LH 토지주택연구원

연구기획 2022-021

OSC기반 중저층 공동주택 모델연구

-7층 이하 300세대 미만 가로주택정비사업-

이지은 / 주재영 / 송정훈 / 양동헌

LAND & HOUSING INSTITUTE

연구지원 2022-021호

OSC기반 중저층 공동주택 모델연구

지은이 (LHI) 이지은
(실무) 주재영 . 송정훈 . 양동헌
발행인 토지주택연구원장
발행처 한국토지주택공사 토지주택연구원

인 쇄
주소 (우)305-731 대전광역시 유성구 엑스포로 539번길 99
전화/전송 042) 866-8587 / 866-8592
전자우편 jee@lh.or.kr
홈페이지 http://lhi.lh.or.kr

• 이 출판물은 LH의 업무상 필요에 의하여 연구·검토한 기초자료로써 LH와 정부의 공식적인 견해와 관계가 없습니다.
• 우리 공사(LH)의 승인 없이 연구내용의 일부 또는 전부를 다른 목적으로 이용할 수 없습니다.

연구지원 2022-21

OSC기반 중저층 공동주택 모델연구

-7층 이하 300세대 미만 가로주택정비사업-

A Design Model of the Low-rise Apartment Buildings in Off-Site Construction

- Housing Improvement Project in a City Block for less than 300 Households with 7 Stories or less -

LH 토지주택연구원

참여연구진

연구총괄
이지은 LH 토지주택연구원 수석연구원

연구진(가나다순)
송정훈 광명시흥사업본부 주택사업부 소장
양동헌 공공주택설비처 설비계획부 차장
주재영 강원지역본부 건설사업부 부장

연구심의위원(가나다순)
강기연 LH공공지원건축사업단 차장
김균태 LH공공지원건축사업단 부장
민현식 건축사사무소 기오헌 소장
박준영 LH 토지주택연구원 선임연구위원
오주헌 LH 수도권주택공급특별본부 본부장
윤기병 원광대학교 교수
이장범 선문대학교 교수
조용준 조선대학교 명예교수

연구자문위원(가나다순)
김도범 NI스틸 선임연구원
김성훈 구로2 도시재생현장지원센터 총괄코디네이터
김종대 명성에코엔지니어링 부사장
이규동 코오롱글로벌주식회사 부장

BIM프로그램을 활용한 기본 설계도 작성용역
삼우종합건축사사무소 (연구책임: 노정열)

도심지내 중저층 공동주택 적용 합성구조 설계도 작성용역
스틸라이트 (연구책임: 천상현)

연 구 요 약

□ 연구 배경 및 목적

○ 본 연구는 도심지 내 밀도확보 및 다양한 사회적 활동을 수용하는 중층 · 고밀 주택의 사업토대를 마련하고자 소규모 주택정비사업, 도시재생 활성화사업과 연계하여 노후 저층 주거지 정비 사업에 활용하는 계획모델을 제안함.

○ 연구의 목적은 공장에서 생산하여 현장에서 시공하는 OSC(Off-Site Construction)공법을 적용하는 주택을 대상으로 가변형 패널 벽체를 활용하여 공간 변형이 용이한 도심 내 중저층 공동주택 디자인 방안을 마련하는 것임.

□ 거주자의 라이프 스타일 및 라이프 사이클을 반영하기 위한 가변형 주택 평면계획 제시

○ OSC공법으로 시공하기 위해 공장에서 생산되는 건축 구성재는 표준화 및 규격화 된 단위를 사용하는 MC(Modular Coordination)설계 방법을 적용하며, 운반 용이한 크기로 생산해야 함. 라멘 구조를 구성하는 기둥-보를 제작하는 철골은 공장에서 자동화된 방식으로 성형 제작하여 현장에서 조립하도록 계획하였으며, 가변형 패널로 공간을 분할하여 다양한 평면을 생성하는 방법을 제안함.

○ 22㎡과 46㎡ 평면을 기본 단위로 하여 단위 평면 확장으로 69㎡ 평면 등을 만들고 1~4인가구 한 세대, 두 세대 동거형, SOHO(Small Office Home Office)형 주택 등 다양한 라이프 스타일을 반영한 주택 계획안을 제시함. 그리고 66㎡의 세대 내부 구조만 변경하는 평면 계획안을 제시하여 총 3가지 유형의 기본 평면으로 평면계획을 다양하게 생성하는 방안을 제시함.

□ 도심 내 밀도확보를 위한 중층 · 고밀 공동주택 주동계획

○ 건물배치는 블록 내부의 중정이 공간의 구심점이 되도록 계획하고 중정 주변의 동선으로 입체적인 도시 가로를 재현함. 외부 복도는 화단 가꾸기나 아이들 놀이, 주민 모임 등 다양한 활동이 일어나고 자연스럽게 커뮤니티가 활성화 될 수 있도록 계획함.

○ ‘오픈 하우징(Open housing)의 개념을 구현하여 인간과 공간, 시간의 세 가지 변화에 유연하게 대처할 수 있도록 디자인 함. 즉, 거주자의 라이프 스타일과 라이프 사이클을 수용할 수 있는 주택을 실현할 수 있는 계획모델을 제안함.

○ 주호 부분은 강합성 라멘 구조로 계획하고 계단 및 승강기 코어 부분은 횡력 및 전단력(내진, 풍압력)에 대한 건물의 강성을 확보할 수 있는 방법으로 계획함. 공장에서 생산하는 장스팬 합성 라멘 구조로 서포트 · 인필 시스템을 구축한 공법은 장수명 주택 인증 요건에 부합하는 건축형태임.

○ 설비는 당해층 배관방식을 적용하여 층간소음을 최소화하고 점검이 다른 세대에서 이루어지지 않도록 계획함. 욕실 오배수 배관은 슬라브를 최소로 내려 시공할 수 있도록 건식벽체 층상배수 방식을 활용함. 이러한 방식은 슬라브에 배관을 매설하지 않으므로 점검이 용이하고 당해층 배관시 건축 층고가 높아지는 단점을 해결할 수 있음. 그리고 구조체와 배관 · 배선을 분리하여 주택을 손상시키지 않고 부품을 교체하며 계획적인 유지관리 체계를 정비할 수 있음. 이와 같이 공장 제작되는 건축 구성재의 비율을 높이며 OSC공법으로의 전환을 최적화할 수 있음.

□ 중층 · 고밀 주택사업 활용모델 제안

○ 도심 내 소규모 정비 사업에 활용되도록 사업성 및 단독주택과 공동주택의 장점을 갖춘 중저층 공동주택 모델을 제안함. 이러한 사업모델은 임대주택 및 생활SOC시설을 포함하여 용적률 인센티브를 적용받고, 주택도시기금 등의 지원정책을 활용할 수 있음.

○ 민간주도사업이 어렵고, 신속하게 사업을 시행해야 하는 도심지 내 주거지역, 역세권 등의 도심 공공주택 복합사업, 소규모 정비사업 등에 활용하기에 효율적인 대안을 연구함. 민관협력을 위해 공기업이 시행을 추진하는 사업에 민간이 설계 및 시공을 담당하는 것도 고려할 수 있음. 그리고 공공이 주택건설사업자와 공동시행하거나 리츠 공동출자 또는 협약 방식 등을 통해 공동시행 추진하는 방식 등을 고려하여 제안함.

주제어 OSC(Off-Site Construction)건축, 중저층 공동주택, 서포트 · 인필시스템, 가변형평면, 가로주택정비사업

차 례

제1장 서 론 ····· 1

1. 연구의 배경 및 목적 ····· 3
   1.1 연구배경 ····· 3
   1.2 연구목적 ····· 4
2. 연구의 내용 및 범위 ····· 5
   2.1 연구내용 ····· 5
   2.2 연구범위 ····· 5

제2장 도심 저층주거지 현황 및 정비사업 ····· 7

1. 서울의 저층주거지 현황분석 ····· 9
   1.1 서울의 저층주거지 현황 ····· 9
   1.2 서울 노후 저층주거지 개선 방안 ····· 10
   1.3 저층주거지 정비사업 대상지 ····· 11
   1.4 저층주거지 정비 및 재생 사업 사례 ····· 16
2. 저층 주거지 관련 법 · 제도 분석 ····· 21
   2.1 관련 제도 및 사업 ····· 21
   2.2 소규모 주택정비사업 관련 건축 기준 ····· 23
3. 중저층 공동주택 사업모델 제안 ····· 29
   3.1 노후 저층 주거지 정비사업 ····· 29
   3.2 장수명 주택 인증에 적합한 주택모델 적용사업 ····· 31
4. 소 결 ····· 33

제3장 OSC기반 중저층 공동주택 계획(안) ····· 35

1. 계획 개요 ····· 37
   1.1 계획 방향 및 대상 ····· 37
   1.2 계획 방법 ····· 42
   1.3 디자인 컨셉 ····· 52
2. 가변형 평면계획(안) ····· 61
   2.1 가변형 평면 기획 ····· 63
   2.2 공간 확장 및 분할 가변형 평면 : 22 및 46㎡ 세대 ····· 69
   2.3 세대 내부구조 가변형 평면 : 66㎡ 세대 ····· 71
   2.4 설비 시스템 계획 ····· 74
3. 공동주택 주동 계획(안) ····· 83
   3.1 배치계획 ····· 83
   3.2 주거부분 단위세대 배치계획 ····· 90
   3.3 공용 공간 계획 ····· 94
   3.4 단면 계획 ····· 97
4. 소 결 ····· 101

제4장 가변형 평면 구현을 위한 기술 적용(안) ····· 103

1. 합성 구조계획 ····· 105
   1.1 개 요 ····· 105
   1.2 합성보 ····· 107
   1.3 합성기둥 ····· 113
   1.4 보–기둥 접합부 ····· 115
   1.5 합성슬라브 ····· 116
2. 공동주택 구조 계획(안) ····· 118
   2.1 구조 설계 ····· 118

2.2 구조 계획(안) ····· 119
3. 유닛 화장실 설치 및 당해층 배관 ····· 126
4. 벽체의 공업화 제품 적용 ····· 135
5. 장수명 주택 인증의 가변성 및 수리용이성 평가 ····· 140

제5장 결 론 ····· 145

1. 연구의 결론 ····· 147
2. 연구의 한계 및 향후과제 ····· 148

참고문헌 ····· 149

부 록 ····· 155

표 차 례

[표 2-1] 저층 주거지 정비사업 대상지 비교 ····· 13
[표 2-2] 가로주택정비사업 · 소규모재건축사업의 공공참여 ····· 14
[표 2-3] 정비사업 유형별 특징비교 ····· 15
[표 2-4] 노후 저층 주거지에 적용하는 주택정비사업 대안 비교 ····· 16
[표 2-5] 서울 저층주거지 정비사업 사례 ····· 17
[표 2-6] 연도별 가로주택정비사업 현황(2020.12) ····· 18
[표 2-7] 지역별 가로주택정비사업 현황(2020.12) ····· 19
[표 2-8] 2.4 대책 사업별 요약 ····· 20
[표 2-9] 근린재생형 우리동네살리기 활성화사업 사례 ····· 21
[표 2-10] 서울시 건축규제 완화_용적률 및 평균 층수 ····· 26
[표 2-11] 서울시 임대의무기간에 따른 용적률 완화 ····· 27
[표 3-1] 건설업의 현안 ····· 38
[표 3-2] 대상지 위치 및 주변 현황 ····· 40
[표 3-3] 주동 형태 계획 ····· 44
[표 3-4] 입체 가로계획 사례 ····· 44
[표 3-5] 세대평면 모듈 계획 개념 ····· 46
[표 3-6] 평면 계획 개념 ····· 48
[표 3-7] 장수명 공동주택 설계기준 _ 부품계획분야 ····· 50
[표 3-8] 모듈러 디자인이 적용된 건축사례 ····· 53
[표 3-9] 알레한드로 술 솔레르의 모듈러디자인 ····· 53
[표 3-10] NEXT21 주택 모듈러디자인 적용 리모델링 ····· 54
[표 3-11] 시뮬레이션에 의한 유닛모듈 계획 ····· 55

[표 3-12] 외장 모듈을 활용한 건물 성능향상 사례 ····· 56
[표 3-13] 공간모듈을 활용한 공간확장 사례_102 Dwellings ····· 56
[표 3-14] 카라반첼 주거지구 공동주택 사례 ····· 58
[표 3-15] 82 세대(Viviendas) 평면 및 사진 ····· 59
[표 3-16] 중정형 주동 사례 ····· 60
[표 3-17] 건축 개요-공동주택 분양면적 개요 ····· 61
[표 3-18] 건축 개요-공동주택 공용 및 계약면적 ····· 62
[표 3-19] 화장실의 위치에 따른 평면 비교 _ 대안 1 ····· 64
[표 3-20] 화장실의 위치에 따른 평면 비교 _ 대안 2 ····· 65
[표 3-21] 가변형 평면을 적용한 유사 사례 ····· 66
[표 3-22] NEXT21 주택 사례 ····· 68
[표 3-23] 22 ㎡와 46 ㎡ 평면계획(안) ····· 69
[표 3-24] a+b 확장 평면 계획(안) - 기능 특화형 ····· 70
[표 3-25] a+b 확장 평면 계획(안) - 4 인 가구 기본형 ····· 71
[표 3-26] 요시다 주택 가변형 평면 사례 ····· 72
[표 3-27] 66 ㎡ 평면계획(안) ····· 73
[표 3-28] 바닥 난방방식 ····· 75
[표 3-29] 습식과 건식 난방방식 비교 ····· 76
[표 3-30] 건식 온수난방 시공과정 ····· 77
[표 3-31] 스프링클러 배관방식 비교 ····· 79
[표 3-32] 공동 입상관 설치에 따른 설비 샤프트 크기 비교 ····· 80
[표 3-33] 세탁 배수 배관 설치방법 ····· 81
[표 3-34] 실외기실 규격 검토 및 계획(안) ····· 82
[표 3-35] 주동 건축개요 ····· 83
[표 3-36] 용도별 면적표 _ A 대지 ····· 84

[표 3-37] 용도별 면적표 _ B 대지 ····· 84
[표 3-38] 공동주택 주동 규모검토 ····· 87
[표 3-39] 배치계획 조감도 ····· 88
[표 3-40] 공동주택 부분 평면도 ····· 91
[표 3-41] 복도와 세대외벽 단면상세도 ····· 93
[표 3-42]부대복리시설 법적 설치기준 ····· 94
[표 3-43] 공동주택 주동 규모검토 ····· 95
[표 3-44]계획(안) 부대복리시설 면적개요 ····· 96
[표 3-45] 계획(안) 중정부분 투시도 ····· 98
[표 3-46] 계획(안) 종단면도 ····· 99
[표 3-47] 계획(안) 횡단면도 ····· 100
[표 4-1] 구조형식 비교 ····· 106
[표 4-2] 강합성구조를 적용한 공동주택 시공사진 ····· 107
[표 4-3] AU 합성보의 세미 슬림 플로어 구조 형상 및 휨강도 ····· 110
[표 4-4] 합성보와 데크시스템의 결합(슬림플로어 공법) ····· 110
[표 4-5] AU-Beam 세미슬림플로어 구조의 스팬 계획 ····· 115
[표 4-6] 강합성구조 TU 보의 형상 및 시공도 ····· 116
[표 4-7] 강합성구조 주차장 시공사례 ····· 117
[표 4-8] 설계 하중 일람표 ····· 121
[표 4-9] 유닛 화장실 제작 사례 ····· 126
[표 4-10] 층간소음 비교 ····· 127
[표 4-11] 유닛화장실 계획 단면 상세도 ····· 129
[표 4-12] 건식벽체 층상배관 공법 ····· 130
[표 4-13] 화장실 오배수 방식 비교 ····· 130
[표 4-14] LH 공동주택 적용 욕실 오 · 배수 배관공법 비교 ····· 131

[표 4-15] 배관 방식에 따른 배수소음 비교 ····· 132
[표 4-16] 층상벽면배관 선반 최소 폭 검토 ····· 132
[표 4-17] 욕실 방수판 설치 ····· 133
[표 4-18] 국립의료원 음압격리병동(2020.09) 외벽 복합패널 시공사진 ····· 136
[표 4-19] 외벽 단면도 ····· 136
[표 4-20] 외벽 상세단면도 및 입면 주재료 사진 ····· 138
[표 4-21] 미네랄 울 패널 마감재 일체형 공장생산 사진 ····· 140
[표 4-22] 장수명 주택 인증 '가변성' 항목 및 충족여부 ····· 141
[표 4-23] 장수명 주택 인증 '수리용이성' 항목 및 충족여부 ····· 142

그 림 차 례

[그림 2-1] 서울시 노후주택비율 현황(단독주택) ····· 10
[그림 3-1] 대지 주변 현황 사진 ····· 41
[그림 3-2] 계획대상지의 면적 및 주변 도로 현황 ····· 42
[그림 3-3] SAR 주거대시스템 다이어그램 ····· 48
[그림 3-4] 구조 모듈 계획 개념 ····· 51
[그림 3-5] 단위세대 배치도 ····· 62
[그림 3-6] 완강기 설치계획 ····· 79
[그림 3-7] 계획(안) 배치 개념 ····· 86
[그림 3-8] 공동주택 공용 복도부분 단면도 ····· 92
[그림 3-9] 남측 입면도 ····· 97
[그림 3-10] 대상지 주변 현황 ····· 98
[그림 4-1] 보춤 및 층고 비교(일반적인 장스팬 사례) ····· 108
[그림 4-2] 다양한 형상의 합성보 사례 ····· 109
[그림 4-3] AU 합성보 구성 ····· 109
[그림 4-4] AU 합성보 바닥 단차 해결방법 ····· 111
[그림 4-5] AU 합성보 생산 과정 ····· 112
[그림 4-6] AU 합성구조 현장시공 과정 ····· 112
[그림 4-7] 다양한 형상의 합성기둥 사례 ····· 113
[그림 4-8] 합성기둥 사례 비교 ····· 114
[그림 4-9] ACT Column 과 D-Column 형상 ····· 115
[그림 4-10] 다양한 형상의 합성슬라브 사례 ····· 117
[그림 4-11] A 동 구조해석용 모델링(MIDAS) ····· 118

[그림 4-12] A동 구조평면도 ····· 120
[그림 4-13] 대상 구조물(A동) 구조해석 결과 ····· 123
[그림 4-14] 지진하중 횡변위 검토 ····· 125
[그림 4-15] 소음에 따른 일상 생활의 영향정도 ····· 127
[그림 4-16] 층상배관을 위한 바닥단차 계획 ····· 128
[그림 4-17] LH 시스템 욕실 층상배관 점검방법 ····· 134
[그림 4-18] 공업화제품 적용 개념도 ····· 135
[그림 4-19] 외벽체의 공업화제품 패널 계획(안) ····· 137
[그림 4-20] 내벽의 건식 패널벽체 상세 단면도 ····· 139

제 1 장
서 론

LAND & HOUSING INSTITUTE

제1장 서 론

1. 연구의 배경 및 목적

1.1 연구배경

○ 1963년 대한주택공사가 국내 최초 PC(Precast Concrete)로 시범주택을 지은 이후 공업화 주택이 활성화되지 않았으나 1990년대 중반 크루저형, 모듈러 주택 등 다양한 OSC(Off-Site Construction)공법의 주택이 등장함. 이후 2015년까지 약 20년 동안 공업화 주택의 시공 건수는 10건 이하로 극소수였지만 최근 5년간 전 세계적으로 OSC공법의 건축이 급증함.

○ 프리케스트 콘크리트(PC) 및 상자 형태의 기존 모듈러 주택은 도심지 주거 밀집지역, 도로 폭이 좁은 경우 등 적용에 한계가 있어 현장여건에 따라 적합한 공업화 공법을 선택할 수 있도록 다양한 시공법 및 계획모델 마련이 필요함. 공업화 주택 공급 확대를 위해 내화 및 층간소음 등 성능을 보완하고 도심지 공사에 적합하도록 부재 크기를 축소한 철골 및 PC복합화 공법, 자재 경량화 등 대안 모색이 필요함.

○ 미래의 건설 환경 및 사회 변화에 맞춰 급변하는 환경에 지속 가능한 주택을 공급하기 위해 탄소배출, 에너지소비, 구조적 가변성, 수요에 맞춘 기능 및 형태 다양화 등을 고려한 고품질의 공업화 주택모델이 필요함. 가변형 주택 수요의 증가, 한국판 뉴딜 관련 데이터 기반 스마트 홈서비스, 에너지 및 방역 관련 주거시설 개선 요구 증대 등 LH사업 환경에도 변화가 있음.

○ LH는 미래의 건축·주택사업 활성화를 위한 인프라 구축과 OSC기반 공동주택의 지속적 수행을 위한 안정적인 사업토대를 마련해야 함. 포스트 코로나 시대 대비 ‘프로세스 디지털화 로드맵’ 및 건설정보 디지털화 및 생산 기술 혁신을 통한 ‘LH OSC기반 공동주택건설 로드맵’에서 수립한 Pre-fab 주택 등 건설

자동화 확대 목표를 2023년까지 달성하기 위한 연구가 필요함. 그리고 건설 환경의 변화로 “인프라 BIM을 활용한 가상시공(Pre-con) 후 3D프린터를 활용하여 공장에서 건설부재를 모듈화로 제작하고 AI를 탑재한 다기능 건설 로봇에 의해 현장에서 조립하는 스마트 건설 자동화를 추진한다” 는 첨단 공장형 건설 기술의 개발 및 적용에 대한 정부의 장기적인 방향에도 함께 해야 함.

○ 국토부에서 발표한 스마트 건설관리 로드맵 “스마트설계”, “공정관리 및 현장관리 고도화”, 제2차 장기주거 종합계획(13~22) “미래형주택”, LH중기(20~24) 경영목표 전략과제(3.4 도시주택 정보화 및 미래역량 강화, 2.2 창의적 도시재생 사업추진)과도 연계됨.

○ 현업부서에서 추진하는 저층 주거지 사업, 예를 들면 소규모 주택 정비사업, 도시재생 활성화사업, 중층 · 고밀 개발사업 등과 연계하여, 시공법을 개선하는 것이 필요함. 가변적인 벽체시스템으로 평면을 변형하여 수요 변화에 대응하고, 주택의 용도를 확대하는 방안 마련도 필요함. 이에 공업화 건축 기술을 적용하여 건축의 수명은 연장하되 주택 품질은 개선한 모델을 제안하여 실무를 적극 지원코자 함.

1.2 연구목적

○ 공장에서 생산하여 현장에서 시공하는 OSC공법을 활용하는 공동 주택을 대상으로 가변형 패널 벽체를 활용하여 공간 변형이 용이한 도심 내 중저층 공동주택 디자인 방안을 마련하는 것이 연구 목적임.

2. 연구의 내용 및 범위

2.1 연구내용

1) 노후 저층 주거지 현황 및 정비사업에 대한 고찰

○ 서울의 저층 주거지 현황분석
○ 저층주거지 관련 법제도 분석
○ 중저층 공동주택 사업모델 제안

2) OSC기반 중저층 공동주택 계획(안)

○ 가변형 평면계획안
○ 공동주택 주동계획안

3) 가변형 평면 구현을 위한 기술 적용(안)

○ 합성구조 계획
○ 유닛화장실 설치 및 당해층 배관
○ 벽체의 공업화제품 적용
○ 장수명주택 인증기준 충족 계획(안)

2.2 연구범위

○ 연구대상은 서울시 도심의 노후 저층 주거지 내 22, 46, 69, 66㎡의 세대가 조합된 7층 이하 300세대 미만의 중저층 공동주택 주동으로 한정함.
○ 지역의 여건에 따라 적정한 세대면적은 달라질 수 있으며, 본 연구에서는 이러한 상황을 감안하여 가변적인 주택 모델을 제안하고, 22㎡세대와 46㎡세대 확장형 69㎡세대, 내부 구조만 변경하는 66㎡세대 주택계획 대안을 제시함.

제 2 장

도심 저층주거지 현황 및 정비사업

LAND HOUSING INSTITUTE
&

제2장 도심 저층주거지 현황 및 정비사업

1. 서울의 저층주거지 현황분석

1.1 서울의 노후 저층주거지 현황

○ 서울 등 대도시 도심의 주거지는 많은 지역에 노후 건축물이 밀집해 있고, 주거환경도 점차 열악해 짐.

○ 저층 주거지는 아파트 단지나 주상복합과 같은 공동주택에 비해 기반시설이 열악하고, 점차 임차 가구의 거주 비율이 높아지면서 저소득층의 주거형태로 바뀌는 하향여과현상[1]이 나타남.

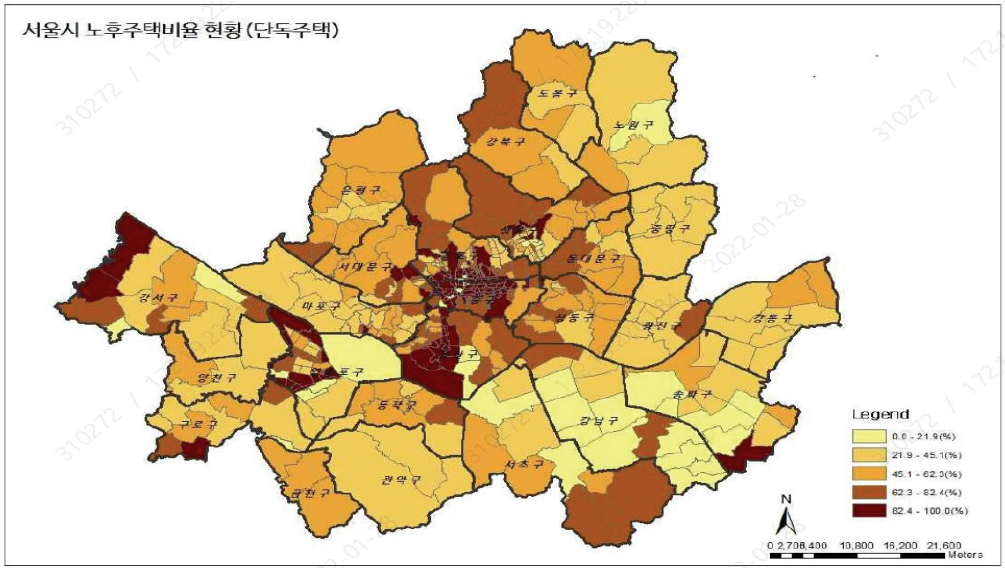
○ 주택산업연구원(2018)[2]에서 제시한 노후 주택의 현황을 보면, 총 449,064동 중 단독주택의 동 수는 318,440동, 공동주택의 동 수는 130,624동이며, 이 중 노후 주택의 동 수는 단독주택은 47.4%인 150,991동, 공동주택은 12.3%인 16,108동임. 단독주택의 노후도가 공동주택에 비해 3배 이상 높음. 그리고 [그림 2-1]과 같이 지역 간의 편차가 큰 것으로 나타남. 즉, 서울 내 노후 건축물들이 밀집한 지역들이 있으며, 이러한 지역의 주거환경을 개선하기 위해 가로주택정비사업과 같은 도시재생이 필요함.

○ 저층 주거지는 주차 공간이 매우 부족하여 가로에 주차를 하므로 가용 도로폭이 매우 협소하여 통행이 불편함. 그리고 이웃 건물과의 이격 거리도 좁아 일조 · 통풍의 문제, 소음 · 진동 · 조망 문제, 사생활 침해 문제 등이 있음. 이외에도 산책로, 녹지, 쓰레기 분리수거 등 기반 시설이 열악함.

---

1) 하향여과(filtering-down) : 고소득계층이 사용하던 주택이 저소득층의 사용으로 전환되는 현상[출처] 네이버지식백과_ 여과작용

2) 권영선(2018.04), 「서울시 주택 노후도 현황분석 및 시사점」, 주택산업연구원



[그림 2-1] 서울시 노후주택비율 현황(단독주택)

[출처] 주택산업연구원(2018), 서울시 주택 노후도 현황분석 및 시사점

○ 저층 주거지의 거주자 가구 구성은 1~2인 가구 비율이 높은 것으로 추정함. 저층 주거지가 도심에 입지한 경우 직장과 가깝거나 교통이 편리하여 협소한 노후 주택에 거주하는 1~2인 가구가 많음. 그리고 출생인구도 2017년 62,160명에서 2037년 58,140명으로 점차 감소할 것을 예측함[3]. 인구가 지속적으로 감소하여 점차 1~2인 가구 및 고령자 비율이 증가하는 등 가구 구성에 뚜렷한 변화가 있음.

1.2 서울 저층주거지 개선 방안

○ 저층 주거지는 사업성 부족으로 도시재생 등의 주거환경개선을 위한 사업에서 소외된 지역이 많음. 국토교통부는 대도시권의 주택공급을 위해 새로운 개발수단을 도입하여 도시 공간구조의 개편과 함께 도심 내 양질의 부담 가능한 주택을 신속히 공급하고자 하는 정책을 추진 중임[4].

3) 〔참조〕 서울 열린 데이터 광장, "서울시 자치구별 출생아수 통계", http://data.seoul.go.kr

○ 이러한 저층 주거지는 청년 등 1~2인, 서민 가구를 위한 저렴주택 공급지로 활용할 필요가 있음. 그리고 급변하는 현재의 인구 · 사회구조를 고려하여 다양한 사회 · 경제적 변화에 유연하게 대응할 수 있는 주택공급이 중요함.

○ 그러나 노후 저층 주거지 중 역세권 등 입지가 좋은 곳은 개별 단위의 난개발 및 아파트가 재건축되는 경우가 빈번함. 이러한 주택은 도시 조직 내에서 섬처럼 건설하여 폐쇄적인 영역을 형성하고 관리되어 지나치게 랜드마크화 되므로 도시 환경에는 악영향을 미침. 그러므로 생활권 단위로 다양한 주거지 정비 모델 개발이 필요하며 지역의 특성을 보전할 수 있는 단계적 정비 방식이 시행되어야 함. 본 연구에서는 이러한 점을 고려하여 기존의 도시 조직을 보전하는 방향으로 주동의 형태를 계획하고 기존의 주거지에 선한 영향력을 줄 수 있는 방향으로 SOC시설 및 공동시설 등 비주거 시설을 계획함.

1.3 저층주거지 정비사업 유형과 특징

○ 본 연구에서 제안하는 저층 주거지 정비사업 유형은 '가로주택정비사업' 임. 가로주택정비사업의 대상지가 될 수 있는 지역은 크게 3가지 요건으로 구분할 수 있음. 첫째, 「빈집 및 소규모주택 정비에 관한 특례법 시행규칙」 제2조에 의해 도로 및 시설로 둘러싸인 지역을 전제로 가로구역의 면적을 1만 제곱미터 미만으로 정하고 있음. 2019년 10월 24일 「빈집 및 소규모주택 정비에 관한 특례법 시행령」 개정으로 가로주택의 요건을 완화하였으며, 투기과열지구를 제외한 지역에서는 구역면적이 1만 3천 제곱미터까지 가능하며, 도시계획위원회 심의로 2만 제곱미터까지 가능하도록 기준이 완화됨.

○ 둘째, 노후 불량 건축물 수가 해당 사업시행구역 전체 건축물 수의 3분의 2이상이어야 함. 노후 불량 건축물에 대해서는 「도시 및 주거환경정비법」 제 2조에서 규정하며, 일반적으로 건축물이 안전사고의 우려가 있거나 내진성능에 문제가 있는 건축물을 의미함.

4) 국토교통부 보도자료, "대도시권 주택공급 획기적 확대방안", (2021.02.04)

○ 셋째, 기존 주택의 호수 및 세대수에 대한 기준이 있으며, 모두 단독주택인 경우 10호, 공동주택인 경우 20세대, 혼합되어 있는 경우 20채 이상으로 규정함.

○ 그리고 제외 요건으로 사업대상지를 통과하는 너비 4m초과 도시계획도로가 없어야 함. 본 연구에서 제안하는 A대지와 B대지 사이에 도시계획도로가 있으며 6m 폭으로 되어 있음. 이러한 기준을 개선하여 폭 6m도로 이하인 경우 하나의 사업으로 시행 가능한 것을 제안하며, 이러한 의사 결정에 따라 달라질 수 있는 지하층과 1층은 연구의 범위에서 제외함. 다만 1층 계획에 대해서는 「주택법」의 부대복리시설 기준을 준수하며 각 비주거시설 영역의 위치 및 적정 면적 정도로 간단하게 제안함.

○ 이 외에도 노후 저층 주거지 사업의 대상지가 될 수 있는 조건은 매우 다양함. 단기간 내 다양한 사업방식이 제안되었으며, 서로 유사한 부분이 있지만 각 사업별로 차별화하고 있음. 대상지의 요건을 비교하면 다음 [표 2-1]과 같음.

○ 가로주택 정비사업의 경우 공공성을 갖추면 사업 규모가 2만 제곱미터까지 가능함. 이에 대한 결정은 도시계획위원회 심의를 거쳐 사업시행구역을 확대하는 방식으로 함. 공공성의 요건이 충족되고 「주택법」에 따른 투기과열지구로 지정되지 않은 경우 1만 3천㎡에서 2만㎡미만까지 면적 확대가 가능함. 세대수도 250세대에서 500세대로 확대하여 사업시행이 가능함. 다만, 도시·군 계획시설인 도로로서 폭이 4m를 초과하는 도로가 해당 가로구역을 통과하지 않아야 함. 가로주택 정비 사업에서 '공공성의 요건'이란 LH등 공공참여, 확정지분제, 공공임대주택 10%이상을 포함한 저렴주택 공급, 지구단위계획 등 수립 및 도시계획위원회 심의 의무화 등이 있음[5]. 공공성 요건 충족 시 '분양가 상한제도' 적용 제외함.

---

5) 공공성 요건 〔참조〕 김은유, 임승택, 김태원(2020), 가로주택소규모재건축 정비사업 실무, p15,
- (사업주체) LH, SH등 공기업이 공동시행자로 사업 참여
- (확정지분제) 조합원은 적정 추가 분담금을 보장받고 공공이 사업 손익 부담 : 공공이 정비 사업으로부터 나오는 일반분양 가격의 결정권 확보
- (저렴주택공급) 공공이 시세보다 저렴한 분양주택 및 공공임대주택(10%)공급
- (난개발 방지) 지역여건에 부합한 체계적인 사업계획이 수립될 수 있도록 1만㎡이상 개발사업의 경우 지구단위계획 등 수립 및 도계위 심의 의무화

[표 2-1] 저층 주거지 정비사업 대상지 비교

구분		대상지역	사업규모	사업목적	공급시설유형
소규모 주택성 비사업	자율주택 정비사업	노후건축물 비율2/3이상, 소규모주택 밀집지역	(단독)10호 미만 (서울시 18호) (다세대+연립)20세대 미만(서울시 36세대) 면적제한없음	단독, 다세대, 연립주택 개량	소규모 주택
	가로주택 정비사업		(단독)10호 이상 (다세대)20세대 이상 1만㎡미만 (공공시행 2만㎡)	가로를 유지하며 주거환경개선	
	소규모재 건축사업		노후불량건축물200세대 미만 1만㎡미만	정비기반시설양호지역에 주택재건축	
주거재생혁신지구		쇠퇴지역요건 2개이상,노후불량건축물 2/3이상	국공유지제외 2만㎡미만	쇠퇴지역 내 도심 활성화+주택공급	주택+생활SOC +문화 · 상업 · 업무
도시재생총괄사업 관리자제도		도시재생활성화지역	–	–	–
소규모 주택정비 관리지역		노후건축물비율 50%이상, 안전등급D,E, 빈집증가	관리계획범위 10만㎡이내	신구 혼재지역 내 노후주택의 신속한 정비	주거시설+기반시설+생활SOC

[참조] 노후저층주거지 사업 활성화를 위한 사업화모델 개발 연구용역 실무협의 자료, 2021.07.08
김은유, 임승택, 김태원(2020), 가로주택소규모재건축 정비사업 실무, p18,

○ 소규모주택 정비사업의 시행방법은 3가지 방법, 즉, 자율주택정비사업, 가로주택정비사업, 소규모재건축사업으로 함. 자율주택정비사업은 「소규모주택정비법」 제29조에 따른 사업시행계획인가를 받은 후에 사업 시행자가 스스로 주택을 개량 또는 건설하는 방법으로 시행함. 가로주택정비사업은 가로구역의 전부 또는 일부에서 동법 제29조에 따라 인가받은 사업시행계획에 따라 주택 등을 건설하여 공급하거나 보전 또는 개량하는 방법으로 시행함. 소규모 재건축사업은 동법 제29조에 따라 인가받은 사업시행계획에 따라 주택, 부대복리시설 및 오피스텔을 건설하여 공급하는 방법으로 시행함.

본 연구에서 제안하는 사업모델의 시행자 중 공공이 참여하는 경우는 다음 [표 2-2]와 같음.

[표 2-2] 가로주택정비사업 · 소규모재건축사업의 공공참여

사업시행자	내용
공동시행	주민합의체 또는 조합은 시장 · 군수 등, 토지주택공사 등[6], 건설업자, 등록사업자, 신탁업자, 부동산투자회사 중 어느 하나와 공동으로 시행 가능
공공시행자(시장군수 직접 시행 가능)	시장 · 군수 등은 직접 시행하거나 토지주택공사 등(토지주택공사 등이 건설업자 또는 등록사업자와 공동으로 시행하는 경우 포함)을 법률(제18조 1항 1호~6호[7])에 따라 사업시행자로 지정할 수 있음
지정개발자	사업시행구역 면적 1/3이상의 토지를 신탁 받은 신탁업자를 사업시행자로 지정하는 것에 대한 조합 동의 조건 충족 시, 시장 · 군수 등은 지정개발자를 사업시행자로 지정할 수 있음.

[출처] 김은유, 임승택, 김태원(2020), 가로주택소규모재건축 정비사업 실무, p 80

○ 범위를 확대하여 「도시 및 주거환경 정비법」에 의한 주거환경 개선사업 전체를 비교하면 다음 [표 2-3]과 같으며, 크게 3가지로 구분할 수 있음.

6) 토지주택공사등 : 「한국토지주택공사법」에 따라 설립된 한국토지주택공사 또는 「지방공기업법」에 따라 주택사업을 시행하기 위하여 설립된 지방공사(이하 "토지주택공사등"이라 한다)(법 제10조 제1항1호)

7) 〔소규모주택정비법 제18조 1항〕 시장、군수 등은 가로주택정비사업, 소규모재건축사업 또는 소규모재개발사업이 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 제17조제3항에도 불구하고 직접 해당 사업을 시행하거나 토지주택공사등(토지주택공사등이 건설업자 또는 등록사업자와 공동으로 시행하는 경우를 포함한다. 이하 이 조 및 제20조에서 같다)을 사업시행자로 지정하여 해당 사업을 시행하게 할 수 있다.

1. 천재지변, 「재난 및 안전관리 기본법」 제27조 또는 「시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법」 제23조에 따른 사용제한、사용금지, 그 밖의 불가피한 사유로 긴급하게 사업을 시행할 필요가 있는 경우
2. 토지등소유자가 제22조에 따른 주민합의체를 신고한 날 또는 조합이 제23조에 따른 조합설립인가를 받은 날부터 3년 이내에 제29조에 따른 사업시행계획인가를 신청하지 아니한 경우
3. 사업이 장기간 지연되거나 권리관계에 대한 분쟁 등으로 해당 조합 또는 토지등소유자가 시행하는 사업을 계속 추진하기 어려운 경우
4. 제54조제4항에 따라 사업시행계획인가가 취소된 경우
5. 사업시행구역의 국유지、공유지 면적 또는 국유지、공유지와 토지주택공사등이 소유한 토지를 합한 면적이 전체 토지면적의 2분의 1 이상으로서 토지등소유자 과반수가 시장、군수등 또는 토지주택공사등을 사업시행자로 지정하는 것에 동의하는 경우
6. 사업시행구역의 토지면적의 2분의 1 이상의 토지소유자와 토지등소유자의 3분의 2 이상에 해당하는 자가 시장、군수등 또는 토지주택공사등을 사업시행자로 지정할 것을 요청한 경우

[표 2-3] 정비사업 유형별 특징비교

<table>
<tr><th colspan="2">구분</th><th>주거환경개선사업</th><th>재개발사업</th><th>재건축사업</th></tr>
<tr><td colspan="2">유형</td><td>정비기반시설이 극히 열악, 노후 · 불량 건축물 과도 밀집지역</td><td>정비기반시설이 열악한 노후 · 불량 건축물 밀집지역</td><td>정비기반시설이 양호한 노후 · 불량 건축물 밀집지역</td></tr>
<tr><td colspan="2">임대주택의무 비율</td><td>전체 세대수의 30%이하</td><td>전체 세대수의 15% 의무공급</td><td rowspan="2">–</td></tr>
<tr><td rowspan="2">주택 규모 기준</td><td>40㎡ 이하</td><td>전체 임대주택 세대수의 50%이하</td><td>전체 임대주택 세대수의 30%이상/ 전체 주택세대수 5% 이상</td></tr>
<tr><td>85㎡ 이하</td><td>90%</td><td>80%</td><td>60%</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">공공기여</td><td>–</td><td colspan="2">초과용적률의 50% 면적만큼 60㎡이하 소형주택공급(기부채납)</td></tr>
<tr><td colspan="3">재정비촉진지구 내 주택재개발사업에서 소형주택 추가 공급시 기준용적률 20%상향 단, 20%상향 분은 모두 60㎡이하 소형주택이며, 그중 17%는 임대주택이어야 함.</td></tr>
</table>

[참조] 노후저층주거지 사업 활성화를 위한 사업화모델 개발 연구용역, 2021

○ 대규모로 노후 주택을 철거하고 새로운 주택지를 조성하는 사업의 방법은 점차 세분화됨. 기존에는 재개발 및 재건축 또는 리모델링이 대표적이었으나, 다양한 유형의 주택을 만들 수 있는 정비 사업이 개발됨. 본 연구의 대상지와 같은 노후 저층 주택이 밀집한 지역에서 적용할 수 있는 사업의 대안을 비교하면 다음 [표 2-4]와 같음.

[표 2-4] 노후 저층 주거지에 적용하는 주택정비사업 대안 비교

구분	재개발, 재건축	가로주택정비	자율주택정비 합필형	자율주택정비 건축협정
관련법	도정법	소규모 특례법	소규모 특례법	건축법
개발규모	1만㎡이상 대규모	20호이상, 1~2만㎡미만 중소규모	20호미만, 10필지 내외 소규모	2개 이상 연접필지 소규모
대상	공동주택	단독+공동주택	단독+다세대주택	단독+다세대주택
기존규모	200세대 정도	20채 이상	20채 미만	20채 미만
주거형태	고층 아파트	중층 아파트	중저층주택	중저층주택
사업주체	조합	조합	주민합의체	건축협정운영회 주민합의체
사업기간	평균 8.5년	평균 2~3년	건축인허가 이후 12개월 이내	건축협정인가 이후 12개월 이내
추진기준	3/4이상 동의	80%이상 동의	원하는 주민만 사업 참여	원하는 주민만 사업 참여

[참조] 2021 도시재생실무자 양성과정, "저층주거지 도시재생전략" 강의 자료, 2021.06.18

1.4 저층 주거지 정비 및 재생 사업 사례

○ 소규모 주택 정비 사업은 대규모의 주택단지 개발사업보다 상대적으로 사업 기간이 짧고, 주민 재정착율도 높일 수 있는 장점이 있음. 개별 주택의 노후도 증가 등으로 슬럼화 및 갈등이 심화되고 있는 지역의 문제를 해결하는 대안이 될 수 있음.

○ 서울시는 2012년 1월 노후 저층 주거지 개발을 위한 뉴타운·정비구역 해제 지역에 대한 대안적 정비모델을 개발했으며, 서울시 주거지 정비사업의 대표적인 사례로 "자율주택정비사업 합필형"과 "가로주택정비사업"이 있음

○ 자율주택정비사업은 노후 저층 주거지 지역을 대상으로 최소 4필지 이상 10필지 내외를 통합 개발하여 다양한 저층주거지(다세대, 연립주택, 저층아파트)를 조성하는 주민 주도형 주택정비사업으로 공공이 지원하는 방식의 사업임. 이 중에서도 합필형은 단독 및 다가구 주택 또는 20세대 미만 다세대주택의 집주인들이 주민합의체를 구성하여 스스로 개량 또는 건설하는 사업임. 서울시 상도동에 추진한 자율주택정비사업 사례를 보면 40세대의

단지형 다세대 주택을 조성한 사업이며, 지상 6층 규모이고 [표 2-5]와 같음. 국내 최초 가로주택정비사업은 [표 2-5] 오른쪽 천호동 '다성이즈빌' 임. 2017년 11월 준공되었고, 총 사업기간은 2년 10개월이 소요되었으며, 규모는 96세대, 지상 7층임.

[표 2-5] 서울 저층주거지 정비사업 사례

[자율주택정비사업_합필형] 상도동		[가로주택정비사업] 천호동
		
2017.10 계획안*	2020.06완공: 소살리토 상도**	2015.01~2017.11다성이즈빌***

[출처]* 매일경제news.naver.com "서울형 도시재생 자율주택정비사업 내년 상도동에 첫 선" (17.10.13)
** 소살리토 상도 : 김재경 건축사진 블로그 blog.naver.com/kjk-1293
*** e대한경제 dnews.co.kr "서울연구원 " 가로주택사업 활성화를 위해 대상지 1만->3만㎡넓혀야 "(20.9.29)

○ 저층 주거지 관련하여 2013년부터 「도시재생 활성화 및 지원에 관한 특별법」으로 도시재생뉴딜사업이 시행되었으며, 도시재생을 국가적 사업으로 추진하기 시작함. 「도시재생 활성화 및 지원에 관한 특별법」 제 2조의 도시재생의 정의에 따르면 "인구의 감소, 산업구조의 변화, 도시의 무분별한 확장, 주거환경의 노후화 등으로 쇠퇴하는 도시를 지역 역량의 강화, 새로운 기능의 도입 · 창출 및 지역 자원의 활용을 통하여 경제적 · 사회적 · 물리적 · 환경적으로 활성화시키는 것" 을 의미함.

○ 소규모주택정비 관련법은 2018년 이후 부동산 정책의 변화로 잦은 변경이 있었으며, 현재까지도 다양한 사업을 시도하며 법을 개정하고 있음. 2018년 3월 자율주택정비사업, 가로주택정비사업에 대해 사업비 융자지원을 시행하고, 공기업 등을 정비지원기구로 지정하여 주민상담, 정보제공, 사업성 분석 등 사업지원을 받을 수 있도록 제도를 개선함[8]. 2018년 9월 도심 내 주택

8) 권혁삼, 「소규모주택정비관리지역 제도현황 및 활성화과제」, 2021

공급 확대를 위해 소규모주택정비사업을 활성화 하도록 임대주택 및 기반시설 용적률 특례 개선 · 신설, 가로구역 요건 완화 등 제도 개선을 함[9].

○ 2019년 12월 주택공급 5.5만호 방안의 하나로 공공참여형 가로주택정비사업을 활성화 하고, 공공성 요건 충족시 사업면적 확대, 분양가 상한제 적용 제외 등 규제를 완화함[10]. 이러한 소규모 주택 정비사업 활성화 정책으로 [표 2-6]와 같이 2018년 이후 사업 시행을 준비하고 있는 지역이 매우 가파르게 증가함. 그러나 조합인가 된 수에 비해 준공된 건수는 매우 낮으며 실질적으로 활성화된 것으로 판단하기 어려움.

[표 2-6] 연도별 가로주택정비사업 현황(2020.12)

년도	계 (단위: 개, 호)			조 합 인 가			사업계획승인			준공 (단위: 개, 호)		
	조합	기존 주택	공급 주택	조합	기존 주택	공급 주택	조합	기존 주택	공급주택	조합	기존 주택	공급 주택
계	219	13,612	14,571	166	10,932	9,215	45	2,352	4,806	8	328	550
‘15	3	114	144	2	92	102	1	22	42	–	–	–
‘16	11	448	356	7	288	90	4	160	266	–	–	–
‘17	22	1399	704	21	1333	608	–	–	–	1	66	96
‘18	25	1226	787	15	883	–	10	343	787	–	–	–
‘19	51	3,637	4,100	42	3,005	2,752	9	632	1,348	–	–	–
‘20	107	6,788	8,480	79	5,331	5,663	21	1,195	2,363	7	262	454

※ 1. 사업추진 단계별 인·허가 현황
2. 동 자료는 ‘20.12월 기준 17개 시도의 자료를 취합하여 작성하였음.
[출처]국토교통부 통계누리, 도시정비사업 현황 통계(2021. 12)

○ [표 2-7]과 같이 서울과 경기 지역에 가장 많은 가로주택정비사업이 예정되어 있으며, 본 연구는 이러한 통계를 고려하여 서울시에 계획의 대상지를 정함.

9) 권혁삼, 「소규모주택정비관리지역 제도현황 및 활성화과제」, 2021
10) 권혁삼, 「소규모주택정비관리지역 제도현황 및 활성화과제」, 2021

[표 2-7] 지역별 가로주택정비사업 현황(2020.12)

지역	계 (단위: 개, 호)			조합인가			사업계획승인			준공 (단위: 개, 호)		
	조합	기존 주택	공급 주택	조합	기존 주택	공급 주택	조합	기존 주택	공급 주택	조합	기존 주택	공급 주택
계	219	13,612	14,571	166	10,932	9,215	45	2,352	4,806	8	328	550
서울	95	4,704	4,344	60	3,393	2,039	27	983	1,755	8	328	550
부산	6	590	333	6	590	333	–	–	–	–	–	–
대구	23	1,434	1,804	20	1,010	1,092	3	424	712	–	–	–
인천	17	617	1,260	13	290	497	4	327	763	–	–	–
광주	5	386	158	4	280	–	1	106	158	–	–	–
대전	2	90	319	2	90	319	–	–	–	–	–	–
울산	2	97	99	2	97	99	–	–	–	–	–	–
경기	64	5,481	5,308	56	5,050	4,559	8	431	749	–	–	–
충북	2	36	478	1	–	–	1	36	478	–	–	–
경북	3	177	468	2	132	277	1	45	191	–	–	–

※ 1. 사업장별 최종 인·허가 현황(2015년 ~ 2020년 누계)
2. 동 자료는 '20.12월 기준 17개 시도의 자료를 취합하여 작성하였음. 한 건도 없는 시도는 목록에서 제외.
[출처]국토교통부 통계누리, 도시정비사업 현황 통계(2021. 12)

○ 2020년 5월에는 주택공급 7만호 방안의 하나로 소규모주택정비사업, 가로주택정비사업, 소규모재건축 사업 등의 도시 및 건축 규제를 완화하였음. 대표적인 완화기준이 용적률, 주차장 설치기준, 공공참여 사업지원 확대 등이 있음. 2021년 2월 이후에는 주택공급 서울 32.3만호, 전국 83.6만호 공급을 위해 노후저층주거지 정비사업 활성화를 위한 다양한 방법이 시도되고 있음.

○ 2021년 2월 4일 발표된 국토부 보도 자료에서 "공공주도 주택공급 획기적 확대방안" 을 발표 하였으며 다음 [표 2-8]과 같은 공급확대방안이 제시됨.

[표 2-8] 2.4 대책 사업별 요약

입지유형		공급 확대방안
재개발 재건축 (도시 및 주거환경정비법)		공공 직접시행 정비사업 신설 * (지원) 토지주 수익보장, 절차간소화 및 사업성 개선 * (공공성) 잔여이익은 생활SOC, 공공임대 등 공적활용
도심공공주택복합사업 (공공주택 특별법)		입지 유형별 복합/특화 개발사업 신설 * (구조) 공공시행 수용방식 + 토지주 우선 공급
	1) 역세권(5천㎡ 이상) (승강장 350m 이내)	주거상업고밀지구 신설 * (지원) 용적률, 상업비율 및 주차장의무 완화 등
	2) 준공업(5천㎡ 이상/ 산업쇠퇴지역)	주거산업융합지구 신설 * (지원) 용도지역변경, 건축인센티브 부여 등
	3) 저층노후(1만㎡ 이상, 공공개입要 노후지역)	주택공급활성화지구 신설 * (지원) 용적률 등 도시·건축 인센티브 부여
소규모정비사업 (빈집 및 소규모주택 정비에 관한 특례법)		소규모 정비 절차 신설·정비 * (구조) 민간자율 원칙, 토지주 동의로 공공 직접시행 가능
	1) 역세권소규모(5천㎡ 미만)	소규모 재개발 신설 * (구조) 지자체 구역지정, 조합 자율 시행 * (지원) 도심공공주택복합사업과 동일 지원
	2) 준공업소규모(5천㎡ 미만)	
	3) 新舊혼재 노후주거 (1만㎡ 미만)	소규모주택정비 관리지역 신설 * (구조) 지자체 관리계획 수립, 민간이 체계적 정비 * (지원) 소규모정비 요건완화, 도시·건축규제 완화 등
도시재생 (도시재생 활성화 및 지원에 관한 특별법)		주거재생혁신지구 도입, 도시재생 인정제도 확대 * (지원) 부지확보 용이성 제고, 재정지원 등

[출처] 국토부 보도자료, 공공주도 주택공급 획기적 확대방안, 2021. 02. 04

○ 본 연구에서 제안하는 대상지와 유사한 여건, 즉 노후 저층 주거지 밀집지역인 경우 '근린재생형 우리동네살리기' 사업도 있음. 관련 사례로는 '안녕한 천마마을 도시재생 활성화 계획'과 '화수정원마을 도시재생 뉴딜사업'이 있음. 이와 같이 실제 성공적인 활성화 사업사례도 있지만, 현재 노후 저층주거지 정비 사업은 활성화되지 않고 있으며 시행을 준비하고 있는 블록도 아파트 단지 또는 중고층 아파트와 같은 주택유형으로 재개발하려는 방향을 갖고 있음.

[표 2-9] 근린재생형 우리동네살리기 활성화사업 사례

구분	안녕한 천마마을 도시재생활성화계획	화수정원마을 도시재생뉴딜사업
위치	부산시 사하구 감천2동 13-1113번지외	인천 동구 화수동
사업기간	2018~2021	2018~2022
구역면적	112,000㎡	21,277㎡
시행주체	부산광역시	인천도시공사
내용	마을정비형 공공임대주택 60호 공급 경사형 승강기 및 계단 신설 공가 매입 후 순환형 임대주택 조성 스마트 시티 조성	1단계 : 기능 복합형 공공임대주택 28세대(주차장+커뮤니티시설) 2단계 : 행복주택 20세대
사진		

[출처] 국토부 보도자료, 공공주도 주택공급 획기적 확대방안, 2021. 02. 04

○ 본 연구에서는 이러한 방식이 장기적으로는 도시환경을 훼손하는 것으로 판단하여 노후 저층 주거지가 기존의 도시조직을 유지하면서 아파트 수준의 공동편의시설을 갖춘 공간복지 실현과 개방형 단지조성이 가능한 새로운 정비모델을 제안함.

2. 저층 주거지 관련 법 · 제도 분석

2.1 관련 제도 및 사업

○ 본 연구는 가로주택정비사업을 대상으로 계획안을 제시하였으며, 다음과 같은 장점이 있음. 첫째, 사업절차 간소화로 사업 추진속도가 빠름. 가로주택정비 사업은 기존 정비사업과 달리 별도의 정비구역지정이나 추진위원회 승인, 관리처분계획인가 등의 절차가 생략되어 사업시행 인가 후 준공까지 약 2~3년 정도 사업기간이 소요됨. 둘째, 지자체의 심의를 거쳐 높이제한,

건폐율, 대지 안의 공지기준 등의 건축규제를 완화 받을 수 있음. 셋째, 주택도시보증공사(HUG)를 통해 저금리의 초기 사업비 또는 본 사업비 대출보증 등 금융지원을 받은 것이 가능함.

○ 본 연구에서 제안하는 가로주택정비사업과 유관한 사업의 법·제도를 조사 분석함. 즉, 주거환경을 개선하며, 주택을 공급하고 기반시설을 정비하는 것을 목적으로 하는 사업 대상지 중 소규모 지역을 분석 대상으로 함. 그리고 정비사업 시행시 사업성을 확보하고 비용 절감을 위해 완화 가능한 법·제도에 대해 집중적으로 제시함.

○ 분석의 대상이 되는 법의 종류는 매우 다양함. 「도시 및 주거환경정비법」, 「도시재생 활성화 및 지원에 관한 특별법(이하 "도시재생법"이라 함)」, 「빈집 및 소규모 주택 정비에 관한 특례법(이하 "소규모주택정비법"이라 함)」, 「건축법」, 「주택법」, 「주택건설기준 등에 관한 규정」, 그리고 「주차장 법」 등이 있음. 본 연구에서는 이러한 법에 대해 살펴보고자 함.

