학교 특성을 반영한 맞춤형 계약 구조 설계
- 하이브리드학교 특성 반영
 - 공간 유연성, 친환경·에너지 효율, 스마트 학습환경 등 신기술 포함 여부 계약서 명시
 - PC·모듈러, 스마트제어 시스템, 에너지 관리 시스템 등 성능 기준 및 사양 정의
- 설계·시공 통합 관리형 계약 방식 고려
 - Turn-Key 발주 방식에 최적화된 계약 구조 정립
 - 설계와 시공 간 연계 강화, 책임 소재 명확화
 - 단계별 공정 승인 및 품질 검증 절차 포함
- 공기 및 품질관리 기준 강화
 - 공기 단축형 공법 적용 시 준공 일정 및 리스크 관리 조항 반영
 - 지속가능성 평가 항목(에너지 효율, 친환경자재, 모듈 재사용성 등) 계약조건 포함
 - 제작·운송·설치 단계별 FAT, 현장 시험, 품질검사 계획 포함
- 사후관리 및 운영 유지관리(O&M) 반영
 - 시설물 DB 및 BIM 연계 인수 조건 명시

- PC·모듈러별 자재 교체 주기, 보수 매뉴얼 제공
- 사후 유지관리·재사용 계획, LCC(수명주기비용) 고려한 계약 조항 포함
- 계약서 검증 및 표준화
 - 교육청 및 발주기관 내부 표준 계약서 개발
 - PC 부재 및 모듈 제작·설치, 성능 검증, 유지관리 기준을 일괄 포함
 - 향후 하이브리드학교 모델 일반화 시 표준 계약서로 활용 가능

3.9 사전 행정 절차

3.9.1 공유재산관리계획 수립

하이브리드 신축학교 사업 추진 시, 공유재산관리계획은 모듈 순환 활용 및 효율적 관리를 포함하여 수립해야 하며, 의회 승인 절차를 거쳐야 한다.

1) 계획 반영 사항

- 모듈 순환 활용 계획: 모듈러 재사용 및 재배치, LCC(Life Cycle Cost) 분석 반영
- 설계·시공·유지관리 방안: 효율적 예산 사용, 장기 운영 계획 포함
 - 사업규모 및 기준가격 명세: 교육부/시도교육청 기준 및 현장 여건 반영

2) 시기

- 중앙투자심사 후, 지방의회 예산 의결 전 공유재산관리계획 수립
- 투자심사 전 관리계획 승인은 의회의 의결 권한 침해 가능성으로 가급적 지양
- 계획 변경 발생 시, 변경계획 작성 후 추가경정예산 편성 전까지 의회 승인 수행



관련 법령

- 「공유재산 및 물품 관리법」 제10조의2
- 「공유재산 및 물품 관리법」 제16조

3.9.2 설계 전 필수 행정 단계 체크리스트

설계 이전 단계에서는 관련 행정 절차를 법적·제도적 요구사항에 맞춰 점검하고 승인해야 한다.

1) 사전기획 단계

- 핵심 목적: 사업 필요성·규모·공법 타당성 검토 및 하이브리드 구조 기본 방향 설정
- 검토 항목

주요 검토 항목	주체	완료여부
• 신설학교 교육수요 분석(학급수, 학생 배치계획 포함)	발주청	<input type="checkbox"/>
• 학교 유형 및 규모 결정(완성 학급 수 기준, 증감 대응구조 포함)	발주청	<input type="checkbox"/>
• 부지 적정성 검토 및 대지 현황 조사(오페수, 상하수도, 전기, 통신 등 기반시설, 지반상태, 고저차, 경사도, 배수, 절성토량, 대형운송차량 진출입 등 시공 영향 요소)	발주청+외부자문위원 +공공건축지원센터	<input type="checkbox"/>
• RC+PC·모듈러 혼합 구조의 적용 가능성 및 배치계획 • 하이브리드 구조의 단계별 확장·축소 전략 • 교육과정 연계형 공간 구성안 및 미래형 학습환경 반영	용역사	<input type="checkbox"/>
• 사업비 산정 및 발주방식 적정성 검토	용역사+발주청	<input type="checkbox"/>
• 하이브리드 구조 시공 공정 및 유지관리 효율성 검토 • 환경·에너지 계획(제로에너지, 신재생 에너지, 단열·기밀 검토), 학생 안전, 위해요소 예측 및 최소화 방안, 수목 및 생태환경 조성 방안 검토 • 인·허가 관련 검토	용역사	<input type="checkbox"/>
• 사전기획 과업지시서 검토 및 작성 • 사전기획 결과보고서 및 사업계획 적정성 검토 준비자료 작성	발주청+용역사	<input type="checkbox"/>

2) 사전기획 적정성 검토

- 핵심 목적: 사업비·규모·일정·공법 등 하이브리드 신축학교 사업추진 타당성 검토
- 검토 항목

주요 검토 항목	주체	완료여부
<ul style="list-style-type: none"> • 사업목적 및 추진 배경의 명확성 • 하이브리드 모델(복합구조)의 도입 필요성 및 적정성 	발주청	□
<ul style="list-style-type: none"> • 부지 및 배치계획의 적정성(입지, 접근성, 안전) • 규모 및 시설계획의 타당성 • 구조 및 시공계획의 적정성 • 예산 및 공기 산정의 타당성 	용역사	□
<ul style="list-style-type: none"> • 하이브리드 구조 적용 가능성 및 공간 구성 • 총사업비 산정 및 일정 검토 • 환경·에너지 계획, 스마트 건설 및 BIM 설계 연계 • 친환경·안전·품질 관리 계획 	발주청+용역사	□
<ul style="list-style-type: none"> • 위험요소 및 기술적 문제 사전 검토 	발주청+용역사	□
<ul style="list-style-type: none"> • 사업계획 적정성 검토 결과 보고 및 승인 	발주청	□

3) 공공건축심의

- 핵심 목적: 건축 계획의 공공성, 디자인, 기능성, 지속가능성 검토
- 하이브리드 구조 특성(유연성·순환성·친환경성) 반영, 전문가 자문 통한 기본계획 보완
- 검토 항목

주요 검토 항목	주체	완료여부
<ul style="list-style-type: none"> • 공공건축심의 자료 준비(사전기획 결과, 배치도, 공법설명서 등 타당성 검토) 	발주청	□
<ul style="list-style-type: none"> • 부지 적정성(입지, 지형, 환경규제 등) 	발주청+용역사	□
<ul style="list-style-type: none"> • 대지 이용계획, 건축계획, 구조시스템 검토, 에너지·친환경 계획, BIM 기반 설계 적용 및 유지관리 연계성, 방재·소방·피난계획, 적정성, 안전성 및 접근성, 주변 지역 및 학습 환경과의 조화성 등 	용역사	□
<ul style="list-style-type: none"> • 사업비 및 공사비 산출 적정성 • 관계법령·지침 충족 여부 등 	발주청+용역사	□
<ul style="list-style-type: none"> • 공공성·심미성·상징성(공공건축 가치 평가) 	심의위원	□
<ul style="list-style-type: none"> • 심의 결과(조건부·보완사항 등) 반영 	발주청+용역사	□

4) 스마트터키 입찰 사전 절차

- 핵심 목적: 설계·시공 일괄입찰을 위한 행정적·기술적 요건 완비
- 검토 항목

주요 검토 항목	주체	완료여부
• 입찰방식 사전 검토 및 계획 수립	발주청	<input type="checkbox"/>
• 국토부 스마트터키 입찰방법 사전 심의 신청서 작성 및 검토	발주청+국토부	<input type="checkbox"/>
• 경기도 입찰방법 본심의 준비 및 제출	발주청	<input type="checkbox"/>
• 조달청 입찰안내서(설계·시공 일괄입찰) 작성 및 검토	발주청+조달청	<input type="checkbox"/>
• 조달청 입찰안내서 심의(기술검토 포함)	조달청	<input type="checkbox"/>
• 조달청 기술검토	조달청	<input type="checkbox"/>

학교시설 OSC 공법 적용을 위한 설계·시공·운영 통합 가이드라인

IV. 설계 단계

- 4.1 스마트턴키형 발주체계의 적용 기준
- 4.2 하이브리드 학교 적용 예시
- 4.3 하이브리드 건축 및 모듈러 활용 지침
- 4.4 설계 검토 및 평가 관리
- 4.5 BIM 기반 설계 전략
- 4.6 설계도면 검토사항
- 4.7 성능기준 및 검증 방법
- 4.8 지속가능성 및 ESG 관리(LCA 및 친환경 자재)

IV. 설계 단계

4.1 스마트턴키형 발주체계의 적용 기준

4.1.1 스마트턴키와 발주방식별 비교

OSC 공법을 적용한 하이브리드 신축학교 설계 체계는 RC조와 PC·모듈러의 결합을 허용하는 설계 프레임워크를 말하며, 이러한 구조의 복합성은 설계와 시공 전 과정에서 상호 정합성과 정밀한 조율을 요구하므로, 설계와 시공을 분리하지 않고 통합 관리하는 스마트턴키 방식이 적합하다.

스마트턴키 통합발주는 다음과 같은 배경에서 요구된다.

- (구조계획의 통합성 확보) RC 구조와 PC·모듈러 간의 접합부, 하중전달체계, 내진 연계 등 구조적 조정이 설계단계에서 즉시 시공성과 연결되어야 하며, 이를 위해 설계-시공 일체형 계약이 필요
- (제작-설치 연계성 강화) PC 부재 및 모듈러는 공장 사전제작 방식이므로, 부재·모듈의 크기, 구조프레임, 설비 내장 등이 RC 계획과 긴밀히 맞물려야 함
- (품질 및 일정 관리) 구조 혼합 방식은 현장 정밀도와 시공 관리가 중요하며, 설계자가 참여하는 통합 발주 체계를 통해 공정 간 충돌을 줄이고 전체 품질을 일관되게 관리 가능
- (설계심의 및 기술평가와 연계) 발주단계에서 기술제안서 중심의 평가 체계를 적용함으로써, 구조 계획의 적정성, RC·PC·모듈러의 연계 방안, 유지관리 계획 등이 통합적으로 검토

1) 스마트턴키 우선 적용 이유

① 복합 기술 요소 통합 필요성

- PC·모듈러 구조, ICT 시스템, 환경제어(ESS·EMS 등), 접합부 상세 등 복합 기술

요소들이 상호 연계되어야 하므로, 이를 통합 조정할 책임 주체가 명확한 스마트 턴키 방식이 유리함

② 품질·성능 보증 강화

- 부재 및 모듈 표준화·시험성능 확보·운영단계 검수까지 책임지는 계약 구조이므로, 시스템 성능 보증 및 유지관리 연계성이 향상됨

③ 설계·시공 연계 최적화

- 설계 단계부터 제작·시공 관점을 반영할 수 있어 재작업이나 설계 변경을 줄이고, 전체 프로젝트 일정과 비용 예측성을 높일 수 있음

④ 위험관리 용이성

- 기술 리스크, 납기 리스크, 품질 리스크 등을 단일 주체가 관리하므로, 발주자 입장에서는 리스크 분리 및 책임소재가 명료해짐

⑤ 정책 일관성 확보

- OSC 공법을 적용한 하이브리드 신축학교는 스마트·친환경 건축 및 RC+PC·모듈러 모델 구축을 목표로 하고 있으므로, 발주 방식에서도 스마트턴키형 통합 발주를 우선 지향함

상기와 같은 스마트턴키의 특징에 따라 다양한 발주방식 중 스마트턴키 방식을 우선 적용하며 발주방식별 특징을 비교하면 다음과 같음

발주방식별 비교

구분	스마트턴키형 (Smart Turnkey)	설계·시공 일괄형 (Turnkey)	설계·시공 분리형 (DBB)	설계공모형 (Design Competition)	위탁형 (CM/PM)
계약 구조	설계·제작·시공 통합 계약	설계·시공 단일 계약	설계·시공 분리 계약	설계자 선정 후 시공 별도 발주	CM/PM 통한 관리형 계약
특징	BIM·ZEB·ICT 통합, 전주기 품질보증	일정 단축, 품질 일체화	절차 명확, 분쟁 구분 용이	창의적 설계안 확보, 심사 중심	발주자 통제 중심
사업 유형	첨단기술 요구 사업, 복합 용도 사업	일반 신축	단순 증축·보수	디자인·공공성 중시 사업	다수 학교 통합 관리
설계 자유도	높음 (통합설계 허용)	중간	높음	매우 높음 (디자인 중심)	낮음
품질 관리	공장~운영 통합 품질관리	일괄 관리	분리형 관리	설계 품질 중심, 시공품질 분리	CM 주도 관리
사업 기간	단축 (병행 수행)	중간	장기	중간~장기 (공모 및 검토 포함)	장기
비용 효율	높음 (DfMA 기반 최적화)	중간	낮음	중간	낮음
기술 적용성	ICT·AI·ZEB 적용 용이	부분적	제한적	디자인 위주, 기술 연계 부족	관리 중심

2) 스마트턴키 방식의 주요 특징

스마트턴키 방식(Smart Turnkey)은 건축 프로젝트를 설계·제작·시공·시운전·인도까지 한 계약자(또는 컨소시엄)가 책임지고 수행하는 일괄도급형 통합 발주방식으로, 특히 모듈러·스마트 건축 분야에서 구조·설비·ICT·운영까지 통합 설계·시공을 포함하는 계약 형태를 의미한다.

PC·모듈러의 OSC 공정에서는 공장 제작 품질, 접합부 성능, 운송·양중, ICT 시스템, 환경제어 시스템 등을 통합 조정할 수 있는 책임 주체가 설계와 시공을 아우르도록 발주하는 방식이다.

주요특징	내용
책임 일원화	발주자는 설계 변경, 책임 분쟁 등을 최소화할 수 있고, 계약자는 설계와 시공 간 충돌 리스크를 내부에서 조율함
통합 품질관리	공장 제작부터 현장설치, ICT 시스템 시운전까지 품질관리 흐름을 일관되게 유지 가능
공기 단축 및 비용 최적화	중복 설계·검토 과정을 줄이고, 자재 및 공정 최적화를 통해 전체 공사 기간을 단축하며 비용 예측성 향상
통합 시스템 연계 용이성	구조·설비·ICT·환경제어 시스템의 통합 설계를 계약 단계부터 포함하므로, 시스템 간 충돌이나 사후 조정 비용이 감소
위험 배분 방식	기술 리스크·품질 리스크를 계약자에게 집중배분 하되, 발주자는 사전 요구성과 검수 기준을 엄격히 정해야 함



관련 법령 및 기준

- 「대형공사 등의 입찰방법 심의기준」: 스마트 기술 적용 발주방식 허용 범위 확장

3) 적용 범위 및 유의점

- 스마트턴키 발주방식은 모든 프로젝트에 무조건 적용되는 것은 아니며, PC·모듈러 구조가 적용 가능한 규모, 예산, 사업성 등을 고려해 우선순위 대상으로 선정해야 함
- 발주자는 스마트턴키 계약 조건상 성능요건, 시험·검수 절차, 유지관리 조건, 하자보수 기준 등을 설계 지침서에 명확히 제시해야 함
- 발주 공모 시 설계·제작·시공 역량 평가 기준을 강화하고, 컨소시엄 구조나 책임 주체 통합 가능 여부를 평가 항목에 포함해야 함
- 계약서에는 기술 변경, 추가 비용 보정, 성능 미달 시 제재 조항 등을 명문화하여 리스크를 사전에 제어해야 함

4.1.2 스마트턴키 추진 절차

스마트턴키 방식은 일괄입찰(턴키)의 기본 절차를 따르면서, 설계부터 시공까지 전 과정에 스마트건설기술 적용 및 평가 단계가 통합되는 것이 특징이다.



1) 발주 결정(입찰 방법 확정)

- 건설공사의 기본계획을 수립하고, 스마트 기술 적용의 필요성을 검토하여 일괄입찰(턴키) 방식 채택을 결정
 - 공기 단축 및 기술 통합 필요성 검토
- 발주청 내부 의사결정을 거쳐 건설기술심의위원회에 입찰방법 심의를 요청하기 위한 집행기본계획서를 작성

관련 법령 및 기준



- 「건설기술 진흥법 시행령」 제6조
- 「대형공사 등의 입찰방법 심의기준」 제3조, 제5조

2) 입찰안내서 작성 및 심의

- 일괄입찰 공고 전 입찰안내서 작성 및 입찰안내서 심의
- 사전 초안 검토에 대한 질의 및 답변, 심의위원 과반수 찬성 의결

구분	주요내용	스마트턴키 관련 사항
사업개요 및 지침	공사 목적, 범위, 예산, 공사기간, 계약조건 등 기본 사항	스마트건설기술 적용의 비전 및 목표를 명확히 제시
기술 요구 사항	설계 및 시공에 필수적으로 요구되는 공법, 기자재, 성능 등	BIM 적용 수준(LOD), 스마트안전관리 시스템, 탈현장 건설(OSC) 등 필수 적용 기술의 상세 요구 수준 명시
평가 기준 및 배점	설계 평가 항목, 배점 기준, 감점 기준 및 낙찰자 결정 방법	스마트건설기술 분야에 대한 가중치와 최소 배점을 구체적으로 반영



관련 법령 및 기준

- 「대형공사 등의 입찰방법 심의기준」 제3조
- 「건설기술 진흥업무 운영규정」 제10조, 제23조
- 「지방계약법 시행령」 제34조

3) 입찰공고 및 현장설명

- 일괄입찰 공고 시 낙찰자 결정방식 포함, 입찰안내서 등 배포
- 입찰안내서의 세부 내용 설명 및 질의응답
 - 스마트건설기술 적용 범위 및 수준(LOD)에 대한 구체적 요구사항 재확인
- 설계 평가 배점 기준 및 기술 제안 시 유의사항 설명
- 발주처 현장답사 및 설명회 실시, 설계도서·질의서 작성방법 안내



관련 법령 및 기준

- 「지방계약법 시행령」 제35조, 제39조

4) 설계심의 준비

※ 각 시도교육청 심의위원회 기준 참조

[경기도교육청 예시]

- 심의위원 선정: 설계심의분과위원회 소위구성 10~20명(경기도 건설기술심의위원회)
- 기술검토회의 개최: 소위원 심의의견서, 발주청 설계검토서 심의, 심의토론회 운영방법 확정
- 발주처는 제출된 기본설계서가 입찰안내서의 기본 요건(설계도서 작성기준, BIM 활용 수준 등)을 충족하는지 사전검토

구분	경기도 건설기술심의위원회(설계심의분과위원회)
구성	13분야 50명
임기	1년
소위구성	10~20명
심의내용	지방계약법에서 정한 일괄·대안입찰 기술제안입찰의 설계적격여부 및 평가



관련 법령 및 기준

- 「지방계약법 시행령」 제91조
- 「건설기술 진흥업무 운영규정」 제17조
- 「경기도 건설기술심의위원회 조례」

5) 설계심의 및 평가

- 설계평가회의 개최(1일), 입찰업체 설계도서 공동설명회 개최
- 소위원 질문·업체 답변, 설계토론회 실시, 답변 진위 여부 확인
- 분야별 심의위원 토론 후 채점, 평가사유서 작성 및 점수 집계



관련 법령 및 기준

- 「건설기술 진흥업무 운영규정」 제23조
- 「건설기술진흥법」 제5조 및 같은 법 시행령 제17조
- 「경기도 건설기술심의위원회 조례」

6) 평가결과 공개 및 적격자 결정

- 발주처는 심의 결과를 토대로 설계 적격자를 선정하고, 각 입찰 참가자에게 설계 점수를 통보
- 평가점수 및 평가사유서 공개, 감점사항도 함께 공표
- 설계 점수와 입찰 가격을 종합적으로 평가하는 낙찰자 결정 방식
(예: 가중치 기준 방식, 설계 점수 조정 방식 등)에 따라 실시설계 적격자를 최종 낙찰자로 결정
- 설계적격여부 확정 후 조달청에 결과 통보



관련 법령 및 기준

- 「지방계약법 시행령」 제42조
- 「대형공사 등의 입찰방법 심의기준」 제7조
- 「건설기술 진흥업무 운영규정」 제28조

4.1.3 법적·제도적 검토사항

1) 관련 법령 및 기준 준용

구분	관련 법령 및 기준	세부 조항(스마트터키 / 기술형 입찰 관련)
기본 법령	「지방자치단체를 당사자로 하는 계약에 관한 법률」 및 시행령·시행규칙	시행령 제34조(입찰광고 전의 심사 등): 일괄입찰은 지방건설기술심의위원회의 심의를 거치도록 규정
기술·심의	「건설기술 진흥법」 및 시행령·시행규칙	시행령 제6조 제5호: 지방건설기술심의위원회에서 터키 등 발주 방법 심의 근거
심의 기준	「건설기술 진흥업무 운영규정」 (국토교통부 훈령)	제23조(평가항목 및 배점기준): 기술형 입찰 시 스마트 건설기술 분야에 최소 배점(7점 이상) 부여 의무화
	「대형공사 등의 입찰방법 심의기준」 (국토교통부 고시)	제5조 제1항 제3호 라목: 스마트건설기술 적용 공사를 일괄입찰 대상으로 명시

2) 설계심의 단계 검토사항

- 제안서의 법규 및 설계기준 반영 적정성 확인
- 토목·건축·조경 등 분야별 기준 시설 조사 결과 반영 여부 검토
- 상위계획 및 관련 법규 적합성 검토
- 사전조사 결과를 종합하여 법적·제도적 충돌 여부 확인

관련 법령 및 기준



- 「건설기술 진흥업무 운영규정」 제22조
- 「지방계약법 시행령」 제91조
- 「지방계약법 시행령」 제34조

3) 제도 개선 및 적용 범위

- 설계자 주도형 발주방식 확대 논의
- 신기술·스마트건설기술 적용을 제도적으로 반영하는 개선 방향 제시
- 총공사비 300억 원 이상 복합공종이 기본 대상
- 필요에 따라 300억 원 미만 사업에도 적용 가능

관련 법령 및 기준



- 「지방계약법 시행령」 제79조
- 「대형공사 등의 입찰방법 심의기준」 제2조
- 「지방계약법 시행령」 제34조

4.1.4 발주·계약유형 및 리스크 관리

1) 계약 유형 분류

- 확정계약: 예정가격을 미리 작성해 낙찰자를 결정하고 계약 체결
- 개산계약: 예정가격을 사전 확정하기 어려운 경우 개산가격으로 계약 체결
- 단년도 계약: 1회계연도 내 예산으로 이행하는 계약
- 계속비 계약: 수년에 걸쳐 진행되는 공사를 지방회계법에 따른 계속비 예산으로 편성하여 전체 사업비 확정
- 장기계속 계약: 계속비 편성이 불가할 때 분할 발주로 인한 행정력 낭비를 방지하기 위해 전체 사업 규모에 대하여 입찰하고 매년 계약서를 작성하는 계약



관련 법령 및 기준

- 「지방계약법 시행령」 제6조, 제73조, 제76조
- 「지방회계법」 제35조

2) 공동도급제도

- 2인 이상의 수급인이 공동수급체를 구성하여 계약 수행
- 대기업 대비 열위에 있는 중소기업의 수주 기회 확대와 기술 습득 지원. 스마트건설기술 도입 시 중소 전문 기업의 참여기회 확대 수단으로 활용



관련 법령 및 기준

- 「지방계약법 시행령」 제88조

3) 발주·계약 단계 주요 리스크 및 대응방안

- 유찰 위험: 설계보상비 현실화 및 참여기회 확대. 특히 스마트 기술 우대를 통한 우수업체 유인
- 설계품질 저하 위험: 입찰안내서에 스마트 기술 적용 및 품질관리 기준을 명확히 제시하고, 심의 시 기술 평가 비중을 높임
- 공사비 증액 위험: 물가 변동 및 추가 공종 발생에 대비하여 개산계약 또는 장기계속 계약을 적극 활용하여 조정 근거 마련

- 책임 불분명 위험: 설계·시공 통합 계약에서 하도급 관리 기준 강화 및 공동도급 운영 지침 준수. 스마트 기술 적용에 대한 최종 책임을 입찰자에게 명확히 부여



관련 법령 및 기준

- 「건설기술 진흥업무 운영규정」 제23조, 제29조
- 「지방계약법 시행령」 제73조, 제76조
- 「지방계약법」 및 「건설산업기본법」

4.2 하이브리드 학교 적용 예시

본 내용은 RC+OSC 하이브리드 구조 학교시설의 스마트턴키 설계 단계 추진 절차를 경기도의 시범학교(초등학교) 사례를 중심으로 제시한 것이다. 본 지침은 발주기관(교육청), 심의위원회, 용역수행자 등 실무자가 설계 단계에서 수행해야 할 주요 절차와 검토사항을 단계별로 제시하였다.

4.2.1 시범학교 사례 개요

구분	내용
학교명	• ○○초등학교
위치	• 경기도 시흥시 공공주택 지구단위구역내 ○○초등학교 부지
부지면적	• 15,000m ²
연면적	• 17,783m ²
규모	• 5개층 계획 • 최종학급 49학급(일반44+특수2+유치원3학급) • RC조 31학급 + 모듈러 18학급 (9학급 + 9학급 단계별)
학생수	• 1,229명
총사업비	• 35,364,412천원
발주방식	• 스마트턴키(설계·시공 일괄입찰)
주요구조	• 하이브리드모델- RC조, 모듈러, (체육관) 철골조

구분	내용
추진일정(안)	<ul style="list-style-type: none"> • 공공건축심의: 3개월 • 설계공모: 3개월 • 설계용역 착수 및 완수: 7개월 • 발주준비, 공사계약 (공사일상감사 신청 및 회신): 4개월 • 공사: 18개월 • 완공 및 개교준비: 2개월
	
계획도	대지주변도로 및 접근

4.2.2 스마트턴키 설계단계 프로세스

OSC 공법을 적용한 하이브리드 학교는 앞서 '4.1'에서 기술한 발주 절차를 기반으로, 다음과 같은 5단계 절차에 따라 추진된다.

① 사업기획 및 발주 준비

- 사업 대상지 선정, 기초조사(입지, 지반, 수요 등) 실시
- 발주 방식 결정 및 추진 일정 수립
- 사업 목적과 특성을 반영하여 스마트턴키 도입 타당성 검토

② 입찰안내서 및 심의 기준 마련

- 입찰안내서(RFP) 및 제안요청서 작성
- 평가기준·배점체계 확정(기술능력, 설계안, 시공계획 등)
- 설계심의위원회 구성 계획 및 평가방식 확정

③ 입찰공고 및 현장설명

- 입찰공고 게시 및 입찰참가 안내
- 질의응답(Q&A) 및 현장설명회 개최
- 응찰자 대상 입지 여건, 모듈 조건, 설계지침 등 설명

④ 설계심의 및 평가

- 기술제안서 접수 및 설계심의위원회 구성
- 평가 항목에 따라 종합심의 및 점수 산정
- 설계안의 창의성, 실현 가능성, 구조·시공 연계성 등 평가

⑤ 평가결과 공개 및 낙찰자 선정

- 평가결과 발표 및 이의신청 접수·검토
- 낙찰자 선정 및 계약 협상·체결
- 선정된 설계안에 대해 후속 인·허가 및 착수절차 진행

[그림 4-1] 스마트터키 설계단계 프로세스



4.2.3 단계별 세부내용

1) 1단계: 사업기획 및 발주 준비

- 사업기획 및 발주 준비 단계에서는 발주방식의 확정, 예산 및 일정 수립, 사전기획 결과 활용으로 구분되며 세부내용과 확인사항은 다음과 같음

절차 목표	적용 실무 가이드	법적 근거 및 필수 확인 사항
발주 방식 확정	총 공사비 300억 원 이상의 복합공종인 점과 RC-OSC 통합 설계의 기술적 필요성을 주 근거로 스마트턴키(일괄 입찰) 방식의 타당성을 확보	「지방계약법 시행령」 제79조(기술형 입찰) / 「대형공사 등 입찰방법 심의기준」 (스마트 기술 적용)
예산 및 일정 수립	OSC(PC·모듈러) 18학급의 단계별 설치 (9학급씩) 계획을 반영하여, 총사업비 내 단계별 공사비와 설계비 지급 일정을 확정하고 투자심사 통과 확인	「지방계약법 시행령」 제76조(장기계속계약) / 「공유재산 및 물품 관리법」
사전기획 결과 활용	RC+PC·모듈러 통합 설계기준 및 스페이스 프로그램을 발주 부서 주도 하에 최종 확정하여 RFP 작성의 기초 자료로 활용	산출물: 사업기획보고서, 사전기획 결과보고서

2) 2단계: 입찰안내서 및 심의준비

- 입찰안내서 및 심의 준비 단계에서는 RFP(안)작성, 평가 기준(안) 마련, 내부 심의로 구분되며 세부내용과 확인사항은 다음과 같음

절차 목표	적용 실무 가이드	법적 근거 및 필수 확인 사항
RFP(안) 작성: 기술 요구	구조 분담 원칙을 명시하고, RC-OSC 접합부 상세 설계 및 OSC 18학급에 대한 OSC(공장 제작) 계획 제출을 필수 요구사항으로 명시	「건설기술 진흥업무 운영규정」 제10조 (입찰안내서 작성)
평가 기준(안) 마련	기술능력 배점(70점) 내에 스마트건설기술 분야에 대한 최소 7점 이상 배점을 반드시 확보. BIM(LOD 350 이상)과 OSC 공법의 혁신성에 가중치 부여	「건설기술 진흥업무 운영규정」 제23조 (스마트 기술 최소 배점) / 「지방계약법 시행령」 제131조 (기술능력 평가)
내부 심의	지방건설기술심의회위원회 분위원회에 평가기준(안)의 적정성 및 RC-OSC 복합구조의 타당성을 심의 요청. 심의 결과에 따라 기준 보완	「지방계약법 시행령」 제34조 (입찰 공고 전 심사)

3) 3단계: 입찰공고 및 현장설명

- 입찰공고 및 현장설명 단계에서는 입찰공고, 현장설명회, 질의응답으로 구분되며 세부 내용과 확인사항은 다음과 같음

절차 목표	적용 실무 가이드	법적 근거 및 필수 확인 사항
입찰공고	공고문에 RC-OSC 복합구조 시공 경험 및 BIM/OSC 운용 능력을 갖춘 업체를 대상으로 제한경쟁입찰임을 명확히 공시	「지방계약법 시행령」 제35조 (입찰 공고) / 제97조 (참가 자격)
현장 설명회	RC동과 OSC동의 배치 계획 및 OSC동의 단계별 설치 부지를 구체적으로 안내. 모듈러 운송 및 양중 경로의 제한 사항과 인접 시설 현황을 상세히 설명	「지방계약법 시행령」 제39조 (입찰 참가 자격)
질의응답	RC-OSC 복합 구조의 접합부 및 설비 연계 등 기술적 질의에 대한 답변을 공식 질의응답서로 작성하여 공개	투명성 확보 및 추후 분쟁 예방

4) 4단계: 설계심의 및 평가

- 설계심의 및 평가 단계에서는 심의위원회 구성 및 운영, 기술능력평가, 지속가능성 평가, 종합점수 산정으로 구분되며 세부내용과 확인사항은 다음과 같음

절차 목표	적용 실무 가이드	법적 근거 및 필수 확인 사항
심의위원회 구성 및 운영	설계심의분과위원회를 구성하고, 무작위 추천 및 이해관계 회피를 통해 모듈러/BIM 전문가를 포함한 심의위원 운영	「건설기술 진흥업무 운영규정」 제17조 (위원 선정) / 제21조 (제척·회피)
기술 능력 평가	제출된 제안서의 RC-OSC 구조 일체성 확보 방안 (접합부 상세), LOD 350 이상의 BIM 활용 계획, OSC 공법의 공기 단축 및 품질 표준화 계획을 집중 평가	「건설기술 진흥업무 운영규정」 제23조 (기술능력 평가)
지속가능성/ ESG 평가	모듈러의 자원 순환성 및 LCA 기반 탄소 감축 목표의 타당성을 심층 평가 (가점 항목 활용 검토)	「녹색건축 인증 기준」 (G-SEED) / 「녹색건축물 조성 지원법」
종합 점수 산정	기술점수+가격점수+가점을 합산하여 최종 종합 점수 산정	「지방계약법 시행령」 제42조 (낙찰자 결정)

5) 5단계: 평가 결과 공개 및 낙찰자 선정

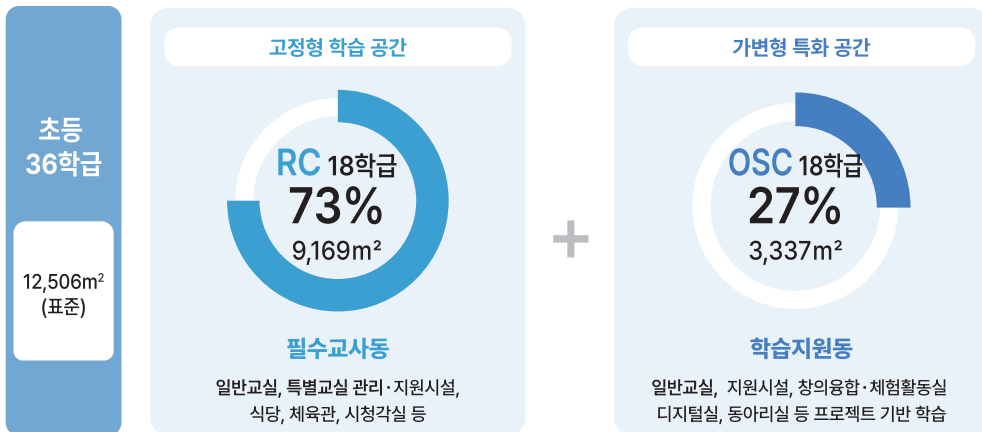
- 평가 결과 공개 및 낙찰자 선정 단계에서는 결과 검증 및 공개, 낙찰자 선정, 기술 협의 및 통보로 구분되며 세부내용과 확인사항은 다음과 같음

절차 목표	적용 실무 가이드	법적 근거 및 필수 확인 사항
결과 검증 및 공개	종합점수표를 취합하여 상위 업체에 대한 심의 결과를 검증하고, 업체별 평가 점수 및 심의 의견 요약을 교육청 홈페이지 등에 투명하게 공개	「건설기술 진흥업무 운영규정」 제28조 (심의 결과 공개)
낙찰자 선정	종합점수 1위 업체를 실시설계 적격자로 선정. 동점 발생 시 기술점수가 높은 업체를 우선 선정	「지방계약법 시행령」 제42조 (낙찰자 결정)
기술 협의 및 통보	최종 계약 체결 전, 선정된 업체와 RC-OSC 접합부 상세, 단계별 설치 공정 등 기술적 쟁점 사항에 대한 실시설계 이행 협약을 체결하고 최종 통보	입찰안내서 및 심의위원회 운영 지침

4.3 하이브리드 건축 및 모듈러 활용 지침

하이브리드 건축은 영구적인 주 구조부(RC)와 가변성과 순환성을 가진 OSC(PC·모듈러)의 구조·기능적 분담 원칙을 명확히 규정함으로써, 시스템 통합 품질을 극대화하고 생애주기 전반에 걸친 효율성과 지속가능성을 확보하는 것을 목표로 한다.

[그림 4-2] 하이브리드 설계 모델(예시)



4.3.1 RC-OSC 복합 구조의 기능분담 및 구조적 설계 원칙

RC는 고정·영구적 역할, PC·모듈러는 가변·순환적 역할로 상호 보완하며, RC를 중심축(Core)으로 두고 PC·모듈러를 부속동(Support Unit)으로 결합하여 공간·기능의 안정성과 변화 대응성을 동시에 확보하는 것을 기본 원칙으로 한다.

구분	RC조 (철근콘크리트 구조)	PC·모듈러
핵심 원칙	구조적 안정성 및 영구성 (Stability & Permanence)	(모듈러) 기능적 가변성 및 순환성 (Flexibility & Circularity)
구조적 역할	고정·영구적 역할 및 중심축(Core) 기능	(PC) 단계적 확장, (모듈러) 순환적 역할 및 부속동(Support Unit) 기능
적용 범위	교사동(일반교실, 관리실 등), 급식시설, 체육관, 도서관 등 영구적이고 대규모 하중·설비를 필요로 하는 공간	가변형 학습공간(PBL 교실, 창의·융합실 등) 및 교육과정 변화에 따라 확장·축소·재배치가 가능한 영역
기술적 특징	- 내화·내진 성능 확보가 필요한 주요 구조부 적용 - 설비의 영구적 매립(배관, 전기주 배선 등)이 필요한 영역에 적합	- (PC) 공장 제작 부재의 현장 조립으로 품질 균일성 및 공기 단축 확보 - (모듈러) 철거·이전·재사용이 용이한 부속 시설(특별실, 학습지원동 등)에 우선 배치 - (모듈러) 해체 및 재설치가 용이한 표준화된 접합부 적용
통합 목표	RC를 중심축으로 두고 PC·모듈러를 부속동으로 결합하여 공간·기능의 안정성과 변화 대응성을 동시에 확보하고 통합 품질을 극대화함	

관련 법령 및 기준

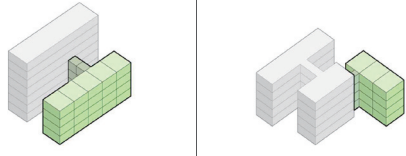
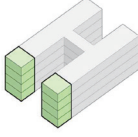
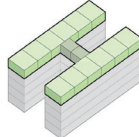
- 「건축법」 제48조
- 「건축법 시행령」 제32조
- 「국토교통부 고시: 건축구조기준 (KDS 41 00 00)
- 「건설기술 진흥법」 제10조의2



4.3.2 배치 유형

1) 하이브리드 구조 기본형

- 고정성과 유연성, 공간의 기능성과 변화 대응력, 지역사회 연계성 등을 종합 고려하여 '별동형' 건축 형태를 최적의 표준모델로 설정

구분	별동형(병렬, 핑거타입 등)	수평형	수직형
건축 형태			
특징	<ul style="list-style-type: none"> • RC와 PC·모듈러 건물 간 분리 배치되어 기능 분담이 명확 • 학급 증감에 따른 유연한 증·감축 가능 • 교육 및 체험공간의 동선과 운영 분리와 융합 용이 • 향후 철거 후 공간 재활용 유리 	<ul style="list-style-type: none"> • 대규모 부지 필요, 도심지 및 소규모 부지 적용에 한계 • 기능이 수평으로 늘어져, 통합적 공간운영이 비효율적 	<ul style="list-style-type: none"> • 부지효율성은 높으나, 하이브리드 구조 간 통합적 운영이 제한적 • 학생 동선 및 안전성 측면에서 유연성 확보에 한계

- RC 건물: 교사동(일반교실·관리실 등) 중심 배치
- PC·모듈러동: 학습지원동, 특별교실, 창의융합실 등 별동으로 설치
- RC와 OSC 간 기능을 분리하면서 보행·통학로 안전 확보 필요

2) 단계별 증축 모델 사례

단계별 증축 모델 사례는 앞서 제시한 'OO초'를 중심으로 단계별 OSC 증축형 모델 (Incremental Expansion Type)을 제안하였다.

- 구조분담 원칙: RC조는 최소 필수 학급 및 영구 코어 시설을 담당하고, OSC(PC·모듈러)는 수요 변동 학급을 담당하여 공간의 유연성을 극대화
- 배치목표: RC조와 OSC동이 기능적으로 통합되면서도, 물리적으로 증설/해체 및 이전이 용이하도록 접속부(Joint)를 최소화하여 배치

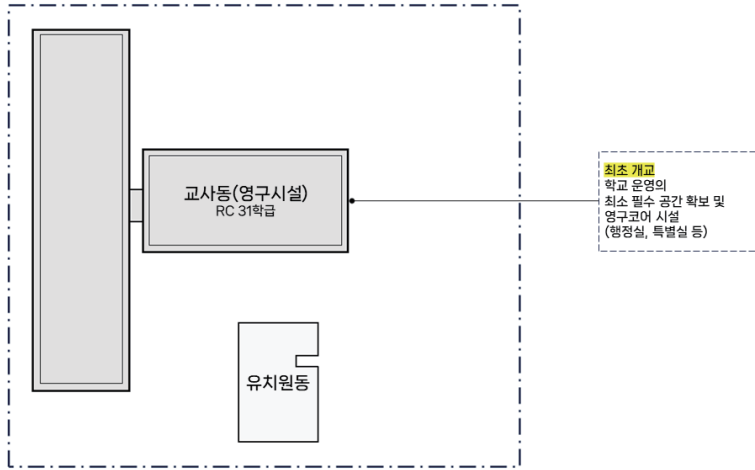
① 사례 적용: 31학급+18학급 단계별 배치 전략

- 총 49학급 중 RC조 31학급과 OSC 18학급으로 구성됨
- 이 18학급의 OSC를 9학급씩 2단계로 나누어 증축하는 전략을 적용

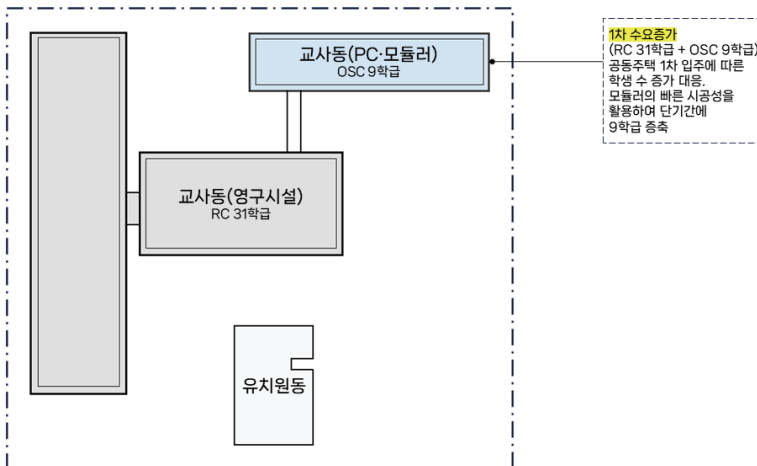
IV.