○ 「도시 및 주거환경정비법」은 앞에서 제시한 [표 2-2]와 같이 정비사업을 유형별로 구분하고 각각의 기준을 제시함. 그리고 주체가 민간일 경우과 공공일 경우로 구분하여 다른 기준을 제시함.

○ 「도시재생법」에서는 도시재생으로 인정할 수 있는 사업의 종류에 대해 규정함[11]. 그리고 '도시재생활성화지역지정'에 대한 사항도 규정하고 있음. 도시재생활성화지역 지정의 내용을 보면, 인구 변화가 중요한 도입 배경이며, 산업의 변화나 건축물의 노후화에 대한 내용도 포함함.

○ 「소규모주택정비법」과 관련된 사업의 유형이 본 연구에서 제안하는 사업의 유형과 가장 밀접하게 관련되어 있음. 앞에서 언급한 [표 2-1]의 소규모주택정비사업이 이와 관련이 있음. 「소규모 주택정비법」 제48조에서 '건축규제 완화 등에 대한 특례'를 정하고 있으며 「건축법」에 따른 대지의 조경기준, 건폐율의 산정기준, 대지 안의 공지기준, 건축물의 높이제한,

11) 〔도시재생법 제 26조의 2〕 빈집 정비사업, 소규모 주택 정비사업, 공공주택 사업, 공공지원 민간임대주택 공급사업, 도시재생 기반시설 설치·정비사업, 국유재산 개발사업, 주거환경 개선사업, 긴급 정비사업, 산업단지 재생사업이 있음.

「주택법」에 따른 부대시설 및 복리시설의 설치기준, 「주택건설 기준 등에 관한 규정」 제 6조 제 2항 제 2호에 따른 단지 안의 설치기준, 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」에 따라 해당 지역에 적용되는 용적률을 그 시설에 해당하는 용적률의 범위 내에서 시·도 조례로 정하는 용적률을 적용받을 수 있도록 완화함. 이와 관련된 사항은 본 보고서 2.2절에서 자세히 기술함.

2.2 소규모 주택정비사업 관련 건축 기준

○ 빈집 및 소규모주택 정비에 관한 특례법 제48조(건축규제의 완화 등에 관한 특례)[12]에 의거하여 「건축법」에 따른 대지의 조경기준·건폐율의 산정기준,

12) ① 사업시행자는 자율주택정비사업(「도시재생 활성화 및 지원에 관한 특별법」 제2조제1항제6호나목에 따른 근린재생형 활성화계획에 따라 시행하거나 빈집밀집구역, 관리지역에서 시행하는 경우 또는 시·도조례로 정하는 경우로 한정한다), 가로주택정비사업, 소규모재건축사업, 소규모재개발사업 또는 취약주택정비사업의 시행으로 건설하는 건축물에 대하여 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 사항은 대통령령으로 정하는 범위에서 지방건축위원회의 심의를 거쳐 그 기준을 완화받을 수 있다. 〈개정 2019. 4. 23., 2021. 7. 20., 2021. 10. 19.〉

1. 「건축법」 제42조에 따른 대지의 조경기준
2. 「건축법」 제55조에 따른 건폐율의 산정기준(경사지에 위치한 가로구역으로 한정한다)
3. 「건축법」 제58조에 따른 대지 안의 공지기준
4. 「건축법」 제60조 및 제61조에 따른 건축물의 높이 제한
5. 「주택법」 제35조제1항제3호 및 제4호에 따른 부대시설 및 복리시설의 설치기준
6. 제1호부터 제5호까지에서 규정한 사항 외에 사업의 원활한 시행을 위하여 대통령령으로 정하는 사항

② 사업시행자는 소규모주택정비사업 시행구역 내 건축물 또는 대지의 일부에 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 시설을 설치하는 경우에는 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제78조에 따라 해당 지역에 적용되는 용적률에 그 시설에 해당하는 용적률을 더한 범위에서 시·도조례로 정하는 용적률을 적용받을 수 있다. 이 경우 용적률의 산정방법 등에 관한 사항은 대통령령으로 정한다. 〈개정 2019. 4. 23.〉

1. 정비기반시설
2. 공동이용시설
3. 「주택법」 제2조제14호에 따른 복리시설로서 대통령령으로 정하는 공동시설

③ 시장·군수등은 사업시행자가 빈집정비사업 또는 소규모주택정비사업의 시행으로 건설하는 건축물에 대하여 대통령령으로 정하는 범위에서 「주차장법」 제2조제1호에 따른 노상주차장 및 노외주차장을 사용할 수 있는 권리(이하 "주차장 사용권"이라 한다)를 확보하는 경우 그에 상응하는 범위에서 주차장 설치기준을 완화할 수 있다.

④ 제3항에 따른 주차장 사용권의 확보를 위한 방법 및 절차, 비용의 산정기준 및 감액기준 등에 필요한 사항은 시·도조례로 정한다.

⑤ 시장·군수등 또는 토지주택공사등은 관리지역에서 거점사업을 시행하는 경우 대통령령으로 정하는 바에 따라 서로 연접한 사업시행구역을 하나의 사업시행구역으로 통합하여 시행할 수 있다. 〈신설 2021. 7. 20.〉

⑥ 제5항에 따라 서로 연접한 사업시행구역을 하나의 사업시행구역으로 통합하여 시행하는 경우에는 제49조제1항에 따른 공공임대주택의 임대주택 비율을 해당 사업시행구역마다 적용하지 아니하고 전체 사업시행구역의

「주택건설기준」에 따른 제 6조 제2항 제2호에 따른 단지 안의 설치기준, 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」의 용적률 등에 대해 일반적인 경우와 다른 완화조건을 적용받을 수 있음.

1) 「건축법」 관련 계획 기준

○ 「건축법」 제 42조(대지의 조경기준), 제 55조(건폐율의 산정기준), 제 58조(대지 안의 공지기준), 제 60조 및 제 61조(건축물의 높이 제한)와 관련된 사항을 완화 받을 수 있으며, 이에 대한 결정은 지방건축위원회에서 의결함. 그러므로 「건축법」에서는 이에 대한 구체적인 내용을 명시하고 있지 않음. 즉, 사업시행을 하는 시·도에서 결정할 수 있도록 유연하게 정함.

○ 이 외에도 각각의 주택을 다른 형태로 개발하여 도시의 미관 및 환경을 위해 맞벽으로 건축하고자 할 경우 「건축법」 제 59조에 의한 '맞벽건축 기준'을 적용받을 수 있음. 맞벽건축을 허용하는 대상지에 '건축협정구역'이 있으며 이를 활용할 수 있음. 건축협정구역은 「건축법」 제 77조의 4[13]에서 정하고 있으며, 주거환경개선사업 또는 도시재생을 위한 사업을 하는 지역들에 대해 협정을 체결하여 구역지정을 할 수 있도록 정함. 본 연구에서 제안하는 방식과 다른 방식의 사업에 적용할 수 있는 사항임.

전부 또는 일부를 대상으로 통합하여 적용할 수 있다. 〈신설 2021. 7. 20.〉

13) ① 토지 또는 건축물의 소유자, 지상권자 등 대통령령으로 정하는 자(이하 "소유자등"이라 한다)는 전원의 합의로 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 지역 또는 구역에서 건축물의 건축·대수선 또는 리모델링에 관한 협정(이하 "건축협정"이라 한다)을 체결할 수 있다. 〈개정 2016. 2. 3., 2017. 2. 8., 2017. 4. 18.〉

1. 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제51조에 따라 지정된 지구단위계획구역
2. 「도시 및 주거환경정비법」 제2조제2호가목에 따른 주거환경개선사업을 시행하기 위하여 같은 법 제8조에 따라 지정·고시된 정비구역
3. 「도시재정비 촉진을 위한 특별법」 제2조제6호에 따른 존치지역
4. 「도시재생 활성화 및 지원에 관한 특별법」 제2조제1항제5호에 따른 도시재생활성화지역
5. 그 밖에 시·도지사 및 시장·군수·구청장(이하 "건축협정인가권자"라 한다)이 도시 및 주거환경개선이 필요하다고 인정하여 해당 지방자치단체의 조례로 정하는 구역

2) 「주택법」 관련 부대시설 및 복리시설 설치기준

○ 「빈집 및 소규모주택 정비에 관한 특례법」 제48조에 의거하여 「주택법」 제35조제1항 제3호 및 제4호에 따른 부대시설 및 복리시설의 설치기준과 관련한 사항은 「건축법」의 기준과 같이 지방건축위원회의 심의로 완화 받을 수 있음. 그리고 동법 제 2항에 규정한 바와 같이 용적률 완화도 받을 수 있음.

○ 용적률 완화 대상은 정비기반시설 및 공동이용시설[14] 그리고 「주택법」 제2조제14호에 따른 복리시설[15]임. 즉, 공용주차장, 경로당, 어린이놀이터 및 어린이 집, 주민운동시설, 도서관, 주민교육시설, 청소년 수련시설, 휴게시설, 마을 관리소 등이 해당됨.

○ 이러한 시설은 조례상의 용적률 외에 해당 시설의 용적률까지 완화하도록 되어 있으므로 결과적으로는 용적률 산정을 위한 바닥면적에 산입하지 않는 것으로 간주할 수 있음. 본 연구에서는 이러한 시설을 적극 설치하여 기반시설이 열악한 주택 단지에 아파트와 같은 주거 복지를 제공하는 것을 고려함. 시설 관련 구체적인 계획은 3장에서 설명함.

---

14) 〔소규모정비법 시행령 제37조〕 법 제42조제2항제1호에서 "대통령령으로 정하는 주요 정비기반시설 및 공동이용시설"이란 다음 각 호의 시설을 말한다.
1. 도로, 공용주차장
2. 광장, 공원, 녹지, 공공공지
3. 상하수도, 공동구
4. 하천
5. 그 밖에 시·도조례로 정하는 공동이용시설

15) 14. "복리시설"이란 주택단지의 입주자 등의 생활복리를 위한 다음 각 목의 공동시설을 말한다.
가. 어린이놀이터, 근린생활시설, 유치원, 주민운동시설 및 경로당
나. 그 밖에 입주자 등의 생활복리를 위하여 대통령령으로 정하는 공동시설

3) 용적률 및 층수 완화

(1) 공적임대 건설 시

○ 공적임대 즉, 공공임대주택, 공공지원 민간임대주택 건설 시 제2종 일반주거지역에서는 최고 15층, 용적률 250%이하까지 완화함. 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률 시행령」에 따르면 제2종 일반주거지역의 경우 용적률 50퍼센트 이상 150퍼센트 이하, 서울시 조례의 경우 제2종 일반주거지역 용적률 200% 이하로 규정되어 있음.

○ 서울시의 경우 서울특별시 「빈집 및 소규모주택 정비에 관한 조례」에 따라 가로주택정비사업과 자율주택 정비사업의 경우 [표 2-10]과 같이 용적률과 평균층수를 차등 완화함. 본 연구에서 제안하는 사업 유형인 가로주택 정비사업의 경우 심의를 거쳐 최고 15층, 제2종 일반주거지역 7층 이하의 기준을 갖고 있는 지역은 10층, 법적용적률은 250% 이하까지 완화하며, 공공기여 정도에 따라 평균층수도 완화 받을 수 있음.

[표 2-10] 서울시 건축규제 완화_용적률 및 평균 층수

<table>
<tr><th rowspan="2">구분</th><th rowspan="2">기본</th><th rowspan="2"></th><th colspan="3">임대</th><th rowspan="2">비고</th></tr>
<tr><th>10%
(공공)</th><th>~</th><th>20%
(공공,
공공지원)</th></tr>
<tr><td rowspan="2">2종</td><td rowspan="4">200%,
7층
또는
평균
7층
(區심의)</td><td>용적률</td><td>225%</td><td>직선보간</td><td>250%</td><td rowspan="2">–</td></tr>
<tr><td>층수</td><td colspan="3">최고 15층</td></tr>
<tr><td rowspan="2">2종
(7층)</td><td>용적률</td><td>225%</td><td>직선보간</td><td>250%</td><td rowspan="2">지구단위계획 수립 및
공공기여시 평균층수 완화
(구릉지) 평균 10층, 최고 13층 :
공공기여 5%
(평 지) 평균 13층, 최고 15층 :
공공기여 10%</td></tr>
<tr><td>층수</td><td colspan="3">최고 10층</td></tr>
</table>

[출처] 서울시 보도자료(서울시, 소규모주택정비사업 층수완화로 사업 활성화), 2021.01.20

○ 가로주택 및 자율주택 정비사업의 경우, 임대의무기간에 따라 [표 2-11] 과 같이 용적률을 차등 완화함.

[표 2-11] 서울시 임대의무기간에 따른 용적률 완화

구분	현행	개선		완화 예시	
		임대의무기간 30년	임대의무기간 10년	2종일반	3종일반
공공임대	임대기간 무관하게 법적상한까지 완화	법적상한 이내		250%	300%
공공지원 민간임대			법적상한-20% 이내	230%	280%

[출처] 서울시 보도자료(서울시, 소규모주택정비사업 층수완화로 사업활성화), 2021.01.20

(2) 공공참여형 소규모주택정비사업

○ 공공참여 가로주택정비사업은 용적률, 층수, 가로구역 요건완화, 용도지역 상향할 수 있는 기준이 있으며 다음과 같음.

- 「국토계획법」에 따른 법적 상한 용적률까지 건축가능
- 서울시 제2종 일반주거지역의 경우 최대 7층인 경우 15층으로 완화
- 소규모 주택정비 관리지역 내 사업 추진 시 가로구역 요건을 완화하고, 제1종, 제2종 일반주거지역에 대한 용도지역 상향 가능

○ 공공참여 자율주택정비사업은 대상지역 확대 및 용도지역 상향이 가능함.

4) 주차장 설치기준 완화

○ 「주차장법 시행령」 제6조 부설주차장 설치기준에 의하면, 비주거시설의 다중주택 전환 시 주차장 설치기준을 완화할 수 있음. 사용승인일로부터 5년 이상 경과된 연면적 1천㎡ 미만 건축물의 용도를 변경 시 변경 후 용도의 주차면 수와 변경 전 용도의 주차면 수를 산정하여 그 차이에 해당하는 부설주차장을 추가로 확보하지 않고 건축물의 용도를 변경할 수 있음.

○ 「주택건설기준 등에 관한 규정」 내 주차장 관련 사항이 주택에서의 주차장 설치 기준임. 주택으로 사용되는 전용면적 합계를 기준으로 면적당 비율로 산정한 주차대수 설치가 의무화 되어있음. 단, 전용면적 60㎡을 초과하는 세대당 주차대수가 1대 이상이 되도록 설치함. 전용면적 50㎡이하인 원룸형 주택의 경우 기준의 50%범위에서 완화함.

○ 소규모주택정비사업, 빈집정비사업, 가로주택정비사업, 자율주택정비사업, 소규모 재건축과 관련하여 2020년 9월부터 「소규모주택정비법 시행령」 제40조 5항 1호에 의거하여 주차장 기준을 완화[16]함. 조건을 두 가지로 제시하여 해당되는 경우 주차설치 의무면수를 최대 50%까지 인정받을 수 있음. 조건은 1) 사업시행구역 내 공용주차장을 함께 설치하고 공용주차장의 사용권을 확보하거나, 2)사업시행구역 밖 도시재생활성화계획에 따라 설치된 공용주차장의 사용권을 확보하는 것임.

5) 용도지역 상향

○ 「빈집 및 소규모주택 정비에 관한 특례법」 제43조의 4제2항 및 동법 시행령 제38조의 5[17]에 따라 소규모주택정비 관리지역은 관리지역이 고시된 날부터 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제30조제1항 제1호 가목 및 같은 조 제2항에 따라 주거지역을 세분하여 정하는 지역 중 제1종 일반주거지역은 제2종 일반주거지역으로, 제2종 일반주거지역은 제3종 일반주거지역으로 한 단계 상향 가능함.

---

16) 〔소규모주택정비법 시행령 제40조 5항 1호〕시장·군수등은 법 제48조제3항에 따라 빈집정비사업 또는 소규모주택정비사업의 시행으로 건설하는 건축물에 대하여 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 주차장을 사용할 수 있는 권리를 다음 각 호의 구분에 따른 비율 미만으로 확보하는 경우 그에 상응하는 범위에서 주차장 설치기준(「주차장법」에 따라 해당 건축물에 설치해야 하는 부설주차장의 주차단위구획 총수를 말한다. 이하 이 조에서 같다)을 완화할 수 있다. 이 경우 주차장을 사용할 수 있는 권리를 확보하는 주차단위구획의 총수는 주차장 설치기준의 100분의 50 미만이어야 한다. 〈개정 2020. 9. 22.〉

1. 특별시장, 광역시장, 시장·군수등 또는 토지주택공사등이 직접 또는 위탁하여 관리·운영하는 주차장으로서 그 위치가 사업시행구역 안인 경우(「도시재생 활성화 및 지원에 관한 특별법」 제2조제1항제5호에 따른 도시재생활성화지역에서 시행하는 빈집정비사업 또는 소규모주택정비사업인 경우에는 같은 항 제6호에 따른 도시재생활성화계획에 따라 설치되어 주차장의 위치가 사업시행구역 밖인 경우를 포함한다): 주차장 설치기준의 100분의 50
2. 주차장의 위치가 「주차장법 시행령」 제7조제2항 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우: 주차장 설치기준의 100분의 30

17) 제38조의5(소규모주택정비 관리지역에 대한 특례) 법 제43조의4제2항에서 "대통령령으로 정하는 지역"이란 다음 각 호의 구분에 따라 각 호에서 정하는 지역을 말한다.

1. 종전 용도지역이 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률 시행령」 제30조제1항제1호나목(1)의 제1종일반주거지역인 경우: 같은 목 (2)의 제2종일반주거지역
2. 종전 용도지역이 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률 시행령」 제30조제1항제1호나목(2)의 제2종일반주거지역인 경우: 같은 목 (3)의 제3종일반주거지역

3. 중저층 공동주택 사업모델 제안

3.1 노후 저층 주거지 정비사업

○ 도시재생과 관련된 다양한 사업 유형이 법제도로 정비되어 제시되었으며, 10년 동안 법제도의 개정을 거듭하고 있음. 다양한 보조금과 지원으로 활성화하고자 하는 노력을 지속하고 있지만, 대단위 아파트 단지 개발이 어려운 일부 지역에 한해 시행되고 있음.

○ 정부는 2021년 2·4대책으로 이러한 주택을 적극적으로 추진하는 계획을 발표했음. 빠르게 사업을 추진하고 개발 이익 사유화를 방지하며, 시장을 안정시킬 수 있도록 공공이 추진하는 것을 전제로 다양한 사업을 발표했음. 2025년까지 전국 대도시에 약 83만호 주택공급을 추진하는 계획이며, 이 중 32만호가 서울에 공급되는 계획임. 주택의 유형은 공공분양(70~80%), 공공자가 및 공공임대(20~30%)로 혼합 공급되는 방식임. 국토부는 2022년 1월 30일 2·4대책의 추진경과로 2025년까지 목표 물량인 83만 6천 가구 중 약 60% 정도인 50만 3천 가구의 후보지를 발굴한 것으로 발표했음.

○ 사업의 유형은 크게 '도심공공주택 복합사업'과 '공공 직접시행 정비사업'으로 나뉨. 먼저, '도심 공공주택 복합사업'은 역세권, 준공업지역, 저층주거지 등 기존 민간사업으로는 개발이 어려워 저이용 및 노후화 되고 있는 지역에 시행하는 사업임. LH는 정부나 지자체가 우수 사업자를 추천하면 토지 등 소유자를 포함한 조합원에 추가 수익을 보장할 수 있도록 사업성을 확보하고 이해관계를 조율하며 사업을 추진함. 이러한 사업으로 역세권에 12.3만호, 준공업지역 1.2만호, 저층주거지 6.1만호 총 19.6만호의 사업이 가능함.

○ '공공직접시행 정비사업'은 재개발·재건축을 공공이 직접 시행하는 방식이며, 신속한 사업추진을 할 수 있는 효과가 있고 이런 기간 단축에 따른 개발 이익을 주민에게 귀속함. 이러한 사업도 13.6만호 예정되어 있음. 앞에서 언급한 역세권 사업 및 재개발·재건축 사업의 경우 기존 획지의 용적률은

100~200%정도 이지만, 사업 후 용적률이 700%정도 까지 가능하며 초고층 주동이 건립될 가능성이 높음.

○ 2021년 2·4대책으로 소규모 정비사업 활성화를 위한 방안도 발표되었음. 역세권, 준공업 지역에 500㎡미만 소규모 입지에 노후 건축물이 밀집되어 있는 경우 사업을 하도록 지원하는 "소규모 재개발 사업"이 신설되었으며, 저층 주거지로 노후 주택만 소규모로 정비할 필요가 있는 지역은 "주택정비 관리지역"으로 지정하여 사업을 지원 받을 수 있음. 이러한 사업도 본 연구에서 제안하는 모델을 적용할 수 있는 대상 사업임.

○ 이 외에도 도시재생을 통한 주택공급도 3만호 정도 가능한 것으로 발표됨. 본 연구의 결과를 적용할 수 있는 사업은 주로 이러한 유형과 관련되어 있음. '주거재생혁신지구'가 신설되었으며, 이는 LH 등 공기업이 쇠퇴한 주거 취약지에서 주거·복지·생활편의 거점을 조성하는 사업이고, 기반시설 및 생활SOC설치를 위한 국비 및 기금이 지원됨. 2022년 1월 30일 국토부 발표에 따르면, 본 연구와 유관한 사업인 '소규모 주택정비사업'은 후보지 50곳 2만 9천가구를 선정했음. 도시재생사업은 주거재생특화형 뉴딜사업 2곳, 주거재생혁신지구 7곳을 추진 중임.

○ 앞 절에서 소개한 '근린재생형 우리 동네 살리기'와 같은 주거재생특화형 뉴딜사업도 추진 중이나 신규 주택공급 효과는 상대적으로 적어서 재개발·재건축과 같은 대규모 복합개발 방식이 활발히 추진됨.

○ LH는 과거 대단위 아파트 단지를 개발하는 신도시 조성 등의 사업에 집중해 왔으나, 현재는 가용부지가 적고, 주택의 노후화도 가속화되고 있는 추세로 사업의 유형이 바뀌고 있음. 3기 신도시 등 대단위 아파트 단지 개발도 시행되고 있지만 고층·고밀 판상형 또는 타워형 아파트의 획일화된 주동에서 다양한 주거단지를 개발하는 방식이 시도됨. 대표적인 방식이 앞서 설명한 소단위 중층·고밀 주거유형을 공급하는 사업이며, 이러한 사업은 2·4대책과도 관련이 있음.

○ 그러나 이러한 주택은 사업성 확보에 어려움이 있고, 사업성 확보를 위해 중복도 등의 거주자가 선호하지 않는 형태의 계획도 제시되어 단지형 아파트에 대한 수요가 높음. 그러나 장기적으로 역사를 간직한 아름다운 도시 환경을 위해서는 도시 조직을 파괴하지 않고 도시 경관을 훼손하지 않으며, 주택 단지 간 소통을 단절하는 폐쇄적인 단지를 만들지 않기 위해 개발 방식을 개선하는 노력이 필요함.

○ 국토부는 2021년 4월 300세대 이상 단지에 200㎡이상의 교육·복지 서비스 공간을 설치하도록 지침을 개정함. 이러한 비주거시설을 넛지(nudge)로 활용하여 이용 편의성을 높이고, 지역 간 유대감을 강화할 수 있는 전략도 필요함.

3.2 장수명주택 인증에 적합한 주택모델 적용 사업

○ 2014년 인구사회변화가 급속히 진행되어 건물의 수명만큼 주택을 활용하기 위해서는 공간의 가변성이 중요할 것이라 예측했으며, 이러한 이유로 '장수명주택 인증제도'가 시행되었음.

○ 2020년까지 진행된 가구원수의 변화를 보면 급속한 변화가 일어나고 있음. 2021년 KOSIS[18]의 평균 가구원수 자료에 따르면 2015~2017년 2.5명에서 2018~2019년 2.4명, 2020년 2.3명으로 점차 감소하였음. 2019년 통계청[19]에서 제시한 자료에 따르면 약 30년 뒤 2047년에는 2.03명까지 감소할 것으로 예측함. 2047년까지 부부와 자녀가 거주하는 가구는 감소하고 1인 가구 및 부부만 거주하는 가구는 증가 추세임. 1인 가구는 2015년 전체 인구 5천 100만 명 중 520만 가구(10.2%)에서 2047년에는 전체 4천 891만 명 중 832만 가구(17%)로 증가할 것으로 전망함. 이러한 상황에서 거주자의 수요에 따라 공간을 변형할 수 있는 주택 공급이 필요하며, 그러한 주택을 설계하기 위한 기준으로 '장수명 주택 건설기준'을 활용할 수 있음.

○ 2014년 '장수명 주택인증제도'가 「주택법」 제38조에 도입되어 시행되었으며, 관련하여 '장수명 주택 건설·인증기준'을 고시했음. 주택의 '내구성',

18) KOSIS국가통계포털, "세대구성 및 가구원수별 가구(일반가구)", 2021.11.01 읽음. http://kosis.kr/search/search.do
19) 통계청(2019),"장래가구특별추계(시도편): 2017~2047년 ", 통계청

‘가변성’, ‘수리용이성’ 3가지 항목을 평가하여 각각 네 가지 등급(1~4급)으로 구분하며, 총점으로 일반(50점), 양호(60점), 우수(80점), 최우수(90점)으로 인증등급을 부여함[20]. 김요셉(2020)[21]이 제시한 2019년 한국건설기술연구원의 장수명 인증 업무보고에 의하면 2019년 9월까지 장수명 주택 인증을 취득한 647건 중에서 단 1건만 60점 이상인 양호등급을 취득하고, 99.81%가 법적으로 의무등급이며 최저 등급인 일반등급을 취득하였음. 양호등급을 획득한 단지는 2021년 6월 준공한 경기도 용인시 신동백 두산위브더제니스 단지임[22].

○ 2020년 국토교통부[23]에서 발표한 ‘2020년 주거종합계획’에도 장수명 주택은 정부가 활성화해야 하는 과업에 포함되어 있음. 여기에는 비용절감, 성능향상, 거주자 만족도 향상 등 실증사업 성과를 분석하여 편익향상 효과가 높은 장수명 주택 필수설계 요소를 도출하여 주택 건설기준 개정 및 실효성 있는 인센티브를 부여하는 것이 필요함을 명시하고 있음. 그러나 이러한 결과를 분석하기에 사례가 극히 적고 기술도 아직은 발전 단계이므로 오랜 기간 일반화되었던 습식공법과 비교하여 편익향상 효과가 높은 설계요소를 확인하는 것이 어려움. 본 연구에서 제안하는 OSC공법을 적용한 공동주택 모델은 장수명 주택 인증에서 최우수 등급을 획득할 수 있으며, 의무 적용대상의 주류인 고층 벽식 구조 아파트에서 적용하기 어려운 가변성 및 수리용이성의 조건을 충족하도록 세대를 분할 및 확장할 수 있는 가변형 평면을 계획하였음.

○ 「도시재생법」의 도입 배경에서도 제시한 바와 같이 인구 변화에 대응하기 위한 도시 및 주택계획에 대한 방안 마련이 필요함. 이에 본 연구에서는 건축물의 용도변화 및 평면 가변성이 전제된 개별 건축물과 노후 저층주거지를 개선함과 동시에 이러한 사회 환경 변화에 유연하게 대응할 수 있는 ‘가로주택정비사업’ 모델을 제시하고자 함.

---

20) 국토교통부(2018.8.28), “장수명 주택 건설·인증기준”
21) 김요셉(2020), “장수명주택 인증제도에 대한 실효성 연구”, 석사학위논문, 서울시립대학교
22) 김수암(2021.7.2), “장수명주택 최초의 민간 양호등급 단지 입구에 대한 바람”, 아파트 관리신문
23) 국토교통부(2020), “2020년 주거종합계획”, 국토교통부

4. 소 결

○ 서울 및 지방광역시의 주거지 노후화는 슬럼화로 이어져 다양한 사회문제를 야기하고 도시환경에도 악영향을 미침. 교통편리 및 좋은 인프라 등 좋은 입지여건에도 불구하고 대도시에서 거주하기를 희망하는 인구를 수용하지 못하고 저밀 개발되어 있음. 대부분 고소득층이 거주하던 노후된 주택들을 저소득층이 사용하는 것으로 전환된 하향여과가 진행되는 상황임.

○ 노후화된 저층 주거지는 단계적 정비가 필요하며 역세권 등 입지가 좋은 곳이 개별 단위의 난개발이 되지 않도록 다양한 주거지 정비 모델이 필요함. 본 연구의 대상지인 서울시 '구로2동 도시재생활성화구역' 도 1960년대 건축된 공영 주택[24]부터 노후화된 저층 주거지가 밀집된 곳이며, 슬럼화로 정비가 필요한 지역임. 이러한 지역에서 일부 블록은 소규모 정비 사업 추진을 고려하고 있으나, 저소득층 주택이 밀집된 블록에서는 민간 주도의 정비 사업 시행은 어려움이 있으므로 공공의 지원이 필요함.

○ 본 연구에서는 노후 저층주거지 기존의 주요 가로망은 최대한 유지하면서 블록형 공동주택으로 재건축하는 대안을 제시함. 두 개 블록을 대상지로 정하여 기존의 가로를 유지하며 하나의 사업으로 계획하는 방법에 대해 고려하고, 이를 순환형 임대주택으로 활용하여 주변 지역에 민간주도 자율주택 또는 가로주택정비 사업이 활성화될 수 있는 방안을 제시코자 함.

○ 소규모 정비 사업은 대규모 재개발 · 재건축 사업과 달리 계획수립과 구역지정 절차가 없어 2~3년 정도 단기간 내 신규주택 공급이 가능함. LH도 과거 아파트 중심 주택 정책을 지원하는 사업을 주로 수행했지만 사회의 빠른 변화에 맞춰 탄력성을 갖추는 게 필요함. 도시 구조에 유연하게 대응하고, 인구, 사회구조 변화에 적절하게 대응할 수 있는 가변적인 주택을 공급하기 위한 새로운 주택모델이 필요함.

---

24) 1961년 청계천 철거민 2만여 명을 수용하기 위해 공영주택 건설, 고밀도 저층의 연화조 주택이 줄지어 맞벽형으로 건축되어 현재에도 상당수 잔존하여 1m내외의 골목이 다수 존재함. 공영주택의 경우 토지는 국유지로 한국자산관리공사(Kamco)에서 위탁운영하고 건물은 노후도가 50년 이상으로 개인 소유임.

○ 가변적 주택 모델의 대안이 될 수 있는 장수명 주택은 2014년에 주택의 물리적 · 기능적 장수명화를 추구하며, 인증제도와 함께 도입됨. 1000세대 이상 공동주택에 의무 적용하도록 되어 있지만 현재 장수명주택 인증은 형식적인 제도가 되고 있음. 이유는 습식 공법으로 짓는 벽식 구조 아파트에 점수 취득이 비교적 쉬운 항목만 적용하며 대부분 콘크리트 구조에 점수를 배점한 '내구성' 항목으로 충족함. 이러한 결과로 내구성은 개선하여 장수명화 하지만 공간 구조는 변경할 수 없는 형태로 시공하여 수요 변화에 대응하기는 어려움. 이와 같은 문제를 개선하는 방안으로 본 연구에서는 내구성을 제외한 가변성 및 수리용이성에 집중하여 관련 요건을 대부분 충족하는 건축모델을 제시하였으며, 보고서 3장 및 4장에서 계획안에 대해 자세히 기술함.

○ 그리고 본 보고서 4장에서 설명하는 OSC공법을 적용한 라멘 구조의 공동주택은 구조 및 관련 설계요소들이 필연적으로 장수명주택 인증기준을 충족하기 용이함. 이는 '장수명 주택' 에서 추구하는 건축형태에 부합하기 때문이며, 이러한 주택이 활성화되면 건설 관련 탄소배출 저감에 크게 기여할 수 있음. 그러므로 OSC공법 주택과 장수명주택 인증은 함께 고려하여 통합된 활성화 대책을 마련해야 함.

제 3 장

OSC기반 중저층 공동주택 계획(안)

LAND & HOUSING INSTITUTE

제3장 OSC기반 중저층 공동주택 계획(안)

1. 계획 개요

1.1 계획 방향 및 대상

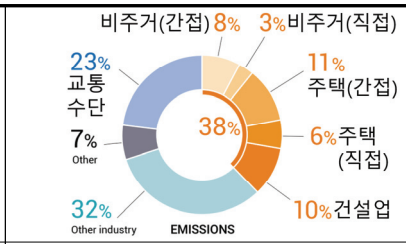
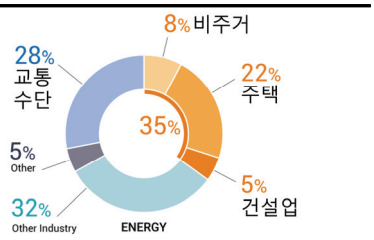
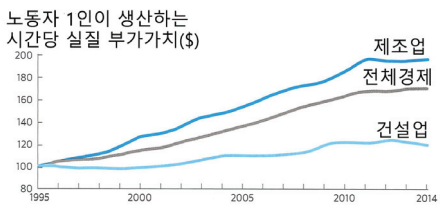
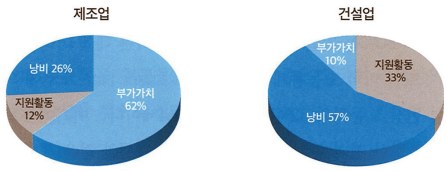
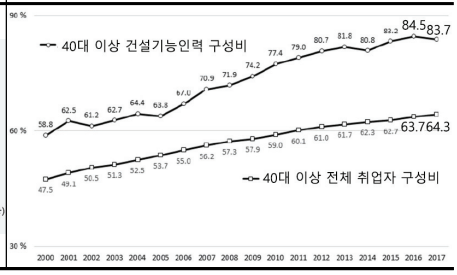
○ 현재 건설업에는 재해감소, 노동자의 고령화, 생산성 저하, 근로시간 단축 등 다양한 해결 과제가 있고, 사회 환경의 변화로 건물의 구성방식이 달라져야 하는 요구도 강하게 제기되고 있음. 건설업의 문제와 사회의 요구를 살펴보면 우리나라 전체가구 중 51.1%[25]가 거주하는 아파트와는 다른 형태의 주택이 그려짐. 본 연구는 그러한 조건들이 만들어 내는 주택 모델을 제시하는 방향으로 계획함.

○ 건설업의 문제를 보면 크게 3가지로 살펴볼 수 있음. 첫째, 탄소 배출량이 매우 높아서 앞으로 탄소배출과 관련된 규제 또는 사회적 합의가 구체적으로 진행될수록 난제에 봉착하게 될 것으로 예견함. [표 3-1]의 위쪽 그래프에서 제시하는 바와 같이 현재 교통수단이 배출하는 탄소배출량(23%)보다 많고(38%), 그중 주택이 가장 높은 비중을 차지함(17%, 직·간접 포함). 현재 교통수단은 전기, 수소와 같이 사용 에너지 전환에 적극적이며, 이미 전환 과정에 있음. 건축은 현재와 같은 상황이면 수년 내 탄소배출의 주범이 될 수밖에 없음. 에너지 소비량도 교통은 28%, 건물은 35%로 이와 유사함.

○ 둘째, 건설업은 생산성과 작업 효율 측면에서 매우 낙후되어 있으며, [표 3-1] 중간과 같음. 제조업과 비교하여 생산성도 열악하지만 근무 시간이 점차 감소하는 상황에서 개선이 시급할 정도로 작업이 비효율적임. 그러한 이유로 건설업은 제조업의 방식을 모방하여 문제를 개선하는 것을 시도해야 할 필요가 있음. 이에 본 연구는 OSC공법, 즉 건설업의 많은 부분이 제조업과 같이 공장 생산되는 것에 집중하여 계획모델을 수립함.

25) 국토부, 2020년 주거실태조사

[표 3-1] 건설업의 현안

탄소배출량(좌) 에너지 소비(우) *		
산업별 생산성 (좌) 노동시간분석 (우)**		
사고사망만인율(‰) (좌) 고령화 (우)		

[출처] * UN environment program : global share of buildings and construction final energy and emissions 2019/https://www.unep.org/news-and -stories/press-release/building-sector-emissions-hot-record -high-low-carbon-pandemic [주기] 탄소배출량(좌)의 "간접" 은 전기 또는 개별난방을 위한 발전시스템으로부터 배출되는 탄소량

** 김용우, 한미글로벌(2021),건설의 게임체인저 OSC, 대한경제/ (좌)McKinsey, Global Institute(2019), Modular Construction: From Projects to Products, New York, NY. (우)Construction Industry Institute(2007), Lean Implementation at Project Level, CII Research Team 191, Austin, TX[26]

*** (좌) 고용노동부: 만 명당 인구비율 (우)통계청, 경제활동인구조사, 각 연도 12월 기준. [주기] '건설기능인력' 은 전체 취업자의 직종 중 기능원 및 관련 기능종사자, 장치기계조작 및 조립종사자, 단순노무종사자를 포함

○ 셋째, 건설업과 관련된 재해는 매우 높아서, 위험하고 기피하는 일자리로 굳어지고 있음. 최근 '광주 현대 아이파크 붕괴사고[27]' 가 크게 부각되었고, 실제 건설업의 재해는 타 산업에 비해 매우 높음. [표 3-1] 아래쪽에서 제시하는 바와 같이 '사고사망만인율' 이 타산업의 3배 이상이며, 매년 500명

26) 2007년~2011년 CII에서 수행한 연구에서는 건설현장 6곳의 노동 생산성을 분석하고 제조업과 비교를 위해 GM의 디트로이트 공장에서 일하는 작업조들의 노동시간을 분석한 결과를 제시함. 건설업에서 공정이 매우 표준화 된 것으로 여겨지는 철골트러스 현장 설치 등 정형화된 공정방식을 가진 작업이 분석대상이었음.

27) 2022년 1월 11일 15시 46분 발생한 건물붕괴사고

가량이 건설현장에서 사망사고를 당하고 있음[28]. 이러한 문제는 노동자의 고령화 및 작업 숙련도 문제 등으로 악화될 전망임. 최근 10년간 노동자의 평균 연령은 계속 높아지고, 외국인 노동자 비율도 높아지며, 사고 발생률도 계속 높아지고 있음. 이러한 상황에서 건설업이 기존 방식을 고수하면, 이러한 문제는 악화될 것으로 판단함. 그러므로 본 연구는 가급적 현장 작업을 줄이고 발전된 제조업의 기술을 활용하여 안전하고 정확한 공법 및 공정을 발전시킬 수 있도록 지원코자 함.

○ 계획하고자 하는 주택의 유형은 아파트 단지의 장점을 도입한 중층 · 고밀 공동주택임. 기존 도시 조직을 가급적 유지하는 방향으로 차량 통행이 가능한 6m이상 도로는 변경 없이 보존하고 그 이하의 폭을 갖는 도로는 저층 주거지를 재건축하며 변형할 수 있는 것으로 제안함. 그리고 도로로 블록이 구분되더라도 인접한 블록과의 조화를 고려하여 주동 형태를 계획하는 것을 제안함. 이러한 계획에서는 가로와 주동이 연결되는 부분의 관계를 설정하는 계획이 매우 중요함. 지반과 연결되는 층의 계획이 해법을 제시할 수 있으나, 본 연구에서는 주택 부분의 계획으로 연구 범위를 한정하여 1층 부분의 계획은 면적을 고려한 조닝 구분 정도로만 제시함.

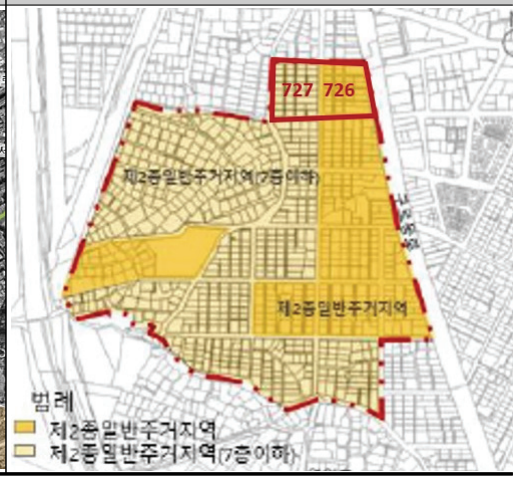
○ 본 연구의 대상지는 ‘구로2동 도시재생활성화구역’ 내에 위치하지만, 대지에 한정되지 않은 OSC공법을 활용한 공동주택 모델을 제시코자 함. 본 연구에서 제시하는 계획대상은 제2종 일반주거지역 내 7층 이하(A대지) 및 이상 부지(B대지)에 22㎡, 46㎡, 66㎡ 세대를 기본으로 한 분할 및 확장 가능한 평면을 갖는 공동주택의 주동 2개동임. 따라서 대상지의 여건을 조사 · 분석하고 거주자 및 지역 사회의 요구를 정확하게 파악하여 계획해야 하는 생활SOC시설을 담고 있는 저층 부분의 계획은 간소화함.

28) 고용노동부자료에 의하면, 2018년 971명 사망 중 건설업에서 485명 사망, 이중 376명이 추락, 113명이 끼임 사고로 사망. 매년 증가 추세임.

○ 사업의 유형은 가로주택 정비 사업으로 6m도로로 구분된 한 개 대지 면적이 협소하여 두 개 블록을 합쳐 대지면적 약 6000㎡정도 300세대 미만인 주택을 계획함.

○ 본 연구의 계획 대상지는 [표 3-2]와 같이 '구로2 도시재생 활성화 지역' 내 구로구 구로2동 726, 727번지 일대로 727번지 대지(A부지) 면적은 2,963.73㎡, 726번지 대지(B부지) 면적은 2,585.57㎡임. 제2종 일반주거지역으로 727번지는 7층 이하, 726번지는 7층 이상 건축 가능함. 두 개 블록의 크기와 조건은 매우 유사하며, 2개 블록을 한 개의 단지처럼 계획하여 넓은 중정과 다양한 위계의 외부 공간을 배치함.

[표 3-2] 대상지 위치 및 주변 현황

대상지 위치 및 주변현황	2종일반주거지역 7층이하/이상지역구분
	

* 붉은색 표기 부분이 구로2동 도시재생활성화 구역 [자료제공] 구로2 도시재생현장지원센터

○ 대상지는 1960년대 형성된 주거지역으로 제2종 일반주거지역이며 7층 이하 또는 이상 건축 가능한 블록이 혼재되어 있음. 그리고 완경사와 급경사의 대지 지형과 '자연발생가구' 와 '격자형 가구' 가 혼재되어 있음. 본 연구 대상지역은 건폐율이 높고 용적률이 낮은 1~2층 규모의 단독주택, 공영주택, 다세대 주택이 다수 밀집되어 있으며 2m 이하의 미접도필지, 과소필지가 밀집되어 있음.



[그림 3-1] 대지 주변 현황 사진

○ 넓은 범위의 계획 방향인 서울도시기본계획 즉, "2030 서울플랜[29]" 에 따르면 구로 · 신도림 지역생활권 지역발전구상도의 계획은 다음과 같음.

- 구로차량기지 등 대규모 이적지 개발 및 재생사업과 연계한 맞춤형 주택 공급 유도 :지역 특성을 고려한 중소형 주택 및 임대주택 공급 확대
- 공공의 다문화 특성을 고려한 지역 커뮤니티 구축 : 주민센터 등 생활권 내 공공시설을 활용한 다문화지원센터 및 프로그램 운영

○ 본 연구는 '2030 서울플랜' 에서 제시한 기본 계획을 토대로 중소형 및 임대주택을 포함하고, 저층부에 용도 복합적이고 보행친화적인 생활SOC배치를 계획함. 생활가로변 지반레벨에는 상가, 일자리시설, 생활SOC, 차량 출입구를 배치함. 이중 지역주민과 공유하지 않아도 되는 시설은 동선을 고려하여 데크레벨에 배치함. 노인정 및 어린이 집과 같은 노유자 시설은 큰 규모 오픈스페이스 인근에 배치하여 안전하고 접근 용이한 시설이 되도록 함.

○ 저층주거지 사업의 경우 본 보고서 2장에서 설명한 바와 같이 임대주택 건설

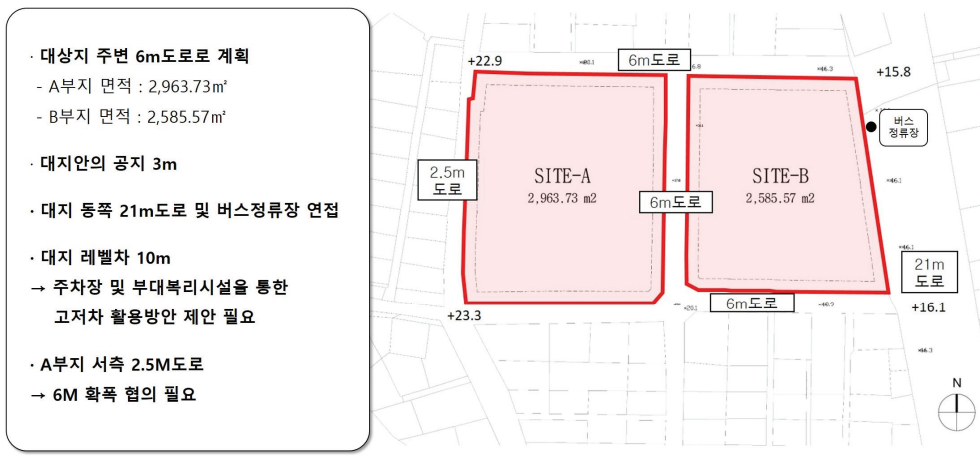
29) 서울플랜이란, 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」에 근거한 도시기본계획을 대도시 서울의 특성에 맞게 재구성하여 시민과 함께 수립한 서울형 도시기본계획이라는 의미를 담은 서울도시기본계획의 별칭임.

비율에 따라 용적률을 완화하는 규정을 갖고 있음. 완화 없이 건축 가능한 용적률은 제2종 일반주거지역의 경우 200%이지만, 임대주택을 포함할 경우 225~250%까지 완화를 적용받을 수 있음. 그래서 본 연구에서는 노후 저층 주거지의 사업성 확보도 함께 고려한 안을 제시하고자 225%이상을 목표로 계획하였으며, 넓은 테라스를 갖는 세대 계획으로 용적률을 최대한 확보하여 용적률 250%의 계획안을 제안함. 단, 「건축법 시행령 」제 86조의 '일조 등의 확보를 위한 건축물의 높이제한' 규정은 준수해야 하므로 ㄷ자형 블록의 경우 인동거리 때문에 층수를 높이는데 제약이 있음.

○ LH공사에서 공급하는 3인 이하의 가구원수를 대상으로 한 소형 주택으로는 대중교통 등의 접근성이 우수한 곳에 대학생, 사회초년생, 신혼부부와 취약·노인계층을 대상으로 전용면적 16~39㎡ 행복주택이 있으며, 전용면적 23~43㎡의 영구임대주택이 있음. 그리고 4인 이상의 가구를 위한 85㎡이하의 국민임대주택도 있음. 이러한 주택의 유형을 고려하여 면적과 평면 등을 계획함.

1.2 계획 방법

1) 대지 현황을 반영한 주동 계획



[그림 3-2] 계획대상지의 면적 및 주변 도로 현황

○ 본 연구 계획대상지가 위치한 '구로 2동 도시재생활성화 구역' 의 현황을 보면 1960년대 형성된 주거지역으로 1~2층 건물이 약 69%, 20년 이상 된 건물이 약 86%로 노후화 되어 있음. 1970년대 이전 건축물도 35.6%, 1990년대 건축물이 34.5%임[30]. 이와 같이 노후화된 주택은 대부분 100㎡미만의 토지 규모를 가진 주택이고, 건폐율이 매우 높은 협소 주택으로 보존 가치는 없는 것으로 판단함. 구역 대부분이 제2종 일반주거지역이며 단독 주택 비율이 48.3%로 매우 높음. 2장 [그림 2-1]에서 제시한 노후 주택 비율 현황 중 노후 주택 비율이 상대적으로 높은 지역은 이와 유사한 조건을 갖고 있으며, 본 연구에서 제안하는 방법과 유사한 주거지 정비사업 방식을 고려할 수 있음.

○ 저층 주택이 밀집되어 있는 여러 필지는 폭 6m이상의 도로로 둘러싸여 있는 블록으로 합필하여 정비 사업을 고려할 수 있음. 본 연구 대상지도 대부분 폭 6m이상의 도로와 접도하고, 주변 도로의 표고 차이가 10m정도 있는 경사가 심한 대지임. 서울 도심 저층 주거지는 이러한 조건을 가진 대지가 다수 존재함.

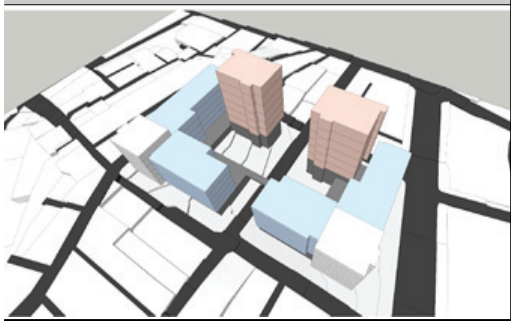
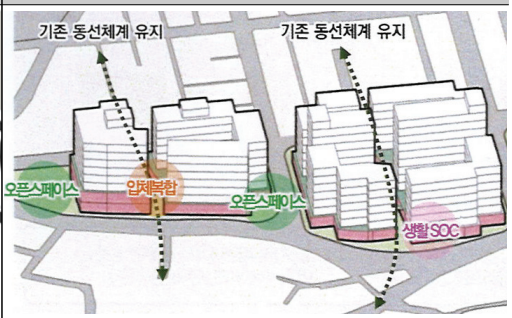
○ 이러한 조건에서 고층 아파트 또는 중복도로 계획하지 않으면서 사업성을 확보하는 방안으로 폭이 12m이상 확보된 중정을 에워싸는 'ㄷ자형' 또는 'ㅁ자형' 주동을 고려함. 각각의 블록이 폐쇄적인 주동을 형성하여 주변의 가로와 단절되지 않도록 계획하고자, 두 블록 사이를 지나는 기존 가로를 단지 내 도로의 일부처럼 계획하고 주변 시설은 공공성을 갖도록 계획함. 본 보고서 3.1.3절 'ㄷ자인개념' 에서 자세히 설명함.

○ 경계가 폐쇄적인 아파트 단지는 건축과 도시, 도시 공동체를 분리하고, 이는 도시경쟁력 및 도시에 사는 거주자의 삶의 질 저하를 초래한 부정적 측면이 있음. 공공성은 도시와 건축의 관계를 강화할 수 있으며, 사람들의 다양한 교류를 활성화하여 인간 관계를 강화할 수 있음.

○ 도시 내 기존 도로망을 가급적 유지하도록 보행동선을 계획하여 도시공간과 단위주거 공간 간의 유기적인 네트워크를 형성함. 이러한 계획방법으로 장소성을 발전시키고, 주민들 간의 유대감을 강화함.

30) 구로2동 도시재생현장지원센터 자료 제공(2021.05)

[표 3-3] 주동 형태 계획

계획(안) 주동 형태	기존 가로망을 유지한 보행동선계획*
	

*[출처] 유석연 외(2021.10), 노후저층주거지 사업활성화를 위한 사업화모델 개발 연구용역 보고서, LH공사

○ 입체 복합계획으로 시설 간 연계성 및 접근성을 강화함. 1층은 생활 SOC시설, 단지 내 부대복리시설, 상업시설, 일자리시설 등을 배치하며, 2층부터 주거부분의 세대를 배치하고 3m폭의 주택의 외부와 맞닿은 복도는 [표 3-4]와 같이 폭을 넓게 하여 도시의 길과 같이 구성하여 사회활동이 일어나도록 계획함.

[표 3-4] 입체 가로계획 사례

오사카 NEXT21 주택 복도	오사카 코트 요시다 주택
	

*[사진제공] 조선대학교 도시건축연구실

○ 복도 공간에 가로의 기능을 부여하여 입체적인 도시구조를 주동에 재현함. 각 층의 외부 복도는 외기를 막는 벽이 없고 지붕만 있는 구조로 계획함. 각 호의 입구 주변에 녹지를 계획하여 동식물과 인간이 공생하는 입체적 생태정원과 같이 제안함. 외부 복도는 중정을 통해 단위세대로 연결될 수

있도록 계획하여 거주자의 안전을 보호 하며 각 층은 엘리베이터 또는 계단으로 접근할 수 있도록 함.

○ 다양한 위계의 오픈스페이스를 조성하며, 예를 들면 외부 도로와 접하는 부분의 공개공지, 단지 내 내부 중정, 복도와 세대 앞 개인 화단 등을 계획함.

2) 수요변화를 고려한 가변형 평면계획

○ 유동적인 수요에 대응하기 위한 계획방법은 오픈하우징 시스템인 서포트-인필(Support-Infill: SI)구조를 개념적 토대로 도시의 공동주택 모델을 제시함. SI구조는 크게 서포트(Support), 즉 건축 구조 등 고정된 요소와 인필(Infill) 즉, 가변형 벽체, 교체 가능한 설비 시스템 등으로 구성됨. 건축구조는 벽이 없는 기둥-보로 이루어진 라멘 구조이고, 설비 시스템과 가변형 벽체 등은 구조와 쉽게 분리되도록 계획함.

○ 가변형 벽체의 계획은 거주자의 요구에 맞춰 평면을 변경하여 거주할 수 있는 개인 맞춤형 주택을 공급할 수 있는 대안임. 이와 관련하여 국내에서도 장수명 주택 인증 도입 10년 전부터 SAR에서 제안한 주거대 이론을 분석하여 평면 가변성 계획에 대해 제시한 연구가 지속적으로 발표되었음[31].

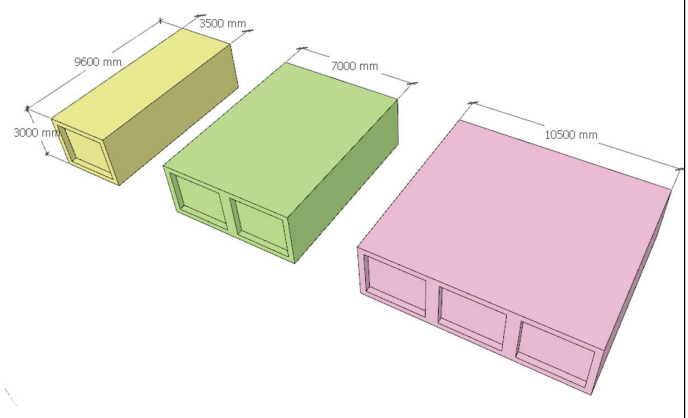
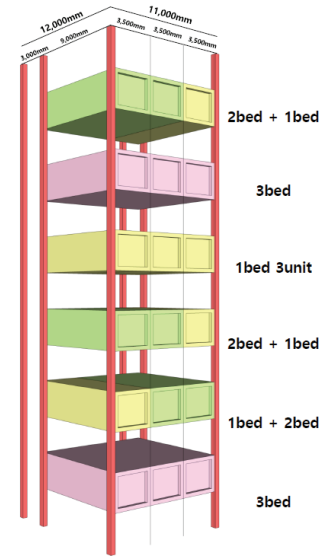
○ 이러한 모델이 활성화되기 위해서는 동일한 세대에 거주하며 이웃 세대를 추가로 임대 또는 매입하여 확장하거나, 세대를 분할하여 일부는 임대 또는 전대(轉貸)할 수 있는 시스템에 대한 제안도 필요하나 본 연구의 범위에서 제외함. 가변형 주택에 거주하며 두 세대 통합으로 면적을 확장할 경우 자재 소비를 줄이는 효과가 있으므로 면적 증가분에 대해 세금이 크게 증액되지 않도록 세제 혜택을 도입하는 것도 필요함.

---

31) 김수암·김상호·장재호·황은경(1995), "공동주택의 주거생활 향상을 위한 설계 및 공급체계 개선방안 연구(Ⅱ)-거주자 요구에 대응한 평면개발 및 설계수법 연구", 한국건설기술연구원
장철훈(1996), "소형 아파트 가변형 평면구성을 위한 건축계획적 요소에 관한 연구", 석사학위논문, 단국대학교
이혜원(2003), "평면 패브릭을 이용한 가변형 평면계획에 관한 연구", 석사학위논문, 연세대학교
하민오·김진모(2020), "행복주택 평면의 변형에 관한 연구-N.J. Habraken의 주거대 시스템 이론을 중심으로 ", 「한국생태환경건축학회논문집」, 20(5): 81-86.

○ 주택 평면 계획 방법은 모듈러 주택과 같이 유닛 모듈을 조합하여 단위 세대를 배치함. 확장과 분할이 용이하도록 라멘 구조에 건식 벽체로 공간을 구획하며, 확장과 분할을 전제하여 평면을 계획함. 각 세대의 배치 방식은 [표 3-5]와 같이 모듈러주택과 유사하나 구조방식을 달리하여 공간 변형 및 용도전환이 용이하도록 계획함.

[표 3-5] 세대평면 모듈 계획 개념

세대의 단위모듈	모듈 수평 · 수직 조합계획
 1모듈(22㎡) : 3.5m×9.0m 1인가구 청년주택 2모듈(46㎡) : 7.0m×9.0m 2~3인가구 신혼부부주택 3모듈(46㎡) : 10.5m×9.0m 4인가구 장년부부주택	

○ 이러한 방향으로 1~2인 가구를 위한 22㎡ 평면을 가장 작은 평면(a타입)으로 결정하고, 2~3인 가구를 위한 46㎡ 평면을 또 다른 타입의 기본 평면(b타입)으로 계획함. 이러한 두 가지 평면을 통합하여 69㎡ 평면(a+b타입=c타입)을 만들 수 있도록 계획하였음. 그리고 주동의 모서리 부분에는 면적 변경 없이 공간구조 변형이 자유로운 66㎡ 평면(d타입)을 계획함. 22㎡ 한 모듈의 크기는 3.5m×9.0m이고, 기둥 사이에는 최대 3개의 모듈이 배치되며, [표 3-5]와 같은 개념으로 계획함.

○ [표 3-6]과 같이 모든 평면은 평면 내 가변성을 높이고 채광 및 통풍을 극대화하기 위해 주방 및 화장실과 같이 벽을 이동시켜 공간의 형태나 기능을 바꾸기 어려운 공간을 평면의 중간에 배치함. 그리고 표준화된 규격과 모듈러 디자인 적용으로 각 개인의 요구를 수용하여 제작 또는 시공하기에 용이하도록 계획함. 화장실, 주방 등 채광이 불필요하고 급수 및 배수가 필요한 공간을 외기에 면하지 않은 곳에 배치하고 복도에 면한 침실을 다양한 용도로 쓸 수 있는 알파룸과 같은 공간으로 계획하여 다양한 라이프 스타일을 수용함.

○ 화장실을 세대의 중간으로 이동하면 외기와 면한 벽면에 채광창 설치가 가능하여 소형 평면도 [표 3-6]의 평면들과 같이 맞통풍 가능한 구조를 만들 수 있음. 이러한 공간구조는 [그림 3-3]와 같이 SAR의 주거대 시스템 이론에서 4가지 기준대를 설정[32]하고 사적용도를 외부와의 관련성에 따라 구분하여 화장실을 본 연구의 계획과 같이 안쪽에 배치하는 원칙을 만들었음. 이와 같이 유틸리티 공간을 실의 중간에 배치하고 이를 중심으로 공간을 배치하면 공간의 가변성도 개선할 수 있음. 그리고 복도가 최소화되고 매개공간 없이 방과 방이 직접 연결되어 상황에 따라 공간이 다양하게 쓰일 수 있음[33].

○ 이러한 계획안은 공동주택에서도 개인 맞춤형 주택을 소유하는 것이 가능하고, 비용도 경제적인 모델이 될 수 있음. 그리고 이와 같은 단독주택의 장점을 공동주택에서 실현하면 치안이 좋고 관리가 용이한 공동주택의 장점을 개인 맞춤형 주택에서 함께 취할 수 있으므로 거주 만족도가 높은 주택이 될 수 있음.

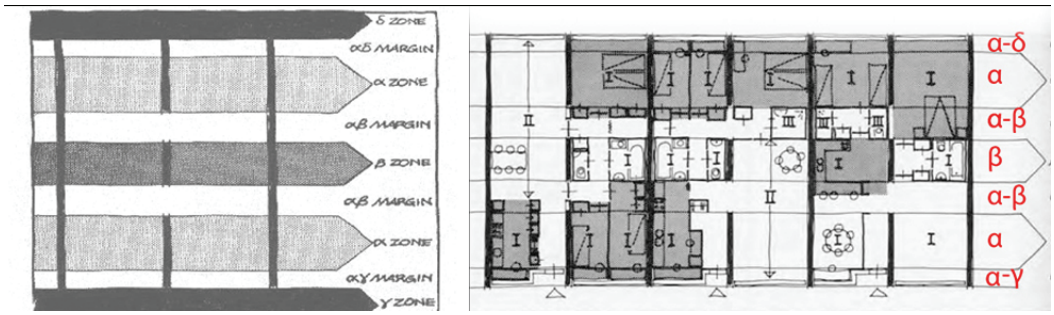
---

32) SAR의 방법은 4가지 기준대를 설정하고 기준대 사이에 한계대를 설정한다. 4가지 기준대는 외벽에 면한 사적용도의 내부공간(α), 외부와 무관한 사적용도의 내부공간(β), 발코니와 같은 공적용도의 내·외부 공간(γ), 정원과 같은 사적용도의 외부공간(δ)으로 구분했다.

33) 이기석(2016), "공간구문론을 이용한 SANAA 작품의 비위계적 공간구성 특성 연구", 「한국산학기술학회 논문집」, 17(8): 735-744.

[표 3-6] 평면 계획 개념





[그림 3-3] SAR 주거대시스템 다이어그램

[출처]www.Stepienybarno.es, "Las investigaciones del SAR, industrializacion abierta y vivienda"

3) 라멘 구조 및 공업화 공법 시공계획

○ 공장에서 제작되는 건축의 대표적인 유형인 모듈러주택은 철골 라멘조임. 공장에서 구조와 벽체를 구분하여 제작하는 경우 구조 형식은 자연스럽게 라멘 구조가 됨. 공업화 주택의 다른 유형은 PC(Precast Concrete)구조는 대부분 벽식 구조이며, 구조와 벽이 연결된 방식임. 본 연구에서는 '가로주택정비사업' 과 같이 밀도가 높은 장소에 6m 도로로 둘러싸인 대지에 짓는 건축물을 고려하여 공기를 단축하는 장점을 활용할 수 있도록 계획함.

○ 적은 탄소배출, 에너지 절약, 안전 등이 중요한 시대적 과제가 되면서 내구성이 우수한 주택, 즉 장수명화는 미래 주택의 중요한 조건임. 주택 평면의 가변성으로 수요변화에 대응하며 주택의 수명을 연장할 수 있음. 이러한 가변형 주택은 내구성이 높고 지속가능한 주택으로 건설해야 하며, '장수명주택[34]' 과도 일맥상통하여 장수명주택 인증기준에서 제시하는 설계요소를 최대한 반영하여 계획함.

○ 2014년 12월부터 '장수명주택 인증제도' 가 시행되고 있음으며, 구조재의 내구성, 세대 평면의 가변성과 설비배관 등 수선주기에 따라 교체 필요한 건축 구성재의 수리용이성 등을 평가함. 장수명 주택의 구조 형식은 라멘 구조이며, 내벽은 가변성을 갖는 것을 전제함.

○ 장수명 공동주택 설계 기준[35]에 의하면 가변영역과 고정영역을 명확히 구분하여 조닝하고 가변 조닝계획을 토대로 물사용공간의 가변 정도 및 수준을 결정하는 것을 권장함. 그리고 건축구성재는 부품화를 지향하며 설계 방법은 다음 [표 3-7]과 같음.

---

34) 장수명 주택의 정의 : 구조체의 내구성을 바탕으로 하여 공간의 가변성과 부재의 리모델링 용이성, 유지관리의 용이성을 갖춘 주택 〔참조〕 김수암 외(2005), "장수명 공동주택 설계시스템 개발", 한국건설기술연구원

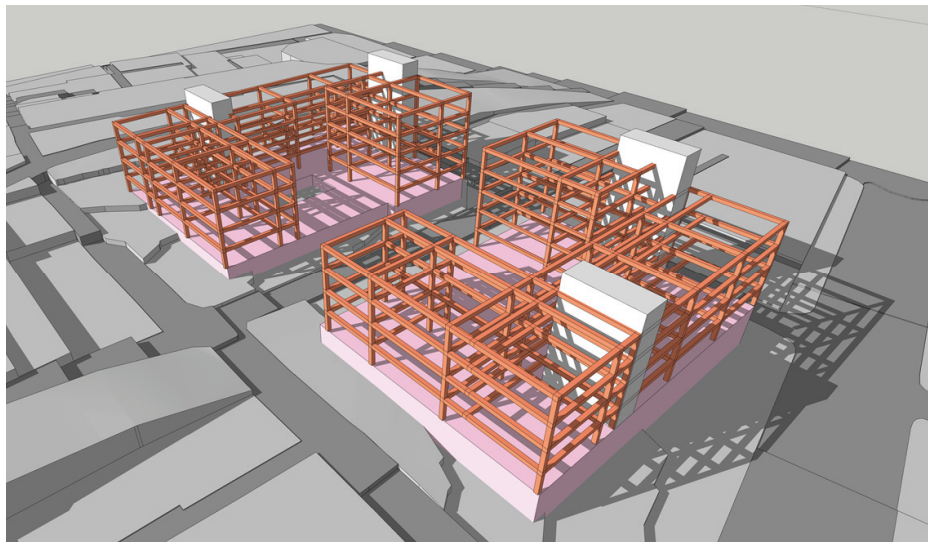
35) 김수암 외(2005), "장수명 공동주택 설계시스템 개발", 한국건설기술연구원

[표 3-7] 장수명 공동주택 설계기준 _ 부품계획분야

구분	상세구분	내용
외장부품	부품화 지향	• 옥상 및 외피녹화 부품, 창호부품(슈퍼윈도우), 외벽부품 등은 각각의 내용연한에 따라 교체 용이하도록 건식 부품화 지향
	외장의 이설이 용이한 구법적용	• 주호공간 확장시 외벽의 위치이동이 용이하도록 슬라브와 외벽이 접합하는 경우 외벽이 후시공되도록 함 • 칸막이벽의 위치이동을 통한 주호내 공간가변요구에 대응할 수 있도록 개구부의 이동성을 확보
내장부품	부품화 지향	• 벽체, 바닥재, 천장재 등 전용공간에 사용되고 있는 내장부품은 공간의 가변 및 구성재의 갱신을 위하여 건식 부품을 적용. 특히, 세대경계벽의 경우 거주자의 주호 규모 가변에 대응하기 위하여 건식 비내력벽체 지향
	내장부품의 이설이 용이한 구법적용	• 공간의 가변성에 영향을 미치는 부위의 부품(내장재 및 칸막이 벽)은 주위 부품군을 파손하지 않고 이설할 수 있는 구조 및 조립방법 적용
설비부품	부품화 지향	• 설비배관 및 배선 그리고 에너지 절약을 위한 솔라셀의 갱신성 확보를 위하여 건식화된 부품 사용 • 화장실, 부엌 등은 물 사용공간의 용이한 위치변경을 위하여 조립식 욕실, 시스템 키친 등 부품화된 전용설비기기 부품을 적용
	해체 및 재설치가 용이한 구법적용	• 공용샤프트의 구조는 해체 및 재설치가 용이한 유닛트화 된 건식구조 적용 • 전용설비기기 부품은 주위부품군을 파손하지 않고 이설할 수 있는 구조 및 조립방법 적용

[참조]김수암 외(2005), "장수명 공동주택 설계시스템 개발", 한국건설기술연구원, p.18~19

○ 본 연구에서 제안하는 모델의 구조는 [표 3-5]와 같이 3개 단위 세대의 모서리에 기둥을 두는 것으로 계획하며 구조 모듈은 복도를 제외하고 10.5m×9.0m로 계획함. 복도는 별도의 모듈로 계획함. 데크플레이트의 시공성을 고려하여 중간에 보춤이 낮은 보를 추가로 설치하는 것을 계획하였으나 데크플레이트의 형태에 따라 삭제도 가능함. 주요 구조 모듈은 [그림 3-4]와 같으며, 복도 끝에 추가로 기둥을 설치하는 것으로 계획함. 코어는 공동주택 부분과 별개로 다양한 대안을 고려할 수 있으며, 본 연구에서는 현장에서의 시공방식을 개선하고 제조업의 작업 효율성을 활용할 수 있는 강합성 구조로 계획하여 본 보고서 [부록]의 구조도면을 작성함.



[그림 3-4] 구조 모듈 계획 개념

○ 강합성 구조는 주차장이나 물류센터와 같이 장스팬 건물에 널리 활용되어 왔으나 주택에는 활용된 사례가 없었음. 그러나 본 연구의 구조설계를 담당한 스틸라이트에서 2022년 1월 4층 규모의 소규모 공동주택[36]을 본 연구에서 제안하는 강합성 구조에 경량철골을 활용한 건식 벽체 방식으로 시공 중이며, [표 4-2]와 같음. 본 연구에서는 구조 부재가 운반 용이한 크기로 구분되어 있어서 양중과 운반에 용이하고, 공장에서 제작된 부품을 현장에서 조립하는 방식이므로 현장 공기를 줄일 수 있으며 거푸집과 같은 보조적인 구조물 설치가 불필요한 장점 때문에 이를 활용함.

○ 시공 관련하여 제안하는 사항은 주요 구조 및 건축구성재는 대량 생산이 가능한 자재를 사용하고, 가급적 공장에서 작업한 후 현장에서는 조립만 하는 방법임. 이러한 시스템을 구축하기 위해서는 부품의 치수와 부품들 간의 접합 상세 등에 대한 표준화가 매우 중요함. 본 연구에서는 이러한 건축 구성재의 표준화를 고려하여 계획함. 그리고 설비기기 및 배관설치 방법 등도 이러한 시공법에 최적화된 방법 및 시스템을 제안함.

36) 경기도 이천시 마장면 오천리 472-11번지

1.3 디자인 컨셉

○ 디자인 개념은 3가지로 설명할 수 있음.

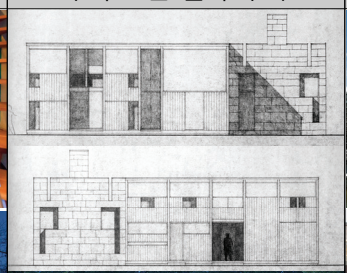
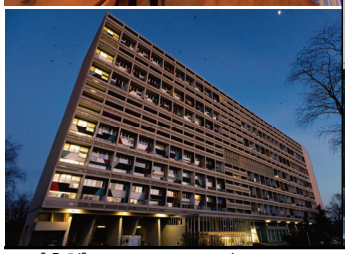
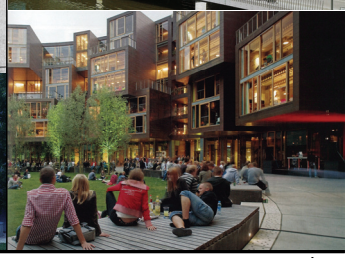
○ 첫째, 모듈러 디자인에 의해 공간의 질서를 잡고 조화로운 시스템을 만드는 방식으로 형태를 완성함. 즉 '거주하기 위한 기계(machines for inhabitation)'[37]로 주택을 계획하며, 기계와 같이 정확한 치수를 가진 구성품들이 다른 요소들과 맞물려 원활히 작동할 수 있도록 계획하고, 규칙에 맞게 각 부품들을 생산함. 이러한 방식은 일부의 부품을 교체하는 것이 용이하며, 지속적으로 수선하여 성능을 개선할 수 있음. [표 3-8]과 같이 건축구성재의 부품화로 디자인을 완성한 사례는 전체의 윤곽보다 개별요소들의 디자인이 만들어내는 조화로움이 디자인의 우수성을 결정함. 대표적인 사례로 [표 3-8] 왼쪽 르 꼬르뷔지에(Le Corbusier)가 설계한 '유니테 아비타시옹(Unite d' Habitation)'이 있으며 공간 및 각 건축구성재의 세세한 부분까지 질서있게 배치되어 있음. [표 3-8] 중간의 루이스 칸이 설계한 두 가지 주택 내·외부에서도 다른 형태로 모듈화된 요소들이 엄격한 질서를 갖고 디자인을 완성함. 이러한 디자인은 [표 3-8] 우측 사례와 같이 내부의 기능이 외부로 투영되어 도시의 조직과도 바로 연결되는 장점이 있음.

○ [표 3-9]와 같이 알레한드로 술 솔레르(Alejandro Xur Solar)[38]의 그림에서 보여주는 조형성도 이러한 모듈러 디자인이 실현할 수 있는 가능성을 개념적으로 담고 있음. 선, 면, 색상이 가진 각각의 추상적인 의미를 보호하고 강조하여 전체 조형을 만들어 내는 방법으로 작업한 결과물임. 이러한 작가의 특징은 오래된 건축물의 내부 만 리모델링하여 외부 표현엔 제약이 있었으나 술 솔레르 기념관(Xul Solar Museum)에도 표현되었음.

37) 르 꼬르뷔지에가 Unite D'habitation 프로젝트를 설명하며 사용한 구절

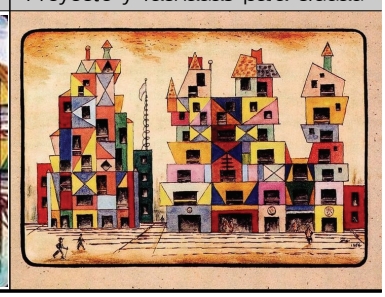
38) 1887년 12월 4일 아르헨티나 부에노스아이레스 출생. 처음에는 음악, 후에는 건축, 최후엔 미술을 공부했으며 작가와 화가로 활동함. 수학적 비례 및 기호를 그림에 활용함. 1963년 아르헨티나에서 사망

[표 3-8] 모듈러 디자인이 적용된 건축사례

유니테 아비타시옹	루이스 칸 설계 주택	티에트겐 기숙사
		
		

* [출처] archidaily.com 'Apartment in Le Corbusier's Unite d' Habitation Renovated to Original Design by Philipp Mohr'
** (상)Fisher House(1967)[출처]Architecture and Urbanism09:02 461호, (하)Esherick House(1961)
[출처]archdaily.com/202759/ad-classics-esherick-house-louis-kahn
*** [출처] Architecture and Urbanism09:10 469호: Lundgaard&Tranberg, Tietgen Dormitory(2002~2006)

[표 3-9] 알레한드로 술 솔레르의 모듈러디자인

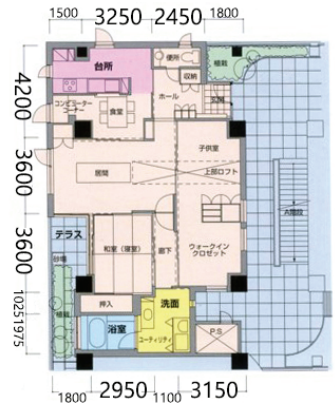
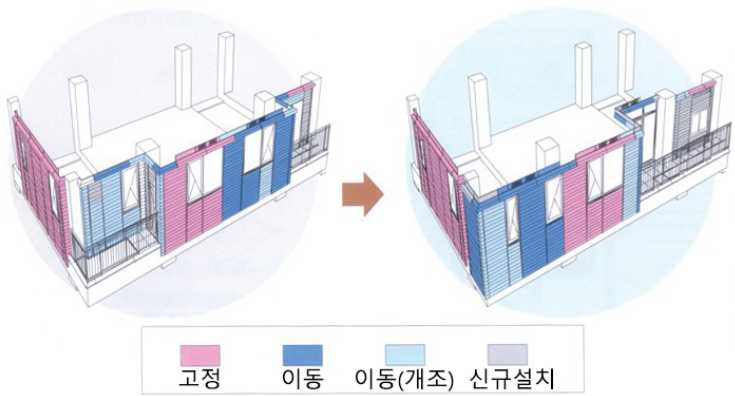
화가 기념관 내부	Proyecto fachada delta 2	Proyecto y fachadas para ciudad
		

*[출처] (좌) Architecture and Urbanism09:05 464호: Pablo T.Betña, Pan Klub Foundation, Xul Solar Museum, 1993
(중) wikiart.org/en/xul-solar/proyecto-fachada-delta-2-1954 (우)Pintest/proyecto fachada para ciudad/ xul-solar

○ 이러한 방식의 건축은 건축구성재를 표준화하고 MC(Modular Coordination) 설계를 적용하여 생산효율을 높이고, 접합부 등의 오차를 줄여 품질을 향상함. 현재 국내에서 사용하는 일반적인 가구 및 건설 자재 치수는 30cm의 배수가 되는 모듈을 사용하고 있음. [표 3-10] Next21과 같은 일본의 고내구성 주택계획(CHS:Century Housing System[39])의 경우에도 가변 공간

부분에 90cm, 물 사용공간 부분은 15cm 단선 격자기준을 사용함[40]. 그리고 이러한 MC설계 적용으로 리모델링 시 일부의 외장 패널을 재활용하여 자재낭비를 줄일 수 있었음. MC설계에서는 30cm의 배수가 아닌 경우에도 대부분은 10cm 또는 20cm의 배수를 사용함.

[표 3-10] NEXT21 주택 모듈러디자인 적용 리모델링

	402호 리모델링 전	402호 리모델링 후
평면도		
입면패널		

*[도면제공] 조선대학교 도시건축연구실

○ 이러한 치수계획은 자재의 낭비를 최소화하고 길이를 맞추는 추가적인 작업을 줄일 수 있어서 생산성을 향상시킬 수 있음. 더 나아가 건설 자동화를

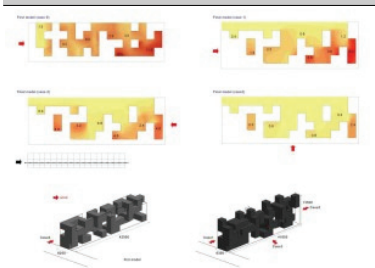
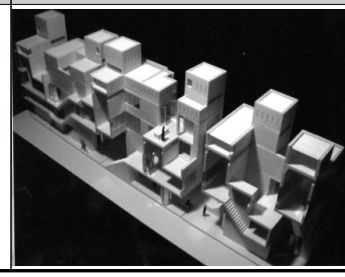
39) CHS(Century Housing System)는 일본에서 1980년대에 개발된 주택공급 시스템으로 우리나라 장수명 주택의 모태임.100년을 쾌적하게 살기위한 주택을 제공하기 위하여 계획, 설계, 생산, 공급, 유지관리까지 적용되는 기준을 만들고 부품을 교체하며 건물의 내구성을 향상시키는 방법임.

40) 김수암 외(1997), "외국 공동주택 가변형 평면 비교분석", 대한건축학회 논문집 13(12), p. 3~11

고려하면 필수적이므로, 본 연구에서 공장에서 부재들이 생산되고 조립되는 것을 고려하여 이러한 MC설계 치수를 적용하여 계획안을 완성함.

○ 둘째, 주변 자연환경 및 사회적 요구에 최적화된 건축형태를 만들 수 있는 방식으로 계획함. [표 3-11]와 같은 '스페이스 블록 하노이(Space Block Hanoi)' 프로젝트는 밀도가 높은 주거지에 그늘과 통풍에 대한 시뮬레이션 결과로 최적화된 형태, 즉 모듈화 된 공간에서 비우고 채워야할 부분을 찾아내어 형태를 확정함.

[표 3-11] 시뮬레이션에 의한 유닛모듈 계획

시뮬레이션으로 형태도출	건축모델로 완성	완공된 모습
		

*[출처] architik.com/2015/08/22/space-block-hanoi-by-kazuhori-kpjima

○ 오피스 아키텍티(Ofis Architekti)가 하는 설계 방식은 [표 3-12]와 같이 입면 모듈을 공간으로 정교하게 설계하여 내부 공간을 보다 쾌적하고, 에너지 효율적인 환경을 갖도록 계획함. 해변가의 아파트 프로젝트(Apartments on the Coast, 2006)는 발코니 부분에 그늘을 공급하고 환기에 효율적인 시스템으로 철저하게 계산된 형태로 모듈화하여 입면에 부착하여 건축물의 외관을 완성함. 이와 유사하게 테트리스 아파트(Tetris Apartment, 2007)도 겨울철 찬공기가 바로 실내로 유입되지 않도록 하는 버퍼존과 여름철의 그늘형성, 그리고 도로쪽 소음 완화, 정면으로 동서를 바라보지 않는 시각적 편안함 등을 계산하여 설계하였음.

○ [표 3-13]과 같이 거주자 요구에 맞게 공간 변형 즉, 공간 확장이 필요한 부분을 공장생산하여 콘크리트 벽식구조에 공간모듈을 부착한 프로젝트 사례 카라반첼(Carabanchel)주거지구의 '102세대(102 dwellings)'도 있음.

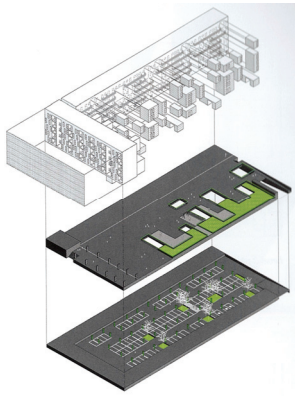
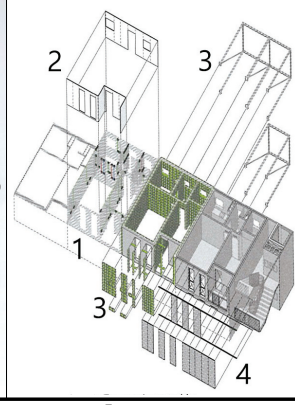
[표 3-12] 외장 모듈을 활용한 건물 성능향상 사례

해변가의 아파트(Apartments on the Coast, 2006)

테트리스 아파트(Tetris Apartment, 2007)


[출처] Architecture and Urbanism09:03 462호: Ofis Architekti

[표 3-13] 공간모듈을 활용한 공간확장 사례_102 Dwellings

배치 개념	모듈러시스템* 설치과정	평면**	캔틸레버 모듈
			

[출처] Architecture and Urbanism09:08 467호: Dosmasuno arquitectos [주]*1. 경량철골 벽체설치 2. 설비 및 단열재를 포함하여 건식패널벽 마감 3.거푸집 조립 및 콘크리트 타설(1유닛/일), 콘크리트 구조에 캔틸레버 유닛 고정 4. 개구부에 슬라이딩 환기창 설치 ** 침실 2개인 세대의 평면

○ 셋째, 주택을 중심으로 하여 내·외부와의 관계를 강화할 수 있는 형태로 계획함. 주동의 형태는 전체적으로 중정이 있는 ㅁ자 형태로 배치함. 이런 형태의 주동은 채광 등의 쾌적한 자연 환경을 가진 옥외 공간의 면적을 최대로 확보할 수 있고, 공동주택 거주자 간의 커뮤니티를 증진시킬 수 있음. 중정은 주거동의 프라이버시를 보호하기 위해 가로와 레벨이 다른 인공지반을 조성하여 계획함. 주변에는 각 층의 외부로 열려있는 복도를 계획하여 입체가로와 같이 계획함. 전통적인 중국의 주택 '토루(土樓)[41]' 와 같은 공간은 복도를 통해 이웃 간의 소통이 다양한 방식으로 형성되어 공동체 의식을 강화하기 위해서 활용하는 대표적인 계획 수법임. 복도는 각 세대의 복도와 인접한 방, 주방 그리고 알파룸과 같은 내부 공간과도 연결될 수 있으며, 이러한 계획으로 주택의 용도를 사무실, 회의실, 작업실 등으로 복합화 할 수 있음. 이러한 주동형태 및 각 세대까지 연계된 계획은 일조 및 통풍을 가장 양호하게 만드는 데도 효과적임.

○ 본 연구에서 제시하고자 하는 주동의 형태와 유사한 사례는 유럽의 도심 내 공동주택에서 흔히 볼 수 있음. 일본에서도 도시재생 사업 및 획일적인 평면을 갖는 고층 아파트의 문제를 해결하는 대안으로 여러 번 시도되었으며, 대표적인 사례가 1991년 준공한 요시다 주택임.

○ 최근 사례로는 스페인의 수도 마드리드 내 엔산체 데 카라반첼(Ensanche de Carabanchel) 주거지구 내 다수의 공동주택 프로젝트가 있으며, [표 3-14]와 같음. 카라반첼 주거지구는 스페인 국가의 주택계획 'SHP(Housing Plan in Spain) 2018-2021' 에서는 청년을 포함한 취약계층 주택공급 및 도시재생·재개발과 같은 정비사업을 촉진하기 위한 방안으로 구축됨. 공공보호주택 VPO(Viviendas de Proteccion Oficial)이라는 명칭으로 공공과 민간 협력으로 공공의 토지에 저렴한 임대료로 공급하는 주택을 제시함. 이러한 프로젝트로 [표 3-14]와 같은 프로젝트가 시공되었으며, 해외 이민자가 차지하는

41) 토루(土樓)는 복건성의 산악지대에 분포하는 객가(客家)의 주택. 객가는 자신의 안전을 지키기 위해 집단으로 생활하고 대외적인 방위력을 갖추기 위해 거대한 집합주택을 만듦. 〔참조〕 네이버 백과사전 : 토루

비율이 높고, 다양한 문화가 공존하는 특징이 본 연구의 계획 대상지 여건과 유사함.

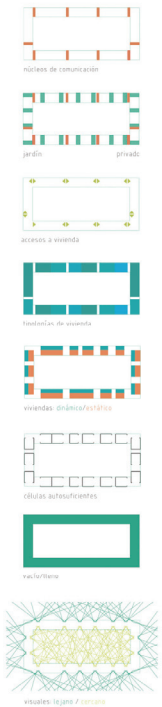
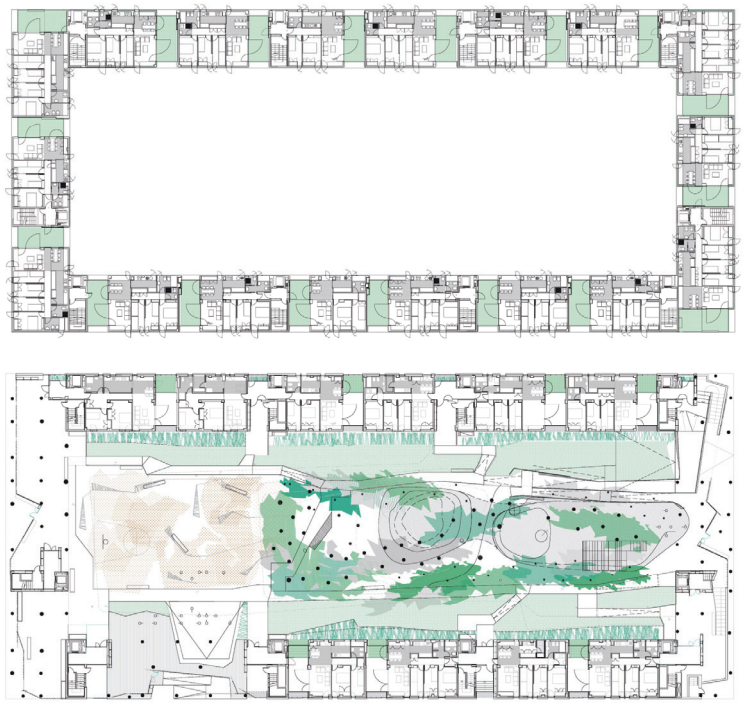
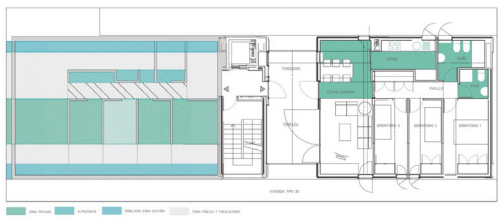
[표 3-14] 카라반첼 주거지구 공동주택 사례

	102 Dwellings	82 Viviendas	88 Social Housing
사진			
대지면적	4,446.15㎡	4,441.33㎡	4,445㎡
연면적	12,277.15㎡	13,419.81㎡	9,408㎡
용적률	276%	302%	211.6%
세대수	102세대	82세대	108세대
층수	지상6층	지상5층	지상6층, 지하1층
주동형태	ㄴ자형	ㅁ자형	—자형
특징	알파룸 도입으로 다양한 단위세대 공급:알파룸이 주동 내부에 부착되어 일부 중복도가 생김	테라스 형태의 옥외공간으로 단위세대를 분리하며 공용공간으로 활용	VPO형식의 공공임대주택. 외장재가 대나무이며, 테라스 및 개폐형 가림막설치. 9가지 단위평면 구성

[출처] 우_www.archello.com "102dwellings in Carabanchel "
중간_www.architecturaviva.com "82 apartments in Carabanchel "
좌_www.buildipedia.com "Bamboo housing in Carabanchel by Foreign Office Architects"

○ [표 3-14] 중간에 위치한 '82세대(82 viviendas)'의 경우 컨테이너 주택을 변형하여 단위세대를 설계한 형태임. [표 3-15]의 '기준층 평면도'와 같이 상층부는 복도로 세대를 연결하지 않고 두 세대마다 전용 계단을 두어 접근함. 그리고 [표 3-15]아래 '코어 평면도'와 같이 한 세대의 발코니를 계단실과 접하게 하여 이 공간으로 세대 간 틈을 두고 단지 내부의 통풍과 프라이버시를 강화하도록 계획함. 이러한 계획안은 상자형 모듈러주택과 같은 공법으로 시공할 수 있는 방식임. 같은 주거지구 내에서 주동 형태는 판상형, ㄷ자 또는 ㅁ자 형태로 유사하지만 건축계획은 수요에 맞는 디자인을 하여 매우 상이함.

[표 3-15] 82 세대(Viviendas) 평면 및 사진

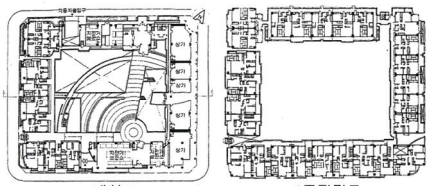
(상) 기준층 평면도 (하) 1층 평면도	
	
입면 사진	코어 부분 평면도
	

[출처] architecturaviva.com/obras/82-viviendas-en-carabanchel

○ 습식 공법으로 중정형 배치를 한 국내 사례로 [표 3-16]과 같이 '청담 린든그로브' 가 있으며 일본의 '마쿠하리 베이타운' 이 이와 유사함. 모두 ㅁ자 형태의 주동에 저층부는 상점 등의 주민 편의시설을 설치하고 가로 활성화를 도모한 프로젝트임. 주동부와 저층부는 인공지반으로 구분하여 주동의 프라이버시를 보호한 계획방법 등이 유사함.

○ 일본의 마쿠하리 베이타운은 기존 고층위주의 공동주택 단지 개발방식에서 탈피하여 새로운 주택모델을 제시하기 위한 목적으로 구축된 실험적인 프로젝트임. 단지 차원에서 가로에 질서를 부여하는 디자인을 적용한 점이 국내 '청담 린든 그로브'와 큰 차이임. 본 연구에서 제시하는 모델도 현재는 한 블록이지만, 주변의 노후저층주거지를 정비하는 것을 전제하여 마쿠하리 베이타운과 같이 대부분의 주동이 다양한 형태의 중정과 가로 질서를 만들면서 새로운 도심형 주택모델을 확대해 나가는 것을 기대 효과로 생각하며 저층부 계획 등을 제시함.

[표 3-16] 중정형 주동 사례

구분	서울 청담 린든그로브	일본 마쿠하리 베이타운
배치도 및 조감/투시도		
		
완공년도	2017	1995
층수	7층	6~8층
세대수	114세대	233세대
대지면적	9,224㎡	5,645㎡
밀도	용적률 193% 건폐율 51% 156세대/ha	233.8세대/ha

[출처] (좌) lindongrove894.com
(우-상)protocooperation.tistory.com/마크하리 베이타운 (우-하)김우석(2011), 고밀도 중저층 집합주거 단지계획, 홍익대학교 석사학위논문

2. 가변형 평면계획(안)

○ 본 연구에서 제안하는 계획(안)의 면적 개요를 보면 다음 [표 3-17]과 같음. 두 개 블록으로 구분되어 있고, 각각 분절된 주동 형태이므로 A부지, B부지에 대해 각각 계산하여 기록함. A부지는 [그림 3-2]에서 설명한 바와 같이, 서측부지이며, B부지는 동측부지임. 46㎡ 평면은 22㎡ 평면 2모듈의 자리에 배치할 수 있는 것으로 가정하고, 22㎡, 즉 한 모듈의 세대수로 계산했으며, 모서리 부분에 위치한 66㎡(d)세대는 구분함.

○ 22㎡는 가변형, 66㎡코너 고정형이며, 주동 배치도에 구분하여 표기하면 다음 [그림 3-5]와 같음. 가변형으로 표기된 부분(a타입, b타입, c타입)은 평면의 분할 및 통합으로 공간 변형을 하는 구간이며, 코너 고정형(d타입)은 면적은 고정되어 있으나 내부의 구획으로 공간을 변형하는 가변형 주택임.

[표 3-17] 건축 개요-공동주택 분양면적 개요

부지구분	타입			세대수	비율(%)	전용면적(㎡)	주거공용면적(㎡)			공급면적(㎡)	
	전용면적(㎡)	분양면적(평형)					벽체	계단실/복도	소계		
A	22	a	11	79	75.96	22	2.66	12.77	15.43	37.43	11.3평
	46	b	25	9	8.65	46	3.86	28.45	32.31	81.31	24.6평
	69	c	34	5	4.81	69	4.66	40.06	44.72	113.72	34.4평
	66	d	33	11	10.58	66	4.15	38.32	42.47	108.47	32.8평
	소계			104	100	2,249	313.83	1,887.11	2,200.94	4,221.6	1,648.9평
B	22	a	11	74	77.08	22	2.66	12.05	14.71	36.71	11.1평
	46	b	24	7	7.29	49	3.86	26.84	30.70	79.70	24.1평
	69	c	34	5	5.21	69	4.66	37.80	42.46	111.46	33.7평
	66	d	32	10	10.42	66	4.15	36.15	40.30	106.30	32.2평
	소계			96	100	2,976	196.2	1,630.2	1,826.5	3,723.5	1,480.7평

[표 3-18] 건축 개요-공동주택 공용 및 계약면적

부지 구분	타입			기타 공용면적(㎡)				계약면적(㎡)	
	전용 면적(㎡)	분양면적(평형)		부대복리 시설	기계/ 전기실	지하 주차장	소계		
A	22	a	11	13.10	3.17	19.11	35.38	72.82	22평
	46	b	25	29.18	7.06	42.57	78.81	160.12	48.4평
	69	c	34	41.09	9.94	59.95	110.97	224.7	68평
	66	d	33	39.3	9.5	57.34	106.15	214.62	64.9평
	전체 세대수 소계			1,935.3	468	2,823.74	5,227.04	10,677.98	3,230.1평
B	22	a	11	5.52	3.19	19.21	27.93	64.64	19.6평
	46	b	24	12.3	7.11	42.79	62.21	141.91	42.9평
	69	c	34	17.33	10.02	60.26	87.61	199.06	60.2평
	66	d	32	16.57	9.58	57.64	83.80	190.1	57.5평
	전체 세대수 소계			747.32	432	2,599.13	3,778.45	8,673.34	2,623.7평



[그림 3-5] 단위세대 배치도

2.1 가변형 평면 기획

○ 미래의 주택 건설을 위해서는 주거환경 변화에 대한 대응력, 설계방법 및 프로세스 등을 건설과정 과정 중에 중요하게 고려해야 함. 이러한 변화는 주거성능을 향상시키고, 시공 효율성을 높이는 결과를 가져올 수 있음.

○ 가변형 주택[42]은 거주자의 생애주기에서 나타나는 요구변화와 다양한 거주자의 상이한 요구에 대응할 수 있는 수용력을 갖도록 기획된 주택임. 이러한 주택을 실현하기 위해 간단한 공사로 주택의 평면을 변형할 수 있도록 접합부 등을 계획함.

○ 가변형 주택은 크게 세 가지로 구분 가능함. 본 연구에서는 아래 경우 중 두 번째에 해당하는 가변형 주택 모델을 계획하고자 함.

(1) 일부 실간의 칸막이 벽체의 설치 혹은 제거를 통한 부분적인 실배치 변형이 가능한 경우

(2) 부엌과 화장실 등 물사용 공간의 위치를 고정하고 나머지 공간을 가변적인 벽체로 계획하는 경우

(3) 물 사용 공간을 포함한 주호 내부 전체의 자유로운 실배치 변경이 가능한 경우

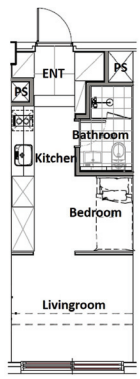
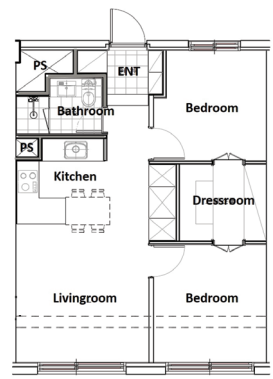
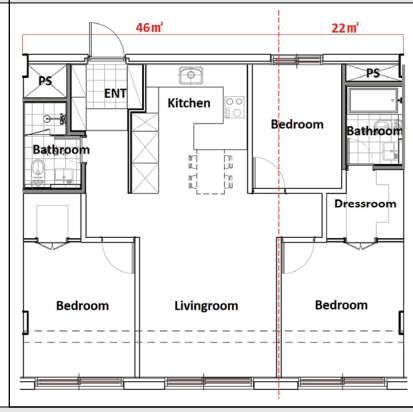
○ 장수명 주택 인증기준에 배점의 기준에 반복적으로 언급되어 있는 바와 같이 가변성의 수준을 결정하는 가장 중요한 요소가 물을 사용하는 공간, 즉 화장실과 부엌의 위치임. 이 공간은 공용수직 샤프트 공간의 위치와 전용배관의 설치방법 및 점검에 대한 고려도 필요함. [표 3-19]는 본 연구 과정 중 계획한 화장실의 위치에 따른 대안임. 공동주택에서 화장실과 주방을 입구 쪽에 배치하는 것이 일반적이며, '대안 1'과 같음.

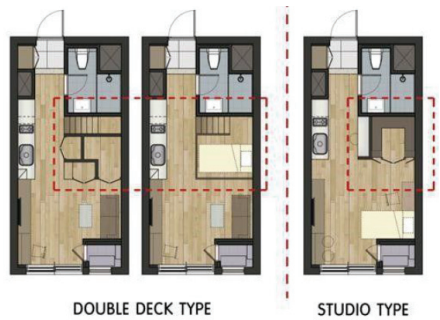
○ '대안 1'과 같은 평면은 [표 3-19] 아래 '사례'의 평면처럼 가변형 주택으로 만들 수 있으나, 외기에 면한 벽면을 화장실로 활용해야 하므로 채광 및 통풍에 제약이 생김. 두 모듈 또는 세 모듈의 평면 즉, 46㎡정도의 평면인

42) 가변형 주택의 정의 : 1) 거주자의 요구나 장래 변화를 고려하여 집의 방, 배치, 규모, 용도를 변경가능하게 계획한 주택 2) 합판, 석고보드 패널, 수납형 조립식 벽체를 이용한 가변 벽체를 사용하여 내부구조에 변형을 줄 수 있는 주택 〔참조〕 대한건축학회 건축용어사전

경우 측벽을 활용하여 창을 계획할 수 있으나, 블록형 공동주택에서 밀도를 높이기 위해서는 측벽에 다른 세대가 위치해야 하므로 '대안1 사례' 우측과 같은 평면계획은 불가하고 모든 공간을 쾌적하게 만들면서 가변적인 평면을 기획하기 어려움.

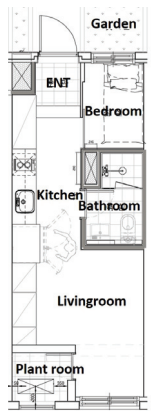
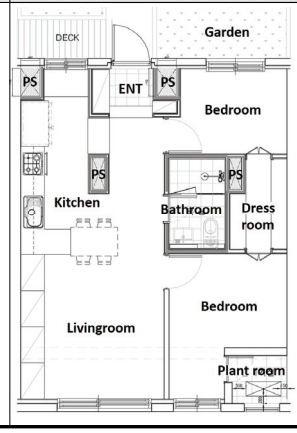
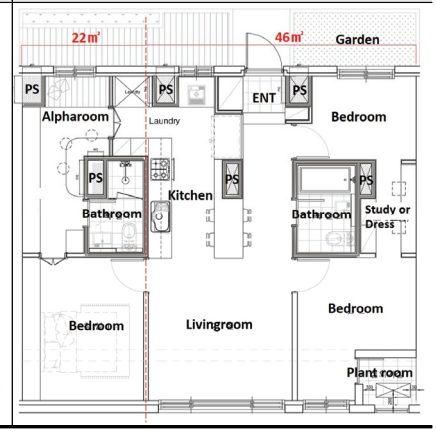
[표 3-19] 화장실의 위치에 따른 평면 비교 _ 대안1

구분	22㎡ 평면	46㎡ 평면	69㎡ 평면
대안1 (욕실 단부)			

구분	22㎡ 평면 변형	46㎡ 평면 변형
대안1 사례 43)		

43) 에이프레임(A Frame) 제공 사례

[표 3-20] 화장실의 위치에 따른 평면 비교 _ 대안2

구분	22㎡ 평면	46㎡ 평면	69㎡ 평면
대안 2 (욕실중간)			

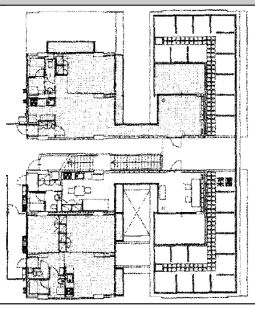
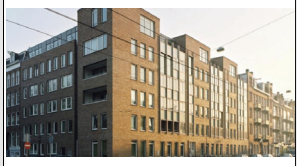
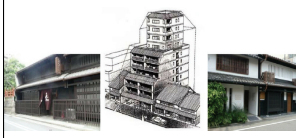
○ 이러한 이유로 본 연구에서는 '대안 2' 의 계획으로 발전시킴. [표 3-20]과 같이 '대안 2' 의 평면은 공간가변성을 높이고 채광 및 통풍을 극대화 하기 위해 주방 및 화장실 공간을 평면의 중간에 배치하고 외기에 면하는 벽면에는 창을 두고 채광이 필요한 실을 배치함.

○ 평면의 구조는 1960년대 네덜란드 건축연구재단 SAR에서 제안한 방법인 SI(Support&Infill) 개념을 활용함[44]. 네덜란드에서 제안된 오픈하우징 개념 및 일본에서 실현한 SI주택과 같은 오픈 플랜이 평면계획의 개념이며, [표 3-21]과 같은 프로젝트가 이와 같은 개념으로 설계되었음. 본 보고서 '3.1.2 계획방법 (2)수요변화' 를 고려한 가변형 평면계획에서 자세히 설명함.

44) 1960년 이후 하브라켄(Habraken)과 건축연구재단인 SAR은 Support와 Infill 개념을 발표함. 그것은 10cm와 20cm의 띠가 가로와 세로로 반복되는 타탄 그리드를 바탕으로 Zones & Margens개념을 사용한 평면 배치의 설계 방법임. [참조] 김수암 외(1997), "외국 공동주택 가변형 평면 비교분석", 대한건축학회 논문집 13(12), p. 3~11

45) 김수암 외 3(2005), "장수명 공동주택 설계시스템 개발", 한국건설기술연구원, p.31,39

[표 3-21] 가변형 평면을 적용한 유사 사례

년도	Gesplenten Hendrik Noord	Flexcourt Yoshida	Urbanex Sanjo
평면			
주동			
특징 45)	6층 28호 1996년 주호 중앙에 물사용공간 및 샤프트 배치 2층과 5층에 중복도를 가진 메조네트 형식	5층, 53호, 1999년 철근콘크리트 라멘조 스팬 교대로 Slab down (2중바닥 설비시공) 주호내부 기둥+내력벽제거	8층, 44호, 2002년 철근콘크리트 라멘조(역보) 2중바닥 설비시공 가동칸막이벽채용, SI구조 주변을 고려한 주동형태

[출처]Gesplenten Hendrik Noord : (평면, 주동) Xelfbouwinnederland.nl
Flexcourt Yoshida : (평면, 주동) 조선대학교 도시건축연구실(조용준 교수 제공) 세미나 자료
Urbanex Sanjo : (평면) 김수암 외 3(2005), "장수명 공동주택 설계시스템 개발", 한국건설기술연구원
(주동) researchgate.net/ Advancing Sustainable Development at the local level

○ [표 3-21] 사례의 프로젝트가 실현되기 이전에도 가변형 평면설계 관련 기준을 정립하기 위한 다음과 같은 프로젝트가 있었음. 이러한 모든 사례에서 나타나는 공통점은 부품의 분리 및 치수의 표준화 등이며, 본 연구에서도 적용하여 계획함. 대표적인 두 가지 사례의 계획 원리는 다음과 같음.

(1) KEP(Kodan Experimental Housing Project) : 1973년 일본주택 공단이 공업 생산된 칸막이 수납 유닛이나 키친 유닛 등의 유닛 부품을 사용하여 주택을 공급하고자 했던 프로젝트임. 각 건축구성재를 표준화하고 유닛화된 모듈을 사용하여 교체 및 구입이 쉽도록 설계기준을 세웠으며, 부품분할 및 조합, 공간모듈, 접합부 등에 대한 내용을 담아 내구성이

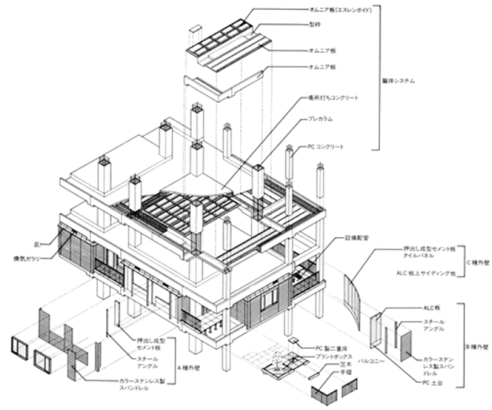
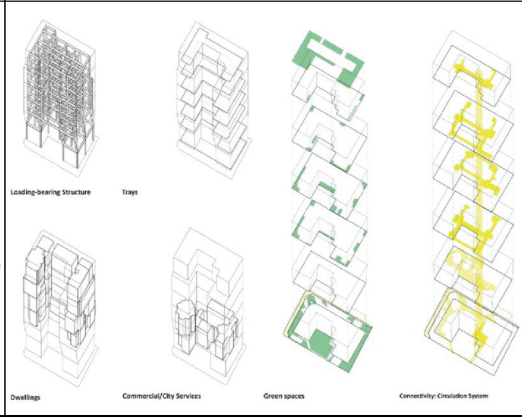
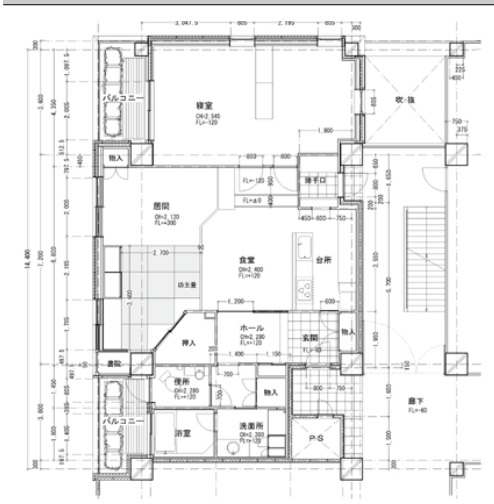
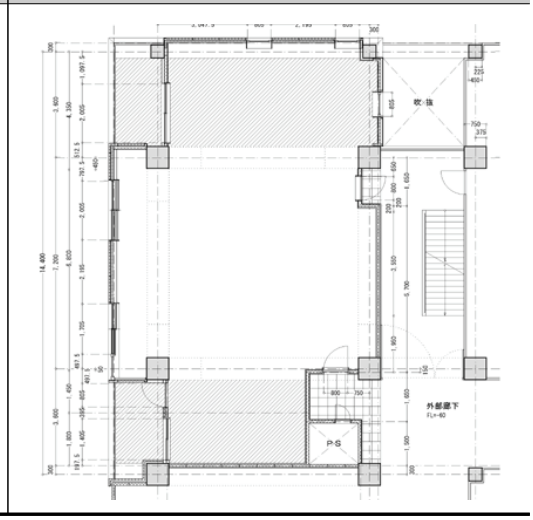
짧은 부품을 교환할 수 있도록 부품카탈로그를 완성하고 구조체와 주호 구성재를 분할하는 개념을 도입함[46].

(2) CHS(Century Housing System) : 1980년 제안된 가변성을 높이고, 보수·갱신 하면서 건물 전체의 내구성을 향상시키는 종합적인 시스템임. 이 프로젝트에서는 실의 규모와 배치를 변경할 수 있는 가변성이 중시되었음. 부재나 구조체의 내구성에 따라 등급을 부여하고, 부재나 부품의 치수를 150mm-300mm-900mm 모듈로 통일함. 이러한 계획으로 주택을 손상시키지 않고 부품 교환이 가능하도록 하였으며, 구조체와 배관·배선을 분리하고, 계획적인 유지관리체계를 정비[47]하였음. 대표적인 사례로 'NEXT21' 주택이 있음.

○ 본 연구에서 기둥 간격은 10.5m×9.0m로 스팬이 큰 합성구조를 사용하여 평면확장에 용이하도록 계획하였음. 일본 NEXT21주택의 경우에도 7.2m×7.2m 철근콘크리트 라멘 구조로 시공하였으며, 2중 바닥구조를 적용하여 층고는 3.6m, 천장고는 2.4m로 시공하였음. 즉 1.2m가 천장 설비공간으로 사용되었으며 가변형 평면을 구현하기 위한 방법들을 사용하여 일반적인 층고 및 천장 내 설비공간보다 매우 높아짐. 본 연구에서 제안하는 강합성구조의 경우 NEXT21보다 스팬이 길지만 구조재인 기둥-보 크기는 작게 시공할 수 있는 장점이 있으며, 천장고는 높이고 층고는 낮출 수 있음. 동일한 기둥-보 크기를 적용하고 상대적으로 기둥 간격을 넓게 할 수 있는 장점이 있으며, [그림 4-1]에서 비교함.

46) 이정원(2003), "오픈하우징 시스템을 기초로 한 도시주거모델 제안", 서울대 석사논문, p. 25
47) 이정원(2003), "오픈하우징 시스템을 기초로 한 도시주거모델 제안", 서울대 석사논문, p. 27

[표 3-22] NEXT21 주택 사례

서포트-인필 시스템 구성도	주동 공간 구성
	
단위세대 평면도	**단위세대 구조평면도**
	

○ 본 연구의 가변형 평면 계획안은 [표 3-21]과 같은 사례에서 적용한 기둥 배치 및 가변형 벽체 적용 계획을 참고하고, 당해층 즉 층상배관을 위해 이중바닥 구조를 만들고 스팬별로 슬라브를 아래로 내리는 계획을 참조하여 층하배관 방식과 장단점을 비교하여 계획안을 완성함. 자세한 설명은 4장에서 기술함.

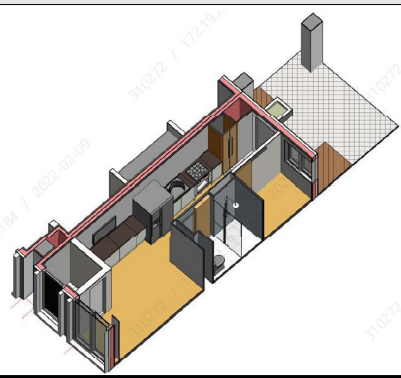
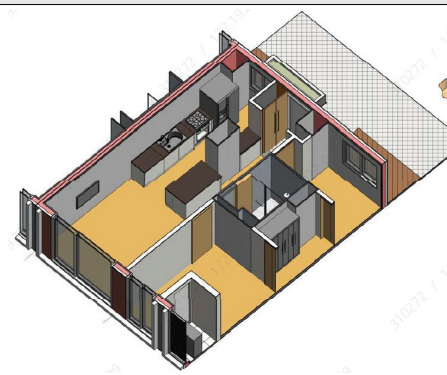
2.2 공간 확장 및 분할 가변형 평면 : 22 및 46㎡ 세대

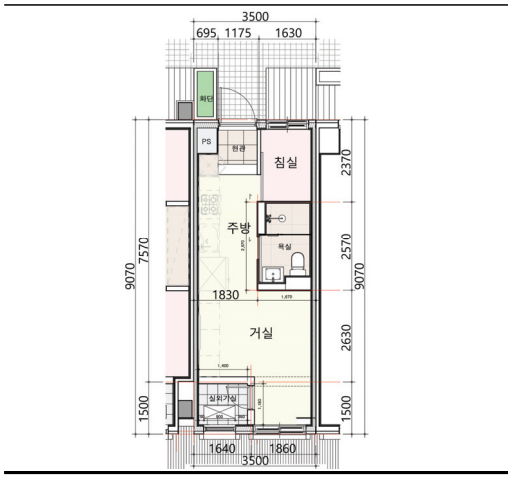
○ [표 3-23]과 같이 22㎡(a 타입)와 46㎡(b 타입) 평면 두 가지를 기본 모듈로 설정하여 두 가지를 조합함.