설계 단계

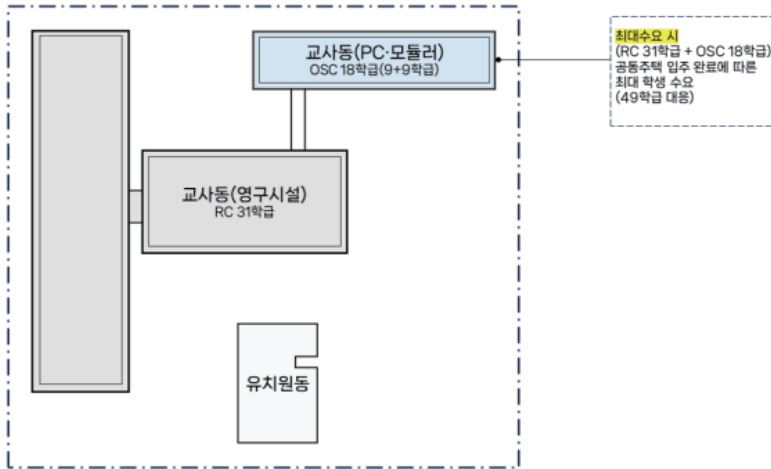
단계	학급 구성	핵심 기능 및 목적	배치 및 설계 전략
최초 개교	RC 31학급	학교 운영의 최소 필수 공간 확보 및 영구 코어 시설 (행정실, 특별실 등) 안정적 운영	RC동만 건축하고, OSC 1차 유닛(9학급) 설치 부지는 임시로 운동장 등 외부 활동 공간으로 활용하거나 비워둠



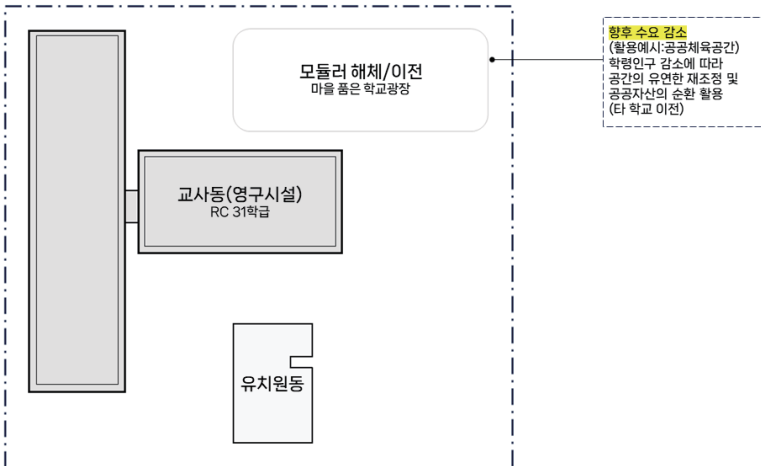
단계	학급 구성	핵심 기능 및 목적	배치 및 설계 전략
1차 수요증가	RC 31학급 + OSC 9학급	공동주택 1차 입주에 따른 학생 수 증가 대응. OSC의 빠른 시공성을 활용하여 단기간에 9학급 증축	OSC 1차 유닛(9학급)을 RC동에 인접하게 배치하고, 단일 동선으로 통합하여 운영. OSC 2차 유닛 부지는 여전히 비워둠



단계	학급 구성	핵심 기능 및 목적	배치 및 설계 전략
최대 수요 시	RC 31학급 +OSC 18학급 (9+9학급)	공동주택 입주 완료에 따른 최대 학생 수요(49학급) 대응	OSC 2차 유닛(9학급)을 OSC 1차 유닛에 연장하거나 인접 배치하여 학교 전체 규모를 완성. 이 단계에서 모든 RC-OSC 접합부 기능 확인



단계	학급 구성	핵심 기능 및 목적	배치 및 설계 전략
향후 수요 감소	모듈러 해체/이전	학령인구 감소에 따라 공간의 유연한 재조정 및 공공자산의 순환 활용 (타 학교 이전)	모듈러(일부 또는 전체)를 RC 구조체 손상 없이 구조적/설비적으로 분리 해체하고, 해체 부지는 학교 부속시설 또는 외부 환경 교육장 등으로 재활용



㉔ 배치 유형 설계의 핵심 요구사항

구분	요구사항	설계 반영 조치
증축 용이성	RC-OSC 간 접합부의 모듈화 및 표준화	1차 수요증가와 최대 수요 시 증축을 위해 RC동에 OSC 구조체 연결을 위한 표준 앵커 및 설비 인출부(Stub-out)를 미리 계획하여 시공해야 함
OSC 동선 통합	모든 OSC 구조체(18학급)가 증축 단계와 무관하게 RC동의 주 동선 코어를 통해 원활하게 이동할 수 있도록 동선을 설계해야 함	RC동의 주 복도와 OSC동의 복도 레벨 및 폭을 통일하고, 연결 통로 설계를 모듈화하여 단순화함
토지 이용 효율	'1차 수요증가 ~ 최대 수요 시' 증설부지는 '최초 개교' 기간 동안 외부 활용이 가능하도록 임시 포장 또는 녹지 공간으로 조성하여 유휴 부지가 되지 않도록 계획함	1차 수요증축 → 최대 수요시점 분산을 고려하고, "모듈러 기간 동안의 부지 확보 및 구조적 여유"를 감안하여, 향후 최대 수요 학급이 추가 배치될 수 있도록 여유 부지를 확보한 배치계획을 수립

4.3.3 가변형 특화공간 계획

1) 공간 계획 기본 방향

- PC·모듈러를 활용하여 프로젝트 기반 학습(PBL) 교실, 창의·융합형 교실, 메이커스페이스, 디지털 스튜디오 등으로 구성
- 공간의 가변성 확보: 가동식 칸막이, 파티션 등으로 교실 통합 및 분할·재배치 가능
- ICT·스마트기기 기반 수업을 위한 설비 연계 (전기·통신 시스템) 고려

2) 활용 계획

- 학급 수 변동에 따른 교실 수 증감 대응
- 학년별·교과별 프로젝트 활동, 그룹 학습, 팀티칭(Team Teaching) 운영
- 방과후학교·지역 커뮤니티 활용을 고려한 개방형 공간 운영

3) 설계 및 설비 등 고려사항

- 가변형 벽체, 모듈 간 이동식 가구·설비 배치 계획
- 충분한 자연채광·환기 계획 + 안정적 전력 및 통신 네트워크 구축

- 바닥·벽체 마감재는 반복 설치·철거에도 내구성을 유지할 수 있는 재료 적용
- 모듈별로 고단열·고기밀 성능을 확보하기 용이하므로, 향후 ZEB 인증을 단계적으로 적용·확대할 수 있는 구조로 설계하여야 함
- 설계 초기단계부터 단열재 사양, 창호 성능, 외피 열관류율, 기밀 시공 상세 등을 ZEB 4 등급 기준 이상으로 설정하고, 향후 상위 등급으로의 개선이 가능한 구조·배관 계획 포함
- 외피 구조체는 태양광 패널 하중을 고려하여 지붕·외벽 프레임의 하중 지지 능력을 검토하고, ZEB 단계별 인증 시 필요한 에너지 모니터링 시스템(EMS) 연계를 사전 반영
- 교사동 단위에서 에너지관리시스템(EMS), 환기·난방의 스마트 제어 기능을 통합하여, 시간대별 부하관리 및 피크 절감을 목표로 설계
- 교실 단위로 스마트보드, AI 환경센서(조도·CO₂·온습도), IoT 콘센트, 무선 AP 등을 사전 배선·매립 계획에 포함
- 데이터·전력·통신선을 통합 관리할 수 있도록 구조화 배선(Structured Cabling) 방식을 적용하고, 모듈 간 인터페이스 구간은 러그형 커넥터로 표준화
- ICT 설비의 증설 및 교체가 용이하도록, 모듈 천정 내 케이블 트레이 및 전용 덕트 공간을 확보하고, 전력 부하 증가에 대비한 여유 회로(20~30%) 설계

관련 법령 및 기준

- 「건축법」 제48조(구조안전)
- 「건설기술진흥법」 제26조(구조 안전성 검토)
- 「녹색건축물 조성 지원법」 제17조 (건축물의 에너지효율등급 인증 및 제로에너지건축물 인증)
- 「건축물의 에너지절약설계기준」
- 「건축법」 및 「건축법 시행령」



4.3.4 모듈러 입면 특화계획

하이브리드 설계에 있어서 RC와 PC는 콘크리트 구조체로서 입면 계획이 일반 건축물 기준에 준하여 적용되나, 모듈러는 표준화와 반복생산을 전제로 하기 때문에 자칫 외관이 획일적이거나 단조로워질 수 있으며, 교육시설로서의 심미성과 지역성, 학교의 정체성을 표현하는 데 한계가 생길 수 있다. 이에 따라 본 가이드라인은 다음과 같은 목표를 설정한다.

- 심미성과 다양성 확보: 루버, 탈부착 패널, 창호 디자인 등을 통해 공장 제작 모듈의 단조로

- 움을 극복하고, 학교 고유의 개성과 생동감 있는 학습환경 창출
- 재사용성과 확장성 고려: 모듈러의 이동 및 증축 가능성을 고려하여 입면 구성 요소를 분리·교체 가능하게 설계함으로써 장기적 순환 활용과 공간 유연성 확보
 - 경제성과 시공성 균형: 디자인의 자유도는 확보하면서도, 반복생산이 가능한 규격화된 부품과 OSC(탈현장시공) 기반 공장 제작 공법을 활용해 시공성과 경제성을 함께 달성
 - (예시) 경기형 미래학교 구현: 하이브리드 구조의 특성을 반영하여 RC 구조와 모듈러 간 조화로운 입면 언어를 형성하고, 학생의 정서와 지역사회 맥락을 반영하는 교육공간의 입면 완성

본 내용에서는 입면 구성 전략과 설계 시 유의사항 등을 포함하여 향후 스마트턴키 기반 하이브리드 학교시설 설계·심의 시 활용 가능한 실무 지침으로 활용한다. 단, 가이드라인 내용은 하이브리드 설계 특화 적용 시 참고사항이며, 의무적용 사항은 아니다.

1) 모듈러 입면 구성 전략

- 3차원 입면 구성: 평면적이고 반복적인 모듈러 형태를 입체적으로 재구성할 수 있고, 일부 모듈을 전후로 돌출시키거나 오픈 발코니·포치를 두어 입면에 깊이감을 줄 수 있음
 - 입체적인 파사드 계획은 모듈러 건축의 반복성과 단순함을 완화시켜 디자인 완성도를 높일 수 있음
- 탈부착식 루버·패널 활용: 모듈러 입면에 루버(louver)나 장식 패널과 같은 요소를 부가해 변화를 줄 수 있음. 수직·수평 루버는 일사 차단과 차폐 효과와 함께 입면 리듬을 형성하며, 컬러 패널이나 패턴 패널을 볼트 체결 방식으로 탈부착 가능하게 설치하여 필요 시 교체·재배치
 - 이들 요소는 모듈 철거·이동 시에도 손쉽게 해체하여 재사용할 수 있어 유연한 디자인 유지에 기여
- 다양한 재료와 텍스처 적용: 단일한 외장재 대신 이질적인 재료와 텍스처를 혼용하여 시각적 풍부함을 줄 수 있음
 - 예를 들어, 일부 모듈에는 메탈 패널을, 다른 부분에는 패턴이 있는 세라믹 패널이나 목재 느낌의 강판 등을 적용함. 고내식 합금도금 등 강판에 나뭇결 프린트나 다양한 색상을 입힌 강판 패널 등은 내구성을 확보하면서도 디자인 변화를 줄 수 있음

- 이러한 재료 변화는 학교시설에 요구되는 심미성과 다양성을 충족시킬 수 있음
- 창호 크기 및 개방부의 변화를 통한 리듬 부여: 각 모듈의 창문 크기나 배치를 획일적으로 하지 않고 불규칙하게 변화를 줄 수 있음. 투명창, 픽스창, 컬러유리 등을 조합하고 개구부의 크기와 위치를 변화시키면 입면이 단조롭지 않고 생동감 있게 연출 가능
 - 단, 교실의 채광과 환기 성능을 고려하여 기능과 미관의 균형을 잡을 필요가 있으며, 필요에 따라 모듈 단위로 창호 프레임에 부가패널(차양, 그래픽 보드 등)을 부착해 학교만의 정체성을 표현할 수도 있음
- 전체 매스의 통합적 디자인: 모듈 개별이 아닌 건물 전체를 하나의 매스로 보고 입면을 통합적으로 설계함
 - 모듈 연결부를 숨기는 커버나 연속적인 수평 띠 요소를 도입해 모듈 접합부의 표시를 최소화. 또한 고정식 RC·PC동과 모듈러동이 조화로운 입면 언어를 갖추도록 색채와 재료의 통일감을 부여함
 - 이러한 통합 디자인은 모듈 철거 후 남는 건물 부분도 어색함 없이 활용될 수 있게 하며, 모듈과 영구 구조물이 유기적으로 어우러진 학교 이미지를 형성

2) 모듈러 입면 설계 시 특화 고려사항

- 심미성과 학교 정체성 부여: 학교시설은 학생들의 정서에 영향을 미치므로, 모듈러 건물이라도 밝고 친근한 이미지를 연출
 - 입면 색채 계획 시 지나치게 획일적인 톤보다는 학교 상징색이나 지역 특색을 반영한 색을 조합해 생동감 부여
 - 탈부착 가능한 패널에 학교 로고나 마스코트 그래픽을 넣거나, 학생들의 작품을 전시할 수 있는 교체식 파사드 보드를 마련하는 등 교육적 요소를 가미하는 것도 고려할 수 있음
 - 이러한 디자인적 배려로 모듈러 교실도 학교의 일체감 있는 한 부분으로 인식되도록 함
- 다양성과 공간감 확보: 학습 공간의 종류와 기능에 따라 입면 디자인에도 변화를 줘서 구분
 - 예를 들어, 일반교실 모듈과 특별실 모듈의 외벽 색상이나 창호 크기를 다르게 하여 구획별 개성을 표현

- 또한 일부 모듈 입면에는 조경요소를 도입해 쾌적성을 높일 수 있음. 벽면 녹화 패널이나 화분 박스형 모듈을 배치하면 단조로운 박스형 건물에 자연의 표정을 입히고 학생들에게 친환경 교육 효과를 줄 수 있음
- 다만 이러한 변화 요소들은 모듈 간 이동 시에도 재설치가 용이한 독립형으로 계획해야 함
- **재활용 및 이동을 고려한 설계:** 하이브리드 학교의 모듈러동은 철거 후 다른 학교로 이전될 수 있으므로, 영구 RC동과 접합부나 모듈 간 연결부를 설계할 때 분리와 복원을 용이하게 함
 - 모듈이 철거되고 남은 자리의 벽면은 탈부착식 커버패널로 마감해 미관을 유지하고, 추후 해당 부지를 소공연장, 야외학습장 등으로 활용할 수 있도록 계획
 - 또한 모듈 이동 시 훼손을 막기 위해 모서리 보호대나 일체형 플랫폼 등을 마련하고, 재조립 시에도 기초와 설비 연결이 원활하도록 표준화된 인프라 체계(전기배선 커넥터, 급배수 콕커플러 등)를 구성
- **내구성 및 안전성:** 교육시설은 다중이용시설이므로 무엇보다 안전과 내구성 확보를 기본으로 해야 함
 - 입면 재료는 충격 및 오염에 강한 내구재를 사용해 학생들의 잦은 접촉이나 외부 충격에도 손상이 적도록 함
 - 모듈러 구조상 층간 접합부 등은 누수나 변형이 발생하지 않도록 정밀시공 및 철저한 방수 상세를 적용함
 - 아울러 화재에 대비한 방화구획과 마감재 불연성 확보는 필수이며, 외벽 마감은 유지보수가 쉽게 모듈 교체식으로 설계하여 훼손 부위만 신속 교체할 수 있게 함
 - 정기적인 구조체 점검과 마감 보수를 통해 영구건축물에 준하는 수명주기 관리를 달성하도록 함
- **미래변화 대응 및 확장성:** 추후 모듈 추가 설치가 예상되는 벽면에는 미리 패널 분할선이나 커튼월 루버 프레임 등을 디자인에 포함해, 증축 시에도 일관성 있는 입면 구성을 이어갈 수 있게 고려
 - 반대로 모듈이 감소할 경우 남는 공간은 개방형 테라스나 커뮤니티 마당처럼 활용될 수 있으므로, 초기 설계 단계에서 이러한 공간의 경관까지 고려한 유연한 디자인 시나리오를 마련

이상의 지침들은 모듈러 입면 설계 시 효율성과 디자인 품질을 균형 있게 달성하기 위한 방안들이다. 모듈러 건축은 초기부터 체계적인 계획과 협업(건축가-제조사-시공사)이 특히 중요한 분야이므로, 설계자는 공장 제작의 제약조건과 현장 운영 시나리오를 충분히 고려해야 한다.

4.3.5 접합부 및 설비 계획

1) 접합부 구조 계획

- RC 구조와 PC·모듈러 간의 수평·수직 하중 전달체계 확보
 - 접합부에 강도·변형·진동 전달 검토
 - 연결부는 볼트·용접·기초 플레이트 형식으로 구조계산 수행
- 연결부는 재사용성에 유리한 볼트 접합 방식을 우선 적용하고, 현장 조립 속도 및 정밀도를 위해 후크 및 핀 접합 등도 검토
- 접합부의 내진·내화 성능 확보
 - 학교시설은 내진 1등급 이상 적용
 - 「학교시설 내진설계기준 일부개정 안」에 따라 <표 6-1> 내진등급별 설계대상 비구조 요소 내용 반영
 - 접합부 상세는 내화 피복재의 연속성을 저해하지 않도록 계획하거나, 접합부 자체에 충분한 내화 피복을 적용해야 함
 - 철골 접합부에 충분한 볼트 강도 및 플레이트 두께를 확보하고, 접합부의 연성(Ductility)을 고려
- 기계·전기 설비 연계: 모듈 내 설비 배관/배선은 공장 제작 시 반영하고, 모듈 간 연결부는 이중배관, 분기 박스 등을 활용하여 유지관리 용이성 및 증설 유연성 확보
- 기둥 및 슬래브-보 접합 시 앵커는 인장 및 전단에 저항하도록 충분한 매입 깊이와 보강근 확보
- 벽체와 벽체-보 접합 시 모듈 벽체의 평면 내 전단력을 RC 구조체로 안전하게 전달하는 상세를 확인해야 함
- 모듈 간 접합 시, 모듈 상호 간의 차등 변위 발생 시 파손을 방지하기 위한 유연성 확보

법령/규정	세부 조항	접합부 설계 적용 내용
「건축법」	제48조(구조 안전)	모든 건축물의 구조 안전을 확보해야 하는 기본적인 의무. 복합 구조체의 안전성 확보의 상위 근거
「건축법 시행령」	제32조(구조 안전 확인)	건축물 구조 안전 확인 대상 및 기준. 복합구조 시스템 전체의 구조 해석을 의무화
「건설기술 진흥법」	제10조의2 (융복합 건설기술의 활성화)	모듈러 공법과 같은 스마트건설기술 도입 촉진의 근거
「건축구조기준 (KDS 41 00 00)」	KDS 41 30 00 (콘크리트 구조 설계기준)	RC·PC 부재 설계기준 및 앵커 매입, 접합부 보강 등에 대한 상세 기준
	KDS 41 40 00 (강구조 설계기준)	모듈러 및 용접/볼트 접합 상세 설계기준. 복합 구조체의 접합부 해석 및 설계에 필수 적용
「건설기술 진흥업무운영규정」	제23조 (평가항목 및 배점기준)	기술형 입찰(스마트터키) 시 PC-모듈러 공법 적용에 대한 우수성을 평가하는 제도적 근거
「건축물의 피난· 방화규칙」	제5조(내화구조)	RC조 및 PC·모듈러 구조체에 대한 요구 내화 시간 규정. 접합부의 내화 피복 상세에 직접 영향
「지방자치단체를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 시행령」	제79조 (기술제안 입찰)	기술형 입찰을 통한 복합구조 시스템의 기술적 우수성을 확보하는 제도적 근거 (지방 발주 시)

2) 접합 방식

- 하이브리드 구조에서의 접합 방식은 RC 구조체, PC 부재 및 모듈 간 구조적 안정성, 시공성 및 유지관리 용이성을 고려하여 계획
- 구조 부재의 특성과 공법에 따라 PC 부재 접합과 모듈 접합을 병행 적용할 수 있으며, 각 접합부는 구조 안전성과 시공 품질 확보를 위한 상세 설계 반영

PC	모듈러
<ul style="list-style-type: none"> · PC 기둥·보·슬래브 등 부재 간 접합은 그라우트 충전 접합, 습식 접합 또는 기계식 접합 방식을 적용할 수 있으며, 구조적 일체성 확보를 위해 철근 정착 및 전단연결철물 등을 반영하여 설계 	<ul style="list-style-type: none"> · 모듈 간 접합 및 모듈러와 RC 구조체 간 접합은 볼트 체결 및 연결 플레이트를 활용한 건식 접합 방식을 기본으로 하며, 볼트 규격·체결 강도·접합부 강성을 구조계산을 통해 검토해야 함
<ul style="list-style-type: none"> · 접합부 시공 시 철근 정착 길이 및 시공 허용오차 (KCS 41 30 10 표 2.1-3 기준, 부재 길이·폭 ±5mm, 철근 배근 위치 ±3mm, 매립 철물 위치 ±3mm 등)를 관리하여 구조 안전성과 내구성 확보 	<ul style="list-style-type: none"> · 모듈러의 해체·이전 및 재설치 가능성을 고려하여 분리 가능한 접합 방식 적용
<ul style="list-style-type: none"> · 접합부 마감 시 방수 및 내화 성능 확보를 위해 접합부 보호층 및 마감 상세를 계획해야 함 	<ul style="list-style-type: none"> · 접합부 마감 시 내진·내화 성능 및 열교·누수 방지를 위해 단열재 연속성 확보, 방수시트 이중 시공, 빗물 유입 방지 플래싱 처리¹⁾를 상세하게 계획해야 함

3) 기계·전기 설비 연계 계획

- 기계설비
 - 모듈 내 기계실·덕트·배관은 공장 제작 시 반영
 - 냉·온수배관은 이중배관 방식으로, 모듈 간 수직·수평 연결부 모두 고려
 - 유지관리 용이성을 위해 점검구·연결박스 확보
- 전기설비
 - 전기적 안정성 및 확장성을 고려하여 접속점 구성
 - 통신 통합배선은 광방식을 적용을 고려하여 구성
 - 모듈 제작 시 전기, 통신 간선 설비는 EPS/TPS 위치 등을 고려하여 안정적으로 연계될 수 있도록 현장설치 고려
 - 향후 증설·유지보수 시 관제점 확장 고려

1) 건물 내부로 빗물이 스며들지 않도록 막아주는 얇은 판재를 뜻함. 물이 침투하기 쉬운 취약한 이음매나 틈새에 설치하며, 비홀림이라고도 함

4) 설비 안전성 및 유지관리 계획

- 내진·방재 설비 확보
 - 소화배관·스프링클러·가스관 등은 내진설계 대상 포함
 - 급배수, 환기, 급탕, 소방설비는 모듈 조합 전 구간에 대해 시뮬레이션 검증
- 방수·결로·부식 방지
 - RC-PC·모듈러 접합부 방수구역 이중처리, 결로 방지 단열보강
 - 금속부 부식방지 도장 및 점검주기 설정
 - 유지관리 접근성
 - 설비 통합시운전(TAB) 및 커미셔닝 계획 수립
 - 각 모듈별 분리점검 및 해체·재설치 매뉴얼 마련

관련 법령 및 기준

- 「건설기술 진흥법, 제2조 제6호의2
- 「기계설비법, 제14조, 제15조
- 「전기사업법」 및 관련 기술 기준
- 「건축물의 에너지절약설계기준」
- 「건축물의 설비기준 등에 관한 규칙」
- 「건축법 시행규칙, 제40조
- 「건설기술 진흥법, 제55조
- 「건설공사 품질관리 지침」



4.3.6 철거·재사용 계획

1) 기본 방향

- 하이브리드 학교는 장기적인 시설 생애주기(LCC) 관점에서 철거와 재사용을 전제로 한 모듈러 운용계획 수립 필수
- RC 건물은 영구 시설로 존치, 모듈러는 일정 기간 사용 후 철거·이전·재설치를 고려한 계획 수립
- 모듈러의 순환적 사용(Circular Use) 개념을 적용하여 자원 낭비 최소화 및 환경부하 저감

2) 철거 계획

- 철거 시기 및 조건
 - 모듈러 사용기간: 통상 10~20년 주기 (시설 상태·교육수요에 따라 조정 가능)
 - RC 건물과 기능적 연계가 유지되는 범위 내에서 철거 단계별 계획 수립
 - 철거 후 부지의 활용계획(학교광장, 지역 커뮤니티 공간 등)을 사전에 설계 반영
- 철거 절차 및 공법
 - 크레인 및 중장비 접근 동선 확보, 모듈별 분해·해체 순서 계획
 - 접합부(볼트, 용접, 앵커) 해체 순서와 안전대책 명시
 - 해체 시 방진·소음·분진 관리 계획 수립
 - 폐기물은 모듈 단위로 분리배출, 재활용 가능 부재 선별



관련 법령 및 기준

- 「건설폐기물의 재활용촉진에 관한 법률」
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제33조(해체작업의 안전조치)

3) 재사용 계획

- 재사용 원칙
 - 모듈러의 구조·성능·내구성을 사전검증하여 재사용 대상 판정
 - 재사용 전 Mock-up 테스트 및 성능검증(기밀성, 내화성, 단열성) 수행



관련 법령 및 기준

- 「모듈러 건축기술기준(KDS 41 50 00)」 제7장(성능검증 및 이력관리)
- 「건설기술진흥법」 제26조(건설기술 적용 및 검증)

- 재사용 절차
 - 철거 → 운송 → 임시보관 → 재설치 순으로 수행
 - 해체·운반·보관 중 손상 방지를 위한 모듈 단위 포장 및 식별 시스템 구축
 - 식별번호(Serial ID) 부여 및 재사용 이력관리 시스템 구축

- 품질 유지 방안

- 재사용 시 내구성·기밀성·결합강도 시험을 통해 초기 성능 80% 이상 확보 기준 설정
- 재도장, 방수보수, 결로방지 단열보강 등 재사용 전 보수 항목 명시
- 구조 성능 기준 충족 시 횡수 제한 없이 재사용 가능하나, 3회 이상 시 정밀 안전진단 의무화

- 성능검사 절차

단계	검토 항목	주요 내용
해체 전 검사	구조체 변형·손상 여부	프레임 균열, 볼트 파손, 연결부 처짐 등 육안 및 기기 점검
		▼
해체 계획 수립	해체 공법, 적재, 이송	해체 절차, 보강 필요성, 이동 경로 계획 등 포함
		▼
성능검증 시험	구조적·기능적 성능 검증	내화성능, 기밀·단열, 방음, 내진설계 수준 등 시험/계측
		▼
재설치 적합성 평가	재조립 조건 및 현장 적합성	현장 기초 구조 적합 여부, 설비·배관 연결 가능성 등 확인
		▼
승인 및 기록	결과보고서 작성 및 등록	성능 검증 결과를 공문서화하여 시설 이력으로 관리

4) 철거 후 부지 활용 계획

- 철거 후 확보된 공간은 '학교광장형 공공공간'으로 계획하여 지역사회 연계 강화
- 커뮤니티 공간, 체험학습장, 주민 휴게공간 등으로의 전환 가능
- 하이브리드 학교의 핵심 개념인 '열린 캠퍼스(Open Campus)' 실현

5) 유지관리 및 행정절차

- 운용기록 관리

- 모듈별 제작·설치·운영·철거 이력 데이터베이스(DB) 구축
- 설계도서·인허가·성능검사·점검결과를 통합 관리

모듈러 재사용 시, 성능검사 체크리스트

구분	점검 항목	확인 사항	확인 여부 (√/×)	비고
1 구조·내화 성능	구조부재 상태	기둥·보·슬래브의 변형, 손상, 뒤틀림 유무		
	접합부 상태	용접부, 볼트 연결부 균열·폴림 유무		
	내화재 상태	내화도로 또는 패널의 손상·박리 여부		
	성능 문서	내화성능 시험성적서(KS F 2257 등) 보유 여부		
2 기밀·단열 성능	기밀성 확인	창호·벽체 기밀재 손상 또는 이격 여부		
	단열 상태	단열재 탈락 또는 열교 발생 우려 여부		
	성능지표	EPI 또는 단열성능 설계값 재확인		
	창호 성능	창호 열관류율 및 유리 사양 기준 충족 여부		
3 설비 및 기능	전기·통신	배선 상태, 재연결 가능성		
	환기·소방	전열교환기, 감지기, 스프링클러 등 작동 여부		
	방음 성능	경계벽 및 창호의 차음 성능 유지 여부		
	설비 노후도	환기필터·기기 교체 필요 여부		
4 마감 및 실내환경	마감재 상태	바닥재·벽체 손상 또는 유해성 자재 포함 여부		
	유해물질 기준	어린이 활동공간 기준(납, 카드뮴 등) 충족 여부		
	공기질	실내공기질(폼알데하이드, TVOC 등) 측정 필요 여부		

• 행정절차

- 철거 및 이전 시 관할 교육청·지자체 인허가 협의



관련 법령 및 기준

• 「건축법」 제11조(허가 대상 건축물) 및 제14조(건축신고)

4.4 설계 검토 및 평가 관리

4.4.1 제안서 구성 및 산출물 기준(스마트턴키)

- 스마트턴키(기술제안입찰) 사업의 제안서는 설계·시공·품질(성능)·안전·환경 전 분야를 포괄하는 종합 기술제안서로 작성되어야 함
- 제안서 구성은 발주청이 제시한 입찰안내서·작성기준·평가표·감점 기준과의 정합성을 최우선으로 해야 하며 모든 제출 산출물은 입찰공고의 기본설계 성과품 작성기준 범위 내에서 작성해야 함
- 하이브리드 학교는 RC + PC·모듈러 복합 구조이므로, 제안서에는 공장 제작·현장 시공·설비 연계·재사용 계획 등 구조 혼합형 사업에 특화된 항목이 반드시 포함되어야 함
- 작성 시, 기술적 설명과 함께 법적·제도적 근거(건설기술진흥법, 국가계약법, 학교시설사업기준 등)를 명시하여 평가항목별 심의 시 객관성을 확보해야 함

1) 제안서 총괄 구성

- 표지·목차·제출확인서: 입찰안내서의 제출 목록·양식 준수
- 입찰 일반·계약 준수서약: 국가계약법·계약예규 등 관련 일반사항 기재
- 사업개요·공사설명서 이해: 공사설명서·기본계획보고서 등 사업내용 반영
- 설계·시공·관리 기준 준수계획: 발주청 제시 지침·배점표·세부평가지표·감점 기준 연계
- 기본설계 성과품(범위 한정): 기본설계 성과품 작성기준·관련 지침 범위 내로 한정 제출
- 부록: 공동활용 기초자료(토질·조사보고서 등) 활용 근거 및 반영 현황

2) 행정·자격 서류

- PQ(사전심사) 서류 묶음: 입찰참가자격서류, 사업수행능력평가서 등
- 기술제안서 부수·분량 제한 준수(사례 기준): 부수·페이지 제한 등(해당 사업 안내서 기준 적용)
- 성능보증확약서/실적증명 등 요구 시 첨부(해당 사업 지침에 명시된 경우)

3) 설계 제안(기본설계 성과품 중심)

- 설계개념·기본계획(건축·구조·설비·조경·스마트건설): 전문분야별 체계(평가항목 체계와 정합)
- 도면·설계서: 기본설계 성과품 범위 내 도면·내역(입찰안내서·작성기준 준거)
- 설계기준 적용성 검토: 관련 법규·설계기준 적용 근거 및 적합성 기술(감점 회피)

4) 하이브리드 특화 산출물

- 제작·시공 허용오차 관리계획: 공장 제작/현장 시공 분리, 허용오차 관리방법을 기본설계에 포함 권장
- 자재·표준규격·국산화 계획: KS 우선, 외산 시 KS 이상·사후관리 입증자료 제출
- 앵커볼트·레벨·수직도 관리계획: 설치계획 수립·제출 및 승인 절차 명시
- 시공계획서(공장/현장 분리): 조직·인력·공정표, 양중·설치, 장비, 자재반입, 품질·안전·환경, 악천후 방수대책 포함
- 운송·양중·반입 계획: 경로·장비·속도·식별·야적·보양 등 체크리스트 제시
- 재사용·보수보강 계획(해당 시): 사용·보수 이력, 공정·안전·품질관리, 검측계획, 성능 유지 방안 명시

5) 시공·품질(성능)·안전·환경·유지관리

- 품질관리 계획: 중요공정 품질규격, 시공오차 측정계획, 자재 품질규격 일치 방안
- 안전·환경관리: 양중·해체·운송 등 공정별 위험저감·환경관리(입찰안내서 지침 연계)
- 내진·비구조요소 고정 계획: 설비·배관·천정 등 내진대상 요소 정합성 확보
- 커미셔닝/TAB 계획: 통합시운전·성능검증 절차(평가 가이드·표준안 준거)

6) 평가체계 정합(작성 유의)

- 전문분야 - 평가항목 - 세부항목 정렬: 평가항목 체계에 맞춘 장(章)·절(節) 구성(문제 은행식 선택 구조 대응)
- 감점 회피: 안내서의 감점·비리감점 기준 사전 반영, 필수 제출항목 누락 금지

7) 제출·형식 * 사업별 안내서 기준 우선

- 제출 목록·양식: 운영규정 별표 예시 준용, 평가에 직접 필요한 사항으로 제한
- 부수·분량·매체: 사업별 '입찰안내서'에 명시된 기준 적용(사례: 부수 제한, 페이지 제한 등)
- 공동활용 기초자료: 발주청 제공 조사자료의 활용·검증 결과 기술

4.4.2 평가 항목 및 배점 체계

- 스마트턴키는 설계·시공 통합 기술제안입찰로, 기술력과 가격을 종합적으로 평가하여 낙찰자를 결정하는 종합심사 방식을 따름
- 낙찰자 결정은 설계의 기술적 우수성(설계 점수)과 입찰 가격을 종합적으로 고려하는 가중치 기준 방식을 원칙으로 함
- 기술 평가의 주체는 지방건설기술심의위원회의 설계심의분과위원회에서 입찰자가 제출한 기본설계서(기술제안서)를 심의
- 평가 절차는 「지방계약법」과 「건설기술 진흥법」을 준용하여 진행되며, 크게 제안서 접수 및 사전검토, 설계심의회 구성 및 평가, 낙찰자 결정의 3단계 절차로 추진

관련 법령 및 기준

- 「지방자치단체를 당사자로 하는 계약에 관한 법률」시행령 제42조
- 「건설기술 진흥법」 시행령 제6조
- 「건설기술 진흥업무 운영규정」(국토교통부 훈령) 제23조
- 「대형공사 등의 입찰방법 심의기준」 제5조의2
- 경기도교육청 조례 및 규칙: 기술형 입찰 심의 운영 지침



- 평가기준은 「건설기술 진흥업무 운영규정」에 따라 심의위원이 평가항목별로 우수 순위에 따라 점수를 차등 부여하는 방식을 적용

구분	세부 내용	일반적 배점 비중 (예시)	스마트턴키의 특징
설계 점수 (기술)	기술성, 시공성, 경제성, 유지관리 용이성 등을 평가하며, 스마트건설기술 적용 및 혁신성 항목 포함	70%~80%	스마트건설기술에 최소 배점 7점 이상 의무 부여
가격 점수 (입찰)	입찰 가격의 적정성을 평가하며, 일반적으로 최저 입찰 가격에 높은 점수 부여	20%~30%	가격 조정 방식 또는 가중치 방식에 따라 최종 점수 합산.

평가 분야	주요 평가항목(예시)	세부 평가내용
설계 계획 분야	(1) 기본설계의 완성도	· 배치·평면·입면의 적정성 · 공간 구성의 합리성 · 교육프로그램 대응성
	(2) 설계기술 창의성	· 설계개념·디자인 품질 · PC·모듈러 특화계획 · 하이브리드 구조 적합성
	(3) 기능·동선계획	· 교사동-PC·모듈러 간 동선체계 · 안전·편의·유지관리 고려
	(4) 하이브리드 구조 통합성	· RC·PC·모듈러 간 구조 및 설비 통합계획, 하중전달체계· 접합부 명확성, 구조계획의 연속성
	(5) ZEB 및 에너지 통합설계	· ZEB 단계별 도입 가능성, BIPV·ESS·EMS 설계 반영, 패 시브/액티브 절감계획
	(6) ICT 기반 스마트 학습환경 설계	· AI센서, 스마트보드, IoT 기반 환경제어 배선계획, 통신망 표준화
시공 계획 분야	(1) 공정관리계획	· 공사기간 단축계획 · 공장 제작·현장 시공 연계성 · 스마트건설 적용도
	(2) 품질·안전관리계획	· 주요공정별 품질(성능)·안전관리체계 · 위험요소 저감대책
	(3) 환경·공사관리	· 자재운송·양중계획 · 폐기물 저감 · 친환경시공계획
	(4) 모듈 공장 제작 품질관리계획	· 공장 제작 품질보증, 허용오차 관리, 시운전 절차 명확화
	(5) 스마트건설·DfMA 적용성	· BIM/VDC 기반 시공성 검토, 3D 사전조립 시뮬레이션 적용
기술 역량 분야	(1) 기술력·시공경험	· 유사사업 실적 · 기술인력 구성 · 공법·장비 적정성
	(2) 스마트기술 적용 또는 스마트폼 질관리 시스템 구축 등	· BIM, 3D 시뮬레이션 · 품질자동측정 · 드론계측 등 · QR-RFID 기반 자재 추적, 공장-현장 실시간 품질모니터링
유지 관리 · 지속 가능성	(1) 에너지절약·ZEB	· 패시브·액티브 절감계획 · 신재생에너지 활용
	(2) 모듈러 재사용성	· 철거·이전·재설치 가능성 · 순환경제 반영도
	(3) 환경성능 및 유지관리 효율	· LCC(전과정비용) 분석, 탄소저감계획, 자재 재활용성
	(4) 스마트 운영 및 유지관리 시스템	· IoT 센서 기반 유지관리, BEMS 연계, 고장예측 시스템

평가 분야	주요 평가항목(예시)	세부 평가내용
제안서 일관성 및 완성도	(1) 설계·시공 연계성	· 제안서 간 정합성 · 오탈자·누락 검토 수준
	(2) 제안서 품질	· 구성체계 · 도서 완성도 · 표현명료성 · 시각자료 품질

4.4.3 심사위원회 구성 및 운영

1) 위원회 구성 기준 및 근거

- 위원회 주체: 해당 시·도 지방건설기술심의위원회 산하 설계심의분과위원회
- 전문성 확보: 스마트건설기술, 모듈러, BIM, 교육시설 등 해당 공사의 특성을 반영한 전문분야의 위원을 필수적으로 포함하여 구성
- 위원수: 10~20명
- 후보군: 대학교수, 연구기관의 연구원, 기술사 등 건설기술 관련 전문가 중에서 공정성 확보를 위해 공개 모집 및 등록된 인력풀을 활용



관련 법령 및 기준

- 「건설기술진흥법」 제5조 및 같은 법 시행령 제17조
- 「시·도 건설기술심의위원회 조례」

2) 위촉 및 운영 절차

절차 단계	주요 활동	목적 및 근거
① 위원 위촉 및 관리	위원 후보군을 공개 모집하여 임기(통상 2년)를 정해 위촉하고, 위원 명단을 관리	전문성 및 공정성 확보
② 심의위원 선정	심의일 7일 전에 위원 명단이 공개되지 않도록 전자적 무작위 추첨을 통해 위원을 선정	담합 및 로비 방지(「건설기술진흥업무 운영규정」 제17조)
③ 이해관계 회피	선정된 위원은 해당 입찰 참가업체와 관련된 용역, 자문, 재직 등의 이해관계가 있는 경우 심의 참여를 회피(제척)해야 함	공정성 확보(「건설기술 진흥법 시행령」 제21조)

④ 심의 자료 제공	위원들에게 심의 안건(공사 개요), 입찰안내서, 기술 제안서 등을 제공하여 사전에 충분히 검토	충분한 사전 검토 보장
⑤ 심의 회의 개최	위원회는 업체의 기술 발표 및 질의응답을 거쳐 평가 항목에 따라 독립적으로 점수를 채점	기술력 종합 심층 평가
⑥ 결과 확정 및 통보	심의 결과(적격 여부 및 설계 점수)를 발주청에 통보 하고, 발주청은 이를 근거로 낙찰자를 결정	평가 결과의 최종화(「지방계약 법 시행령」 제91조)

4.4.4 설계 검토 및 피드백 절차

- 기술형 입찰에서 심사 이후 실시설계 전까지 설계의 보완·확정 과정을 관리하는 단계로 발주청은 「건설기술진흥법 시행규칙」 제47조(설계의 적정성 검토) 및 제48조(설계의 보완·승인)에 따라 심사위원회 결과를 기술검토위원회에 이관하여 검토·보완을 수행

단계	주요 내용	주체	결과물
심사결과 통보	기술심의위원회의 평가결과(평가표·사유서)를 낙찰예정자에게 공식 통보	발주청	· 심사결과 통보문 · 기술평가보고서
기술검토위원회 구성	발주청 내 기술검토위원회 구성(설계, 구조, 설비, 환경 분야 전문가 포함)	발주청	· 검토위원 명단 · 검토계획서
설계보완 지시	심사결과 중 보완 필요사항을 목록화 하여 낙찰자에게 전달	검토위원회	· 보완요청서 · 기술의견서
설계자 보완 및 재제출	낙찰자는 보완항목에 따라 도면·설명서·BIM데이터를 수정 제출	낙찰자(설계자)	· 수정도서 · 변경요약서
재검토 및 승인	보완 결과를 재검토하여 적합 여부 판단, 필요 시 현장확인 병행	검토위원회	· 최종 검토보고서 · 승인결재
피드백 반영 및 기록관리	수정·보완된 설계도서는 검토이력서에 기록 후 저장	발주청·설계자	· 설계검토이력표



관련 법령 및 기준

- 「지방계약법 시행령」제91조

4.5 BIM 기반 설계 전략

스마트턴키 발주에서 BIM 기반 설계 전략의 목표는 단순한 3D 모델링을 넘어, 건축물 정보 (Information)의 통합 관리와 설계-시공-유지관리 전 과정의 디지털 연계(Digital Thread)를 구현하는 것이다.

RC조와 PC·모듈러의 하이브리드 구조 특성을 고려하여, BIM을 통해 구조 간의 이질성을 통합하고 최적의 설계를 도출하는 데 중점을 둔다.

4.5.1 BIM 적용 범위 및 목표

1) 학교 건축 단계별 BIM 적용 범위

단계	주요 적용내용	하이브리드 학교 적용 특성	주요 산출물
기획 단계	<ul style="list-style-type: none"> · 대상지 지형·시설정보 3D DB화 · 기존 학교시설 공간데이터 구축 · 기초 환경분석(일조, 통학동선, 소음 등) · 사업개요·기능 배치 검토 	<ul style="list-style-type: none"> · 부지계약(통학로, 진입로, 양중공간 등) 고려 · 설치 동선 및 RC-PC·모듈러 배치 검토 	<ul style="list-style-type: none"> · 기획BIM 모델 · 입체배치 시뮬레이션 · 환경분석 리포트
기본 설계 단계	<ul style="list-style-type: none"> · 건축·구조·설비 등 전 분야 BIM 모델링 (LOD 300) · RC 및 PC·모듈러 구조체 분리 모델 구축 · 공간 프로그램(교사동·지원동) 연계 시뮬레이션 · 주요 접합부(기초·앵커) 상세 설계 	<ul style="list-style-type: none"> · RC·PC·모듈러 경계부의 구조·배관 간섭 검토 · 기능실·공용부 공간활용성 검증 · 설비·조명 시뮬레이션을 통한 학습환경 개선 	<ul style="list-style-type: none"> · 기본설계 BIM 모델 · Clash Report · 공간활용 검토서
실시 설계 단계	<ul style="list-style-type: none"> · 시공세부도, 자재·물량 정보 입력(LOD 350~400) · 4D(공정)·5D(비용) 데이터 연계 · 공장 제작 모듈의 제작도(Shop Drawing) 관리 · 내진·단열·방수 성능 검토 	<ul style="list-style-type: none"> · RC-PC·모듈러 접합 상세(플레이트·볼트·패킹재) 검증 · 시공공정별 양중계획 시뮬레이션(4D) · 비용·물량 자동 산출(5D) 	<ul style="list-style-type: none"> · 시공시뮬레이션(4D) · 물량·비용산출서(5D) · 제작도서
시공 단계	<ul style="list-style-type: none"> · 공정진도 및 품질관리 실시간 업데이트 · 시공기록(사진·스캔·IoT) 모델에 반영 · 공장 제작·현장설치 데이터 통합 	<ul style="list-style-type: none"> · 모듈별 설치정보, 위치 좌표 관리 · 구조·설비 간 간섭 발생 시 즉시 수정 반영 	<ul style="list-style-type: none"> · 시공BIM(As-built) · 현장검측모델 · 시공진도보고서
유지 관리 단계	<ul style="list-style-type: none"> · BIM과 시설자산관리시스템(FMS) 연계 · 설비 점검주기·교체이력 정보 반영(6D) 	<ul style="list-style-type: none"> · 철거·재사용 계획 모델링(모듈 재배치) · 모듈별 고유 ID 관리 및 상태 모니터링 · 재사용 대상 판정 데이터(성능검증) 저장 	<ul style="list-style-type: none"> · 유지관리BIM(6D) · 재사용 시뮬레이션 · 자산관리DB

2) 적용 수준 및 목표

- 기본설계(제안): LOD 200~300, 주요 구조 부재, 공간 구획, 설비 시스템의 개략적 위치 정의. 스마트건설기술 적용 계획 시각화 및 물량 산출 기반 제공
- 실시설계(계약 후): LOD 350~400, RC-철골 접합부 상세, 설비 배관·덕트의 정확한 크기 및 위치, 자재의 제조사 및 성능 정보까지 포함하여 시공 및 제작 도면으로 활용 가능

- LOD (Level of Development): BIM 모델의 개발 수준을 나타내는 척도
- LOD는 설계-시공-유지관리의 각 단계에서 모델 요소가 “어떤 상태에 도달했는지”를 설명하며, 이는 모델을 보는 모든 이해관계자에게 해당 정보의 완성도를 알려주는 일종의 계약 표준

• 구성요소

- 기하학적 상세도(Geometry) 모델 요소의 형상, 크기, 위치 및 방향의 정확도를 나타냄(예: 단순히 선으로 표현할지, 구체적인 부피와 크기를 가질지)
- 정보의 상세도(Information) 모델 요소에 포함된 비기하학적 속성(Metadata)의 양과 질을 나타냄(예: 재료의 성능, 제조사, 모델 번호, 가격 정보, 내화 시간 등)

• 단계별 특징

LOD 단계	개발 수준 정의	주요 활용 단계(스마트터키 예시)
LOD 100	개념적 표현 (Conceptual)	모델 요소가 심볼이나 일반적인 매스로 표현되며, 근사적인 면적, 부피, 높이 정보만 포함
LOD 200	개략적 표현 (Approximate)	요소의 크기, 형태, 위치 등이 개략적으로 정의. 시스템 전체의 개략적인 공간 검토에 활용
LOD 300	정확한 표현 (Accurate)	요소의 정확한 형상, 크기, 위치가 정의. 기본 설계 및 실시 설계 초안 단계에서 주로 요구
LOD 350	상세 부재 연계	요소 간의 정확한 접합부 상세와 인터페이스가 모델에 반영. RC-PC·모듈러 접합부 등 복합구조 상세 설계에 중요함
LOD 400	제작 및 시공 (Fabrication)	요소가 제작(공장 생산) 및 설치에 필요한 모든 정보(볼트 위치, 용접 상세, 시공 순서)를 포함. 부재 및 모듈 제작 도면에 활용
LOD 500	운영 및 유지관리 (As-Built)	최종 설치된 상태(As-Built)를 반영하며, 실제 장비의 운영 정보, 유지관리 이력 등이 포함. 디지털 트윈 및 FM 시스템의 기반이 됨

3) BIM 적용 관리체계

- BIM 실행계획서(BEP)를 사업 착수 단계에서 발주청 승인 후 적용
- 참여자 역할, 데이터 교환 규칙, 표준 좌표계, LOD, 모델 관리 프로세스 명시
- BIM 표준모델(Master Model) 운영
- 각 분야 모델(건축·구조·설비·조경)을 통합관리(CDE)
- 버전관리, 검토이력, 책임자(Checker) 표시 필수
- 품질관리 및 검증 절차

Clash Detection(간섭검토) → Issue Tracking(문제관리) → 수정보고서 제출

- 최종 검토결과는 "BIM 품질검토서(QA/QC Report)" 형태로 제출

4) 하이브리드 신축학교 BIM 특화점

- RC구조(영구건물)와 PC·모듈러의 구조적 경계를 모델링 단계부터 구분
- RC기초-PC·모듈러 접합부의 정밀좌표 설정 및 오차분석 시뮬레이션 수행
- 모듈러 공장 제작-현장 시공-철거-재사용의 전 주기를 BIM에서 추적(6D 관리)
- 학습공간 배치 및 조명·환기·소음 성능을 BIM 기반 환경분석 도구로 검증
- 발주청은 BIM 결과를 검토하여 설계 품질검증 및 유지관리DB 연계자료로 활용

4.5.2 BIM 협업 프로세스

1) 단계별 BIM 협업 프로세스

단계	주요 업무	담당 주체
착수단계	BIM 실행계획서(BEP) 수립	설계사 + 발주청
기본설계 단계	분야별 모델 작성 및 Clash 검토	설계사(건축·구조·설비 등)
실시설계 단계	모델 정합성 검토 및 4D 공정 시뮬레이션	설계사 + 시공사(공동도급)
시공단계	시공내용 검증 및 모델 업데이트	시공사 + 감리
유지관리단계	완공모델(As-built) 제출 및 데이터 이관	설계사 + 시공사