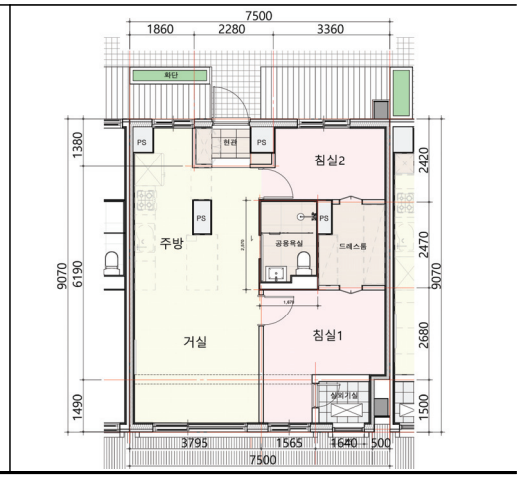
○ 69㎡ 평면은 조합하는 방식에 따라 [표 3-23]과 같이 욕실의 위치가 달라질 수 있으며, 이에 따라 서로 다른 장점을 갖는 평면을 만들 수 있음. 화장실을 가깝게 배치하고 주변으로 다양한 공간을 배치하면 4인 가족이 활용하는데 좀더 용이함. SAR의 주거대시스템 이론에서 제시한 바와 같이 유틸리티 공간을 중심에 두고 공간을 구획하면 복도가 최소화되고 매개공간 없이 방과 방이 직접 연결되어 상황에 따라 공간이 다양하게 쓰일 수 있음. 침실을 한 개 줄이고, 주방공간을 넓게 계획하여 홈 오피스를 겸할 경우, 회의 용도로 활용할 수 있음. 가족 구성원의 수가 적거나 아이 두 명이 같은 방을 사용하는 게 가능할 경우 고려할 수 있음.

○ 화장실의 위치를 "69㎡ 확장-세대 분리형" 과 같이 중앙에 집중배치하지 않고 벽에 붙여 계획할 경우 내부에서 세대를 분리한 두 세대 동거형 주택 구성이 좀더 용이함. 고령자 부부와 함께 생활하거나 성인의 자녀와 동거하여 세대를 분리하여 사용하는 것을 원할 경우 한 세대지만 구분된 두 세대와 같은 주택을 구성할 수 있음. 두 대안을 비교하면 다음 [표 3-24]와 같음.

[표 3-23] 22㎡와 46㎡ 평면계획(안)

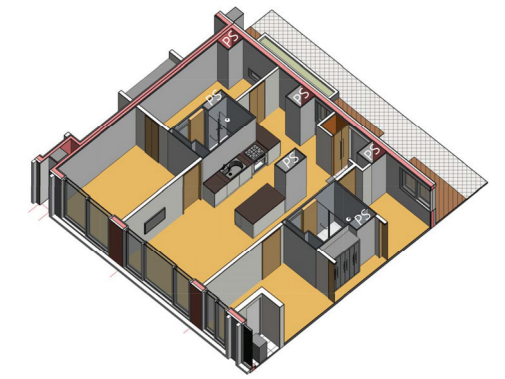
22㎡ 평면(a 타입)	46㎡ 평면(b 타입)
	

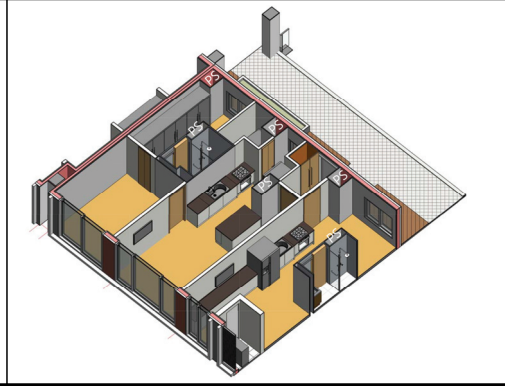


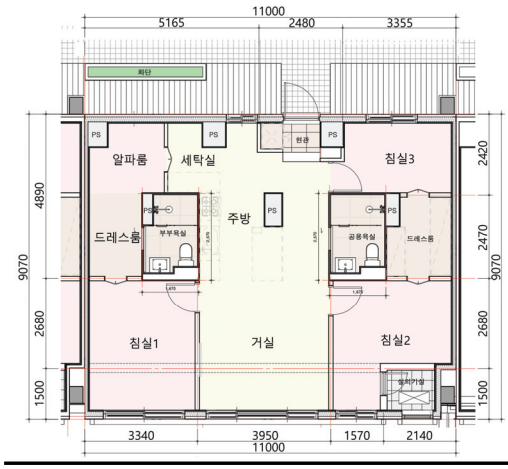


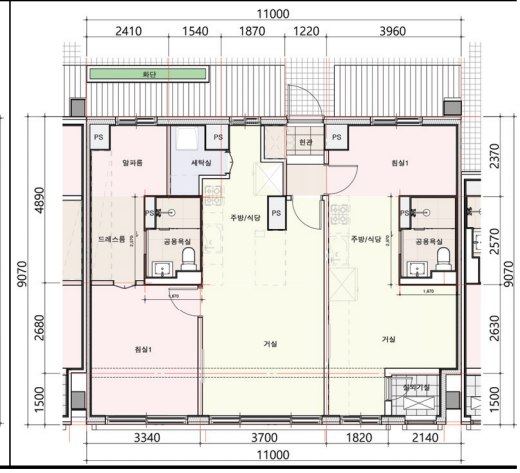
[표 3-24] a+b 확장 평면 계획(안) - 기능 특화형

69㎡(a+b) 평면 (확장-4인가족형)	69㎡(a+b) 평면 (확장-세대분리형)









[표 3-25] a+b 확장 평면 계획(안) - 4인 가구 기본형

69㎡(a+b) 평면 (확장-홈피스형)	69(a+b)㎡ 평면 (확장-보조주방 별도설치)
	

○ 69㎡ 평면은 욕실과 샤프트의 위치는 고정시키고 나머지 요소는 변경 가능한 것으로 계획하여 다양한 평면을 제안함. 예를 들면, 4인 가족 활용을 전제하여 주방 계획에 따라 두 가지로 구분하여 계획함. 세탁기를 사용하는 공간인 다용도실과 같은 보조주방을 주방과 통합하여 계획하는 안와 보조주방을 별도 설치하는 안 두 가지로 계획함. 비교하면 다음 [표 3-25]와 같음.

○ 이외에도 화장실의 위치는 가급적 고정하고 구획을 달라하여 [표3-26]의 요시다 주택과 같이 다양한 평면을 만들 수 있으며, 이러한 계획 변경을 위해 칸막이 벽 만 철거 또는 설치하면 되므로 시공이 간편함.

2.3 세대 내부구조 가변형 평면 : 66㎡ 세대

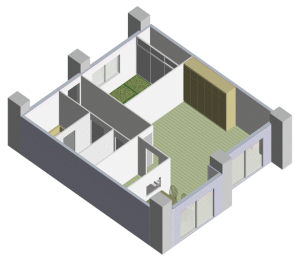
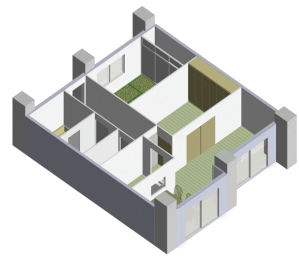
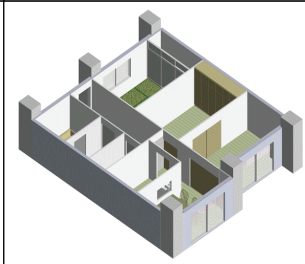
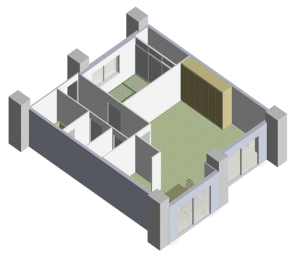
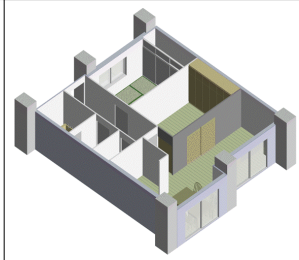
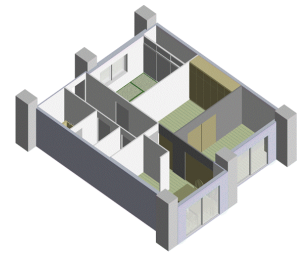
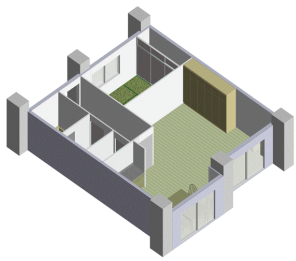
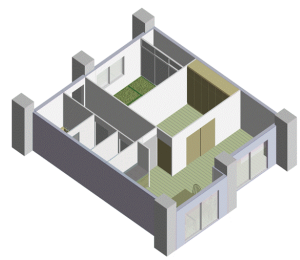
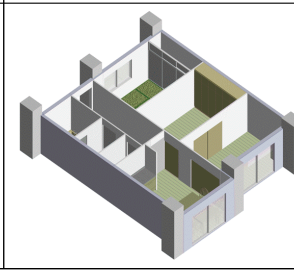
○ 평면의 분할 및 통합계획을 적용하기 어려운 주동의 모서리 부분은 면적을 고정하는 것을 전제로 계획함. 단, 평면 내부에서는 [표 3-26] 요시다 주택의 사례와 같이 욕실을 단부에 두고, 벽체의 개폐 방법, 설치 여부 등으로 평면을 변경할 수 있도록 계획함. 본 연구에서 제안하는 모서리 부분의 고정형 평면의 면적은 66㎡이며, 아래 [표 3-27]과 같이 기본형 평면을 제안함.

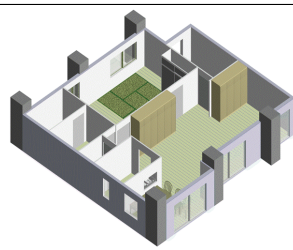
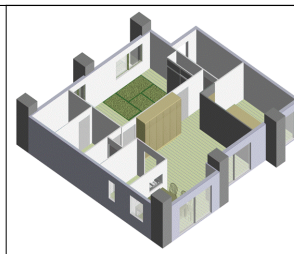
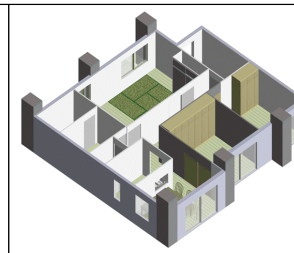
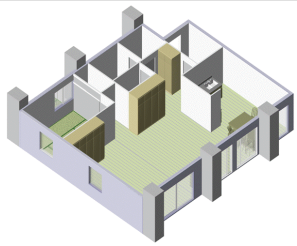
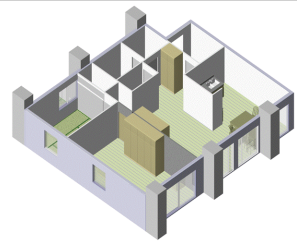
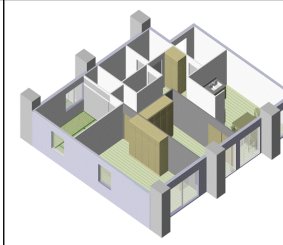
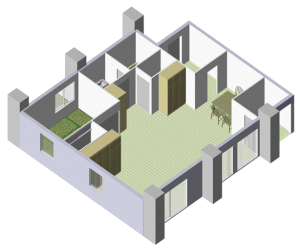
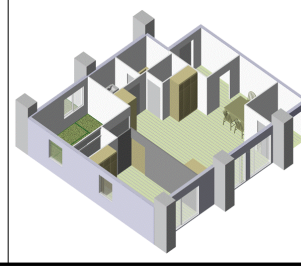
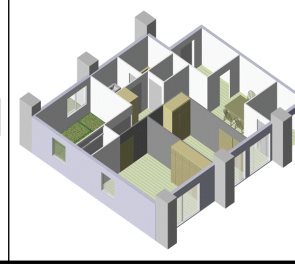
○ 면적이 고정되어 있지만, 좀더 적극적으로 거주자의 요구를 반영하여 평면

을 변경할 수 있도록 계획할 경우 단독주택과 아파트의 장점을 수용할 수 있음. 즉, 개인의 개성과 요구를 적극적으로 설계에 반영할 수 있으며 필요시 원하는 면적 만큼의 테라스를 설치하여 주택에서의 활동을 다양하게 만들 수 있음.

○ 발코니는 삶과 자연을 연결하는 공간이 될 수 있음. 르 꼬르뷔지에가 설계한 이뫼블빌라(Immeubles Villas)등에서 도심 아파트에 적극적으로 조경공간을 제안함. 발코니 계획은 디자인 방식에 따라 도시 환경과 연결하는 매개공간이 될 수 있으며, 이웃간의 적극적인 커뮤니티를 형성할 수 있음. 그리고 [표 3-12]에서 제시한 테트리스(Tetris)아파트와 같이 다양한 기능을 갖고 주거 성능을 향상시키는 버퍼존이 될 수 있음.

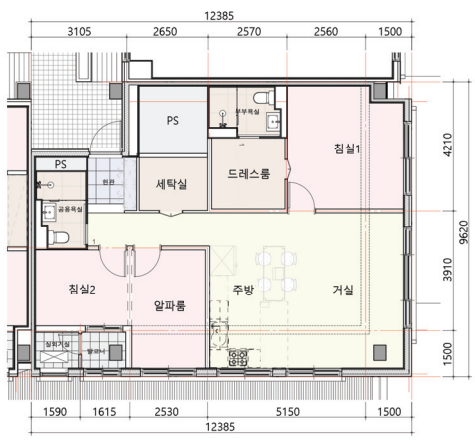
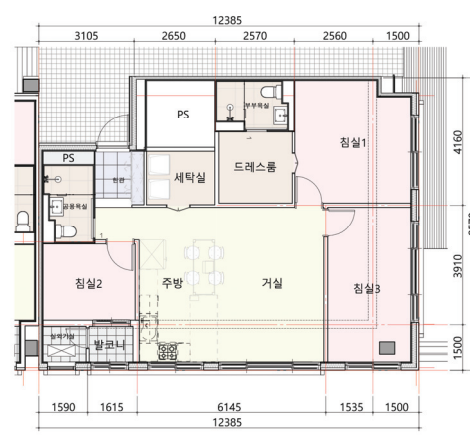
[표 3-26] 요시다 주택 가변형 평면 사례

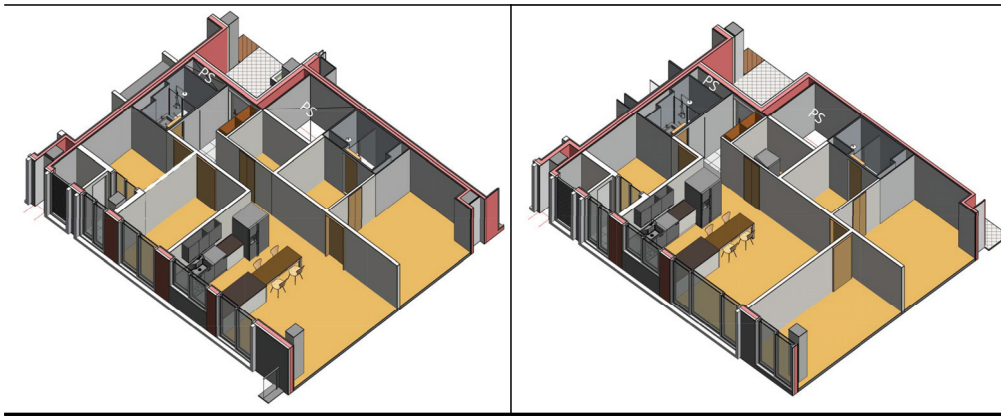
구분	1LDK	2LDK	3DK
A1 타입			
A2 타입			
A3 타입			

D1J 타입			
D2 타입			
D3 타입			

[도면제공] 조선대학교 도시건축연구실

[표 3-27] 66㎡ 평면계획(안)

66㎡(c 타입) 평면 (거실강화형)	66㎡(c 타입) 평면 (침실강화형)
	



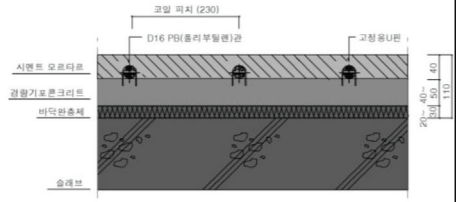
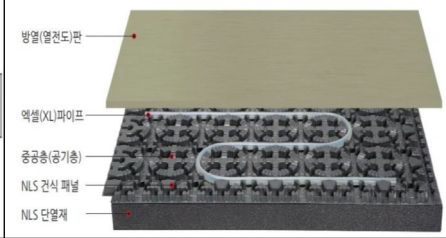
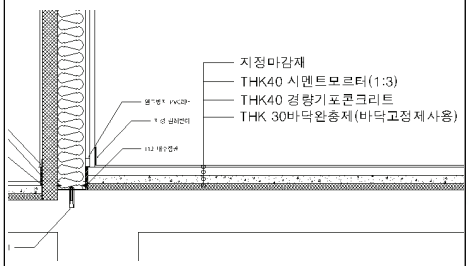
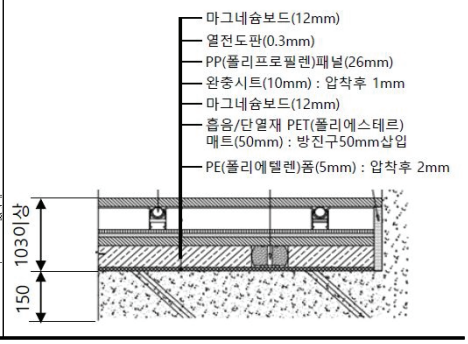
2.4 설비 시스템 계획

1) 바닥 난방방식

○ 바닥 난방방식은 건식온돌 방식 또는 습식 온돌을 선택하여 적용할 수 있음. 모듈러주택의 경우 양중을 해야 하므로 상대적으로 가벼운 건식 온돌 방식이 장점이 있으며, 'LH모듈러주택 표준모델(2020)' 은 이러한 난방 방식을 적용함. 그러나 본 연구에서 제안하는 모델은 합성구조의 철골부분 조립 후 콘크리트 타설이 있고 이후 바닥공사는 습식 공법과 같으므로 습식 온돌 적용도 장점이 있음. 적용 가능한 바닥난방 방식을 비교하면 다음 [표3-28]과 같음. 습식 온수난방인 경우 공사 후 수선이 용이하지 않은 문제가 있음.

○ 본 연구에서 제시하는 바닥구조 계획안은 「소음방지를 위한 층간 바닥충격음 차단 구조기준」 제 4조에 의거하여 [별표 1]에서 제시하는 기준인 완충재 20mm이상, 경량기포콘크리트 40mm이상, 마감모르타르 40mm이상을 적용하여 설계함. 슬라브는 라멘 구조의 경우 150mm이상으로 규정하고 있으며, 본 연구의 계획안에서 욕실을 제외한 부분은 210mm, 욕실은 150mm를 적용함.

[표 3-28] 바닥 난방방식

구분	기존방식 : 습식 온수난방	LH모듈러주택 표준모델 : 건식난방*
방식		
도면	계획안 	LH모듈러주택 표준모델 단면* 

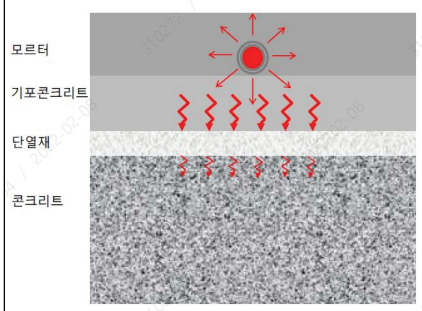
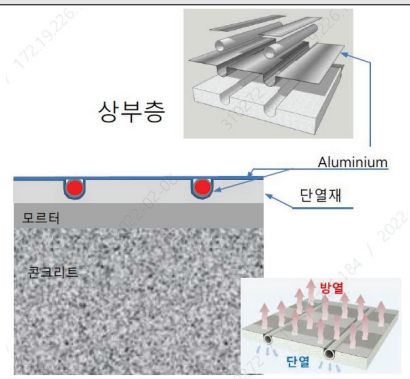
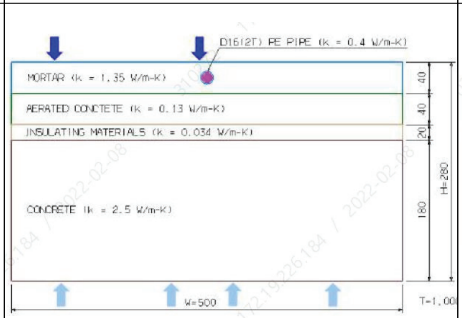
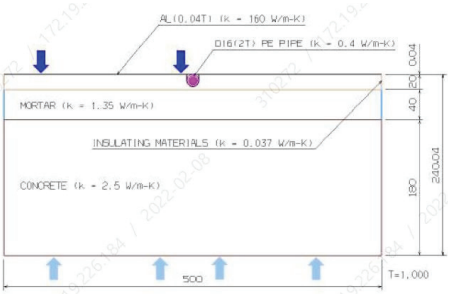
[출처] LH공사(2021.06.25), 2021년 모듈러주택 가이드 평면

○ 슬라브 타설 후 건식 난방을 적용할 경우, ‘장수명 인증기준’의 수리 용이성을 만족하는 방식으로 적용 가능함. 건식 난방과 습식 난방을 비교하면 [표 3-29]와 같은 차이가 있음. 열의 방사 방식이 다르며 습식 공법은 온수 파이프에서 하부층 열전달을 차단하는 목적으로 단열재를 설치하고 이것이 층간 완충재의 역할도 함. 그러나 건식 난방구조는 하부로 방열되지 않는 구조로 설계 가능하며, 콘크리트 위 바닥의 평활도를 잡아주는 자동수평(Self-leveling) 모르타르을 시공하고 단열재 없이 바로 건식 온돌 패널을 설치할 수 있음.

○ LH 모듈러주택 표준모델로 계획한 바닥상세도에는 흡음·단열재가 설치되어 있으며 「소음방지를 위한 층간 바닥충격음 차단 구조기준」 [별표 1]의 ‘표준바닥구조’를 따름. 그러나 [표 3-29] 오늘쪽 방열방식 그림과 같이 주로 상부로 방열이 되므로 하부 세대로의 열 전달 차단 목적의 단열재는 필요하지 않음. 건식온돌 방식은 습식온돌 방식에 비해 중량충격음에는 취약하

고, 경량충격음에는 더 우수한 성능을 갖고 있음. 그러므로 재료의 속성을 고려하여 습식 공법 위주로 제정된 법령에 대해 대안적인 방식을 적용할 수 있도록 융통성 있는 가이드라인 적용이 필요함.

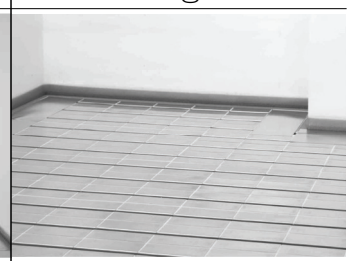
[표 3-29] 습식과 건식 난방방식 비교

구분	습식 온수난방	건식 온수난방
방열 방식	상부층  하부층	 하부층
개념	온수파이프에서 360° 방향으로 열 분산	파이프의 하부열도 상부로 올리는 역할을 하는 알루미늄 방열판 사용으로 하부 발열량 최소화
단면도		

[자료제공] 코오롱글로벌주식회사

○ [표 3-30]과 같이 건식 온수 난방을 설치하는 경우 셀프 레벨링 모르타르 시공 후 건식 공법으로 최종 마감재까지 시공함. 이러한 방식으로 시공 할 경우, 시공 후 난방 시스템 및 바닥재 변경이 용이하며, 가변성 및 수리용이성을 강화할 수 있음.

[표 3-30] 건식 온수난방 시공과정

		
①가장자리 단열스트립 부착 후 나무 프레임으로 고정	② 헤더가 있는 설치판의 배치 모서리에서 시작	③알루미늄 방열판이 장착된 발열체를 전체 바닥면에 배치
		
④알루미늄 시트를 절단하지 않고 가장자리를 맞대어 채움	⑤뜨거운 절단기로 튜브 설치판을 절단하여 부착	⑥튜브를 튜브 설치판에 고정
		
⑦장력없는 넓은 호를 만들어 위에서 홈으로 파이프고정	⑧알루미늄 시트로 최상부 마감	⑨설치 바닥면 위에 바닥마감재 본드로 부착

[출처]www.compact-floor.com/downloads/

2) 급탕 공급방식

○ 급탕 공급 방식은 캐스캐이드 시스템, 즉 중앙에서 몇 개의 보일러를 그룹으로 제어하는 방식이며 이러한 계획안의 경우 각 세대에 보일러를 두지 않으므로 중앙 기계실이 필요함. 본 계획안의 경우 캐스캐이드 방식을 적용하는 것을 전제하여 각 호에 보일러 설치공간을 두지 않고 계획함.

3) 스프링클러 설치 및 소방계획

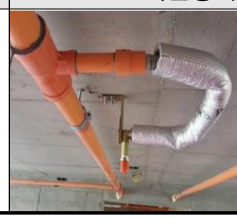
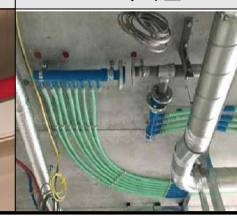
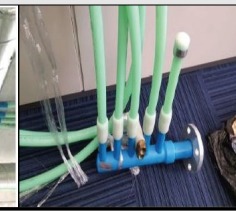
(1) 소방설비 계획

○ 스프링클러 설치 기준은 「화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령」[별표 5]에 규정된 바와 같이, 본 연구에서 제시한 규모 및 시설의 건물이 6층 이상일 경우 적용됨. 본 연구에서 제시하는 계획안은 B대지의 건물은 지상 5개층, A대지의 경우 7개층임. A대지에 계획한 공동주택의 경우 제시한 계획안은 스프링클러 적용 대상임. 그러나 A대지의 경사가 크고, 1층의 50% 이상이 주변 표고보다 낮아 기준 표고를 산정하는 대지레벨은 지상 1층이 1개의 지상 층수로 산정되지 않고 지하층으로 인정받을 수 있음. 이러한 결과로 지상 6개층 건물이므로 전 층 스프링클러를 설치해야 하는 대상에 포함됨. 그러나 본 연구에서 제시하는 계획안의 최상층은 일부만 면적이 다른 평면을 갖는 주택으로 계획하였고, 주동 디자인 개선을 위해 상층부의 주동형태가 변화를 갖도록 계획함. 실제 시공을 할 경우 6층을 없애고 5층 부분의 바닥면적을 최대로 확보하여 스프링클러 설치를 하지 않을 수 있는 방안과 비교 검토하여 결정할 수 있음. 이러한 지상 5개층 방법으로 계획할 경우 스프링클러를 설치하지 않을 수 있으나 외관 디자인은 단조로운 단점이 있음.

○ 6층 이상의 건물로 가정하여 스프링클러를 설치할 경우, 스프링클러 배관 재질은 PE플렉시블관으로 제안함. 현재 화재 안전기준(NFSC) 개정 및 개별 자재에 대한 국내인증(KFI)절차가 필요한 상황이지만, 일본에서는 이미 상용화 되어 있음. 재질에 대한 문제보다 현재 사용허가를 득하지 못한 문제로 적용되고 있지 못한 것을 감안하여, 연구 계획안에서는 사용을 제안함.

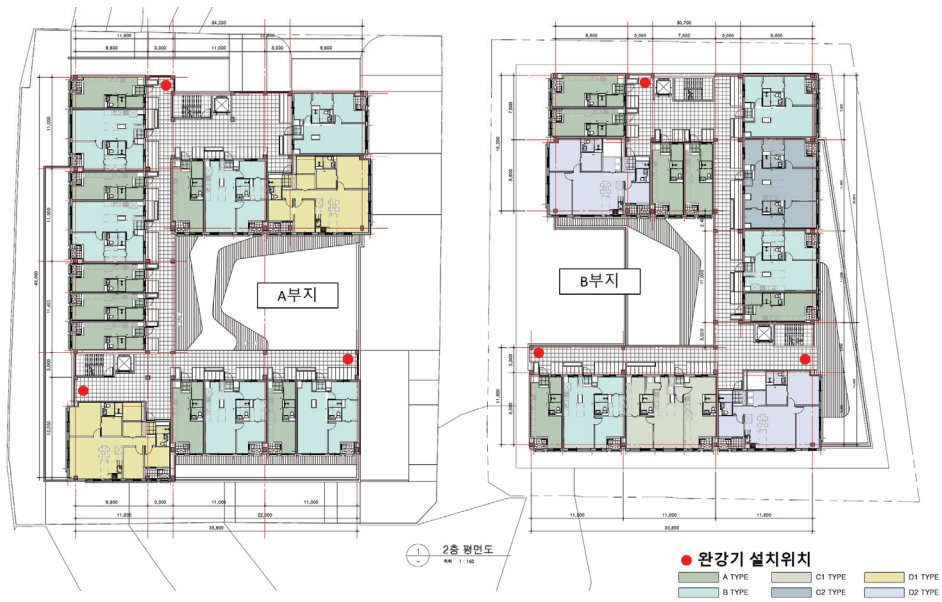
○ PE플랙시블 관은 헤더설치 및 PE플렉시블 배관을 위해 전기융착 또는 오링 등을 활용한 점 접합방식으로 설치함. 일본에서는 프리패브 공법에 주로 활용하며, 누수하자를 최소화 할 수 있고, 부속자재가 불필요하며 층고를 줄일 수 있는 장점으로 널리 활용함.

[표 3-31] 스프링클러 배관방식 비교

구분	기존방식 : CPVC		계획안 : PE플렉시블 관	
사진				

○ 이 외에도 1층 및 지하층의 계획에 따라 소방계획은 달라질 수 있으나 본 연구에서는 고려하지 않음. 예를 들면, 근린생활시설이 위치할 경우 주택과 근린생활시설의 구획 분리로 높은 층고가 필요하며, 본 연구에서 제시하는 계획안의 근린생활시설 부분 층고가 6.8m이므로 충족하는 계획은 가능함. 단 도면에는 반영하지 않음. 그리고 지하 주차장도 두 건물의 연결 여부에 따라 다른 기준이 적용될 수 있으며 이는 연구 범위에서 제외함.

(2) 피난시설 계획



[그림 3-6] 완강기 설치계획

○ 피난을 위해 설치하는 시설은 공동주택의 경우 완강기 설치를 고려함. 본 연구의 계획안은 각 세대의 40m 내 2개의 직통계단이 있으므로 설치대상이 되지 않음. 완강기 설치가 필요한 경우 공용부 복도 끝 세 부분에 설치하는 것을 검토할 수 있으며, 다음 [그림 3-5]와 같음.

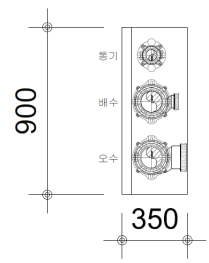
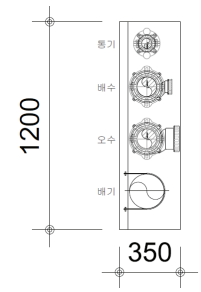
4) 샤프트 크기 검토

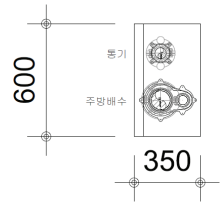
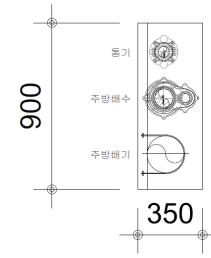
○ 평면 계획시 설비 배관 설치를 위해 필요한 공간은 설치 방법과 크기에 의해 결정됨. 화장실과 주방의 샤프트는 배기 공동 입상관 설치 여부에 따라 필요 면적이 달라짐. 따라서 세대별 직배기 방식과 공동 입상배기 방식으로 구분하여 고려하면 다음 [표 3-32]와 같음.

○ 세탁 PD계획은 다음 [표 3-33]과 같은 건식세탁기 배관 처리 방법을 적용하여 계획함.

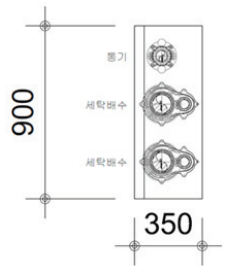
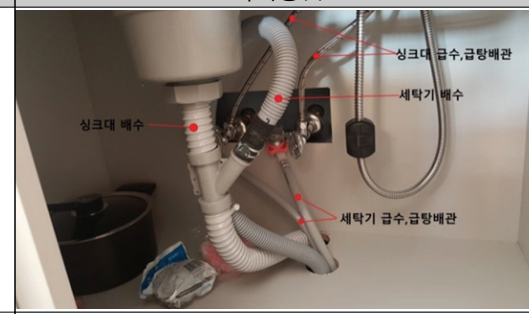
○ PD입상관은 PD바닥 슬라브 타설시 배관용 슬리브를 시공하여 배관을 설치하고 일정 구간 가대 및 고정틀을 설치하여 배관을 고정함. 기본적으로 PD 및 설비공간은 단열 시공하여 기밀, 단열 성능을 확보하여야 하며 직접적으로 외부의 영향을 받는 최하층, 필로티 등의 동파방지 또는 천장을 관통하는 배관의 결로 및 소음방지를 위해 배관에 단열재를 설치함.

[표 3-32] 공동 입상관 설치에 따른 설비 샤프트 크기 비교

공간구분	직배기	공동입상배기
화장실 PD		
	900mm × 350mm	1200mm × 350mm

주방 PD		
	600mm × 350mm	900mm × 350mm

[표 3-33] 세탁 배수 배관 설치방법

공간구분	평면도	처리방법
세탁PD		
	900mm × 350mm	싱크대 하부에서 주방배관에 통합설치

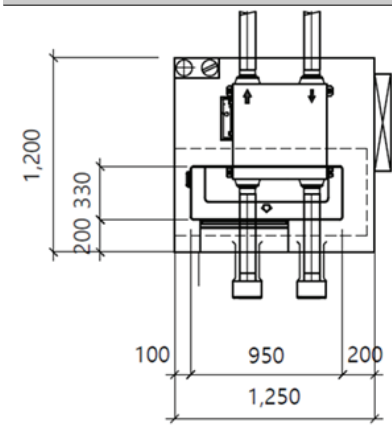
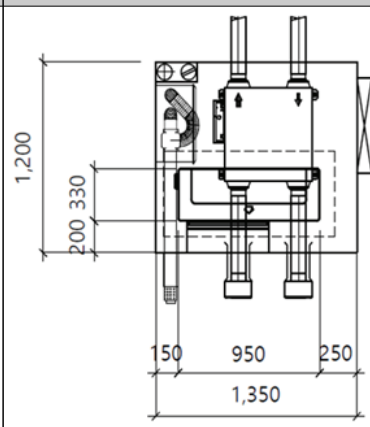
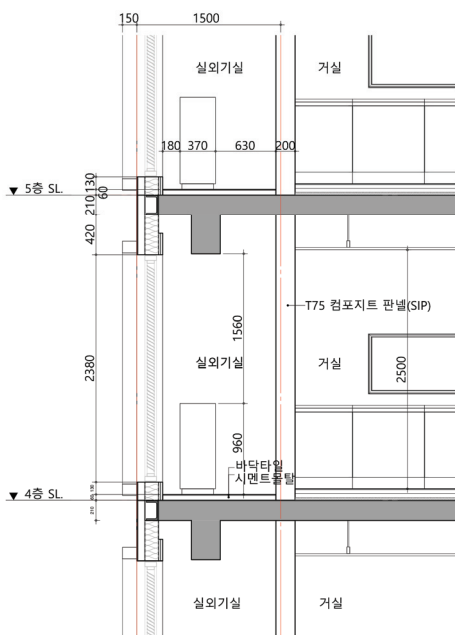
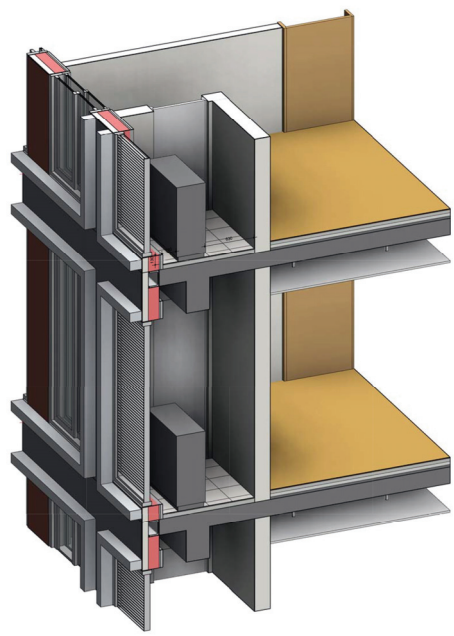
5) 실외기실 크기 검토

○ 2020년 1월 7일 시행된 「주택건설기준 등에 관한 규칙」 제8조에 의거하여 냉방 설비의 배기 장치 주변에 정해진 여유 공간을 확보해야 하며, 가로는 0.5m이상, 세로는 0.7m이상이 됨. 실외기실은 다음 [표 3-34]와 같은 크기로 필요면적을 검토하여 적용함. LH공사에서는 시스템 에어컨 선택 품목을 지정하여 세대 면적이 46㎡ 또는 55㎡인 신혼희망주택인 경우 1250mm×950mm, 일반 분양 아파트인 경우 1250mm×980mm를 최소 면적으로 설계함.

○ 본 연구에서 실외기실은 LH최소 기준 이상으로 계획하였으며, 다음 [표 3-34]와 같은 크기로 필요면적을 검토하여 적용함. 전열교환기 등의 설치를

고려할 경우 [표 3-34] 실외기 상·하부에 위치한 보의 위치는 최적안이 아니므로, 정확한 설비계획 수립 후 다른 사항과 교차 검토하는 게 필요함.

[표 3-34] 실외기실 규격 검토 및 계획(안)

실외기 + 환기유닛	실외기 + 환기유닛 + 보일러 설치
	
실외기실 상세 단면도	실외기실 공간 개념도
	

3. 공동주택 주동 계획(안)

3.1 배치계획

○ 용적률 즉, 사업성을 최대로 확보하기 위해서 고층 아파트로 개발하지 않고 중층 고밀의 공동주택 주동을 계획하는 방법은 매우 제한적임. 중복도를 선호하지 않는 거주자의 일반적인 요구를 수용하고, 가급적 많은 세대가 남향에 채광창을 둘 수 있도록 계획하면 ㄷ자형 또는 ㅁ자형의 중정이 있는 중정형태로 계획됨.

○ 본 연구에서는 편복도 형태로 모든 세대의 채광과 통풍이 원활하도록 계획하고 평면에서도 복도에 면한 벽에 화장실을 두지 않고 거실과 개방 가능한 침실, 알파룸, 주방 등을 계획함.

[표 3-35] 주동 건축개요

A 대지					B 대지			
구 분			규모검토		규모검토			
건설규모	건축면적		1,455㎡ (440평)		1,455㎡ (386평)			
	건폐율		49.1%	법정60%이하	49.32%		법정60%이하	
	구분		공동주택		공동주택	근생시설	합계	
	연면적(㎡)	지상	7,386.24	2,234평	5,642.21	800.2	6,442.41 (1,949평)	
		지하	3,291.74	996평	3,031.13	964.15	3,995.28 (1,209평)	
		합계	10,677.98	3,230평	8,673.34	1,764.35	10,437.69 (3,157평)	
		비율	100%	100%	83.1%	16.9%	100%	
	용적율산정 면적(㎡)		7,386.24	2,234평	5,642.21	800.2	6,442.41 (1,949평)	
	용적율		249.22%	법정 200%이하	218.22%	30.95%	249.17%	법정200%이하
	조경면적		236 (7.95%)		207 (7.99%)		법정15%이상	

주차계획	구분		설치기준	법정대수 (계획대수)	법정대수	계획대수(지하)
	공동주택	85㎡초과	1대/75㎡	–	–	–
		85㎡이하	세대당1대	5(6)	5	6
		60㎡이하	0.7대이상	62(74)	57	68
	근생시설		1대/100㎡	0	10	20
	합 계		–	67(80)	72	94

[표 3-36] 용도별 면적표 _ A 대지

구 분		지하층 (㎡)		지상층 (㎡)		소 계 (㎡)	
공동주택	아파트			5,450.94	1,648.91평	5,450.94	1,648.91평
	부대복리시설	0	0평	1,935.3	585.43평	1,935.3	585.43평
	기계/전기실	468	141.57평			468	141.57평
	주차장	2,823.74	854.18평			2,823.74	854.18평
	소 계	3,291.74	995.75평	7,386.24	2,234.34평	10,677.98	3,230.09평

[표 3-37] 용도별 면적표 _ B 대지

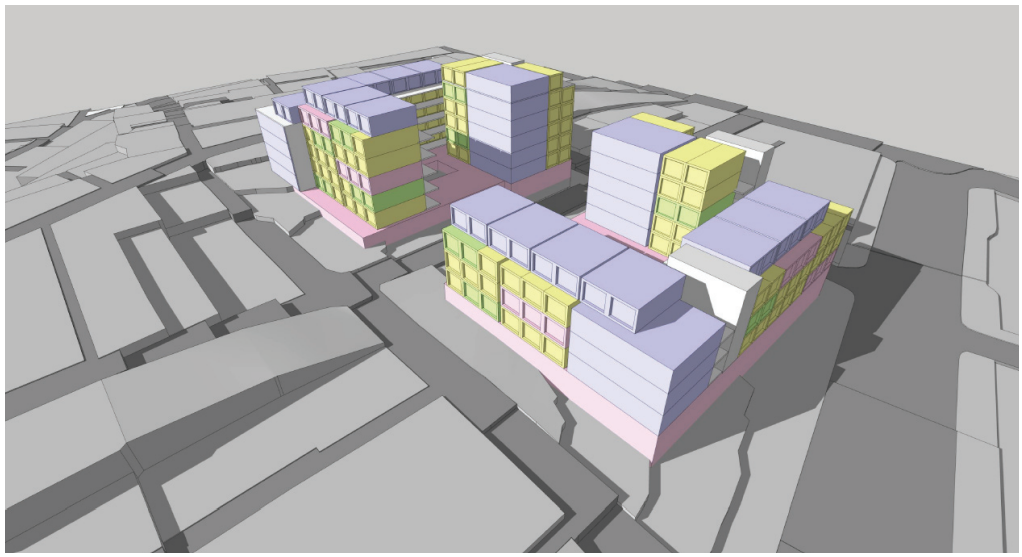
구 분		지하층 (㎡)		지상층 (㎡)		소 계 (㎡)	
공동주택	아파트			4,894.89	1,480.7평	4,894.89	1,480.7평
	부대복리시설	0	0평	747.32	226.06평	747.32	226.06평
	기계/전기실	432	130.68평			432	130.68평
	주차장	2,599.13	786.24평			2,599.13	786.24평
	소 계	3,031.13	916.92평	5,642.21	1,706.77평	8,673.34	2,623.68평
근생시설	근생시설			800.2	242.06평	800.2	242.06평
	기계/전기실	200	60.5평			200	60.5평
	주차장	764.15	231.16평			764.15	231.16평
	소 계	964.15	291.66평			1,764.35	533.72평
합 계		3,995.28	1,208.57평	6,442.41	1,948.83평	1,0437.69	3,157.4평

○ 중정형 중층 주택의 장점은 다음과 같음.

- 밀도를 높여 사업성을 높일 수 있음.
- 외부공간을 최대로 넓게 확보하고 마주보는 세대와의 이격거리를 최대로 확보하여 개별적인 거주자의 프라이버시 확보를 할 수 있음[48].
- 중정에서 다양한 사회적 활동 발생의 가능성이 높고[49], 커뮤니티가 활성화 될 수 있음. 중정 부분은 외부에 대해서 폐쇄적, 개방적, 중간적 성격으로 계획할 수 있음. 본 연구 계획안은 폐쇄적으로 공동주택 거주자를 위한 공간으로 영역을 구분하여 계획함.
- 주택 저층부와 가로 간 연계가 용이하며 도시 내 개방적이고 활기있는 가로 형성에 유리함. 비슷한 형태의 중정형 주택이 모여 범위가 확대될 경우 본 보고서 3장 1절에서 제시한 일본의 '마쿠하리베이타운' 의 사례와 같이 매우 활력있고 질서있는 가로 구축으로 도시 환경을 개선할 수 있음. 즉, 도시의 조직을 이루는 기존 가로체계를 보전하며 쾌적한 근린환경을 조성할 수 있는 장점이 있음.
- 도시경관에 위압감을 주지 않고 주변과 조화로운 스카이라인 형성이 가능함.
- 보행자의 안전을 위한 자연 감시의 기회가 증가하고, 야간의 보행 공간이 밝아질 수 있음[50].

○ 두 개의 블록을 하나의 단지로 고려하고 각 블록에 ㄷ자형 주동을 계획하여 전체로는 ㅁ자형 배치를 계획하였으며, 다음 [그림 3-7]과 같음.

48) 김상호, "공동주택의 새로운 전개-중정형 공동주택의 도입가능성", 1998.12, 한국건설기술연구원
49) 박예솔, 이경환, "중정형아파트와 비중정형아파트의 외부공간에서 나타나는 주민들의 사회적 활동과 커뮤니티의식 비교 연구", 대한건축학회 논문집 Vol. 28(10), 2012.10
50) 김상호, "공동주택의 새로운 전개-중정형 공동주택의 도입가능성", 1998.12, 한국건설기술연구원



[그림 3-7] 계획(안) 배치 개념

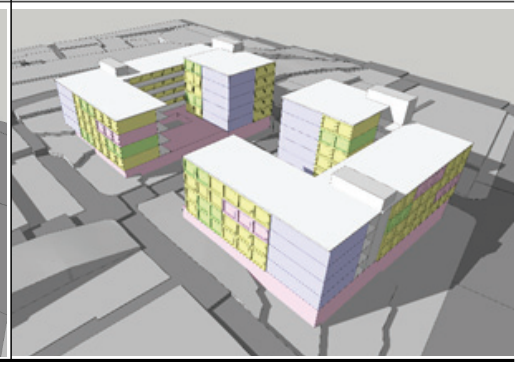
○ 계획안에 대한 상세한 설명은 다음과 같음.

- 주거부분 아파트 층수는 「건축법 시행령」 86조 등에 규정된 일조확보를 위한 이격거리를 준수하며 북측 동은 상대적으로 높게 계획하여 상층부는 계단식 층수를 계획함. 서측 블록의 법적 최고 층수는 7층 이하이고, 동측은 7층 이상도 가능하므로 이를 준수하며 층수를 계획함.
- 인센티브를 고려하지 않고 제한 기준인 용적률 200%로 계획할 경우 [표 3-38]의 왼쪽과 같으며, 225%의 용적률로 계획할 경우 [표 3-38]의 오른쪽과 같이 법적 용적률 완화를 위해 전체 세대수의 10%정도 임대주택을 공급해야 함. 법적 완화조건에 대해서는 2장에서 기술함. 본 연구에서는 법적 상한 기준인 250%의 용적률을 채워 계획하여 제안하였으며, 계단처럼 형성된 옥상부분은 개인 테라스 및 공용정원으로 활용하도록 계획함.
- 본 연구에서 용적률 계산은 [표3-35,36,37]과 같이 지역 복지를 위한 생활 SOC시설을 포함하여 전체 지상층 바닥면적으로 산정하였음. 「빈집 및 소규모주택 정비에 관한 특례법」 제 48조에 의거하여 시·도 조례로 정하는 공동이용시설, 근린생활시설, 유치원, 주민운동시설, 경로당, 그밖의 입주자 생활복리를 위한 공동시설[51]은 용적률 산정 바닥면적에서 제외할

수 있음. 본 연구에서 제안하는 1층의 부대복리시설 등의 시설은 대부분 이러한 시설에 속하여 용적률 산정시 제외할 수 있음. 그러나 이에 대한 판단은 연구의 범위에서 제외하여 가장 열악한 상황을 설정하여 계획함. 이에 실제 임대주택 등의 완화조건 적용 없이도 용적률 250%로 제시하는 모델이 현실적인 계획안이 될 수 있음.

- 주거 부분의 시작은 중정을 받치고 있는 넓은 데크로부터 시작함. 즉 저층부 공용 시설은 경사를 잘 활용하여 계획을 하고 상층부는 평평한 인공지반을 형성하여 아파트 주동을 배치함. 중정 내 일부 선큰 가든을 계획하여 저층부와 동선을 연결함.

[표 3-38] 공동주택 주동 규모검토

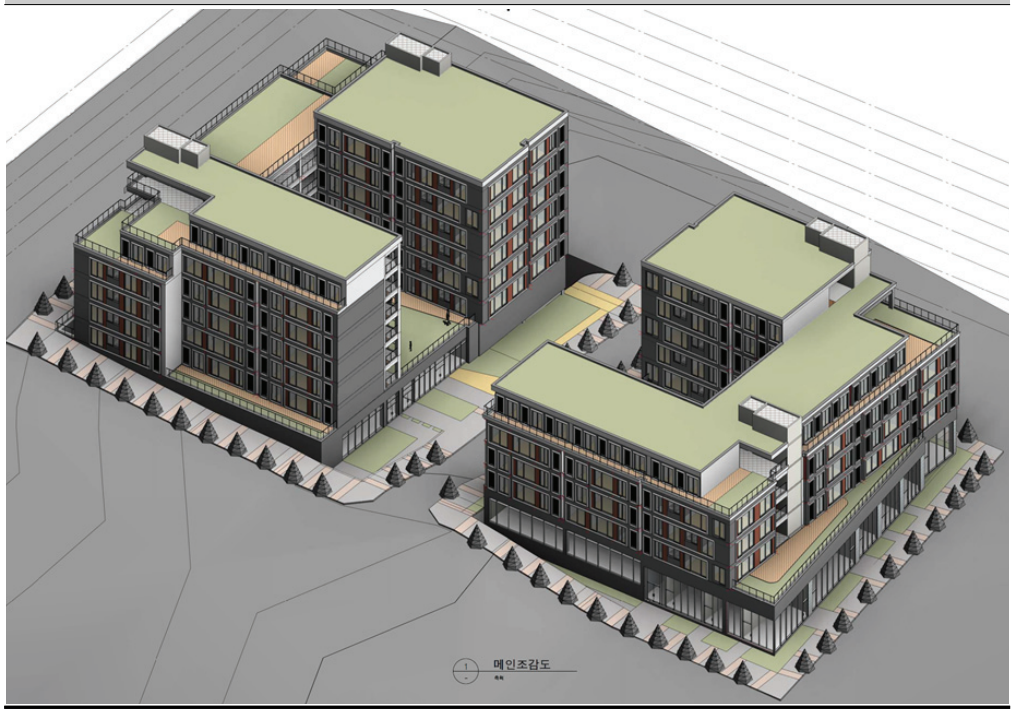
용적률 200%(완화 적용 無)	용적률 225%(완화_임대주택 10%)
	

- 다양한 위계의 오픈 스페이스를 조성하여 유기적으로 연결함. 저층부와 면한 녹지 및 오픈스페이스는 단지 외부 보행자와 공유하며 방문객의 어메니티를 강화하며 상가 및 공공시설을 활성화함. 상층 주거 부분의 중정은 가장 넓은 오픈 스페이스로 계획하여 공간의 구심점이 되도록 하며 이를 중심으로 복도, 복도 내 공용공간, 개인의 포켓정원 등을 연결함.

51) 「주택법」 제35조 제1항 제3호 및 제4호에 따른 부대시설 및 복리시설, 「주택법」 제2조 제14호에 따른 복리시설

– 기존 가로체계를 유지하며 기존의 도로를 확폭하여 가로 환경을 개선함. 상층부의 동선을 분리하되 저층부와 단지 간 보행은 선큰 등을 통해 중정으로 연결함. 대지의 레벨차를 활용하여 주차출입 및 저층부 시설을 계획하며, 주거 부분의 상층부는 레벨차 없이 동일한 레벨에 각각의 층이 위치하도록 계획함. 이러한 방법으로 완성된 배치계획은 [표 3-39]와 같음.

[표 3-39] 배치계획 조감도

BIM 3D도면


남-동측 조감도 (B대지)



남-서측 조감도 (A대지)



3.2 주거부분 단위세대 배치계획

○ 복도에 면한 공간은 침실과 같이 사적 공간으로 활용하기 보다는 화장실 등의 창문이 작고 재실 시간이 짧은 공간을 배치하는 것이 일반적인 복도식 아파트 평면이었음. 그러나 본 연구에서는 재실 시간이 길고 상대적으로 활동적인 공간을 배치 하였으며, 대표적으로 알파룸이 있음. 알파룸은 복도와 면해 외부로 영역을 넓히거나 접근성을 편리하게 하여 활용성을 높일 수 있으며, 구체적으로 홈 오피스, 사교 목적의 사랑방과 같은 공간, 작업실 등으로 활용할 수 있음. 복도에 면한 알파룸은 넓은 복도에 계획한 개인 화단과 연계하여 집의 개성을 표현할 수 있음.

○ 이러한 계획은 SAR의 주거대 시스템에서 제안한 방식으로 설명할 수 있음. 내부 공간을 외부 공간과의 연계에 따라 두 가지로 구분하였으며, 복도 쪽에 면한 내부 공간은 외부 공간과 연계될 수 있고, 거실 및 침실과 같이 안쪽에 위치한 내부 공간은 외부 공간과 연계되지 않은 내부 공간으로 차이가 있음.

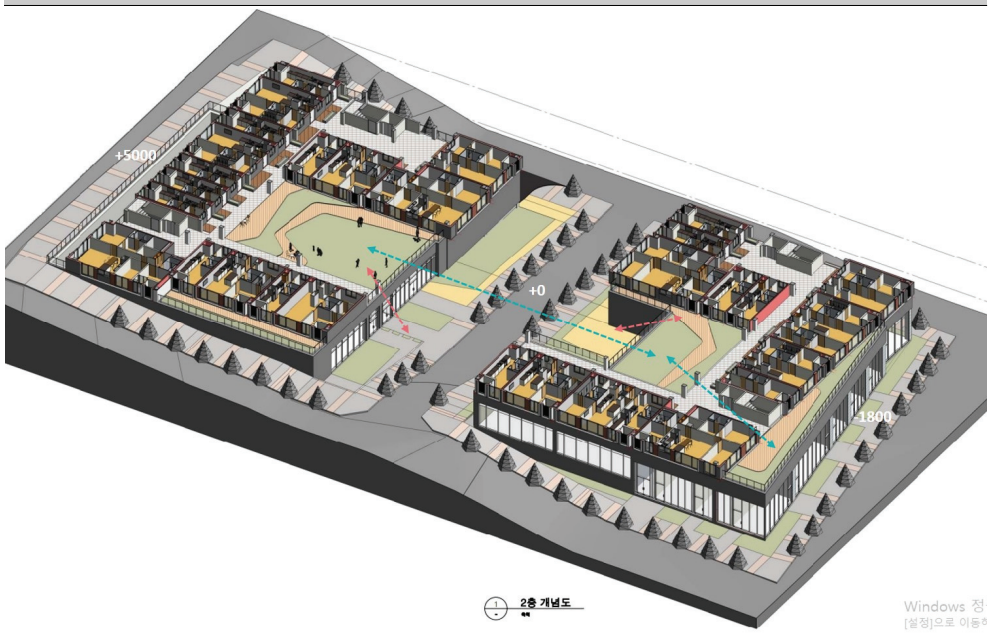
○ ㄷ자형 편복도에 나열된 각 세대는 정해진 모듈 상에 배치되어 있으며, 평형이 다른 세대를 섞어 배치함. 그리고 세대의 분할 및 통합으로 다양한 평면을 가진 세대가 항상 섞이도록 계획함. 이러한 시스템은 기존 아파트에 비해 다양한 연령 및 계층이 같은 아파트 주동 내 거주하도록 유도함.

○ 구조적으로 횡력에 저항하기 유리한 위치에 계단실과 엘리베이터로 이루어진 코어를 계획함[52]. 북측과 남측 두 곳에 설치하여 복도를 통해 각 세대로 접근할 수 있도록 계획함. 코어에서 각 세대까지의 접근 거리는 20m이내가 되도록 계획하였으며 [표 3-40] 기준층 평면도와 같음.