2) 운영방식

- BEP 승인 및 BIM 착수 회의 개최
 - 참여자(발주청·설계사·감리단) 협의로 BIM 목표·일정 확정
 - RC·PC·모듈러 모델 구분, 접합부 검토 범위 지정
- 설계 단계 주간 통합회의 운영
 - 3D 모델 기반 검토회의 진행 (Clash-Free 중심)
 - 교사동 - PC·모듈러동 간 배관·전기 간섭 검토
 - 발주청 담당자가 Navisworks 뷰어로 직접 검토 가능하도록 모델 제공
- 시공협의 및 수정 반영
 - 공장 제작·현장 설치 간 오차 가능 부위(기초 앵커, 플레이트 등) BIM 시뮬레이션으로 확인
 - 수정사항은 실시설계 모델에 반영 후 IFC로 재제출
- 준공검토 및 납품
 - 완성된 BIM 모델을 IFC로 제출 (구조·설비·조경 분리).
 - 주요 설비정보(용량, 모델명, 유지보수주기)는 엑셀로 별도 첨부
 - 발주청 검토 후, 승인 및 FMS 연계 검토 단계로 이관

3) 협업체계

주체	역할
발주청	<ul style="list-style-type: none"> · BIM 적용범위 승인 · 설계 검토회의 주재 · 최종 산출물 승인
설계사	<ul style="list-style-type: none"> · 분야별 모델링 및 Clash 검토 · BEP 관리 · 발주청 피드백 반영
시공사	<ul style="list-style-type: none"> · 공정·시공성 검토용 4D 모델 작성 · 변경사항 반영
감리	<ul style="list-style-type: none"> · BIM 품질검토(QA/QC) · Clash-free 결과 검증
학교(사용자)	<ul style="list-style-type: none"> · 주요 공간(교사동·특수실 등) 검토 참여

4.6 설계도면 검토사항

4.6.1 건축

- 건축분야 설계도면 검토사항에서는 DfMA(Design for Manufacture and Assembly) 기반 설계 표준화 고려
- DfMA는 DFM(제조를 위한 설계)과 DFA(조립을 위한 설계)를 결합한 개념으로, 구조체·부재의 제조 및 조립 과정의 효율성과 용이성을 높이기 위해 설계 단계에서부터 이를 고려하는 엔지니어링 접근 방식을 의미
- 부재 규격 단순화, 부재 종류 감소, 제조 및 조립 비용 절감 등을 목표로 하며, 주요 특징 및 목표는 다음과 같음
 - 설계 단계에서의 생산성 고려: 제품 설계 초기 단계부터 후속 공정인 제조 및 조립에 대한 정보를 반영하여, 설계 이후에 발생할 수 있는 문제점을 사전에 방지
 - 비용 절감: 제품의 단순화, 부품 수 감소, 조립 방식 최적화 등을 통해 전반적인 제조 및 조립 비용을 절감
 - 품질 향상: 제조 및 조립 공정의 효율성을 높여 최종 제품의 질과 성능을 향상
 - 프런트로딩 개념 적용: 설계 단계에서 생산 관련 정보를 미리 통합하여 설계 전반에 걸쳐 효과를 극대화

1) 기본계획 및 평면계획

- 조립식 부재(PC 부재·모듈러)는 공장에서 운반 가능한 크기와 형태로 제작되므로, 설계 초기에 부재 규격과 구조 그리드 표준화 확정
- 동일 규격의 부재를 반복 사용할수록 공사비 절감과 품질 향상 효과가 크므로, 반복성이 높은 교실동·복도 등 표준화된 구조 부위에 우선 적용
- 부재 간 접합은 습식 접합(그라우트 충전·현장 타설)과 건식 접합(볼트·연결 철물) 방식 중 구조 조건에 맞게 선택하되, 기밀성·단열성 저하 및 누수·결로 문제가 발생하기 쉬운 연결 부위에 대한 상세 계획 별도 수립
- 공장 제작 단계에서 고단열·고기밀 성능 확보가 용이한 특성을 활용하여, 태양광 패널·외 단열·고효율 창호 등 적용 및 ZEB 목표 지원

- 학생·교직원·장애인의 동선을 고려하여 출입구·화장실·계단실 배치 계획; 복도 폭과 교실 크기는 교육부 공사감독 기준 준수
- 무장애(BF) 설계 적용 시 PC·모듈러 구조 단위에서도 경사로·저상 출입구·넓은 문폭 등 기준 반영
- 설계 초기 단계부터 제조(공장 생산) 및 현장 조립 용이성(DfMA) 최우선 고려; 표준화된 PC 부재 및 모듈러 적용, 핵심 제조·공급업체 통합 설계 협의 및 OSC 특화 협업·계약 모델 적용으로 비효율성 최소화
- 허용 오차 관리(Tolerance Management)를 위해 BIM/VDC 기반 가상 조립 검토 실시; 구조 안전 및 기밀성 확보를 위한 엄격한 허용 오차 기준 명시

PC	모듈러
<ul style="list-style-type: none"> • 구조 안정성과 일체성 확보를 위해 부축부재 적절 배치 및 부위별 보강철근 배치 계획; 2층 이상의 경우 벽체·바닥판·지붕판에 수직·수평 인장보강철근 상호 연결 배치 	<ul style="list-style-type: none"> • 표준화된 치수로 모듈을 제작하므로, 평면계획 단계에서 모듈 폭·길이·높이 결정
<ul style="list-style-type: none"> • PC 구조는 일체화 이후 부재 이동이 어려우므로, 향후 증축 방향과 구조 그리드 확장 위치를 기본계획 단계에서 사전 반영 	<ul style="list-style-type: none"> • 각 모듈 내 공간(교실·복도·계단 등)의 면적은 교육부 기준과 교육과정에 맞추고, 운반 가능한 크기와 무게 및 운반 중 변형·손상 방지를 위한 구조적 보강을 함께 고려하여 모듈 분할 및 양중 계획 수립 • 모듈 간, 모듈과 현장 타설 구조 사이의 접합부는 누수·소음·열손실 방지를 위한 상세 검토 • 모듈 단위 해체·재조립이 가능하도록 배치 계획 수립

■ 모듈러 허용 오차 관리 방안

- BIM 및 3D 검측 장비 활용: BIM(Building Information Modeling) 데이터를 기반으로 정밀 시공을 유도하고, 3D 검측 장비를 통해 시공 과정의 정확도를 확인
- 단계별 정밀 관리: 모듈의 제작부터 현장 조립까지 각 공정 단계별로 허용 오차 기준을 설정하고, 이를 정밀하게 관리
- 접합 방식 검토: 업체마다 다른 모듈 간 연결 방식의 정밀성을 검토하고, 허용 오차 내에서 정확한 접합이 이루어지도록 관리
- 수평/수직 정확도 확인: 모듈러 고정 단계에서 각 모듈의 수평 및 수직 정확도를 꼼꼼하게 확인하여, 현장 가설이 원활하게 이루어지도록 함

2) 외장 및 내부 마감

- 내장재는 화재 안전과 실내공기질을 고려하여 불연성·친환경 자재를 사용

PC	모듈러
<ul style="list-style-type: none"> • 현장 조립 후 RC 구조와의 마감 연속성 및 접합부 처리 방식을 설계 단계에서 함께 계획 	<ul style="list-style-type: none"> • 공장에서 외장재를 사전 부착하는 경우가 많으므로, 학교 주변 환경과의 조화를 고려하여 내구성·유지관리성이 우수한 재료 선택
<ul style="list-style-type: none"> • 수직·수평 접합부는 누수·결로가 발생하기 쉬우므로, 실링재를 적용한 방수 및 차음 처리 상세를 별도로 수립 	<ul style="list-style-type: none"> • 접합부에 방진재를 설치하여 소음·진동 전달 차단 • 바닥충격을 차단 성능은 슬래브·완충 바닥 구조·천장을 활용하여 중량충격음 3~4등급, 경량충격음 1~2등급 (최소 49dB 이하) 수준을 확보하도록 설계

3) 운송·현장조립 계획

- 공장 검수(제작) → 현장 반입 → 조립 단계의 품질 기준을 설정하여, 제작 공정에서 요구 성능(강도, 치수, 마감)을 확인하고 운반 및 시공 중 손상 방지

PC	모듈러
<ul style="list-style-type: none"> • 크기·중량에 따른 운송 차량 적재 기준 및 운반 경로를 사전에 확인하고, 크레인 인양 장비 계획과 연계 	<ul style="list-style-type: none"> • 크기·무게가 도로 운반 규제에 부합하는지 검토하고, 운반 경로와 하역 공간을 사전에 확보
<ul style="list-style-type: none"> • 기둥 설치 → 보 거치 → 슬래브 조립 순서로 진행하며, 층별 접합부 충전 및 양생 완료 후 상층 작업을 진행 	<ul style="list-style-type: none"> • 현장 크레인 능력에 맞추어 모듈 분할 수량을 결정하고, 현장 조립 순서에 따라 접합부와 임시 지지 장치 계획을 수립
<ul style="list-style-type: none"> • 접합부 양생 중 구조 안전성 확보를 위해 임시 동바리 계획을 별도로 수립 	

4) 기타 검토사항

- 방재·안전 계획: PC 부재 접합부는 내화 피복재의 연속성이 끊기지 않도록 내화 상세를 설계에 반영. 모듈러는 화재 시 접합부에서 연기·화염이 확산될 수 있으므로, 구조와 동시에 방화구획을 형성하고 비상구·피난로 확보
- 확장성: PC 구조는 영구 사용을 전제로 하되, 향후 증축 가능성을 고려하여 확장 접합부 위치와 상세를 기본 설계 단계에서 반영하고, 증축은 기존 구조 그리드 내 수평 확장 또는 1~2개 층 범위의 수직 증축을 기준으로 계획. 모듈러는 일정 기간 사용 후 해체·재사용

하는 경우를 고려하여 볼트 접합 및 운반 시스템을 설계에 반영

- 재활용 및 해체 용이성 극대화: PC 부재는 해체·재사용이 어려우므로, 폐부재는 해체 후 품질 상태를 평가하여 순환골재 활용 여부를 결정. 모듈러는 볼트 접합 방식을 우선 적용하여 해체 후 재사용·이전이 용이하도록 설계하되, 강재 부재는 구조 검사 후 재사용 가능 여부를 판정하고 고장력 볼트 등 연결 철물은 교체를 원칙으로 함
- 건설 폐기물 저감: 자재 재결합 기술 및 OSC 이점을 활용하여 현장 폐기물 발생을 최소화하는 관리 계획을 수립하며, 재활용성이 뛰어난 철강재 및 콘크리트 재활용 계획을 포함하여 순환 경제 목표 극대화
- 관계 법령 준수: 학교용 건축물에 적용되는 건축법·교육시설법·교육환경평가규정 등을 확인하며, 학교시설 안전관리 매뉴얼의 설비·토목·조경 기준 등 준수

4.6.2 구조

1) 구조 시스템 선택

- 본 가이드라인에는 RC 구조(현장 타설·영구 고정)를 기반으로, PC 공법(벽식·라멘조)과 모듈러 공법(3차원 모듈)을 제시하며, 건축물의 용도·평면·현장 여건에 따라 적합한 방식 선택
- PC 공법(벽식·라멘조)은 콘크리트 부재를 공장에서 제작한 후 현장에서 조립하는 방식으로, 반복성이 높은 구조 부위에 적용
- 모듈러 공법은 강구조 프레임을 공장에서 제작·마감·설비까지 선시공하여 현장에서 적층·볼트 접합하는 방식으로, 공기 단축 및 재사용성이 가장 높아 가변형 특화 공간에 적용

■ 구조시스템 참조

• 모듈러 공법

- 개념

기둥·보·벽·슬래브를 포함한 3차원 모듈 단위를 공장에서 완성 제작한 후 현장으로 운송·조립하는 방식을 의미한다.

- 특징

- 구조체와 실내 공간이 일체화된 모듈 단위로 생산되어 시공 속도가 가장 빠름
- 내부 마감, 설비 배관·배선까지 사전 제작 가능하여 현장 공정 최소화
- 설계 초기 단계에서 모듈 치수 및 분할계획을 엄격히 검토해야 함
- 운반·양중 시 크기·중량 제약이 있어 물류계획 수립이 필수임
- 공업화율이 가장 높아 품질 확보가 용이하고, 향후 재사용·이전 가능성이 있음

• 벽식 PC 공법(벽체+슬래브)

- 개념

벽체와 슬래브를 공장에서 제작한 후 현장에서 조립하는 방식으로, 구조체를 벽식 구조로 형성하는 PC 공법을 의미한다.

- 특징

- 내력벽과 슬래브를 주요 구조부로 활용하여 횡력(지진·풍하중)에 대한 저항성이 우수함
- 현장 타설 콘크리트 양을 줄여 공사기간 단축 효과가 있음
- 벽체가 구조체 역할을 하므로 평면 변경이나 가변성이 상대적으로 떨어짐
- 규격화된 벽체·슬래브 패널을 적용하기에 대량생산·품질관리 용이

• 라멘조 PC 공법(기둥+보+슬래브)

- 개념

기둥, 보, 슬래브 등 주요 구조부를 공장에서 제작하고 현장에서 조립하여 라멘(Rahmen, 골조) 구조를 형성하는 PC 공법을 의미한다.

- 특징

- 기둥과 보가 주 하중을 분담하며 슬래브와 결합하여 골조 안정성을 확보함
- 벽식 구조보다 내부 공간의 가변성이 우수하여 다양한 평면 계획 가능
- 접합부의 정밀시공이 필요하며, 현장 조립 난이도가 상대적으로 높음
- 공장 제작 부재를 활용하므로 공기 단축, 품질 균일성 확보 가능

2) 구조계획 및 해석

- 구조물의 해석 및 설계는 구조방식 및 재료적 특성에 부합되는 국가건설기준(KDS)에 따라 진행하며, 관련 법규를 준수해야 함
- 접합부 강성 정량적 산정 및 반영 권고: 유한요소해석(FEA)을 통해 접합부의 실제 강성 (Joint Stiffness)을 정량적으로 산정하고 전체 구조 해석 모델에 충분히 반영
- 내진 성능 검증 활용 권고: 건축물 내진설계기준(KDS 41 17 00) 등에 따른 공인된 성능 검증 방법론을 활용하여 접합부 강성 유무에 따른 보유 내력 및 층간변위비 변화를 파악 하고, 이에 대응하는 보강 상세를 설계에 반영

PC	모듈러
<ul style="list-style-type: none"> • 건축물 프리캐스트 콘크리트구조 설계기준(KDS 41 20 10)에 따라 부재 강도·접합부 성능·내구성 검토 	<ul style="list-style-type: none"> • 내구성과 재활용성이 뛰어난 강건축재를 사용하여 구조 안정성과 장기 재활용성 확보
<ul style="list-style-type: none"> • 접합부는 건조수축·크리프·온도·지진·풍하중 등 모든 하중 영향을 반영하여 설계 	<ul style="list-style-type: none"> • 적층 시 하부 모듈이 상부 하중 및 상부 구조물을 통해 전달되는 하중들을 충분히 견딜 수 있는 구조로 제작 되었는지 최대 중량·강도 내역 확인
<ul style="list-style-type: none"> • 횡력 저항을 위해 횡·종·수직방향 인장연결철근으로 일체화하고, 수평하중 저항 시스템에 연결되도록 설치 	<ul style="list-style-type: none"> • 단위 모듈의 변형 특성을 고려하여 사용 중 처짐·진동 성능 검토를 진행하고, 내화성능에 대해서도 별도의 검토 필요
<ul style="list-style-type: none"> • 장기 처짐 및 캠버 발생을 고려하여 관리 기준을 설계에 반영하고, 피복두께 확보를 통해 내화 성능 검토 	<ul style="list-style-type: none"> • 하중 집중 위치가 일반 RC 건축과 다를 수 있으므로, 기초 설계 시 상부 모듈 배치와 양중 하중을 고려하고 지반조사 결과에 따라 기초 형식 결정
<ul style="list-style-type: none"> • 기동 기초 접합은 소켓기초·베이스플레이트 등 구조 조건에 맞는 방식을 선택하고, 지반조사 및 구조 시스템을 고려하여 기초 형식 결정 	<ul style="list-style-type: none"> • 장기간 고정 사용 시 외부 기후조건에 충분히 견디는 수밀구조로 제작
	<ul style="list-style-type: none"> • 모듈 간 연결성을 고려한 전반적인 수평하중 저항시스템을 형성해야 하므로, 지진하중 및 풍하중을 고려한 설계 시 접합부의 강성·강도 확보 여부 검토
	<ul style="list-style-type: none"> • 공장 선시공된 비구조 요소(벽체, 설비 등)는 층간변위에 의해 손상되지 않도록 유연한 연결 상세를 적용하고, 관련 비구조요소 내진설계 기준을 충족하도록 계획

3) 공장 제작

- 부재 및 모듈의 크기·무게가 운반 중 안정성과 현장 크레인의 양중 능력에 적합한지 확인하고, 적재장과 양중 위치를 계획하여 파손 방지를 위한 보강 실시

PC	모듈러
<ul style="list-style-type: none"> 공장 제작 단계에서 콘크리트 압축강도·치수 허용 오차·마감 상태를 관리 기준에 따라 검수하고, 탈형 시기는 소정 강도 확인 후 결정 	<ul style="list-style-type: none"> 공장 제작 단계에서 철골 부재의 WPS에 기반한 용접 품질·치수 허용오차·내화 피복 시공 상태 등을 엄격히 관리
<ul style="list-style-type: none"> 부재 표면은 운송·보관 중 모서리 파손 및 접합부 손상 방지를 위해 완충재·보양재를 적용하고, 출고 전 접합부 위치의 정밀도를 확인 	<ul style="list-style-type: none"> 철골 표면은 도장 전 쇼트블라스트 처리를 실시하고, 내식성 확보를 위해 규정된 도막두께를 유지
<ul style="list-style-type: none"> 접합부는 그라우트 충전 품질·긴결철물 설치 상태·배근 정밀도를 공장 제작 단계에서 확인하며, 피복두께 확보 및 방청 처리를 함께 실시 	<ul style="list-style-type: none"> 주요 구조부는 화재 시 고온으로 인한 내력 저하를 방지하기 위해 내화 피복을 필수적으로 적용 볼트 접합부는 접합 방식에 따라 필요 시 적정 토크 (Torque) 관리를 위한 체결 및 검사 절차를 표준화하고, 볼트 장력 검사를 실시해야 함

4) 현장 시공 검토

- 현장 진입로 폭, 회전 반경, 하역 공간 등을 사전에 확보하고, 학생 및 교직원 안전을 위한 동선 분리계획 반영
- PC 부재·모듈러의 크기·중량이 도로 운반 규제에 부합하는지 확인하고, 운반 중 진동·충격에 의한 손상 방지 보강계획 수립
- 양중계획은 현장 크레인 능력과 반입 경로를 고려하여 수립하고, 인양용 인서트 위치 및 하중 편차 검토
- 현장에서 모듈러 조립·접합 시 고장력 볼트 체결 및 용접은 지정된 자재와 시공법(용접의 경우 WPS 적용)을 사용하고, PC 부재 및 모듈러 접합부의 방수·내화 처리를 함께 시공

4.6.3 기계설비

1) 냉난방 및 환기

- 설비 용량 산정: 모듈 단위로 공간이 구성되므로, 교실·특수실 등의 면적·인원에 따라 적절한 냉난방 부하 산정
- 고효율 기자재: 에너지 절감과 ZEB 인증을 위해 에너지소비효율 등급 1등급의 냉난방기·열회수형 환기장치 등을 우선 적용
- 시스템 선택: 중앙식 공조와 분산식 시스템(각 모듈에 설치) 중 냉난방 효율과 유지관리 편의성을 고려하여 선택
- 환기 및 실내공기질: 연소기기가 있는 기계실의 환기량은 방열량·허용온도·연소 공기량을 고려하여 설계
- 교실 내 환기량은 학교 보건기준을 충족하고, 모듈 구조체에 필요한 덕트 공간 확보

2) 급수·배수 및 위생설비

- 모듈 제작 시 배관 프리패브²⁾ 적용 가능 여부를 검토
- 배수펌프 및 집수정: 지하층이나 현장 모듈에 설치되는 집수정은 직경 450mm 이상·깊이 600mm 이상으로 하고, 배수펌프는 최소 2대(1대 예비) 설치
- 펌프 배관에는 역류 방지 밸브와 차단 밸브를 설치하고, 점검이 용이하도록 계획
- 저수조 설계: 오버플로관(Overflow pipe)³⁾은 최대 급수량에 따라 적절한 호칭지름을 적용하고 방충망 설치
- 저수조는 내구성과 위생에 지장이 없는 재질을 사용하고, 수위경보장치와 잠금장치 설치
- 급탕설비: 급탕탱크와 열교환기는 내열·내식성 재질로 제작하고, 폭발 방지를 위한 진공 릴리프 밸브와 압력 릴리프 밸브를 설치
- 배관 및 보온: 모듈 간 배관 연결부는 동파 및 누수 방지를 위해 보온·방수 처리를 하고, 유지관리 공간 확보

2) 공장 등에서 미리 제작한 배관 부재를 현장으로 가져와 조립하는 방식

3) 물이 넘치지 않도록 방지하는 배수관으로, 월류관이라고도 한다.

3) 기계실 및 장비 배치

- 하이브리드 학교의 주 설비실(수변전실, 기계실 등)은 RC 본동에 설치하는 것을 원칙으로 하며, 모듈러는 RC 본동의 설비를 분기·연장하는 방식으로 공급받음
- 기계실 공간 확보: 기계실·공동구·집수정 등은 유지관리와 교체가 가능하도록 위치·면적·층고를 확보하고, 장비 반입구를 충분히 마련
- 누수 감지: 저수조 파손이나 배수펌프 오작동에 의한 수손 피해를 최소화하기 위해 기계실 바닥에서 15mm 이내에 누수감지기 설치 가능
- 소음·진동: 모듈 구조체는 방진 성능이 중요하므로, 펌프·공조장치에 방진패드와 소음 차단 대책 적용
- BEMS 연계: 에너지 절감과 설비 효율 관리를 위해 건물에너지관리시스템(BEMS)과 연동 권장

4.6.4 전기

1) 수전 및 배전 설계

- 초기 RC 설계 단계에서 향후 모듈러 증축분의 설비 용량까지 선반영하여 주 설비실 규모 및 간선 계통 계획
- 수배전반 위치와 배선계획을 검토하고, 교실·복도의 조도가 기준을 충족하는지 확인
- PC 벽체 매립 배선은 화재 안전 및 전자파 차폐 문제 고려
- 전력 수요 산정: 교실·특별실·기계실 등 각 공간의 부하를 산정하고 모듈 단위에서 전원 공급량 확보
- 배전반 및 배선: 모듈 내부에서 전기 배선을 선조립할 경우 배전반/분전반의 위치·케이블 덕트·모듈 간 접속부를 검토하되, 부하 증가를 예측하기 어려운 장소에는 별도의 분전반 설치
- 접지 및 감전 보호: 사용전압 50V를 초과하는 금속제 외함 장치에는 누전차단기(ELB)를 설치하여 감전을 예방하고, 정격소비전력 3000W 이상 기계기구에는 전용회로와 전용 누전차단기 사용
- 철골 구조체 접지: 철골 프레임이 구조체 및 외함 역할을 하므로, 접지 및 등전위 접합 상세를 설계 단계에서 명확히 하여 감전 위험 예방

- 피뢰설비: 낙뢰가 빈번한 지역이나 평지 단독 교육시설은 피뢰설비를 설치하고, 모듈 설치 전 부지 기반 조성 시 피뢰 및 접지를 충분히 고려
- 비상전원: 화재 발생 시 방재설비와 비상조명에 전원을 공급할 수 있도록 예비전원(UPS, 발전기) 계획

2) 조명 설계

- 에너지 효율성을 고려하여 LED 조명을 사용하고, KS 규격에 적합한 조도를 유지할 수 있도록 조명설비 계획
- 자연채광 활용과 사용자의 편의성을 충분히 고려하여 회로 구성

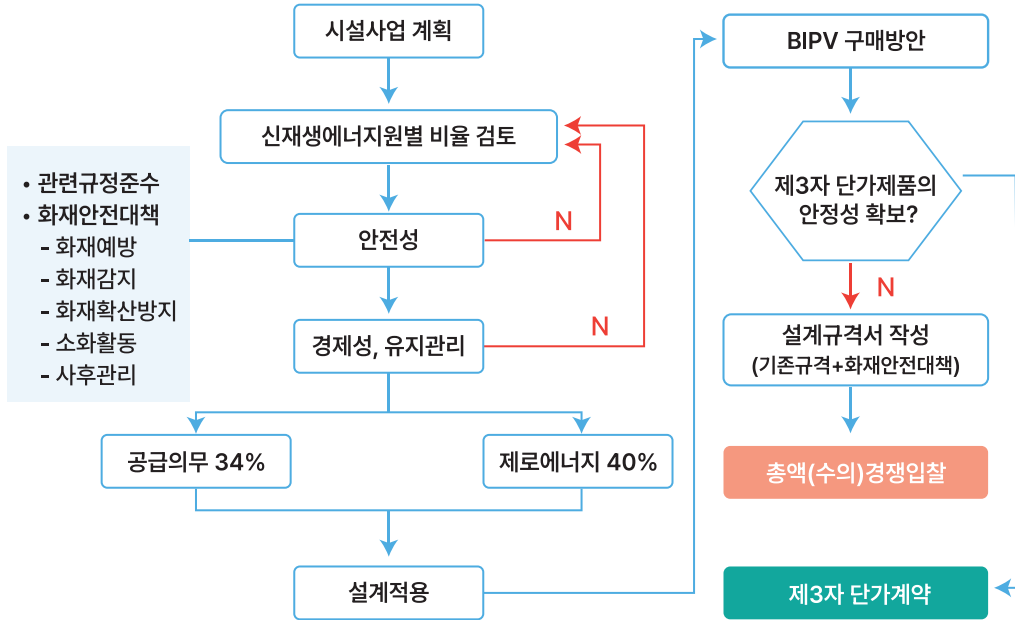
3) 태양광 및 신재생 설비

- 신재생에너지 연계: 교사동의 옥상이나 주차장 캐노피에 태양광 패널을 설치하여 학교 시설의 ZEB 목표 지원
- 태양광 인버터와 전력계통 연결을 고려하여, 모듈 구조체가 패널 하중을 지탱할 수 있는지 검토
- BIPV: 나라장터 종합쇼핑몰 제3자단가 제품의 안전성이 미확보된 경우 구매 사양

구분	계약 전	계약 후
BIPV 개선	에너지원별 구성 재검토 → PV, 연료전지, 지열 등 적용(BIPV 제외 고려) PV의 충분한 배치가 가능한 건축·토목설계(옥상, 주차장, 스탠드 등) 연료전지 위치 및 규모 고려(면적, 급탕, 난방 시설과의 연계 고려)	(착공) 안전성 검토 철저 및 대책 마련 → 점검로 확보(BIPV 용량 축소), DC 접속반 위치 등 (시공) 발주청 감독자와 감리 입회하여 승인된 설계도서와 시공 내용 비교 확인 (준공) 전기안전 사항 확인, 모듈 청소 실시 화재·사후관리 매뉴얼 비치 및 학교 담당자 대상 교육 실시 확인

- 정부 또는 객관적 안전성 확보 방안을 적용한 제품 구입 및 설치

[그림 4-3] 신재생에너지(BIPV) 설치 설계 검토 및 구매방안 흐름도



안전성이 확보된 지붕일체형 BIPV 구매

교육청	BIPV 설치학교
(에너지원) 지역·사업특성을 고려하여 에너지 법적 기준을 만족하도록 에너지원 다양화	(유지관리) O&M** 용역 대행 필요 및 일상·정기점검 철저 모듈청소 실시
(화재확산) 안전성이 확보된 BIPV 구매, 화재확산 속도 감소를 위한 벽면형 BAPV* 방화구획	(합동점검) 소방서 합동훈련 시 소방관, 소방차 진·출입로 확보 확인 등

* BAPV(Building Attached PhotoVoltaic) : 벽면 부착형 BAPV의 화재확산 속도 감소를 위한 수직 방화구획(예: 5[m]이하 간격으로 차열성 수직 차단막, 수평 방화턱 설치 등) 적용

** O&M(Operation & Maintenance)용역 : BIPV 전기·기계설비의 점검, 연 4회, 1.2[백만원]



관련 법령 및 기준

- 경기도교육청, 「2025년 신·재생에너지 설치 방안 개선(안)」

4.6.5 정보통신설비

1) 통신 인프라

- 교내망, 무선AP, 방송, CCTV, 출결 시스템 등이 적절히 배치되었는지 확인하여야 함
- 배선 계획: 구조화 배선 방식을 적용하여 데이터·전화·방송·통합보안 배선을 통합 관리
- 모듈 내부에는 케이블 트레이 또는 덕트를 설치하여, 배선이 원활하게 이루어지도록 계획
- 네트워크 및 서버실: 학교의 규모에 따라 MDF(Main Distribution Frame)/IDF를 배치하고, 서버실에는 냉방·접지·무정전전원장치(UPS)를 확보
- 무선 통신: 교내 전체에 10G 무선인터넷(Wi-Fi 6E 등)이 원활히 제공될 수 있도록 AP 위치를 선정(광수신기에서 AP까지 Cat6A로 배선 계획)
- 장애 대비: 통신실 설비는 이중화하고, 모듈 단위의 통신 케이블은 커넥터 불량이나 손상에 대비해 여유 케이블을 확보(정보통신 회선수 규정 준수)

2) 교육용 특수설비

- 방송 시스템: 비상방송·수업방송·종례방송 등이 가능한 통합 방송 시스템을 설계한다. 모듈러 건축에서는 스피커 배치와 배선 경로를 미리 정하여 공장에서 설치
- 스마트 교육환경: 스마트 칠판, 무선 프레젠테이션 장치 등 ICT 교육기자재의 전원·통신·설치 위치를 평면계획 단계에서 모듈과 함께 반영

4.6.6 소방설비

1) 소방설비 및 감지 시스템

- 소화설비: 학교는 특정소방대상물로 분류되며, 스프링클러, 옥내소화전, 소화기 등을 소방시설 설치 및 관리에 관한 법률에 따라 설치해야 함
- 모듈 단위에 소화배관과 스프링클러 헤드를 공장 설치하고 현장에서 메인배관과 연결하는 방식을 적용
- 경보설비: 자동화재탐지설비, 누전경보기, 통합 화재 경보 시스템을 설계한다. 모듈 내부 배선을 공장 배선으로 처리하여 접속 안정성을 높임
- 비상방송·구내방송: 화재 발생 시 음성 대피 방송이 가능하도록 비상방송설비를 학교

전역에 설치

- BF인증을 고려한 설비 모듈 계획(예시: 시각경보기 및 음성점멸 유도등)

2) 방화구획 및 피난

- 모듈 간 방화구획이 유지되도록 차연·차음 충전 상세를 검토하여야 함
- 접합부의 내화 성능 확보 방안을 포함하여야 함
- 방화구획 : 모듈 구조체는 상호 접합부에서 화염 및 연기의 확산을 차단해야 함
- PC 부재 또는 모듈 간 접합부는 내화피복, 방화 패킹 등을 사용해 1시간 이상 방화구획 성능을 확보
- 철골 주요 구조부 내화 피복: 기둥 및 보 등 철골 주요 구조부는 화재 시 고온으로 인한 내력 저하를 방지하기 위해 내화 피복을 필수적으로 적용해야 함
- 내화 피복 공법 선택: 모듈러의 운송, 적층, 상하차 시 외부 충격에 의한 파손 위험을 고려하여, 뿔철 공법 적용 시에는 부착력을 향상시키는 구조(예: 특허 기술)를 적용하거나, 건식(석고보드, 규산칼슘보드) 또는 내화도료 공법 중 내구성 및 내화 성능(3시간 내화 등)을 만족하는 공법을 선택해야 함
- 피난계획: 피난 동선은 직관적이고 장애물이 없어야 함. 모듈 배치 시 복도와 계단실의 연계를 계획하고, 비상구 및 피난 사다리를 모듈 실내에 적절히 배치함
- 방화문: 건물 내 방화문은 닫힘 상태를 유지하도록 설치하며, 피난 시 자동 해제 기능을 갖추고 방화구획 성능을 충족해야 함
- 소방 활동 공간 : 소방차 진입 및 전개를 위한 외부공간과 연결 통로를 확보

3) 소방관리 및 유지보수

- 설계 단계에서 소방시설의 유지관리성(점검·시험·교체)을 고려하며, 모듈 내 소방배관 과 장치가 점검구를 통해 손쉽게 접근 가능한지 확인
- 《교육시설 안전관리 매뉴얼》(경기도교육청, 2023)에 제시된 소방시설 정기점검·외관 점검 지침을 준수하고, 법정 점검 기록을 관리

4.6.7 토목 및 조경

1) 부지조성 및 토공계획

- 지반조사 및 기초 시공: PC·모듈러 건축은 중량이 집중되는 지점이 명확하므로, 지반조사 결과에 따라 말뚝·독립기초·매트기초 등을 설계
- 현장 레벨링과 기초 배치를 정확히 해야 모듈 설치 시 오차를 최소화할 수 있음
- 절토 및 성토 비탈면: 절토·성토에 의해 형성되는 비탈면은 건축물과의 충분한 거리 확보, 비탈면 내 배수시설 설치 및 필요 시 옹벽·표면 보호 공법 등으로 보강해야 함
- 비탈면의 안정성 확보를 위해 최소 경사를 0.3% 이상으로 하고 폭 1~3 m의 소단 설치
- 맨암거와 배수계획: 운동장이나 외부 포장에 물이 고이지 않도록 맨암거(배수층)을 설치하고, 우수유출저감 시설을 포함한 배수계획을 수립
- 바닥 포장: 운동장·주차장·보행로 등의 바닥 포장은 안전성·투수성·내구성을 고려하여 설치하며, 투수성 포장의 경우 우수가 지반까지 스며들도록 설계
- PC·모듈러 교사동은 기초부 지반 안정성을 검토하여야 함
- 기존 학교 건물동과 신설되는 PC·모듈러 건물동에서 발생하는 오수(Sanitary Sewer)의 합산 유량을 정확히 산정하고, 이 합산 유량이 기존 하수 인프라의 처리 용량을 초과하지 않는지 확인해야 함
- 오수 배수 공사에 사용되는 모든 기성품 자재(배수관로 등)는 반드시 KS 정품 또는 설계도서에서 요구하는 동등 이상의 품질을 확보해야 함
- 오수관로는 중력식으로 배수되므로, 오물 침전 없이 원활한 흐름을 보장하기 위해 적정 구배(Slope)를 확보해야 하며, 관경별 최소 구배 기준을 준수하여 자기 세정 유속(Self-cleansing velocity)이 확보되도록 설계함
- 모듈러 평면계획 시 욕실 또는 화장실과 인접하게 파이프 덕트(PD)를 계획하여 수직 배관의 유지관리가 용이하도록 해야 함
- 운동장 및 외부 포장 구간에는 물 고임을 방지하기 위해 맨암거를 설치해야 하며 운동장, 주차장, 보행로 등의 바닥 포장 시에는 안전성, 투수성, 내구성을 종합적으로 고려해야 함
- PC·모듈러 설치를 위한 기초 공사 및 우수관, 정화조 등 부대 공사는 굴착을 수반하므로, 지하 매설물에 대한 사전 안전 조치 계획이 필요함

2) 조경 및 외부시설

- 조경계획: 학교의 생태학습공간으로서 식재와 녹지율을 고려하고, 유지관리가 용이한 수종을 선택함
- 모듈러 교사동 주변의 조경은 모듈 설치 및 해체에 지장이 없도록 배치
- 체육·휴게시설: 체육시설, 안내시설, 휴게시설, 경관조명시설 등은 전도·전락하지 않도록 지반이나 기초에 고정
- 경계시설: 교문, 담장, 울타리 등은 학생 안전과 방법성을 고려하여 배치하고, 교문 주변의 교통사고를 예방하기 위해 도로와 사이에 충분한 공간을 확보
- 교통안전 시설: 학교 내 도로 설계 시 보행자와 차량 동선을 분리하고, 보행로와 차도를 시각적으로 구분
- 자전거 동선과 차량 동선을 분리하며, 주차장은 교사나 체육관 등 학습 목적의 건축물 주변과 구분하여 배치
- 비상차량·소방차량·서비스차량 동선은 피난계획, 외부공간 계획, 통학로 안전계획과 통합적으로 검토

3) 공사 및 설치 단계 고려사항

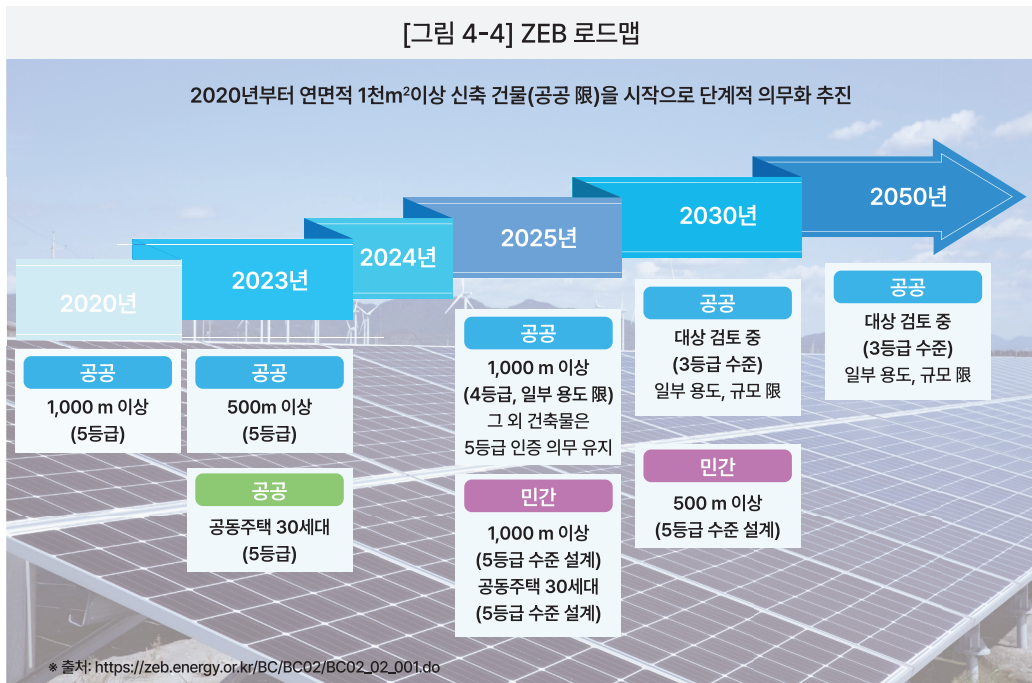
- PC·모듈러 운반을 위한 진입도로와 하역장소를 부지 계획 단계에서 확보해야 함
- 양중 작업 전에 지반 지지력(지내력) 검토를 반드시 수행함. 지반 지지력이 약하거나 경사 지반에서 작업이 불가피할 경우, 크레인의 침하 및 전도 위험을 방지하기 위한 안전 조치가 필요함
- 거치장 및 임시 시설: 부재 거치장, 현장 사무소, 안전 울타리 등을 배치하고 통학로와 안전거리를 확보
- 안전관리: 굴착공사, 흙막이 설치 등 공사 중에는 통학로·주변 지역의 안전을 확보하고, 흙막이 배면 중량물 적치 여부 및 계측기 설치 여부를 점검

4.7 성능기준 및 검증 방법

하이브리드 학교시설 설계 시 제로에너지건축물(ZEB) 인증, 녹색건축인증(G-SEED), 장애물 없는 생활환경(BF) 인증은 법적으로 요구되는 필수 기준이다. 각 인증별 적용 대상과 절차를 설계 단계에서 미리 파악하고, 관련 요구사항을 적극적으로 설계에 반영해야 한다. 특히 공공 부문 학교시설은 해당 인증 취득이 의무화되어 있어, 초기 계획부터 인증 기준 충족을 목표로 추진한다.

4.7.1 제로에너지건축물(ZEB)

- 정부의 단계적 의무화 로드맵에 따라 공공기관이 신축하는 연면적 500m² 이상 건축물은 ZEB 인증을 받아야 하며, 2025년부터는 연면적 1,000m² 이상 공공건축물의 경우 ZEB 5등급 이상 취득이 요구되고 있음



- 학교시설은 대부분 해당 기준을 초과하므로 ZEB 인증 대상이며, 설계자는 초기 설계 단계에서부터 패시브 설계와 액티브 설계를 최적화하여 ZEB 등급 기준을 만족해야 함

- 예를 들어, 단열재 성능, 창호 열관류율, 기밀 시공 상세 등을 강화하여 ZEB 4등급 기준(에너지자립률 40% 이상)을 선제적으로 달성하도록 계획하고, 향후 상위 등급으로 향상될 수 있도록 구조 및 설비 여건을 마련함
- 신재생에너지로는 태양광 발전(PV)을 적극 도입하여 에너지자립률을 높이고, 에너지모니터링시스템(EMS)을 설계에 반영하여 향후 인증 시 요구되는 에너지 사용 모니터링이 가능하도록 함
- 인증 절차는 건축물 에너지소요량을 시뮬레이션하여 연간 1차에너지 소비량과 에너지자립률을 산출하고, 국토교통부 지정 인증기관에 신청하는 방식임
- 설계도서 및 에너지평가보고서를 제출하여 설계 기반 인증심사를 거치며, 설계 단계에서 인증등급 예비판정을 받은 뒤 공사 완료 후 시설이 계획대로 구축되었는지를 확인하여 최종 인증이 부여됨
- ZEB 인증 결과는 사용승인 단계에서 발주청에 제출하여 법적 의무 이행을 입증해야 함
 - ZEB 인증을 위한 설계 반영 사항과 평가 결과는 녹색건축인증 및 에너지절약계획서와도 연계되므로, 통합적인 에너지 성능 목표 관리가 필요함

[그림 4-5] ZEB 인증 절차

ZEB(제로에너지건축물) 인증 절차 (예비인증·본인증)



ZEB 인증은 국토교통부와 환경부에서 공동으로 운영하며, 에너지 자립률에 따라 1~5등급으로 부여

4.7.2 녹색건축인증(G-SEED)

- 「녹색건축물 조성 지원법」에 따라 공공기관이 신축하는 연면적 3,000m² 이상 건축물은 녹색건축인증을 의무적으로 취득해야 함
- 학교 건축물의 경우 교육청 등 공공 발주로 이루어지므로 거의 모든 신축학교가 대상에 해당하며 설계 단계에서 인증등급 목표를 설정해야 하는데, 일반적으로 그린 3등급(우량) 이상을 목표로 하면 에너지, 재료, 수자원 등 다양한 분야에서 균형 잡힌 친환경 성능을 확보할 수 있음
 - 다만 법적으로는 최소 그린 4등급(일반) 인증만 받아도 의무는 충족되므로, 발주기관 지침에 따라 목표 등급을 결정함
- 설계 반영 방법으로는 에너지절약계획과 ZEB 대응을 통해 에너지 항목 점수를 확보하고, 친환경 자재 및 신재생에너지 활용, 물 절약형 설비계획, 생태환경 고려 등 G-SEED 평가 항목을 설계에 통합함
 - 예를 들어 환경성적표지(EPD) 인증 자재, 저탄소 인증 자재를 사용하고 자원순환이 용이한 모듈러 재활용 계획 등을 반영하면 관련 평가항목에서 가점을 받을 수 있음
- 인증 절차는 설계 완료 단계에서 예비인증을 신청하는 것으로 시작하여 인증기관에 평가 서류(설계도서, 자체평가서 등)를 제출하면 내부 심사 및 외부 심의위원회 심의를 거쳐 예비인증서가 발급되며 이후 건물 준공 시 실제 시공 내용이 설계와 부합하는지 확인하여 본 인증서와 인증 명판이 교부됨

[그림 4-6] 녹색건축 인증 절차

녹색건축인증(G-SEED) 절차 (예비인증·본인증)



• 주체: 인증신청자, 녹색건축물 인증기관, 국토교통부·환경부

• 본인증은 실제 시공 상태 확인 후 최종 평가 결과에 따라 등급 부여

4.7.3 장애물 없는 생활환경 인증(BF)

- 학교시설은 학생과 교직원, 지역주민 등 모두가 안전하고 편리하게 이용할 수 있어야 하므로 무장애 설계가 필수적이며, 특히 교육연구시설 중 '학교'는 「장애인·노인·임산부 등의 편의 증진 보장에 관한 법률」에 따라 BF 인증 의무시설로 지정되어 있음
 - 2015년 7월 이후 국가나 지자체가 신축하는 공공건물 및 공중이용시설은 BF 인증을 반드시 받아야 하며 학교 건축물도 예외 없이 설계 단계 예비인증과 준공 후 본 인증을 획득해야 함
- 설계자는 평면계획 단계부터 장애인 편의시설 기준을 반영하여 경사로 설치, 문턱 제거, 승강기 및 장애인 화장실 확보, 점자블록과 시각경보장치 계획 등을 포함해야 함
 - 모듈러 교실의 경우에도 단차를 없앤 저상 출입구, 모듈 간 문턱 최소화, 충분한 문 폭($\geq 0.90\text{m}$) 확보 등을 통해 휠체어 이용자의 이동 편의를 보장하도록 함
 - 설계 반영 지침으로서 학교 출입동선에 경사로(경사도 1/12 이하)를 배치하고, 교실 및 특별실에는 휠체어 회전 반경(1.5m)이 확보된 공간을 마련하며, 실내·외 높이차에는 승강 설비나 완만한 경사로를 설치
 - 또한 법정 기준 이상의 광폭 계단 및 복도, 장애인 주차구역 등을 계획하여 여유 있는 무장애 환경을 조성해야 함
- 인증 절차는 전문 인증기관에 설계도서를 제출하여 BF 예비인증을 먼저 받는 것으로 시작되며 예비인증 신청 시 인증기관의 도면 심사 후 개선 권고사항이 나오면 설계에 즉시 반영하여야 함
 - 예비인증 등급(예비인증서는 설계 완료 후 교부)을 획득해야 계약 및 착공이 가능
 - 시공 완료 후 현장심사를 거쳐 본 인증을 취득하며, 인증 결과를 발주청에 제출
- BF 본 인증을 받지 못하면 건축물 이용 승인에 차질이 생길 수 있으므로, 시공단계에서 설계된 편의시설이 제대로 시공되고 법 기준에 부합하는지 철저히 관리해야 함

[그림 4-7] BF 인증 절차

BF인증 절차 (예비인증 · 본인증)



4.7.4 에너지절약계획서 작성 및 적용

에너지절약계획서는 건축물의 에너지 효율 향상을 위해 설계 단계에서 수립·제출하는 법정 서류로, 하이브리드 학교시설과 같은 연면적 500m² 이상 신축 건축물은 모두 해당 계획서를 작성하여 건축허가 시 제출해야 한다. 특히 모듈러 구조라 하더라도 에너지절약계획서 제출 의무에서 제외되지 않으므로, 모든 신축 학교시설은 계획서를 준비해야 한다.

1) 제출 대상

- 연면적 500m²를 초과하는 모든 건축물은 건축허가 신청 시 에너지절약계획서를 첨부해야 함
- 본 사업의 경우 학교 건축물이므로 규모 요건을 충족한 제출 대상이며, 냉난방 설비를 갖춘 교육연구시설에 해당하므로 예외 없이 계획서를 작성해야 함
 - 아울러 연면적 3,000m² 이상 교육시설이거나 연면적 500m² 이상 공공기관 건축물에 해당할 경우 에너지소요량 평가서도 추가로 작성해야 함
- 하이브리드 학교는 규모가 크고 공공건축물에 해당하므로 에너지절약계획서와 함께 상세 에너지소요량 평가(건물 에너지 시뮬레이션)를 수행하여 에너지 성능을 정량적으로 검토함

2) 작성 항목

- 에너지절약계획서에는 건축물의 에너지 절감 설계내용과 예상 에너지 성능지표를 명시
- 구체적으로 건축물 개요 및 에너지절약 설계개요를 시작으로, △단열 및 창호 계산서(외피부분 열관류율 계산과 기준치 대비 적합 여부), △기계설비 계획(고효율 보일러·냉동기, 적정용량 냉난방기, 열회수 환기장치 적용 등), △전기설비 계획(LED 조명, 고효율 기자재 적용 등), △신재생에너지 설비 계획(태양광 등 설치 용량 및 예상 발전량) 등을 기술함
 - 또한 건축물 에너지 성능지표(EPI)나 에너지소비총량을 산정하여 제시하며, 필요 시 건물 에너지 시뮬레이션 결과를 첨부함
 - 예시: 연간 1차에너지 소비량 (kWh/m²·년), 예상 에너지등급(예전 건축물 에너지효율등급 기준) 또는 ZEB 등급 등을 산출하여 건물의 에너지 성능 평가
- 모듈러 구조 적용 시에는 모듈 접합부의 단열 취약 부분, 공기 누설 가능성 등을 고려하여 기밀성 향상 대책도 포함
 - 예를 들어, 모듈 간 연결부에 기밀패킹 및 추가 단열재를 적용하고, 열교 발생이 우려되는 기둥·보 부재에는 단열 커버 등을 설치하는 방안을 계획서에 기술함
 - 이를 통해 모듈러 특성으로 인한 단열성능 저하를 방지하고 설계 단계에서 에너지성능을 확보

3) 계산 방식

- 에너지절약계획서의 에너지 소비량 계산은 「건축물의 에너지절약설계기준」에서 정한 방식에 따름
- 주로 정부에서 제공하는 건축물에너지 평가 소프트웨어(예: ECO2 등)를 활용하여 난방 부하, 냉방부하, 조명 및 환기부하 등을 산정하고 1차에너지 환산값으로 합산함
 - 계산 시 지역 기후조건, 실별 용도 및 운영시간, 설비 효율 등을 고려하며, 계획된 단열 성능과 설비용량을 입력하여 건물의 연간 에너지소요량을 평가
- 평가 결과는 법적 기준과 비교하여 설계안이 기준을 충족하거나 초과 달성하는지를 확인하며, 만약 법적 요구사항을 미달할 경우 단열 두께 증강, 창호 성능 개선, 설비용량 조정 등의 대책을 강구하여 재계산해야 함

■ 계산방식 참조

공공건축물의 경우 에너지소요량 평가 결과를 통해 온실가스 목표관리나 ZEB 등급 요건도 동시에 검토하게 된다. 에너지 성능 계산은 건축사와 설비엔지니어가 협업하여 수행하며, 필요 시 한국 에너지공단 등 전문기관의 자문을 받을 수 있다.

4) 제출 및 검토 시기

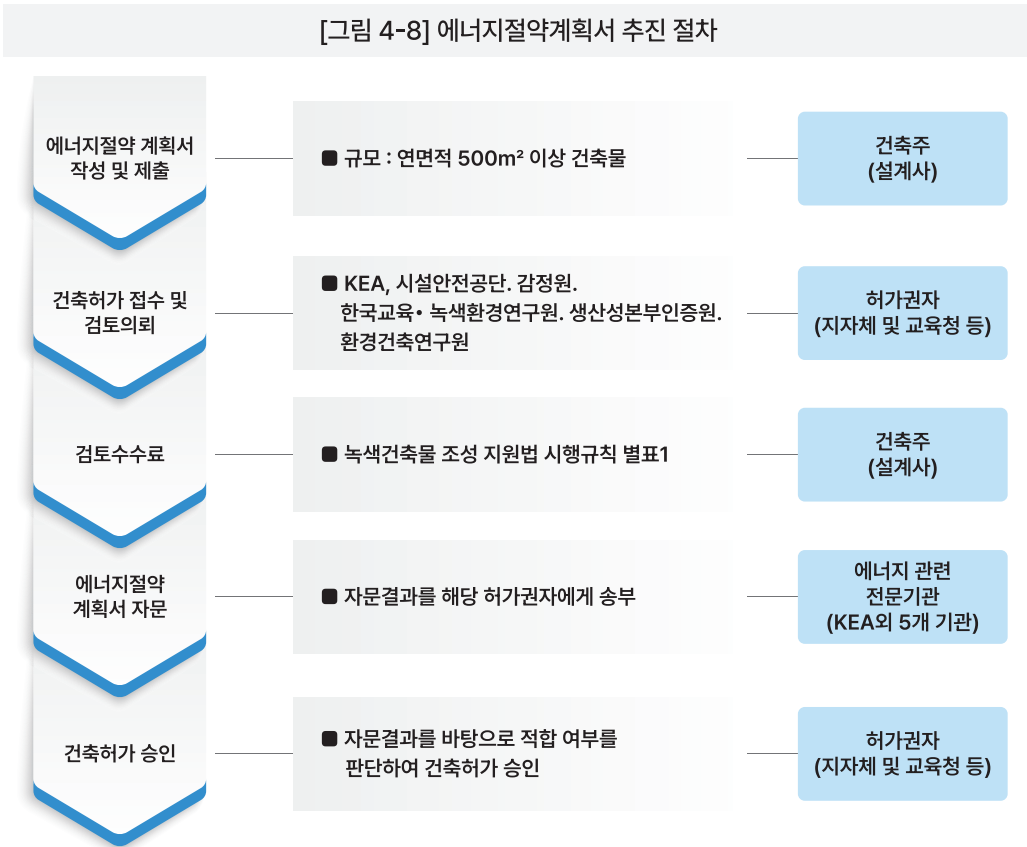
- 에너지절약계획서는 기본설계 완료 시점에 작성하여 건축허가 신청서에 첨부 제출
- 허가기관은 접수된 계획서를 전문기관에 보내 계획서 검토 자문을 받으며, 이 과정에서 한국에너지공단 또는 지정된 검토기관이 해당 설계안의 에너지절약설계기준 충족여부를 심의함
- 검토 결과 보완이 필요한 사항(예: 일부 부위 단열 기준 미달 등)이 지적되면 설계자는 설계를 수정하여 보완계획서를 재제출해야 함
- 계획서 승인을 받아 건축허가가 완료되면, 이후 실시설계 단계에서 최종 에너지절감 대책을 반영하고 시공 단계에서 관련 설비와 자재를 계획대로 구현하게 됨
- 준공 단계에서는 에너지절감시설 설치 확인서 등을 통해 당초 계획된 에너지설계가 충실히 이행되었음을 확인받으며, 나아가 운영 단계에서는 에너지사용량 모니터링을 통해 계획 대비 성능을 검증하고 지속적인 효율 개선을 도모함
- 에너지절약계획서 작성·이행 과정 전반은 녹색건축인증 및 ZEB 인증과 목표를 공유하므로, 일관된 에너지 목표관리가 이루어지도록 함

관련 법령 및 기준

- 녹색건축물 조성 지원법 시행령 제10조
- 녹색건축물 조성 지원법 제14조, 시행령 제10조 및 시행규칙 제7조
- 건축물의 에너지절약설계기준



[그림 4-8] 에너지절약계획서 추진 절차



4.7.5 실내공기질 및 유해물질 관리 기준 적용 지침

학교시설의 쾌적성과 안전을 위해 실내공기질 기준과 유해물질 사용 제한 기준을 설계단계부터 엄격히 적용해야 한다. 특히 초·중·고 모든 학교에는 「학교보건법」 등에 따른 교실 환경위생 기준이 적용되며, 초등학교의 경우 「환경보건법」 상의 어린이 활동공간으로 분류되어 추가적인 유해물질 관리와 확인검사 의무가 부여된다. 설계자는 아래 사항을 고려하여 실내 환경 품질을 확보하는 한편, 관련 법적 기준을 충족할 수 있도록 해야 한다.

1) 학교 실내공기질 유지기준

- 학교 교실, 특별실, 강당 등은 「학교보건법 시행규칙」에 명시된 실내공기질 유지·관리 기준을 따라야 함

- 주요 항목으로 ▲미세먼지 PM2.5 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하, PM10 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하(교실 및 급식실 기준), ▲이산화탄소 CO₂ 1,000ppm 이하(단, 기계환기 설비로 환기 시 1,500ppm 이하 허용), ▲포름알데히드(HCHO) 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하(교실 및 신축 기숙사 등) 등이 있음

실내공기질 유지기준						
오염물질항목	먼지 (PM-10) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	먼지 (PM-2.5) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	이산화탄소 (ppm)	폼알데하이드 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	총 부유 세균 (CFU/ m^3)	일산화탄소 (ppm)
다중이용시설						
의료기관, 산후조리원, 노인요양시설, 어린이집, 실내 어린이놀이시설	75 이하	35 이하	1,000 이하	80 이하	800 이하	10 이하

실내공기질 권고기준				
오염물질항목	이산화질소 (ppm)	라돈 (Bq/ m^3)	총휘발성 유기화합물 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	곰팡이 (CFU/ m^3)
다중이용시설				
의료기관, 산후조리원, 노인요양시설, 어린이집, 실내 어린이놀이시설	0.05 이하	148 이하	400 이하	500 이하

- 설계 단계에서 이러한 기준을 달성하기 위해 기계환기설비를 법정 기준 이상으로 확보하고, 교실당 환기횟수를 높이는 설계를 함
 - 예를 들어 일반 교실의 경우 시간당 1회 이상 환기량을 제공할 수 있도록 전열교환기 용량을 산정하고, 이산화탄소 자동센서 연동 제어를 도입하여 CO₂ 농도가 1000ppm을 넘지 않도록 설계
 - 또한 실내 마감재 선정 시 낮은 방출량 자재를 사용하여 포름알데히드 농도가 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하로 유지되도록 함
- 시공 후 초기 가동 단계에서는 충분한 환기 및 공기세척을 통해 공기질을 안정화하고, 필요 시 실내공기질 측정 전문기관의 사전 조사를 거쳐 문제사항을 조치한 후 학교를 개교하도록 계획

관련 법령 및 기준

- 「실내공기질 관리법」 제5조제1항·제2항 전단
- 「실내공기질 관리법 시행규칙」 제3조 및 별표 2
- 「실내공기질 관리법」 제5조제2항 후단
- 「실내공기질 관리법 시행령」 제4조의3
- 「실내공기질 관리법 시행규칙」 별표 2
- 「실내공기질 관리법」 제6조 전단
- 「실내공기질 관리법 시행규칙」 제4조 및 별표 3



2) 어린이 활동공간 유해물질 기준

- 초등학교 시설은 만 13세 미만 아동이 상시 생활하는 공간으로서 「환경보건법」에 따른 어린이활동공간에 해당하며, 이에 따라 초등학교의 교실, 복도 등 실내공간에는 엄격한 유해물질 제한 기준이 적용됨
- 설계시 마감재 선정 지침: 어린이활동공간에 사용되는 모든 도료(페인트)와 마감재는 중금속 함량과 오염물질 방출 기준을 충족해야 함
- 구체적으로 해당 공간의 도료·마감재에 포함된 납·카드뮴·수은·6가크롬⁴⁾의 합이 총 1,000mg/kg 이하이어야 하며 납은 개별적으로 0.06중량% 이하로 제한됨
- 또한 실내 활동공간에 사용하는 자재는 「실내공기질 관리법」에 따른 건축자재 오염물질 방출허용기준(폼알데하이드, 휘발성유기화합물 등)을 초과하지 않는 제품이어야 함
 - 이를 확보하기 위해 설계자는 환경표지 인증자재(Eco-Label)나 HB마크(건축자재 유해성 표시제) 인증을 받은 자재를 지정하고, 제조사로부터 방출시험 성적서를 제출받아 확인하도록 함
 - 특히 접착제, 도장재, 바닥재, 천장재 등은 법적 기준치를 만족하는 저방출 등급 제품으로 선정

관련 법령 및 기준

- 「환경보건법 시행령」 별표 2



4) 크롬이 +6 산화 상태에 있는 화합물로, 강력한 산화제이며 독성이 강한 발암물질

3) 시공 전후 검증 및 확인검사

- 어린이활동공간에 대한 법적 기준 준수를 입증하기 위해 확인검사 제도가 운영됨. 초등학교 신축공사는 건축공사 완료 후 전문 검사기관의 어린이활동공간 환경안전 확인검사를 받아야 함
- 확인검사 대상은 신축 또는 증축(33m² 이상) 및 대규모 수선(마감 70m² 이상)인 경우이며 새로 지은 학교는 개교 전에 반드시 검사를 통과해야 함
- 확인검사에서는 실내 마감재 시료를 채취하여 중금속 함유량(납·수은 등) 시험, 실내공기 중 폼알데하이드 및 총휘발성유기화합물(TVOC) 농도 측정 등이 시행되며, 이때 실내공기 중 폼알데하이드는 80μg/m³, TVOC는 400μg/m³ 이하를 충족해야 안전기준 적합 판정을 받을 수 있음
- 설계자는 이러한 기준을 달성할 수 있도록 시공 단계에서 충분한 환기 기간을 설정하고, 저방출 자재 사용을 철저히 관리해야 함
 - 만약 확인검사 결과 기준을 초과하는 유해물질이 검출될 경우, 원인 자재를 교체하거나 추가 환기·정화조치를 실시한 후 재검사를 받아야 하므로 애초에 설계 단계부터 기준 준수를 위한 보수적인 계획을 수립하는 것이 중요함
 - 예를 들어 교실 바닥재로 합성고무재를 사용할 경우 폼아마이드(formamide) 등의 용출 안전성이 입증된 제품을 채택하고, 실내 도장은 무기질 페인트나 친환경 수성페인트로 지정하는 등의 사전 조치를 취함

4) 기타 법적 기준 및 설계 지침

- 학교시설 마감에 목재를 사용할 경우 유해 방부제 사용을 제한해야 함. 어린이공간의 목재 부재에는 크레오소트유, CCA 등 유해성이 높은 방부제를 도포할 수 없으므로 내구성을 요구하는 목재부는 친환경 방부 처리된 제품이나 별도의 도장마감을 사용
- 또한 학교 실내 마감재는 불연재 또는 준불연재를 사용하여 화재안전과 실내공기 안전을 동시에 확보하도록 계획함
- 시공단계에서 접착제, 실링재 등의 사용량을 최소화하고, 모든 자재는 KC 인증 및 유해성 시험성적이 확인된 제품만 사용하도록 규정함

- 설계도면 및 시방서에 이러한 요구사항을 명시하여 시공사가 사전에 적합한 제품을 준비하게 하고, 주요 자재 납품 시 시험성적서 제출을 요구하여 현장 확인절차를 거침
- 학교 준공 후에도 정기적으로 교실 공기질을 측정하고 (학교보건법상 연 1회 이상 권장), 환기설비 유지관리 지침을 수립하여 운영 단계에서도 쾌적한 실내환경이 지속되도록 함



관련 법령 및 기준

- 「환경보전법」 제23조
- 「환경보전법 시행령」 제12조
- 「환경보전법 시행규칙」 제9조

4.8 지속가능성 및 ESG 관리(LCA 및 친환경 자재)

1) 전과정 평가(LCA) 기반 탄소 중립 성능 확보

- 저탄소 건축 목표 달성을 위해, 설계 초기 단계부터 원료 획득, 생산, 운송/배송, 사용 및 폐기 처리를 포함하는 제품 전과정(LCA)⁵⁾ 관점의 온실가스 배출량 및 감축량 평가 진행을 고려할 수 있음
- 탄소 감축 목표: OSC 공법의 LCA 분석 결과(CO2 배출 30% 이상 감축) 를 활용하여, 저탄소 건축 목표 달성을 위한 정량적 목표를 설정하도록 함

■ 전과정 평가(LCA, Life Cycle Assessment)

- 개념

전 생애주기 동안 환경에 미치는 영향을 정량적으로 평가하는 국제표준화된 방법론. 학교시설·모듈러 건축 등에서도 친환경 인증(ZEB·녹색건축·K-ESG) 및 탄소중립 설계 검토 시 핵심 평가 도구로 활용

- 정의

제품, 공사, 건축물 등이 원료 채취 → 제조 → 시공 → 사용 → 폐기·재활용에 이르기까지 전 과정에서 에너지 소비, 온실가스 배출, 오염물질 배출량 등을 정량적으로 분석하는 평가 기법

5) 제품 및 서비스의 원료 채취부터 제조, 유통, 사용 및 폐기에 이르기까지 전과정에 걸친 환경 영향을 정량적으로 분석, 평가하는 방법

2) 친환경 건축자재 인증 기준 의무 적용 (G-SEED 연계)

- 인증 기준 고려: 녹색건축인증(G-SEED) 및 탄소중립건축인증(ZCB) 기준 확보를 권고 하며, 설계 단계에서 다음 기준을 고려함
- 환경성적표지(EPD) 제품 사용 지향: G-SEED 3.1항(환경성 선언 제품의 사용)에 따라, 원료 획득부터 폐기까지 환경성 선언이 완료된 EPD 제품의 사용 비율 확보를 지향함
- 저탄소 건축자재 사용 권고: G-SEED 3.2항(저탄소 자재의 사용)에 따라 탄소발자국 인증 또는 저탄소제품 인증을 받은 자재 사용을 고려함
- 자원순환 자재 사용 극대화: G-SEED 3.3항(자원순환 자재의 사용)에 따라 내구성과 재활용성이 뛰어난 강건재(철골재) 또는 우수 재활용 제품 인증을 받은 자재의 사용을 권장함

3) 공장 제작 및 운송 환경 관리

- 공장 생산 단계는 DfMA 원칙에 따라 표준화된 프로세스와 높은 정밀도를 갖춘 품질 관리 시스템을 갖추어야 함
- 친환경 운송 계획: 모듈 운송 시 발생하는 탄소 배출량을 최소화하기 위한 최적 경로 및 운송 수단을 선정하고, 운송 중 손상을 방지하기 위한 보강 상세를 명시해야 함
- 운송 리스크 관리: 운송 시 발생하는 탄소 배출량(환경적 우려 사항)을 상쇄하기 위해 공기 단축 및 폐기물 저감 효과를 정량적으로 관리하도록 함

4) 재활용성 및 폐기물 관리 특화

- 건설 폐기물 제로 목표: OSC 공법은 현장 작업 최소화로 시공 과정에서 폐기물 발생이 거의 없으므로 폐기물 발생 제로(Zero Waste)를 목표로 관리함
- 자재 재결합 기술: 폐기물 저감 효과를 혁신적으로 높이기 위해 국내 특허를 보유한 분해 조립형 기술 등 자재의 재결합을 가능하게 하는 기술 적용을 적극 검토하도록 함
- 모듈러는 철거·이전·재설치를 전제로 하므로, 모듈별 제작·설치·운영·철거 이력 데이터베이스(DB)를 구축하여 순환 활용성을 관리할 수 있음
- PC 부재는 공장 제작을 통해 현장 폐기물 발생이 적으며, 철거 시 발생하는 폐부재는 파쇄하여 재생골재로 활용할 수 있음. 다만, 구조적 특성상 부재의 재사용이 제한적인

만큼, 설계 단계에서 부재의 표준화를 통해 자원 활용 효율을 높이는 방안을 고려함

관련 법령 및 기준

- 「녹색건축물 조성 지원법」제10조
- 「녹색건축 인증 기준」(G-SEED)
- 「환경기술 및 환경산업 지원법」제17조의2
- 「건설기술 진흥법」제10조의2
- 「건설기술 진흥업무 운영규정」제23조
- 「건설폐기물의 재활용촉진에 관한 법률」제4조
- 「자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률」제25조
- 「건축물 유지관리 점검에 관한 기준」



학교시설 OSC 공법 적용을 위한 설계·시공·운영 통합 가이드라인

V. 시공 단계

- 5.1 시공 일반 및 통합 안전·품질·감리 기준
- 5.2 PC·모듈러 공장 제작 관리
- 5.3 운송 및 양중 관리
- 5.4 현장 시공 관리

V. 시공 단계

5.1 시공 일반 및 통합 안전·품질·감리 기준

5.1.1 공사 추진 절차

하이브리드 신축학교 공사는 철근콘크리트(RC) 구조 공정과 PC·모듈러 제작 및 설치 공정이 병행 또는 순차적으로 진행되므로, 각 단계별 연계 관리와 철저한 사전 준비가 필수적이다. 특히, 시공 단계에서 구조별 공정, 품질기준, 안전관리 체계의 분리가 발생하지 않도록 설계-제작-운반-설치-연결까지의 통합 시공관리체계를 수립해야 한다.

1) 착공 전 준비

- 공사 착수 전 제반 행정 및 기술적 준비사항을 완료하여 원활한 공사 진행의 기반을 마련하여야 한다.
- 인허가 및 신고: 건축 허가(신고) 조건 이행, 도로점용, 소음·진동 발생 신고, 비산먼지 발생 신고, 특정 공사 사전 신고, 가설건축물 축조 신고, 폐기물 처리 계획 신고 등 공사 수행에 필요한 제반 인허가 및 신고 절차 완료 필요
- 실시설계 검토: 계약상대자(시공사)는 발주청으로부터 제공 받은 실시설계도서(도면, 시방서, 내역서, 구조계산서 등)의 내용 및 현장 조건과의 부합 여부, 공종 간 간섭, 누락, 오류 등을 면밀히 검토하고, 그 결과를 착공 서류 제출 시 함께 보고하여야 함
 - 특히 RC 구조와 PC·모듈러 접합부 상세, 설비 연결 방안 등을 중점적으로 확인 필요
- 시공계획서 작성 및 승인: 계약상대자는 계약문서 및 현장 조건에 부합하는 전체 공사 시공계획서를 작성하여 공사감독자(감리자 포함)의 검토 및 발주청의 승인 필요

시공계획서 포함 사항	
RC 구조 공사 계획	공정표, 주요 공법, 자원 투입 계획 등
PC·모듈러 제작, 운송, 설치 계획	공장 제작 관리 방안 포함
RC-PC·모듈러 접합 시공 계획	접합 상세, 현장 용접시 적용 WPS, 부재 및 접합부 품질 관리 방안 등
품질관리계획 또는 품질시험계획	시공 후 품질검사 관련 제출 서류 및 관리 대장 등
안전관리계획 및 유해·위험방지계획서	해당 시
환경관리계획	환경관리비 사용계획 포함
가설 시설물 설치 및 철거 계획	-
공사 중 교통처리 및 안전관리 계획	통학로 안전 포함

- **현장 준비:** 대지 경계 확인 측량 실시, 공사용지 확보, 가설 사무소, 세륵 시설 등 가설 시설물 설치, 공사용 도로 확보, 지장물 철거 및 이설, 공사용 용수 및 전력 확보 등의 현장 준비 작업 필요
- **착공 서류 제출:** 계약상대자는 계약 후 착공 예정일까지 관련 법령 및 계약 조건에서 정한 착공 서류 일체를 발주청(계약부서 및 감독부서)에 제출
- **PC·모듈러 관련 사전 준비:** PC 부재 및 모듈러 제작 공장 실사, 제작 일정 협의, 운송 경로 답사 및 장애 요인 확인, 현장 임시 적치 가능성 검토, 양중 장비 계획 검토 등 모듈러 공정 관련 사항을 사전에 준비

2) 단계별 추진 절차

공사는 대지 준비부터 준공까지 각 단계별 절차에 따라 체계적으로 추진되어야 하며, 특히 RC 구조 공사와 PC·모듈러 제작 공정의 병행 추진 시 긴밀한 협의와 공정관리가 요구된다.

- **토공 및 기초 공사:** 부지 정지, 터파기, 흙막이 공사(필요 시) 및 RC 구조와 PC·모듈러 구조를 지지하기 위한 기초(지정 포함) 공사 시행
 - 지내력 기초의 경우 지내력 시험 결과를 확인하고, 파일 기초의 경우 시험타 및 재하 시험 결과를 반영하여 분항타 시행

- RC 골조 공사(PC 부재·모듈러 공장 제작과 병행): 기초 공사 완료 후 RC 구조부(지하층, 코어, 저층부 등 지정된 범위)의 철근, 거푸집 공사 및 콘크리트 타설 공사 진행
 - 이 기간 동안 계약된 모듈러 제작 공장에서 모듈 제작을 병행하여 공기 단축을 도모함
- RC 관리: 철근 배근 검측, 거푸집 설치 상태 확인, 콘크리트 타설 계획 및 품질 관리(레미콘 인수 검사, 압축강도 시험 등), 양생 관리 등을 철저히 하여야 함
- PC·모듈러 제작 관리: 공장 제작 단계의 품질 검사(FAT), 공정관리, 안전관리 등을 실시하고, 발주청 및 감리자는 필요 시 공장을 방문하여 제작 과정을 확인할 수 있음
- PC 부재·모듈러 운송: 공장에서 제작 완료 및 검사 합격된 PC 부재 및 모듈러를 현장 설치 일정에 맞추어 안전하게 운송
 - 운송 경로, 시간, 방법 등은 사전에 승인된 계획에 따라야 하며, 운송 중 PC 부재·모듈러 손상 방지 대책을 마련하여야 함
 - PC 장척 부재는 운반 중 균열 방지를 위한 완충·결속 조치를 병행
- PC 부재·모듈러 설치 및 접합: 현장에 반입된 PC 부재 및 모듈러를 양중 장비를 이용하여 설계 도면에 명시된 위치에 정확히 설치하고, RC 구조부 및 인접 부재·모듈러와의 구조적 접합 수행
 - 접합부 시공 시 구조 안전성 확보 및 방수·기밀·단열 성능이 확보되도록 정밀 시공 및 검사를 하여야 함
 - PC 부재 접합부는 그라우트 충전 및 양생 완료 후 상층 작업을 진행
- 마감 및 설비 공사: 내·외부 마감 공사(단열, 방수, 창호, 벽체, 바닥, 천장 등), 기계·전기·통신·소방 설비 배관 및 배선, 장비 설치 공사 시행
 - 특히 RC 구조와 PC·모듈러 간 설비 연결 및 마감 이질 구간 처리에 유의하여야 함
- 부대 공사: 토목(포장, 배수 등), 조경(식재, 시설물 설치 등) 공사 시행
- 시운전 및 검사: 설치된 설비 및 시스템의 정상 작동 여부를 확인하기 위한 시운전(TAB 포함) 및 각종 법정 검사(소방 완공 검사, 전기 사용 전 검사 등) 실시
- 준공 및 인수인계: 전체 공사 완료 후 예비준공검사 및 준공검사를 거쳐 발주청에 시설물을 인수인계하며 준공 도서, 유지관리 지침서, 각종 시험 성적서 및 검사 필증 등을 함께 제출하여야 함

3) 단계별 관리 사항

구분	주요 내용	관리 주체
착공 전 준비	인허가, 설계 검토, 시공계획 승인, 현장 준비, 착공서류 제출, 모듈러 관련 사전 준비	시공사, 감리자, 발주청
토공 및 기초	터파기, 흙막이, 지정, 기초 시공, 지내력/재하시험 확인	시공사, 감리자
RC 골조	철근, 거푸집, 콘크리트 시공 및 품질관리 (모듈러 제작과 병행)	시공사, 감리자
PC·모듈러 제작	공장 제작 공정, 품질(FAT), 안전 관리 (RC 골조와 병행)	시공사(제작사), 감리자, 발주청
PC·모듈러 운송	운송 계획 이행, 안전 관리, 모듈 보호	시공사(제작사)
PC·모듈러 설치	양중, 설치, 정밀 조정, 접합부 시공(구조, 방수, 기밀, 단열), 안전 관리	시공사, 감리자
마감 및 설비	내외부 마감, 창호, 기계/전기/통신/소방 설비 시공, 이질 구간 처리	시공사, 감리자
부대 공사	토목(포장, 배수 등), 조경(식재, 시설물 등)	시공사, 감리자
시운전 및 검사	설비 시스템 시운전(TAB), 법정 검사 수검	시공사, 감리자
준공 및 인계	예비준공검사, 준공검사, 준공서류 제출, 시설물 인수인계	시공사, 감리자, 발주청

5.1.2 공정관리 계획수립

하이브리드 신축학교 공사는 RC(철근콘크리트) 현장 공사와 PC·모듈러 공장 제작 공정이 병행되므로, 계약상대자는 착공 전 전체 공사기간에 대한 공정관리 계획을 수립하여 발주청의 승인을 받아야 함

1) 공정표 작성 및 일정관리 체계

- 전체 공정표 작성: 계약상대자는 RC 공사, PC·모듈러 공장 제작, 운송, 현장 설치 및 마감 공사 등 전체 공정을 포괄하는 통합 공정표(Master Schedule)를 작성함
- 공정표는 CPM(Critical Path Method) 공정표 작성을 원칙으로 하며, 각 작업의

- 선후행 관계, 병행 관계, 소요 기간을 명확히 표기
- 주요 공정 단계별 중간완료일(Milestone)을 공정 지연 여부를 쉽게 판단할 수 있도록 설정
- 세부 공정표 작성: 전체 공정표를 기반으로 RC, PC·모듈러 제작, 설비, 마감 등 공정별 세부 공정표를 작성하고, PC·모듈러 공정은 공장 제작, 운송, 현장 설치 단계로 세분화하여 관리
- 일정관리 체계 수립: 계약상대자는 수립된 공정표에 따라 공사가 이행될 수 있도록 정기적인 공정관리 체계를 운영
 - 정기 공정보고: 주간 및 월간 단위로 공정 현황 보고서를 작성하여 감리단의 확인을 거쳐 발주청에 보고하고, 보고서에는 계획 대비 실적 공정률, 주요 작업 내용, 인력·장비·자재 투입 현황, 부진 공정 발생 시 만회 대책 등을 포함
 - 공정회의: 정기적으로 발주청, 감리단, 시공사 및 관련 하도급사가 모두 참여하는 공정 회의를 개최하여 공정 현황을 공유 및 주요 현안 협의 진행

2) 병행 공정 및 학사일정 연계관리

- 병행 공정관리: 본 하이브리드 공법의 공기 단축 효과를 극대화하기 위해 현장 RC 공사와 공장 PC·모듈러 제작을 병행 추진하는 것이 원칙
 - 현장의 기초 공사 및 RC 구조 공사가 진행되는 동안 공장에서 PC 부재 제작 및 모듈러 제작, 마감, 설비 공사를 동시에 진행하여 전체 공사기간을 단축하여야 함
 - PC 부재·모듈러는 현장 설치 일정에 맞춰 적시(JIT, Just-in-Time)에 반입될 수 있도록 운송 계획을 수립하고, 현장 야적 공간 및 기간을 최소화
 - 학사일정 연계관리: 학교시설 공사의 특수성을 고려하여, 공사 중 소음, 분진, 진동, 차량 통행 등이 학생들의 학습 활동 및 안전에 미치는 영향을 최소화하도록 학사일정과 연계하여 공정을 계획
 - 파일 항타, 대규모 굴착, 발파, PC 부재·모듈러 양중 등 소음·진동이 심한 공정은 가급적 방학 기간, 주말 또는 일과 시간 이후에 시행하는 것을 우선 검토
 - 주요 자재 반입 및 PC 부재·모듈러 운송 시 학생들의 주 등·하교 시간대를 피하여 차량 동선을 계획하고, 통학로 안전관리 대책을 수립·이행

3) 리스크 및 대응계획 수립

계약상대자는 하이브리드 공법 적용에 따라 발생할 수 있는 공정 지연 위험 요소를 사전에 식별하고, 이에 대한 대응계획을 포함한 위험 관리 계획을 수립하여야 한다.

- 주요 위험요소 식별
 - 공통: 기상 악화(혹서기, 혹한기, 장마 등)로 인한 비작업일수 증가, 자재 수급 지연
 - RC 공정: 현장 조건 변동(지반 상태, 지하수위 등)에 따른 공법 변경, 레미콘 등 주요 자재 수급 불안정
 - PC·모듈러 공정: 공장 제작 지연, 운송 경로 문제(도로 허가, 장애물 등) 발생, 운송 또는 양중 과정에서의 부재 및 모듈 손상, RC 구조물과의 접합부 시공 오차 발생, 외부 야적 시 방수 관리
 - 연계 공정: 한 공정의 지연이 다른 공정(RC↔PC·모듈러)의 착수를 지연시키는 연쇄 효과
- 대응계획 수립: 식별된 위험요소에 대한 예방 및 대응 계획을 수립하여야 하며 공정 지연 발생 시에는 즉시 원인을 분석하고 만회 공정 계획을 수립하여 발주청에 보고 및 승인을 받아야 함
- 공기 연장: 발주기관의 책임 있는 사유, 불가항력(천재지변 등), 중요 관급자재 공급 지연 등 계약상대자의 책임이 없는 사유로 공사가 지연될 경우, 관련 규정에 따라 공사기간 연장을 요청할 수 있음

4) BIM 기반 공정 시뮬레이션 활용

- 공정 계획의 정밀성을 높이고 시공 전 위험요소를 사전에 검토하기 위해 4D BIM (Building Information Modeling) 기반 공정 시뮬레이션의 활용 적극 검토 필요
- 공정 간섭 검토: RC 골조 공사와 모듈러 설치, 후속 마감 및 설비 공사 등 복합 공정의 순서를 시각화하여 공정 간 간섭 및 동선 중복 문제를 사전에 예측하고 조정
- 양중 계획 최적화: PC 부재·모듈러의 크기, 중량, 설치 위치를 고려하여 양중 장비(크레인 등)의 최적 위치와 작업 반경, 양중 순서를 시뮬레이션함으로써 안전성과 효율성 확보
- 현장 배치 계획: 공사 중 자재 야적장, 가설 시설물, 양중 장비 등의 배치를 시뮬레이션 하여 작업 공간 및 동선의 효율성 극대화

■ 4D BIM(Building Information Modeling) 기반 공정 시뮬레이션

- 개념

4D BIM은 기존의 3D BIM 모델(형상·공간 정보)에 시간 정보(Time)를 결합한 개념으로, 건설 프로젝트에서 구조물의 시공 순서와 공정 흐름을 시각적으로 시뮬레이션할 수 있게 해주는 기술이다.

- 기본구성요소

- 3D BIM: 건축물의 부재, 자재, 공간, 시스템 정보를 3차원 모델로 구현한 것
- 4D(시간 요소): 각 구성 요소(예: 벽체, 슬래브, 모듈)의 시공 일정(시작일~완료일)을 모델에 연계 즉, 4D BIM은 “언제, 어떤 공정이, 어떤 위치에서, 어떻게 시공되는지를 시각적으로 확인”할 수 있도록 해주는 도구이다.

- 주요 활용 목적

활용 분야	설명
공정 계획 최적화	모듈 적재, 양중, 설치 순서를 미리 시뮬레이션하여 병목 구간, 작업 중첩 등을 조율
시공 간섭 사전 검토	RC 구조와 모듈, 설비 배관 등 시공 순서상 충돌 가능성 조기 검토
설계-시공 연계 강화	설계 단계에서 실제 시공 흐름을 반영하여 설계도면 보완 가능
관계자 의사소통	발주자·설계자·시공자간 공정 이해 공유에 효과적(특히 학교 사용자 의견 반영 시 유리)
공사 지연 대응력 향상	실제 일정 변경 시 시뮬레이션을 통해 대체 공정 시나리오 검토 가능

5) 공정관리 계획수립 요약표

구분	주요 관리 항목	관리 주체
공정표 및 일정관리	· 통합/세부 공정표 작성 (CPM) · 정기 공정 현황 보고 (주간/월간) · 정기 공정회의 운영	시공사, 감리자
병행 공정 및 학사일정 연계	· RC-PC-모듈러 병행 공정 동기화 · JIT 기반 자재 및 모듈러 반입 계획 · 학사일정 연계 소음·분진 발생 공정 조정	시공사, 감리자, 발주청
리스크 및 대응계획	· 공정 지연 위험요소 식별 및 관리대장 작성 · 만회 공정 계획 수립 및 이행 · 공기 연장 사유 발생 시 절차 이행	시공사, 감리자
BIM 시뮬레이션	· 4D 시뮬레이션을 통한 간섭 및 안전성 검토 · 양중 및 현장 배치 계획 최적화	시공사

5.1.3 시공단계 안전관리 계획

하이브리드 신축학교 공사는 전통적인 RC 공사와 PC·모듈러 공장 제작 및 설치 공정이 복합적으로 이루어지므로, 전 과정에 걸쳐 체계적이고 통합적인 안전관리 계획을 수립하고 이행하여야 함. 본 계획의 목적은 건설 현장의 모든 유해·위험요소를 사전에 파악하고 제거함으로써 산업재해를 예방하고 안전한 교육시설을 조성하는 데 있음

1) 안전관리 기본체계 및 법적 근거

- 기본 원칙: 시공자는 「산업안전보건법」, 「건설기술 진흥법」 등 관련 법령을 준수하여 안전관리 체계를 구축하고, 근로자의 안전과 보건을 최우선으로 확보
- 안전관리 계획 수립: 시공자는 공사 착수 전 다음의 안전 관련 계획서를 의무적으로 작성하여 감리단의 검토·확인을 거쳐 발주청에 제출하고 승인 진행
 - 안전관리계획서: 「건설기술 진흥법 시행령」 제98조에 따른 수립 대상 공사의 경우, 공사 개요, 안전관리 조직, 공종별 안전점검 계획, 안전관리비 집행계획, 비상시 긴급조치 계획 등을 포함하여 작성
 - 유해·위험방지계획서: 「산업안전보건법 시행령」 제42조에 따른 수립 대상 공사의 경우, 유해·위험요인과 그 감소 대책을 포함하여 작성하고, 한국산업안전보건공단의 심사 필요
- 안전보건대장 관리: 발주자는 「산업안전보건법」 제67조에 따라 건설공사 계획, 설계, 시공 전 단계에 걸쳐 기본안전보건대장, 설계안전보건대장, 공사안전보건대장을 작성·관리하여야 하며, 시공자는 이를 이행하고 확인받음

2) 안전관리 조직 및 역할

- 「산업안전보건법」 제67조에 따라 발주자는 건설공사 계획, 설계, 시공 전 단계에 걸쳐 기본·설계·공사안전보건대장을 작성·관리하고, 시공자는 이를 이행 후 확인받음

구분	직책	주요 역할	선임/지정 기준
총괄	안전보건 총괄책임자	<ul style="list-style-type: none"> · 작업의 중지 및 재개 · 도급 시 산업재해 예방조치 · 안전인증대상 기계·기구 등의 사용 여부 확인 	총 공사금액 20억 원 이상 건설업

구분	직책	주요 역할	선임/지정 기준
현장	안전보건 관리책임자	<ul style="list-style-type: none"> · 현장의 산업재해 예방계획 수립 · 안전보건관리규정 작성 및 변경 · 안전보건교육 실시 · 작업환경 측정 및 개선 	총 공사금액 20억 원 이상 건설업
실무	안전관리자	<ul style="list-style-type: none"> · 안전보건관리책임자 보좌 및 지도·조언 · 위험성평가에 관한 보좌 및 지도·조언 · 사업장 순회 점검·지도 및 조치의 건의 	<ul style="list-style-type: none"> - 50억~120억 원 미만: 1명 이상(겸직 가능) - 120억~800억 원 미만: 1명 이상(전담)
조정	안전보건 조정자	<ul style="list-style-type: none"> · 분리발주된 공사 간의 작업 혼재로 인한 산업 재해 예방 · 작업 시기·내용, 안전보건 조치 등 조정 	2개 이상 건설공사가 같은 장소에서 행해지며, 공사 금액의 합이 50억 원 이상인 경우

3) 철근콘크리트(RC) 공정 안전관리

RC 공정은 추락, 낙하, 붕괴 등 재래형 재해 발생 위험이 높으므로 공정별 핵심 안전수칙의 철저한 준수 필요

- 가설공사: 비계, 거푸집 동바리 등 가설구조물은 구조 안전성 확보 후 설치하고, 작업발판, 안전난간, 추락방지망 등은 관련 기준에 따라 견고하게 설치
- 굴착 및 기초공사: 굴착면 기울기 기준 준수 및 흙막이 지보공 계층관리를 통한 붕괴 재해 예방
- 철근 및 거푸집 공사: 자재 인양·운반 시 하부 통제 및 신호수 배치, 거푸집 조립·해체 시 작업 순서 준수, 타설 중 변형 여부 감시
- 콘크리트 타설 공사: 펌프카 등 장비의 전도 방지 조치 및 개구부 등 추락 위험 장소 방호 조치

4) PC·모듈러 공정 안전관리

PC·모듈러 공정은 공장 제작 → 운송 → 현장 설치(양중) 단계로 구성되며, 각 단계별 특화된 안전관리 필요

- 공장 제작 단계: 용접 등 화재 위험 작업 시 안전수칙 준수, 모듈 내부 작업 시 환기 조치,

완성품 적재·보관 시 변형 방지, 모듈러 적재 중 안전관리

- 운송 단계: 적합한 운송 차량 선정 및 견고한 결속, 운송 전 경로 답사를 통한 장애 요소 파악 및 안전한 운송 계획 수립
- 현장 설치(양중) 단계:
 - 양중 계획: PC 부재 및 모듈 중량, 작업 반경 등을 고려한 상세 양중 계획 수립 후 작업 전 관계자 전원에게 주지시킴
 - 안전 조치: 작업 반경 내 출입 통제, 신호수 지정 배치, 전용 인양 고리 사용으로 수평 유지
 - 고소 작업: 작업자의 개인보호구(안전대 등) 필히 착용 및 안전대 부착 설비 확보

5) 공정 연계 착안사항

- RC 구조와 PC·모듈러 접합 등 공정 연계 시 발생 가능한 안전사고 예방 조치 필요
- 구조물 간 인터페이스 관리: PC 부재·모듈러 설치 전, 하부 RC 구조물의 콘크리트 압축강도 확보 여부 확인. 정밀 측량을 통한 접합부 시공 오차 최소화
- 동시 작업 관리: 상·하부 동시 작업 원칙적 금지. 부득이할 경우 낙하물 방지망 등 방호 조치 후 작업 실시
- 안전 정보 공유 및 협업: RC-PC 부재·모듈러 공사팀 간 안전회의 정례화 및 안전보건조정자를 통한 통합 안전대책 수립·이행

6) 안전점검·보고·기록관리 체계

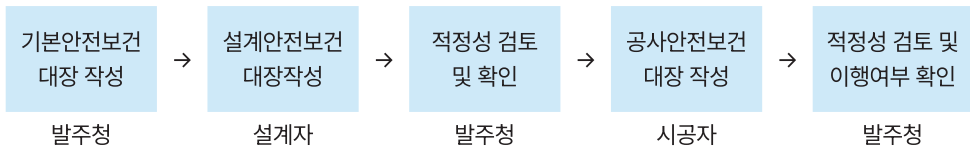
- 지속적인 안전관리를 위한 정기적인 점검, 교육 및 기록 관리 체계 구축·운영
- 안전점검: 「건설기술 진흥법」 등에 따라 자체안전점검(매일), 정기안전점검(주기적), 정밀·긴급안전점검(필요 시)을 실시하고 결과 기록·보존
- 안전교육: 「산업안전보건법」에 따른 신규·정기·특별 안전보건교육 실시 및 결과 기록
- 보고 및 기록 관리: 모든 안전 활동 결과를 문서화하여 감리단에 보고하고, 공사안전보건대장 등 관련 서류를 현장에 비치 및 관리

5.1.4 안전보건대장(기본, 설계, 공사) 작성 및 관리

1) 기본안전보건대장

- 발주자가 건설공사 계획단계부터 준공 시까지 해당 공사의 위험성을 고려하여 계획, 설계, 시공을 감독하는 발주자 주도의 선제적 재해예방관리체계

① 절차



② 대상

- 총 공사금액이 50억원 이상인 건설공사
- 시간적·장소적으로 분리된 건설공사를 일정기간 총액으로 계약한 공사의 개별 공사 금액이 50억원 이상인 경우