52) 이범식 외 6인(2016), "미래수요 대응형 LH라멘 구조 프리플랜 공동주택 모델 개발방향", 토지주택연구원, p.52~58

[표 3-40] 공동주택 부분 평면도

3D공간 계획도(2층)

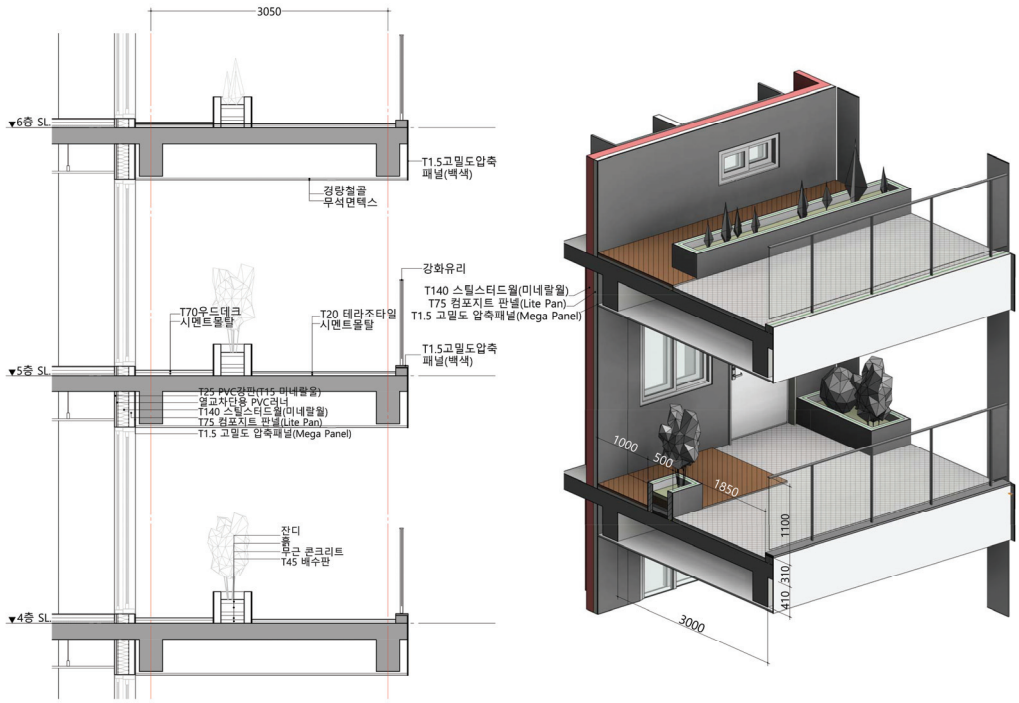


기준층 평면도(2층_평면 유형 혼합배치 예시)



기준층 평면도(2층 평면도)



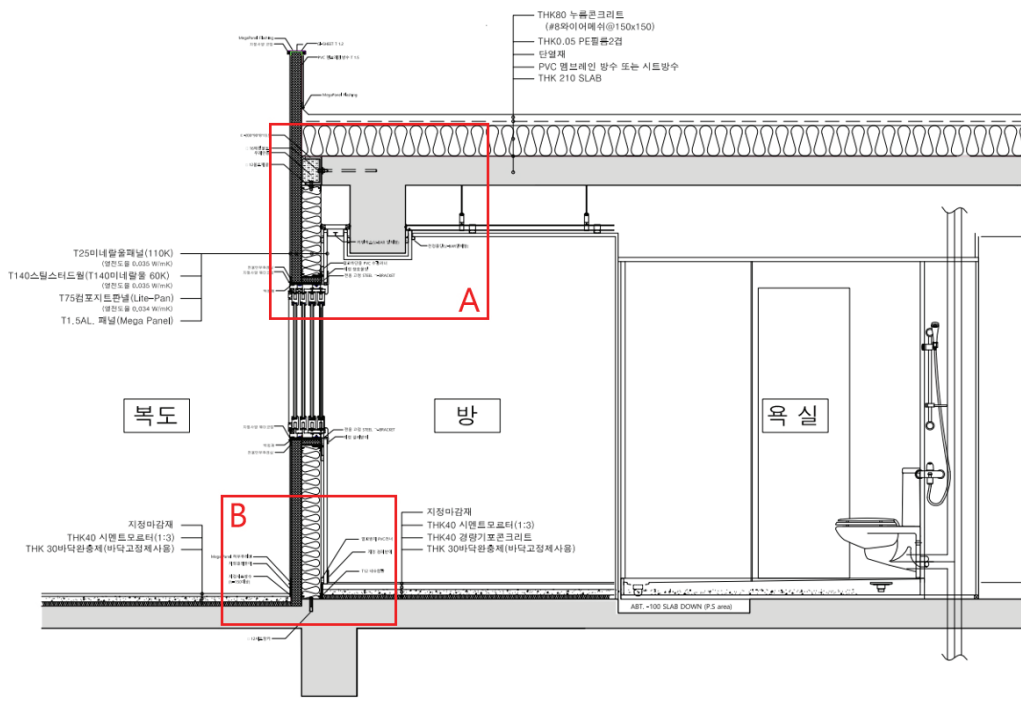


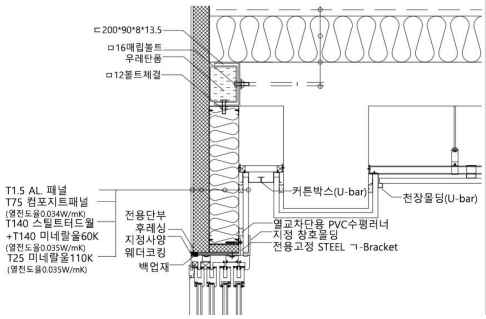
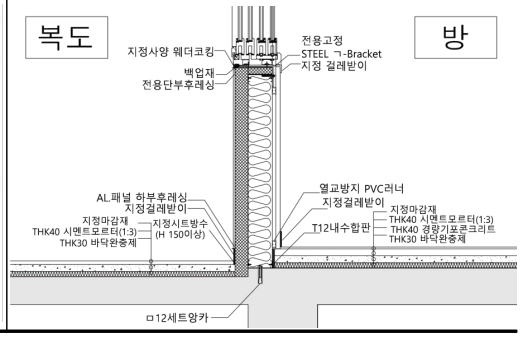
[그림 3-8] 공동주택 공용 복도부분 단면도

○ 복도는 통행 뿐만 아니라 입체 가로와 같은 다양한 활동의 장소가 되도록 하기 위해 폭을 3m로 계획함. 광폭의 복도는 출입문을 외부로 개폐시에도 통행에 불편함이 없으며, 중정과 세대의 현관 사이 깊은 전이공간이 형성되어 세대 공간을 안락하게 만들 수 있음. 그리고 난간을 가급적 투명하게 계획하여 중정과 공간적 연결성을 강화함. 즉, 가급적 중정의 폭이 세대까지 확대되는 효과를 갖기 위해 레벨이 다른 복도와 중정 사이의 벽을 없애는 방향으로 계획하였으며, 계획안은 [그림 3-8]과 같음.

○ 복도와 세대 사이의 단면은 [표 3-41]과 같음. 복도에 면한 벽은 외벽과 같은 자재로 계획함.

[표 3-41] 복도와 세대외벽 단면상세도

복도부분 단면도


창호상부 상세도(A부분)	하부벽체 상세도(B부분)
	

3.3 공용 공간 계획

○ 현재 대상지에서 공동주택에 법적으로 설치해야 하는 부대 시설의 규모는 다음 [표 3-42]와 같으며, 지상 및 지하에 다음과 같이 계획함. 지하는 대지 고저차가 매우 커서 일부 채광이 가능하고 채광이 어려운 부분은 선큰을 계획하여 채광을 유도함.

[표 3-42]부대복리시설 법적 설치기준

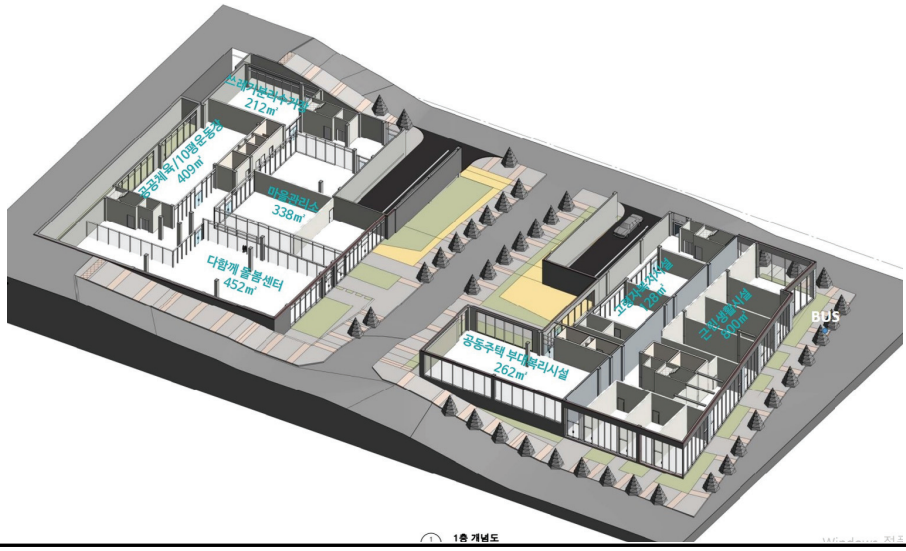
구분	법적내용	법적기준	지상 (㎡)	지하 (㎡)	소계 (㎡)	비고
진입도로	1,000≤세대수<2,000	15m도로 이상				대상아님
관리사무소	50세대 이상: 10㎡+(세대수-50)×0.05㎡	10.85㎡	30		30	적용
주민공동시설(총량)	1000세대 이상: 500㎡+(세대수×2㎡)	634㎡이상				대상아님
경로당	50㎡에 세대당 0.1㎡를 더한 면적	56.7㎡이상	60		60	적용
어린이집	1,000세대 이상 80인 이상	343.2㎡이상				대상아님
작은 도서관	문화관광부 100㎡권장	33㎡이상				대상아님
어린이 놀이터	1000세대 이상: 500㎡+(세대수×0.7㎡)	746.9㎡이상	100		100	대상아님 용적률제외
주민운동시설	500세대 이상인 경우					대상아님
MDF/방재실				50	50	
주민공동시설	휘트니스센터, 주민회의실 등			100	100	
경비실			20		20	
소계			210	150	360	

○ 법적인 기준에 맞춰 설계한 시설 외 여유 공간은 지역의 기반시설 공급 현황과 접근성 분석 등을 고려하여 비주거 시설 설치를 제안함. 구로 2동의 최우선 공급 SOC시설 설문조사 분석 결과 '최우선 시설' 은 공원 및 고령자 관련 시설, '우선 시설' 로는 체육시설, 도서관, 보육시설로 도출됨[53].

○ 구로구 내 시설 현황을 보면 공원은 44개소, 공공체육시설 62개소, 주차장 13개소, 도서관 93개소, 보육시설 323개소, 청소년 아동복지시설 70개소, 노인여가복지시설 217개소임. 그리고 어린이 거주비율이 낮은데 비해 어린이 공원이 절대 다수이며, 청소년이나 고령자를 위한 문화 및 교육시설은 매우 부족함[54].

○ 저층부 시설은 [표 3-43] '1층 평면도' 와 같이 생활SOC시설과 공동주택 거주자를 위한 부대복리시설로 구분함. 주차장 및 기계실은 각각의 시설에 필요 면적을 산정하여 계획함. 공용 부분 면적은 지하 2개층과 지상 1개층의 가용면적을 계산하여 각 시설에 대한 면적을 배분한 결과이며, [표 3-44]과 같음.

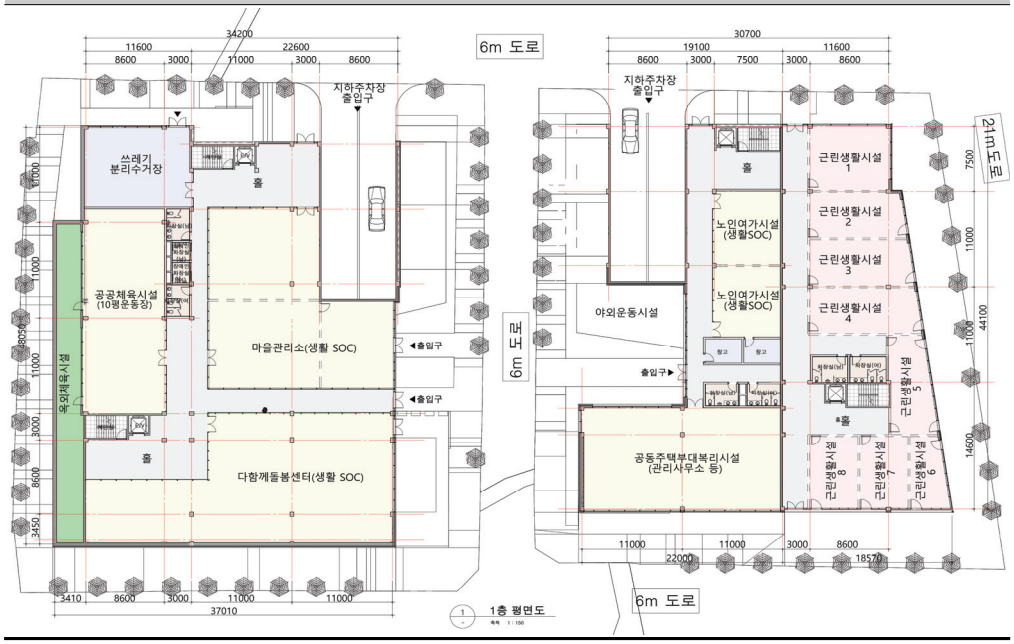
[표 3-43] 공동주택 주동 규모검토

1층 평면도(3D 공간 배치도)


53) 구로2 도시재생 현장지원센터 제공 데이터 참조 : 주민 요구시설의 설문결과 구로구 주민 2,768명 설문결과 반영, 구로구 생활SOC시설 822개소 분석 및 행정동별 생활 SOC시설 이용만족도 및 주민 필요시설을 적용하여 최우선 시설과 우선 시설군을 동별도 도출함.

54) 구로2도시재생현장지원센터 제공 구로구 현황 자료 참조

1층 평면도(3D 공간 배치도)



[표 3-44]계획(안) 부대복리시설 면적개요

A 대지			B 대지*		
구분		지상·소계(㎡)	구분		지상·소계(㎡)
마을관리소	지역SOC시설	337.67	노인여가시설	지역SOC시설	127.36
공공체육시설	10평 운동장	408.54	부대복리시설	관리사무소 등	261.77
다함께 돌봄센터	지역SOC시설	452.13			
쓰레기분리수거장	–	212.06			
공용공간	홀,화장실,복도	378.54	공용공간	홀,복도,창고,화장실 등	211.83
지하 주차장램프	–	146.36	지하주차장램프	–	146.36
소 계		1,935.3	소 계		747.32

[Note] * B대지 근생시설: 800.2㎡

3.4 단면계획

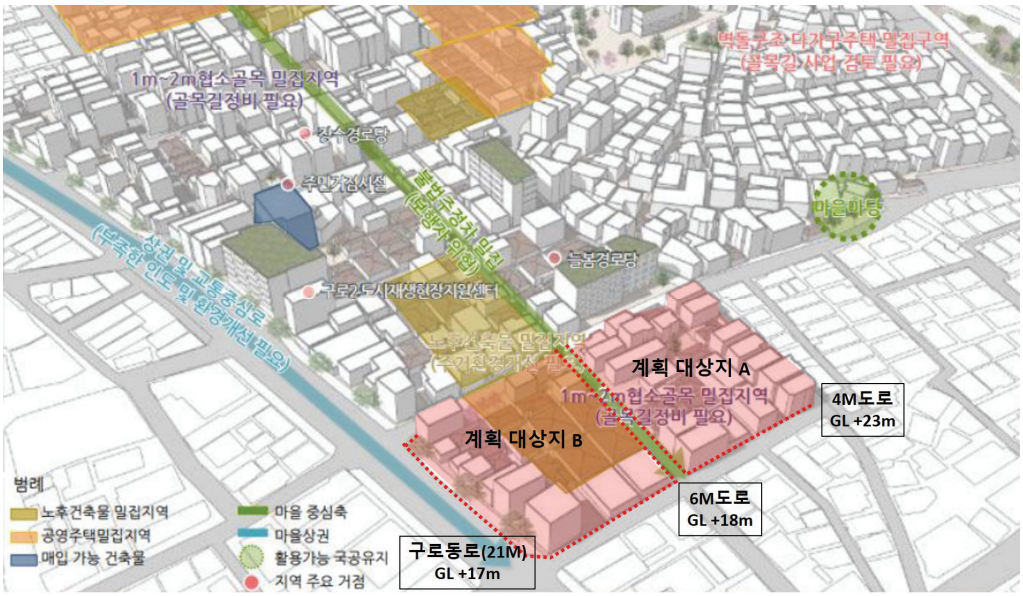
○ 대지는 동서간 6m 경사가 있으며, 최고 표고는 23m, 최저 표고는 17m임. 두 동 사이를 통과하는 도로는 가장 낮은 지점과 1m정도 차이가 있으며 서측 도로는 5m 즉, 한 층 정도의 표고차가 있음. [그림 3-9]과 같이 대지 동-서측으로 고저차가 있으므로 본 연구의 주동계획은 경사지를 고려한 계획이 필요함.



[그림 3-9] 남측 입면도

○ 동측의 가장 낮은 부분은 12m대로와 접하고 서측의 고도가 높은 부분은 2.5m~4m 폭을 갖는 차량통행이 어려운 소로와 접함. [그림 3-9]과 같이 21m도로는 '구로동로' 로 7호선 남구로역과 바로 연결되며, 500m내에 위치하는 역세권에 해당됨. 북측으로는 300m내 종합병원인 고려대학교 구로병원이 위치함. '구로동로' 는 근린 주구 내 매우 통행량이 많은 주요 도로임. 표고 17m(GL+17m)인 구로동로에 면한 부분은 단지 내 상업시설 및 일자리 시설을 계획하여 외부와 공유할 수 있음. 반대편에 위치한 2.5~4m 폭을 갖는 소로는 표고 23m, 즉 가장 높은 지점으로 주거 부분의 진입 레벨과 일치함. 이 도로에 면한 부분은 인근 블록과 유사하게 주택을 가로와 최대한 이격하여 배치하고, 주거환경 개선을 위해 가능한 넓은 폭의 완충녹지를 계획함.

○ [표 3-46] 단면도와 같이 두 동을 통과하는 6m도로는 공공보행통로로 활용하도록 계획하며, 이러한 6m 도로변에 생활 SOC시설을 계획하여 지역 주민들과 공유하며 지역 내 커뮤니티를 활성화에 기여 할 수 있도록 계획함. 단지 내 도로처럼 활용되지만, 기존의 폐쇄적인 아파트 단지와 달리 기존의 차도 및 보도 기능을 유지하며 공공에게 개방된 주택 단지를 개발할 수 있는 계획 방안을 고안함.



[그림 3-10] 대상지 주변 현황 (출처: 구로2 도시재생현장지원센터 회의자료)

[표 3-45] 계획(안) 중정부분 투시도



2층 투시도 (대지 A에서 대지B를 봄)



2층 투시도 (대지 B에서 대지A를 봄)



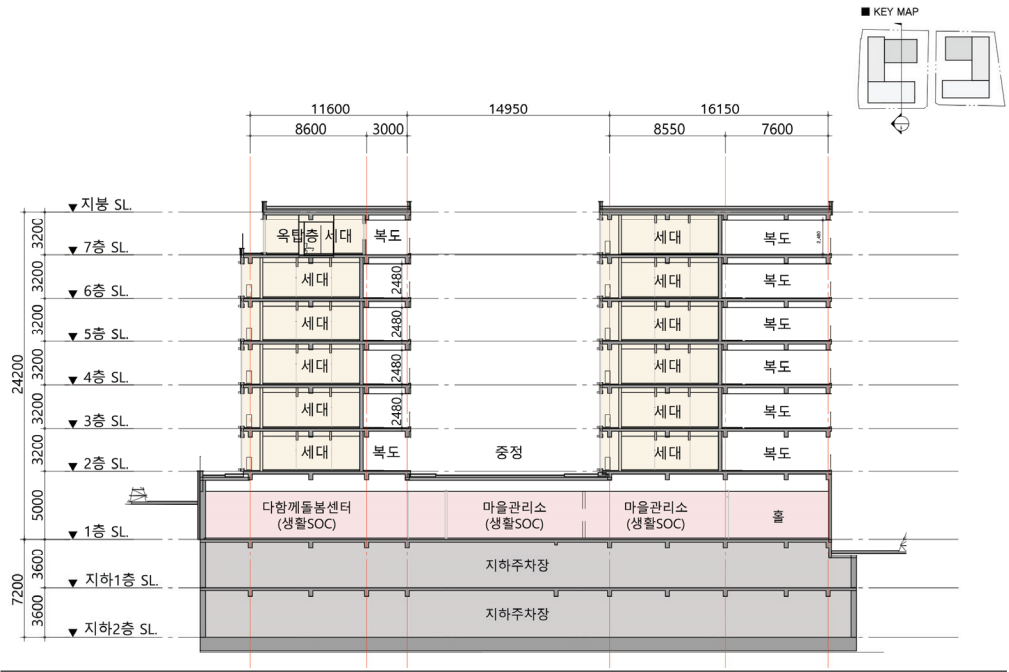
1층 투시도(A대지)



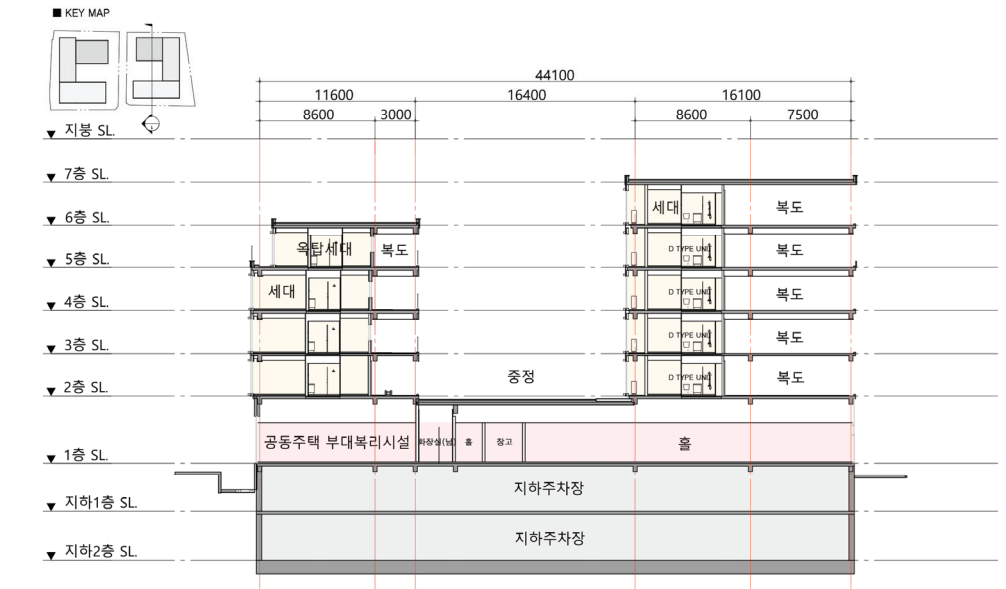
1층투시도(두 동 사이 도로에서 본 A대지)

[표 3-46] 계획(안) 종단면도

A대지 주동 종단면도

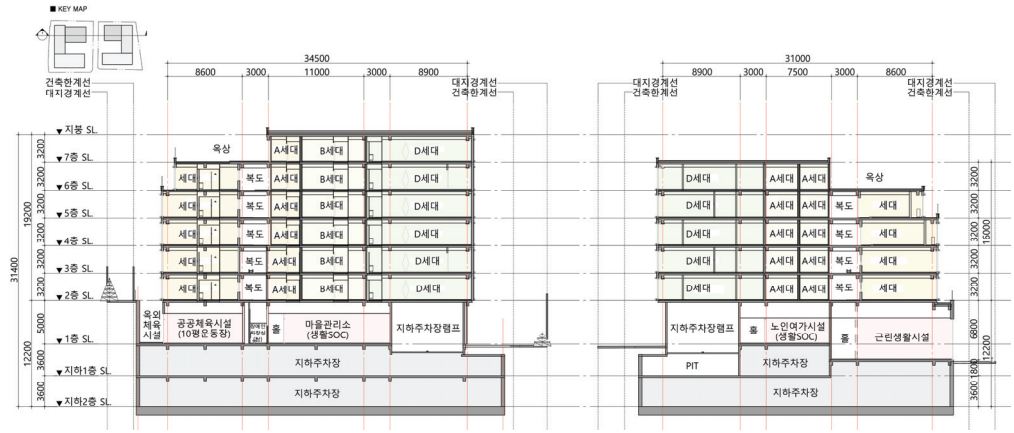


B대지 주동 종단면도

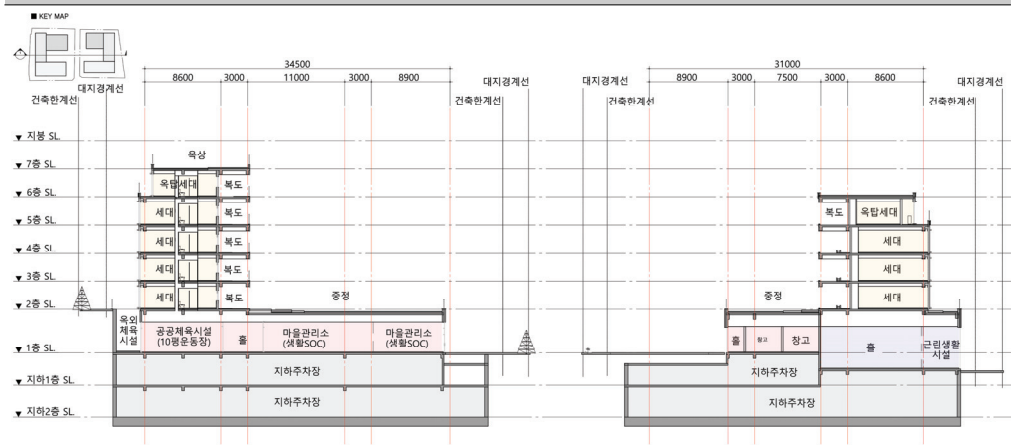


[표 3-47] 계획(안) 횡단면도

북측 횡단면도



중정부분 횡단면도



4. 소 결

○ 본 연구에서 제안하는 계획안은 도심 내 노후 저층 주거지의 정비사업을 위해 활용될 수 있음. 서울시 구로구의 '구로2 도시재생활성화 지역' 중 일부를 대상지로 택하여 중층고밀의 아파트 주동 계획을 제안함.

○ 대상지에 적용된 관련 법 즉, 제2종 일반주거지역, 용적률 200%, A부지는 7층 이하, B부지는 7층 이상을 준수하여 계획함. 임대주택 및 생활SOC시설을 설치할 경우 용적률을 250%까지 완화 적용받는 기준을 적용하여 용적률 250%로 주동을 계획하여 제안함. 용적률을 최대한 높여 계획을 할 경우 상층부에는 계단식의 외형이 형성되어 자연스럽게 넓은 테라스가 생김. 이러한 방법으로 사업성을 극대화 하는 것을 고려했음.

○ 주동은 저층부의 부대복리시설 및 생활SOC시설과 주거 부분으로 구분하여 계획함. 대지에 경사가 있으므로 저층부는 경사를 활용하여 가로와 같은 레벨로 진입부 레벨을 설정하였음. 주거 부분이 시작하는 부분은 넓은 데크를 두어 동선을 구분하고, 주택 단지를 위한 중정을 계획함.

○ 각 세대 외부 공간은 중정을 구심점으로 하여 매 층마다 넓은 복도, 세대 앞 개인 정원 등으로 크기와 위계를 달리하여 유기적으로 연결되도록 계획하였음. 이러한 계획방법은 일본의 요시다 주택, 마쯔시로 아파트 등에서 실현된 입체가로 계획방법을 참조하였으며, 입체가로 계획은 도시의 가로와 같은 기능을 하여 커뮤니티를 활성화하고 주거환경의 질을 높이는 것으로 검증됨.

○ 평면계획은 9.0m×10.5m의 모듈을 갖는 합성 라멘 구조 기둥간격 내에 공간을 분할하는 방식으로 제안함. 69㎡세대 또는 22㎡와 46㎡세대, 22㎡세 세대가 배치되도록 제안하였으며 각각의 세대는 확장 또는 분할이 용이한 가변형 시스템을 제안함.

○ 주동의 모서리 부분에는 66㎡세대를 계획하여 기둥 모듈 내 배치되는 세대와 구별되는 가변적인 계획방법을 제시함. 66㎡평면은 면적의 확장 및 분할로

세대수를 변경하는 모듈 계획을 제시하기 어려운 여건임. 이러한 이유로 면적을 66㎡로 고정하고 세대 내부의 비내력벽을 적극적으로 변경하여 공간을 변형하는 계획안을 제시함. 일본의 요시다 주택, NEXT21주택은 이와 같은 방법을 활용하여 내부 공간을 수요자의 요구에 맞게 리모델링하고 있음.

○ 가변형 평면계획을 위해 화장실과 같이 물을 쓰는 공간의 위치를 세대의 중간 부분으로 계획하였으며, 외기와 면한 벽면을 알파룸, 주방 등과 같이 보다 활동적인 공간으로 배치하여 채광 및 통풍을 극대화하고 외부 공간과의 연계성도 확보할 수 있음.

○ 설비 시스템은 SI(Support & Infill)개념을 적용하여 인필 요소를 주요 구조 부분과 분리하여 설치하는 방식을 제안함. 인필 요소는 배치의 변경 및 교체 가능하도록 하여 건물의 수명을 연장할 수 있도록 계획해야 함. '장수명 주택'도 이와 같은 시스템을 인증하고 있으며, 본 연구에서도 '장수명 주택'의 시스템과 같은 설계기준을 적용함. 4장에서 이러한 설계 요소에 대해서 자세히 설명함.

제 4 장

가변형 평면 구현을 위한 기술 적용(안)

LAND & HOUSING INSTITUTE

제4장 가변형 평면 구현을 위한 기술 적용(안)

1. 합성 구조계획

1.1 개요

○ 합성구조는 구조적 특성이 다른 두 가지 이상의 재료로 구성된 구조 부재를 의미하며, 일반적으로 철근콘크리트와 구조용 강재로 구성함. 철근콘크리트 구조는 콘크리트가 압축력에 우수한 성능을 발휘하나, 인장력에 취약한 약점을 철근으로 보강한 구조임. 합성 구조도 이와 유사하게 압축력과 인장력을 갖출 수 있으며, 공장에서 기계로 절곡 및 절단하는 시스템으로 생산하여 생산 효율성을 갖춘 구조방식임. 이동 및 양중을 위한 건축물의 경량화와 안정적 내진설계를 위해 합성구조 적용이 증가하고 있는 추세임.

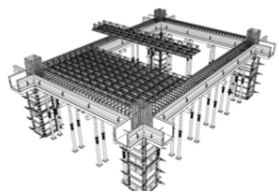
○ 건축물에서 강합성구조는 일반적으로 철근콘크리트와 강재를 활용하는 합성기둥과 합성보를 의미하며, 합성보는 데크플레이트와 함께 일체식 합성바닥 구조를 구성함. 합성구조에서 성질이 다른 철근콘크리트와 강재는 두 부재 사이에 상대적 미끄러짐이 발생하기 때문에, 합성구조에서는 완전 합성거동을 얻기 위해 두 재료 사이에 전단 연결재(Shear connectors)와 같은 연결장치를 적용함.

○ OSC공법의 대표적인 구조 방식으로 PC구조, 철골 또는 강합성구조가 있음. 본 연구의 계획안에 적합한 구조로 PC구조와 합성구조를 비교하여 검토하였으며 [표 4-1]과 같음.

○ 두 가지 방식의 구조를 비교한 결과, 도심 내 공사 여건을 고려하여 강합성구조를 선정함. 본 연구의 대상지는 21m도로가 접하고 있지만, 인접도로는 6m이고, 많은 노후 저층 주거지가 6m도로에 연접하고 있으므로 6m도로에 접한 대지를 가정하여 시공 가능한 OSC공법을 제안하고자 함. PC구조의

경우 상대적으로 양중 장비가 크고 별도의 지진력 저항구조 시스템 등이 필요하여 부지가 넓은 아파트 단지에 적용하기 용이함. 따라서 본 연구의 대상지와 같이 기존 주택의 밀도가 높고 도로가 좁으며 여유 부지가 없는 상황에는 적용하기 어려움.

[표 4-1] 구조형식 비교

구 분	RC구조(습식)	PC구조(건식)	합성구조(건식)
구조	철근과 콘크리트	PC보와 PC슬라브	합성보 + 데크 플레이트 슬라브
형상			
방식	철근과 콘크리트, 거푸집, 동바리, 현장타설, 습식방식	철근과 콘크리트, 부분 공장제품, 현장조립, 토핑타설, 건식방식	강재 U형 보와 철근, 콘크리트 현장조립, 타설, 건식방식
특징	· 현장 소요인력 최다 · 최다공정필요 → 안전사고 · 공기 부담 · 폐기물발생 → 환경부담 · 균열발생 → 유지관리부담	· 공장제작 + 현장조립 · 고중량 부재의 사용성(진동성능) 우수 · 양중장비 대형화, 시공 위험성 높음 · 별도의 지진력 저항구조 시스템 추가 필요 · 고중량 구조에 따른 기초 물량 증가	· 공장제작 + 현장조립 · 중소중량부재의 우수한 효율성 증대 · 양중장비 중형화 및 시공위험성 축소 · 우수한 지진력 저항 성능 확보 · 별도의 내화피복 필요
공사비*	–	11m×11m, 물류센터: 약 54만원/평	11m×11m, 물류센터: 약 49만원/평

[출처] * NI스틸 제공, 2020년 기준, 기둥, 보, 슬라브 포함.

○ 합성구조는 물류센터 주차장 등에 많이 적용되고 있으나 공동주택에 적용된 사례는 없었음. 이유는 공동주택이 벽식구조인 특성으로 인해 대부분 RC로 시공하기 때문임. 그러나 본 연구 용역을 수행한 '스틸라이트[55]' 에서 본 연구에서 제안하는 동일한 구조방식, 즉 강합성 라멘 구조를 실제 소규

55) 용역명 '도심지내 중저층 공동주택 적용 합성구조 설계도 작성용역'

모 공동주택 시공에 적용함. 단, 제품은 NI스틸이 아닌 케이에스기술에서 생산하는 TU보를 활용함. 위치는 경기도 이천시 마장면 오천리 472-11번지이며, [표 4-2]와 같이 현재 시공중임.

[표 4-2] 강합성구조를 적용한 공동주택 시공사진

강합성구조와 경량철골 연결부	내부 공사중
	

[주] 2022.02 현장에서 찍은 사진

1.2 합성보

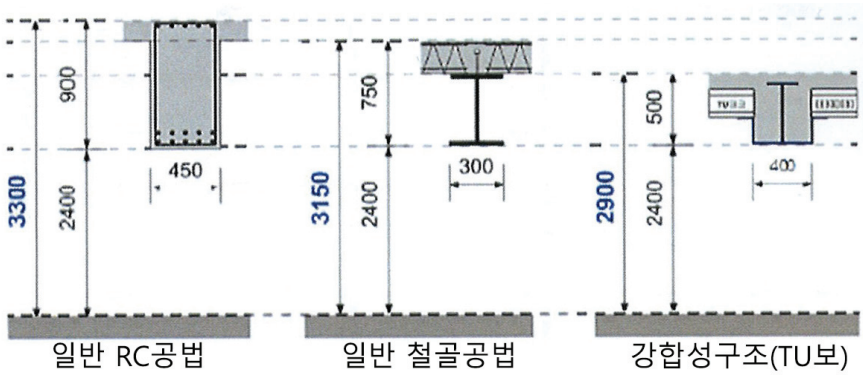
○ 합성보는 다양한 형태로 철근콘크리트와 강재를 적용한 보임.

○ 초기 합성보는 철근콘크리트로 구조용 강재를 둘러싼 형태였으며, 별도의 내화피복재를 사용하는 것보다 철근콘크리트로 피복하는 것이 더 경제적이었음. 이러한 형태는 보의 휨성능을 향상시키며, 화재 시 내화성능 확보가 용이함. 최근에는 기술이 발달하여 별도의 내화피복재 시공이 더 경제적일 수 있으며, 건축물 경량화가 가능한 장점으로 노출형 합성보 적용이 활발함. 두 가지 방식은 [그림 4-7]과 같이 기둥에서도 동일함.

○ [그림 4-2]와 같은 노출형 합성보는 단면 상부에 형성된 철근콘크리트 슬라브가 압축력에 저항하고, 하부 강재보가 인장력에 저항하는 구조적 기능에 의해 최대효율을 발휘하는 구조 시스템이며, 두 재료 사이에 발생하는 수평전단력에 저항하기 위해 강재보 상부에 스터드(Stud), ㄷ형강 등을 설치하여 완전합성거동[56]을 만들 수 있음.

○ 합성보의 완전합성거동을 만들기 위한 전단연결재의 개수는 구조설계를 통해 계산함. 계산 결과보다 적은 수의 전단연결재를 사용하는 것은 강재보와 철근콘크리트 사이에 미끄러짐 발생의 원인이 되며, 불완전합성보 또는 부분합성보로서 휨성능이 일부 저하됨.

○ 합성보는 건축물의 바닥구조시스템과 관련이 있으며, 건축물의 경제성 확보를 위해 함께 검토하는 사항임. 일반적으로 [그림 4-1]과 같이 층고절감과 시공성 향상 측면에서도 습식 RC 구조시스템과 비교하여 유리함. 건설기술이 발전함에 따라, 합성보의 단면구성을 변형하며 고효율의 합성보가 개발되고 있으며, 건축물의 안정적인 내진 성능 확보와 경제성 향상이 개발의 주목표임.

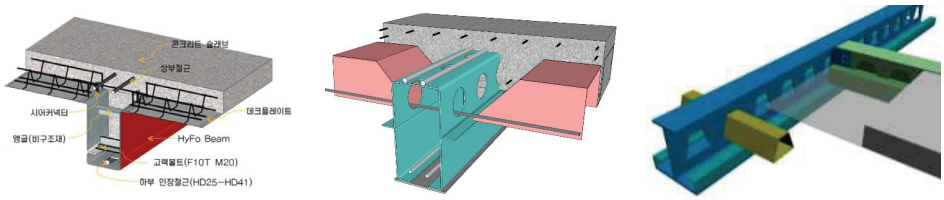


[그림 4-1] 보춤 및 층고 비교(일반적인 장스팬 사례)
[출처]케이에스기술 제품 브로슈어

○ 합성보는 시장의 요구에 맞춰 지속적으로 다양하게 개발되고 있으며, [그림 4-2]과 같이 크게 'U형 합성보', '박스(Box)형 합성보', 'H형강 보강형 합성보' 로 구분할 수 있음. U형 합성보는 강판을 U형으로 성형하고 내부에 콘크리트를 채우며, TSC beam, HyFo-Beam, BESTO-Beam 등이 있음. '박스형 합성보' 는 박스형태로 강재보를 성형제작하여 시공단계에서의 안전성을 보완하였으며, 사례로 AU-Beam, SPC-Beam 이 있음. H형강 보강형 합성보는 강구조물의 보-기둥 접합부에서 기존 H형강이 부모멘트에 대한

56) 합성부재는 2종 이상의 재료를 조합하여 만든 부재로, 완전 합성거동을 얻기 위하여 재료 간의 접착이 매우 중요한 요소로 재료간 미끄러짐 현상이나 분리현상이 발생하지 않도록 해야 함 〔참고〕 건축용어대사전, 기문당

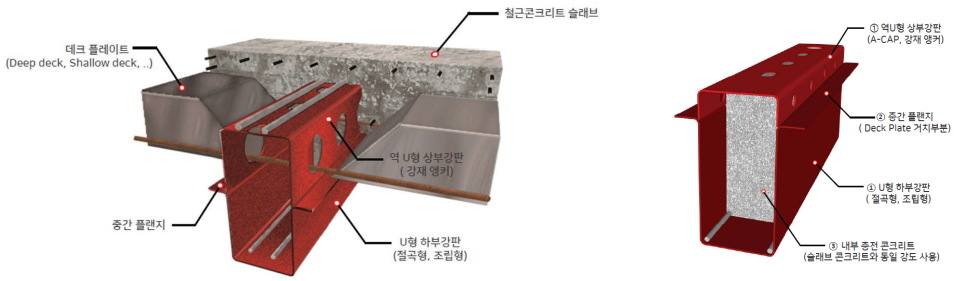
저항성능이 부족한 것을 보강한 형태로, Smart-Beam, ECO-Girder, ES-Beam 등이 있음.



HyFo-Beam　　AU-Beam　　Smart-Beam

[그림 4-2] 다양한 형상의 합성보 사례

○ 본 연구에서는 NI스틸에서 생산하는 'AU합성보'와 같은 방식의 강합성구조를 계획안에 적용함. 이유는 1) 성형 강판을 박스 형태로 용접 조립하여 시공 중 안전성 향상 2) 보 춤 내에 다양한 데크 시스템의 적용을 통한 층고 절감 가능 3) 슬라브에 매립된 역U형 성형 강판이 전단 연결재 역할 수행 4) 내부에 충전된 콘크리트의 축열 효과로 내화 피복 두께 저감 가능 등이 있음.



(a) AU 합성보　　(b) 상세 구성

[출처] NI스틸 생산 정보제공

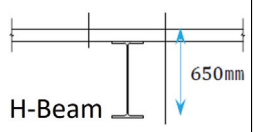
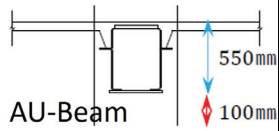
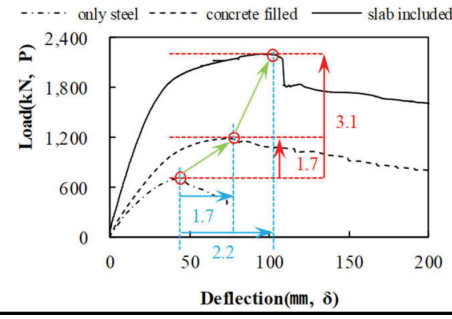
[그림 4-3] AU 합성보 구성

○ AU 합성보에 대한 상세한 특징은 다음과 같음.

– 역U형 및 U형 성형 강판으로 된 박스형 합성보임. [그림 4-3] (b)와 같이 이러한 폐합된 보는 벌어짐, 비틀림, 처짐 저항이 우수하여 구조적 안정성이 확보되고, 측면 관통구 및 상부 타설구를 통해 콘크리트 채움이 용이함. 콘크리트 경화 후 AU보와 슬라브는 일체 휨 거동을 발휘함. [표 4-3] (a)와 같이 보의 단면 일부가 슬라브 춤 내에 매립되어 층고가 절감되는 시스템임. 이러한 방식으로 합성 거동을 유발하며, [표 4-3] 그래프와 같이

휨 강도도 우수함. U강판의 폭 및 춤의 크기는 자유롭게 공장에서 자동화 제작이 가능함.

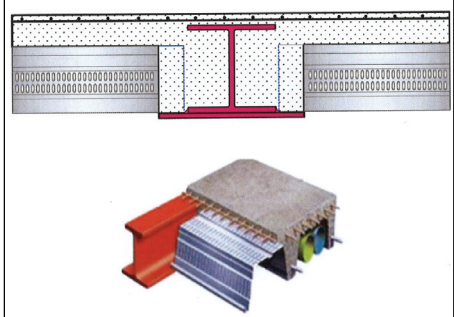
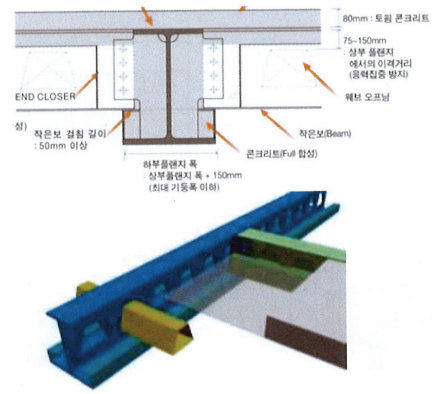
[표 4-3] AU합성보의 세미 슬림 플로어 구조 형상 및 휨강도

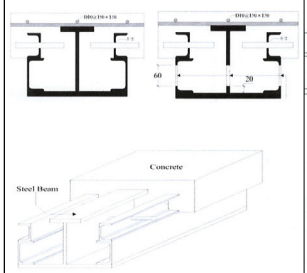
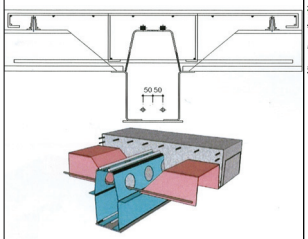
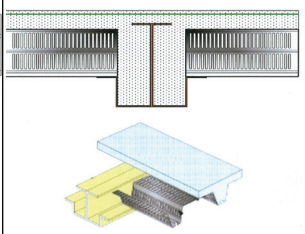
강재보와 AU합성보 층고 비교	휨 강도 비교
 	

[출처] NI스틸 생산 정보제공

- 보 춤 중간 플랜지에 춤 200㎜ 이상의 높은 데크 플레이트 즉, 딥데크(Deep deck) 슬라브 공법 적용이 가능함. 이러한 두꺼운 슬라브는 층간소음 저감에 유리함. 그리고 데크 걸침길이 확보가 용이하여 시공성이 좋음. 장스팬 바닥판 시스템으로 작은 보를 두지 않는 것도 가능함. [표 4-7]의 주차장 시공사례가 중간 보 없이 장스팬 바닥을 시공한 사례임. PC에 비해 양중장비를 경량화하고 양중 부재수 절감이 가능함.

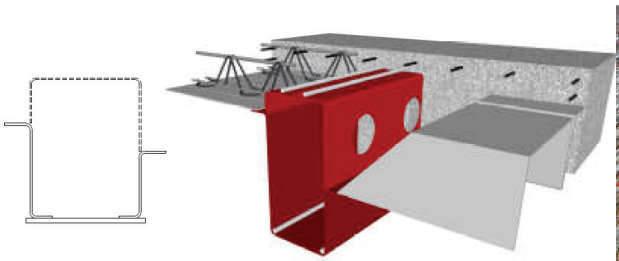
[표 4-4] 합성보와 데크시스템의 결합(슬림플로어 공법)

구분	비대칭 H형강 합성보	스마트빔 합성보
슬림 플로 어공 법**		

구분	채널타입 합성보	AU합성보	TU합성보
반슬림플로어* 공법			

[출처] NI스틸 생산 정보제공 * 반슬림플로어 공법 : 성형강판보의 춤 내에 딥데크를 거치한 합성보
** 슬림플로어 공법 : 강재보의 춤 내에 데크 시스템을 적용한 합성보

– 비대칭 슬라브 시스템 적용이 용이함. 양측 중간 플랜지의 위치를 조절하여 다양한 슬라브 시스템 적용이 가능하며, 복잡한 슬라브의 단차 변화에 대응이 용이함. [그림 4-4]와 같이 플랜지의 높이를 달리하여 본 연구에서 제안하는 층상배관에 필요한 바닥 단차를 둘 수 있어 이와 같은 구조방식을 선정함.



강재보와 AU합성보 층고 비교



시공 사례

[그림 4-4] AU 합성보 바닥 단차 해결방법

[출처] NI스틸 생산 정보제공

○ 내화성능은 AU합성보는 16mm 내화피복으로 평균온도 292.7℃이하 조건에서 2시간, 21mm 내화피복으로 평균온도 327.9℃이하 조건에서 3시간 인증을 받음. 이는 일반적인 H형강 대비 피복두께가 30~40% 절감된 두께이며, 같은 조건에서 H형강으로 2시간 내화성능을 갖기 위해 내화피복 25~33mm가 필요하고 3시간의 경우 35~44mm가 필요함.

○ AU합성보는 공장에서 기계로 절곡하고 타공할 수 있으며, 과정을 보면 다음 [그림 4-5]와 같음. 다른 강합성 구조도 많은 경우 이러한 방식으로 생산됨.



01 억U형 상부강판 홀선공



02 역U형 상부강판 질곡



03 날개달린 U형 하부강판 절곡



04 내부 보강재 부착



05 역U형 상부강판·날개달린 U형 하부강판 가조립



06 역U형 상부강판·날개달린 U형 하부강판 용접



07 타설구 보강 및 비파괴 검사

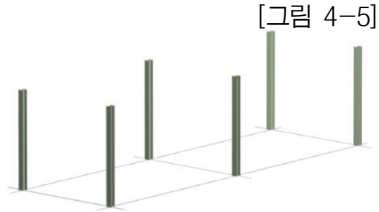


08 완제품 출하



09 현장 반입 및 설치

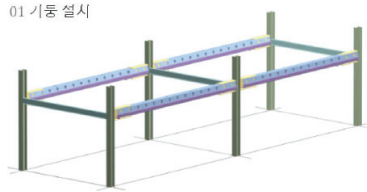
[그림 4-5] AU합성보 생산 과정



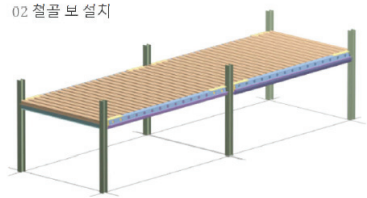
01 기둥 설치



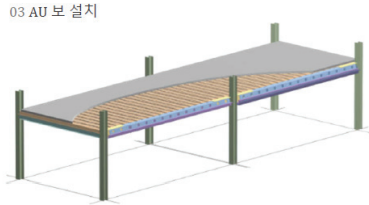
02 철골 보 설치



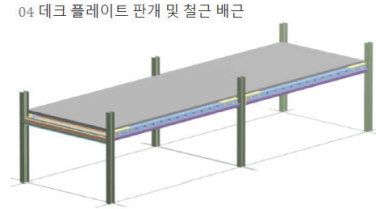
03 AU 보 설치



04 데크 플레이트 판개 및 철근 배근



05 AU보 내부 충전 및 바닥 콘크리트 동시타설



06 콘크리트 양생

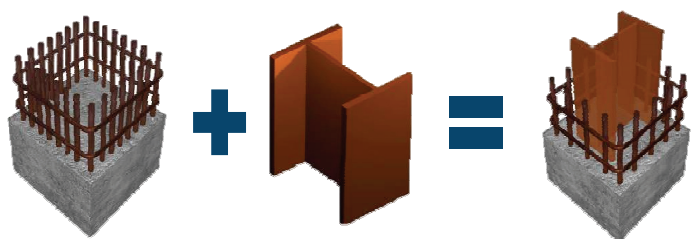
[그림 4-6] AU합성구조 현장시공 과정

○ 생산 후 현장으로 이동하여 시공하는 과정은 [그림 4-6]과 같음. 기초 위에 기둥을 설치하고 보를 설치한 후 데크플레이트 슬라브를 설치함. 이러한 과정 후 콘크리트로 AU보 내부를 채우고 바닥도 동시에 타설하며, 일체화 된 구조 전체의 콘크리트 양생 과정을 거침.

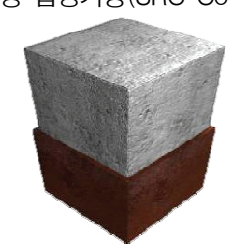
1.3 합성기둥

○ 합성기둥은 [그림 4-7]과 같이 매입형과 충전형으로 구분되며, 매입형은 철근콘크리트 기둥 내부에 강재기둥이 매립된 형태이고, 충전형은 강관(각형 혹은 원형) 내부에 콘크리트가 채워진 형태임.

○ [그림 4-7]과 같은 '매입형 합성기둥' 은 기둥 단면 내에 강재가 콘크리트에 매립되며, 축방향 철근으로 보강한 매입형 합성기둥은 별도의 보강 없이 내화성능 확보가 가능하며, 콘크리트가 매립된 강재의 좌굴을 방지하여 안정적 구조성능을 발휘하나, 보-기둥 접합부 설계 및 시공이 난해함. 관련하여 PSRC(그림 4-8 왼쪽), FAC 기둥 등이 개발되었으며, 기둥 단면 중



매입형 합성기둥(SRC Column)

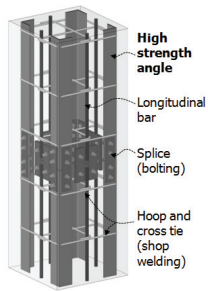


충전형 합성기둥(CFT Column)

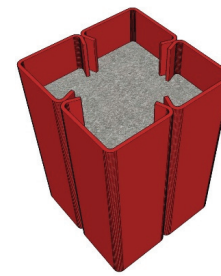
[그림 4-7] 다양한 형상의 합성기둥 사례

심이 아닌 모서리부에 강재를 배치한 특징이 있음. 매입형 합성기둥은 매립된 강재기둥의 단면적이 총단면적의 1% 이상이 되어야 함. 강재기둥 주위에 기존 철근콘크리트 기둥처럼 주근과 횡보강근을 배근하고 외부에 거푸집 시공이 필요한 단점이 있음.

○ 충전형 합성기둥은 기둥 단면 외부의 강관이 거푸집 기능을 수반하며, 콘크리트를 구속하고, 내부에 충전된 콘크리트가 강관의 좌굴을 지연시켜 상호 보완적인 구조성능을 발휘함. 강관의 형상과 제작 방식에 따라 ACT Column, D-Column 등이 있음. 충전형 합성기둥도 매입형과 동일하게 강관 단면적은 총단면적의 1%이상이어야함. 그리고 강재가 기둥 외부에 노출되기 때문에, 국부좌굴을 고려하여 판폭-두께비의 구조제한이 있으며, 기둥 외부로 발생하는 국부좌굴에 대해 고려가 필요함. 또한 충전형 합성기둥은 강재가 외부에 노출되기 때문에, 별도의 내화 피복이 필요하며, 일반적으로 내화도료나 내화뿜칠 방법을 적용함. 각 내화피복공법은 한국건설기술연구원에서 제시하는 '내화구조인정서'의 기준을 준수하여 적용함.



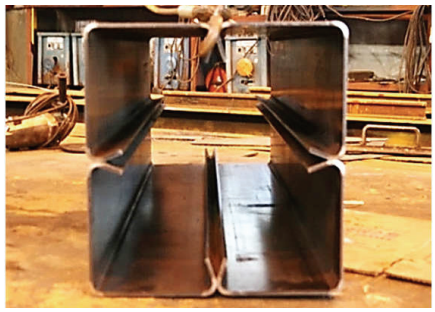
PSRC 기둥(매입형)



ACT Column(충전형)

[그림 4-8] 합성기둥 사례 비교

○ 본 연구에서 택한 합성기둥은 [그림 4-9]과 같이 NI스틸에서 생산하는 'ACT Column', 'D-Column'와 같은 방식을 고려함. ACT Column은 열연강판을 냉강 성형하여 만든 4개의 단위부재를 용접 조립하여 강관을 구성하고 내부에 고강도 콘크리트를 충전함. D-Column은 4개의 평평한 강판을 모서리에서 용접하고, 콘크리트와 합성되는 부위에 철근을 수평으로 용접 설치하여 합성 효과를 극대화함.



ACT Column



D-Column

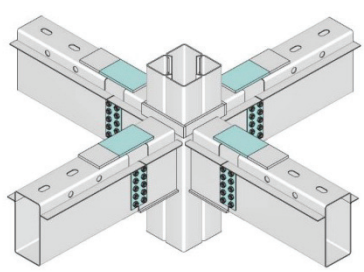
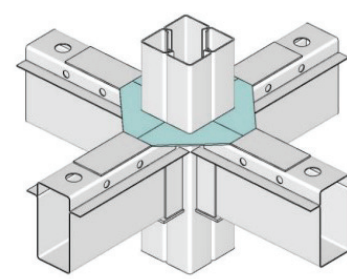
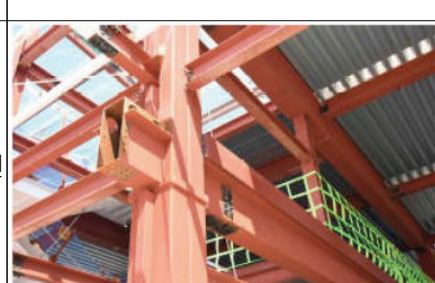
[출처] NI스틸 생산 정보제공

[그림 4-9] ACT Column과 D-Column 형상

1.4 보-기둥 접합부

○ 본 연구에서 제안하는 AU보에 적용가능한 접합구조는 다음 [표 4-5]와 같은 두 가지 방식임. 본 연구에서는 박스 브라켓 접합구조를 적용하여 설계함.