관련 법령 및 기준

- 「산업안전보건법 시행령」 제55조
- 「건설공사 안전보건대장의 작성 등에 관한 고시」 제3조

③ 단계별 안전보건대장의 주요내용

구분	작성 주체	작성시기	내용
기본 안전보건대장	발주자	계획단계	<ul style="list-style-type: none"> • 공사규모, 공사예산 및 공사기간 등 사업개요 • 공사현장 제반 정보 • 공사 시 유해·위험요인과 감소대책 수립을 위한 설계 조치
설계 안전보건대장	설계자	설계단계	<ul style="list-style-type: none"> • 안전한 작업을 위한 적정 공사기간 및 공사 금액 산출서 • 설계조건을 반영하여 공사 중 발생할 수 있는 주요 유해 위험요인 및 감소대책에 대한 위험성평가 내용 • 유해위험방지계획서의 작성계획 • 안전보건조정자의 배치계획 • 산업안전보건관리비의 산출내역서 • 건설공사의 산업재해 예방 지도의 실시계획
공사(제작) 안전보건대장	시공자 (제작사)	시공(제작) 단계	<ul style="list-style-type: none"> • 산업안전보건관리비 사용내역 • 설계안전보건대장에 따른 공사 수급인(하수급인 포함)의 조치계획 • 재해예방 전문지도기관의 결과 및 조치이행 여부 • 유해·위험방지계획서의 심사 및 확인 결과에 대한 조치 이행 여부



관련 법령 및 기준

- 「산업안전보건법」 제67조
- 「산업안전보건법 시행규칙」 제86조

④ 기본안전보건대장 작성방법

- 하나의 건설공사를 두 개 이상으로 분리하여 발주하는 경우에는 발주자, 설계자 또는 수급인은 안전보건대장을 각각 작성
(건설공사를 분리하여 발주하더라도 설계자 또는 수급인이 같은 때에는 안전 보건대장을 통합하여 작성)
- 발주자는 건설공사 계획단계에서 기본안전보건대장을 작성
- 발주자는 기본안전보건대장의 유해·위험요인과 감소대책에 대한 설계조건을 설계자 선정 또는 설계의 입찰 시 미리 고지
- 발주자는 설계자와 설계계약을 체결할 경우 기본안전보건대장을 설계자에게 제공



관련 법령 및 기준

- 「건설공사 안전보건대장의 작성 등에 관한 고시」 제5조, 제6조

2) 설계안전보건대장

- 설계자가 발주자로부터 제공받은 기본안전보건대장을 바탕으로, 시공 단계에서 발생할 수 있는 유해·위험요인과 그 감소방안을 설계도서에 반영하여 작성하는 안전 관리 문서

① 대상

- 총 공사금액 50억 원 이상인 건설공사
- 시간적·장소적으로 분리된 건설공사를 일정기간 총액으로 계약한 공사는 개별 공사 금액이 50억원 이상인 경우에 한하여 적용



관련 법령 및 기준

- 「산업안전보건법」 제67조
- 「건설공사 안전보건대장의 작성 등에 관한 고시」 제3조

② 확인사항

- 설계자는 발주자로부터 제공받은 기본안전보건대장을 반영하여 설계안전보건대장을 작성

- 설계자는 작성이 완료된 설계도서(설계도면, 설계명세서, 공사시방서 및 부대도면과 그 밖의 관련 서류)를 기준으로 설계안전보건대장을 작성하여 발주자에게 제출
- 설계안전보건대장을 제출받은 발주자는 안전보건 분야의 전문가에게 설계안전보건대장에 기재된 내용의 적정성 등을 검토하게 하여야 함
- 설계안전보건대장의 적정성 등의 검토를 의뢰받은 안전보건 분야의 전문가는 설계자가 예상한 시공단계의 유해·위험요인과 이의 위험성 감소방안, 공사기간 및 공사비 산정 내역의 적정성 등을 검토하고 그 결과를 발주자에게 제출
- 발주자는 검토 결과 설계안전보건대장의 개선이 필요하다고 인정되는 경우에는 설계자에게 보완·변경을 요청하거나 공사기간 또는 공사비를 조정하는 등 필요한 조치를 하여야 함
- 발주자는 건설공사 수급인 선정을 위한 입찰 시 설계안전보건대장을 미리 고지하고, 건설공사 계약 체결 시 설계안전보건대장을 수급인에게 제공



관련 법령 및 기준

- 「건설공사 안전보건대장의 작성 등에 관한 고시」 제6조

㉓ 설계안전보건대장 포함 내용

- 안전한 작업을 위한 적정 공사기간 및 공사금액 산출서
(단, 건설사업관리 결과보고서를 작성·제출받은 경우 포함하지 않을 수 있음)
- 건설공사 중 발생할 수 있는 유해·위험요인 및 시공단계에서 고려해야 할 유해·위험요인 감소방안
- 산업안전보건관리비의 산출내역서



관련 법령 및 기준

- 「산업안전보건법 시행규칙」 제86조

3) 공사안전보건대장

- 수급인(시공자)이 설계안전보건대장을 토대로, 실제 공사 중 유해·위험요인별 안전보건 조치 이행계획을 구체적으로 수립하고 발주자의 확인을 받기 위해 작성하는 현장 실행 문서
- 건설공사 발주자로부터 건설공사를 최초로 도급받은 수급인에게 설계안전보건대장을

제공하고, 그 수급인에게 이를 반영하여 안전한 작업을 위한 공사안전보건대장을 작성하게 하고 그 이행 여부를 확인

① 공사안전보건대장 검토

- 수급인은 건설공사의 착공(대지 정리 및 가설사무소 설치 등의 공사 준비기간은 착공으로 보지 않음) 전날까지 공사안전보건대장을 작성하여 발주자에게 제출
- 공사안전보건대장을 제출받은 발주자는 안전보건 분야의 전문가에게 공사안전보건대장에 기재된 내용의 적정성 등을 검토
- 공사안전보건대장의 적정성 등의 검토를 의뢰받은 안전보건 분야의 전문가는 수급인이 작성한 유해·위험요인별 안전보건 조치 이행계획의 적정성 등을 검토하고 그 결과를 발주자에게 제출
- 발주자는 검토 결과 공사안전보건대장의 개선이 필요하다고 인정되는 경우에는 수급인에게 보완·변경을 요청
- 수급인은 착공 이후 설계변경 또는 공법의 변경으로 인하여 공사안전보건대장을 변경할 필요가 있는 경우에는 이를 변경하고 발주자에게 제출



관련 법령 및 기준

- 「건설공사 안전보건대장의 작성 등에 관한 고시」 제7조

② 공사안전보건대장의 이행 확인

- 발주자는 수급인이 공사안전보건대장에 따른 안전보건 조치계획을 이행하였는지 여부를 건설공사의 착공 후 매 3개월마다 1회 이상 확인
(단, 3개월 이내에 건설공사가 종료되는 경우에는 종료 전에 확인)
- 발주자는 수급인이 공사안전보건대장에 따른 안전보건 조치 등을 이행하지 아니하여 산업재해가 발생할 급박한 위험이 있을 때에는 수급인에게 작업중단 요청 가능
- 이행 여부 확인사항
 - 설계안전보건대장의 유해·위험요인 감소방안을 반영한 건설공사 중 안전보건 조치 이행계획
 - 유해위험방지계획서의 심사 및 확인결과에 대한 조치내용
 - 건설공사용 기계·기구의 안전성 확보를 위한 배치 및 이동계획

- 건설공사의 산업재해 예방 지도를 위한 계약 여부, 지도결과 및 조치내용



관련 법령 및 기준

- 「산업안전보건법 시행규칙」 제86조

5.1.5 안전성 평가 대상 및 절차

- 교육시설과 인접한 교내·외 건설공사로 인하여 교육시설 및 교육시설이용자의 안전에 미치는 영향을 의무적으로 평가하는 제도



관련 법령 및 기준

- 「교육시설 등의 안전 및 유지관리 등에 관한 법률」 제19조

① 대상

- 건축허가 또는 건축승인 대상에 해당하는 교육시설의 건축
(단, 교육시설이용자가 없는 상태에서 이루어지는 신축, 개축 및 이전 등은 제외)
- 학교경계로부터 직선거리 4m 범위의 건설공사
- 학교경계로부터 직선거리 4m 초과 50m 이하의 범위에서 교육부장관이 교육시설의 안전에 중대한 영향을 미칠 수 있다고 인정하여 고시하는 건설공사
- 굴착깊이(H)가 2m 이상인 것으로 학교경계선으로부터의 직선거리가 굴착영향거리(L) 미만인 건설공사

$$L = 1.5H + 4.0(m)$$

H = H1 + H2 (부지 단차가 학교부지보다 낮은 경우)

H = H1 - H2 (부지 단차가 학교부지보다 높은 경우)

(L=굴착영향거리, H=적용 굴착깊이, H1=굴착깊이, H2=부지 단차)

- 3층 이상 건축물 또는 높이 10m 이상 구조물로서, 학교경계선으로부터의 직선거리가 건축물 또는 구조물의 최고높이 미만인 건설공사
- 터널공사, 발파공사인 경우
- 건축물 해체공사인 경우
 - 해체 허가: 대상
 - 해체 신고: 영향거리(굴착깊이, 구조물 높이) 산정하여 판단

② 시기

- 해당 건축 또는 건설공사 착공 전까지

③ 안전성 평가항목

항목	세부 평가항목
일반사항	<ul style="list-style-type: none"> • 안전성평가 실시 계획 • 대상 교육시설의 현황 분석 • 공사개요, 현장위치도, 전체 공정표, 설계도면, 안전관리조직표
교육시설구조 및 인접대지 지반 안전성	<ul style="list-style-type: none"> • 현장 여건 분석 • 굴착공사 및 발파공사에 의한 영향 조사 • 해체공사에 의한 영향 조사
사고 예방시설 적정성	<ul style="list-style-type: none"> • 가설공사 안전관리 계획 • 공사장 화재 안전관리 계획 • 비상시 긴급조치 계획
통학로 안전성	<ul style="list-style-type: none"> • 통학로의 범위 • 통학로 안전관리 계획 • 공사 시 교통처리 방안

5.1.6 위험성 평가 기준

- 공장(사업장) 위험성 평가의 주기는 산업안전보건법 및 그 하위 규정(사업장 위험성평가에 관한 지침)에 따라 구분되며, 정기적·주기적 실시가 아닌 최초·정기·수시 평가로 나뉨. 법적으로 강제된 고정 주기는 없으나, 실무상 매년(정기평가) 실시하는 것이 일반적



관련 법령 및 기준

- 「산업안전보건법」 제36조
- 「산업안전보건법 시행규칙」 제37조
- 사업장 위험성평가에 관한 지침(고용노동부 고시 2024-76호)

5.1.7 품질관리 및 시험기준

1) 통합 안전·품질관리 체계

- 목표: 설계도서 및 관련 기준에 부합하는 시설물의 품질을 확보하고, 시공 과정의 안전 사고를 예방하기 위한 통합 관리체계 구축

- 적용 범위: 자재의 선정·검수, 공장 제작, 현장 시공, 시험 및 검사, 준공 등 공사 전 과정에 적용함
- 관리 원칙: RC 공정과 PC·모듈러 공정의 품질이 동등한 수준으로 확보될 수 있도록 품질관리계획을 수립하고, 계획(Plan)-실행(Do)-검토(Check)-조치(Act)의 PDCA 원칙에 따라 지속적으로 관리함

2) 감리 업무 범위 및 역할

감리자는 발주청을 대리하여 시공 품질 및 안전이 확보되도록 다음의 업무를 성실히 수행하여야 함

- 계획서 검토·확인: 시공자가 제출하는 품질관리계획서, 안전관리계획서, 품질시험계획서, 시공상세도 등의 적정성 검토 및 승인
- 자재 품질 확인: 현장에 반입되거나 공장 제작에 사용되는 자재가 관련 기준 및 규격에 적합한지 검수하고, 품질시험 성적서 등을 확인
- 시험·검사 입회 및 확인: 시공 과정에서의 주요 시험 및 검사에 입회하고, 매몰되거나 후속 공정으로 확인이 곤란한 부분은 시공 전 반드시 검측하여 기록
- 성과 검토 및 판정: 시공자가 실시한 품질시험 및 검사 성과를 검토하고, 기준에 미달할 경우 불합격 처리
- 시정 및 재시공 지시: 불합격된 공정이나 자재에 대하여 시공자에게 시정, 보완 또는 재시공을 지시하고, 그 이행 결과를 확인

3) 품질관리계획서 및 안전관리계획서 수립·이행

- 수립 주체 및 시기: 시공자는 「건설기술 진흥법」 등 관련 법령에 따라 해당 공사의 규모 및 특성에 맞는 품질관리계획서 또는 품질시험계획서를 공사 착수 전에 수립하여 발주청의 승인을 받아야 함
- 품질관리자 배치: 시공자는 다음기준에 따라 해당 분야 및 등급에 적합한 품질관리자를 현장에 배치하고, 발주청에 통보하여야 함
- 계획 이행: 시공자는 승인된 계획서에 따라 모든 품질관리 업무, 시험, 검사를 성실히 이행하고 관련 기록을 작성·비치하여야 함

구분	대상공사	시험실 규모	배치 건설기술인
특급 품질관리	· 총공사비 1,000억 원 이상 · 연면적 50,000m ² 이상 · 다중이용 건축물	50m ² 이상	· 특급기술인 1명 이상 (경력 3년 이상) · 중급기술인 1명 이상 · 초급기술인 1명 이상
고급 품질관리	· 특급품질관리 대상이 아닌 · 품질관리계획 수립 대상 공사	50m ² 이상	· 고급기술인 1명 이상 (경력 2년 이상) · 중급기술인 1명 이상 · 초급기술인 1명 이상
중급 품질관리	· 총공사비 100억 원 이상 · 연면적 5,000m ² 이상 · 다중이용 건축물	20m ² 이상	· 중급기술인 1명 이상 (경력 1년 이상) · 초급기술인 1명 이상
초급 품질관리	품질시험계획 수립 대상 공사 중 중급품질관리 대상이 아닌 공사	20m ² 이상	· 초급기술인 1명 이상

4) 시험기준 및 수행체계

- 시험 일반기준: 모든 품질시험 및 검사는 한국산업표준(KS) 및 관련 법령, 설계도서, 시방서에 명시된 기준과 방법에 따라 수행함
- 수행체계: 시험은 자격 있는 품질관리자가 교정된 시험 장비를 사용하여 수행하는 것을 원칙으로 함
- 하이브리드 시험체계 구분:
 - 현장 시험: 토질, RC 구조체, 현장 반입 자재 등 현장에서 이루어지는 공정에 대한 시험
 - 공장 검사(FAT): PC 부재·모듈러의 공장 제작 완료 후, 현장 반출 전 모듈의 성능 (치수, 구조, 단열, 차음, 설비 등)을 확인하는 검사. 발주청 및 감리자는 공장 검사에 입회할 수 있음
 - Mock-up 시험: 단위 모듈러 또는 주요 접합부에 대한 실물 모형(Mock-up)을 제작하여 내화, 차음, 방수, 단열 등 주요 성능을 사전에 검증함

■ Mock-up 시험(Mock-Up Test)

- 개념

실제 시공 전, 특정 부위나 시스템을 실물 크기로 제작하여 성능, 시공성, 품질, 미관 등을 사전에 검증하는 절차를 말한다.

이는 설계 도면이나 디지털 모델만으로는 확인할 수 없는 현장 적용성 문제를 사전에 식별하고, 발주자·설계자·시공자 간 품질 기준을 합의하는 데 중요한 수단이다.

- 주요 목적

목적	설명
성능검증	누수, 내풍, 단열, 내화 등 요구 성능이 충족되는지 확인
시공성 평가	부재 간 접합, 공차, 장비 접근성 등 시공 방법과 난이도 확인
미관 및 마감 확인	재료 색상, 조도, 입면 구성, 마감질감 등 시각적 품질 평가
사전 품질 기준 설정	샘플 기준을 사전에 확정하여 본 시공 시 품질 편차 방지
사용자 피드백	학교 관계자나 교직원이 직접 보고 기능성 또는 심미성 의견 제공 가능

5) 시험 항목별 기준 및 시점 구분

구분	공정단계	시험·검사 항목	관련 기준 및 시험 방법	시점
공통	자재 반입	<ul style="list-style-type: none"> · 철근: 외관, 치수, 기계적 성질 · 레미콘: 슬럼프, 공기량, 염화물 함유량 · 강재: 재료 증명서(Mill Sheet) 확인 	KS D 3504, KS F 4009, KS D 3503 등	자재 반입 시
RC 공정	시공 중	· 굳지 않은 콘크리트 시험	KS F 2402(슬럼프), KS F 2409(공기량) 등	타설 시 120m ² 마다
	시공 후	<ul style="list-style-type: none"> · 콘크리트 압축강도 시험 · 철근 배근 검사 	KS F 2405 (압축강도) 설계도면 및 시방서	재령 7일, 28일 콘크리트 타설 전
PC 공정	공장 제작	<ul style="list-style-type: none"> · 콘크리트 압축강도 시험 · 치수 정밀도 검사 · 공장 검사(FAT): <ul style="list-style-type: none"> - 구조체, 내화·단열·차음·기밀 성능 - 균열·파손·캠버 허용오차 - 매립철물·연결철물 위치 및 상태 · PS 강재 긴장력 관리 기록 확인 	KS F 2405, KCS 14 20 01 등 승인된 시공상세도 「PC 품질기준」	제작 완료 후 현장 반출 전
모듈러 공정	공장 제작	<ul style="list-style-type: none"> · 용접부 비파괴 검사 · 치수 정밀도 검사 · 공장 검사(FAT): <ul style="list-style-type: none"> - 구조체, 내화·단열·차음·기밀 성능 - 창호, 내외부 마감 상태 - 내부 설비(전기, 기계) 작동 시험 	KCS, KS B 0845 등 승인된 시공상세도 「모듈러 품질기준」	제작 완료 후 현장 반출 전
현장 설치	접합부 시공	<ul style="list-style-type: none"> · RC-PC·모듈러 접합부 검사 · 모듈 간 접합부 검사 	설계도면, 시방서	설치 완료 후 후속 공정 전
공사 완료 후	종합 시운전	<ul style="list-style-type: none"> · 최종 기밀 성능 시험(Blower Door Test) · 최종 소음(차음) 측정 · 설비 시스템 연동 시운전(TAB 포함) 	「건축물의 에너지절약설계기준」, 「주택건설기준 등에 관한 규정」 설계도서 및 시방서	준공 전

6) 결과보고 및 조치 절차

- 결과 기록 및 보고: 시공자는 모든 품질시험·검사 결과를 시험일지에 기록하고, 「건설기술 진흥법 시행규칙」에 따른 품질시험·검사 성과 총괄표를 작성하여 감리단에 보고함
- 판정: 감리자는 시험·검사 성과를 검토하여 합격, 불합격 여부를 판정하고, 시공자에게 서면으로 통보함
- 불합격 시 조치:
 - 시험·검사 결과가 품질 기준에 미달하는 경우, 감리자는 시공자에게 서면으로 재시험, 보완 시공 또는 전면 재시공을 지시함
 - 시공자는 지시에 따라 신속하게 보완 조치를 이행하고, 재시험 또는 재검사를 통해 품질 기준을 만족함을 확인받은 후에 후속 공정을 진행해야 함
 - 주요 구조부의 중대한 결함 발생 시에는 발주청에 즉시 보고하고, 정밀안전진단 등 추가적인 조치 방안을 수립하여야 함

5.2 PC·모듈러 공장 제작 관리

5.2.1 제작계획 및 품질관리 기준

1) 제작 도면(Shop Drawing) 검증

- 시공사는 발주청으로부터 승인된 실시설계도서를 기반으로 PC·모듈러 제작을 위한 상세 제작 도면(Shop Drawing)을 작성하여 감리단의 검토 및 발주청의 승인 받을 것
- 제작 도면에는 부재의 규격, 치수, 접합 상세, 마감 상세, 설비 라인 및 개구부 위치, 양중 및 운송을 위한 부착물 위치 등을 명확히 표현하여야 함
- 제작 도면 작성 시 RC 구조와의 접합부, 부재 및 모듈 간 접합부, 설비 연결부 등을 고려하여 시공 오차 및 허용 공차 기준을 명시할 것
 - 접합부에서 단차가 발생하면 누수, 단열 성능 저하, 구조 뒤틀림 등의 문제가 발생할 수 있으므로, 공장 제작 단계에서 엄격한 치수관리와 허용오차 기준을 적용해야 함
- 제작 도면 검증 단계에서 감리단 및 발주청은 설계도서와의 부합 여부, 구조적 안전성, 시공성, 유지관리 용이성 등을 종합적으로 검토해야 함

PC 부재 공정별 주요 관리 항목

공정 구분	관리 항목	비고
거푸집(몰드) 설치	내부 치수(길이·폭·깊이)	탈형 후 부재 규격에 직결
부재 길이·폭	보·기둥·슬래브 전체 외형	KCS 41 30 10 기준 준용
철근·긴장재 배근 위치	피복두께, 긴장재 중심 위치	피복 저감 시 내구성 영향
매립 앵커·연결철물	앵커 중심, 간격, 돌출 길이	RC·타부재와의 정합 확보
설비 슬리브·개구부	슬리브 중심 위치, 직경	현장 배관 연계 오류 방지
접합면 평탄도	접합면 요철 편차	누수·단열 성능 저하 방지

모듈러 공정별 주요 관리 항목

공정 구분	관리 항목	비고
철골 프레임 가공	기둥·보 절단 길이, 치수	절단 자동화 (CNC 등) 기준
볼트 연결부 위치	볼트홀 중심, 피치 간격	정밀 천공, 시공 간섭 최소화
벽체·슬래브 패널 조립	프레임 내 패널 치수	패널 조립 틈새 최소화 필요
창호·개구부 설치	창호 위치, 수직·수평 편차	기밀·단열 성능 확보 목적
설비 매립 위치	전기박스, 덕트, 배관 내장 위치	현장 배선 연계 오류 방지
모듈 전체 외형	모듈 외형 치수(X·Y·Z축)	현장 양중 정렬 정확도 요구

2) 자재 관리

- 시공사는 PC·모듈러 제작에 사용될 모든 자재(철골 부재, 내외장재, 단열재, 창호, 설비 자재 등)에 대한 자재 수급 계획 및 검수 계획을 수립할 것
- PC 부재 제작에 사용되는 콘크리트(배합설계승인 포함), 철근, 프리스트레스 긴장재, 앵커·연결철물 등의 자재는 관련 KS 기준에 적합한 품질인증 서류를 구비하여 감리단의 검수를 받을 것
- 공장에 반입되는 모든 자재는 규격, 성능, 수량 등을 확인하고 관련 시험성적서 또는 품질인증 서류를 구비하여 감리단의 검수를 받을 것. 부적합 자재는 즉시 공장 외부로 반출하여야 함
- 검수 완료된 자재는 품질 저하(변형, 부식, 파손 등)가 발생하지 않도록 종류별, 규격별로

구분하여 적절한 환경 하에 보관·관리하여야 함

3) 제작 공정관리

- 구조체 제작: 설계 도면에 따라 철골 부재의 절단, 가공, 용접, 조립을 수행하고, 용접 부위는 비파괴 검사(NDT) 등 관련 기준에 따라 품질 검사를 실시 및 기록할 것
- 방청 및 내화: 구조체 제작 완료 후 부식 방지를 위한 방청 도장 및 화재 안전 성능 확보를 위한 내화 피복 작업을 실시하고, 도장 두께 및 시공 상태를 검사하여야 함
- 바닥/벽체/천장 설치: 설계도서에 명시된 재료 및 공법에 따라 바닥판, 벽체 패널, 천장 구조를 설치하며, 단열, 차음, 기밀 성능 확보를 위해 접합부 처리에 유의할 것
- 내·외부 마감: 내부 마감(바닥, 벽, 천장 마감재) 및 외부 마감(외장 패널, 창호 설치 등) 공사를 수행하고, 마감재의 손상 및 오염 방지에 유의함
- 설비 설치: 모듈 내부 및 PC 부재에 설치될 기계, 전기, 통신, 소방 설비 배관, 배선 및 장비 설치 작업을 수행하며, 설비 라인의 정확한 위치 확보 및 타 공정과의 간섭 여부를 확인할 것
- 공정 검사: 각 제작 공정 단계별로 자체 품질 검사를 실시하고, 주요 공정 완료 시 감리단의 중간 검사를 받을 것. 모든 검사 결과는 기록 유지하여야 함

■ 공장 제작 단계별 감리 검측 의무 기준

감리단은 아래 주요 공정 완료 시점에 공장을 방문하여 검측을 실시하여야 하며, 이를 의무 사항으로 한다. 각 검측 시점은 허용오차 기준표의 공정 구분과 연계하여 관리한다.

- 절차별 검증 기준표

단계	검측 시점	주요 시험·점검 항목	승인 기준
① 구조체 제작 완료 후	제작 완료 직후	철골 프레임 치수, 용접 부 외관, 볼트홀 위치	NDT 성적서 포함, 허용오차 기준 충족
② 내장·단열·기밀 시공 완료 후	마감재 시공 전	단열재 시공 상태, 기밀재 설치, 방수 처리	이후 은폐 항목으로 FAT 전 확인 필수
③ 설비 내장 완료 후	설비 매립 완료 직후	배관·배선 위치, 설비 초기 작동 확인	설계도서 부합 여부 확인
④ 출하 전(FAT)	현장 반출 전	치수·마감·설비 종합	발주청 및 감리자 공동 입회 원칙, 합격 시 출하 승인

4) 제작 환경 관리

- PC·모듈러 제작 공장은 각 공정을 효율적으로 수행할 수 있는 작업 공간 및 설비를 갖추어야 함
- 제작 과정 중 소음, 분진, 폐기물 등이 발생하지 않도록 관련 환경 법규를 준수하고, 적절한 방지 시설을 설치·운영할 것
- 용접, 고소 작업 등 위험 작업 시 안전보건 규정을 준수하고, 작업자 안전 교육 실시 및 개인 보호구 착용을 의무화하며, 안전 관리자를 배치하여야 함
- PC 부재 제작 시 콘크리트 타설·양생 공정의 온도·습도 관리 기준(양생 온도, 증기 공급 조건 등)을 수립하고, 동절기 또는 이상 기후 시에는 별도 보온·보양 계획을 시행하여야 함
- 제작된 모듈 또는 부재가 기상 조건에 의해 손상되거나 품질 저하가 발생하지 않도록 적절한 보양 조치를 할 것

5) 출하 전 검수

- 공장 검사(FAT): PC 부재·모듈러 제작이 완료되면 현장 출하 전, 승인된 제작 도면 및 품질 기준에 따라 최종 공장 검사(Factory Acceptance Test)를 실시하여야 함
- 검사 항목: 최종 치수, 구조체 상태, 내·외부 마감 상태, 창호 개폐 및 기밀 성능, 설비 시스템(전기 통전 시험, 절연저항, 급배수 통수 시험 등) 작동 여부, 누수 여부, 청소 상태 등을 종합적으로 검사
- 검사 주체: 시공사의 자체 검사 후 감리단 및 발주청 담당자가 입회하여 최종 검수를 실시하는 것을 원칙으로 함
- 결과 처리: 검수 결과 합격된 모듈에 한하여 출하를 승인하며, 불합격 또는 보완사항 발생 시 수정 조치 후 재검사 받을 것. 모든 검사 과정 및 결과는 문서화하여 보관하여야 함
- 검수 완료된 PC 부재·모듈러는 운송 및 현장 설치 시 손상을 방지하기 위해 필요한 보호 조치(보양 등)를 실시한 후 출하할 것

5.2.2 재사용 모듈 보수보강 관리

재사용 모듈은 신규 제작 모듈과 동등한 수준의 안전 및 성능을 확보하여야 한다. 이를 위해 해체 후 선별부터 보수·보강, 성능 검증, 기록 관리에 이르는 체계적인 관리 기준을 수립하고 준수한다.

1) 재사용 모듈 선별 기준

재사용 대상 모듈의 구조적 안전성과 내구성을 판단하기 위해 해체 후 정밀 안전점검을 실시하여 재사용 가능 여부를 판별

· 주요 선별 기준

- 구조체 검사: 주요 구조 부재(기둥, 보 등)의 영구 변형, 중대한 부식, 접합부의 손상 여부를 정밀 진단하여 구조적 안전성을 평가함
- 이력 확인: 사용 기간, 설치 위치(환경), 사용 횟수 등 기존 이력(履歷)을 확인하여 잔존 내용연수를 예측함
- 손상 상태 평가: 내·외장재, 창호, 설비 등의 전반적인 손상·훼손 정도를 평가하여 보수·보강의 경제성을 검토함
- 선별 결과 처리: 구조적 결함이 중대하거나 보수·보강 비용이 과다하여 경제성이 없다고 판단되는 모듈은 재사용 대상에서 제외하고 폐기 절차를 따름

2) 보수·보강 항목

선별된 재사용 모듈은 신규 제작 모듈과 동등한 성능과 품질 유지를 목표로 보수·보강을 실시하여야 함

① 구조체

- 경미한 변형 및 표면 부식 부위는 보강 및 방청 처리 후 재도장
- 용접 및 볼트 접합부는 구조적 성능을 재검토하고, 필요 시 재용접 또는 고장력 볼트로 교체하여 보강. 고장력 볼트는 재사용하지 않음

② 내·외부 마감재

- 파손, 오염 또는 성능이 저하된 내·외부 마감재는 신제품으로 교체하는 것을 원칙으로 함
- 단열재, 방수·기밀 시트 등 건물의 주요 성능과 직결되는 자재의 손상 부위는 전면 교체

- 창호, 출입문 등은 개폐 성능, 기밀성, 단열성을 점검하고, 부속품(하드웨어) 교체, 기밀재(Gasket) 교체 또는 필요 시 프레임 교정 및 재시공

③ 각종 설비

- 기계, 전기, 통신, 소방 설비의 전반적인 상태 및 정상 작동 여부 점검
- 노후 또는 손상된 배관·배선, 불안정한 접속 부위 등은 신품으로 교체
- 조명, 위생도기, 수전 등 교체가 용이하고 사용 빈도가 높은 설비 자재는 신품으로 교체하는 것을 적극 검토

3) 성능 검증

보수·보강이 완료된 재사용 모듈은 관련 법규 및 설계 기준에서 요구하는 신규 모듈과 동일한 성능 기준을 충족하는지 검증하여야 함

- 검증 항목: 내화, 차음, 단열, 기밀, 구조 안전성 등 「모듈러 품질기준 및 인증요건」에 명시된 모든 항목
- 검증 방법: 공인시험기관의 성능 시험성적서 제출 또는 감리단 입회하의 현장 성능 시험 실시
- 검증 계획: 보수·보강 단계별 검증 시점과 방법을 명시한 계획을 수립하고, 이에 따라 체계적으로 검증을 수행함

4) 기록 관리

재사용 모듈의 체계적인 관리를 위해 개별 모듈별 관리 이력 카드(또는 시스템)를 작성하고 영구적으로 보관하여야 함

- 관리 항목:
 - 최초 제작 정보(제작사, 제작일, 원설계 사양 등)
 - 사용 이력(총 사용 기간, 이전 설치 위치, 사용 횟수 등)
 - 해체 및 이동 이력(해체일, 이동 경로, 운송 방법 등)
 - 보수·보강 이력 수리 내역, 교체 부품, 성능 검증 결과 보고서 등)
- 활용: 해당 기록은 향후 추가적인 재사용 또는 폐기를 결정할 때의 중요한 기초 자료로 활용

■ 재사용 모듈의 보수보강 관리 단계별 절차

보수·보강된 재사용 모듈의 성능을 신규 모듈과 동등한 수준으로 확보하기 위해 설계-시공-성능 검증 단계 전반에 걸쳐 아래와 같은 검측 시점, 시험 항목, 승인 기준을 적용하여 통합 관리한다. 검측 방법 및 승인 기준의 세부 사항은 적용 시스템의 특성에 따라 제조사가 제출하고 발주청 및 감리단의 승인을 받아 적용한다.

- 절차별 검증 기준표

단계	검측 시점	주요 시험·점검 항목	승인 기준
① 모듈 해체 전	현장 해체 직전	구조 프레임 상태 (뒤틀림, 균열, 부식 등) / 외피 손상	구조 안전성 무결함 / 주요 손상 無
② 운송·이동 후	공장 또는 임시보관지 도착 시	변형 여부, 연결부 손상, 설비 탈락 여부	구조체 보전성 확인 / 설비 이상 無
③ 보수 전 중간 점검	해체 및 분해 완료 후	프레임 변형계측 / 내화피복 박리 여부 / 마감재 상태	부식 면적 ≤ 10%, 변형 ≤ 허용치 (±2mm)
④ 보수·보강 완료 후	기능부 복원 직후	단열 성능 (열관류율), 창호 기밀, 설비 작동 확인	관련 법령 기준 충족 / 시험 성적서 확보
⑤ 설치 직전 성능 검증	현장 반입 전	내화, 단열, 기밀, 구조 재확인 / 설비 동작 시험	「모듈러 품질기준」 정량 기준 충족
⑥ 설치 후 종합검측	현장 설치 완료 후	접합부 상태 / 기밀성 / 열화상·누수 검사	RC 접합부 성능 확인 / 기밀 불량 無
⑦ 기록 정리	준공 직전	전체 검측 결과 요약 및 성능보고서 작성	전 단계 이력 등록 / 승인 완료 필수

5.2.3 OSC 구조체 공장 제작 품질검사(FAT) 기준 및 절차

1) 목적

- PC 부재·모듈러가 현장으로 반출되기 전, 설계도서 및 관련 품질 기준의 충족 여부를 최종적으로 검증
- 부적합 부재·모듈의 현장 반입을 사전에 차단함으로써, 후속 공정의 품질을 확보하고 공기 지연을 방지하는 것을 목적으로 함

2) 검사 시기

- 원칙: 공장 제작 공정 중 주요 단계별로 실시하며, 최종적으로 제작 공정이 모두 완료된 후 현장 출하 직전에 실시함
- 통보: 시공사는 검사 예정일 7일 전까지 감리단 및 발주청에 검사 계획(일정, 항목, 절차 포함)을 서면으로 통보하여야 함

3) 검사 항목

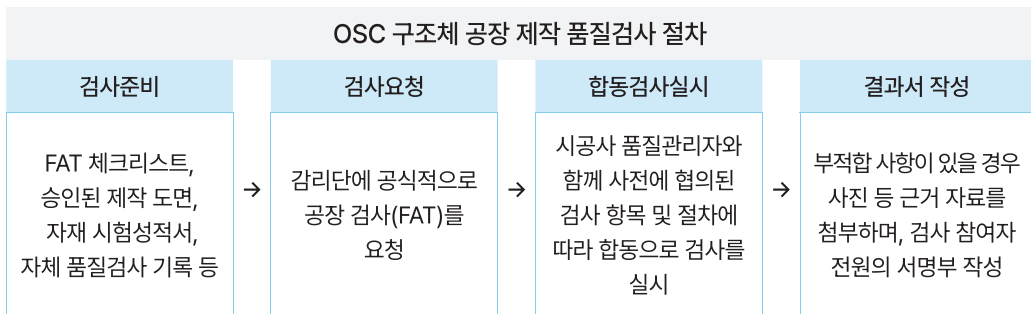
- 외관 및 치수 검사
 - 전체 길이, 폭, 높이 등 주요 치수의 허용오차 준수 여부
 - 수직·수평도, 직각도 등 모듈의 형상 정밀도
 - 내·외부 마감재의 손상, 오염, 색상 불일치 여부
 - PC 부재: 균열·파손·변형 여부, 캠버(camber) 및 휨 허용오차 준수 여부, 매립철물·연결철물의 위치 및 돌출 상태
 - 모듈러: 용접부, 볼트 접합부 등 주요 접합부의 외관 상태
- 구조 및 성능 검사 (관련 성적서 확인 포함)
 - 주요 구조 부재의 규격 및 배치 상태가 승인된 제작 도면과 일치하는지 여부
 - 내화/방화 성능: 주요구조부의 내화 성능 기준(예: 1시간 이상) 충족 여부
 - 차음/진동 성능: 세대 간 경계벽, 바닥 등의 차음 및 진동 성능 기준 충족 여부
 - 단열/기밀 성능: 외벽, 지붕, 창호 등의 단열 및 기밀 성능 기준 충족 여부
 - PC 부재: 압축강도 시험성적서 확인, PS 강재(긴장력) 관리 기록 확인
 - 모듈러: 용접부 비파괴검사 성적서, 고장력볼트 시험성적서 확인

- 설비 시스템 작동 검사

- 전기·통신 설비: 분전반, 조명, 콘센트, 스위치의 통전 및 작동 시험, 접지 상태 확인
- 기계 설비: 위생도기 및 수전의 급·배수 기능 및 누수 여부 확인, 환기 장치 정상 작동 시험
- 소방 설비: 자동화재탐지설비(감지기), 경보 설비 등 소방시설의 작동 시험

4) 검사 절차

- 검사 준비: 시공사는 FAT 체크리스트, 승인된 제작 도면, 자재 시험성적서, 자체 품질검사 기록 등 검사에 필요한 서류 일체를 사전에 준비할 것
- 검사 요청: 시공사는 자체 검사를 완료하고 준비가 끝나면 감리단에 공식적으로 공장 검사 (FAT)를 요청함
- 합동 검사 실시: 감리단 및 발주청 담당자가 입회한 가운데, 시공사 품질관리자와 함께 사전에 협의된 검사 항목 및 절차에 따라 합동으로 검사 실시
- 결과서 작성: 감리단은 검사 결과를 FAT 결과 보고서 양식에 따라 상세히 작성하고, 부적합 사항이 있을 경우 사진 등 근거 자료를 첨부하며, 검사 참여자 전원의 서명부 작성할 것



5) 불합격 시 조치

- 부적합 사항 통보: 감리단은 검사 결과 발견된 부적합(불합격) 사항을 시정조치 요구서 등 서면으로 시공사에게 즉시 통보하여야 함
- 원인 분석 및 시정 조치: 시공사는 부적합 사항의 원인을 분석하고, 시정 및 보완 조치 계획을 수립하여 감리단의 승인을 받은 후 신속히 조치할 것

- 재검사: 시정 조치가 완료되면 재검사를 요청하여 감리단 및 발주청의 최종 합격 승인을 득한 후에만 해당 모듈의 출하가 가능함
- 중대 결함: 구조 안전에 영향을 미치는 중대 결함 발생 시, 발주청에 즉시 보고하고 전문 기관의 검토 등 별도의 조치 방안을 수립하여야 함

6) 기록 관리

- 시공사는 FAT 결과 보고서, 부적합 사항 보고서 및 시정조치 결과 보고서 등 검사와 관련된 모든 문서를 체계적으로 관리하고 준공 시 발주청에 제출하여야 함
- 각 부재·모듈별 고유 식별번호를 부여하고, FAT 결과를 개별 기록지에 작성하되, 검사 항목·측정값·기준값·합격 여부·검사 일자·담당자 서명을 포함하여 체계적으로 관리
- 불합격 항목은 시정조치 및 재검사 결과를 동일 기록지에 연계하여 관리
- 보고서를 첨부하여 품질을 보증하며, 이는 시설물 이력관리의 기초 자료로 활용됨

5.3 운송 및 양중 관리

5.3.1 운반계획 및 주의사항

1) 관련 법령 검토

- 일반적으로 도로에서의 운반은 「도로교통법」 제39조(승차 또는 적재의 방법과 제한)에 따라 행하여 운반 차량의 운전자는 대통령령이 정하는 운행상의 안전기준을 넘어 승차 시키거나 적재한 상태로 운전하여서는 안됨
- 운반은 「도로교통법 시행령」 제22조(운행상의 안전기준)에 의거하며, 이 기준을 초과하는 부재의 운반은 「도로교통법 시행령」 제23조(안전기준을 넘는 승차 및 적재의 허가)에 의거하여 출발지를 관할하는 경찰서장의 허가를 얻어 운반

<운반제한요인>

- 도로조건 : 폭 2.75m, 높이 4~4.2m
- 운반트럭 : 폭 2.5m, 높이 4.0m, 길이 16.7m, 중량 40ton
- 차량운행 : 폭 2.5m, 높이 4m, 길이 16.7m, 중량 40ton

- 단, PC·모듈러와 같이 공장 제작 시「자동차 및 자동차 부품의 성능과 기준에 관한 규칙」 제114조(기준적용의 특례)를 적용할 경우, 별표31에 따라 길이 19m 이내, 너비 2.75m 이내, 최대 안전 경사 각도 30도, 최소회전반경 15.5m까지 가능하며 완충장치는 제외할 수 있음

「자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙」 길이·너비 등에 대한 특례기준

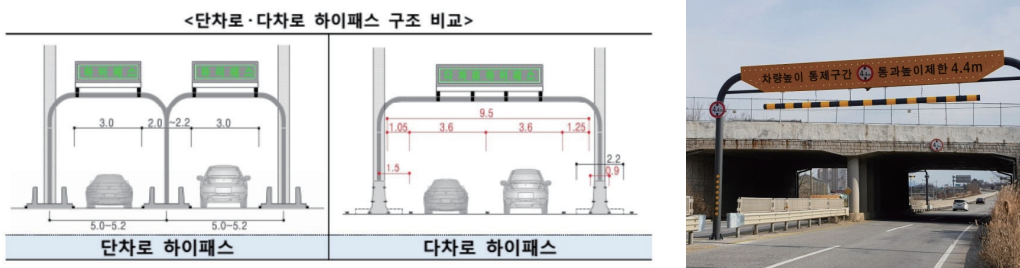
항목	특례기준	대상차종
길이	19미터 이내	가. 플트레일러 연결자동차 나. 저상트레일러 연결자동차 다. 센터차축트레일러 연결자동차 라. 굴절버스
너비	2.75미터 이내	가. 컨테이너운송용 풀카고트럭, 컨테이너운송용 풀카고트레일러 나. 저상트레일러 다. 보도용 자동차(TV중계차 등) 라. 환경측정용 자동차 마. 2층대형승합자동차
최대안전 경사각도	30도	가. 콘크리트 운반전용의 자동차 나. 최고속도가 매시 60킬로미터 이하인 화물 및 특수자동차 다. 삭제 <2010.3.29>
최소회전반경	15.5미터 이내	가. 보도용 자동차(TV중계차 등) 나. 특수구조자동차 등 국토교통부장관이 해당 자동차의 제작 특성상 특히 필요하다고 인정하는 자동차
완충장치	설치 예외	가. 노면청소작업차 나. 특수구조자동차 등 국토교통부장관이 해당 자동차의 제작 특성상 특히 필요하다고 인정하는 자동차
서리 및 안개 제거장치, 환기장치	설치 예외	최고속도가 매시 25킬로미터 미만인 자동차

주) 길이 항목의 대상차종 중 플트레일러 및 센터 차축 트레일러 연결자동차의 주행폭원은 차로중심선의 반경(Rc) 140미터를 적용한 다음의 계산식에 의하여 산출된 값이 2.896미터보다 작은 값이어야 함

2) PC 부재·모듈러 운반차량 재원 및 이동 시 주의사항

- 톨게이트(하이패스) 및 터널 통행 허용 높이는 4.5m이며, 저상형 트레일러(운송차량)의 기본 적재 사양은 길이 12m, 너비 2.75m, 높이 4.0m 기준
 - 단, 터널의 경우 터널별로 통과 높이가 상이하므로 반드시 경로에 있는 터널의 통과 높이를 확인해야 함
- 운송 경로 및 현장 진입 시 선두/후미 유도 차량 및 안전 유도 요원 배치계획을 수립하고, 안전관리 안내서에 따른 체크리스트를 활용하여 사전 점검 필요

[그림 5-1] PC 부재·모듈러 운반차량 통행 하이패스 구조 비교



- 전반적인 운반용 차량은 전장 17m, 전고 4.4m, 전폭 3.6m 정도로 이동 시 2차선 이상 일반도로가 필요하며, 코너회전 반경은 17m 이상 확보해야 함
 - 저상형 트레일러 최대안전 경사각도는 30°로 오르막길 경사 시 완만해야 함
 - 상황에 따라 차량통제, 블라드, 보도블럭, 가로등, 휀스, 문주가 철거될 수 있음

[그림 5-2] (참조) 모듈 운반 차량 재원

모듈러 운반 차량 재원



5.3.2 양중기(이동식 크레인) 설치 시 고려사항

PC 부재·모듈러 설치를 위한 양중 계획은 단순 시공공정이 아닌, RC 구조물·기초의 하중 전달 체계와 국부 안전성에 직접 영향을 미치므로, 반드시 설계 단계에서 구조적 연계성을 고려하고, 사전 시뮬레이션, 구조 해석, 보강 계획이 포함된 구조계산서와 설계도서로 명확히 반영해야 한다.