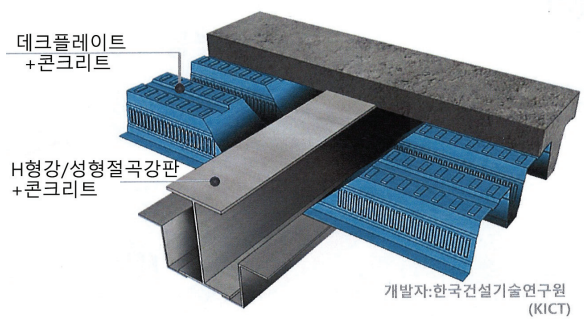
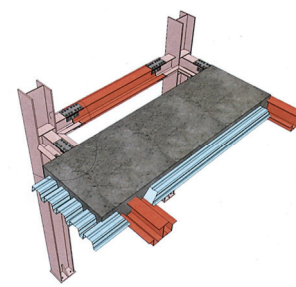
[표 4-5] AU-Beam 세미슬림플로어 구조의 스팬 계획

구분	박스 브라켓 접합구조	U포켓 접합구조
상세		
현장사진		
	FMS공장	배곧 오피스텔

[출처] NI스틸 생산 정보제공

○ 이와 유사한 방식으로 한국건설기술연구원에서 개발하고 '케이에스 기술' 에서 생산하는 TU보는 방식은 유사하나 보의 형상 및 접합 부분에 약간 차이가 있으며, [표 4-6]와 같음. 이러한 강합성구조는 유사한 시공방법과 구조시스템을 취하지만, 제품과 같이 각각 다른 형태로 공장 생산함. [표 4-2]에 시공된 사진을 첨부함.

[표 4-6] 강합성구조 TU보의 형상 및 시공도

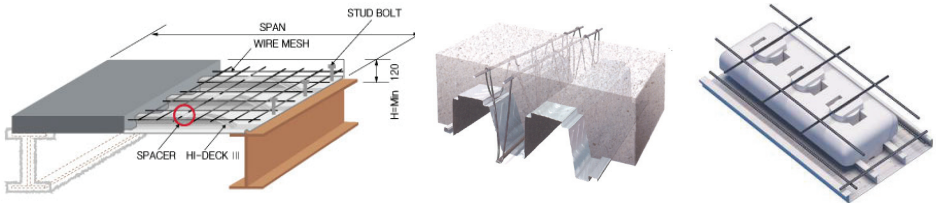
합성구조 형상	합성구조 시공도
	

[출처] KS기술 자료 제공

1.5 합성슬라브

○ 합성슬라브는 기존 강구조에서도 다양한 방식으로 적용되었으며, 강재보 또는 합성보에 거치되어 별도의 거푸집없이 사용되는 바닥구조시스템임. 대표적으로 강재보와 함께 사용되는 스틸 데크플레이트와 PC보와 함께 사용되는 PC슬라브가 있음.

○ 스틸 데크플레이트는 얇은 강판을 사용하기 때문에, 기하학적 형상 혹은 트러스철선 등을 사용하여 시공하중에 효율적으로 저항하며, 공장 제작품을 현장에서 강재보 플랜지에 단순 거치하여 시공함. 슬라브 두께에 따라 골데크 또는 평데크(Shallow deck), 딥데크(Deep deck)로 구분하며, 최근에는 콘크리트 슬라브의 경량화를 위해 중공체를 삽입하기도 함.



Shallow Deck　　Deep-Deck　　중공 슬라브

[그림 4-10] 다양한 형상의 합성슬라브 사례

- 평데크 또는 골데크(Shallow deck)는 강재보의 최상단 플랜지에 거치되며, 슬라브의 두께가 비교적 얇은 경우 사용됨. 얇은 강판 형태로써 3.5m 이내의 슬라브 경간에 적용하기 때문에, 중간 보(Sub-beam)이 다수 필요함.
- 딥데크(Deep-Deck)는 강재보의 춤 내에 필요한 위치에 별도의 걸침턱에 거치되며, 비교적 데크플레이트의 춤이 깊게 얇은 강판을 성형하기 때문에 최대 8m까지의 장경간에 적용 할 수 있음. 딥데크의 경우 주차장 시공시 주차구획과 차로 사이의 기둥을 설치하지 않을 수 있으므로, 매우 유용하게 적용됨.

[표 4-7] 강합성구조 주차장 시공사례

청주공항 주차장	대전 보훈병원 주차장
	

[출처] KS기술 사진제공

- PC 중공슬라브(Hallow core slab)는 공장에서 제작하는 프리캐스트 콘크리트를 이용한 데크시스템임. 전체 콘크리트 슬라브 중 일부를 공장에서 데크형태로 제작하여 운반 및 시공되기 때문에, 스틸데크플레이트와 비교하여 중량이 크므로 고용량의 양중 장비가 필요함.

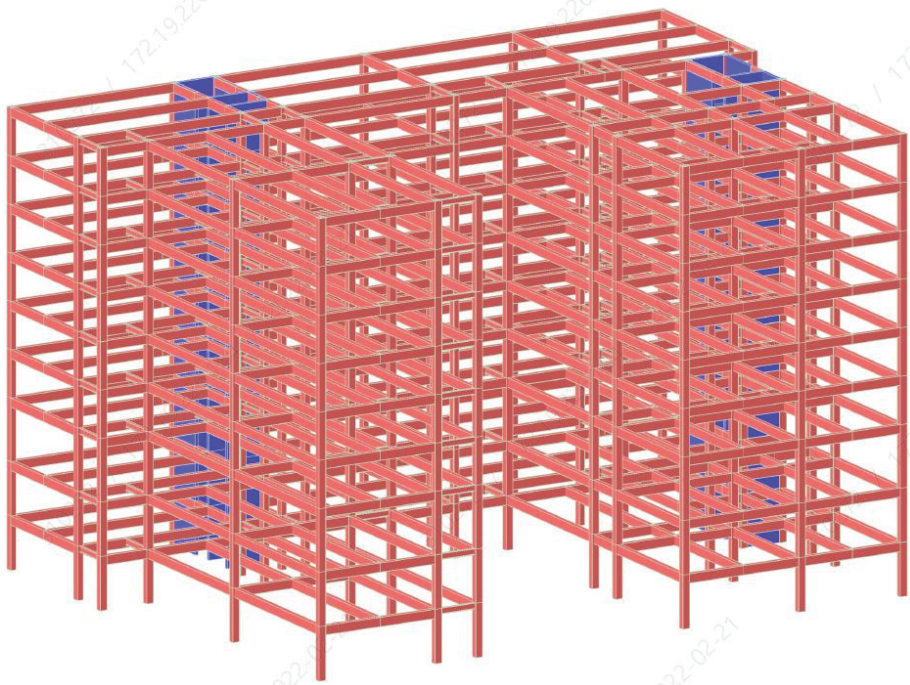
2. 공동주택 구조 계획(안)

2.1 구조 설계

○ 본 연구의 구조설계 대상은 지상 7층 규모 A대지 주동을 구조설계 하였음. 건축 계획상 모듈 조합 평면 및 가변형 계획 구현을 위해 라멘 구조를 적용하였음.

○ 본 연구의 계획안은 2개동이지만 주동의 형태 및 각 단위 모듈이 동일하여 기둥 간격 등이 동일하므로 한 동의 분석 내용만 제시함.

○ 대상 구조물은 국토교통부고시 '건축구조기준(2021)'을 적용하였으며, 이에 따라 중요도(1)로 분류됨. 대상 구조물의 안전성을 평가하기 위해 고정하중(부재자중, 마감하중), 활하중, 풍하중, 지진하중을 각각 적용하여 검토하였음.



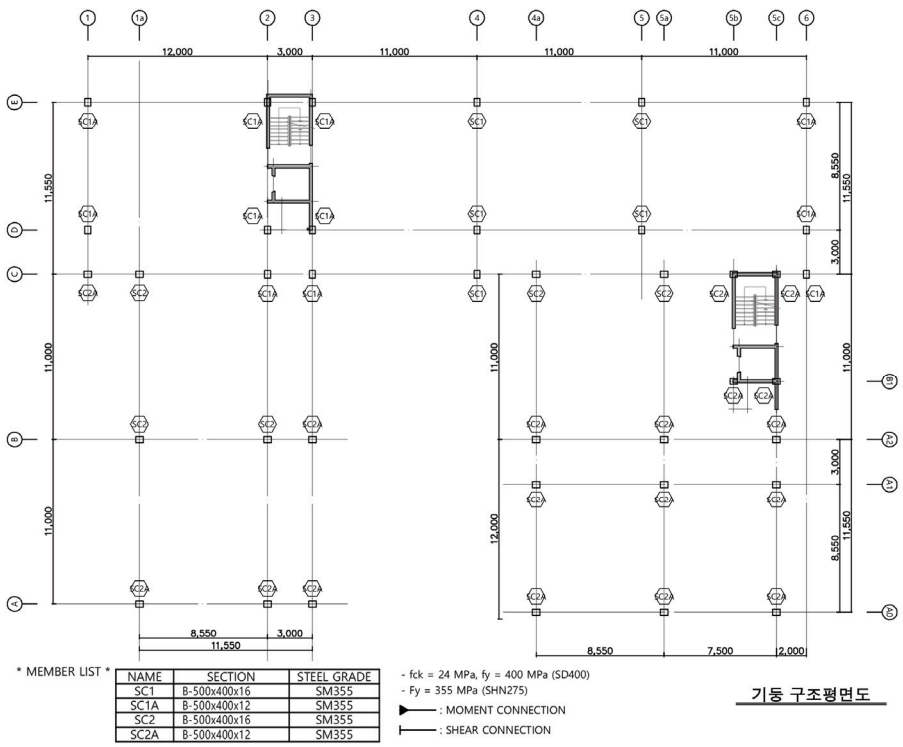
[그림 4-11] A동 구조해석용 모델링(MIDAS)

2.2 구조 계획(안)

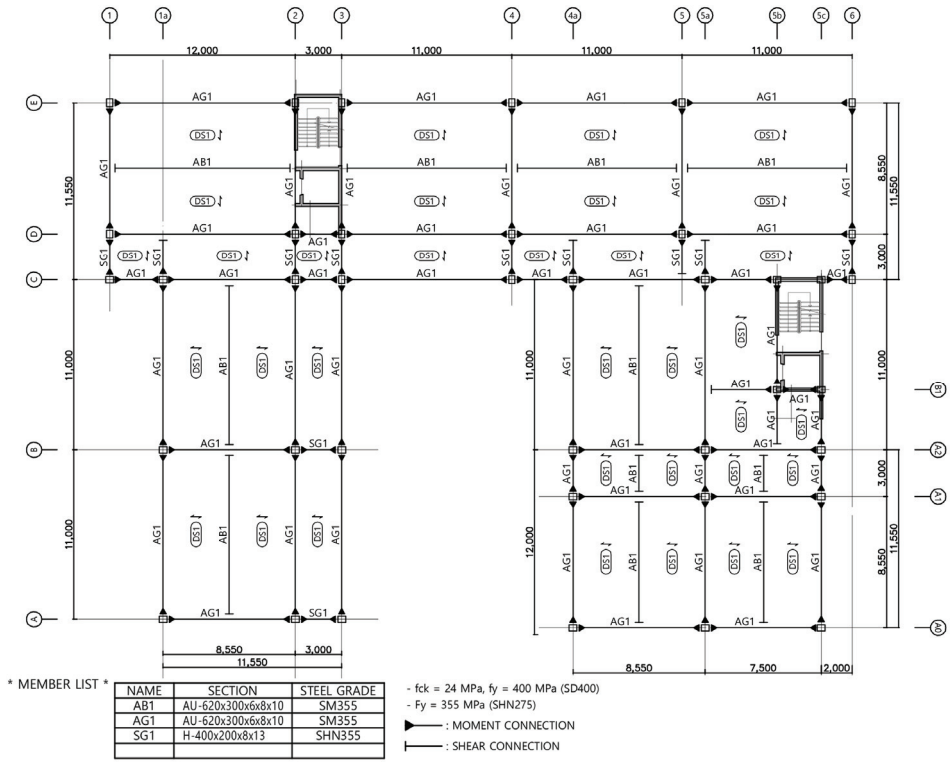
1) 구조 평면 계획

○ 지상 기둥은 모든 층에 대해 동일한 위치에 있으며, 11m × 8.55m의 모듈이 대부분이며, 복도는 각 11m × 3m 모듈로 구성됨.

○ 대표 단위모듈인 11m × 8.55m은 내부에 중간보(Sub-beam) 1개를 설치하여 스틸 데크플레이트 거치 시 동바리를 설치하지 않고 시공 가능하도록 계획하였음. 또한 중간보(Sub-beam) 설치를 통해 거더부재에 작용하중이 저감되어 부재 춤이 낮아질 수 있으므로 층고 절감에 기여함. 기둥 및 3가지 보에 대한 구조 설계는 [부록]에 제시함.



A대지 공동주택 기둥 구조 평면도



기준층 바닥구조 평면도

[그림 4-12] A동 구조평면도

2) 설계 하중

○ 대상 구조물에 적용된 설계하중은 고정하중, 활하중, 풍하중, 그리고 지진하중을 적용하였음.

○ 고정하중과 활하중은 [표 4-8]과 같이 각 층별, 용도별 구분하여 적용하였으며, 이를 기본하중으로 하여 설계기준에 따라 하중조합(KDS 41 10 15 1.5)에 의한 하중에 저항하도록 설계함. 고정하중은 구조물 자체의 무게와 생애주기 중 지속적으로 작요하는 수직하중임. 활하중은 용도에 따라 「건축구조기준」[57]에서 제시하고 있음.

57) 건축구조기준 : 국토교통부 고시 제 2020-803호

[표 4-8] 설계 하중 일람표

층	구분	항목	THK	WT.	D.L SUM	L.L SUM	S.L(1.0D+1.0L)	F.L(1.2D+1.6L)
RF	지붕층	방수마감	150	3.00	8.34	3.00	11.34	14.81
		데크슬라브	210	5.04				
		천정		0.30				
		활하중		3.00				
1~6F	침실, 거실, 주방	바닥마감	120	2.16	7.50	3.00	10.50	13.80
		데크슬라브	210	5.04				
		천정		0.30				
		활하중		3.00				
1~6F	욕실, 화장실	바닥마감	60	1.20	6.54	3.00	9.54	12.65
		데크슬라브	210	5.04				
		천정		0.30				
		활하중		3.00				
1~6F	홀, 복도	바닥마감	50	1.00	6.19	5.00	11.19	15.43
		데크슬라브	210	5.04				
		천정		0.15				
		활하중		5.00				
B1F	근린생활시설	바닥마감	150	3.00	8.34	5.00	13.34	18.01
		데크슬라브	210	5.04				
		천정		0.30				
		활하중		5.00				
B2~B3F	지하주차장	바닥마감	150	3.00	8.34	3.00	11.34	14.81
		데크슬라브	210	5.04				
		천정		0.30				
		활하중		3.00				
공통	콘크리트계단(경사부분)	바닥마감	50	1.00	7.10	5.00	12.10	16.51
		Conc슬라브	150	6.10				
		활하중		5.00				
공통	콘크리트 계단(계단참부분)	바닥마감	50	1.00	4.60	5.00	9.60	13.52
		Conc슬라브	150	3.60				
		활하중		5.00				

○ 풍하중도 「건축구조기준」에서 제시하고 있으며, 지역, 기본풍속(V_o), 지표면조도구분, 중요도구분 및 중요도 계수(I_w), 골조설계용 풍하중(W_f)을 고려하여 산정하였음.

○ 지진하중도 「건축구조기준」에 따라 지진구역, 지진구역계수(Z), 위험도계수(I), 유효지반가속도(S), 지반종류, 중요도, 내진등급, 중요도계수(I_E) 등을 고려하여 지진력 저항시스템을 선정함. 선정한 지진력저항시스템에 따라 반응수정계수(R), 시스템 초과강도계수(Ω_o), 변위증폭계수(C_d), 허용층간변위(Δ_a)를 적용하여 설계밑면전단력(V)을 산정하였음. 자세한 분석 내용은 본 보고서 [부록]에서 제시함.

3) 구조안전성 평가

○ 대상 구조물의 설계와 안전성 평가를 진행하기 위해 [그림 4-10]과 같이 MIDAS 해석용 모델링을 진행함. 설계하중을 반영하여 [그림 4-13]와 같이 설계용 휨모멘트와 전단력을 산정함. 크게 지붕층과 기준층으로 구분하였음.

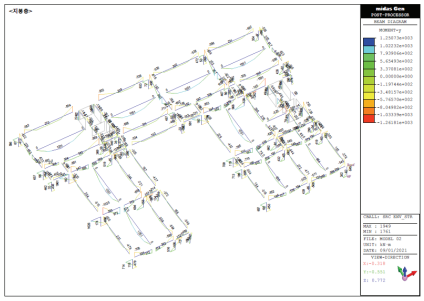
○ 해석결과, 큰 하중이 작용하는 지붕층이 기준층 보다 소폭 큰 휨모멘트가 작용하였음. (1,251 kNm 〉 1,091 kNm) 그러나 차이가 근소하여 동일한 크기의 AU-Beam을 설계하였으며, 모두 안정적 결과를 나타냄.

○ AU-Beam AB1, AG1(그림 4-12)은 슬라브를 포함한 춤 700㎜, 폭 300㎜ 의 단면 크기로, 상부 덮개 6㎜, 측판 8㎜, 하부판 10㎜의 두께임.

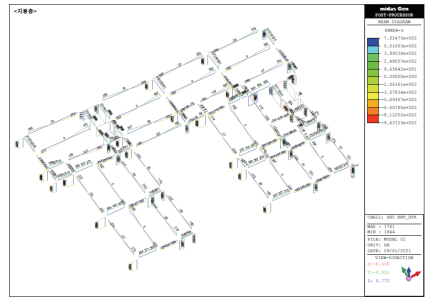
○ 시공단계에서 강도검토와 처짐검토 모두 'Ratio' 0.85이내의 성능 여유치를 확보하여 무동바리 시공이 가능함. 자세한 사항은 [부록]에 기술함.

○ [그림 4-13]과 같이 설계하중을 반영하여 기둥에 작용하는 Y축, Z축에 대한 설계용 휨모멘트와 축력을 산정함.

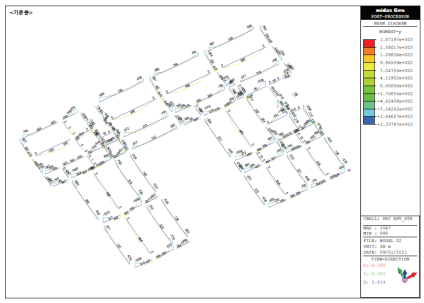
○ 해석결과, Y축과 Z축에 대해 작용하는 휨모멘트를 비교하면, 기둥에 작용하는 최대 휨모멘트는 거의 동일함. 그러나, 정·부모멘트가 (1,728 kNm, 1,761 kNm) 유사한 Y축 모멘트와 달리, Z축은 정·부모멘트가 (590 kNm, 1,757 kNm)로 크기에 차이가 다소 발생하였음. 이는 'ㄷ자형' 형태를 갖는 건축 구조물의 형태로 인해 나타난 차이임.



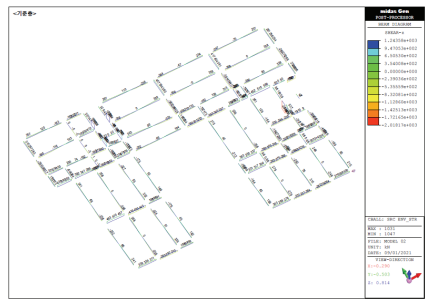
(a) 지붕층 휨모멘트 다이아그램



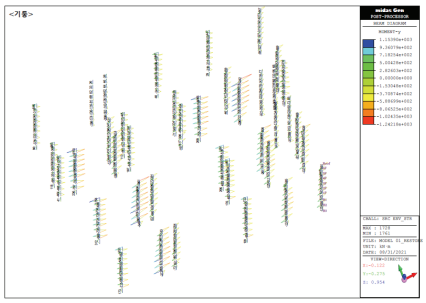
(b) 지붕층 전단력 다이아그램



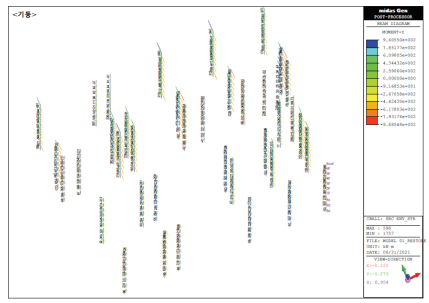
(c) 기준층 휨모멘트 다이아그램



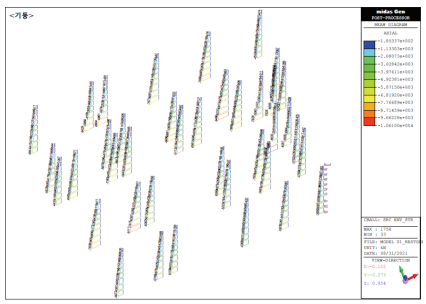
(d) 기준층 전단력 다이아그램



(a) Y축에 대한 휨모멘트 다이아그램



(b) Z축에 대한 휨모멘트 다이아그램



(c) 축력 다이아그램

[그림 4-13] 대상 구조물(A동) 구조해석 결과

○ 기둥은 현장작업량을 최소화하는 '콘크리트 충전 강관(CFT) 기둥' 을 적용하였으며, 400㎜×500㎜의 크기에 12㎜, 16㎜를 적용한 두 종류의 기둥으로 설계하였음.

○ SC1, SC2 기둥은 0.84 ~ 0.98의 내력비를 나타내며 안정적인 성능 여유치를 확보하였음.

4) 내진성능 평가

○ 대상 구조물의 지진하중에 대한 저항성능을 평가하기 위해 적정 지진하중 및 밑면전단력을 산정하였음.

○ 산정기준은 KDS 41 17 00을 반영하였으며, 지진구역(I), 지진구역에 대한 계수(Z)는 0.11, 위험도계수(I) 2.0 에 따라 유효지반가속도(S)는 0.176,이고, 지반종류는 $S5$(깊고 연약한 지반)을 가정하였음.

○ 대상 구조물의 높이는 19.2m(층수 6층), 중량은 120,126.2 kN, 중요도계수(I_E)는 1.2를 적용하였음. 구조형식은 철골모멘트골조이고, 반응수정계수(R)은 3.5를 적용하였음.

○ 지진하중에 대한 성능평가는 밑면전단력을 산정하고, 대상 구조물에 작용한다는 가정에 대해 안전성 평가 수행함. 등가정적해석법에 의한 밑면전단력은 17,155.39 kN이고, 응답스펙트럼 해석법에 의한 밑면전단력은 X방향 7,376.7 kN, Y방향 8,519.6 kN 임

○ 지진하중이 반영된 하중조합에 대해 각 층별 횡변위를 검토하면 [그림 4-14]와 같음. X방향에 대해 B1 층은 Story Drift Ratio 0.0054, Y방향에 대해 B1 층은 Story Drift Ratio 0.0048 로 안정적임. 자세한 내용은 [부록]에서 제시함.

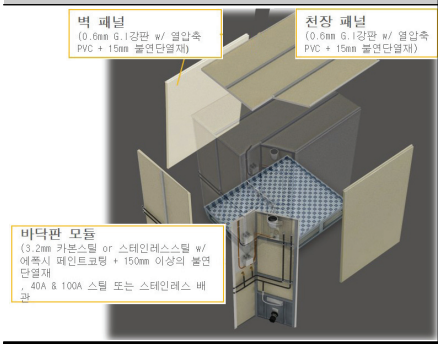
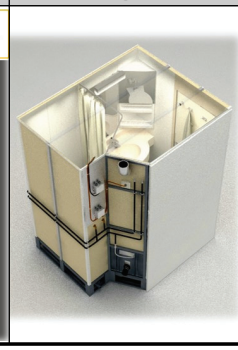
Load Case	Story	Story Height (m)	P-Delta Incremental Factor (ad)	Allowable Story Drift Ratio	Maximum Drift of All Vertical Elements					Drift at the Center of Mass				
					Node	Story Drift (m)	Modified Drift (m)	Story Drift Ratio	Remark	Story Drift (m)	Modified Drift (m)	Drift Factor (Maximum/Current)	Story Drift Ratio	Remark
RMC,Not Used, Cd=3, Ie=1.2, Scale Factor=1, Allowable Ratio=0.015 Press right mouse button and click 'Set Story Drift Parameters...' menu to change RMC or Cd/Ie/Scale Factor/Allowable Ratio/Beta!														
Rx(RS)+Rx(ES)	6F	3.20	1.00	0.0150	696	0.0046	0.0116	0.0036	OK	0.0041	0.0101	1.1450	0.0032	OK
Rx(RS)+Rx(ES)	5F	3.20	1.00	0.0150	608	0.0053	0.0132	0.0041	OK	0.0045	0.0111	1.1841	0.0035	OK
Rx(RS)+Rx(ES)	4F	3.20	1.00	0.0150	520	0.0059	0.0147	0.0046	OK	0.0048	0.0120	1.2238	0.0037	OK
Rx(RS)+Rx(ES)	3F	3.20	1.00	0.0150	432	0.0064	0.0160	0.0050	OK	0.0051	0.0127	1.2582	0.0040	OK
Rx(RS)+Rx(ES)	2F	3.20	1.00	0.0150	344	0.0068	0.0169	0.0053	OK	0.0052	0.0131	1.2934	0.0041	OK
Rx(RS)+Rx(ES)	1F	3.20	1.00	0.0150	256	0.0070	0.0174	0.0054	OK	0.0052	0.0130	1.3342	0.0041	OK
Rx(RS)+Rx(ES)	B1	4.20	1.00	0.0150	168	0.0091	0.0227	0.0054	OK	0.0065	0.0162	1.4001	0.0039	OK
Rx(RS)+Rx(ES)	B2	3.60	1.00	0.0150	85	0.0063	0.0158	0.0044	OK	0.0043	0.0108	1.4596	0.0030	OK
Rx(RS)+Rx(ES)	B3	3.60	1.00	0.0150	36	0.0038	0.0095	0.0026	OK	0.0024	0.0060	1.5731	0.0017	OK
Rx(RS)-Rx(ES)	6F	3.20	1.00	0.0150	670	0.0044	0.0111	0.0035	OK	0.0041	0.0102	1.0842	0.0032	OK
Rx(RS)-Rx(ES)	5F	3.20	1.00	0.0150	587	0.0049	0.0123	0.0039	OK	0.0045	0.0112	1.1047	0.0035	OK
Rx(RS)-Rx(ES)	4F	3.20	1.00	0.0150	499	0.0055	0.0137	0.0043	OK	0.0048	0.0120	1.1381	0.0037	OK
Rx(RS)-Rx(ES)	3F	3.20	1.00	0.0150	411	0.0059	0.0148	0.0046	OK	0.0051	0.0126	1.1670	0.0040	OK
Rx(RS)-Rx(ES)	2F	3.20	1.00	0.0150	323	0.0062	0.0155	0.0049	OK	0.0052	0.0130	1.1968	0.0041	OK
Rx(RS)-Rx(ES)	1F	3.20	1.00	0.0150	235	0.0063	0.0159	0.0050	OK	0.0051	0.0128	1.2345	0.0040	OK
Rx(RS)-Rx(ES)	B1	4.20	1.00	0.0150	147	0.0083	0.0207	0.0049	OK	0.0063	0.0158	1.3047	0.0038	OK
Rx(RS)-Rx(ES)	B2	3.60	1.00	0.0150	50	0.0058	0.0144	0.0040	OK	0.0042	0.0105	1.3720	0.0029	OK
Rx(RS)-Rx(ES)	B3	3.60	1.00	0.0150	1	0.0035	0.0088	0.0025	OK	0.0023	0.0058	1.5283	0.0016	OK
Ry(RS)+Ry(ES)	6F	3.20	1.00	0.0150	688	0.0039	0.0098	0.0031	OK	0.0023	0.0056	1.7351	0.0018	OK
Ry(RS)+Ry(ES)	5F	3.20	1.00	0.0150	600	0.0044	0.0110	0.0035	OK	0.0026	0.0064	1.7323	0.0020	OK
Ry(RS)+Ry(ES)	4F	3.20	1.00	0.0150	512	0.0049	0.0124	0.0039	OK	0.0029	0.0071	1.7289	0.0022	OK
Ry(RS)+Ry(ES)	3F	3.20	1.00	0.0150	424	0.0054	0.0135	0.0042	OK	0.0031	0.0078	1.7385	0.0024	OK
Ry(RS)+Ry(ES)	2F	3.20	1.00	0.0150	336	0.0058	0.0144	0.0045	OK	0.0033	0.0082	1.7445	0.0026	OK
Ry(RS)+Ry(ES)	1F	3.20	1.00	0.0150	248	0.0059	0.0148	0.0046	OK	0.0034	0.0085	1.7372	0.0027	OK
Ry(RS)+Ry(ES)	B1	4.20	1.00	0.0150	168	0.0077	0.0194	0.0046	OK	0.0044	0.0111	1.7512	0.0026	OK
Ry(RS)+Ry(ES)	B2	3.60	1.00	0.0150	85	0.0055	0.0137	0.0038	OK	0.0031	0.0079	1.7436	0.0022	OK
Ry(RS)+Ry(ES)	B3	3.60	1.00	0.0150	36	0.0033	0.0082	0.0023	OK	0.0019	0.0047	1.7241	0.0013	OK
Ry(RS)-Ry(ES)	6F	3.20	1.00	0.0150	670	0.0043	0.0109	0.0034	OK	0.0024	0.0059	1.8288	0.0019	OK
Ry(RS)-Ry(ES)	5F	3.20	1.00	0.0150	582	0.0049	0.0122	0.0038	OK	0.0027	0.0067	1.8275	0.0021	OK
Ry(RS)-Ry(ES)	4F	3.20	1.00	0.0150	494	0.0054	0.0135	0.0042	OK	0.0030	0.0074	1.8097	0.0023	OK
Ry(RS)-Ry(ES)	3F	3.20	1.00	0.0150	406	0.0058	0.0145	0.0045	OK	0.0032	0.0081	1.7973	0.0025	OK
Ry(RS)-Ry(ES)	2F	3.20	1.00	0.0150	318	0.0061	0.0152	0.0048	OK	0.0034	0.0085	1.7837	0.0027	OK
Ry(RS)-Ry(ES)	1F	3.20	1.00	0.0150	230	0.0062	0.0156	0.0049	OK	0.0035	0.0088	1.7686	0.0027	OK
Ry(RS)-Ry(ES)	B1	4.20	1.00	0.0150	142	0.0081	0.0202	0.0048	OK	0.0046	0.0115	1.7586	0.0027	OK
Ry(RS)-Ry(ES)	B2	3.60	1.00	0.0150	65	0.0057	0.0143	0.0040	OK	0.0033	0.0082	1.7427	0.0023	OK
Ry(RS)-Ry(ES)	B3	3.60	1.00	0.0150	16	0.0036	0.0089	0.0025	OK	0.0020	0.0051	1.7686	0.0014	OK

[그림 4-14] 지진하중 횡변위 검토

3. 유닛 화장실 설치 및 당해층 배관

○ 본 연구에서 제시하는 화장실 시스템은 [표 4-9]와 같이 하나의 제품처럼 일체로 공장에서 제작되는 화장실로, 관련 가구 및 배관을 사전 제작하여 현장으로 운반해 온 뒤에는 수직 샤프트에 연결만 하는 방식임. 이러한 방식의 화장실은 일반적으로 당해층 배관 방식이며 공업화 주택 중 모듈러 주택도 이와 같은 방식으로 제작할 수 있음.

[표 4-9] 유닛 화장실 제작 사례

유닛화장실 자재	완성품	현장운반
		

[출처] ㈜스타우스 제공

○ 당해층 배관으로 할 경우 양변기의 배수소음이 당해층 슬라브 위에서 발생하여 배수소음이 상당부분 해당층 내에 흡수됨. 벽배수 양변기나 기존 양변기와 같은 바닥배수 방식 모두 하부층 전달소음이 20%이상 감소함(최해권,2012[58];양현정 · 김수암,2017[59]). 이와 같은 층상배관 방식은 양변기의 배수소음이 당해층 슬라브 위에서 발생하고, 배수 소음이 상당부분 해당층 내에서 흡수됨. 하부층 전달소음이 기존 양변기 소음도 기준 1/3으로 감소하며 실제 측정 자료를 보면 다음 [표 4-10]과 같음.

58) 최해권(2012), "공동주택 세면욕실의 당해층 이중배관 시스템 ", 「대한설비공학회 학술발표대회논문집」, 701-705.

59) 양현정·김수암(2017), "장수명 주택의 화장실 층상배관 시스템 기술 분석 및 가변 용이성 모색 연구 ", 「한국주거학회논문집」, 28(4): 1-9.

[표 4-10] 층간소음 비교

구분	기존 양변기(층하배관)		벽배수 양변기(당해층 배관)	
	당해세대	하부세대	당해세대	하부세대
1차	69	42	67	31
2차	70	44	69	32
3차	67	43	66	33
평 균	69	43	68	32

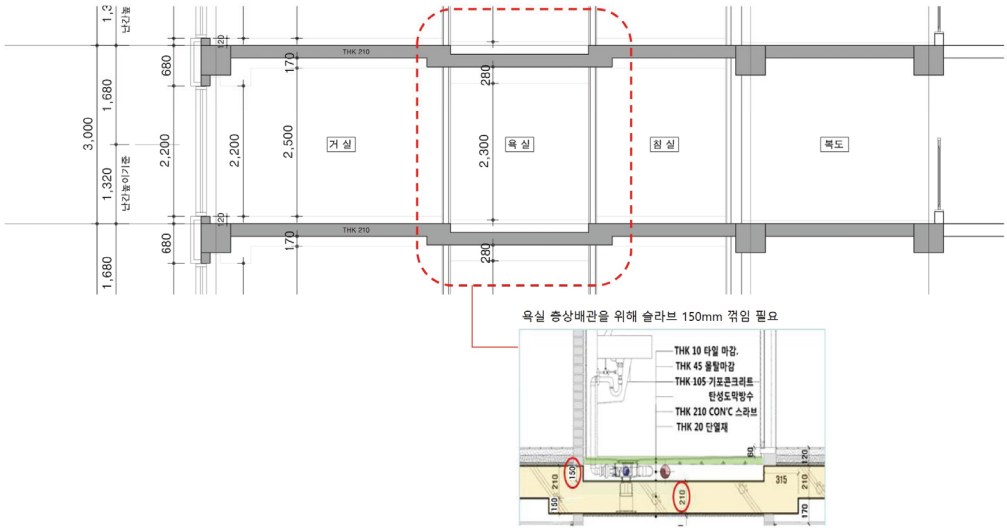
* 측정 조건 : 30분 간격 3회 측정
** 측정 기기 :소음테스트기 NL-05
[출처] 대림 B&Co 기술자료

○ [그림 4-15] 환경부 '환경통계포털' 에서 제시하는 바와 같이 수면에 영향을 미치기 시작하는 소음은 40dB이상이며, 50dB부터는 불쾌함을 호소하는 사람들이 증가하며, 60dB이상의 소음은 신체적 건강에 영향을 미칠 수 있음. 층하배관 방식을 가진 기존 양변기의 경우 [표 4-10]과 같이 하부 세대에 미치는 소음이 40dB를 초과함. 공동주택 간 대표적 분쟁 사례가 층간소음 및 누수인데, 이에 대한 근본적 해결 대안이 '당해층 배관' 방식임. 그러나 바닥 구조의 단차가 발생할 수 있어 시공상 난제가 생김.



[그림 4-15] 소음에 따른 일상 생활의 영향정도 (출처: 환경부 환경통계포털)

○ 세부적으로 고려할 주동의 단면 계획 중에 설비의 배관시스템에 의해 계획이 결정되는 부분이 다수 발생함. 매우 중요한 결정사항이 화장실 오배수 배관 방식이며, 층상배관으로 계획하여 슬라브 단차계획이 필요함. 화장수 오배수 배관을 층상으로 계획시 해당 부위 슬라브를 150mm이상 아래로 내려 계획해야 함. 이러한 계획의 경우 화장실 배관 부분에 한하여 부분적인 슬라브 다운(slab down)을 고려할 수 있으나, 구조나 시공성의 문제로 화장실 오배수배관이 포함된 슬라브 전체를 아래로 내려야 함. 단위세대 계획시 거실 천정설비공간은 180~200mm이상 확보해야 하며, 화장실 층상배관 계획시 슬라브 다운 하부에 배기덕트 설치공간이 추가 확보되어야 하므로 거실 천장 설비공간은 약 330mm이상 필요하며 건축 층고가 높아지는 단점이 있음.

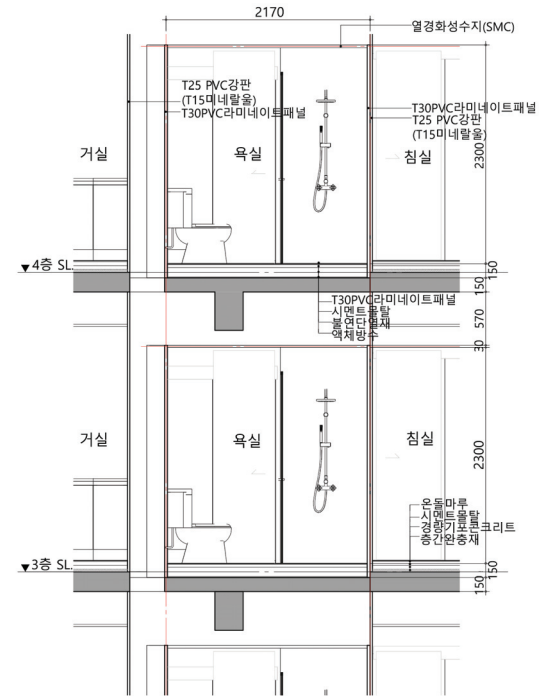
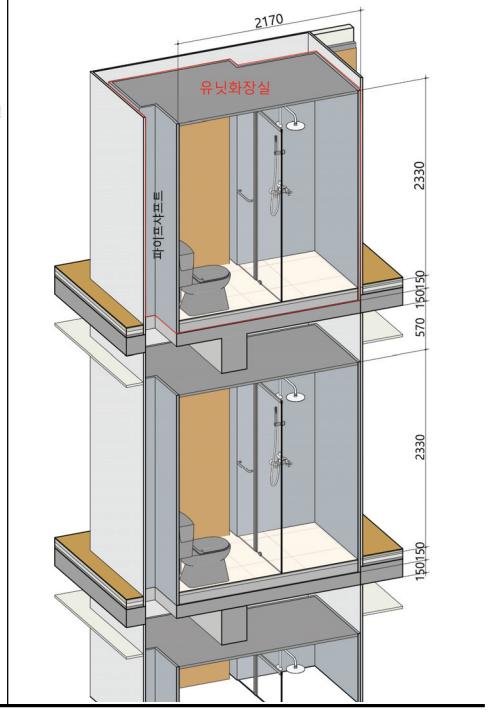


[그림 4-16] 층상배관을 위한 바닥단차 계획

○ [표 4-11]과 같이 당해층 층상배관을 택할 경우 슬라브를 낮춰야 하는 문제가 발생하는데, 물 쓰는 공간과 그렇지 않은 공간의 구조 위 마감 높이가 유사하여 슬리퍼가 걸리지 않고 문을 닫을 수 있는 높이인 5cm 만큼 차이가 발생하는 경우가 많음. 본 연구의 계획안은 문 앞 5cm단차를 두지 않고 구배만 적용했음. 바닥 높이 차이는 두 가지 방식으로 해결할 수 있음. 화장실 배관을 포함하는 슬라브 전체 높이를 낮추는 방식과 화장실 부분만 슬라

브 두께를 줄이는 방법이 있는데 본 연구의 합성보 시스템은 두 방법 모두 가능하지만 화장실 부분만 슬라브 두께를 줄이는 방법이 간편하기 때문에 이 방법을 적용하였음. 화장실 슬라브 두께는 150mm, 이를 제외한 부분의 슬라브는 210mm로 계획했음. '표준바닥구조[60]' 에서 라멘 구조인 경우 150mm이상 적용하는 것이 기준이므로 모든 구간 법적 기준을 충족함.

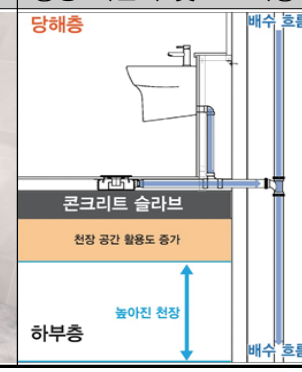
[표 4-11] 유닛화장실 계획 단면 상세도

유닛 화장실 상세 단면도	유닛 화장실 단면개념도
	

○ 본 연구 계획안의 층상배관 방식은 [표 4-11]과 같이 계획했으며, 층고가 문제가 될 경우 [표 4-12]와 같은 건식벽체 층상배관 공법을 고려할 수 있음. 즉, 벽걸이형 위생기구를 설치하고 벽체 매립방식으로 배관이 위생기구 후면 건식 벽체 내 층상으로 형성되는 공법임.

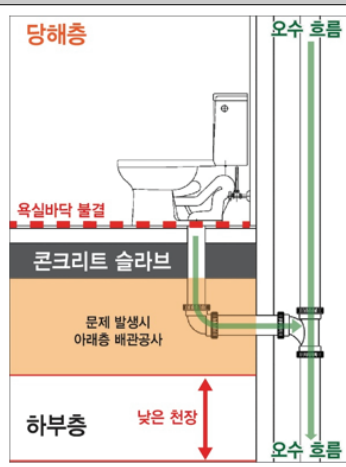
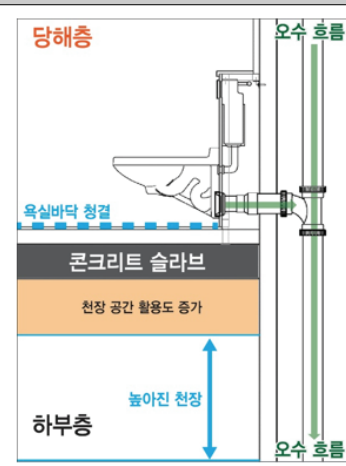
60) 표준바닥구조 : 국토교통부 고시 제2015-319호 「소음방지를 위한 층간 바닥충격음 차단 구조기준」 제 2조(정의) 2항 표준바닥구조란 중량 충격음 및 경량 충격음을 차단하기 위하여 콘크리트 슬라브, 완충재, 마감 모르타르, 바닥마감재 등으로 구성된 일체형 바닥구조를 말한다.

[표 4-12] 건식벽체 층상배관 공법

배관 시공 3D이미지	층상 세면기 및 F.D시공
	

○ 기존 LH에서 일반적으로 적용하는 층하 오수배관 시공법과 벽체 매립 방식의 층상 오수배관 시공법을 비교하면 다음 [표 4-13]과 같음. 양변기의 도기 방식이 달라지며 이러한 차이로 다음과 같은 장점이 있음. 기존 바닥 배수형 양변기의 경우 고정 및 밀결을 위한 바닥 거치면 접착재료 예를 들면 실리콘 또는 벽시멘트의 노출로 인해 이물질 부착 및 악취 발생 우려가 있음. 벽 배수 양변기는 고정 레일 혹은 벽면 앙카를 이용해 도기를 고정하므로 바닥면에 벽도의 접착 재료가 필요치 않음.

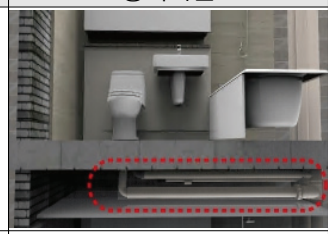
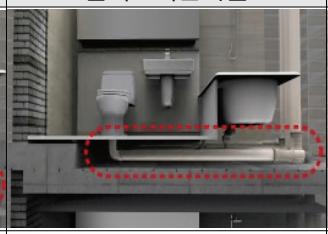
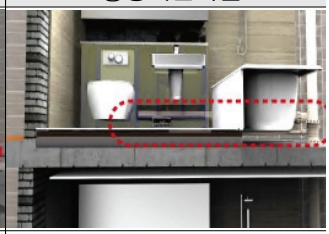
[표 4-13] 화장실 오배수 방식 비교

습식 층하배관 방식	건식벽체 층상배수 방식
	

○ 이러한 계획 방법은 [표 4-21]에서 제시하는 바와 같이 장수명 인증기준의 '가변성-인필-배관[61]', '물사용 공간의 가변성[62]' 을 충족시킬 수 있고, 수리용이성에서 '배관, 배선의 수선 교체가 용이한 설계[63]' 기준을 충족시키는 데도 용이한 방식임. 이와 같이 유닛 화장실에 최적화된 시공방식은 여러 항목의 배점을 받을 수 있음. 유닛 화장실은 슬라브 공사가 완료된 후 현장으로 옮겨와 각 위치에 놓고 배관 연결을 하면 관련 공사가 완료되고 공간 변형시에도 유닛 화장실을 제거하거나 위치를 옮기면 되므로 공사가 매우 간편해 짐.

○ LH에서는 장수명주택 양호등급 인증을 위하여 장기 임대지구 시스템욕실(UBR)을 층간소음 저감효과가 있는 층상벽면배관으로 시범적용 중임. [표 4-14]와 같이 각각의 특징이 있으며, 층상배관과 층하배관 동일하게 "기계설계지침 제12조 오·배수 및 통기설비" 에 따라 D100의 동일한 배관경을 적용함.

[표 4-14] LH공동주택 적용 욕실 오·배수 배관공법 비교

구분	층하배관	슬라브다운배관	층상벽면배관
사진			
LH 적용	일반지구 설계 적용	설계 미적용	장수명주택 양호등급지구 설계 적용
특징	화장실 층간소음 전달, 배관 누수 및 유지보수 시 아래층 피해 발생	화장실 층간소음 저감, 배관 누수 및 유지 보수 시 바닥 파취	화장실 층간소음 저감, 배관 누수 및 유지 보수 시 당해층 해결

[출처] LH공공주택설비처 보고자료(2021.12), 층간소음 방지를 위한 장기임대지구 층상벽면배관 설계개선(안)

○ LH에서 시범적용한 장수명주택 실증단지의 욕실소음 측정 결과는 다음 [표 4-15]와 같음. LH는 저소음관[64]을 사용하므로 저감효과가 적지만, 일반적으로

61) 욕실, 화장실 당해층 배관 6점
62) 욕실 이동후 평면, 설비도면 제시 3점, 부엌, 주방 이동후 설비도면 제시 2점
63) 2중관, 이중바닥, 건식벽체 설치한 경우도 인정 5점
64) LHCS 31 20 15 40 PVC배관 및 이음부속 〔표 2.2-4〕 기기별 소음성능 기준 (단위 : dB)

구 분	양변기 배관	세면기 배관	욕조 배관
소음성능	53이하	48이하	46이하

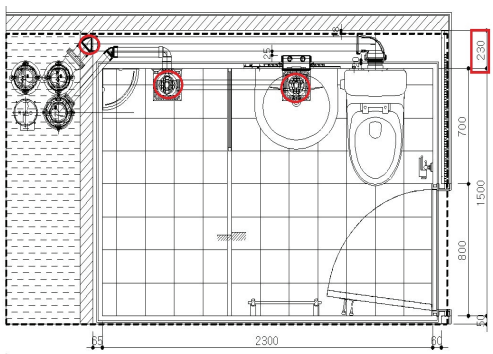
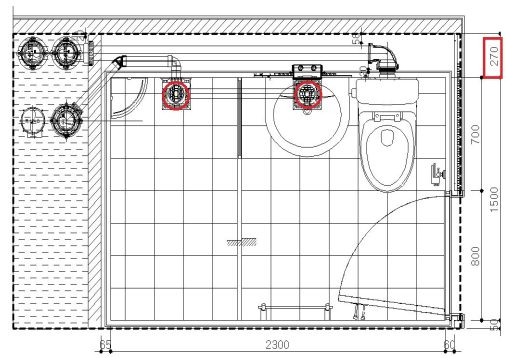
는 [표 4-10]과 같이 더 커질 수 있음.

[표 4-15] 배관 방식에 따른 배수소음 비교

구분	층하배관 배수소음(저소음관)	층상배관 배수소음(층상벽면배관)	저감효과	비고
LH 장수명주택 욕실소음 측정	46 dB	38 dB	8 dB	하부욕실 측정

○ 이러한 장점에도 불구하고 선결되어야 하는 문제들이 있음. 첫째, 욕실 층상벽면 배관 적용시 벽면에 배관을 설치하기 위한 공간이 필요하며 기존 욕실 평면에서 욕실문과 양변기 사이의 공간이 불충분 할 수 있음. 이를 해결하기 위해 오수 배관경은 D100에서 D75로 변경 적용하면 선반 내부에 25mm의 공간을 확보할 수 있음. D75오수배관 사용시 배관선반 공간 내 전체 230~270mm가 필요하며, 이를 계획에 반영함. LH에서는 2022년 2월부터 장기임대 장수명주택 양호등급 층상벽면배관 설계지구부터 적용하여 확대하기로 함. 설계 적용안은 다음 [표 4-16]과 같음.

[표 4-16] 층상벽면배관 선반 최소 폭 검토

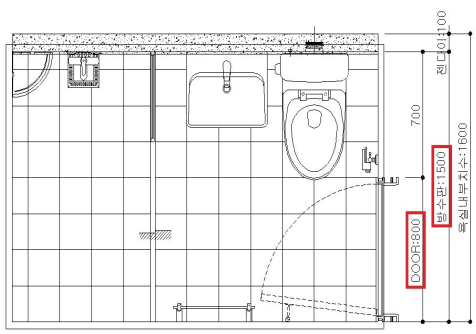
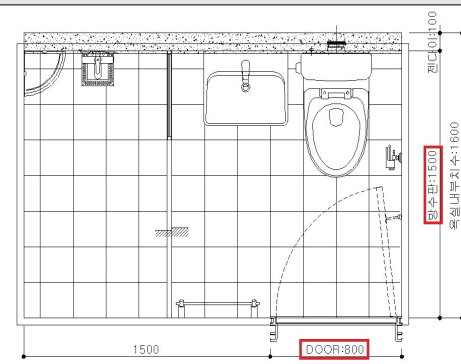
입상관 45도 엘보연결, 양변기 엘보(DRF 100×75)	입상관 90도 엘보연결, 양변기 엘보(DRF 100×75)
	
배관 설치 최소 공간 230 mm * 배수트랩 2개소 (현기준)	배관 설치 최소 공간 270 mm * 입상배관 고정대 공간 확보 필요 배수트랩 2개소 (현기준)

[출처] LH공공주택설비처 보고자료(2021.12), 층간소음 방지를 위한 장기임대지구 층상벽면배관 설계개선(안)

※ 단, 소음성능 기준을 만족하는 범위에서 동일한 시험방법으로 실시한 일반용 경질염화비닐관(KS M 3404의 VG2)과의 소음레벨 차가 5dB 이상이어야 한다.

○ 둘째, 배관 누수 및 하자가 생길 경우 피해를 최소화하고 점검이 용이하도록 해야 함. 바닥의 방수판 설치 등 예방책도 필요함. LH공공주택 설비처(2021) 보고자료에서 제시한 층상배관 점검방법은 다음과 [그림 4-17]과 같음. LH 공공주택설비처 보고자료(2021)에서 제시한 LH적용 방식의 겨우, 방수판은 1500mm를 설치하며, 방수판이 1400mm이하 경우 측벽 폭의 문제로 욕실 문 800mm 설치가 불가하며, 폭이 750mm인 문을 설치해야 함. 방수판은 습기와 노출되는 전면에 부착해야 하며, 방수 기능이 있는 재료를 적용할 경우 설치하지 않을 수 있음. 본 연구에서는 방수기능이 포함된 자재 즉 라미네이트 패널을 적용하여 공사절차를 간소화함.

[표 4-17] 욕실 방수판 설치

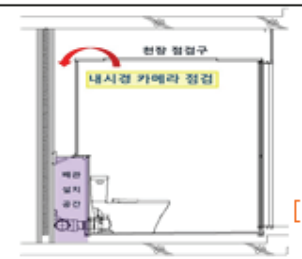
측면개폐	정면개폐
	

[출처] LH공공주택설비처 보고자료(2021.12), 층간소음 방지를 위한 장기임대지구 층상벽면배관 설계개선(안)

■ (배관 점검구) 시스템 욕실 선반 상반 분리 시 배관 점검이 가능하며, 내시경 카메라를 사용할 경우 시스템 욕실 천정 점검구를 통하여 배관 점검 가능

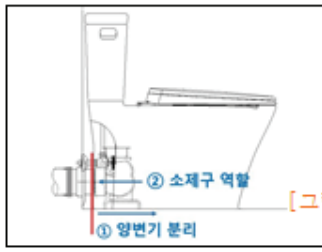


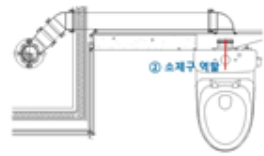
선반 상판 탈착 가능(점검구)



내시경 카메라 점검

■ (배관 소제구) 막힘 하자 발생 시 벽면 양변기 제거 후 배관 소제 가능







■ (벽 판넬 해체) 시스템 욕실 선반 내 배관 유지보수를 위한 벽 판넬 해체 방법



1 선반, 수전, 도기 제거



2 브라켓 해체



3 판넬 고정볼트 해체



4 판넬 분리



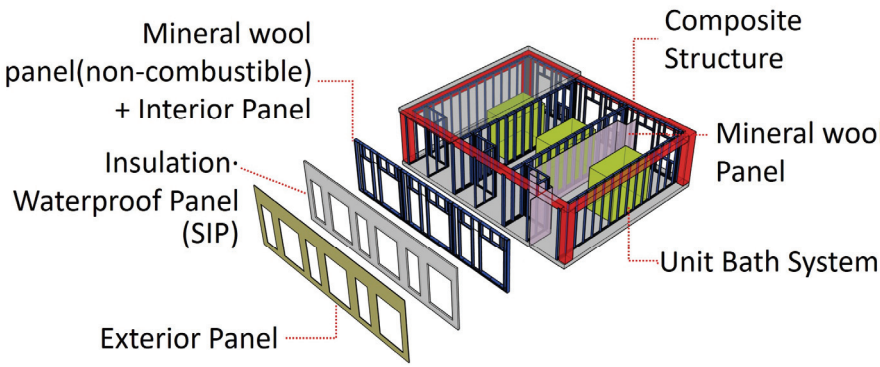
5 배관 고정 볼트 해체



6 하부 벽 판넬 해체

[그림 4-17] LH시스템 욕실 층상배관 점검방법

4. 벽체의 공업화 제품 적용



[그림 4-18] 공업화제품 적용 개념도

○ 장수명 주택 인증 기준 가변성 부분에는 [표 4-22]와 같이 '건식벽체 비율' 과 '외벽체의 공업화 제품 및 교체 용이성' 이 있음. 이러한 설계요소는 리모델링을 용이하게 하므로 '수리용이성' 과도 매우 밀접하게 관련이 있음. 외벽 벽체의 공업화 제품은 모듈러 주택 관련 새로운 자재가 개발되어 선택의 폭이 점점 넓어지는 추세임. 단열 및 방수기능을 함께 충족시킬 수 있는 구조용 단열패널(Structural Insulated Panel)을 활용한 외벽 벽체의 공업화 제품은 하지 철물을 공장에서 일체화시켜 출고하여 현장에서 하지철물에 건식마감재 취부를 위한 최소한의 작업만 하여 외벽을 완성할 수 있음.

○ 이러한 자재는 기존 습식공사와 비교하여 대부분 경량화 되어있고 고단열 성능을 갖는 단열재를 활용하는 것이 특징임. 단열과 구조성능을 한 개의 패널로 해결하는 방식인 SIP패널은 하지철물인 스틸스터드 설치 등을 생략하고 패널로 공간을 구획하는 것도 가능함. '국립의료원[65]' 외벽공사에 이와 같은 방식을 적용하여 시공했으며, 다음 [표 4-18]과 같음.

○ 그러나 준불연재이므로 주택에서는 불연성능을 강화하여 불연재 및 미네랄울 패널과 함께 사용해야 하며, 본 계획에서는 [표 4-19], [표 4-20], [그림 4-19], [그림 4-20]과 같이 외벽 및 내벽에 공업화 제품을 활용했음.