1) 일반사항

- 모듈러 교차 설치 시에는 대체로 이동식 크레인을 사용하여 설치하고 있음
- 한국산업안전보건공단의 '이동식 크레인 양중작업의 안전성 검토지침'에서는 이동식 크레인의 선정 시 아래 사항을 고려하도록 규정
 - 작업장 조건, 기상조건(풍향, 풍속, 기온 등), 지형, 작업 반경을 고려한 이용 가능 면적, 기계가 위치하는 지반 지지력, 취급물의 중량, 형상, 크기, 인양높이 또는 거리, 이동속도, 이동 횟수, 작업량 등 고려
 - 작업반경과 인양높이, 인양하중과의 상관관계 고려(작업반경 증가 시 인양하중 감소, 수평면 붐의 각도 커지면 인양하중 커짐)
 - 붐의 각도는 일반적으로 55~78도가 적정하며, 임계하중 상태에서 좌우 회전 시 전도 위험이 있으므로 임계하중 적절히 산정(아웃리거 장착 트럭크레인 임계하중의 85% 이내)
 - 연약지반·경사 지반 작업 시 인양 능력 및 지반 지지력 검토, 부판·철판 설치 등 침하 및 넘어짐 방지조치

크레인 및 양중기 지지대 검사 의무화(감리자 입회)

조치사항	감리자의 역할 및 입회 의무	근거 법령 및 지침
작업계획 승인	감리자는 계약자가 제출한 양중 작업 계획서(인양 능력 계산서, 지반 지지력 검토 결과 포함)를 사전에 검토하고 승인	「건설기술 진흥법」 제39조
지지대설치 입회 검사	크레인 설치 시 감리자 또는 감리단 소속 안전 관리자의 입회 하에 크레인 아웃리거 작동 상태와 부판/철판 설치 상태를 점검하고, 지반의 침하 및 넘어짐 방지 조치에 대한 적정성을 최종 확인하는 것을 의무화함	「건설기술 진흥법」 운영규정
작업 중지 권한	감리자는 지지대의 침하 발생, 크레인 수평 불량, 인양 능력 초과 등 안전상의 위험이 발견될 경우 즉시 양중 작업을 중지시킬 수 있는 권한을 행사해야 함	「산업안전보건법」 제51조

■ 크레인 및 양중기 설치/운용 시 제한 조건

- 풍속 제한 조건

구분	제한 기준	조치 사항	법적 근거
운전 제한	순간 풍속이 10m/s 초과 시	양중 작업 중단 및 크레인 운전 제한	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제163조 제1항
설치/수리 작업 제한	순간 풍속이 15m/s 초과 시	크레인의 설치, 수리, 점검 또는 해체 작업을 일시 중지	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제152조
주의 사항	모듈은 표면적이 넓어 바람의 영향(횡하중)을 크게 받으므로, 풍속계 등으로 풍속을 실시간 측정하고 기준치 근접 시 감리자 판단하에 작업을 중단해야 함		

- 기온 및 기상 특보 제한 조건

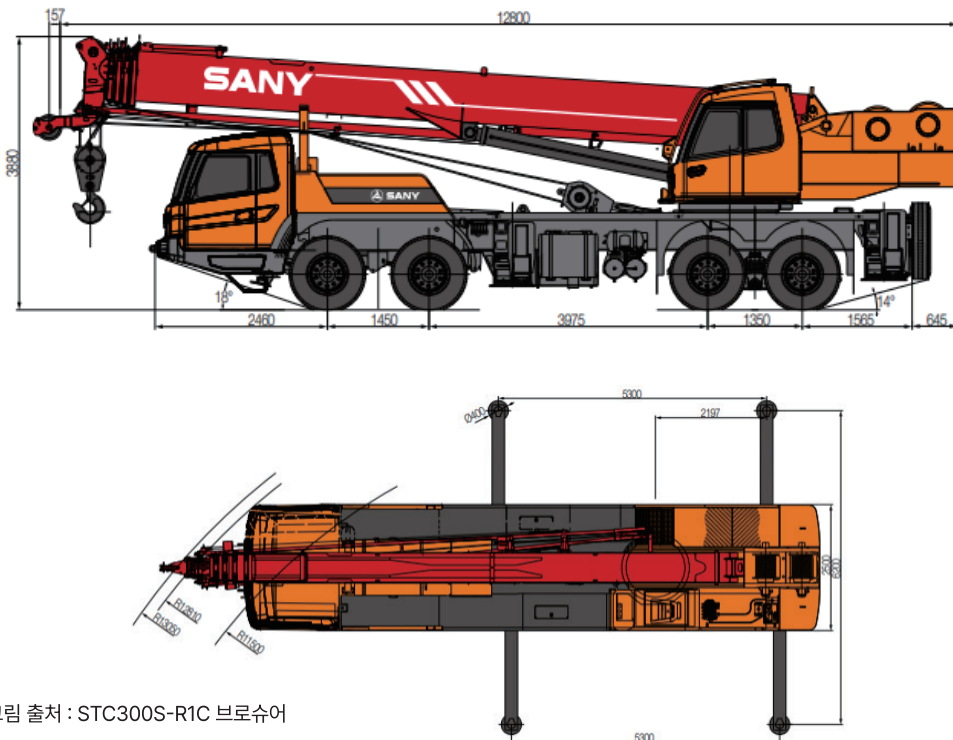
구분	제한 기준	조치 사항	근거 법령 및 지침
이상 저온	영하 5°C 이하	유압유 점도 변화 및 장비 성능 저하를 방지하기 위해 사전 예열 및 저온 성능 점검을 강화하고, 장시간 작업 시 휴식 시간을 부여해야 함.	「산업안전보건법」 (작업 환경 관리)
이상 고온	33°C 이상 (폭염주의보/경보)	작업자의 열사병 등 온열질환 예방을 위해 1시간당 10~15분 이상의 휴식과 충분한 수분 공급 조치 의무화.	「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제567조 (온열 환경에 대한 조치)
기상 특보	호우, 대설, 강풍, 태풍 특보 발령 시	모든 양중 작업을 즉시 중단하고 크레인 붐대 (Boom)를 최저 위치로 내리거나 안전하게 지지대에 고정해야 합니다.	「건설기술 진흥법」 (재해 예방 의무)

이동식 크레인 안전작업 절차

절차	준수사항
1. 작업계획 수립 및 검토	<ul style="list-style-type: none"> - 일반 안전사항 (인양작업계획서 수립, 인양능력표 확인, 방호장치 인증확인, 안전교육 이수한 운전원, 작업책임자, 신호수 확인) - 이동식 크레인 선정 및 고려사항 (위험성평가 수행, 크레인의 위치설정)
2. 장비 반입 및 설치	<ul style="list-style-type: none"> - 이동식 크레인 설치시 준수사항 (크레인 진입로 확보, 아웃트리거 설치 시 지지력 확인) - 작업 전 확인사항 (지반 수평도 확인, 권과방지장치나 조정장치, 인양능력 최종 확인)
3. 작업시	<ul style="list-style-type: none"> - 작업 중 안전수칙 (인양물의 무게 중심, 주변장애물 확인, 슬링 및 해지장치, 샤클, 방호장치 확인, 운전원과 신호수 커뮤니케이션 확인) - 운전원 준수사항 (크레인 작업중 운전석 이탈 절대금지, 경사지 또는 요철지반 작업 시 사전검토 해당 여부 인지할 것)
4. 작업 종료	<ul style="list-style-type: none"> - 작업 종료 시 안전수칙

출처: 한국산업안전보건공단 이동식 크레인 양중작업의 안전성 검토지침 참조

[그림 5-3] 이동식 크레인 30ton급 제원(예시)



* 그림 출처 : STC300S-R1C 브로슈어

2) 구조 및 기초 검토

※ 아래 내용을 참고하되, 현장의 모든 구조 기준 및 성능을 확보해야 함

① 지반 지지력 확인 및 기초 보강

- 목적: 크레인 설치 위치의 지지력 부족으로 인한 침하, 전도, 변형을 방지
- 내용:
 - 크레인 배치 예정 지점의 지반조사 결과를 확인하고, 최소 지지력 요구치(예: 200kN/m² 이상)가 확보되는지 검토
 - 지지력 부족 시, 아래 보강 조치 중 하나 이상 적용:
 - 두꺼운 철판(플레이트) 다단 깔기
 - 사석 또는 고강도 매트 설치
 - 철근콘크리트 패드 시공
 - 작업 반경 내 매설물 유무(맨홀, 배관, 케이블 등) 확인 후 위치 변경 또는 하중 분산 필요

② RC 구조물의 내하력 및 처짐 검토

- 목적: PC·모듈러가 올려질 RC 슬래브 또는 기둥 상부가 설치 하중에 충분히 버틸 수 있는지 검토
- 내용:
 - 부재 및 모듈 설치 위치의 슬래브 설계하중(Dead + Live Load)에 비해 실제 부재 및 모듈의 무게 및 양중 집중하중이 과도하지 않은지 확인
 - 슬래브 위에 올리는 경우에는 점하중 또는 선하중에 의한 국부 처짐, 균열 발생 가능성 분석
 - 보와 기둥은 OSC 부재의 하중을 수직으로 분산하여 전달할 수 있도록 상세 설계
 - 필요 시 슬래브에 분산판(Distribution Plate) 설치 계획

③ OSC 부재 지지점 국부보강 검토

- 목적: 하부 지지점에 하중이 집중되어 구조적 약점을 만들지 않도록 보강
- 내용:
 - 부재 및 모듈이 접촉하는 RC 보·슬래브 부위에 하중 집중 방지용 강판 보강 또는 두께 증가 설계
 - 모듈 지지 프레임이 수평으로 안정되도록, 기초 또는 슬래브 위에 레벨 패드, 선트 베이스 등 수평 보조구조물 설치 고려
 - 바닥 고정 시 앵커 방식(케미컬·기계식)의 위치 및 하중 전달 경로를 구조계산서에 반영

④ 크레인 하중의 주변 구조물 간섭 검토

- 목적: 크레인 붐 회전, 부재 및 모듈 스윙 경로가 RC 구조물과 간섭되지 않도록 사전 시뮬레이션
- 내용:
 - 부재 및 모듈 양중 시 크레인 회전 반경 내 RC 기둥, 벽체, 슬래브 돌출부 간섭 여부 확인
 - 4D BIM 또는 충돌 분석 툴을 활용해 모듈의 이동 경로와 구조물 사이 간격 확보
 - 필요 시 모듈 리깅(rigging) 각도, 슬링 길이, 고정 지점 조정

⑤ 기초 구조 설계 시 부재 및 모듈 하중 영향 반영

- 목적: 부재 및 모듈 적층 하중이 기존 RC 하부 기초에 예상 외 집중하중을 유발하지 않도록 설계 반영
- 내용:
 - RC 기초(독립기초, 연속기초, 매트기초 등) 설계 시, 모듈 단위의 집중 하중 분포도를 구조해석에 포함
 - 모듈러의 하중 전달 방식(점접촉 or 면접촉)에 따라 기초 형식 조정
 - 모듈이 적층되어 총 3~4층에 도달하는 경우, 기초에서의 지반반력 분포 불균형 여부 확인
 - 필요 시 말뚝 보강(PHC, SC 등) 또는 기초 폭·두께 증설 설계

5.3.3 OSC 구조체 설치 및 접합부 안전관리

* 각 구조 시스템에 적합한 안전관리 계획 및 성능 검증 보고서를 제작 업체로부터 제출받아 관리할 필요가 있으며, 제작 업체마다 제작 방식 등이 상이하므로 이를 고려하여 관리함

1) 접합부 시공 시 구조적 안전 확보 기준

접합부는 구조적으로 취약점이 되기 쉬우므로, RC 구조물-OSC 구조체, OSC 구조체 간, OSC 구조체-슬래브 등의 모든 접합부에서 설계 기준에 따른 안전성을 확보해야 한다. 구체적인 기준은 다음과 같다.

① RC 기초 ↔ PC 부재 접합: 기초 타설 전 양카프레임을 설계도서에 따라 정확한 위치에 매립하고 콘크리트를 타설함. 양생 완료 후 양카프레임과 PC 부재 기초부를 연결하고 무수축 그라우트를 충전하여 하중이 균일하게 전달되도록 체결하는 방식

- 연결철물의 위치·규격이 설계도와 일치해야 함
- PC 부재 설치 전에 받침 모르타르(bearing pad) 또는 그라우트 패드의 두께·평탄도를 검측하여 부재 레벨의 적정성을 확인해야 함
- 연결철물에는 설계에서 정한 규격의 제품을 사용하고, 그라우트 충전 후 양생 완료 전까지 임시 지지물을 유지하여 부재 이탈 방지조치를 시행
- 접합 후 PC 부재와 기초의 연결 상태가 견고한지 점검하여 구조적으로 일체화되도록 해야 함

② RC 기초 ↔ 모듈러 접합: RC 기초 상부에 앵커볼트나 매립플레이트 등을 통해 모듈러 하부 프레임 체결하는 방식

- 앵커볼트의 위치, 개수, 직경 등이 설계도와 일치해야 하며, 앵커볼트와 내부 철근 간 간섭이 없어야 함
- 1층 모듈러 설치 전 앵커볼트 배치 정확도와 베이스 플레이트 레벨을 검측하여 시공 방법의 적정성을 확인해야 함
- 앵커볼트에는 충분한 정착 길이와 품질을 가진 제품(예: 케미칼 앵커 사용 시 승인된 성능품)을 사용하고, 너트 조임 후 이탈 방지조치(예: 이중너트, 용접)를 시행
- 접합 후 모듈러와 기초 연결상태가 견고한지 점검하여 구조적으로 일체화되도록 해야 함

- ③ OSC 구조체 간 접합: 접합부는 수평방향과 수직방향 모두 존재하며, 각 구조 방식에 따라 다음과 같이 접합함
- PC 부재: 설계에 따라 건식접합(연결철물·고장력 볼트) 또는 습식접합(토픽 콘크리트·그라우트)으로 부재 간을 체결하는 방식으로, 건식접합 시 연결철물의 규격 및 볼트홀 위치가 설계도와 일치해야 하며, 습식접합 시 접합면 처리(쪼개기, 세척 등) 후 그라우트 또는 콘크리트를 빈틈없이 충전하여 양생해야 함
 - 모듈러: 수직 적층 시 상하 모듈의 기둥부나 코너에 연결철물(플레이트, 브래킷)을 배치하고 고장력 볼트 또는 용접으로 접합하는 방식으로, 모든 모듈 간 볼트홀 위치가 정확히 맞아야 하며 설계된 볼트 개수를 빠짐없이 체결해야 함. 접합 철물은 구조용 강재와 용접재를 사용하고 방청도장을 실시
 - 수직도와 수평도를 계속 측정하여 층간 누적 편차가 허용치 이내로 유지되도록 해야 하며, 접합 후에는 구조체의 일체 거동이 확보되는지 반드시 확인
- ④ OSC 구조체 ↔ 슬래브 접합: 슬래브에 미리 매립된 인서트플레이트나 앵커판에 OSC 구조체를 접합
- PC 부재: PC 부재와 슬래브 접합부의 매립철물을 연결한 후 접합부 공간에 무수축 그라우트를 충전하여 일체화하는 방식으로, 설계하중 전달이 충분히 이루어지도록 연결 철물의 크기와 그라우트 사양을 결정해야 함. 필요 시 PC 슬래브 상부에 현장타설 토픽 콘크리트를 시공하여 합성 슬래브로 거동하도록 하는 방안도 있음
 - 모듈러: 용접 또는 볼트 연결 방식으로 모듈과 슬래브를 체결하는 방식으로, 접합 철물의 크기·용접사양·볼트강도를 결정해야 함. 슬래브 가장자리나 모듈 보 상단에 전단 연결재를 설치하여 두 구조체를 일체화하거나, 슬래브 콘크리트를 현장타설하여 합성 시키는 방안도 있음
 - 모든 접합부는 구조설계 기준(KDS 14, 41 시리즈 등) 및 내진 성능을 만족해야 하며, 부재 간 단차 없이 밀착 접합하고 필요한 경우 그라우트를 충전하여 접합면을 빈틈없이 채워 구조 거동을 개선해야 함
- ⑤ 접합부 상세 설계 준수: 모든 접합부는 사전에 구조기술사가 검토한 설계도면 및 시방서를 따라 시공해야 하며, 현장에서 접합부 상세를 변경할 필요가 생기면 반드시 설계자의 승인을 거쳐야 함

- 내진상 중요한 접합부는 현장에서 임의 변경을 엄격히 금지하며, 내화피복·방청도장 등 내구성 조치도 도면대로 실시해야 함
- 접합부마다 고력볼트 지압면이나 마찰면 상태가 양호해야 하며, 접촉면 간격(faying gap)이 없도록 조여 구조적으로 일체화되도록 함
- PC 부재 접합부는 그라우트 충전 상태 및 양생 완료 여부를 확인한 후 후속 공정을 진행해야 함

2) 관련 KS·KDS 및 건설기술 기준 (법적 근거)

PC·모듈러의 설계·시공에는 일반 건축물에 준하는 각종 법정 기준이 적용되며, OSC 구조체의 구조와 접합부 시공에 관련된 주요 표준과 법적 근거는 다음과 같다.

① 한국산업표준(KS): 강재 및 볼트류 자재는 KS 규정을 따라야 함

- PC 부재: 콘크리트는 KCS 14.20.00(콘크리트공사 일반) 및 KCS 41.30.00(건축물 콘크리트공사) 을 적용하며, 철근 및 PS강재는 KCS 14.20.00을 따름. PS 강재 중 PC 강선·강연선은 KS D 7002/7009 적용
- 모듈러: 구조용 강재는 KS D 3864 등을 적용하며, 설치 정밀조정을 위해 턴버클 볼트를 쓸 경우 KCS 기준을 우선 적용하고 KS F 4512/4513 참조
- 고장력볼트 세트는 KS B 1010 (6각 볼트·너트·평와셔 세트) 및 KS B 1012 (너트), 앵커용 기준은 KS B 1016 (기초 볼트), 와셔는 KS B 1324/1326 (스프링/평와셔) 등을 따름

② KDS (Korea Design Standard): 대한민국 건설기준은 KDS로 통합되어 있으며, 구조 설계와 시공 시 관련 KDS를 준수해야 함

- 건축 구조 일반설계기준은 KDS 14 00 00 구조설계기준으로 제시되어 있고, 건축물 특성에 따라 PC 부재는 콘크리트구조 설계기준(KDS 14 20 00) 및 프리캐스트 콘크리트 관련 기준을, 모듈러는 강구조 설계기준(예: KDS 41 31 00 건축물 강구조 설계기준)을 적용
- 내진설계의 경우 건축물 내진설계 기준(KDS 41 10 00 등)과 교육부 제정 학교시설 내진설계기준을 따라야 함
- OSC 구조체를 적용한 학교시설이라 하더라도 「건축물의 구조기준 등에 관한 규칙」

에서 요구하는 구조 안전성 및 내진성능을 확보해야 하며, 필요 시 건축구조기술사의 구조안전 검토를 받아야 함

- ③ **건설기술 진흥법 및 관련 규정:** 해당 사업은 국가공사에 준하는 교육시설 공사이므로, 「건설기술진흥법」상의 품질관리, 안전관리 규정을 따라야 함
- 예를 들어, 시공 단계별 품질관리계획과 안전관리계획을 수립·제출해야 하고, 주요 구조부 접합 전후로 안전성 평가를 실시할 수도 있음
 - 또한 「산업안전보건법」 및 동 규칙에 따라 크레인 작업계획 수립, 양중 작업 시 보호구 착용, 신호수 배치 등의 수칙을 지켜야 하며, 작업구간내 접근통제, 추락방지시설 설치 등 산업안전 기준을 준수해야 함
- ④ **교육시설 관련 지침:** 교육부와 시·도교육청에서는 PC·모듈러 학교 적용을 위한 별도 가이드라인을 마련하고 있음
- 이 지침들은 법적 강제성은 없지만, 학교시설 특성을 반영한 세부 기준 (성능 요구사항, 재사용 기준, 유지관리 등)을 담고 있어 참고해야 함
 - 공장 제작 부재를 사용하므로, 제작 단계에서의 품질인증(예: 모듈러 건축 성능인증, PC 품질인증 등) 취득 여부를 확인하고 관련 서류를 제출해야 함
 - 특히 학생 안전을 고려해 가설건축물 수준 이상의 구조·내화·피난 성능 확보를 권고하고 있으며 임시교사의 경우에도 관련 법령상의 성능요건(내진, 단열, 차음 등)을 충족할 것을 요구하고 있음
- ⑤ **그 외 기준:** 그 밖에 관련되는 기준으로 건축법 및 동 시행령/시행규칙(피난·방화구조 기준 등), 소방법(임시소방시설, 소화기 비치 등), 전기설비기술기준 등이 해당 시설에 적용됨
- 「건설공사 품질관리 규정」에 의거한 콘크리트 강도시험, 용접부 비파괴검사 등의 품질시험과 「시설물의 안전 및 유지관리 특별법」에 따른 사용 전 안전점검 등을 수행하게 됨
 - 공장출하 전 부재검사(강도시험, 외관검사 등)를 실시하고, 현장 반입 시 성적서와 대조하여 적합 여부를 확인해야 함

3) 시공단계 검사·시험 항목

시공 종과 완료 후에는 다양한 검사와 시험을 통해 설치 및 접합부의 품질을 확인해야 하며, 주요 검사·시험 항목은 다음과 같다.

① 육안검사(Visual Inspection): 가장 기본적인 방법으로, 각 공정 완료 후 담당자나 감리자가 접합부 상태를 직접 눈으로 확인함

- PC 부재: 부재에 균열·파손·변형이 없는지, 접합부 그라우트 충전 상태와 양생 여부가 적절한지, 연결철물의 누락이나 변형이 없는지 등을 확인해야 함
- 모듈러: 모듈에 변형·균열·손상이 없는지, 볼트 접합부에 빠짐 또는 풀림이 없는지, 용접부에 용접 불량(언더컷, 크랙)이 없는지 등을 확인해야 함
- 체크리스트에 따라 모듈의 치수 및 수직도, 수평도 상태도 확인하며, 이상이 있으면 즉시 보완

② 볼트 체결 검사지: 체결 토크 시험 또는 볼트 축력 확인 시험 실시

- 시공 완료 후 무작위로 선정한 고장력볼트 몇 개에 대해 토크렌치로 실제 조임 토크를 측정하고, 설계 요구값과 비교
- 토크 편차가 큰 경우 해당 구간 볼트를 전수 재조임하거나 토크 보정계수 시험을 거쳐 다시 체결
- 경우에 따라 초음파 측정기로 볼트의 인장력(축력)을 추정하여 설계준응 여부를 확인하기도 하며, 시운전 진동 등으로 볼트 풀림이 우려되는 부위는 마킹해 두었다가 일정 기간 후 마킹 어긋남이나 풀림이 없는지 재확인함

③ 용접부 비파괴검사: 현장 용접이 수행된 접합부(예: 모듈과 내진요소 연결 등)에 대해서는 용접 후 초음파 탐상(UT), 자기분말 탐상(MT) 등을 실시하여 내부 결함이나 크랙이 없는지 검사

- 특수 임계 용접부는 100% 전수검사하고 일반 부위는 표본 검사를 하여, 결함이 발견되면 보수용접 후 재검사
- 또한 용접 후 초기변형이 발생했는지, 잔류응력으로 인한 변형이 모듈 간에 누적되지 않았는지도 시공 중 계속 모니터링함
- PC 부재의 경우 현장 용접 접합부가 있는 경우 동일하게 비파괴검사를 실시하고, 그라우트 습식접합부는 충전 상태를 타음검사 등으로 확인해야 함

- ④ 수밀 및 기밀 테스트: 접합부를 통한 누수나 외기 유입 여부도 중요한 품질 항목이 될 수 있음
 - 부재·모듈 간 접합부, OSC 구조체와 기존 건축물 접합부 등에 대해 물테스트(물 뿌림 시험)를 실시하여 빗물이 스며들지 않는지 확인하고, 필요 시 실링재 보강 등 보완작업을 실시
 - 창호나 패널 접합부의 방수·기밀 성능도 시공 중 검수하여, 결로나 풍압하 빗물 유입이 없도록 시정
- ⑤ 정밀 계측(계획에 따라): 다층 구조의 경우, 시공 단계에서 구조계측 시스템을 설치하여 변위나 하중을 모니터링할 수 있음
 - 조립 완료 후 수평변위나 층간 변형률(drift)을 계측하여 설계범위 내인지 확인
 - 필요 시 장기 모니터링 센서를 부착하여 시간경과에 따른 거동(크리프, 긴결부 풀림 등)을 추적하며, 이상징후 시 즉각 보강조치를 취함

5.4 현장 시공 관리

5.4.1 착공 준비 및 착공 서류 확인

1) 주요 내용

계약상대자는 공사 착수 전 설계도서의 면밀한 검토, 현장 조건 확인, 법적 요구 서류 제출 등 제반 준비를 완료하여 공사의 품질 및 안전을 확보하고 원활한 공정 수행의 기반을 마련하여야 한다. 하이브리드 구조의 특성을 고려하여 RC 공정과 PC·모듈러 공정 간 연계 계획을 사전에 수립하는 것이 필수적이다.

① 설계도서 검토 및 현장 조건 확인

- 설계도서 검토: 계약상대자는 발주청으로부터 제공 받은 설계도서(설계도면, 시방서, 내역서, 구조계산서 등)의 내용이 상호 일치하는지, 누락 또는 오류는 없는지, 시공상의 문제점은 없는지를 검토하여야 함. 특히 RC 구조와 PC·모듈러의 접합부 상세, 공중 간 간섭 사항을 사전에 확인하여야 함
- 현장 조건 확인: 착공과 동시에 대지 경계 및 현장 지형을 확인 측량하고, 지중 매설물(전기, 통신, 가스, 상하수도 등)의 유무 및 위치를 관련 기관에 확인하여 공사 중 발생할 수 있는 장애 요인을 사전에 파악하여야 함

② 착공 서류 제출 및 승인

- 계약상대자는 계약 체결 후 관련 법령 및 계약 조건에서 정하는 바에 따라 착공에 필요한 제반 서류를 구비하여 공사감독자(감리자)의 확인을 거쳐 발주청에 제출하고 승인을 받아야 함

주요 착공 서류		
구분	주요 제출 서류	주요 내용 및 확인 사항
기본서류	착공신고서 (착공계)	공사명, 계약금액, 계약 및 준공 연월일 등 명시
	현장기술인 지정신고서	현장대리인, 안전·품질·보건관리자 등의 자격 및 배치 계획 확인
	건설공사 공정예정표	RC-PC·모듈러 공정 연계를 포함한 전체 공사 예정 공정표
품질/안전/ 환경 계획	품질관리계획서 또는 품질시험계획서	총공사비 5억 원 이상 등 대상 공사의 품질 시험 계획
	안전관리계획서	10층 이상 건축공사 등 대상 공사의 안전관리 계획
	유해·위험방지계획서	지상높이 31m 이상 건축물 등 대상 공사의 재해 예방 계획
	환경관리비 사용계획서	비산먼지, 소음·진동 방지, 폐기물 처리 등 환경관리비 집행 계획
계약 관련	공사도급 계약서 사본 및 산출내역서	계약 내용 및 공사비 구성 내역 확인
	직접시공계획서	도급금액 70억 원 미만 공사의 직접 시공 비율 및 계획
기타	착공 전 현장사진	공사 전 현장 상태 기록
	도시가스배관 등 안전조치 협의서	굴착 공사 전 가스 배관 등 안전 조치에 대한 관계 기관 협의

2) 중점 관리 사항

① 공통 관리 사항

- 모든 착공 서류는 상호 내용이 일치해야 하며, 관련 법령에서 정한 기준 및 양식에 따라 작성되었는지 확인
- 특히 안전 및 품질 관련 계획서는 현장 특성과 하이브리드 공법의 위험 요소를 충분히 반영하여 실효성 있게 수립되었는지 검토

㉔ RC 공정관리 사항

- 설계도서 검토 시 RC 구조체의 시공 오차 범위가 PC·모듈러와의 접합에 미치는 영향을 분석하고, 정밀 시공 방안을 수립하였는지 확인
- 굴착 공사 전 인접 대지 및 시설물 현황을 파악하여 공사로 인한 피해 방지 대책을 수립하였는지 확인

㉕ [특화] OSC 구조체 공정 연계 관리 사항

- 공정 연계: 전체 공정표 상에 PC·모듈러의 ① 공장 제작 기간, ② 운송 기간, ③ 현장 설치 및 접합 기간이 현장 RC 공정과 유기적으로 연계되어 있는지 중점 검토
- 제작 계획 확인: 착공 서류에 PC·모듈러 제작 공장의 품질관리 계획 및 공장 검사(FAT) 계획이 포함되었는지 확인
- 운송 계획 검증: PC 부재·모듈러의 크기 및 중량, 운송 경로의 도로 여건(폭, 높이, 회전반경) 등을 고려한 상세 운송 계획이 수립되었는지 확인
- 기초 정밀도: PC 부재·모듈러가 설치될 RC 기초 및 앵커볼트의 위치, 레벨 등의 시공 정밀도 관리 방안이 시공계획서에 포함되었는지 확인

5.4.2 가설공사 및 가설안전시설

1) 주요 내용

본 공사의 원활한 수행과 근로자 및 학생의 안전 확보를 위해 공사 착수 전 가설 시설물에 대한 종합적인 계획을 수립하고, 공사기간 중 철저히 유지·관리하여야 한다. 하이브리드 공법의 특성을 고려하여 PC 부재·모듈러의 반입, 양중, 설치에 필요한 가설 동선 및 장비 계획을 포함하도록 구성한다.

① 가설공사 계획

- 가설 시설물 계획: 공사 착수 전 현장 여건을 고려하여 가설 사무실, 자재 야적장, 가설 전기 및 용수 시설, 세륜 시설, 가설 울타리 등의 배치 계획을 수립하여야 함
- [특화] PC·모듈러 공정 연계: PC·모듈러 운송 차량의 진·출입로, 회전 반경, 하차 공간 및 양중 장비(크레인 등)의 작업 위치와 작업 반경을 고려하여 가설 동선 및 시설물 배치를 계획하여야 함

- 가설 구조물 계획: 비계, 거푸집 동바리, 흙막이 등 주요 가설 구조물은 사전에 구조적 안전성을 검토한 시공 상세 도면을 작성하여 감리단의 승인을 득한 후 설치하여야 함

㉔ 가설안전시설 종류 및 기준

- 공사 현장의 추락, 낙하, 붕괴 등의 재해 예방을 위해 다음의 가설안전시설을 관련 법규 및 기준에 맞게 설치하여야 함
- 추락 방지 시설: 작업발판, 안전난간, 개구부 덮개, 추락방지망 등
- 낙하·비래 방지 시설: 낙하물 방지망, 수직 보호망, 방호 선반 등
- 안전 통행 시설: 가설 계단, 경사로, 내·외부 통로 등
- 기타: 공사장 경계 표시, 안전·보건 표지, 야간 조명 설비 등

2) 중점 관리 사항

㉑ 가설 시설물 관리

- 가설 울타리 및 공사 표지판: 공사 구역과 외부를 명확히 분리하고, 통행인 및 차량의 안전을 위해 적정 높이(1.8m 이상)의 가설 울타리를 설치함. 공사개요, 안전수칙 등을 명시한 표지판을 출입구 등 잘 보이는 곳에 게시하여야 함
- 가설 전기 및 용수: 가설 전기는 분전반의 누전차단기 설치 등 감전 방지 조치를 철저히 하고, 공사용 용수는 동파 방지 및 배수 처리에 유의하여 관리함.
- 세륜 시설: 공사 차량 출입구에 세륜 시설을 설치·운영하여 토사 등 오염 물질이 외부 도로로 유출되는 것을 방지하여야 함

㉒ 가설 구조물 안전 관리

- 비계: 시스템 비계 사용을 원칙으로 하며, 구조 검토에 따라 수직재, 수평재, 가새재를 견고하게 설치하고 벽 이음으로 고정하여 붕괴를 방지하여야 함. 작업발판은 전 구간에 걸쳐 빈틈없이 설치하고, 안전난간과 발끝막이판을 설치하여 추락 및 낙하를 방지하여야 함
- 거푸집 및 동바리: 콘크리트 타설 전후 거푸집 및 동바리의 변형, 변위 여부를 지속적으로 점검하고, 콘크리트가 충분한 강도에 도달하기 전에는 해체하지 않도록 존치 기간을 준수하여야 함

③ [특화] OSC 구조체 양중 관련 안전 관리

- 양중 장비: 양중 계획에 따라 선정된 크레인은 작업 전 장비 제원, 성능, 검사 이력 등을 확인하고, 지반의 지지력을 검토하여 전도 방지 조치를 하여야 함
- 작업 반경 통제: 양중 작업 시 작업 반경 내에 작업자 및 외부인의 출입을 엄격히 통제하고, 신호수를 배치하여 장비 조종사와 명확한 신호체계를 유지하여야 함
- 고소 작업 안전: PC 부재·모듈러 설치 및 접합부 작업 시 안전대 부착 설비 설치, 안전난간 우선 설치 등 추락 방지 조치를 선행하여야 함

④ 통학로 및 주변 안전 관리

- 학생들의 주 등·하교 동선과 공사 차량 및 작업자 동선을 명확히 분리하고, 필요 시 안전 통학로를 별도로 확보하여야 함
- 공사 현장 인근 통학로에는 안전 펜스, 안내 표지판, 안전 지킴이(신호수) 등을 배치하여 학생들의 안전한 통행을 유도하여야 함
- 분진 및 소음 발생 작업 시에는 방진벽, 방음벽 등을 설치하여 학습 환경 침해를 최소화하여야 함

5.4.3 기초 및 골조 공사

1) 주요 내용: RC 구조 공사

① 기초 공사

터파기 및 대지 준비: 굴착 전 지반조사 보고서 및 지장물 현황을 확인하여야 함. 터파기는 규준틀에 따라 정확한 위치와 깊이를 확보하고, 비탈면 안정성 및 배수 대책을 수립해야 함

- 기초 형식별 시공:
 - 지내력기초: 기초 저면의 지지력을 평판재하시험 등으로 확인하고, 기준 미달 시 양질토 치환 등 보강 조치 후 시공하여야 함
 - 말뚝기초: 시험타 및 재하시험을 통해 설계 지지력을 확인하고, 이를 바탕으로 분향 타 시공 기준(관입량, 최종 경타량 등)을 수립 및 준수할 것
 - [특화] 기초부 시공: OSC 구조체가 안착될 기초 콘크리트 및 앵커볼트는 제작 도면

(Shop Drawing)에 명시된 위치와 레벨에 따라 허용 오차 범위 내에서 정밀 시공 하여야 함

㉔ 골조 공사

- 거푸집 및 동바리 공사: 시공 전 구조 안전성 검토를 완료하고, 콘크리트 측압에 변형이 없도록 견고하게 설치하여야 함. 콘크리트 타설 중 및 타설 후 지속적으로 상태를 점검하고, 해체는 콘크리트 압축강도가 확보된 후 존치 기간 기준을 준수하여 시행할 것
- 철근 공사: 철근은 가공 및 조립 전 유해한 녹이나 이물질을 제거하고, 설계도면에 따라 정확한 위치에 배근하여야 함. 이음 및 정착 길이, 최소 피복 두께 기준을 철저히 준수하고, 고임재 및 간격재를 사용하여 위치를 견고하게 고정해야 함
- 콘크리트 공사: 레미콘 반입 시 인수 검사(슬럼프, 공기량, 염화물 함유량 등)를 실시하고, 타설 시 재료분리가 발생하지 않도록 함. 충분한 다짐을 실시하고, 타설 후에는 균열 방지를 위해 규정에 따른 습윤 양생을 실시하여야 함

2) 중점 관리 사항: OSC 구조체 설치 및 접합부 공사

① 설치 준비

- 현장 검측: PC 부재 설치 전, 받침 모르타르·패드의 레벨 및 다월바·앵커의 위치·수직도를 재확인하고, 허용 오차 초과 시 보정 작업을 선행하여야 함. 모듈러 설치 전, 선행된 RC 구조물의 시공 정밀도(기초 상단 레벨, 앵커볼트 위치 및 수직도 등)를 재확인하고, 허용 오차 초과 시 보정 작업을 선행하여야 함
- 안전 계획: 양중 장비(크레인)의 설치 위치 및 지반 상태, 작업 반경 내 안전 구역 설정 등 양중 안전 계획을 최종 점검해야 함. PC 부재의 형상·중량에 따른 인양점 위치 및 스프레더 빔 사용 여부를 사전에 검토하고, 부재별 인양 계획서를 작성하여야 함

② 설치(양중) 및 정렬

- 승인된 양중 계획에 따라 모듈을 안전하게 인양하고, 신호수의 지시에 따라 설계된 위치에 안착시킴
- 모듈 안착 후 수직·수평 정밀 계측을 통해 위치를 조정하고, 전체적인 정렬 상태를 확인한 후 가접합(가볼팅)을 실시함

③ 접합부 시공

- 본접합: 접합 방식은 설계도서에 명시된 공법(용접, 고장력 볼트 체결 등)을 따를 것. RC 구조와의 접합은 임베디드 플레이트(Embedded Plate) 또는 브라켓 등을 사용하여 연결함
- 품질 검사: 용접 접합부는 비파괴 검사를 실시하여 품질을 확인하고, 고장력 볼트 체결부는 규정된 토크 값으로 조임 후 전수 검사를 실시하여야 함

④ 접합부 마감 및 성능 확보

- 구조 접합 완료 후, 접합부의 내화 성능, 방수, 기밀, 단열 성능을 확보하기 위한 후속 마감 공사 실시
- 특히, 모듈 간 접합부(Joint)는 누수 및 결로의 취약 부위이므로, 시방서에 따라 방수·기밀 테이프, 충전재, 실링재 처리 등을 철저히 시공하고 검사하여야 함

5.4.4 마감, 창호, 유리 공사

1) 주요 내용

건축물의 내구성, 기능성, 심미성을 결정하는 최종 단계의 공사로서, 설계도서 및 시방서에 명시된 품질 기준을 철저히 준수하여 정밀하게 시공하여야 한다. 특히 RC 구조와 PC·모듈러가 만나는 이질 접합부의 마감 처리는 하자를 예방하고 일체감 있는 공간을 구현해야 한다.

① 마감 공사

- 내부 마감: 바닥, 벽, 천장의 바탕 처리 후 설계도서에 지정된 타일, 석재, 도장, 시트, 흡음재 등 최종 마감재를 시공하는 공정
- 외부 마감: 외부 벽체의 마감재(벽돌, 석재, 금속 패널 등)를 시공하여 건물의 입면을 완성하고, 방수 및 단열 성능을 확보하는 공정
- [특화] 접합부 마감: RC 구조와 PC·모듈러, 또는 부재 및 모듈 간 접합부의 단차 및 이질감을 해소하고, 구조체의 신축·팽창에 대응할 수 있도록 내·외부 마감재를 연결·처리하는 공정

② 창호 공사

- 개구부에 창틀 및 문틀을 설치, 고정하고 틈새를 채우는(사춤) 공정
- 창짝 및 문짝을 설치하고, 손잡이, 경첩, 도어클로저 등 관련 하드웨어(철물)를 부착하여 정상적인 개폐 기능을 확보하는 공정

③ 유리 공사

- 창호 프레임에 설계 규격에 맞는 유리를 끼우는 공정
- 유리 고정을 위한 부자재(가스켓, 세팅블록, 백업재 등)를 설치하고, 실링(코킹) 처리하여 기밀 및 방수 성능을 확보하는 공정

2) 중점 관리 사항

① 마감 공사

- 바탕 처리: 모든 마감 공사 전, 바탕면의 평활도, 건조 상태, 이물질 유무를 철저히 확인하고, 부착력이 저하되지 않도록 깨끗하게 처리할 것
- 타일 및 석재 공사: 타일 나누기 도면에 따라 기준선을 설정하고 시공하며, 접착 모르타르가 타일 뒷면에 충분히 채워졌는지 두들김 검사를 통해 확인할 것. 줄눈 폭을 일정하게 유지하고, 시공 후 즉시 표면을 청소하여 백화 현상을 방지하여야 함
- 도장 공사: 도장 전 바탕면의 요철을 퍼티 등으로 평활하게 처리하고, 시방서에 명시된 도장 횟수 및 도막 두께를 준수할 것. 작업 시 적정 온·습도(기온 5°C 이상, 상대습도 85% 이하)를 유지하고, 인접 부위는 비닐 등으로 보양(마스킹)하여 오염을 방지하여야 함
- [특화] 접합부 마감: 접합부는 마감재의 단차나 균열이 발생하지 않도록 정밀 시공하여야 함. 특히, 내부 마감재(석고보드, 바닥재 등)의 연결 부위는 신축에 대응할 수 있는 공법(예: 조인트테이프, 신축 줄눈)으로 보강하고, 외부 접합부는 방수·기밀 성능이 확보되도록 2중, 3중의 마감 처리를 검토할 것
- PC 부재: 건조수축·크리프에 대응하는 탄성 실란트·백업재 적용 및 표면 평활도 확보 요구
- 모듈러: 열팽창·수축에 의한 변위가 마감재에 전달되지 않도록 완충 처리 및 프라이머 적용 필요

㉔ 창호 및 유리 공사

- 틀 설치 및 고정: 창호를 설치 시 수직·수평을 정확히 맞추고, 구조체에 견고하게 고정하여야 함. 틀 주위는 모르타르 또는 우레탄폼으로 틈새 없이 밀실하게 충전(사춤)하여 단열 및 기밀 성능을 확보할 것
- 유리 끼우기 및 실링: 유리 하부에 세팅블록을 설치하여 유리의 하중을 분산시키고, 유리 와 프레임 간 적절한 간격을 확보하여야 함. 실링(코킹) 작업 시에는 프라이머 도포 및 백업재를 사용하여 3면 접착을 방지하고, 기포 없이 균일하게 충전하여 누수를 예방할 것
- 성능 확인: 창호 설치 완료 후, 창짝 및 문짝의 개폐 상태(여닫힘, 휨, 뒤틀림 등), 잠금장치 등 하드웨어의 정상 작동 여부, 유리 파손 및 긁힘 여부를 전수 검사할 것

마감, 창호, 유리 공사 관리 요약표

공종	주요 관리 항목	품질 기준 및 검사 방법	관련 시방서/기준
마감	바탕면 평활도 및 건조 상태	육안 및 장비 검사	KCS 41 35 01 (미장공사)
	타일·석재 부착 상태	두들김 검사, 접착력 시험	KCS 41 40 01 (타일공사)
	도장 두께 및 마감 상태	도막두께 측정, 육안 검사	KCS 41 45 01 (도장공사)
	[특화]접합부 단차 및 균열	육안 및 정밀 계측	시공상세도
창호	프레임 수직·수평, 고정 상태	수평계, 다림추 등 계측	KCS 41 55 01 (창호공사)
	사춤(충진) 밀실도	육안 및 타진 검사	시방서
	개폐 성능 및 하드웨어 작동	전수 기능 검사	시공상세도
유리	유리 파손, 긁힘 여부	전수 육안 검사	KCS 41 55 02 (유리공사)
	실링(코킹) 충전 상태	육안 및 계측 검사 (폭, 깊이)	시방서

5.4.5 시공 단계별 관리 특화사항

하이브리드 신축학교는 RC 공정과 PC·모듈러 공정이 유기적으로 결합되므로, 각 전문 공종(설비, 전기, 소방 등)의 시공 관리는 단계별 특성을 고려하여 체계적으로 이루어져야 한다.

1) 기계설비 공사

① 기초 및 RC조 단계

- 슬리브(Sleeve) 및 매립 배관 시공: 콘크리트 타설 전, 향후 설비 배관이 관통할 위치에 도면과 일치하는 규격의 슬리브를 정확히 설치하고 견고하게 고정할 것
- 장비 기초 및 앵커 설치: 펌프, 물탱크 등 중량 장비가 설치될 위치에 장비 하중을 고려한 기초 및 앵커를 사전에 매립 시공하여야 함

② [특화] OSC 구조체 설치 및 접합 단계

- 모듈 간 설비 연결(Connection): 상하좌우 모듈 간 연결되는 급수·급탕·난방·오배수 배관의 연결부(커넥터, 플랜지 등) 시공 시, 누수가 발생하지 않도록 정밀 시공 후 압력 시험을 통해 이상 유무를 확인할 것
- RC-OSC 구조체 연계: RC 코어(PD, EPS)에서 PC 부재·모듈러로 인입되는 주배관의 연결 작업을 수행하고, 구조체의 신축·팽창에 대응할 수 있도록 신축 이음(Flexible Joint) 등을 검토·적용하여야 함

③ 마감 및 설비공사

- 장비 설치 및 연결: 위생도기, 냉·난방기, 환기 장치 등 각종 기계 장비를 설치하고 주배관과 연결함
- 보온 및 마감: 모든 배관에 대해 설계도서에 명시된 규격의 보온재를 사용하여 결로 및 동파를 방지하고, 배관 식별이 가능하도록 마감 테이프로 마감할 것
- 종합 시운전: 모든 기계설비 시스템 설치 완료 후, 부하 및 연동 시험 등 종합 시운전(TAB 포함)을 통해 시스템의 정상 작동 여부 최종 확인

2) 전기·정보통신설비 공사

① 기초 및 RC조 단계

- 매입 배관·박스 시공: 콘크리트 타설 전, 전선관, 스위치 박스, 콘센트 박스 등을 철근 배근과 간섭되지 않도록 도면에 따라 정확한 위치에 설치하고 견고하게 고정할 것
- 접지 설비: 구조체 접지 및 피뢰 설비를 위한 접지선, 접지 단자함 등을 설계에 따라 시공하여야 함

㉔ [특화] OSC 구조체 설치 및 접합 단계

- 부재·모듈 간 배선 연결: PC 부재·모듈러 간 전력, 통신, 소방 신호선 등을 연결하며, 연결부에는 점검이 용이하도록 분기 박스(Junction Box)를 설치함. 구조체의 신축·변위를 고려하여 가요전선관(Flexible Conduit) 사용을 검토할 것
- RC-OSC 구조체 연계: RC조 EPS/TPS실에서 PC·모듈러동으로 연결되는 주간선(전력, 통신)을 포설하고, 모듈 내 분전반 및 단자함에 연결함

㉕ 마감 및 설비공사

- 입선 및 결선: 전선관 내에 용도 및 규격에 맞는 전선을 입선하고, 각 분전반, 단자함, 배선기구에 결선함
- 기구 설치: 조명기구, 콘센트, 스위치, 감지기, 스피커 등 각종 기구를 최종 마감면에 맞춰 설치할 것
- 사용 전 검사: 전체 전기 공사 완료 후, 「전기안전관리법」에 따른 사용 전 검사를 수검하여 안전성을 승인받아야 함

3) 소방설비 공사

㉑ 기초 및 RC조 단계

- 배관 슬리브 설치: 소화 배관(스프링클러, 옥내소화전 등)이 관통하는 벽체 및 바닥에 방화구획 성능을 만족하는 슬리브를 사전 매립

㉒ [특화] OSC 구조체 설치 및 접합 단계

- 배관 및 배선 연결: PC 부재·모듈러 간 소화 배관 및 소방 전기(감지기, 경보 등) 배선을 연결하고, 연결부의 성능(내압, 도통 등)을 확인할 것
- 방화구획 관리: PC 부재·모듈러와 RC 코어의 접합부, OSC 구조체 간 접합부의 틈새는 내화 충전재로 밀실하게 마감하여 방화구획이 관통되지 않도록 철저히 관리하여야 함

㉓ 마감 및 설비공사

- 장비 및 기구 설치: 스프링클러 헤드, 감지기, 발신기, 옥내소화전함, 유도등 등을 설계된 위치에 설치

- 소방시설 완공검사: 전체 소방시설 공사 완료 후 관할 소방서의 완공검사를 받아 성능을 승인받아야 함

4) 토목 및 조경 공사

① 기초 및 RC조 단계

- 부지 조성: 건물 배치에 따라 대지 정리, 터파기, 되메우기 등 부지 조성 공사를 시행. 우·오수, 상수도 등 지하 매설 관로를 계획된 구배와 위치에 설치하여야 함
- [특화] 가설 동선 확보: PC 부재·모듈러 운송 차량 및 양중 장비의 하중을 견딜 수 있도록 현장 내 임시 진입로 및 작업 공간의 지반을 견고하게 다짐 및 보강할 것

② 마감 단계

- 포장 및 구조물: 주차장, 보도, 운동장 등 포장 공사를 시행하고, 옹벽, 배수로, 담장 등 부대 구조물 공사를 마감함
- 조경 공사: 교목 및 관목 식재, 잔디, 조경 시설물 설치 등 조경 공사를 시행하여 녹지 공간을 조성함

학교시설 OSC 공법 적용을 위한 설계·시공·운영 통합 가이드라인

VI. 준공 및 개교 단계

- 6.1 시운전 및 예비 준공
- 6.2 베이크아웃 및 실내 공기질 검사
- 6.3 준공 및 시설물 인수인계
- 6.4 개교 준비 및 지원

VI. 준공 및 개교 단계

6.1 시운전 및 예비 준공

6.1.1 시운전 및 예비 준공검사 절차

1) 시운전

- 목적: 설치 완료 후 설비 및 장치가 정상 작동하는지 확인하고, 설계 성능 기준 준수 여부 검증
- 주요 절차
 - ① 발주기관 입회 하에 내·외부 마감, 장치 설치 상태 확인
 - ② 개별 설비 점검: 냉난방기, 환기 장치, 전기, 통신, 소방설비 등
 - ③ 설계 성능 시험: 온도, 습도, 점등, 절연저항, 통신링크 테스트 등
 - ④ 시스템 연동 시험: 화재 발생 시 방송·환기 연동, 다중 설비 상호작용 확인
 - ⑤ 최대 부하 상태 운전: 설비 안정성 점검
 - ⑥ 결함 목록화 및 보완: 발견 사항 즉시 조치 후 재점검

2) 예비 준공검사

- 목적: 준공 전 미진 사항 사전 보완
- 주요 절차
 - ① 준공 30일 전 실시
 - ② 건설사업자가 품질검사 완료 후 품질시험 총괄표 제출
 - ③ 품질시험 및 검사 성과 총괄표 검토 및 시정 사항 확인



관련 법령

• 「건설기술 진흥법 시행령」 제78조

6.1.2 사용 전 검사 등 각종 필증 이행

- 소방시설 준공검사, 도시가스 완성검사, 전기사용전 검사, 구내 통신선로 설비 검사, 승강기 검사, 정화조 준공검사 등 각종 준공필증 검사
- 실내공기질 측정 결과보고서
- 교육시설통합정보시스템 시설현황 입력 (용지·건물·공간 현황)

6.2 베이크아웃(Bake-out) 및 실내 공기질 검사

6.2.1 실내 공기질 관리 및 검사 범위

1) 공기질 관리 항목

오염물질 항목		기준
미세먼지	PM10	75($\mu\text{g}/\text{m}^3$)이하 * 체육관은 150($\mu\text{g}/\text{m}^3$)이하
	PM2.5	
이산화탄소		1,000(ppm)이하(단, 기계식환기시설은 1,500(ppm)이하)
폼알데하이드		80($\mu\text{g}/\text{m}^3$)이하
총부유세균		800(CFU/ m^3)이하
낙하세균		10(CFU/실당)이하
일산화탄소		10(ppm)이하
이산화질소		0.05(ppm)이하
라돈		148(Bq/ m^3)이하
휘발성 유기화합물	총휘발성 유기화합물	400($\mu\text{g}/\text{m}^3$)이하
	벤젠	30($\mu\text{g}/\text{m}^3$)이하
	톨루엔	1,000($\mu\text{g}/\text{m}^3$)이하
	에틸벤젠	360($\mu\text{g}/\text{m}^3$)이하
	자일렌	700($\mu\text{g}/\text{m}^3$)이하
	스티렌	700($\mu\text{g}/\text{m}^3$)이하
석면		0.01개/cc이하
오존		0.06ppm이하
진드기		100마리/ m^3 이하(10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하)



관련 법령

- 「학교보건법 시행규칙」 3조(환경위생 및 식품위생의 유지관리) 별표 4의2

2) 점검 방법

- 신축학교는 주요 8개 항목(폼알데하이드, 총휘발성유기화합물, 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 자일렌, 스티렌, 라돈) 전문기관 의뢰 점검
- 환기 기준 초과 시 저감 조치 후 재검사



관련 법령

- 「학교보건법 시행규칙」 별표 4의2(신축학교 공기 질 등의 관리기준)

3) 공기질 관리 방안

- 건축재료 및 가구류 등은 화학물질 방출이 적은 친환경 자재 사용, 접착제, 페인트 등 액상 자재의 적정 사용량 준수
- 액상 자재 사용량 준수, 청소 시 화학세제 최소화
- 수납 가구 문·서랍 개방 후 충분히 환기
- 주기적 베이킹아웃(Bake-out) 실시

6.2.2 모듈러 교사 공기질 관리

- 정기점검: 상·하반기 연 2회, 오염물질 12항목 전문기관 의뢰
- 특별점검: 설치 완료 후 3~6개월마다 3년간 실시

항목	주요 내용	비고
최초 점검	- 건축물 사용 승인 검사 같음	
사전 점검	- 새로운 비품 등이 구비 완료된 상태에서 실사용 전 실시 - 베이킹아웃을 주기적으로 실시 후 사용 전 전문기관 의뢰하여 공기질 측정 - 유지·관리 기준 접합 시에만 교실 사용 가능	
사용중 점검	- 사용 시작일로부터 1년 이내 공기질 점검 실시 - 3개월마다 1회 공기질 점검 실시 - 1년 초과 후 3년까지는 6개월마다 공기질 점검 실시	

- 총별 1개 이상 교실 측정
- 5실 초과 시 총별 2개 이상 교실을 측정
- 일반교실>특별교실>기타교실 순으로 점검 교실 선정

- 측정교실 선정: 층별 1~2개 교실, 일반교실>특별교실>기타 순
- 사용 전/중 점검 및 필요 시 베이크아웃 실시 후 재검사



관련 법령

- 「교육부 고시 제2021-10호, 2021.2.26.」 (학교 환경위생 및 식품위생 점검 기준)
- 「학교보건법시행규칙」 별표6

모듈러 교사 공기질 안전관리 방안

구분	모듈러 업체	학교
설치단계	<ul style="list-style-type: none"> • 사용 전 8개 항목(폼알데하이드, 총휘발성유기화합물, 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 자일렌, 스티렌, 라돈) 초과 여부 점검 • 초과 시 베이크아웃 실시 후 저감 조치 후 재검사 진행 	<ul style="list-style-type: none"> • 모듈러 설치 후 가구 등을 이전 및 설치 후 8개 항목(폼알데하이드, 총휘발성유기화합물, 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 자일렌, 스티렌, 라돈) 초과 여부를 전문기관에 의뢰하여 검사 • 초과 시 베이크아웃 실시 후 저감 조치 후 재검사 진행하고 기준에 적합할 경우 사용
사용 중	<ul style="list-style-type: none"> • 하자담보책임 기간 내 공기질 기준 초과 시 원인 자재 분석 및 교체 지원 • 정기점검 결과 기준 초과 시 시공·자재 하자 여부 확인 및 조치 	<ul style="list-style-type: none"> • 일상 점검 및 정기점검(연 2회) 실시하고 정기 점검은 전문기관에 의뢰



관련 법령

- 「학교보건법 시행규칙」 [별표4의2]
- 「공기질의 유지 관리기준」 제3조제1항제3호의2 관련에 따른 성능확보

6.2.3 베이크아웃(Bake-out) 실시 시기 및 방법

- 베이크아웃(Bake-out)이란 실내 공기 온도를 높여 건축자재나 마감재에서 나오는 유해물질의 배출을 일시적으로 증가시킨 후 환기하여 유해물질을 제거하는 환기 방법

1) 실시 시기

- (공사 완료 직후) 내부 마감재 완료 후, 가구 및 전자제품 등이 설치되기 전에 실시
- (입주 전 단계) 베이크아웃 실시 후 충분한 환기 시간 필요

2) 실시 방법

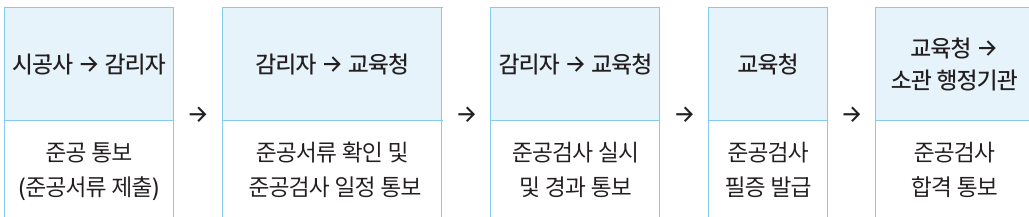
단계	방법 및 설명
1단계(실내 밀폐)	- 외기로 통하는 모든문, 창문, 환기구 등을 밀폐
2단계	- 수납 가구의 문, 서랍 등을 모두 개방 - 가구 등의 포장재(종이나 비닐 등) 제거
3단계(온도 상승)	- 열풍기, 히터 등으로 실내 온도를 33~38°C 유지 - 실내 온도를 8시간 유지하여 유해물질 분해 및 증발
4단계(환기)	- 온도 유지 후 창문과 출입문을 개방 - 강제환기(팬 이용)를 통해 유해 가스를 밖으로 배출 - 2시간 이상 환기
5단계(측정 및 평가)	- 1~4단계 순서대로 3회 이상 반복 실시 - 베이크아웃 후 실내 공기질 검사를 실시하여 적정 수준 확인

6.3 준공 및 시설물 인수인계

6.3.1 준공검사 점검 사항

1) 준공검사

- 건축물의 품질이 설계도서와 시방서, 내역서 등에 의하여 제대로 시공되었는지 확인
- 준공검사 업무 절차



2) 준공통보(준공서류 제출)

- 계약상대자는 공사를 완성한 때에는 그 사실을 준공신고서 등 서면으로 계약담당자에게 통지
- 건설공사의 준공보고서에는 다음의 서류 및 자료를 첨부

제출서류	세부 내용
준공검사원	• 준공 1개월 이전에 먼저 제출
준공신고서	-
요금납부 확인서	• 기존시설의 원상복구 확인 • 전기 및 수도요금 비용 정산
준공사진	• 매몰부, 공사 중 기록 사진 • 설치기자재 사진 제출 • 사진첩, 사진파일
준공도서	• 준공도면(PDF파일 포함) • 구조계산서 • 내역서
품질기록	• 품질시험대상 및 품질시험총괄표 • 품질인증서 사본 • 각종 시험성적서 • KS자재 목록
안전관리	• 제출 후 사후정산 • 안전교육일지(산업안전보건법에 의한 안전교육 실시 서류, 사진 포함) • 안전관리비 사용내역서(현장배경 사진, 감리자 서명 세금계산서, 거래명세서) • 개인보호구 지급대장
환경관리	• 제출 후 사후정산 • 환경보전비 사용내역서(현장배경 사진, 감리자 서명 세금계산서, 거래명세서)
4대보험 증빙서류	• 제출 후 사후정산 • 국민, 건강, 노인장기요양보험료 • 산재, 고용보험 가입 증명원(미가입 시 사후정산) • 퇴직금공제부금 납부 확인서(「건설산업기본법」 제83조)
하도급대금 지급보증서	• 제출 후 사후 정산 • 하도급대금지급보증서 발급에 따른 수수료 등 소요비용에 대한 증빙서류 • 도급금액산출내역서의 명시금액이 지출금액을 초과하는 경우 초과액 정산
폐기물 관련	• 건설폐기물 처리계획신고증명서 • 폐기물인계서 및 계량증명서
시운전 평가결과서	-
유지관리에 필요한 서류	• 관리 기관으로의 인수인계 서류(사용 설명서 포함) • 기자재 구매서류
기타 발주청요구 증빙서류	• 각종 준공필증 - 소방시설 준공검사 필증, 도시가스 준공검사 필증, 전기사용전 검사필증, 구내 통신선로 설비 검사 필증, 승강기 검사필증, 정화조 준공검사서 등 • 실내공기질 측정결과보고서 • 교육시설통합정보시스템 시설현황 입력 자료(용지현황, 건물현황, 공간현황)



관련 법령

- 「건설기술 진흥법 시행령」 제78조
- 「건설기술 진흥법」 제39조제2항

3) 준공검사 실시

- 학교시설사업 완료에 관한 신고를 받은 날부터 14일 이내에 준공검사 실시
- 준공검사에 합격된 경우, 준공검사증명서 발급(소방시설공사 완공검사필증의 발급을 미리 확인)
- 준공검사 합격 통보
- 소관 행정기관의 장에게는 준공검사 합격의 사실을 통보, 해당 시장, 군수 또는 구청장에게는 서류를 첨부하여 이에 관한 사항을 통보
- * 준공검사필증 사본, 건축물대장기재신청서, 건축물 현황도면



관련 법령

- 「학교시설사업 촉진법 시행령」 제18조

6.3.2 인수인계 시 성능검사(차음, 내화 등)

1) 구조안전

- 정밀 실측, 모듈러 연결부 검사, 구조 안전 확인 등을 통해 설계 도면에 따라 올바른 재료 및 시공이 되었는지 확인
- 건축구조기술사의 구조안전 및 내진성능확인서 구비



관련 법령

- 「건축물의 구조기준 등에 관한 규칙」
- KDS 41 00 00 '학교시설 내진설계 기준(교육부)'에 따른 구조안전성 확보

2) 피난 및 방화

- 피난 경로 상에 비상 조명 및 유도등, 피난 안내 방송 설비, 비상구 등 법적 기준에 맞게 설치되고, 정상적으로 작동하는지 설계 도면 및 설치 상태 확인
- 피난 경로 상에 연결부가 장애물이 되거나 통행을 방해하지 않도록 시공 상태 확인

- 주요 구조부 및 방화구획을 이루는 벽, 바닥, 천장 등은 법에서 정하는 내화 성능을 입증하는 성능인증 확인
- 모듈러 접합 부분에 대해 별도의 내화/방화 처리 확인 및 모듈러 내부 마감재의 내화 및 불연재료 사용 확인



관련 법령

- 「건축물의 구조기준 등에 관한 규칙」
- 「건축법」 제49조, 제50조, 제52조
- 「건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙」에 적합한 구조, 시설 등 확보 확인

3) 소방

- 소방시설 설치 및 준공 필증 확인



관련 법령

- 「화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률」

4) 차음

- 사무실 수준의 진동 및 차음 수준 확보를 위한 성능시험 확인



관련 법령

- 「KS F 2810(구조체 부재의 차음 석고보드 부착 유무에 따른 차음 성능 실험)」
- 「KS F 2814 (건축물 부재의 차음 성능 시험방법)」 등의 관련 표준에 따른 시험 성능성적서

5) 환기, 채광, 조명, 온습도, 공기질

- 시험 성능성적서 확인



관련 법령

- 「학교보건법 시행규칙」 [별표2] 및 [별표4의2]에 적합하도록 창호, 조명 및 기계설비 등 확보

6) 단열

- 「건축물의 에너지절약설계기준」 [별표1] 중부 2지역 이상 성능
- 모듈 주요 구조체의 열교현상이 발생하지 않도록 외단열 상태 확인
- 창호 주변, 외기에 면하는 벽체에 결로 발생 여부 확인

- 기동 외부 단열재 및 접합부 결로 발생 여부 확인



관련 법령

- 「건축물의 에너지절약설계기준」 [별표1]

7) 방수 및 기밀성능

- 건식벽의 방습층이 단열재보다 실내 방향에 설치되어 습기가 벽체 속으로 침투되지 않는지 확인
- 옥상부 철근 모듈 조인트, 파라펫 부분의 접합 부위 실링재 손상에 의한 누수 하자가 발생하지 않도록 옥상 방수 상태 및 모듈 간 방수층 형성 확인

6.4 개교 준비 및 지원

6.4.1 개교 준비

- 1) 하자담보책임 존속기간 중 연 2회 이상 정기적으로 하자검사 실시
 - 공사명 및 계약금액, 계약상대자, 준공일, 하자 발생내용 및 처리사항 등 기록
- 2) 건설공사 사후평가제도에 따라 건설공사 완료 후 공사비, 공사기간, 수요, 효과 등에 대한 예측치와 실제치를 종합적으로 분석 및 평가서 작성

6.4.2 모듈러 교사 사용자 평가단 운영

- 각급 학교 모듈러 교사 설치 완료 후 시설물에 대한 사용자 점검 및 평가 실시
 - 평가단 구성 및 대상 선정
 - 설치 완료 후 연 2회(상·하반기) 시공상태와 시설 전반 점검 및 개선 사항은 차기 설계·시공에 반영
 - 체크리스트 기반 평가 수행

6.4.3 기계·전기·통신 설비 합동 점검

1) 기계설비 검사

- 급배수 및 위생 설비
 - 급수설비, 배수 및 우수설비, 위생 설비 설치 및 누수 확인
 - 층별 분배기 밸브, 관리실 및 특별실 실별 중간 밸브 작동유무 확인
 - 소화용수, 조경수, 급식라인, 화장실용수 등 퇴수밸브 위치 확인
 - 준공도면과 실제 설치위치 비교 및 일치 여부 확인
- 냉난방 및 환기설비
 - 냉난방기, 보일러, 교실 및 급식실, 체육관 환기 설비, 자동제어설비 작동 설치 및 연동 확인
 - 중앙제어 프로그램 각 실별 그룹 구분 및 실명 표기 확인
 - 실외기 분점함 내 실외기별 차단기 식별표기 및 연결확인
 - 점검구 위치 확인
- 소방설비 점검
 - 옥내소화전, 소화기 비치, 스프링클러 설비 설치 상태 및 소방시설 준공 필증 확인
 - 소방설비 감리결과 보고서 확인
- 승강기, 도시가스 완성검사 증명서 및 성적서 확인

2) 전기·정보 통신 검사

- 전력 공급 및 간선 설비 점검
 - 수변전 설비, 간선 차단기, 접지 설비 등 설치 상태 및 작동 확인
 - 전기설비 사용전 검사 확인증, 에너지절약계획 이행검토서 확인
 - 각 층 EPS실 분점함내 차단기 라벨표기확인 및 연결확인
- 배선기구 및 조명 설비 점검
 - 콘센트 및 스위치, 조명 기구, 비상 조명 등 정상 작동 여부 점검
- 통신실, 네트워크 배선, 통신 단말 설비 등 점검
 - 교실 및 행정실 등에 설치된 통신 포트에서 인터넷 및 네트워크의 정상 작동 확인

- 신재생 발전설비 점검
 - 사용전검사 확인증, 각 부품별 인증서 및 성적서 확인
 - 성능이 입증된 BAPV(건물부착형), BIPV(건물일체형) 성능서 확인
- 사용전 검사 확인
 - 전기 사용전 검사 합격 여부 및 정보통신 설비 검증 결과서 확인

단계별 주요 점검 체크리스트

단계	점검 항목	주체	제출/확인 자료
시운전	- 냉난방, 환기, 급수·급탕, 위생기구, 소방설비, 자동제어, 가스설비, 조명, 통신 등	발주처/ 시공사	- 시운전 계획서 - 시운전 일지 - 시운전 결과 기록 - 시운전 교육 및 확인서 - 보완 시공 지시서
예비준공검사	- 품질시험 및 검사 총괄표 - 설계도서 합치여부 확인 - 준공 가능 여부 - 미진상황의 사전보완 사항	발주처/ 감리	- 예비준공검사원 - 품질시험, 검사총괄표 - 건설공사 사업관리방식 검토기준 및 업무수행지침 - 설계도서 - 보완지시서
사용전검사	- 소방·가스·전기·통신 준공검사 필증 - 승강기, 정화조 준공검사 필증 - 실내공기질 측정	시공사	- 성능시운전계획서 - 완공검사 필증 - 사전보완 지시서 - 실내공기질 측정결과 보고서
준공검사	- 구조·차음·환기·조명·단열 등 설계도서 합치여부 확인 - 품질시험, 검사성과총괄표 - 예비준공검사지적사항 및 조치결과	발주처/ 감리	- 준공검사원 - 요금납부확인서 - 준공사진, 준공도서 - 품질시험대장 - 발주처요구 증빙서류 등
인수인계	- 시설물 인수, 성능검사 - 준공도면 확인	발주처/ 학교	- 인수인계서류 - 유지관리 지침서 - 완성검사 증명서 - 감리결과 보고서 - 사용전 확인증 - 에너지절약계획 이행검토서
개교준비	- 하자보수 - 유지보수 관리 현황 정리 - 사용자 평가 - 건설공사 사후평가	학교/발주처	- 하자담보책임서 - 학교시설관리 기본 계획서 - 교육시설통합정보망 시설현황 등록 - 건설공사 사후평가 보고서

학교시설 OSC 공법 적용을 위한 설계·시공·운영 통합 가이드라인

VII. 준공 후 단계

- 7.1 구조별 유지보수 및 점검 주기
- 7.2 사후 평가 및 피드백 관리 체계
- 7.3 모듈러 순환 활용 및 관리 방안
- 7.4 철거·이전·전환 등 사후 행정 절차
- 7.5 사후 활용 사례집

VII. 준공 후 단계

7.1 구조별 유지보수 및 점검 주기

7.1.1 RC·PC·모듈러 구조별 유지보수 관리

하이브리드 신축학교의 유지관리는 RC 구조, PC 구조, 모듈러 구조의 특성을 구분하여 운영한다. RC 구조는 영구시설물로서 내구성·안정성 중심의 정기점검 체계, PC 구조는 반고정형 시설물로서 접합부·부재 성능 중심의 점검 체계, 모듈러는 가변형·이전형 구조물로서의 성능 검증 중심체계를 적용한다.

1) RC 구조물

- 역할: 영구 구조물로서 학교의 주요 구조체 기능 담당
- 특성: 영구 구조물로서 내구성이 높으며, 일반적인 공공건축물 유지관리 기준 적용
- 관리항목: 균열, 누수, 마감재 손상, 방수층 점검, 배관·전기설비 유지관리 등
- 점검주기

구분	계절별 안전점검	정기점검 및 정밀점검·진단	기타 안전점검	구조안전위험시설물 안전관리
점검 구분 및 대상	- 모든 교육시설 - 재해취약시설	- 제2,3종시설물 - 40년 이상 노후건축물 - 소규모 옹벽·사면	- 집중안전점검 - 수능시험장안전점검 - 그 외 수시 점검	- 안전등급 D(미흡) 또는 E(불량)인 시설
점검 시기	- 연 3회 - 해빙기(2~3월) - 여름철(5~6월) - 겨울철(11~12월)	- 연 1~3회 - 시설물별 점검주기에 따라 점검	- 연 1회 및 수시	- 학교: 주 1회 - 교육지원청: 시설 사용 시 주 1회, 미사용 시(D 등급 월 1회, E등급 월 2회)

구분	계절별 안전점검	정기점검 및 정밀점검·진단	기타 안전점검	구조안전위험시설물 안전관리
점검 내용	- 「교육시설 안전점검 등에 관한 지침」별지 2 점검표를 활용하여 시설물별·분야별 점검 실시	- 정기안전점검: 외관 조사 수준 점검 - 정밀안전점검: 면밀한 외관 조사와 간단한 측정·시험장비로 측정 및 시험 - 정밀안전진단: 정밀한 외관조사, 구조계산 및 구조적 안정성 검토	- 재난 및 재해 발생시 수시 안전점검 실시	- 정밀안전점검 및 진단 - 안전등급 산정 - 한국교육시설안전원 평가 의뢰 - 구조안전위원회 심의 - 보수 보상 또는 개축

관련 법령

- 「교육시설법」 제13조, 제16조, 제18조
- 「시설물안전법」 제11조, 제12조
- 「시설물안전법 시행령」 별표8(시설물의 안전등급 기준)
- 「교육시설 안전점검 등에 관한 지침」 별지2 점검표

2) PC 구조물

- 역할: 반고정형 구조체로서 공간 구성의 유연성 확보 및 구조적 하중 분담
- 특성: 공장 제작 후 현장 조립으로 구성되며, 콘크리트 부재의 이음부 및 접합 상세가 장기 내구성을 좌우하므로 접합 성능 유지관리가 핵심
- 관리항목: 부재 간 접합부 균열, 그라우트 충전 상태, PC판 처짐·변형, 연결철물 부식, 방수층 손상 등
- 점검주기

구분	정기점검	기타 안전점검
점검구분 및 대상	- 모든 교육시설 - 재해취약시설	- 집중안전점검 - 수능시험장안전점검 - 그 외 수시 점검
점검 시기	- 연 1회 - 이진·재배치 시 추가 실시	- 연 1회 및 수시
점검 내용	- 「건축물관리법」제17조 및 「건축물관리점검지침(국토교통부 공고 제2020-361호)」에 따른 건축물 정기점검의 실시방법 및 절차 준수 - PC 부재 접합부 균열 확인 - 연결철물 부식·변형, PC판 처짐 및 방수층 손상 여부 점검	- 재난 및 재해 발생 시 수시 안전점검 실시 - 점검 효율성 향상을 위해 기관 또는 전문가와 합동 점검



관련 법령

- 「교육시설법」 제13조, 제16조, 제18조
- 「시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법」 제11조, 제12조
- 「시설물안전법 시행령」 별표8(시설물의 안전등급 기준)
- 「교육시설 안전점검 등에 관한 지침」 별지2 점검표

3) 모듈러 구조물

- 역할: 가변형 학습공간으로 유연성·확장성 확보
- 특성: 공장 제작 후 현장 조립으로 구성되며, 구조체 연결부·방수·단열·내화성능 등 접합부 유지관리가 핵심
- 관리항목: 볼트 체결 상태, 접합부 부식, 방수·단열재 노후, 내화피복 손상, 공기질·기밀성 유지 등
- 점검주기

구분	정기점검	기타 안전점검
점검구분 및 대상	- 모든 교육시설 - 재해취약시설	- 집중안전점검 - 수능시험장안전점검 - 그 외 수시 점검
점검 시기	- 준공 후 점검주기 자체적으로 설정	- 연 1회 및 수시
점검 내용	「건축물관리법」 제17조 및 「건축물관리점검지침(국토교통부 공고 제2020-361호)」에 따른 건축물 정기점검의 실시방법 및 절차 준수 강재구조물의 열화 상태 확인 주요구조부재의 부식 상태 방청 및 내화도장 단면 손실, 부재 미시공 정동 등 점검	- 재난 및 재해 발생 시 수시 안전점검 실시 - 점검 효율성 향상을 위해 기관 또는 전문가와 합동 점검



관련 법령

- 「건축물관리법」 제17조
- 「건축물관리점검지침(국토교통부 공고 제2020-361호)」

- 특이사항: RC 구조물과 동일 수준의 법적 점검 체계 적용을 원칙으로 하되, 모듈러 특화 점검항목을 추가 관리한다.

7.1.2 구조별 점검 주기별 검토 사항

구분	점검 주기	주요 점검 항목	점검 주체	비고
RC 구조	연 1회	균열, 누수, 배관, 전기설비	학교	「교육시설법」 제13조
	10년	정밀안전진단 (구조, 내진, 마감)	학교, 전문기관	「시설물안전법」 제11조, 제12조 「시설물안전법 시행령」 제19조
PC 구조	연 1회	접합부 균열, 그라우트 충전 상태, 연결철물 부식	학교	「교육시설법」 제13조 「시설물안전법」 제11조
	10년	정밀안전진단(접합부 성능, 부재 변형·처짐, 내진)	학교, 전문기관	「시설물안전법」 제11조, 제12조 「시설물안전법 시행령」 제19조
모듈러	매년	접합부, 방수, 부식, 단열상태	학교	「건축물관리법」 제17조 「건축물관리점검지침」
	5년	구조 안전성, 볼트 체결, 기밀성, 화재안전, 건축설비, 에너지 및 친환경 관리	학교, 전문기관	「시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법」
	10년	전체 구조 성능 평가, 내화·차음	학교, 교육청, 전문기관	「건축물관리법」

7.2 사후 평가 및 피드백 관리 체계

7.2.1 사후 평가 관리(인식 개선)

하이브리드 신축학교는 기존의 '임시시설 개념'을 탈피한 영구시설형 모듈러를 적용하므로 준공 이후의 평가체계는 '시설 성능검증'뿐 아니라 사회적 인식 개선까지 포함한다.

- 목적: 하이브리드학교 운영 결과에 대한 지속적 개선 및 사용 만족도 향상
- 평가 항목: 공간 활용성, 교육 만족도, 에너지 효율, 유지관리 용이성, 환경성(공기질·소음·온습도)

- 평가 주체: 학교+교육지원청+사용자(교직원·학생) 공동 평가단 구성
- 평가 시기: 준공 후 1년 / 3년 / 5년 주기
(하자보증기간 5년 이내 1년차부터 격년으로 평가시기 설정)
- 결과 활용: 시설개선 예산 반영, 차기 하이브리드학교 설계 개선 피드백 반영

7.2.2 피드백 관리 체계

1) 데이터 기반 운영평가 시스템 구축

- BIM 기반 시설정보 모델과 연동하여 RC·모듈 단위별 성능이력 추적
- 온습도, 에너지소비량, 유지보수비 자동 기록

2) 성과환류 체계

- 발주청-한국교육시설안전원 간 피드백 회의(연 1회)
- 평가결과는 차기 설계공모지침, 표준도면, 과업지침서에 반영

3) 하이브리드 전 주기 통합관리 플랫폼 구축

- 설계-시공-운영-이전 전 단계를 통합 데이터화

7.3 모듈러 순환 활용 및 관리 방안

7.3.1 해체·이전·재설치 절차

1) 해체·이전

- 모듈러 이동 시 설치업체(계약상대자)와 사전 협의 후 해체계획 수립(전기 및 가스, 수도, 통신 인입 차단 등 안전조치 등 안전 계획 수립 확인)
- 인입배관·정화조 등 부대시설 복원계획 수립 및 공사발주
- 철거 시 주변정리는 도급자 부담, 수업 지장 없도록 학교·발주처 협의
- 학생 통학 동선 보호를 위한 안전조치(차량·보행 분리, 안전펜스) 실시

- 철거된 모듈은 지정 공장으로 운반 후, 계약범위 내에서 보수·보강
- 재설치 전 '모듈러 교사 설치 안전관리계획' 수립 후 실시

2) 재설치 절차

- 운송·하차 계획: 진입 동선, 하차·야적 공간 확보
- 화재예방계획: 불티방지포, 화재감시자, 소화기 배치
- 장비운용계획: 전도방지대책, 신호수 배치, 안전펜스 설치
- 통학로 안전관리: 등·하교시간 회피, 공사차량 운행동선·시간 통제

7.3.2 해체 전 사전 점검 항목

1) 운송차량 진입계획

- 좁은 도로, 회전 반경 등 고려 → 필요 시 담장 일시 철거(5m 이내)
- 등·하교 시간 외 작업 실시

2) 상차계획

- 기중기·운송차량 배치계획, 학생 접근제한 펜스 설치, 신호수 2명 배치

3) 재사용 모듈 성능 확인

- 신규 제작 모듈과 동일 성능 확보 위해 사전 검측
- 구조부재 변형, 부식, 손상 등 확인 및 보수보강 계획 수립

4) 재사용 모듈 관리

- 교체 가능한 마감재·보수부위 명확화
- 용접부, 장비·치수 정밀도, 구조계산서 검토

5) 부대공사 관리

- 잔토·배수관·정화조 복원계획 수립 및 감독 승인
- 매설물·주변시설 보호대책 마련, 임의시공 금지

※ 해체 전 사전점검표

구분	점검 항목	점검 기준	점검 방법	결과
구조체	- 볼트 체결(용접, 볼트 등) 상태 - 구조체 변형도	설계도 시방서	육안, 비파괴검사	<input type="checkbox"/> 양호 <input type="checkbox"/> 보수
방수층	접합부 방수 성능	시공도	육안	<input type="checkbox"/> 양호 <input type="checkbox"/> 보수
내화피복	손상, 박락 여부, 뿔칠두께	설계도	육안	<input type="checkbox"/> 양호 <input type="checkbox"/> 교체
단열재	손상, 이격 여부, 치수	설계도	육안, 적외선 촬영	<input type="checkbox"/> 양호 <input type="checkbox"/> 보수

7.3.3 재설치 시 품질 및 안전 확인절차

1) 재사용 모듈의 품질확인

- 보수·보강 후 FAT(Factory Acceptance Test) 실시
- 구조부재 변형, 내화성능, 단열·차음 시험

2) 관리계획 수립

- 사용기간, 사용횟수, 보수이력 포함한 관리계획 제출
- 검측시점·방법 명시, 안전·환경·공정계획 포함
- 주요 배관·전기 설비는 점검구 확보

7.3.4 구조·성능 평가 주기

- 평가 주기: 설치 후 1년 / 3년 / 5년 단위로 실시
(평가 주기 경과 후 이전·재배치 시 추가 실시)
- 평가 항목: 구조체 부식, 단열성능, 차음성능, 공기질, 내화성능
- 결과 활용: 재사용·교체·폐기 여부 결정 및 자산평가 반영

7.3.5 모듈 이력 관리 시스템 연계 방안

1) 전담조직 연동

- 도교육청 내 전담부서가 해체·이전·재설치 자료를 수집
- 통합관리시스템에 등록하여 위치·상태·유지보수 현황 관리

2) 사용이력 및 보수보강 이력

- 사용기간·사용횟수·보수내역 기록
- 재사용 시 이력 검증을 통해 승인

3) 품질·안전관리 계획

- 주요 자재·보수공장·장비 등 관리운영 계획 수립
- 구조부재 변형, 손상/훼손/부식 여부, 장비류 점검 상태 등 품질검증 절차 포함

7.4 철거·이전·전환 등 사후 행정 절차

7.4.1 철거 인허가 절차, 폐기물 처리 계약, 공유재산관리계획 반영

1) 철거 인허가 절차

- 안전계획 및 환경관리계획 수립
- 설치업체와 해체계획 협의, 부대시설 복원계획 포함
- 철거 중 수업·통학 안전조치 의무 이행
- 주변 건축물·매설물 보호대책 수립 및 응급조치 책임은 계약자 부담

2) 폐기물 처리 계약

- 철거 대상 분석 및 폐기물 발생량 산출
- 지정 폐기물 처리업체 계약 및 신고
- 배출·운반·처리 절차 준수 및 인허가 필증 확보

3) 공유재산관리계획 반영

- 공유재산 변동 사전 승인 절차 이행
 - 「공유재산 및 물품관리법」 제10조의2 제1항 및 제16조에 따라 철거 또는 이전 대상 모듈러의 재산가액, 수량, 위치 등을 반영한 공유재산관리계획 변경(승인) 절차 이행

- 자산 이전·이관 절차 수행
 - 모듈러가 타 학교로 이전될 경우, 이전 재산관리대장을 작성하고 해당 학교로 자산 이관 처리
 - 이전 완료 후 위치, 재산번호, 관리주체 변경사항을 자산대장에 갱신
- 회계 및 감가상각 반영
 - 모듈러의 철거·이전·재사용 시점에 맞추어 자산의 감가상각 및 잔존가치를 재산정
 - 회계자료(이전조서, 이전완료보고서 등)를 DB화하여 관리
- 연간 공유재산 관리계획 보고
 - 매 회계연도 말, 모듈러의 이전·재활용 내역을 포함한 공유재산관리계획 변경사항을 본청 소관부서에 보고
 - 관련 자료는 “하이브리드 시설 통합관리시스템” 자산이력 데이터와 상호 연계 관리

7.4.2 이전 설치 인허가 및 성능 검토

1) 사전 검토 및 협의

- 이전 설치 대상 부지(건폐율, 용적률 등 건축 관련 법규 확인) 및 건축물과의 이격거리, 도로 접합성 등 충족 여부 검토
- 이전 설치될 학교의 건축물이 현재 건축 법규 기준(구조 안전, 내진 설계, 피난·방화 기준 등)을 충족하는지 검토

2) 인허가 심사 및 승인

- 건축 허가 신청, 건축 계획서, 각종 도면, 경관 심의, 교통영향평가 등 관련 심의 서류 제출

3) 착공 신고

- 건축 허가 받은 후, 실제 공사를 시작하기 전에 착공 신고

4) 감리 및 사용 승인(준공)

- 건축법에 따라 지정된 감리자가 공사가 허가받은 설계도서대로 진행되는지 확인 및 감독
- 공사 완료 후, 준공 검사 실시 및 통과 후, 건축물 대장 생성

5) 성능 검토

- 모듈러 재사용에 소요되는 주요 자재는 품질이 양호한 재료로서 일반사항의 성능을 만족하는 재료를 사용
- 주요공정의 품질확보를 위하여 계약자는 시공된 구조물의 품질규격이 설계도서 및 관련 규정에 부합되도록 시공 오차 측정계획을 수립 및 시행
- 각 공종별 품질관리를 위하여 계약자는 공사 또는 모듈러 재사용에 소요되는 자재의 품질규격이 설계도서 및 관련 규정에 일치되도록 함

7.5 사후 활용 사례집

7.5.1 이전·재활용 사례

【사례1】 부산사하초 → 부산남부민, 부산명지늘봄전용학교 이전 설치

구분	남부민늘봄전용학교	명지늘봄전용학교
개교일	2024.9.9.	2025.2.25.
규모	20실(400명)	17실(340명)
대지위치	부산광역시 서구 천마로 153	부산광역시 강서구 명지동 3245-10
발주처	부산광역시서부교육청	

⇒ 모듈러의 신속한 해체·이전·재설치를 통해 공기 단축 및 예산 절감 효과 입증

[그림 7-1] 남부민초



[그림 7-2] 명지 늘봄전용학교



7.5.2 지역 커뮤니티 활용 사례

1) 지역 커뮤니티 활용 목적

- 모듈러 철거 후 발생하는 부지를 단순 복구하지 않고, 학교와 지역이 함께 사용하는 공유형 교육·생활 공간으로 전환한다. 이를 통해 공간의 순환성과 지속가능성을 확보하고, “마을과 함께하는 학교(마을 품은 학교광장)”를 실현한다.

2) 활용 방향

- 생태텃밭·학교숲 조성: 철거 부지를 학생·주민 공동체 텃밭, 숲체험장으로 활용
- 야외학습장 조성: 체험·융합활동 중심의 야외교실, 프로젝트형 학습공간 운영
- 커뮤니티광장 전환: 방과후 및 지역주민 개방형 광장으로 활용(플리마켓, 공연 등 지역 행사 등)
⇒ 모듈러의 ‘해체 이후’까지 고려한 순환형 캠퍼스 운영모델 구축

3) 적용 및 참고 사례

[사례1] 평창 동계올림픽 미디어 레지던스 재활용 사례

- 평창 동계올림픽 폐막 후 해체 및 이전을 통해 부지는 복원, 건물은 다른 장소에서 재활용하여 현재 휴양시설로 활용
⇒ 대규모 공공시설의 순환활용 가능성을 입증한 사례로, 하이브리드 신축학교의 철거 후 부지 재생 및 모듈 순환활용 개념 수립에 참고가 됨

[그림 7-3] 평창동계올림픽 미디어 레지던스



학교시설 OSC 공법 적용을 위한 설계·시공·운영 통합 가이드라인

부록

부록 1. 행정 자료

부록 2. 기술·설계 자료

부록 3. 참고 자료

부록

1. 행정 자료

1.1 입찰안내서 표준(안) 및 스마트턴키 입찰 평가 기준

1) 입찰안내서 표준(안) 구성

구분	주요 내용	세부 항목
I. 일반사항	과업 목적·범위	· 사업개요, 목적, 위치, 기간
II. 입찰·계약사항	낙찰·일괄계약·관리	· 계약일반조건, 일괄입찰 계약 특수조건, 과업수행관리
III. 설계지침	설계 기준 및 설계 범위	· 내진, 방화, 에너지성능, 모듈 규격, BIM 적용 지침 · RC·PC·모듈러 연계기준, 공간유형별 설계지침
IV. 공사관리 지침	공사 기준 및 공사관리 범위	· 품질·공정·안전·환경, 교통 및 민원관리
V. 시공지침	시공 기준 및 시공 범위	· 건축·기계·전기설비·정보통신·소방설비·토목·조경
VI. 설계도서 작성지침	기본·실시설계도서, 관리도서 작성, 인·허가사항	· 설계도서 작성기준
VII. 평가기준	평가 항목 및 배점	· 건축계획/건축구조/건축시공/건축설비/전기설비/통신설비/토목/조경/스마트건설기술
VIII. 기술요구사항	구조·환경·스페이스 프로그램, 행정서식	· 시설면적표, 기본안전보건대장, 실내재료마감표

2) 스마트턴키 입찰 평가 기준

① 「건설기술진흥업무 운영규정」 [별표 7] 일괄입찰공사 설계평가지표 및 배점기준

건축분야의 평가지표 및 배점기준(예)

전문분야	평가항목	배점기준
건축계획	<ul style="list-style-type: none"> · 사전조사 및 설계기준의 적정성 · 배치 및 시설계획의 적정성 · 에너지 절감 등 친환경 설계의 적정성 · 유지관리 편의를 고려한 시설물 계획의 적정성 · 경제성(VE/LCC) 분석을 통한 시설물 계획 수립 여부 · 신기술 및 신공법 도입의 적정성 · 스마트건설기술 도입의 적정성 	
건축구조	<ul style="list-style-type: none"> · 구조계획의 적정성 · 기초설계의 적정성 · 유지관리 편의를 고려한 시설물 계획의 적정성 · 신기술 및 신공법 도입의 적정성 	
건축시공	<ul style="list-style-type: none"> · 시공관리계획의 적정성 <ul style="list-style-type: none"> - 인력투입, 품질관리계획 및 현장내 품질관리체계 구축 적정성, 공정, 안전, 환경, 민원 등 · 공기단축방안 및 공정계획수립의 적정성 · 시공관리계획의 적정성 · 예상민원 및 대처방안의 적정성 · 장비, 인력, 자재 등 자원투입계획의 적정성 · 스마트 건설기술 도입의 적정성 · 사회적 가치실현 	
기계 및 소방	<ul style="list-style-type: none"> · 설비 시스템 계획 · 위생, 냉난방 및 소방 설비계획의 적정성 · 유지관리 용이성을 고려한 설비계획 · 신기술 및 신공법 도입의 적정성 · 스마트 건설기술 도입의 적정성 	
전기설비 ·통신	<ul style="list-style-type: none"> · 설비 시스템 계획 · 방재, 통신 및 조명 설비계획의 적정성 · 유지관리 용이성을 고려한 설비계획 · 신기술 및 신공법 도입의 적정성 및 향후 확정성 · 스마트 건설기술 도입의 적정성 	
토목 및 조경·환경 ·경관	<ul style="list-style-type: none"> · 사전조사 및 부지조성계획의 적정성 · 상하수도 등 기반시설계획 · 흙막이 및 기초계획 · 조경식재 및 시설물 계획의 적정성 · 유지관리 편의를 고려한 효율적 시설물 계획 · 신기술 및 신공법 도입의 적정성 	
총계		100

- * 1. 전문분야의 평가항목 및 평가항목별 세부내용과 배점기준은 공사의 규모 및 특성에 따라 조정가능
- 2. 항목별 상대평가로 채점
- 3. 스마트 건설기술의 배점은 7점 이상 반영

㉔ 스마트건설기술을 전문분야로 별도 평가시 평가지표 및 배점기준(예)

전문 분야	적용기술별 평가항목		배점 기준
	단계별	평가항목	
스마트 건설 기술	계획단계	<ul style="list-style-type: none"> · 건설 주기별 스마트건설기술 활용계획의 적정성 · 시설물 설치 계획과 스마트 건설기술의 연관성 · 스마트건설기술 적용 목표와 기대효과(생산성, 안전성 등) · 스마트건설기술 활용에 따른 장애요인과 대응방안 	8점~ 18점
	설계단계	<ul style="list-style-type: none"> · 설계분야 스마트건설기술 활용 정도 · 설계분야 스마트건설기술 적용 기대효과 등 	
	시공단계	<ul style="list-style-type: none"> · 시공분야 스마트건설기술 활용 정도 · 시공분야 스마트건설기술을 활용한 공정/안전/품질관리의 적정성 · 시공분야 스마트건설기술 활용에 따른 기대효과 	
	유지단계	<ul style="list-style-type: none"> · 유지관리단계 스마트건설기술 활용 정도 · 유지관리단계 스마트건설기술 적용에 따른 기대효과 (유지관리 용이성, 사용자 편의성·안전성 등) · 설계/시공단계의 스마트건설기술 데이터 활용 정도 	
	BIM 적용	<ul style="list-style-type: none"> · 건설 주기별 BIM 적용 계획의 적정성 · BIM 설계·시공 모델의 활용 수준(시공, 공정, 안전, 품질 등) 	2점 이상

1.2 단계별 체크리스트

- 하이브리드 설계 모델 적용 사업의 전 과정(기획-설계-시공-준공-운영)에 걸친 행정·기술 절차의 체계적 관리 및 리스크 최소화를 위한 표준 체크리스트를 제공한다.