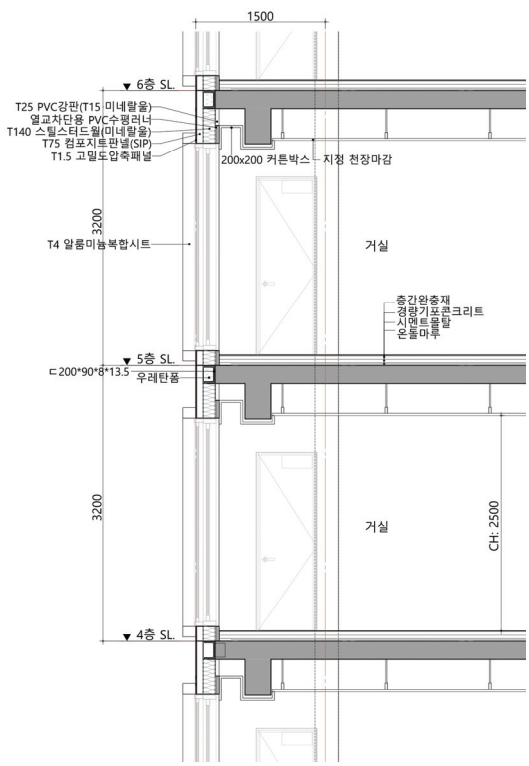
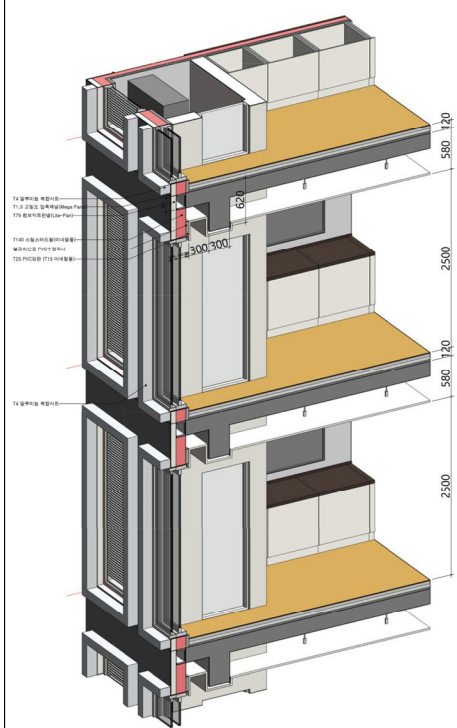
65) 국립의료원 음압격리병동 2020년 9월 시공에 적용 〔참조〕 https://youtu.be/K90bxVSjwcE

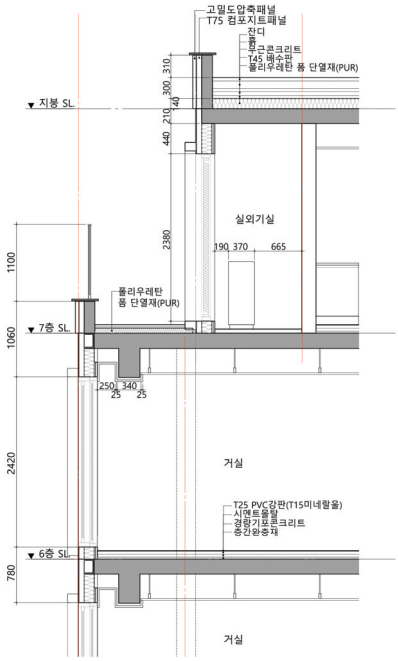
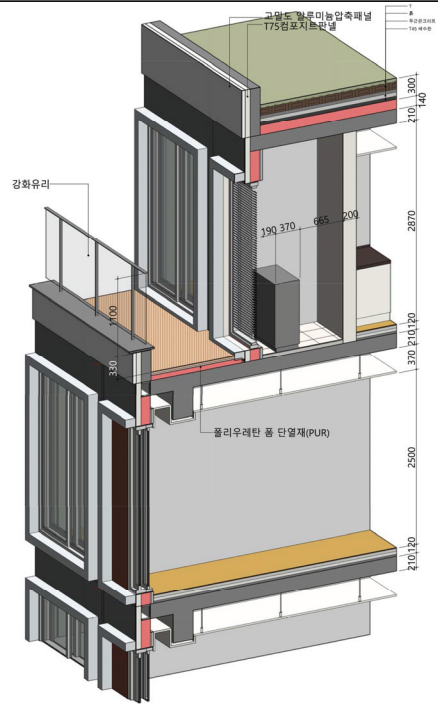
[표 4-18] 국립의료원 음압격리병동(2020.09) 외벽 복합패널 시공사진

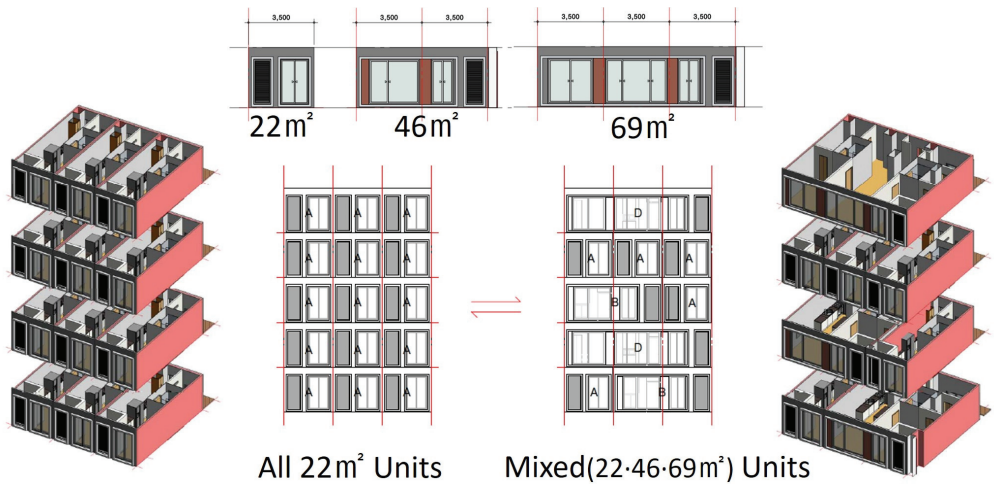
외벽 시공 방법	외벽 패널 접합부
	  

[출처] Axia Materials 회사제품 소개 브로슈어

[표 4-19] 외벽 단면도

외벽 단면상세(4~6층)	외벽 단면(4~6층) 3D
	

외벽 단면상세(최상층)	외벽 단면상세(최상층) 3D
	

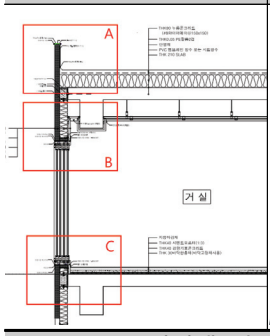
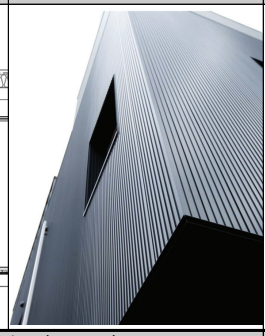
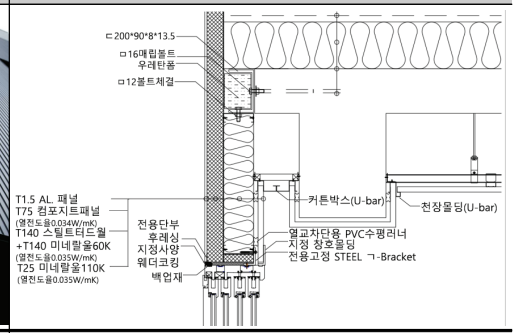
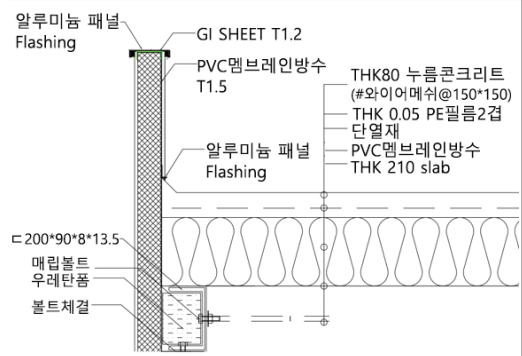
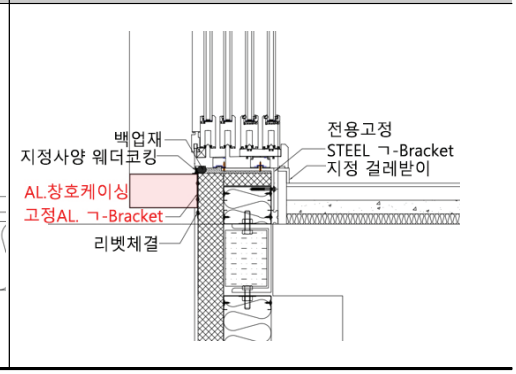


[그림 4-19] 외벽체의 공업화제품 패널 계획(안)

○ 외벽벽체의 공업화 제품 적용은 [그림 4-19]와 같이 가변적인 평면에 맞춰 입면 변경도 가능함. 실의 사용에 맞게 창이 계획되어야 할 경우 변경이 필요한 벽의 패널 만 교체할 수 있도록 층고와 한 세대 모듈인 폭3.5m에 맞춰 한판으로 생산되는 패널의 규격을 정할 수 있으며 본 연구에서는 이러한 방식으로 변경 될 수 있는 다양한 입면을 고려하여 조화를 이루도록 입면패널 디자인을 완성하였음.

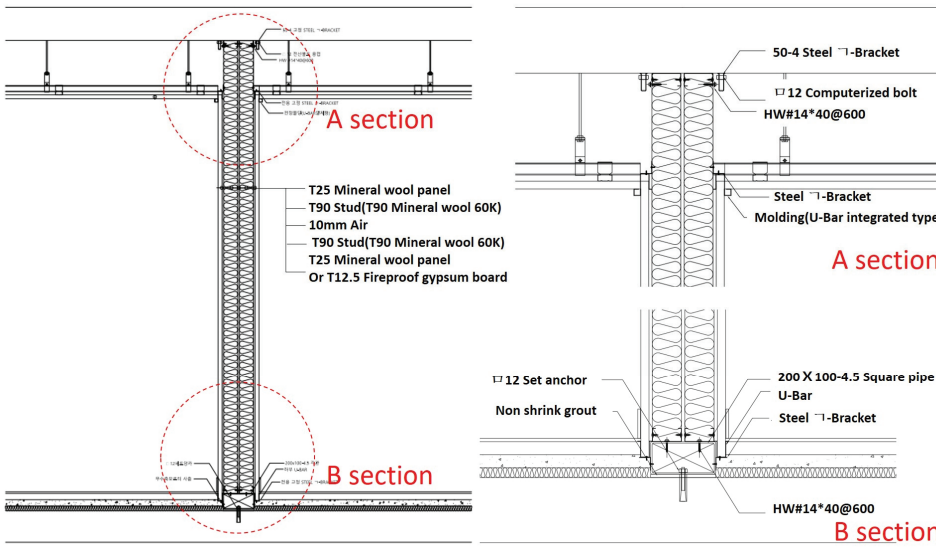
○ 외장재로 사용한 재료는 알루미늄 압축패널 또는 메가패널(Mega panel)임. 메가 패널의 특징은 공장에서 생산한 패널을 자동 절단하는 방식으로 품질이 균일하고, 단순한 상세와 시공법으로 현장 조립 오류가 감소하여 시공 후 마감 상태가 공장 제작된 제품과 같이 정확하고 균일함.

[표 4-20] 외벽 상세단면도 및 입면 주재료 사진

<table>
<tr><th>외벽 단면도</th><th>알루미늄압축패널사진</th><th>창호상부 상세도(B부분)</th></tr>
<tr><td>
</td><td></td><td>
</td></tr>
<tr><th>파라펫 상세도(A부분)</th><th colspan="2">창호하부 상세도(C부분)*</th></tr>
<tr><td>
</td><td colspan="2">
</td></tr>
</table>

[주] * AL.창호케이싱이 있는 경우 도면 : 붉은 색 표기부분 추가(상하부 고정방법 동일)

○ 내부 건식벽체는 [그림 4-20]과 같이 기둥을 제외한 모든 벽체를 건식벽체로 계획했음. 내부 건식벽 공사방법은 SIP패널보다 복잡하지만 불연재인 미네랄을 패널을 적용하고 구조체에 고정하여 화재시 불연성능을 확보하도록 계획했음. 이러한 계획으로 장수명 주택 인증기준 가변성 필수항목 '가변 용이성 구법' 8점 중 천장 및 바닥과 관련된 2개 항목은 충족할 수 없어 최대 6점획득이 가능함. 그러나 충족하도록 계획할 경우 내화성능 및 벽이 부착되는 천장재 및 바닥재의 변형 등 문제 소지가 있음.

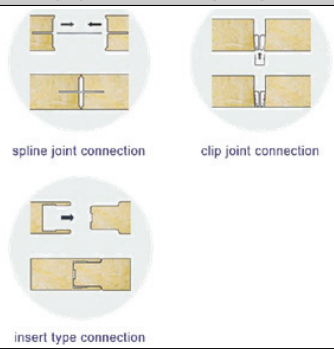
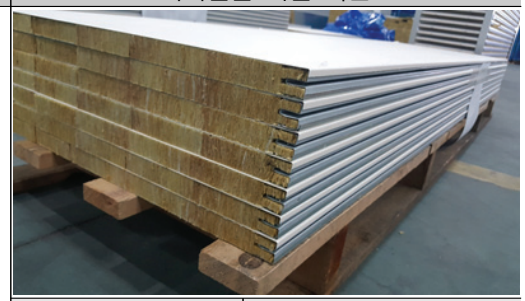


[그림 4-20] 내벽의 건식 패널벽체 상세 단면도

○ 미네랄 울 패널은 마감재 일체형으로 생산되는 '미네랄 울 메탈 패널[66]' 과 같은 방식 적용을 고려하여 설계도를 작성하였으며, 이러한 일체형 생산으로 다음과 같은 장점이 있음. 외장재와 유사하게 공장에서 생산하여 현장에서 단순 조립하여 품질이 균일하고 시공소음이 절감됨. 그리고 전 공정에서 폐기물도 감소하고 재활용도 가능함. 접합 부분은 여러 가지 형상으로 제작 가능하며 공장에서 생산됨. 본 연구에서는 [표 4-21]과 같은 형식의 미네랄 울 패널에 실내 마감재를 일체화하여 생산하는 자재를 활용하는 것으로 계획함.

66) 심재에 불연재를 충진하고 외부에 난연의 다양한 마감재를 조합한 판넬로 공장에서 생산되고 현장에서 단순 조립으로 별도의 마감공사 없이 시공하는 패널

[표 4-21] 미네랄 울 패널 마감재 일체형 공장생산 사진

<table>
<tr><th>미네랄울 패널 생산정보</th><th>미네랄울 패널 사진</th></tr>
<tr><td>
</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>시공 사진 / 완공 사진</td></tr>
<tr><td></td><td> </td></tr>
</table>

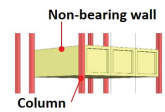
TECHNICAL SPEC.	DESCRIPTION
□Fire Class	B0 ~ A60 class
□Sound Reduction	Rw 31 ~ 46 dB
□Core Material	Mineral Wool
□Surface Material	0.6~0.7mm galvanized steel plate
□Finish	150㎛ PVC film with protective foil
□Thickness	25 ~ 100mm
□Width	550 ~ 600mm
□Length	2200 ~ 3000mm (Max.)

[자료제공] 스틸라이트

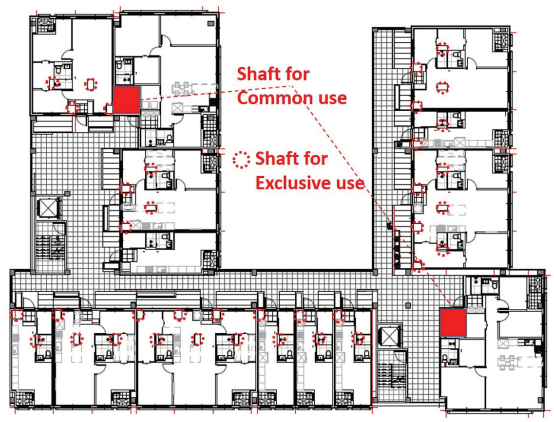
5. 장수명 주택 인증의 가변성 및 수리용이성 평가

○ 본 연구에서 제안하는 계획안에 대해 장수명주택 인증 기준별 취득 가능한 점수를 확인했음. 장수명주택 인증 기준은 공법과 관련 있는 요소와 건축설계로 충족할 수 있는 것으로 나뉨. 본 연구에서는 두 가지를 모두 충족하는 계획을 하며 가변형 평면계획과 그것을 구현 하는데 최적화된 기술을 적용하였음. 이러한 결과로 [표 4-22]과 [표 4-23]과 같이 장수명주택 인증 기준 중 '가변성' 및 '수리용이성 중 전용 부분' 기준 대부분을 충족할 수 있었음. 장수명주택 인증 기준 중 내구성 및 수리용이성 중 공용부분과 관련된 사항은 본 연구의 범위에서 제외했음.

[표 4-22] 장수명 주택 인증 '가변성' 항목 및 충족여부

항 목			득점(총 배점)
서포트 -구조방식	필수 ❶	내력벽 및 기둥의 길이비율(%) 세대내부 내력벽 및 기둥의 길이 /세대내부 전체벽 및 기둥의 길이*100  	15(15) 1급: 10% 미만
인필 - 벽체재료 및 시공방법	필수 ❷	세대내부 총 내부벽량 중 건식 벽체 비율(%) 세대내부 건식벽길이/세대내부 전체벽 길이 *100 -욕실/실내 PS, 실외기실 제외	5(5) 1급: 90%이상
	필수 ❸	가변 용이성 구법 \[3-1] 바닥의 최종마감재 이전공정을 파괴하지 않는 공법 (건식벽체 적용부분 대상) [3-2] 벽체의 최종마감재 이전공정을 파괴하지 않는 공법 [3-3] 천장의 최종마감재 이전공정을 파괴하지 않는 공법 [3-4] 부품화 : 가구식,패널식, 혼합식	6(8) [3-1]에서 [3-3]까지 3개 이상 적용 또는 [3-4] 부품화 항목만족
인필 -배관	선택 ❶	욕실/화장실 당해층 배관 -벽면 배관공법(양변기, 세면기) -바닥 단차(Slab down) 없는 공법 -바닥 단차(Slab down) 있는 공법 등	6(6) 1급:벽면배관공법+건식마감
서포트 - 층고	선택 ❷	층고 상승 50mm 당 가점 1점:□3,000mm부터 가점	4(4) 층고 3.2m
인필 -공간의 가변성	선택 ❸	건식2중바닥 - 설비 설치 및 유지관리 가능한 높이(최소 25cm 이상+PS에서 1m 초과 시 1/100 수평거리)	0(4) (건식 2중바닥 2점):일부적용
인필- 물사용공간의 가변성	선택 ❹	욕실(화장실) 이동 : 이동 후 평면, 설비도면 제시	3(3) 가능하도록 설계
	선택 ❺	부엌(주방) 이동:이동 후 평면, 설비도면 제시	2(2) 가능하도록 설계
인필-외벽의 가변성및 공업화공법	선택 ❻	외벽벽체의 공업화 제품 및 교체 가능한 공법 -프리캐스트(PC), 프리패브(Prefab) 공법 등	3(3) 프리패브 공법 적용

[표 4-23] 장수명 주택 인증 '수리용이성' 항목 및 충족여부

평가대상	평가항목 및 평가세부 항목		득점(총 배점)
1. 개보수 및 점검의 용이성 [15점]	필수 ❶	공용배관과 전용설비공간의 독립성 확보 (오배수, 우수 배관, 수직 환기 · 배기공간(AS) 제외)  A site _ 2~6th floor Plan	5(5)
	필수 ❷	배관, 배선의 수선교체가 용이하게 설계 – 2중관, 이중바닥, 건식벽체설치를 한 경우도 인정 – 온돌배관 공용부에서 전용부 구조체 관통부 제외	5(5)
	선택 ❶	배관·배선의 구조체 매설 금지	2(2)
	선택 ❷	온돌의 건식: 적용 범위 전체	3(3)
2. 세대 수평 분리 계획 [5점]	선택 ❸	분할 사용계획 시 구분소유 평면으로 건축평면의 분리 가능성	2(5)
		[3-1] 공간계획 적용 [현관분리, 현관분리 시 전기통신 세대분전반의 별도공간 확보 또는 여유 공간계획 수립]* 단, 최소 분리 세대비율은 한 개 이상의 입상배관을 공유한 세대로 일정 세대 비율 확보 시 해당 점수 부여	2(2)
	선택 ❹	[3-2] 설비계획 적용 [세탁기 배수입상관, 주방 수직 환기 · 배기공간(AS)/ 수직배관 공간(PS), 에어컨	0(3)

		배관(실외기 같이 사용)등, 세대분할에 따른 세대와 전기/통신 간선배관공간의 별도공간 확보 또는 여유 공간계획 수립] * 단, 최소 분리 세대비율은 한 개 이상의 입상배관을 공유한 세대로 일정 세대 비율 확보 시 해당 점수 부여	

○ '장수명 주택인증' 에서 구조를 평가하는 '내구성' 에 대해서는 전제하고 있는 기본적인 구조인 RC구조와 다른 구조 방식이므로 평가하기 어려우므로 본 연구에서는 고려하지 않음. 그러나 OSC공법을 적용한 라멘 구조의 경우 '내구성' 최우수 등급에 준하는 성능을 가질 수 있을 것으로 판단함.

○ 내구성을 최우수 등급으로 가정할 경우 장수명 주택 우수등급, 즉 80점 이상을 획득하는 게 용이함. 본 연구에서 [표 4-22]에서 계획안으로 입증한 '가변성' 은 총 50점 중 44점 충족으로 1급, 즉 35점 획득할 수 있고, [표 4-22] '가변용이성' 중 전용부분은 총 20점 중 17점 충족으로 1급 즉, 15점을 획득할 수 있음. 이와같이 본 연구에서 제시하는 계획 모델과 같은 OSC기반 공동주택은 장수명 주택인증을 통해 활성화하고자 하는 주택의 형태에 부합함.

○ 장수명 주택 인증은 공업화 주택과 함께 발전해야 함. 두 주택의 형식 모두 자재 소비를 줄이거나 시공 중 폐기물을 줄여 탄소배출량을 줄이는 효과가 있음. 이에 대해 활성화를 위해 전기자동차와 같이 소비자에게 지원을 하는 제도 도입을 고려할 수 있으며, 이러한 경우 두 유형의 주택은 탄소배출량을 저감하는 효과만큼 지원하는 방안을 강구할 수 있음.

○ 장수명 주택의 경우 거주하며 두 세대 통합으로 면적을 확장할 경우 자재 소비를 줄이는 효과가 있으므로 면적 증가분에 대해 세금이 크게 증액되지 않도록 세제 혜택을 도입하는 것도 활성화에 도움이 될 것임.

제 5 장
결 론

LAND & HOUSING INSTITUTE

제5장 결 론

1. 연구의 결론

○ 기존 도시조직을 파괴하지 않고 노후화된 주거지를 정비할 수 있는 모델이 활성화되기 위해서는 공사 중 소음, 분진 등 주변 지역에 미치는 영향이 적어야 하며 이를 위해 OSC공법이 활용될 수 있음. 공장에서 일정 부분 생산되는 공업화주택은 현장 공기가 단축되고, 신소재 공업화 제품 활용으로 탄소배출 저감의 가능성도 높음. 본 연구의 계획안은 소규모 주택정비사업 중 '가로주택정비사업'의 모델임.

○ 인구·사회구조가 급변하는 상황에서는 거주자, 가족구성, 생활양식 변화에 유연하게 대응하며 건물의 수명만큼 활용할 수 있는 공동주택 모델이 필요함.

○ 본 연구에서는 건물의 기능 및 물리적 장수명화를 위해 서포트와 인필로 구분되는 라멘 구조를 활용한 가변형 공동주택 계획모델을 제시함. 이와 같이 OSC공법을 활용한 라멘 구조 공동주택은 '장수명주택 인증기준' 중 '가변성' 및 '수리용이성'을 충족하는데 유리함. 이를 통해 비용절감, 성능향상, 거주자 만족도 향상을 기대할 수 있으며, 이는 장수명 주택과 유사하므로 이러한 주택을 포괄할 수 있도록 '장수명 주택 인증' 제도 개선이 필요함.

○ 이러한 건물의 기능적 장수명화로 공동주택 외관 및 도시 경관에도 변화가 생길 수 있음. 이러한 변화는 장기적으로 건설업의 안전 및 생산성 개선, 탄소배출 저감 등을 통해 ESG(Environment, Social, Governance)경영 및 지속가능성에도 기여 할 수 있음.

2. 연구의 한계 및 향후 과제

○ 본 연구에서 제시하는 바와 같이 장수명 인증기준과 OSC공법 주택은 같은 방향으로 추진되어야 함. 그러나 제도 개선 부분에 대해서는 제안하지 않음. 그리고 본 연구에서 제안하는 모델과 같이 평면을 통합 및 분리 할 경우 세대수 및 면적 변경으로 수반되는 세제 기준에 대한 고려가 필요함. 공업화 주택 및 장수명 주택을 활성화 하기 위해서는 이러한 요소들을 고려하여 법 및 제도를 개선해야 함.

○ 본 연구에서 제시하는 주택 계획안은 기본설계 즉, 건물의 주동 형태 및 주호의 배치, 외벽 시공 방안 등에 대해서는 제시하고 있으나, 세부적인 디자인에 대해서는 고려하지 않음. 외벽 패널이 공장생산 되는 것을 가정하면 다양한 형태 및 색상의 디자인이 가능하지만, 디자인 대안에 대한 부분은 연구 범위에서 제외함. 실제 대상지 주변과의 조화 및 건축물의 완성도를 위해서는 미관에 대한 다양한 계획안 비교가 필요하지만, LH에서 실시설계의 디자인, 즉 세부적인 디자인에 대해서는 결정하지 않으므로 이에 대해서는 연구범위에서 제외함. 대신 공업화 공법을 활용한 기술에 집중하여 계획안을 제안하였으며, 이를 통해 공업화 공법의 장•단점을 인지하는데 유용하게 활용될 수 있음.

○ 본 연구에서 제시한 모델과 같은 공동주택 구축 시 가로와 면한 저층부와 주택부분은 구분하여 계획할 수 있으며, 주택 부분은 대상지의 여건에 따라 크게 달라지지 않을 것이라 가정함. 그리하여 본 연구에서는 1층 및 지하계획, 즉 비주거부분 및 옥외공간에 대해서는 간단히 계획함. 사업성 극대화를 위해서는 용적률을 최대로 확보해야 하며, 용적률 산정시 바닥면적에서 제외되는 생활SOC를 지역의 수요에 맞게 설정하고 계획해야 하나 이는 연구의 범위에서 제외함. 본 연구에서 제시하는 계획안은 구로2동 대상지에만 적합한 모델이기 보다는 노후 저층 주거지의 정비사업에 일반적으로 적용될 수 있는 모델로 계획함. 1층에서의 동선 연결 등도 실제 주택에서는 매우 중요한 사항이나 대상지의 여건을 세심히 해석한 계획보다는 주동 내부의 동선을 주로 고려하여 계획안을 제시함.

참고문헌

LAND & HOUSING INSTITUTE

참 고 문 헌

건축구조기준, 국토교통부 고시 제 2020-803호

건축시방서, KCS 41 42 01_2.자재: 단열재

국토교통부 보도자료, “대도시권 주택공급 획기적 확대방안”, (2021.02.04)

국토교통부(2018.8.28), “장수명 주택 건설 · 인증기준”

국토교통부,「2020 주거종합계획」, 2020.05

권영선(2018), “서울시 주택 노후도 현황분석 및 시사점”, 주택산업연구원

권혁삼, 「소규모주택정비관리지역 제도현황 및 활성화과제」, 2021

권혁삼, 김옥연 외(2020), “도심내 주거수요에 대응하는 행복주택 발전방안”, 토지주택연구원, p.73

김상호 (1998), “공동주택의 새로운 전개-중정형 공동주택의 도입가능성”, 한국건설기술연구원

김수암 외(1997), “외국 공동주택 가변형 평면 비교분석”, 대한건축학회 논문집 13(12), p. 3~11

김수암 외(2005), “장수명 공동주택 설계시스템 개발”, 한국건설기술연구원

김수암(2021.7.2), “장수명주택 최조의 민간 양호등급 단지 입구에 대한 바람”, 아파트관리신문

김수암 · 김상호 · 장재호 · 황은경(1995), “공동주택의 주거생활 향상을 위한 설계 및 공급체계 개선방안 연구(Ⅱ)-거주자 요구에 대응한 평면개발 및 설계수법 연구”, 한국건설기술연구원

김우석(2011), “고밀도 중저층 집합주거 단지계획”, 홍익대학교 석사학위논문

김세만(2006), “기능의 통합성을 기반으로 한 실내 공간 구성에 관한 연구”, 연세대학교 박사학위논문

김요셉(2020), “장수명주택 인증제도에 대한 실효성 연구”, 석사학위논문, 서울시립대학교

김용우, 한미글로벌(2021), 「건설의 게임체인저 OSC」, 대한경제

김은유, 임승택, 김태원(2020), 「가로주택소규모재건축 정비사업 실무」, 파워에셋, p15,
모정현(2003), “가변형 주택의 유형체계에 관한 연구”, 연세대학교 박사학위논문
박예솔, 이경환, “중정형아파트와 비중정형아파트의 외부공간에서 나타나는 주민들의 사회적 활동과 커뮤니티의식 비교 연구”, 대한건축학회 논문집 Vol. 28(10), 2012.10
양현정 · 김수암(2017), “장수명 주택의 화장실 층상배관 시스템 기술 분석 및 가변 용이성 모색 연구 ”, 「한국주거학회논문집」, 28(4): 1-9.
유석연 외(2021), “노후 저층 주거지 사업 활성화를 위한 사업화모델 개발 연구용역”, 한국토지주택공사
이기석(2016), “공간구문론을 이용한 SANAA 작품의 비위계적 공간구성 특성 연구”, 「한국산학기술학회논문집」, 17(8): 735-744.
이범식 외 6인(2016), “미래수요 대응형 LH라멘 구조 프리플랜 공동주택 모델 개발방향”, 토지주택연구원, p.52~58
이안재 외 2인(2009), “주택의 미래 변화와 대응방안”, CEO Information 제726호, 삼성경제연구소
이정원(2003), “오픈하우징 시스템을 기초로 한 도시주거모델 제안”, 서울대 석사논문,
이창재, 임석호(2012), “유닛모듈러 주택의 BIM 라이브러리 개발 연구 - 소규모 도시형 생활주택을 중심으로 -”, 한국주거학회 논문집, 23(6), p.11~20
이혜원(2003), “평면 패브릭을 이용한 가변형 평면계획에 관한 연구”, 석사학위논문, 연세대학교
장철훈(1996), “소형 아파트 가변형 평면구성을 위한 건축계획적 요소에 관한 연구”, 석사학위논문, 단국대학교
최해권(2012), “공동주택 세면욕실의 당해층 이중배관 시스템 ”, 「대한설비공학회 학술발표대회논문집」, 701-705.
통계청, 「장래가구특별추계 2017~2047년 자료」,2019.9.18
하민오 · 김진모(2020), “행복주택 평면의 변형에 관한 연구-N.J. Habraken의 주거대 시스템 이론을 중심으로 ”, 「한국생태환경건축학회논문집」, 20(5): 81-86.

Architecture and Urbanism Magazine(2009.02), a+u 461호, "Fisher House(1967)"
Architecture and Urbanism Magazine(2009.03), a+u 462호, "Ofis Architekti"
Architecture and Urbanism Magazine(2009.05), a+u 464호, "Pablo T.Bet a, Pan Klub Foumdation, Xul Solar Museum(1993)"
Architecture and Urbanism Magazine(2009.08), a+u 467호, "Dosmasuno arquitectos"
Architecture and Urbanism Magazine(2009.10), a+u 469호, "Lundgaard&Tranberg, Tietgen Dormitory(2002~2006)"
McKinsey, Global Institute(2019), "Modular Construction: From Projects to Products", New York, NY
Construction Industry Institute(2007), "Lean Implementation at Project Level", CII Research Team 191, Austin, TX

[인터넷 사이트]

고용노동부 e-고용노동지표 "노동정책, 산업재해", eboard.moel.go.kr/indicator/detail?menu_idx=47
국립 중앙의료원 음압격리병동, https://youtu.be/K90bxVSjwcE
국토교통부 통계누리, "도시정비사업 현황 통계(2021.12)", stat.molit.go.kr
김재경 건축사진 블로그 "소살리토 상토", blog.naver.com/kjk-1293
대한건축학회 건축용어사전 dict.aik.or.kr
e대한경제 "서울연구원 가로주택사업 활성화 위해 대상지 1만->3만㎡ 넓혀야", 2020. 7.29 ", dnews.co.kr
린든 그로브, www.indongrove894.com
마크하리 베이타운, protocooperation.tistory.com/마크하리 베이타운
매일경제 "서울형 도시재생 '자율주택정비사업' 내년 상도동에 첫 선",2017.10.13, news.naver.com
블록 하노이, www.architik.com/2015/08/22/space-block-hanoi-by-kazuhori-kpjima

SAR 주거대 시스템, www.Stepienybarno.es, “Las investigaciones del SAR, industrializacion abierta y vivienda”
서울 열린 데이터 광장, “서울시 자치구별 출생아수 통계”, http://data.seoul.go.kr
스틸라이트 http://www.steelite.co.kr
알레한드로 술 솔레르 작품, Pintest/proyecto fachada para ciudad/ xul-solar
알레한드로 술 솔레르 작품 www. wikiart.org/en/xul-solar/proyecto-fachada-delta-2-1954
에셔릭 주택, www.archdaily.com/202759/ad-classics-esherick-house-louis-kahn
오쿠노다카시 설계사무소 http://okunotakashi.jp
웨일러프리캐스트 http://www.weilerprecast.com
우드코리아 http://www.gwoodkorea.co.kr
유니테 아비타시옹, www.archidaily.com ‘Apartment in Le Corbusier’s Unite d’Habitation Renovated to Original Design by Philipp Mohr’
카라반첼 주택단지 “102dwellings in Carabanchel”, www.archello.com
KOSIS국가통계포털, “세대구성 및 가구원수별 가구(일반가구)(2021.11.01)”, http://kosis.kr/search/search.do
통계청, “경제활동인구조사”, kostat.go.kr
82세대, www.architecturaviva.com/obras/82-viviendas-en-carabanchel
88 사회주택, www.buildipedia.com “Bamboo housing in Carabanchel by Foreign Office Architects”
UN environment program : global share of buildings and construction final energy and emissions 2019, https://www.unep.org/news-and-stories/press-release/building-sector-emissions-hot-record-high-low-carbon-pandemic

부 록

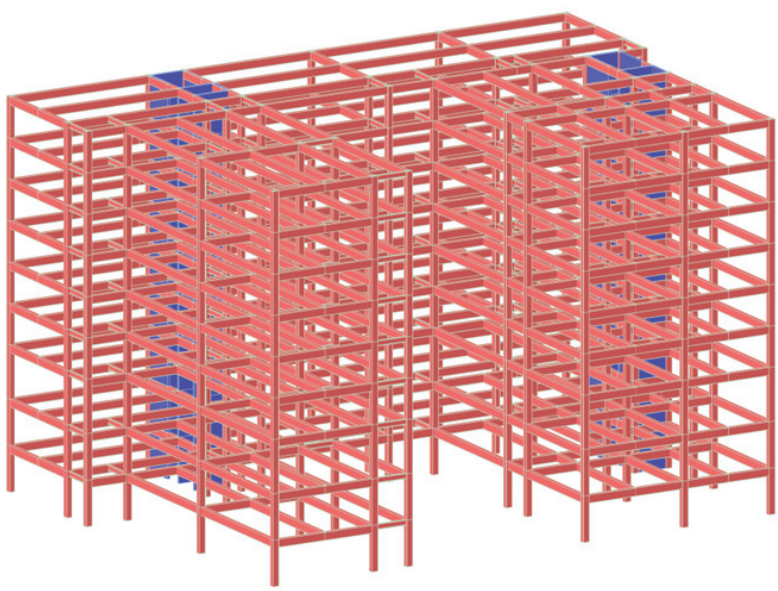
LAND & HOUSING INSTITUTE

구조 검토서

1. 요 약 문

1) 구조검토 개요

설 계 기 준	· 건축구조기준 (2021, 국토교통부)
건축물중요도분류	· 중요도(1)
고정하중설계조건	· 부재자중, 마감하중
활하중설계조건	· 건축구조기준 기본등분포활하중
풍하중설계조건	· 설계풍속 : 26.0 m/s
	· 지표면조도구분 : B
지진하중설계조건	· 지진구역(계수) : I (0.22)
	· 지진력저항시스템 : 모멘트저항골조시스템 - 철골보통모멘트골조
	· 반응수정계수 : 3.5



2) 부재 내력 검토

제 원	강종	축력 Pu (kN)	휨모멘트 Muy, Muz (kN·m)	축내력 ϕPn (kN)	휨내력 ϕMny, ϕMnz (kN·m)	Ratio (내력비)	검토 결과
AB1 (AU-620x300x6 x8x10)	SM355	-	0.0/1051	-	0.0/1924	0.55	O.K
AG1 (AU-620x300x6 x8x10)	SM355	-	0.0/1236	-	0.0/1924	0.64	O.K
SC1 (B-500x400x16)	SM355	9747	0.0/0.0	9937	1430/1689	0.98	O.K
SC1A (B-500x400x12)	SM355	475	500.5/473.0	8257	1113/1113	0.84	O.K
SC2 (B-400x500x16)	SM355	9246	0.0/0.0	9937	1689/1430	0.93	O.K
SC2A (B-500x400x12)	SM355	448	524.0/486.4	8257	1318/1318	0.86	O.K

(내력비 기준 - 내력비 < 1.0 : 안전(O.K) , 내력비 > 1.0 : 불안전(N.G)

3) 설계 개요

○ 구조형식

항 목	내 용	
구 조 형 식	주 골 조	강구조
	기 초 구 조	철근콘크리트구조
지진력저항시스템	모멘트-저항골조시스템 - 철골 보통모멘트골조	

○ 사용재료

재 료	내 용
콘 크 리 트	설계기준강도 fck = 24 MPa (KS F 4009:2021 레디믹스트 콘크리트)
이 형 철 근	항복강도 fy = 400 MPa (SD400S, KS D 3504:2019, 철근 콘크리트용 봉강)
강 구 조 형 강 재	KS D 3502:2021(열간압연형강의 모양, 치수, 무게 및 그 허용차) SM275 : 항복강도 Fy = 275 MPa (KS D 3866:2019,건축구조용 열간압연형강)

* 상기 이외의 부재는 '한국산업표준(KS)' 의 규정을 따른다.
* 상기 이외의 부재로 대체시 동급 또는 그 이상의 자재를 사용한다.

○ 설계하중

a. 하중조합 : 건축구조물은 이 장에서 규정한 하중을 기본으로 다음의 하중조합에 의한 하중효과에 저항하도록 설계하여야 한다. 강도설계법 또는 한계상태 설계법으로 구조물을 설계하는 경우에는 다음의 하중조합으로 소요강도를 구하여야 한다. (KDS 41 10 15, 1.5 하중조합)

하 중 조 합 (KDS 41 10 15 1.5)	비 고
U = 1.4(D+F) U = 1.2(D+F+T) + 1.6(L) + 0.5(L_r or S or R) U = 1.2D + 1.6(Lr or S or R) + (1.0L or 0.65W) U = 1.2D + 1.3W + 1.0L + 0.5(L_r or S or R) U = 1.2D + 1.0E + 1.0L + 0.2S U = 0.9D + 1.3W U = 0.9D + 1.0E (추가적인 조합은 하중조합표 참조)	U:계수하중 F:활하중 T:온도하중 L:활하중 L_r:지붕활하중 S:적설하중 R:강우하중 W:풍하중 E:지진하중

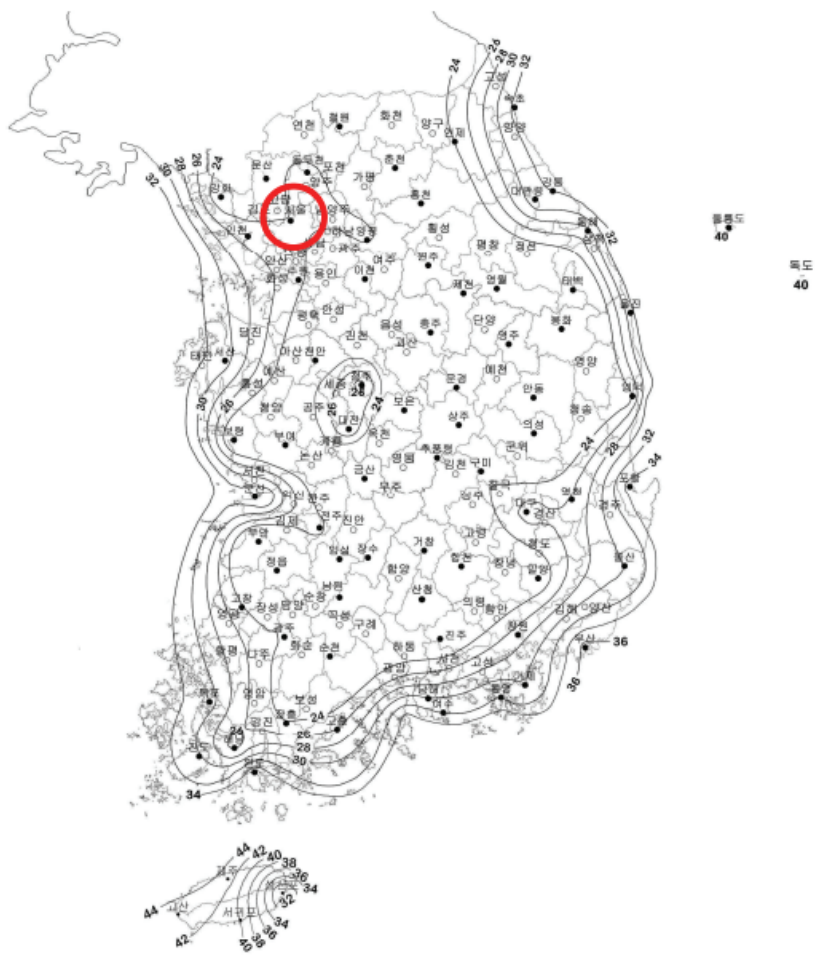
b. 고정하중 : 고정하중은 건축구조물 자체의 무게와 구조물의 생애주기 중 지속적으로 작용하는 수직하중을 말한다. 건축구조물 각 부분의 고정하중은 각 부분의 실상에 따라 산정한다. 각 부분의 중량은 사용하는 재료의 밀도, 단위체적중량, 조합중량을 사용하여 산정한다.
(KDS 41 10 15, 2. 고정하중)
(건축평면도, 단면도 및 재료마감상세도를 참조하여 반영)

c. 활하중 : 건축구조기준에 제시된 활하중 (KDS 41 10 15, 3. 활하중)
- 설계하중표 참조

용 도	하 중	용 도	하 중
지 붕 층	3.0 kN/㎡	홀 , 복 도	5.0 kN/㎡
침 실 , 거 실	3.0 kN/㎡	화 장 실	3.0 kN/㎡
근린생활시설	5.0 kN/㎡	지 하 주 차 장	3.0 kN/㎡

d. 풍하중 : 건축구조기준에 제시된 풍하중 (KDS 41 10 15, 5. 풍하중)

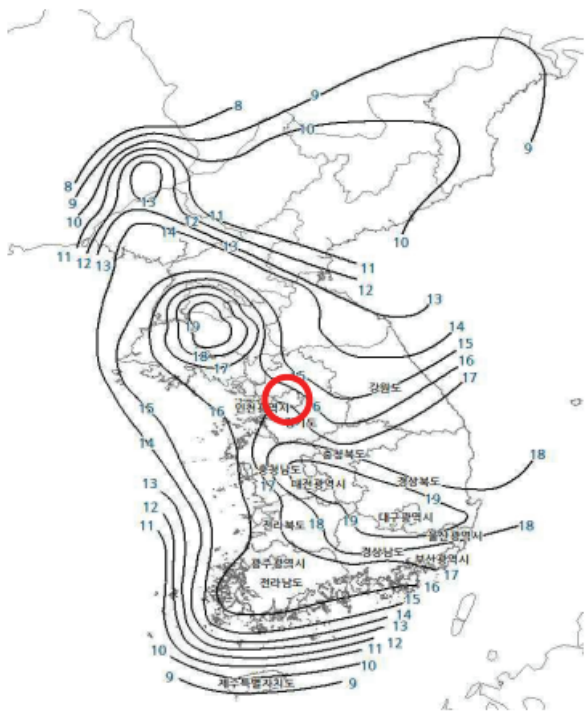
구 분	내 용
지 역	서울특별시 (가정)
기본풍속(V_0)	26 m/s
지표면조도구분	B
중요도구분 / 중요도계수 (Iw)	중요도(1) / 1.0
골조설계용 풍하중 (W_f)	$W_f = p_f * A$ (풍하중계산근거참조)



<지역별 기본풍속 (Vo, m/s)>

e. 지진하중 : 건축구조기준에 제시된 지진하중 (KDS 41 17 00, 건축물내진설계기준)

구 분	내 용
행정구역/지진구역	서울특별시 (가정) / 지진구역 I
지진구역계수(Z) / 위험도계수(I)	0.11 / 2.0 (2,400년 재현주기)
유효지반가속도(S)	0.11 x 2.0 x 0.8 = 0.176
지반종류	S_5
중요도/내진등급/중요도계수(I_E)	중요도(1) / I 등급 / 1.2
지진력 저항시스템	모멘트저항골조시스템 철골보통모멘트골조
반응수정계수(R)	3.5
시스템 초과강도계수(Ω_0)	3.0
변위증폭계수(C_d)	3.0
허용층간변위(Δ_a)	$0.015h_{sx}$
밑면전단력(V)	V = Cs * W (지진하중 계산근거 참조)



<유효지반가속도 (지역계수, S)>

건축물의 내진능력 산정

▸ 『건축물의 구조기준 등에 관한 규칙』 제16조의2 <별표13>

- 계산방식 : 응답스펙트럼 방식
- 지역계수 : 0.11 (서울특별시)
- 위험도계수(I) = 2.0 (2,400년 재현주기)
- 유효지반가속도(S) = 0.11×2×0.8 = 0.1760
- 단주기 지반증폭계수(Fa) = 1.4200
- 중요도계수(I_E) = 1.2 (중요도 2)
- 최대지반가속도 = (2/3)×S×I_E×F_a = 0.200

⇒ 건축물의 내진능력 : Ⅶ-0.200g 수정 메르칼리 진도등급 (MMI 등급)

최대지반가속도(g)	내진능력(MMI 등급)
0.002 이상 0.004 미만	Ⅰ
0.004 이상 0.008 미만	Ⅱ
0.008 이상 0.017 미만	Ⅲ
0.017 이상 0.033 미만	Ⅳ
0.033 이상 0.066 미만	Ⅴ
0.066 이상 0.133 미만	Ⅵ
0.133 이상 0.264 미만	Ⅶ
0.264 이상 0.528 미만	Ⅷ
0.528 이상 1.050 미만	Ⅸ
1.050 이상 2.100 미만	Ⅹ
2.100 이상 4.191 미만	Ⅺ
4.191 이상	Ⅻ

밑면전단력(V) 요약

- 지역계수 : 0.11 (서울특별시)
- 위험도계수(I) = 2.0 (2,400년 재현주기)
- 유효지반가속도(S) = 0.11×2×0.8 = 0.1760
- 단주기 지반증폭계수(F_a) = 1.4200
- 1초주기 지반증폭계수(F_v) = 2.7720
- 단주기 설계스펙트럼가속도(S_{DS}) = 0.4165
- 1초주기 설계스펙트럼가속도(S_{D1}) = 0.3253
- 중요도계수(I_E) = 1.2 (중요도 1)
- 반응수정계수(R) = 3.5
- 해석용모델링 높이(h_n) = 19.2 m
- 근사고유주기(T) = 0.7698
- 지진응답계수(C_s) = 0.1428
- 건물전중량(W) : 120,126.15 kN
- 밑면전단력(V) = Cs · W = 17,155.39 kN
- 허용층간변위(Δ_a) = 0.015 x h_s
- 최대층간변위(Δ_{max}) = X-DIR. = 0.0227 m (ratio : 0.0054 < 0.0200)
  Y-DIR. = 0.0202 m (ratio : 0.0048 < 0.0200)

2. 설계하중

1) 수평변위(Story Drift)

○ 풍하중 횡변위검토

Load Case	Node	Story	Level (m)	Story Height (m)	Maximum Displacement (m)	Average Displacement (m)	Maximum / Average
Wx	896	Roof	19.20	0.00	0.0027	0.0024	1.1481
Wx	696	6F	16.00	3.20	0.0025	0.0021	1.1670
Wx	608	5F	12.80	3.20	0.0023	0.0019	1.1818
Wx	520	4F	9.60	3.20	0.0020	0.0017	1.1971
Wx	432	3F	6.40	3.20	0.0017	0.0014	1.2133
Wx	323	2F	3.20	3.20	0.0013	0.0011	1.2320
Wx	235	1F	0.00	3.20	0.0010	0.0008	1.2537
Wx	147	B1	-4.20	4.20	0.0005	0.0004	1.2774
Wx	50	B2	-7.80	3.60	0.0002	0.0001	1.3326
Wx	0	B3	-11.40	3.60	0.0000	0.0000	0.0000
Wy	870	Roof	19.20	0.00	0.0027	0.0019	1.3844
Wy	670	6F	16.00	3.20	0.0025	0.0018	1.3648
Wy	582	5F	12.80	3.20	0.0023	0.0017	1.3642
Wy	494	4F	9.60	3.20	0.0020	0.0015	1.3647
Wy	406	3F	6.40	3.20	0.0017	0.0013	1.3670
Wy	318	2F	3.20	3.20	0.0014	0.0010	1.3722
Wy	230	1F	0.00	3.20	0.0010	0.0007	1.3813
Wy	142	B1	-4.20	4.20	0.0006	0.0004	1.4197
Wy	65	B2	-7.80	3.60	0.0002	0.0001	1.4607
Wy	0	B3	-11.40	3.60	0.0000	0.0000	0.0000

* δwx = 0.0135m < δmax = 19.2/500 = 0.0380m -> O.K

* δwy = 0.0136m < δmax = 19.2/500 = 0.0380m -> O.K

○ 지진하중 횡변위검토

Load Case	Story	Story Height (m)	P-Delta Incremental Factor (ad)	Allowable Story Drift Ratio	Maximum Drift of All Vertical Elements					Drift at the Center of Mass				
					Node	Story Drift (m)	Modified Drift (m)	Story Drift Ratio	Remark	Story Drift (m)	Modified Drift (m)	Drift Factor (Maximum/Current)	Story Drift Ratio	Remark
RMC,Not Used, Cd=3, Ie=1.2, Scale Factor=1, Allowable Ratio=0.015 Press right mouse button and click 'Set Story Drift Parameters...' menu to change RMC or Cd/Ie/Scale Factor/Allowable Ratio/Beta!														
Rx(RS)+Rx(ES)	6F	3.20	1.00	0.0150	696	0.0046	0.0116	0.0036	OK	0.0041	0.0101	1.1450	0.0032	OK
Rx(RS)+Rx(ES)	5F	3.20	1.00	0.0150	608	0.0053	0.0132	0.0041	OK	0.0045	0.0111	1.1841	0.0035	OK
Rx(RS)+Rx(ES)	4F	3.20	1.00	0.0150	520	0.0059	0.0147	0.0046	OK	0.0048	0.0120	1.2238	0.0037	OK
Rx(RS)+Rx(ES)	3F	3.20	1.00	0.0150	432	0.0064	0.0160	0.0050	OK	0.0051	0.0127	1.2582	0.0040	OK
Rx(RS)+Rx(ES)	2F	3.20	1.00	0.0150	344	0.0068	0.0169	0.0053	OK	0.0052	0.0131	1.2934	0.0041	OK
Rx(RS)+Rx(ES)	1F	3.20	1.00	0.0150	256	0.0070	0.0174	0.0054	OK	0.0052	0.0130	1.3342	0.0041	OK
Rx(RS)+Rx(ES)	B1	4.20	1.00	0.0150	168	0.0091	0.0227	0.0054	OK	0.0065	0.0162	1.4001	0.0039	OK
Rx(RS)+Rx(ES)	B2	3.60	1.00	0.0150	85	0.0063	0.0158	0.0044	OK	0.0043	0.0108	1.4596	0.0030	OK
Rx(RS)+Rx(ES)	B3	3.60	1.00	0.0150	36	0.0038	0.0095	0.0026	OK	0.0024	0.0060	1.5731	0.0017	OK
Rx(RS)-Rx(ES)	6F	3.20	1.00	0.0150	670	0.0044	0.0111	0.0035	OK	0.0041	0.0102	1.0842	0.0032	OK
Rx(RS)-Rx(ES)	5F	3.20	1.00	0.0150	587	0.0049	0.0123	0.0039	OK	0.0045	0.0112	1.1047	0.0035	OK
Rx(RS)-Rx(ES)	4F	3.20	1.00	0.0150	499	0.0055	0.0137	0.0043	OK	0.0048	0.0120	1.1381	0.0037	OK
Rx(RS)-Rx(ES)	3F	3.20	1.00	0.0150	411	0.0059	0.0148	0.0046	OK	0.0051	0.0126	1.1670	0.0040	OK
Rx(RS)-Rx(ES)	2F	3.20	1.00	0.0150	323	0.0062	0.0155	0.0049	OK	0.0052	0.0130	1.1968	0.0041	OK
Rx(RS)-Rx(ES)	1F	3.20	1.00	0.0150	235	0.0063	0.0159	0.0050	OK	0.0051	0.0128	1.2345	0.0040	OK
Rx(RS)-Rx(ES)	B1	4.20	1.00	0.0150	147	0.0083	0.0207	0.0049	OK	0.0063	0.0158	1.3047	0.0038	OK
Rx(RS)-Rx(ES)	B2	3.60	1.00	0.0150	50	0.0058	0.0144	0.0040	OK	0.0042	0.0105	1.3720	0.0029	OK
Rx(RS)-Rx(ES)	B3	3.60	1.00	0.0150	1	0.0035	0.0088	0.0025	OK	0.0023	0.0058	1.5283	0.0016	OK
Ry(RS)+Ry(ES)	6F	3.20	1.00	0.0150	688	0.0039	0.0098	0.0031	OK	0.0023	0.0056	1.7351	0.0018	OK
Ry(RS)+Ry(ES)	5F	3.20	1.00	0.0150	600	0.0044	0.0110	0.0035	OK	0.0026	0.0064	1.7323	0.0020	OK
Ry(RS)+Ry(ES)	4F	3.20	1.00	0.0150	512	0.0049	0.0124	0.0039	OK	0.0029	0.0071	1.7289	0.0022	OK
Ry(RS)+Ry(ES)	3F	3.20	1.00	0.0150	424	0.0054	0.0135	0.0042	OK	0.0031	0.0078	1.7385	0.0024	OK
Ry(RS)+Ry(ES)	2F	3.20	1.00	0.0150	336	0.0058	0.0144	0.0045	OK	0.0033	0.0082	1.7445	0.0026	OK
Ry(RS)+Ry(ES)	1F	3.20	1.00	0.0150	248	0.0059	0.0148	0.0046	OK	0.0034	0.0085	1.7372	0.0027	OK
Ry(RS)+Ry(ES)	B1	4.20	1.00	0.0150	168	0.0077	0.0194	0.0046	OK	0.0044	0.0111	1.7512	0.0026	OK
Ry(RS)+Ry(ES)	B2	3.60	1.00	0.0150	85	0.0055	0.0137	0.0038	OK	0.0031	0.0079	1.7436	0.0022	OK
Ry(RS)+Ry(ES)	B3	3.60	1.00	0.0150	36	0.0033	0.0082	0.0023	OK	0.0019	0.0047	1.7241	0.0013	OK
Ry(RS)-Ry(ES)	6F	3.20	1.00	0.0150	670	0.0043	0.0109	0.0034	OK	0.0024	0.0059	1.8288	0.0019	OK
Ry(RS)-Ry(ES)	5F	3.20	1.00	0.0150	582	0.0049	0.0122	0.0038	OK	0.0027	0.0067	1.8275	0.0021	OK
Ry(RS)-Ry(ES)	4F	3.20	1.00	0.0150	494	0.0054	0.0135	0.0042	OK	0.0030	0.0074	1.8097	0.0023	OK
Ry(RS)-Ry(ES)	3F	3.20	1.00	0.0150	406	0.0058	0.0145	0.0045	OK	0.0032	0.0081	1.7973	0.0025	OK
Ry(RS)-Ry(ES)	2F	3.20	1.00	0.0150	318	0.0061	0.0152	0.0048	OK	0.0034	0.0085	1.7837	0.0027	OK
Ry(RS)-Ry(ES)	1F	3.20	1.00	0.0150	230	0.0062	0.0156	0.0049	OK	0.0035	0.0088	1.7686	0.0027	OK
Ry(RS)-Ry(ES)	B1	4.20	1.00	0.0150	142	0.0081	0.0202	0.0048	OK	0.0046	0.0115	1.7586	0.0027	OK
Ry(RS)-Ry(ES)	B2	3.60	1.00	0.0150	85	0.0057	0.0143	0.0040	OK	0.0033	0.0082	1.7427	0.0023	OK
Ry(RS)-Ry(ES)	B3	3.60	1.00	0.0150	16	0.0036	0.0089	0.0025	OK	0.0020	0.0051	1.7686	0.0014	OK