1) 설계단계 체크리스트

구분	주요 검토항목	세부 점검내용	확인	
발주 및 심의 단계	사업기획 및 발주 준비	사업대상지 선정	대지면적·규모·환경여건 검토	<input type="checkbox"/>
		예산확정	투자심사 및 공유재산심의 통과	<input type="checkbox"/>
		사전기획 용역	RC+PC·모듈러 설계기준 반영	<input type="checkbox"/>
	입찰방법 및 입찰안내서 심의	입찰방법 심의	스마트터키 적용 타당성 검토	<input type="checkbox"/>
		입찰안내서 작성	설계·공사 및 평가에 관한 사항 작성 * 대형공사 입찰 및 심의기준 참조 「건설기술 진흥업무 운영규정」 [별표 7] (일괄입찰공사 설계평가지표 및 배점기준)	<input type="checkbox"/>
		심의 절차	건설기술심의위원회 검토 완료	<input type="checkbox"/>
		공고문 초안	참가자격·일정 명시	<input type="checkbox"/>
	입찰공고 및 현장설명	입찰공고	나라장터·홈페이지 공고 확인	<input type="checkbox"/>
		현장설명회	대상지 설명 및 질의응답 문서화	<input type="checkbox"/>
		질의응답(Q&A)	질의접수 및 답변공개 기록	<input type="checkbox"/>
	설계적격자심의 및 평가	제안서 접수	도서형식·제출서류 적합성 검토	<input type="checkbox"/>
		서면·발표평가	기술성·구조안정성 등 평가	<input type="checkbox"/>
		종합평가	설계 점수 산정 및 순위 결정	<input type="checkbox"/>
		평가결과 검증	접수표 검토 및 공정성 확인	<input type="checkbox"/>
		결과공개	평가결과 공표 및 이의신청 접수	<input type="checkbox"/>
		실시설계 적격자 선정	기술접수 및 조달청 가격접수	<input type="checkbox"/>
	실시설계 심의	실시설계 및 우선시공분(FT) 진행	실시설계 검토·보안 및 FT관리	<input type="checkbox"/>
		실시설계 심의	건설기술심의위원회 검토 완료	<input type="checkbox"/>
	계약	계약 상대자 선정	조달청 계약 요청 및 체결	<input type="checkbox"/>

구분	주요 검토항목	세부 점검내용	확인
하이브리드 건축 및 모듈 활용 지침	RC와 PC·모듈러 구조 연계 계획	하중전달, 접합방식, 기초계획 연계 여부	<input type="checkbox"/>
	PC 부재 배치 및 기능구역 계획	교실동·복도 등 반복 기능공간에 PC 부재(기둥·보·슬래브·벽체) 적용 여부 확인	<input type="checkbox"/>
	모듈 배치 및 기능구역 계획	학습공간·관리공간 등 기능에 맞는 모듈 배치 확인	<input type="checkbox"/>
	PC 부재 표준화 및 반복 생산 계획	교실·복도 등 반복 부위의 PC 부재 규격화 및 공장 반복 생산 가능 여부 검토	<input type="checkbox"/>
	향후 증축·이전 가능성 고려	PC 단계적 증축·해체 가능 구조 계획 및 모듈 해체·이전·적층을 위한 구조적/배치적 여유 확보 여부	<input type="checkbox"/>
하이브리드 건축 및 모듈 활용 지침	구조계획의 반복·표준화 가능성 검토	모듈 표준화 및 반복 생산을 고려한 구조 단위 계획 여부	<input type="checkbox"/>
	RC-PC 구조제 접합 상세 계획	RC 코어와 PC 부재 간 건식/습식 접합부 구조 계획, 내진 연결 방식, 접합부 내화 성능 기준, 허용오차(KCS 41 30 10 기준) 명시 여부	<input type="checkbox"/>
설계 검토 및 평가관리	설계심의 평가기준 확인	발주기관이 제시한 평가 배점 기준 반영 여부	<input type="checkbox"/>
	배점요소별 설계 적합성 검토	하이브리드 구조 통합성, 접합계획(RC-PC·모듈러), 적층 계획 등 기술 여부	<input type="checkbox"/>
	시공성 및 유지관리 계획 제시	공장 제작 품질관리(PC·모듈러 모두), 모듈 해체·보수 용이성 설명 여부	<input type="checkbox"/>
BIM기반 설계 전략	BIM 수행 조직 구성	BIM 총괄 코디네이터, 참여사 역할 구분 명확화 여부	<input type="checkbox"/>
	구조·설비 간섭 해소	BIM 모델 기반 RC·PC·모듈러 간 간섭 검토 및 반영 여부	<input type="checkbox"/>
	4D 공정 시뮬레이션 활용	BIM 모델을 통한 PC 부재 양중·설치 및 모듈러 설치 시뮬레이션 및 공기 계획 검토 여부	<input type="checkbox"/>
	디지털 자산 관리계획	설계모델 기반 시설물 유지관리 연계방안(BIM to FM) 제시 여부	<input type="checkbox"/>

구분	주요 검토항목	세부 점검내용	확인
설계 도면 검토사항	PC 부재 접합 상세도 작성	PC 기둥·보·슬래브 접합부 구조 상세, 그라우팅/볼트 연결 방식, 접합부 내진 연결 상세 포함 여부	<input type="checkbox"/>
	모듈 접합부 상세도 작성	RC-모듈, 모듈 간 접합부 구조 및 마감 상세 포함 여부	<input type="checkbox"/>
	PC 부재·모듈 간 설비 연계 계획	전기, 통신, 환기, 급배수 등 PC 부재 조인트 및 모듈 간 연계 도면 포함 여부	<input type="checkbox"/>
	단면·입면 정합성 검토	구조·마감·설비가 교차하는 단면에서 PC 부재와 모듈러간 간섭 없는 계획 여부	<input type="checkbox"/>
	PC 부재 규격·중량 및 운반 계획	PC 부재 최대 크기·중량이 운송 및 양중(크레인) 조건을 충족하는지 도면에 명시 여부 * 적재차량 폭 한계·크레인양중 하중 검토	<input type="checkbox"/>
	교실 단위 반복설계 정합성	동일 교실이 여러 모듈에 적용될 때의 상세 일치 여부	<input type="checkbox"/>
	PC 조인트 방수·방풍 상세	PC 부재 간 이음부 방수(이중 가스킷, 실링), 결로 방지, 단열 처리 상세 포함 여부	<input type="checkbox"/>
성능 기준 및 검증방법	인증 등급 목표 설정	ZEB, 녹색건축, BF 인증 목표 등급 명시 및 설계 반영 여부	<input type="checkbox"/>
	에너지절약계획서 반영	PC 부재 및 모듈 단열, 기밀, 창호, HVAC 등 성능이 반영된 계획 여부	<input type="checkbox"/>
	실내공기질 대응	폼알데하이드, VOC, 환기 계획 등 학교 급별 기준 반영 여부	<input type="checkbox"/>
	어린이활동공간 기준 대응	초등학교의 유해물질 차단 마감계획 반영 여부(PC·모듈러 마감재 포함)	<input type="checkbox"/>
	PC 부재 성능 시험기준 명시	압축강도, 내화, 차음, 단열 등 PC 부재 성능 확인 시험 항목 및 시험 시기 명시 여부	<input type="checkbox"/>
	성능검증 절차 수립	시공 전후 시험 및 확인검사 계획 반영 여부	<input type="checkbox"/>

2) 시공단계 체크리스트

구분	주요 검토항목	세부 점검내용	확인
통합 시공관리체계	공정 통합 계획 수립	RC·PC 부재·모듈러 시공 일정이 연계된 통합 공정표 작성 여부	<input type="checkbox"/>
	품질관리 기준 일체화	RC·PC·모듈러 품질검사 항목 일체화 여부	<input type="checkbox"/>
	설비·마감 정합성 조율	기밀, 배관, 마감재 충돌 해소 계획 포함 여부	<input type="checkbox"/>
PC 부재 제작 및 설치	PC 부재 공장 제작 공정관리	거푸집 조립·철근 배근·콘크리트 타설·양생 공정관리 기록 및 품질일지 관리 여부 * 압축강도(재령 28일) 시험 기록 포함	<input type="checkbox"/>
	허용오차 및 치수관리	부재 치수 허용오차(KCS 41 30 10 기준) 설정 및 관리기록 여부 * 기동·보·슬래브 치수, 삽입철근 위치 오차 포함	<input type="checkbox"/>
	설비·배관 매립 사전 계획	전기·통신·환기 배관의 PC 부재 내 사전 매립 위치 및 슬리브 설치 검토 여부	<input type="checkbox"/>
	PC 부재 이력관리 체계 구축	부재별 제작이력, 품질시험(압축강도·내화), 출하이력 카드 작성 여부	<input type="checkbox"/>
	접합부 그라우팅·건식 접합 시공	PC 부재 접합부 그라우트 주입 또는 볼트/용접 접합 상세도 기준 시공 여부, 줄눈 채움 및 균열 점검	<input type="checkbox"/>
모듈러 제작 및 설치	모듈러 공장 제작 공정관리	모듈 제작공정관리기록 및 품질일지 관리 여부	<input type="checkbox"/>
	허용오차 및 품질검사	치수오차 기준 설정 및 관리기록 여부	<input type="checkbox"/>
	설비 사전 설치 및 시험	전기·통신·환기 등 공장 내 사전 설치 및 작동검사 여부	<input type="checkbox"/>
	이력관리 체계 구축	모듈러 제작이력, 품질시험 이력카드 작성 여부	<input type="checkbox"/>
통합 시공관리체계	공정 통합 계획 수립	RC·PC 부재·모듈러 시공 일정이 연계된 통합 공정표 작성 여부	<input type="checkbox"/>
	품질관리 기준 일체화	RC·PC·모듈러 품질검사 항목 일체화 여부	<input type="checkbox"/>
	설비·마감 정합성 조율	기밀, 배관, 마감재 충돌 해소 계획 포함 여부	<input type="checkbox"/>

구분	주요 검토항목	세부 점검내용	확인
PC 부재 제작 및 설치	PC 부재 공장 제작 공정관리	거푸집 조립·철근 배근·콘크리트 타설·양생 공정관리 기록 및 품질일지 관리 여부 * 압축강도(재령 28일) 시험 기록 포함	<input type="checkbox"/>
	허용오차 및 치수관리	부재 치수 허용오차(KCS 41 30 10 기준) 설정 및 관리기록 여부 * 기둥·보·슬래브 치수, 삽입철근 위치 오차 포함	<input type="checkbox"/>
	설비·배관 매립 사전 계획	전기·통신·환기 배관의 PC 부재 내 사전 매립 위치 및 슬리브 설치 검토 여부	<input type="checkbox"/>
	PC 부재 이력관리 체계 구축	부재별 제작이력, 품질시험(압축강도·내화), 출하이력 카드 작성 여부	<input type="checkbox"/>
	접합부 그라우팅·건식 접합 시공	PC 부재 접합부 그라우트 주입 또는 볼트/용접 접합 상세도 기준 시공 여부, 출논 채움 및 균열 점검	<input type="checkbox"/>
모듈러 제작 및 설치	모듈러 공장 제작 공정관리	모듈 제작공정관리기록 및 품질일지 관리 여부	<input type="checkbox"/>
	허용오차 및 품질검사	치수오차 기준 설정 및 관리기록 여부	<input type="checkbox"/>
	설비 사전 설치 및 시험	전기·통신·환기 등 공장 내 사전 설치 및 작동검사 여부	<input type="checkbox"/>
	이력관리 체계 구축	모듈별 제작이력, 품질시험 이력카드 작성 여부	<input type="checkbox"/>
RC-PC·모듈러 접합부 시공	RC-PC 접합 상세 시공	슬래브·기둥·보 등 RC-PC 연결 상세도 및 기준 반영 여부, 삽입철근 위치 오차 관리	<input type="checkbox"/>
	RC-모듈러 접합 상세 시공	슬래브, 벽체 등 RC-모듈러 연결 상세도 및 기준 반영 여부	<input type="checkbox"/>
	접합부 방수·단열 성능확보	PC 조인트 및 모듈 이격·틈새·실링재·단열재 시공 적정성 확인 여부	<input type="checkbox"/>
	현장 설치 후 일체화 점검	RC·PC·모듈러 구조체의 고정, 기밀, 누수점검 완료 여부	<input type="checkbox"/>

구분	주요 검토항목	세부 점검내용	확인
성능검사 및 확인검사	ZEB·BF 등 인증 성능 확인	내화·기밀 등 인증 시험성적서 제출 또는 현장검사 수행	<input type="checkbox"/>
	PC 압축강도 확인 검사	압축강도 시험성적서 분기별 또는 품질 이상 발생 시 감리단 제출 여부	<input type="checkbox"/>
	단열·기밀·소음 현장시험	단열재, 창호, 조인트 등 현장시험 계획 수립 및 시행 여부(PC 조인트 포함)	<input type="checkbox"/>
	어린이활동공간 확인검사	환경보건법에 따른 유해물질 확인검사 실시 계획 포함 여부	<input type="checkbox"/>
	확인검사 보고서 제출	검사 성적서 및 확인결과 보고서 감리단 제출 여부	<input type="checkbox"/>
재사용 모듈 보수·보강	재사용 부재/모듈 선별 및 구조점검	해체 후 변형, 손상 등 구조안전성 점검 및 기록 여부 * PC 부재: 균열·피복 박리·철근 노출 여부 중점 점검	<input type="checkbox"/>
	보수·보강 이력 관리	수리·보강 내역, 재사용 대상 파악 및 이 력 등록 여부	<input type="checkbox"/>
	보강 후 성능시험 실시	보강 후 성능 시험(내화, 기밀, PC 압축강도) 실시 여부	<input type="checkbox"/>
	재사용 승인기준 충족 확인	법령 및 기준상 재사용 승인기준 충족 여부	<input type="checkbox"/>
안전관리 및 양중계획	양중장비 사전 검토	PC 부재 중량·치수 및 모듈 규격 기준, 양중 위치, 반입 경로, 작업 반경 확보 등 사전계획 포함 여부	<input type="checkbox"/>
	PC 부재 전도방지 조치	운반·설치 중 PC 부재 전도 방지용 가설 지지대, 임시버팀목 설치 계획 여부	<input type="checkbox"/>
	풍속·기온에 따른 작업중지 기준 확인	10m/s 풍속 기준 등 작업중지 기준 명시 및 경보체계 포함 여부	<input type="checkbox"/>

3) 단계별 및 주체별 세부 체크리스트

① 설치 사전검토 단계 체크리스트(제작 업체용)

구분	주점검	주요 검사항목	검사 결과		
			양호	불량	해당 없음
사전 검토	설치 가능 유무	설치 가능한 위치를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		설치 가능한 위치가 학생들의 학습권을 침해하는지 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		설치 가능한 위치가 학생들의 동선과 겹치는지, 보차분리가 가능한지 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		설치 위치의 지반 안전성은 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	운반 경로	PC 부재 및 모듈러 운반 차량이 이동 가능한 도로 폭(17m이상) 인지 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		운반 차량의 회전 가능 여부를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		운반 가능한 경사도인지 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		운반 시 장애물(전신주, 나무, 블라드 등) 유무를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		운반 시 지역주민 민원 발생 유무를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	양중	이동식 크레인 설치가 가능한지 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		부재 및 모듈 최대 중량에 대응하는 크레인 양중 능력을 사전 검토하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		공사 차량 이동 시 안전상 문제가 없는지 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		모듈러 임시 적재 장소 확보가 가능한지 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

㉔ 제작 단계 체크리스트(제작 업체용)

구분	주점검	주요 검사항목	검사 결과		
			양호	불량	해당 없음
PC 부재 제작	성능 검사	구조 계산서에 따른 부재 규격(단면, 철근 배근, 강도)을 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		콘크리트 배합설계(설계기준강도 이상)를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		철근 배근 상태(수직·수평, 이음·정착 길이, 피복두께)를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		슬리브·매립철물·앵커의 위치 및 크기를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		마감재의 종류, 규격, 성능 등을 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		각종 배관 및 개구부의 위치를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	구조체	콘크리트 타설 완료 후 양생 상태(양생온도, 양생기간)를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		탈형 후 부재 표면 균열, 공극, 박리 여부를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		부재별 수직/수평 상태를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		삽입철근·앵커볼트의 돌출 위치 및 수량을 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		압축강도 시험(재령 28일) 결과를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		운반 중 파손 방지를 위한 보양 처리를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
모듈러 제작	성능 검사	구조 자재의 위치 및 크기를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		기둥과 보의 접합을 위한 용접 방법은 적정한가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		접합부위에 대한 내화계획을 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		주요구조부 내화피복 두께를 확인 하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		현장설치 부위에 대한 간섭 여부는 검토하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		지역에 따른 단열기준을 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		실별 차음기준을 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

구분	주점검	주요 검사항목	검사 결과		
			양호	불량	해당 없음
모듈러 제작	성능 검사	바닥 충격음 기준을 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		결로 발생에 대한 검토를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		방수 계획에 대한 검토를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		마감재의 종류, 규격, 성능 등을 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		각종 배관 및 개구부의 위치를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		각종 배관 및 마감재와의 간섭 여부를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		각종 장비 사용성에 대하여 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	구조체	부재별 접합(용접, 볼트 등) 상태를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		부재별 수직/수평 상태를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		방청도장의 두께를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		볼트홀의 수량과 위치를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		브레이싱의 설치상태를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		볼트 마찰면의 상태를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		외장패널의 마감상태를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		환기구 설치부위의 타공 상태를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		방수 부위의 시공 상태를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

③ 재사용 보수보강 단계 체크리스트(제작 업체용)

구분	주점검	주요 검사항목	검사 결과			
			양호	불량	해당 없음	
PC 부재 보수 보강	이력 확인	보수보강 관리(인력/공정/안전/환경) 및 품질관리 계획이 수립되었는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	성능 검사	기존 PC 부재의 균열, 피복 박리, 철근 부식 여부를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		주요구조부 단면 손상 여부 및 보강 필요성을 검토하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		접합부(삽입철근·앵커) 손상 및 변형 여부를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		결로 발생에 대한 검토를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		방수 계획에 대한 검토를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		마감재의 종류, 규격, 성능 등을 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	구조체	보수보강 부위 구조 검토를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		보수보강 부위 마감 상태를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		보강 후 압축강도 시험 및 성능(내화, 기밀)을 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		기존 부재 승인기준(법령 기준) 충족 여부를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	모듈러 재사용 보수 보강	성능 검사	재사용 모듈러 사용이력 및 보수보강 이력을 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			보수보강 관리(인력/공정/안전/환경) 및 품질관리 계획이 수립되었는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
재사용 모듈러의 보수보강을 실시하여 전반적인 성능을 확인하였는가?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
재사용 모듈러 구조 자재의 위치 및 크기를 확인하였는가?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
재사용 모듈러 기둥과 보의 접합을 위한 용접 방법은 적정한가?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
재사용 모듈러 접합부위에 대한 내화계획을 확인하였는가?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
주요구조부 내화피복 두께를 확인 하였는가?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
현장설치 부위에 대한 간섭여부는 검토하였는가?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

구분	주점검	주요 검사항목	검사 결과		
			양호	불량	해당 없음
모듈러 재사용 보수 보강	성능 검사	지역에 따른 단열기준을 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		실별 차음기준을 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		바닥 충격음 기준을 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		결로 발생에 대한 검토를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		방수 계획에 대한 검토를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		마감재의 종류, 규격, 성능 등을 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		각종 배관 및 개구부의 위치를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		각종 배관 및 마감재와의 간섭여부를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		각종 장비 사용성에 대하여 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		재사용 모듈러와 신규제작 모듈러간 간섭여부를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	구조체	구조부재 변형, 손상/훼손/부식 여부를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		부재별 접합(용접, 볼트 등) 상태를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		부재별 수직/수평 상태를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		방청도장의 두께를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		볼트홀의 수량과 위치를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		브레이싱의 설치상태를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		볼트 마찰면의 상태를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		외장패널의 마감상태를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		환기구 설치부위의 타공상태를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		방수 부위의 시공 상태를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
보수보강 부위 구조 검토를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
보수보강 부위 마감 상태를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
재사용 모듈러와 신규제작 모듈러간 결합 시 구조성능을 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

④ 재사용 보수보강 이력관리 카드(제작 업체용)

학교명			공사명		
	전체모듈러수	재사용모듈러수		공사기간	
모듈러 현황	00개(0실)	00개(0실)			
	사용학교명	사용시기	모듈러수	보수·보강유무	재사용횟수
재사용 모듈러 현황				실시, 미실시	
				실시, 미실시	
				실시, 미실시	
				실시, 미실시	
				실시, 미실시	
재사용 모듈러 보수보강 이력	설치 위치			보수·보강 이력	
	층	실명	용도	재사용 횟수	
	0층	1-1교실	일반교실	마감	신품교체

I. 서론
II. 개념 및 개요
III. 기획단계
IV. 설계단계
V. 시공단계
VI. 준공 및 개교단계
VII. 준공 후단계
부록

⑤ 부대공사 체크리스트(부대공사 업체용)

순위	주점검	주요 검사항목	검사 결과		
			양호	불량	해당 없음
지반 및 인입 공사	설치 위치	설치 부위의 좌표 및 레벨은 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	지내력	지내력을 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	인입 공사	정화조, 상하수도, 가스, 전기 등의 인입공사가 적정한가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
기초 공사	기초 연결	PC·모듈러 교차 설치를 위한 기초공사가 적정한가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		앵커볼트의 위치 및 수량은 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		PC·모듈러 교사와 기초 간 연결 위치 및 고정상태는 적정한가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
기초 공사	철근 기초 공사 (필요 시)	앵커볼트와 철근과의 간섭 여부는 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		철근의 배근상태(수직 및 수평, 이음 및 정착 길이 등)를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		철근의 피복두께를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		거푸집의 조립상태?(수직 및 수평)를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		동바리의 위치, 수량, 고정상태 등은 적정한가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		띠장이나 멩에는 적정하게 설치되었는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		거푸집의 위치 및 정확도(좌표, 레벨 등)를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		콘크리트 타설 마감높이는 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		콘크리트 타설 계획(설계기준강도, 타설 구획 및 순서, 타설량 등)은 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

㉔ 운송 및 양중 단계별 체크리스트(제작 업체용)

구분	주점검	주요 검사항목	검사 결과		
			양호	불량	해당 없음
공사 계획 수립	공사 관리 계획	과업지시서에 맞추어 설계도서는 잘 작성되었는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		구조계산서 및 공사시방서 등은 잘 작성되었는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		공정관리 계획은 수립되었는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		자재 반입 및 관리 계획은 수립되었는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		시공 및 품질관리 계획은 수립되었는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		안전 및 환경관리 계획은 수립되었는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
야적 및 보양	야적	현장설치 순서에 따른 야적순서 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		PC 부재 야적 시 적층 단수(최대 3단) 및 받침대 설치 여부를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		야적순서에 따른 부재·모듈 간 이동순서 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		양중장비 이동경로 및 동선을 확보하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	보양	강우 등 외부환경을 고려한 보양을 실시하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		현장반입을 위한 보양작업을 병행하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
현장 반입	운송 준비	운송 시 해당 지역 경찰서에 신고 등의 절차를 수행하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		운송 경로 파악 및 장애요인(과적·과폭 제한 등)을 검토하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		PC 부재 전용 운반 받침대(크래들) 또는 무진동 트레일러를 확보하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		날씨, 거리, 시간, 경로 등을 최종적으로 검토하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	상차	양중 시 안전성을 확보하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		PC 부재 또는 모듈러 고정 상태를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	운송	운송 시 이동속도 제한을 준수하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		좌우 식별장치 설치를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	하차	좌우 식별장치 및 자재 탈락 여부를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		현장 야적 시, 바닥의 평활도를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
양중 계획	크레인 양중계획	PC 부재 및 모듈러의 양중 중량과 크레인의 최대 양중 중량, 최대 높이, 최대거리를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		크레인이 양중과정에서 전도 우려 없이 지반에 적절하게 설치되었는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

⑦ 현장시공 시 공정단계별 체크리스트(제작 업체용)

구분	주점검	주요 검사항목	검사 결과			
			양호	불량	해당 없음	
설치/ 고정	기초 설치	기초가 도면대로 설치되었는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		앵커볼트 또는 기초 연결장치 및 플레이트 위치가 도면대로 설치되었는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		모듈러가 설치되는 기초상부의 레벨 및 평할도가 확인되었는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	모듈러 설치	재사용 모듈러의 보수 및 보강 상태를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		모듈러 간의 수직 및 수평 상태를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		기초와 수직 수평레벨을 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		본 조립 전, 모듈러 위치의 정확도를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		가조립 후, 모듈러 간 수평 상태를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		수직, 수평 간 볼트 등의 체결은 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		우천에 의한 피해 방지 조치를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	지붕 공사	지붕 프레임 설치	프레임 고정 및 볼트접합 상태를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			퍼린 설치 및 접합부 위치를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		지붕 마감재 설치	하부 모듈러 우천 대비책을 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
방수시트 마감 상태를 확인하였는가?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
외장 공사	외장재 설치	재사용 모듈러의 외장재 상태를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		하지 철물이 모듈러 구조체에 적절히 설치되었는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		모듈러 수직, 수평간 간 접합부에 방수처리가 적절히 이루어졌는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		창호 접합부에 방수처리가 적절히 이루어졌는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		지붕 드레인이 낙엽 등에 의해 막힘 우려가 없는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		외장패널 이음부의 마감 상태를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		모듈러 접합 후 외장 패널 조인트의 수직/수평 상태가 유지될 수 있도록 시공되었는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

구분	주점검	주요 검사항목	검사 결과		
			양호	불량	해당 없음
외장 공사	외장재 설치	모듈러 접합 후 외장 패널 조인트의 수직/수평 상태가 유지될 수 있도록 시공되었는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	철골 프레임	별도의 구조검토 없이 주요 구조부에 손상(절단, 변형)이 발생했는지 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		주요구조부 철골 부재에 내화피복이 도면과 동일하게 이루어졌는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
마감 공사	설비 공사	설비공사 설비 연결부 누수를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		설비 연결부 내화채움을 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	전기 공사	전기공사 모듈러 접합부 배선 접합상태를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		이중천장 내에 배관공사(금속제 가요전선관, 강제전선관)를 실시하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		케이블 트레이는 전기적, 기계적으로 견고하게 설치되어 있는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		레이스웨이 커버를 적정하게 설치하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		케이블 트레이 본딩 및 모션 접지 등 접지공사를 적정하게 시공하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	건축 마감	천장, 벽, 바닥 마감 상태를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		모듈러간 접합부 마감 상태를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		모듈러 재사용 가능 범위를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		단열재의 보관 상태 및 시공 상태를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	창호 및 천장	창호 및 문틀의 규격 및 설치는 양호한가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		개구부의 보강은 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
전등이나 환기구 설치 부위의 보강은 확인하였는가?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
천장 달대 볼트 또는 천장재 지지 구조물은 도면과 동일하게 구조적으로 견고하게 설치하였는가?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
현장 마무리	청소 상태를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

③ 공정단계별 체크리스트(발주기관용)

구분	주점검	주요 검사항목	검사 결과		
			양호	불량	해당 없음
일반 사항	공사관리	설치가능 유무를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		설계도서 및 구조계산서(기초공사) 유무를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		공정관리 계획은 수립 유무를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		자재 반입 및 관리 계획은 수립 유무를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		모듈 현장 조립 계획은 수립 유무를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		시공 및 품질관리 계획은 수립 유무를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		안전 및 환경관리 계획은 수립 유무를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		재사용 모듈러의 사용이력, 보수보강 여부, 안전관리 계획 등을 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
제작	공장관리	모듈의 구조계산은 적합한지 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		모듈의 성능 및 안전성은 적합한지 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		재사용 모듈러의 보수보강 및 품질이 적합한지 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		공장 검수는 진행하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
운송	운송관리	운송 시 해당 지역 경찰서에 신고 등의 절차를 수행하였는지 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		모듈의 포장 및 운송 계획은 적절한지 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		하차 진입로 및 하차 구획은 충분한지 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		하차 후 모듈 상태는 점검하였는가? (내·외장재 및 구조체 결함 여부)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		모듈 야적 공간은 충분한지 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
양중	양중관리	양중 장비 선정은 적절한지 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		양중 위치 선정은 적절한지 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		크레인 설치 구간 지반상태는 견고한지 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

구분	주점검	주요 검사항목	검사 결과		
			양호	불량	해당 없음
양중	양중관리	양중 구간 반경 내의 통제 구획 및 신호수 배치는 적절한지 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
공사 관리	시공관리	설계도서와 시공은 일치한지 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		기초공사는 견고하게 시공되었는지 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		시공허용오차 내에서 시공되었는지 확인하였는가?(수직, 수평 등)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		모듈과 모듈 접합부는 견고한지 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		접합부의 마감처리(방청, 방수 등)상태는 양호한지 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	품질관리	모듈 규격, 형상, 치수 일치 여부를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		재사용 모듈러의 보수보강 및 마감재 등 품질이 양호한지 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		모듈의 균열, 파손, 흠집 여부(내, 외부마감재)를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		모듈의 수직, 수평 상태 여부를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		기밀, 단열, 층간 소음 등의 성능검증 여부를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		청소상태 등 사용상에 문제가 없는지 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	안전 관리	통학로	통학로를 고려하여 공사차량과 건설장비 운영 계획을 수립하였는지 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
통학 집중시간을 고려하여 운송계획을 수립되었는지 확인하였는가?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
이용자		교육시설이용자를 고려한 안전조치는 수립되었는지 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		공사현장 구획 설정 및 출입통제는 적절한지 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		건설장비 작업 구간 내의 통제구획 및 신호수는 배치되었는지 확인하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

㉠ 공사 안전관리계획서(제작 업체용)

대분류	중분류	작성내용	수립	미수립	해당 없음
모듈러 교사 운송	운송 및 하차	○ 모듈러의 운송 및 하차 계획을 수립하였는가?			
		- 모듈러 운송차량 학교 진입 계획	□	□	□
		- 모듈러 야적공간 확보 계획	□	□	□
		- 모듈러 하차 계획	□	□	□
모듈러 교사설치	화재예방	○ 화기작업 시 화재안전대책을 수립하였는가?			
		- 불티방지포, 불티방지커버 등 설치계획	□	□	□
		- 화재감시자 배치계획	□	□	□
		- 소화기 배치계획	□	□	□
	장비운용	○ 장비 운용에 따른 학생 안전대책을 수립하였는가?			
		- 장비 운용계획과 전도방지대책	□	□	□
		- 장비 주변 안전펜스 설치계획	□	□	□
		- 장비 주변 신호수 배치계획	□	□	□
모듈러 교사해체 (임차)	해체 및 상차	○ 모듈러 교사의 해체 및 상차 계획을 수립하였는가?			
		- 모듈러 교사 해체 계획	□	□	□
		- 모듈러 상차 계획	□	□	□
통학로 안전관리	통학로 현황	○ 학생 통학로 현황을 파악하였는가?			
		- 학생 동선을 고려한 통학로 현황도	□	□	□
	공사차량 운영	○ 공사차량 운행에 따른 학생 안전대책을 수립하였는가?			
		- 통학로를 고려한 공사차량 운행계획(동선 및 시간표 포함)	□	□	□
		- 공사차량 운행 시 신호수 배치계획	□	□	□
비고					

⑩ 안전관리계획서 검토확인서(발주기관용)

학교명		공사명			
착공일		판정	[]적합	[]조건부적합	[]부적합
준공일		검토자	소속	성명	(인)

검토항목			검토 결과
대분류	중분류	소분류	
모듈러 교사 운송	▪ 운송 및 하차	· 모듈러 교사 운송차량 학교 진입 계획	
		· 모듈러 하차 계획	
		· 모듈러 야적공간 확보 계획	
모듈러 교사 설치	▪ 화재예방	· 불티방지포, 불티방지커버 등 설치계획	
		· 화재감시자 배치계획	
		· 소화기 배치계획	
	▪ 장비운용	· 장비 운용계획과 전도방지대책	
		· 장비 주변 안전펜스 설치계획	
		· 장비 주변 신호수 배치계획	
모듈러 교사 해체(임차)	▪ 해체 및 상차	· 모듈러 교사 해체 계획	
		· 모듈러 상차 계획	
통학로 안전 관리	▪ 통학로 현황	· 학생 동선을 고려한 통학로 현황도	
	▪ 공사차량 운행	· 통학로를 고려한 공사차량 운행계획 (동선 및 시간표 포함)	
		· 공사차량 운행 시 신호수 배치계획	

⑩ 안전관리계획서 이행확인서(발주기관용)

점검항목[결과: 양호(O), 보통(△), 불량(x)]			결과	조치사항
대분류	중분류	소분류		
모듈러 교사 운송	▪ 운송 및 하차	· 모듈러 운송차량 학교 진입 계획		
		· 모듈러 교사 하차 계획		
		· 모듈러 야적공간 확보 계획		
모듈러 교사 설치	▪ 화재예방	· 불티방지포, 불티방지커버 등 설치계획		
		· 화재감시자 배치계획		
		· 소화기 배치계획		
	▪ 장비운용	· 장비 운용계획과 전도방지대책		
		· 장비 주변 안전펜스 설치계획		
		· 장비 주변 신호수 배치계획		
모듈러 교사 해체 (임차)	▪ 해체 및 상차	· 모듈러 교사 해체 계획		
		· 모듈러 상차 계획		
통학로 안전 관리	▪ 통학로 현황	· 학생 동선을 고려한 통학로 현황도		
	▪ 공사차량 운행	· 통학로를 고려한 공사차량 운행계획 (동선 및 시간표 포함)		
		· 공사차량 운행 시 신호수 배치계획		

⑫ 설치 전 체크리스트(발주기관용)

체크사항	예	아니오
주변 환경의 유해성 오염 물질이 모듈러 교사에 영향을 미치는 배치가 아닌지 검토하였는가?		
교실 저면 창호 주변에 녹지대를 구성 신선한 공기의 유입이 가능한가?		
각 교사 건물의 실 배치 시 각 실의 특성에 맞게 자연 환기에 유리한 평면인지 검토하였는가?		
교실 내부 마감재에 대하여 친환경자재 인증서를 확인하였는가?		
각 교실의 특성을 고려한 환기계획은 적절하게 수립되었으며 창문은 일정 부분 개폐가 가능한 구조인지 검토되었는가?		
각 교사의 교실 사용 배치 시 실의 특성상 자연 환기 또는 기계환기의 필요성에 대해 검토하였는가?		

⑬ 설치 및 완료 후 체크리스트(발주기관용)

체크사항	예	아니오
설치되는 모듈러의 자재가 친환경성과 저 오염 방출 자재를 사용하는가?		
공사 단계별 부분 공사 중 또는 부분 공사 완료 후 적절한 환기를 실시하는지 확인하였는가?		
각 재료의 공사에 사용되는 접착제가 저오염물질 방출자재인지 확인하였는가?		
교실 및 사용된 가구에 각 도료나 마감재료 등에 함유된 중금속, 실내공기질 등에 대한 환경 안전기준에 적합 확인하였는가?		
각 실내 공사 중 각종 먼지와 오염물질의 영향으로부터 최소화하기 위한 청소와 관리는 적절한지 확인하였는가?		
설치공사 완료 후 전문기관에 의해 공기질 검사를 수행하였는가?		
건물관리자에게 실내 관리를 위한 유지관리 지침을 작성 제시하였는가?		

2. 기술·설계 자료

2.1 과업지침서 및 공사시방서 표준(안)

1) 과업지침서 주요 구성

구분	내용
I. 개요	과업의 배경·목적, 수행범위
II. 관련 법령	건축법, 학교시설사업관리규정, 에너지절약기준 등
III. 과업 범위	기본계획, 실시설계, 기술검토, 성능평가
IV. 성능 기준	구조·내진·차음·단열·환기·친환경 기준
V. 산출물	설계보고서, BIM 데이터, 유지관리 매뉴얼
VI. 일정 관리	단계별 수행계획, 검토 일정표
VII. 검토 및 협의	발주처, 감리단, 시공사 협의체 운영

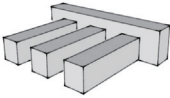

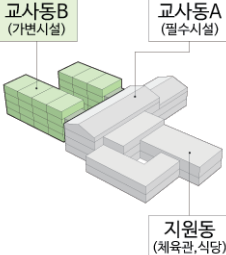

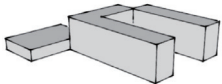

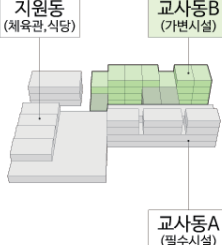
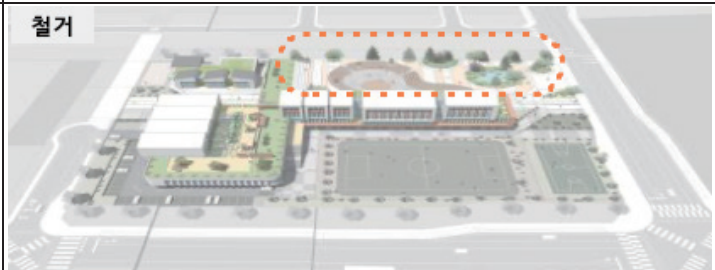
2) 공사시방서 표준(안)

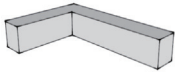

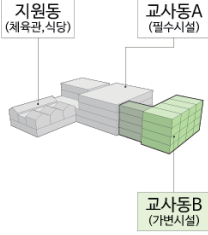

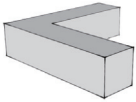

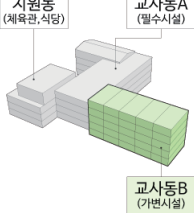

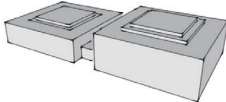
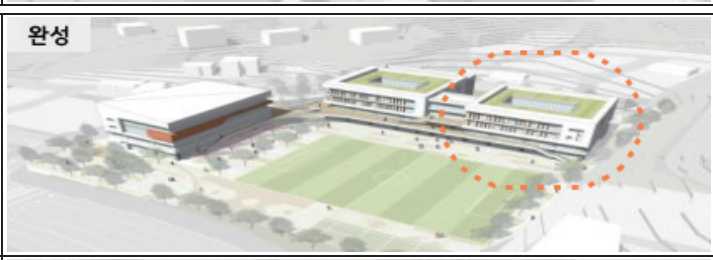
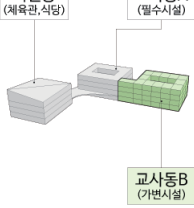

공종	주요 내용	비고
철골 구조공사	H형강, 고장력볼트, 용접, 방청처리	KS 기준 준수
모듈 조립공사	접합부, 단열·기밀, 실링, 마감	재설치 가능 구조
RC 공사	기초, 바닥, 구조체, 방수	내진설계 포함
전기·기계 설비	모듈형 설비, 유지보수 접근성	에너지 절약 설계
마감공사	친환경자재, 흡음·차음, 내구성	공기질 기준 충족

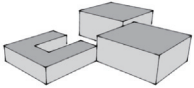

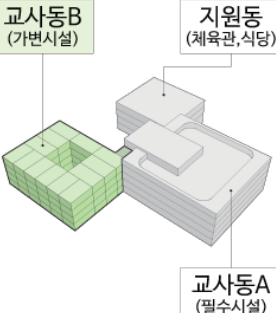
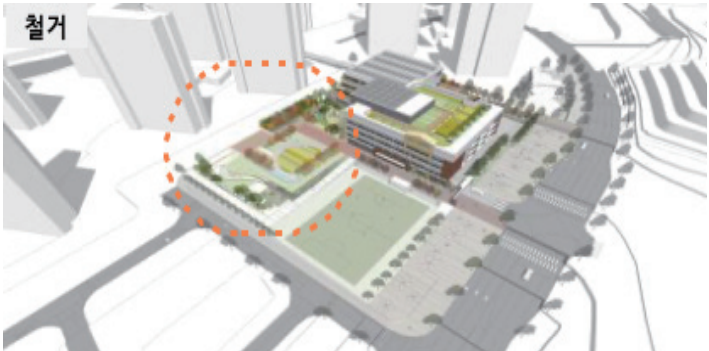
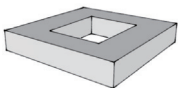

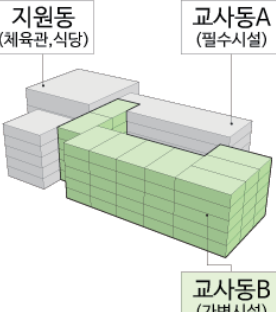

2.2 교사 배치 구조 유형 해설(별동형 9종+신규 반영 9종)

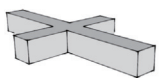

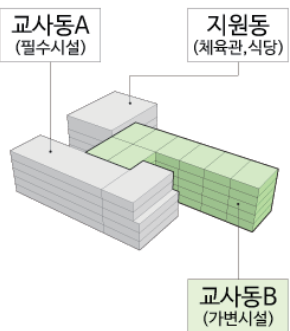

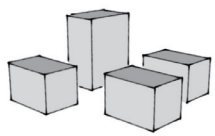

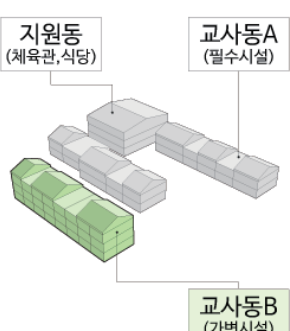

1) 기존 별동형 9개 배치 유형(안) ▶ 표준 모델 '초 36학급' 기준 적용

[설계 개요]		[공간 구성]		
학급수	초등학교 36학급	구분	학급수	주요시설
구조	철근콘크리트RC(18학급) + PC·모듈러(18학급)	RC(고정형)	18학급	학습동+관리동+공용지원시설
규모	RC(4층)+OSC(4층)	OSC(가변형)	18학급	학습동+융합·체험활동 공간

<p>① 핑거형(손가락형)</p> 	<p>완성</p> 
<p>교사동B (가변시설)</p> <p>교사동A (필수시설)</p> <p>지원동 (체육관, 식당)</p> 	<p>철거</p> 
<p>② 병렬형(二字형)</p> 	<p>완성</p> 
<p>지원동 (체육관, 식당)</p> <p>교사동B (가변시설)</p> <p>교사동A (필수시설)</p> 	<p>철거</p> 

<p>③ ㄱ형(열린마당형)</p> 	<p>완성</p> 
<p>지원동 (체육관, 식당) 교사동A (필수시설) 교사동B (가변시설)</p> 	<p>철거</p> 
<p>④ L형(분리연계형)</p> 	<p>완성</p> 
<p>지원동 (체육관, 식당) 교사동A (필수시설) 교사동B (가변시설)</p> 	<p>철거</p> 
<p>⑤ ㄹ형(중정형)</p> 	<p>완성</p> 
<p>지원동 (체육관, 식당) 교사동A (필수시설) 교사동B (가변시설)</p> 	<p>철거</p> 

<p>⑥ U형(개방형)</p> 	<p>완성</p> 
<p>교사동B (가변시설)</p> <p>지원동 (체육관, 식당)</p> <p>교사동A (필수시설)</p> 	<p>철거</p> 
<p>⑦ 열린모형(통풍형)</p> 	<p>완성</p> 
<p>지원동 (체육관, 식당)</p> <p>교사동A (필수시설)</p> <p>교사동B (가변시설)</p> 	<p>철거</p> 

<p>⑧ X형(교차형)</p> 	<p>완성</p> 
<p>교사동A (필수시설)</p> <p>지원동 (체육관, 식당)</p> <p>교사동B (가변시설)</p> 	<p>철거</p> 
<p>⑨ 독립형(자유배치형)</p> 	<p>완성</p> 
<p>지원동 (체육관, 식당)</p> <p>교사동A (필수시설)</p> <p>교사동B (가변시설)</p> 	<p>철거</p> 

3. 참고 자료

3.1 관련 법령·지침 정리

구분	법령명	주요 내용
건축	「건축법」	건축기준, 구조·내화·용도 규정
시설관리	「건축물관리법」	유지관리·해체·안전점검 기준
환경	학교보건법 「실내공기질관리법」	교육시설 공기질 기준
에너지	녹색건축물 조성 지원법 에너지 효율 기준 신재생에너지 설비 설치 「에너지절약설계기준」	단열·기밀·기계설비 기준
학교시설	「교육시설 등의 안전 및 유지관리 등에 관한 법률」	설계·시공·검수 절차 기준
재산관리	「공유재산 및 물품관리법」	자산 등록 및 관리 기준
폐기물	건설폐기물의 처리 등에 관한 업무처리지침 「건설폐기물의 재활용촉진에 관한 법률」	해체·폐기물 처리 절차
안전	「산업안전보건기준에 관한 규칙」	해체 및 현장 안전관리

3.2 관련 연구보고서

보고서명	발행처	발행연도
서울형 모듈러 임시교사 설치 가이드라인	서울특별시교육청·한국교육시설안전원	2023
부산광역시교육청 모듈러교실 설치 및 운영 가이드라인	부산광역시교육청·한국교육시설안전원	2024

경기미래형 하이브리드 신축학교
설계·시공·운영 통합 가이드라인

공동개발	경기도교육청	한국교육시설안전원
총괄책임	민해영 사무관	손영균 처 장
실무작성팀	박성준 주무관	조창희 팀 장
	김성인 주무관	김재영 과 장
	김유훈 주무관	박찬재 과 장
	조현준 주무관	전주현 과 장
	황순화 주무관	신효주 사 원
기술자문단	(주)인터월드건축사사무소	김형준 건축사
	(주)연우구조	최석동 기술사
	한국교육시설안전원	김경환 건축사
	(주)현대엔지니어링	장활제 매니저

개정판

학교시설 OSC 공법 적용을 위한
설계·시공·운영 통합 가이드라인

한국교육시설안전원	
	손영균 처 장
	조창희 팀 장
	김재영 팀 장
	김나영 사 원
인하공업전문대학교	김희동 교 수
한양대학교 ERICA	안용한 교 수
아이에스동서	이진우 과 장
(주)엔알비	조지은 실 장
아주대학교	최병주 교 수

학교시설 OSC 공법 적용을 위한
설계·시공·운영 통합 가이드라인

- 발 행 처 한국교육시설안전원
- 기 획 / 편 찬 교육시설지원처 교육환경기획팀
- 주 소 07236 서울특별시 영등포구 국회대로62길 25 8층
- 발 행 일 2026년 05월

개정판

학교시설 OSC 공법 적용을 위한
설계·시공·운영 통합
가이드라인