[설정]으로 이동

2) 하중조합(Load Combinations)

1. 검토 조건

· 설계기준		:	KDS 41 17 00 (2019)
· 지역		:	서울
· 지진구역		:	I
· 지진구역 계수	(Z)	:	0.11
· 위험도계수	(I)	:	2.00
· 유효지반가속도	(S)	:	0.176
· 지반종류		:	S5 (깊고 연약한 지반)
· 건축물의 높이	(H)	:	19.20 m
· 건축물의 중량	(W)	:	120,126.2 kN
· 중요도계수	(I_E)	:	1.2
· 건축물의 층수	(N)	:	6 층
· 건축물의 구조형식		:	철골모멘트골조
· 반응수정계수	(R)	:	3.5

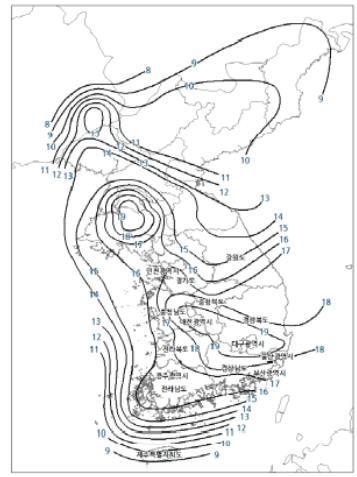


그림 3.2-1 국가지진위험지도, 재현주기 2400년 최대고려지진의 유효지반가속도(S)%(소방방재청, 2013)

2. 등가정적해석법에 의한 밑면전단력 산정

· 단주기 지반증폭계수	(F_a)	:	1.4200	· 단주기 설계스펙트럼가속도	(S_{DS})	:	0.4165
· 장주기 지반증폭계수	(F_v)	:	2.7720	· 장주기 설계스펙트럼가속도	(S_{D1})	:	0.3252

· 근사고유주기 (T_a) : 0.7698

· 지진응답계수 (Cs) : 0.1428 * Cs·max : 0.1449 * Cs·min : 0.0220

· 등가정적해석법에 의한 밑면전단력 (V) : 17,155.39 kN

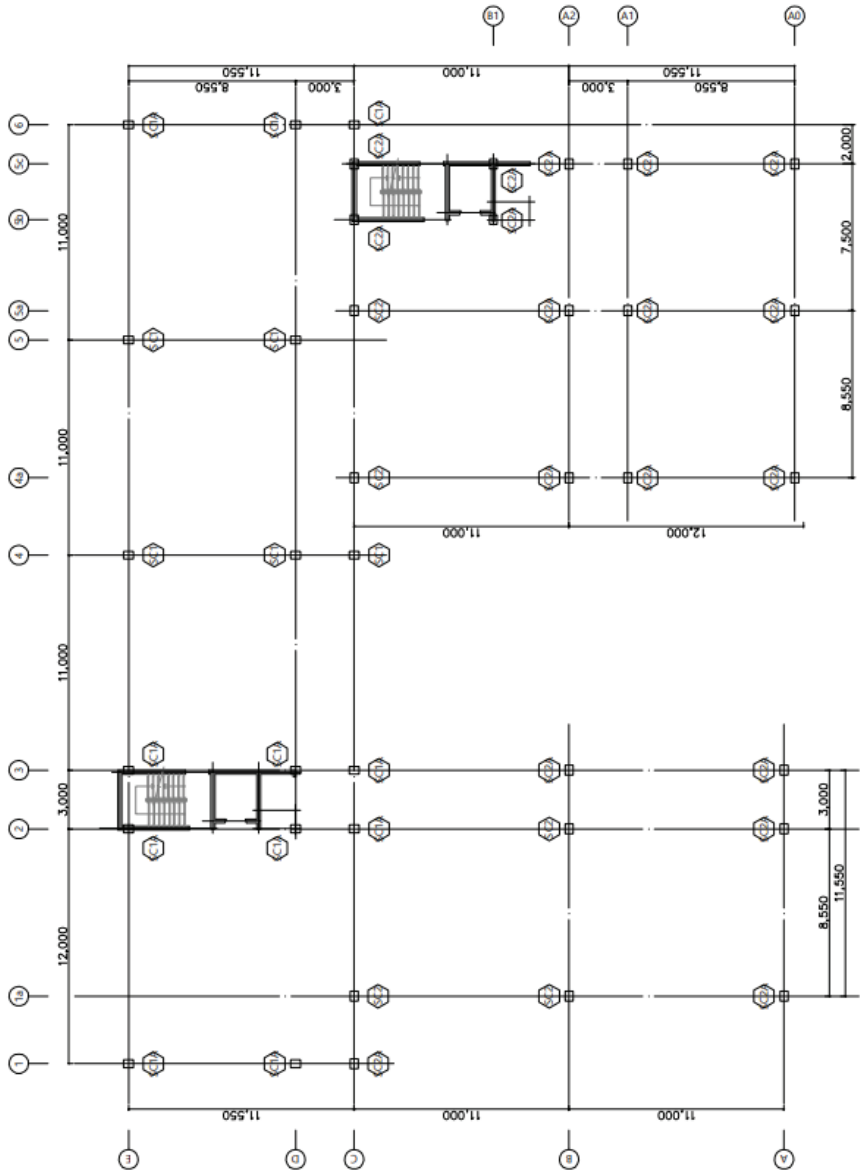
3. 응답스펙트럼 해석법에 의한 밑면전단력 산정

· X방향 응답스펙트럼 밑면전단력 (V_{tx}) : 7,376.7 kN
· Y방향 응답스펙트럼 밑면전단력 (V_{ty}) : 8,519.6 kN

4. SCALE UP FACTOR 산정

· X-DIR SCALE UP FACTOR (C_{mx}) : 1.977
· Y-DIR SCALE UP FACTOR (C_{my}) : 1.712

3. 구조평면도 1)기둥구조평면도



* MEMBER LIST *

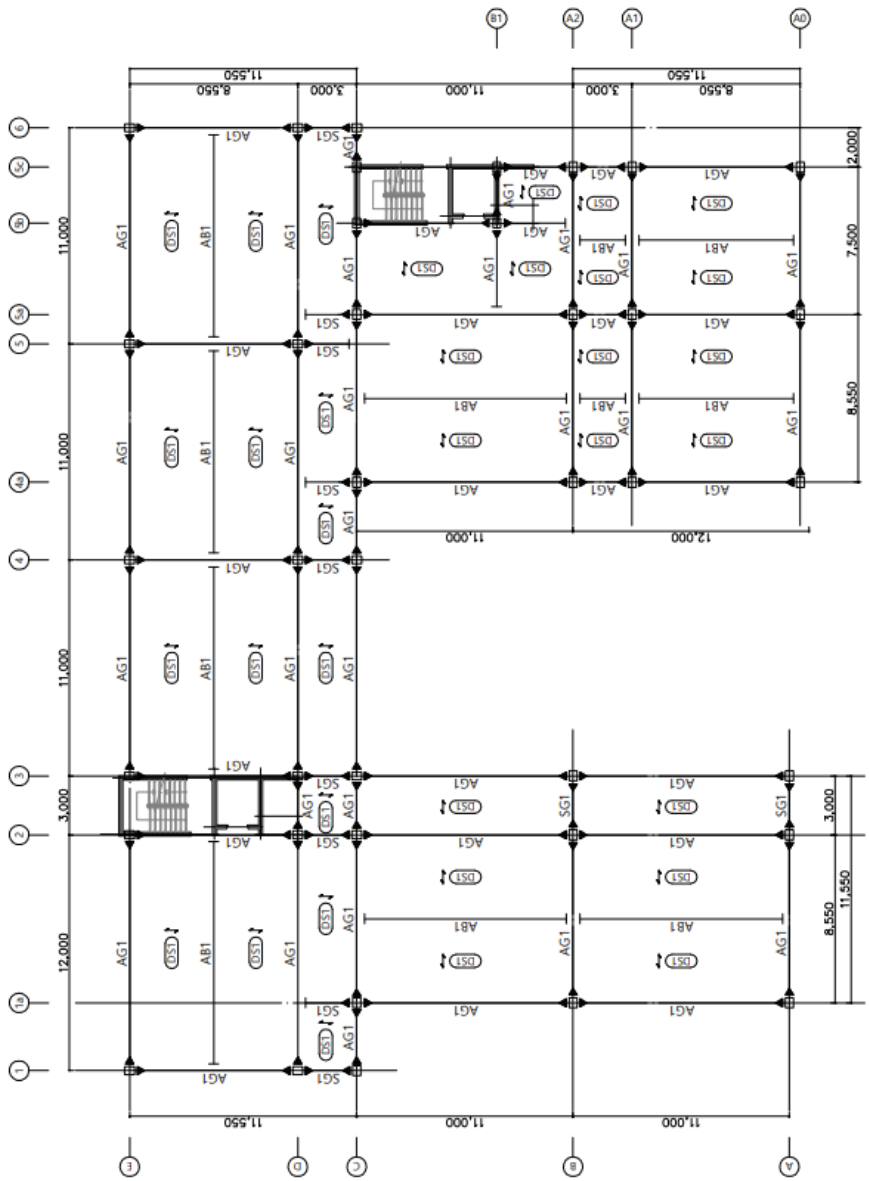
NAME	SECTION	STEEL GRADE
SC1	B-500x400x16	SM355
SC1A	B-500x400x12	SM355
SC2	B-500x400x16	SM355
SC2A	B-500x400x12	SM355

- fck = 24 MPa, fy = 400 MPa (SD400)
- Fy = 355 MPa (SHN275)

: MOMENT CONNECTION

: SHEAR CONNECTION

2)기준층 구조평면도

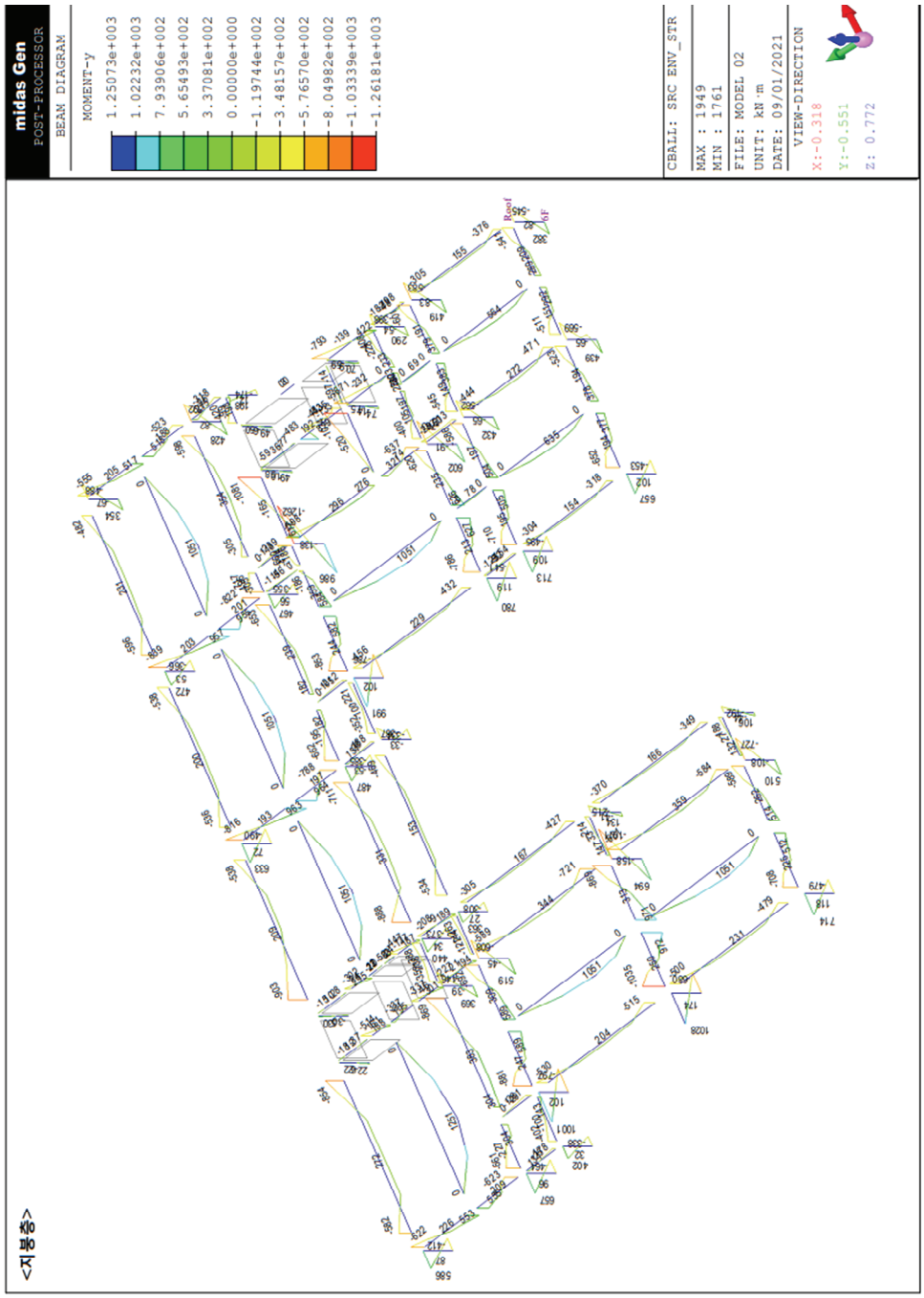


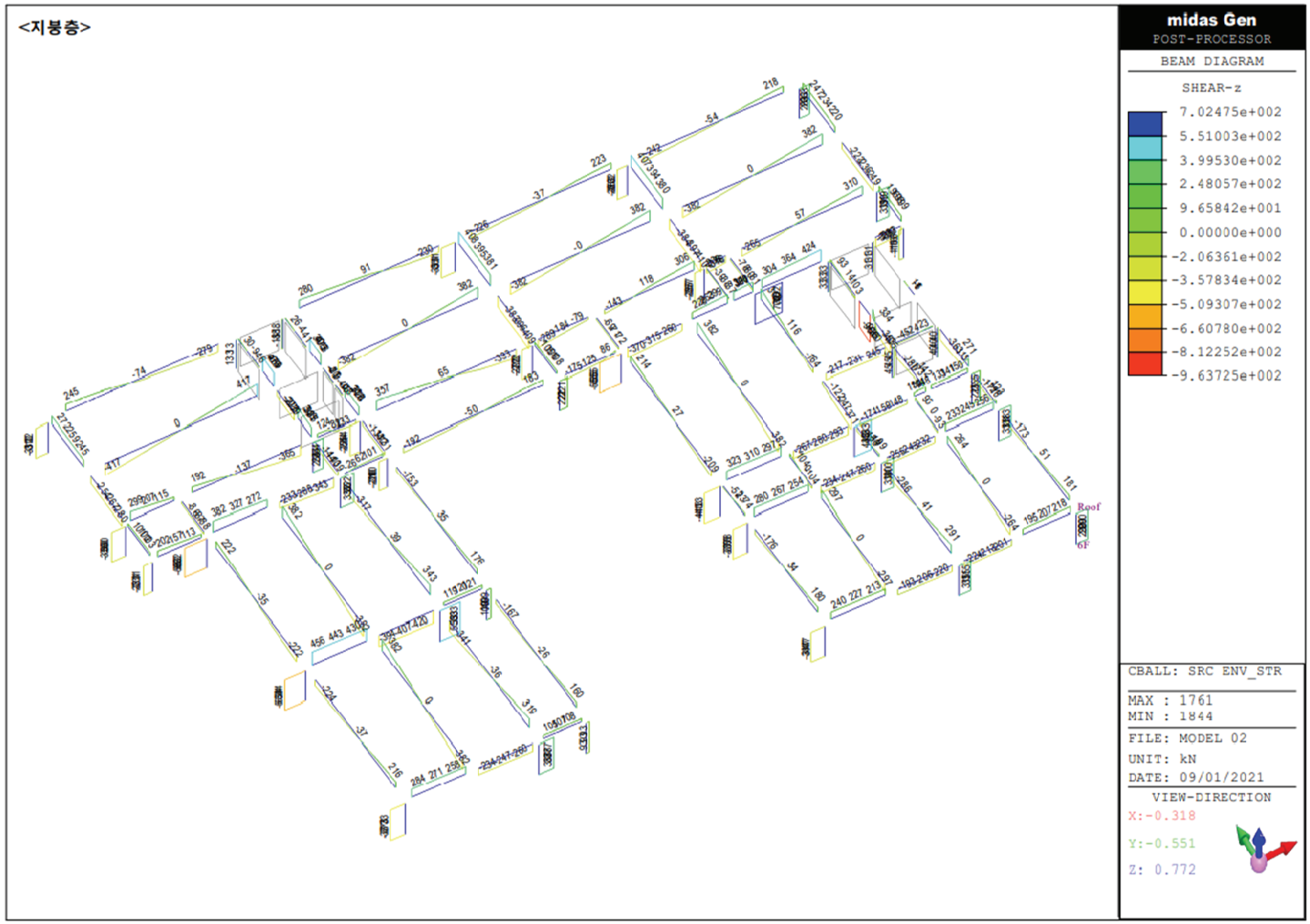
* MEMBER LIST *

NAME	SECTION	STEEL GRADE
AB1	AU-620x300x6x8x10	SM355
AG1	AU-620x300x6x8x10	SM355
SG1	H-400x200x8x13	SHN355

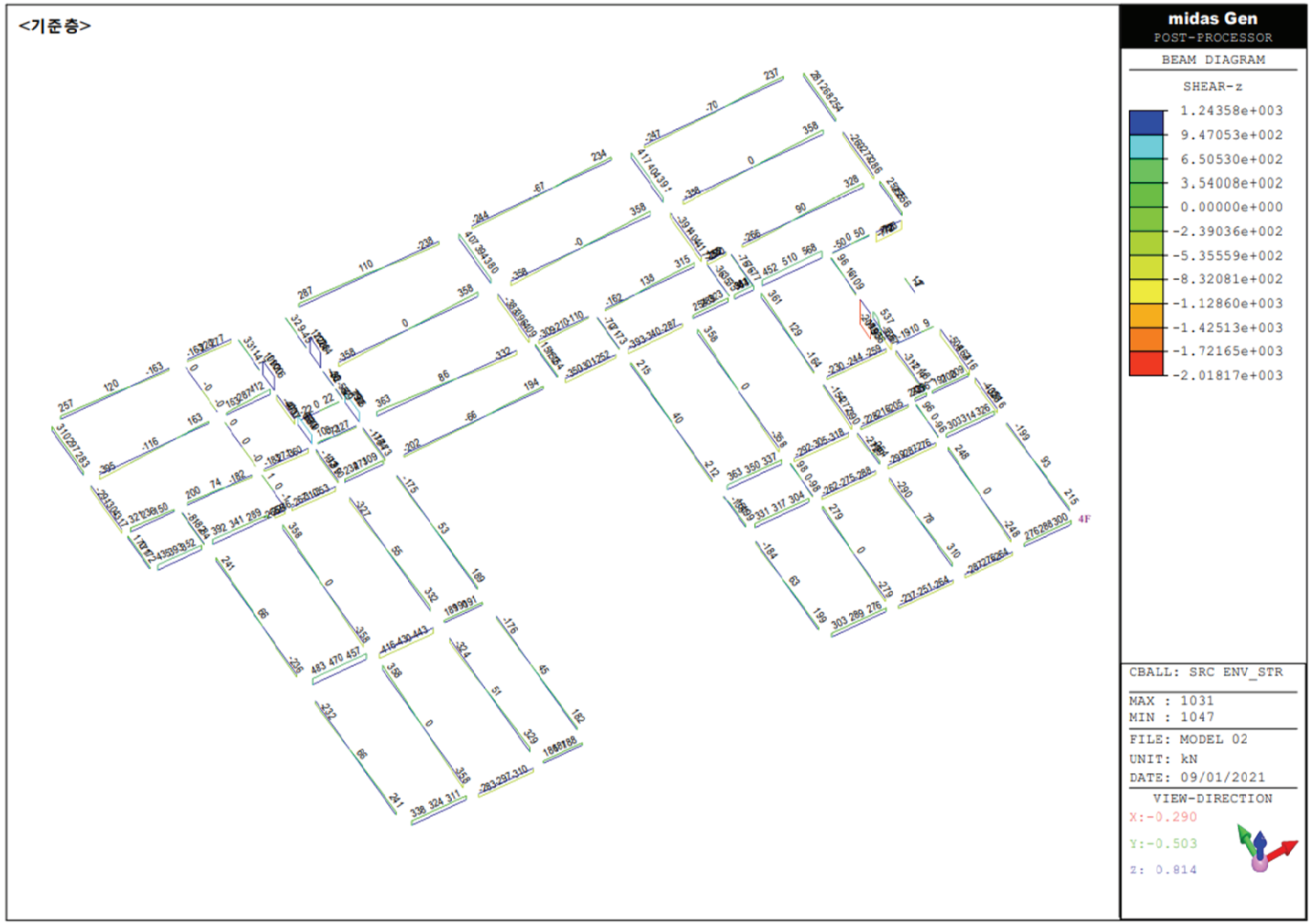
- fck = 24 MPa, fy = 400 MPa (SD400)
- Fy = 355 MPa (SHN275)
- ▶—— : MOMENT CONNECTION
- |—— : SHEAR CONNECTION

4. 구조해석자료


midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM
MOMENT-y
1.25073e+003
1.02232e+003
7.93906e+002
5.65493e+002
3.37081e+002
0.00000e+000
-1.19744e+002
-3.48157e+002
-5.76570e+002
-8.04982e+002
-1.03339e+003
-1.26181e+003
CBALL: SRC ENV_STR
MAX : 1949
MIN : 1761
FILE: MODEL 02
UNIT: kN·m
DATE: 09/01/2021
VIEW-DIRECTION
X:-0.318
Y:-0.551
Z: 0.772
<지붕층>


<지붕층>
midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM
SHEAR-z
7.02475e+002
5.51003e+002
3.99530e+002
2.48057e+002
9.65842e+001
0.00000e+000
-2.06361e+002
-3.57834e+002
-5.09307e+002
-6.60780e+002
-8.12252e+002
-9.63725e+002
CBALL: SRC ENV_STR
MAX : 1761
MIN : 1844
FILE: MODEL 02
UNIT: kN
DATE: 09/01/2021
VIEW-DIRECTION
X:-0.318
Y:-0.551
Z: 0.772
Roof
6F

midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM
MOMENT-y
1.87197e+003
1.58017e+003
1.28836e+003
9.96559e+002
7.04755e+002
4.12952e+002
0.00000e+000
-1.70655e+002
-4.62458e+002
-7.54262e+002
-1.04607e+003
-1.33787e+003
CBALL: SRC ENV_STR
MAX : 1047
MIN : 998
FILE: MODEL 02
UNIT: kN m
DATE: 09/01/2021
VIEW-DIRECTION
X:-0.290
Y:-0.503
Z: 0.814
<기준층>


<기준층>
midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM
SHEAR-z
1.24358e+003
9.47053e+002
6.50530e+002
3.54008e+002
0.00000e+000
-2.39036e+002
-5.35559e+002
-8.32081e+002
-1.12860e+003
-1.42513e+003
-1.72165e+003
-2.01817e+003
CBALL: SRC ENV_STR
MAX : 1031
MIN : 1047
FILE: MODEL 02
UNIT: kN
DATE: 09/01/2021
VIEW-DIRECTION
X:-0.290
Y:-0.503
Z: 0.814
4F

midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM
MOMENT-y
1.15390e+003
9.36079e+002
7.18254e+002
5.00428e+002
2.82603e+002
0.00000e+000
-1.53048e+002
-3.70874e+002
-5.88699e+002
-8.06525e+002
-1.02435e+003
-1.24218e+003
CBALL: SRC ENV_STR
MAX : 1728
MIN : 1761
FILE: MODEL 01_RESTOR1
UNIT: kN m
DATE: 08/31/2021
VIEW-DIRECTION
X:-0.122
Y:-0.275
Z: 0.954
Roof
9F
8F
7F
6F
5F
4F
3F
2F
1F
B1
B2
B3

<기둥>

midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM
MOMENT-z
9.60550e+002
7.85177e+002
6.09805e+002
4.34432e+002
2.59060e+002
0.00000e+000
-9.16853e+001
-2.67058e+002
-4.42430e+002
-6.17803e+002
-7.93176e+002
-9.68548e+002
CBALL: SRC ENV_STR
MAX : 590
MIN : 1757
FILE: MODEL 01_RESTOR1
UNIT: kN m
DATE: 08/31/2021
VIEW-DIRECTION
X:-0.122
Y:-0.275
Z: 0.954
Roof
4F
3F
2F
1F
B1
B2
B3

<기 둥>

midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM
AXIAL
-1.85337e+002
-1.13303e+003
-2.08073e+003
-3.02842e+003
-3.97611e+003
-4.92381e+003
-5.87150e+003
-6.81920e+003
-7.76689e+003
-8.71459e+003
-9.66228e+003
-1.06100e+004
CBALL: SRC ENV_STR
MAX : 1758
MIN : 33
FILE: MODEL 01_RESTORE
UNIT: kN
DATE: 08/31/2021
VIEW-DIRECTION
X:-0.122
Y:-0.275
Z: 0.954
Roof
6F
5F
4F
3F
2F
1F
B1
B2
B3

<기 둥>

1)합성보 설계(AB1 부재)

1. 재료강도

- fck = 24 MPa - Ec = 25,811 MPa
- fy = 355 MPa - Es = 210,000 MPa

2. 보 길이 및 유효폭

- 보 길이 (L) = 11,000 ㎜ - 유효폭 (be) = 4,275 ㎜

3. 설계하중

- 보 자중 (Wb) = 5.73 kN/m
- 바닥하중 : 마감하중 (Wf) = 2.46 kN/㎡
  슬래브하중 (Wd) = 4.05 kN/㎡
  활하중 (Wl) = 3.00 kN/㎡
  작업하중 (Wc) = 2.50 kN/㎡

- 보 라인하중 산정

검토단계	사용하중	계수하중
시공단계	33.73 kN/m	44.75 kN/m
사용단계	46.39 kN/m	60.79 kN/m

4. 시공단계 검토

a. 강도검토

검토위치	모멘트 검토 (kN·m)						전단력 검토 (kN)			
	웨브	플랜지	소요강도	설계강도	ratio	결과	소요강도	설계강도	비율	결과
단부	-	-	-	-	-	-	186	1272	0.15	O.K
전이부	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
중앙부	S	S	510	706	0.72	O.K	-	-	-	-
- C : 조밀단면, N : 비조밀단면, S : 세장단면										

b. 처짐검토

- δ = 5*w*L^4 / 384*E*I = 39.39 ㎜ < 61.11 ㎜ (ratio : 0.64)

Windows 정품 인증
Windows를 정품으로 활성화하여 Windows를 정품

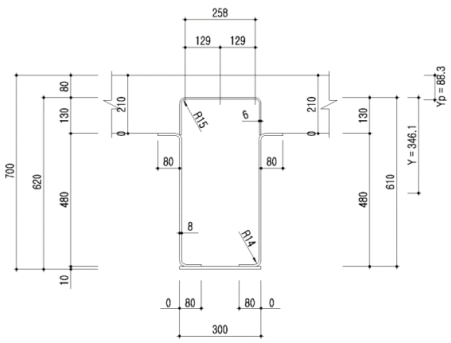
5. 사용단계 검토

a. 강도검토

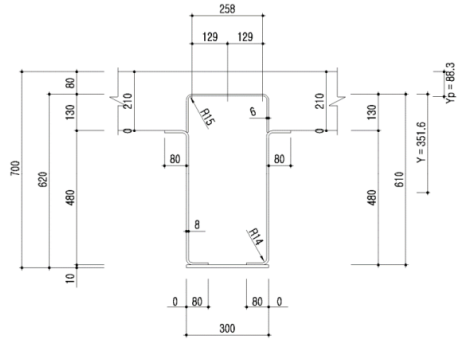
검토위치	모멘트 검토 (kN·m)						전단력 검토 (kN)			
	웨브	플랜지	소요강도	설계강도	ratio	결과	소요강도	설계강도	비율	결과
단부	-	-	-	1924	-	-	334	1272	0.26	O.K
전이부	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
중앙부	C	C	1051	1924	0.55	O.K	-	-	-	-
- C : 조밀단면, N : 비조밀단면, S : 세장단면										

b. 처짐검토

- δL = 5*WL*L^4 / 384*E*I = 14.98 mm < L/360 = 30.56 mm (O.K)
- δD+L = (5*wD1*L^4 / 384*E*Is) + (5*(wD2+WL)*L^4 / 384*E*Ie)
  = 44.32 mm < L/240 = 45.83 mm (O.K)



AU-620x300x6x8x10



AU-620x300x6x8x10

단부 단면성능 단위 : mm

▪합성전

A_{AU} = 16120 Y = 346

I_s = 808056861

▪합성후

Y_P = 88 I_{tr} = 2269643065

중앙부 단면성능 단위 : mm

▪합성전

A_{AU} = 15865 Y = 352

I_s = 777443480

▪합성후

Y_P = 88 I_{tr} = 2269643065

2)합성보 설계(AG1 부재)

1. 재료강도

- fck = 24 MPa
- fy = 355 MPa
- Ec = 25,811 MPa
- Es = 210,000 MPa

2. 보 길이 및 유효폭

- 보 길이 (L) = 11,000 ㎜
- 유효폭 (be) = 3,550 ㎜

3. 설계하중

- 보 자중 (Wb) = 5.73 kN/m
- 바닥하중 :
  - 마감하중 (Wf) = 2.46 kN/㎡
  - 슬래브하중 (Wd) = 4.05 kN/㎡
  - 활하중 (Wl) = 3.00 kN/㎡
  - 작업하중 (Wc) = 2.50 kN/㎡

- 보 라인하중 산정

검토단계	사용하중	계수하중
시공단계	28.98 kN/m	38.33 kN/m
사용단계	39.49 kN/m	51.65 kN/m

4. 시공단계 검토

a. 강도검토

검토위치	모멘트 검토 (kN·m)						전단력 검토 (kN)			
	웨브	플랜지	소요강도	설계강도	ratio	결과	소요강도	설계강도	비율	결과
단부	-	-	-	-	-	-	159	1272	0.13	O.K
전이부	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
중앙부	S	S	438	706	0.62	O.K				
- C : 조밀단면, N : 비조밀단면, S : 세장단면										

b. 처짐검토

- δ = 5*w*L^4 / 384*E*I = 33.84 ㎜ < 40 ㎜ (ratio : 0.85)

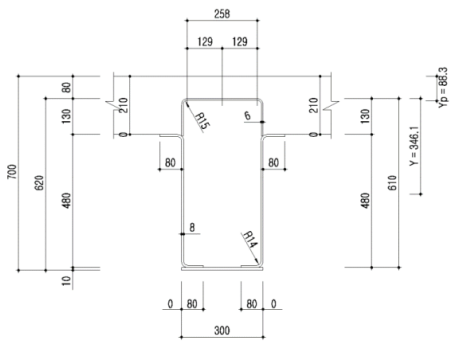
5. 사용단계 검토

a. 강도검토

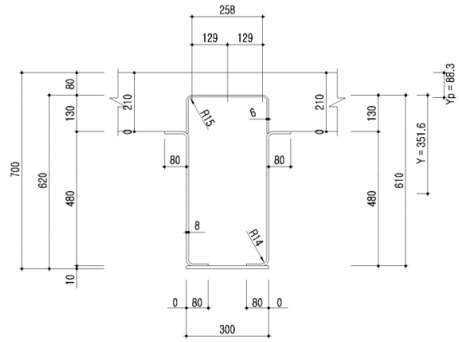
검토위치	모멘트 검토 (kN·m)						전단력 검토 (kN)			
	웨브	플랜지	소요강도	설계강도	ratio	결과	소요강도	설계강도	비율	결과
단부	C	C	1236	1924	0.64	-	284	1272	0.22	O.K
전이부	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
중앙부	C	C	732	1924	0.38	O.K				
- C : 조밀단면, N : 비조밀단면, S : 세장단면										

b. 처짐검토

- δL = 5*WL*L^4 / 384*E*I = 12.44 mm < L/360 = 30.56 mm (O.K)
- δD+L = (5*wD1*L^4 / 384*E*Is) + (5*(wD2+WL)*L^4 / 384*E*Ie)
  = 37.94 mm < L/240 = 45.83 mm (O.K)



AU-620x300x6x8x10



AU-620x300x6x8x10

단부 단면성능 단위 : mm

▪합성전

A_{AU} = 16120 Y = 346

I_s = 808056861

▪합성후

Y_P = 88 I_{tr} = 2269643065

중앙부 단면성능 단위 : mm

▪합성전

A_{AU} = 15865 Y = 352

I_s = 777443480

▪합성후

Y_P = 88 I_{tr} = 2269643065

3) 합성기둥 설계(SC1 부재)

1. 일반 사항

(1) 설계 기준 : KDS 41 SRC : 2019

(2) 단위계 : N, mm

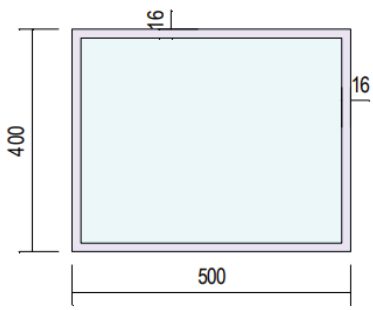
2. 재질

(1) 콘크리트

- f_{ck} : 24.00MPa

(2) 철골 중공 단면 : SM355

- F_y : 355MPa
- E_s : 210,000MPa



3. 단면

(1) 철골 중공 단면 : B-400x500x16x16

- A_s : 27,776mm²
- X_c : 250mm
- X_y : 200mm
- Y_{cp} : 200mm
- Y_{cm} : 200mm
- I_x : 723,061,419mm⁴
- I_y : 1.023234e+9mm⁴
- i_x : 161mm
- i_y : 192mm
- S_x : 3,615,307mm³
- S_y : 4,092,937mm³
- Z_x : 4,155,392mm³
- Z_y : 4,849,792mm³

4. 길이

(1) L_x : 3.600m

(2) L_y : 3.600m

(3) K_x : 0.500

(4) K_y : 0.500

6. 제한값 검토

(1) 재질 강도 제한

- f_{ck} = 24.00 > 21.00 → O.K
- f_{ck} = 24.00 < 70.00 → O.K
- F_y = 355 < 650 → O.K

(2) 철골 단면 비율

- A_s / A_g = 0.139 > 0.0100 → O.K

7. 단면 분류 검토

(1) 판-폭 두께비 (축방향력)

- λ = max(b/t, h/t) = 29.25
- $\lambda_p = 2.26\sqrt{E_s/F_y} = 54.97$
- $\lambda_r = 3.00\sqrt{E_s/F_y} = 72.97$
- $\lambda_{max} = 5.00\sqrt{E_s/F_y} = 122$
- $\lambda \le \lambda_p$ → 조밀 축방향력

(2) 판-폭 두께비 (휨 - 플랜지)

- λ = b/t = 29.25
- $\lambda_p = 2.26\sqrt{E_s/F_y} = 54.97$
- $\lambda_r = 3.00\sqrt{E_c/F_y} = 72.97$
- $\lambda_{max} = 5.00\sqrt{E_c/F_y} = 122$
- $\lambda \le \lambda_p$ → 조밀 휨 (플랜지)

(3) 판-폭 두께비 (휨 - 웨브)

- λ = h/t = 23.00
- $\lambda_p = 3.00\sqrt{E_s/F_y} = 72.97$
- $\lambda_r = 5.70\sqrt{E_s/F_y} = 139$
- $\lambda_{max} = 5.70\sqrt{E_s/F_y} = 139$
- $\lambda \le \lambda_p$ → 조밀 휨 (웨브)

(4) 판-폭 두께비 (내진)

- 특별 기준 : 중간 연성
- λ = max(b/t, h/t) = 29.25
- $\lambda_{max} = 2.26\sqrt{E_s/F_y} = 54.97$
- $\lambda \le \lambda_{max}$

(5) 단면 분류 검토

- 전체 단면이 조밀하게 취급됨

5. 부재력

번호	검토	이름	P_u (kN)	M_{ux} (kN·m)	M_{uy} (kN·m)	V_{ux} (kN)	V_{uy} (kN)
-	PM	sLCB6	9,747	0.000	0.000	71.38	-3.583
-	Vx	sLCB19	903	46.76	510	398	37.08
-	Vy	sLCB32	765	-300	-463	-364	-215
1	예	sLCB6	9,747	0.000	0.000	71.38	-3.583
2	예	sLCB59	404	310	470	-147	70.34
3	예	sLCB15	696	387	703	-314	58.32
4	예	sLCB32	765	-300	-463	-364	-215
5	예	sLCB19	735	238	763	-301	69.04
6	예	sLCB36	909	-71.92	-762	294	-125
7	예	sLCB19	903	46.76	510	398	37.08
8	예	sLCB6	865	-30.68	-520	-396	-24.28
9	예	sLCB56	463	163	-196	-168	113

8. 축방향 강도 검토

(1) 축방향 압축 강도 계산 (ø P_{no})

- $P_{no} = A_s F_y + 0.85 f_{ck} A_c = 13,374kN$
- $C_2 = \min [0.6 + 2A_s /(A_c + A_s), 0.9] = 0.878$
- $EI_{eff} = E_s I_s + C_2 E_c I_c = 195,843kN·m^2$
- $P_e = \pi^2 EI_{eff} / (KL)^2 = 596,571kN$
- $P_n = P_{no} [0.658^{Pno/Pe}] = 13,249kN$ ($P_{no} / p_e <$ = 2.25)
- 압축에 대한 저항 계수 : ø = 0.750
- $øP_n = 9,937kN$
- $P_u / øP_n = 0.981 < 1.000 \rightarrow$ O.K

9. 강축에 대한 휨강도 검토

(1) 소성중립축 계산

- $a_p = \dfrac{2F_y Ht_w + 0.85f_{ck} b_i t_f}{4t_w F_y + 0.85f_{ck} b_i} = 146mm$

(2) 강재 플랜지 압축에 의한 모멘트 계산

- $C_1 = b_i t_f F_y = 2,658kN$
- $y_{C1} = a_p - t_f /2 = 138mm$

(3) 콘크리트의 압축에 의한 모멘트 계산

- $C_2 = 0.85f_{ck} (a_p - t_f) b_i = 1,237kN$
- $y_{C2} = (a_p - t_f)/2 = 64.78mm$

(4) 강재 웨브 압축에 의한 모멘트 계산

- $C_3 = a_p 2t_w F_y = 1,654kN$
- $y_{C3} = a_p /2 = 72.78mm$

(5) 강재 웨브 인장에 의한 모멘트 계산

- $T_1 = (H - a_p) 2t_w F_y = 2,890kN$
- $y_{T1} = (H - a_p)/2 = 127mm$

(6) 강재 플랜지 인장에 의한 모멘트 계산

- $T_2 = b_i\ t_f\ F_y$ = 2,658kN
- $y_{T2} = H - a_p - t_f/2$ = 246mm

(7) 소성휨강도 계산

- $M_p = \sum F_i\ y_i$ = 1,589kN·m

(8) 강축에 대한 휨강도 계산 (ø M_{nx})

- $M_{nx} = M_p$ = 1,589kN·m
- 휨에 대한 저항 계수 : ø = 0.900
- øM_{nx} = 1,430kN·m
- M_{ux} / øM_{nx} = 0.000 < 1.000 → O.K

10. 약축에 대한 휨강도 검토

(1) 소성중립축 계산

- $a_p = \dfrac{2F_y\ Bt_f + 0.85f_{ck}\ h_i\ t_w}{4\ t_f\ F_y + 0.85f_{ck}\ h_i}$ = 192mm

(2) 강재 플랜지 압축에 의한 모멘트 계산

- $C_1 = h_i\ t_w\ F_y$ = 2,090kN
- $y_{C1} = a_p - t_w/2$ = 184mm

(3) 콘크리트의 압축에 의한 모멘트 계산

- $C_2 = 0.85f_{ck}\ (a_p - t_w)\ h_i$ = 1,320kN
- $y_{C2} = (a_p - t_w)/2$ = 87.94mm

(4) 강재 웨브 압축에 의한 모멘트 계산

- $C_3 = a_p\ 2t_f\ F_y$ = 2,180kN
- $y_{C3} = a_p/2$ = 95.94mm

(5) 강재 웨브 인장에 의한 모멘트 계산

- $T_1 = (B - a_p)\ 2t_f\ F_y$ = 3,500kN
- $y_{T1} = (B - a_p)/2$ = 154mm

(6) 강재 플랜지 인장에 의한 모멘트 계산

- $T_2 = h_i\ t_w\ F_y$ = 2,090kN
- $y_{T2} = H - a_p - t_w/2$ = 300mm

(7) 소성휨강도 계산

- $M_p = \sum F_i\ y_i$ = 1,876kN·m

(8) 약축에 대한 휨강도 계산 (øM_{ny})

- $M_{ny} = M_p$ = 1,876kN·m
- 휨에 대한 저항 계수 : ø = 0.900
- øM_{ny} = 1,689kN·m
- M_{uy} / øM_{ny} = 0.000 < 1.000 → O.K

11. 조합 강도의 상호 작용 검토

(1) 조합 강도의 상호 작용 비율 계산

- P_r = 9,747kN
- $P_r / P_c > 0.2$

- $\dfrac{P_r}{P_c} + \dfrac{8}{9}\left(\dfrac{M_{rx}}{M_{cx}} + \dfrac{M_{ry}}{M_{cy}}\right)$ = 0.981 < 1.000 → O.K

12. 강축 전단강도 계산 (Y)

(1) 강재의 전단강도 계산

- k_v = 5.000
- h/t_w = 23.88
- $1.10\sqrt{k_v\ E_s / F_y}$ = 59.82
- $1.37\sqrt{k_v\ E_s / F_y}$ = 74.51
- C_v = 1.000 ($h/t_w < 1.10\sqrt{k_v\ E_s / F_y}$)
- A_w = 10,576mm²
- $V_{n.steel} = 0.6F_y\ A_w\ C_v$ = 2,253kN
- 전단에 대한 저항 계수 : ø$_{steel}$ = 0.900
- ø$V_{n.steel}$ = 2,027kN

(2) 콘크리트에 의한 전단 강도 계산

- $V_{n.conc} = 0.11\sqrt{f_{ck}}\ bh$ = 92.81kN
- 전단에 대한 저항 계수 : ø$_{conc}$ = 0.550 (무근 콘크리트)
- ø$V_{n.conc}$ = 51.05kN

(3) 전단 강도 계산

- øV_{ny} = ø$V_{n.steel}$ = 2,027kN
- V_{uy} / øV_{ny} = 0.106 < 1.000 → O.K

13. 약축 전단강도 계산 (X)

(1) 강재의 전단강도 계산

- k_v = 5.000
- h/t_w = 30.60
- $1.10\sqrt{k_v\ E_s / F_y}$ = 59.82
- $1.37\sqrt{k_v\ E_s / F_y}$ = 74.51
- C_v = 1.000 ($h/t_w < 1.10\sqrt{k_v\ E_s / F_y}$)
- A_w = 13,552mm²
- $V_{n.steel} = 0.6F_y\ A_w\ C_v$ = 2,886kN
- 전단에 대한 저항 계수 : ø$_{steel}$ = 0.900
- ø$V_{n.steel}$ = 2,598kN

(2) 콘크리트에 의한 전단 강도 계산

- $V_{n.conc} = 0.11\sqrt{f_{ck}}\ bh$ = 92.81kN
- 전단에 대한 저항 계수 : ø$_{conc}$ = 0.550 (무근 콘크리트)
- ø$V_{n.conc}$ = 51.05kN

(3) 전단 강도 계산

- øV_{nx} = ø$V_{n.steel}$ = 2,598kN
- V_{ux} / øV_{nx} = 0.153 < 1.000 → O.K

4) 합성기둥 설계(SC1A 부재)

1. 일반 사항

(1) 설계 기준 : KDS 41 SRC : 2019

(2) 단위계 : N, mm

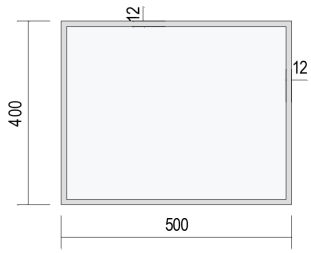
2. 재질

(1) 콘크리트

- f_{ck} : 24.00MPa

(2) 철골 중공 단면 : SM355

- F_y : 355MPa
- E_s : 210,000MPa



3. 단면

(1) 철골 중공 단면 : B-400x500x12x12

- A_s : 21,024mm²
- X_c : 250mm
- X_y : 200mm
- Y_{cp} : 200mm
- Y_{cm} : 200mm
- I_x : 558,090,752mm⁴
- I_y : 787,361,152mm⁴
- i_x : 163mm
- i_y : 194mm
- S_x : 2,790,454mm³
- S_y : 3,149,445mm³
- Z_x : 3,176,256mm³
- Z_y : 3,701,856mm³

4. 길이

(1) L_x : 3.600m

(2) L_y : 3.600m

(3) K_x : 0.500

(4) K_y : 0.500

6. 제한값 검토

(1) 재질 강도 제한

- f_{ck} = 24.00 > 21.00 → O.K
- f_{ck} = 24.00 < 70.00 → O.K
- F_y = 355 < 650 → O.K

(2) 철골 단면 비율

- A_s / A_g = 0.105 > 0.0100 → O.K

7. 단면 분류 검토

(1) 판-폭 두께비 (축방향력)

- λ = max(b/t, h/t) = 39.67
- $\lambda_p = 2.26\sqrt{E_s/F_y}$ = 54.97
- $\lambda_r = 3.00\sqrt{E_s/F_y}$ = 72.97
- $\lambda_{max} = 5.00\sqrt{E_s/F_y}$ = 122
- $\lambda \le \lambda_p$ → 조밀 축방향력

(2) 판-폭 두께비 (휨 - 플랜지)

- λ = b/t = 39.67
- $\lambda_p = 2.26\sqrt{E_s/F_y}$ = 54.97
- $\lambda_r = 3.00\sqrt{E_s/F_y}$ = 72.97
- $\lambda_{max} = 5.00\sqrt{E_s/F_y}$ = 122
- $\lambda \le \lambda_p$ → 조밀 휨 (플랜지)

(3) 판-폭 두께비 (휨 - 웨브)

- λ = h/t = 29.25
- $\lambda_p = 3.00\sqrt{E_s/F_y}$ = 72.97
- $\lambda_r = 5.70\sqrt{E_s/F_y}$ = 139
- $\lambda_{max} = 5.70\sqrt{E_s/F_y}$ = 139
- $\lambda \le \lambda_p$ → 조밀 휨 (웨브)

(4) 판-폭 두께비 (내진)

- 특별 기준 : 중간 연성
- λ = max(b/t, h/t) = 29.25
- $\lambda_{max} = 2.26\sqrt{E_s/F_y}$ = 54.97
- $\lambda \le \lambda_{max}$

(5) 단면 분류 검토

- 전체 단면이 조밀하게 취급됨

5. 부재력

번호	검토	이름	P_u (kN)	M_{ux} (kN·m)	M_{uy} (kN·m)	V_{ux} (kN)	V_{uy} (kN)
-	PM	sLCB31	475	-501	-473	154	152
-	Vx	sLCB35	569	110	-397	-301	80.36
-	Vy	sLCB32	532	-405	187	144	-308
1	예	sLCB6	5,588	0.000	0.000	-47.78	30.90
2	예	sLCB59	-3,729	33.89	54.61	63.57	23.20
3	예	sLCB15	449	579	-274	276	-169
4	예	sLCB31	475	-501	-473	154	152
5	예	sLCB20	510	-147	568	-163	219
6	예	sLCB36	508	356	-566	128	-289
7	예	sLCB19	474	-248	388	298	-189
8	예	sLCB35	569	110	-397	-301	80.36
9	예	sLCB16	422	361	324	249	269
10	예	sLCB32	532	-405	187	144	-308

8. 축방향 강도 검토

(1) 축방향 압축 강도 계산 (ø P_{no})

- $P_{no} = A_s F_y + 0.85 f_{ck} A_c = 13,374kN$
- $C_2 = \min [0.6 + 2A_s /(A_c + A_s), 0.9] = 0.878$
- $EI_{eff} = E_s I_s + C_2 E_c I_c = 195,843kN·m^2$
- $P_e = \pi^2 EI_{eff} / (KL)^2 = 596,571kN$
- $P_n = P_{no} [0.658^{Pno/Pe}] = 13,249kN$ ($P_{no} / p_e <$ = 2.25)
- 압축에 대한 저항 계수 : ø = 0.750
- $øP_n = 9,937kN$
- $P_u / øP_n = 0.930 < 1.000 \rightarrow$ O.K

9. 강축에 대한 휨강도 검토

(1) 소성중립축 계산

- $a_p = \dfrac{2F_y Ht_w + 0.85f_{ck} b_i t_f}{4t_w F_y + 0.85f_{ck} b_i} = 192mm$

(2) 강재 플랜지 압축에 의한 모멘트 계산

- $C_1 = b_i t_f F_y = 2,090kN$
- $y_{C1} = a_p - t_f /2 = 184mm$

(3) 콘크리트의 압축에 의한 모멘트 계산

- $C_2 = 0.85f_{ck} (a_p - t_f) b_i = 1,320kN$
- $y_{C2} = (a_p - t_f)/2 = 87.94mm$

(4) 강재 웨브 압축에 의한 모멘트 계산

- $C_3 = a_p 2t_w F_y = 2,180kN$
- $y_{C3} = a_p /2 = 95.94mm$

(5) 강재 웨브 인장에 의한 모멘트 계산

- $T_1 = (H - a_p) 2t_w F_y = 3,500kN$
- $y_{T1} = (H - a_p)/2 = 154mm$

(6) 강재 플랜지 인장에 의한 모멘트 계산

- $T_2 = b_i t_f F_y = 2{,}028kN$
- $y_{T2} = H - a_p - t_f / 2 = 262mm$

(7) 소성휨강도 계산

- $M_p = \sum F_i y_i = 1{,}237kN{\cdot}m$

(8) 강축에 대한 휨강도 계산 (ϕM_{nx})

- $M_{nx} = M_p = 1{,}237kN{\cdot}m$
- 휨에 대한 저항 계수 : $\phi = 0.900$
- $\phi M_{nx} = 1{,}113kN{\cdot}m$
- $M_{ux} / \phi M_{nx} = 0.450 < 1.000 \rightarrow O.K$

10. 약축에 대한 휨강도 검토

(1) 소성중립축 계산

- $a_p = \dfrac{2F_y Bt_f + 0.85f_{ck} h_i t_w}{4 t_f F_y + 0.85f_{ck} h_i} = 176mm$

(2) 강재 플랜지 압축에 의한 모멘트 계산

- $C_1 = h_i t_w F_y = 1{,}602kN$
- $y_{C1} = a_p - t_w / 2 = 170mm$

(3) 콘크리트의 압축에 의한 모멘트 계산

- $C_2 = 0.85f_{ck} (a_p - t_w) h_i = 1{,}259kN$
- $y_{C2} = (a_p - t_w)/2 = 82.06mm$

(4) 강재 웨브 압축에 의한 모멘트 계산

- $C_3 = a_p 2t_f F_y = 1{,}501kN$
- $y_{C3} = a_p / 2 = 88.06mm$

(5) 강재 웨브 인장에 의한 모멘트 계산

- $T_1 = (B - a_p) 2t_f F_y = 2{,}759kN$
- $y_{T1} = (B - a_p)/2 = 162mm$

(6) 강재 플랜지 인장에 의한 모멘트 계산

- $T_2 = h_i t_w F_y = 1{,}602kN$
- $y_{T2} = H - a_p - t_w / 2 = 318mm$

(7) 소성휨강도 계산

- $M_p = \sum F_i y_i = 1{,}464kN{\cdot}m$

(8) 약축에 대한 휨강도 계산 (ϕM_{ny})

- $M_{ny} = M_p = 1{,}464kN{\cdot}m$
- 휨에 대한 저항 계수 : $\phi = 0.900$
- $\phi M_{ny} = 1{,}318kN{\cdot}m$
- $M_{uy} / \phi M_{ny} = 0.359 < 1.000 \rightarrow O.K$

11. 조합 강도의 상호 작용 검토

(1) 조합 강도의 상호 작용 비율 계산

- $P_r = 475kN$
- $P_r / P_c < 0.2$
- $\dfrac{P_r}{2P_c} + \left(\dfrac{M_{rx}}{M_{cx}} + \dfrac{M_{ry}}{M_{cy}} \right) = 0.837 < 1.000 \rightarrow O.K$

12. 강축 전단강도 계산 (Y)

(1) 강재의 전단강도 계산

- $k_v = 5.000$
- $h/t_w = 32.84$
- $1.10 \sqrt{k_v E_s / F_y} = 59.82$
- $1.37 \sqrt{k_v E_s / F_y} = 74.51$
- $C_v = 1.000 (h/t_w < 1.10 \sqrt{k_v E_s / F_y})$
- $A_w = 8{,}181mm^2$
- $V_{n.steel} = 0.6F_y A_w C_v = 1{,}742kN$
- 전단에 대한 저항 계수 : $\phi_{steel} = 0.900$
- $\phi V_{n.steel} = 1{,}568kN$

(2) 콘크리트에 의한 전단 강도 계산

- $V_{n.conc} = 0.11 \sqrt{f_{ck}}\ bh = 96.45kN$
- 전단에 대한 저항 계수 : $\phi_{conc} = 0.550$ (무근 콘크리트)
- $\phi V_{n.conc} = 53.05kN$

(3) 전단 강도 계산

- $\phi V_{ny} = \phi V_{n.steel} = 1{,}568kN$
- $V_{uy} / \phi V_{ny} = 0.196 < 1.000 \rightarrow O.K$

13. 약축 전단강도 계산 (X)

(1) 강재의 전단강도 계산

- $k_v = 5.000$
- $h/t_w = 41.80$
- $1.10 \sqrt{k_v E_s / F_y} = 59.82$
- $1.37 \sqrt{k_v E_s / F_y} = 74.51$
- $C_v = 1.000 (h/t_w < 1.10 \sqrt{k_v E_s / F_y})$
- $A_w = 10{,}413mm^2$
- $V_{n.steel} = 0.6F_y A_w C_v = 2{,}218kN$
- 전단에 대한 저항 계수 : $\phi_{steel} = 0.900$
- $\phi V_{n.steel} = 1{,}996kN$

(2) 콘크리트에 의한 전단 강도 계산

- $V_{n.conc} = 0.11 \sqrt{f_{ck}}\ bh = 96.45kN$
- 전단에 대한 저항 계수 : $\phi_{conc} = 0.550$ (무근 콘크리트)
- $\phi V_{n.conc} = 53.05kN$

(3) 전단 강도 계산

- $\phi V_{nx} = \phi V_{n.steel} = 1{,}996kN$
- $V_{ux} / \phi V_{nx} = 0.151 < 1.000 \rightarrow O.K$

5) 합성기둥 설계(SC2 부재)

1. 일반 사항

(1) 설계 기준 : KDS 41 SRC : 2019

(2) 단위계 : N, mm

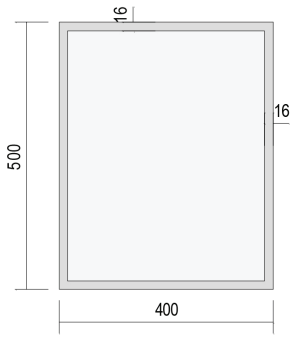
2. 재질

(1) 콘크리트

- f_{ck} : 24.00MPa

(2) 철골 중공 단면 : SM355

- F_y : 355MPa
- E_s : 210,000MPa



3. 단면

(1) 철골 중공 단면 : B-500x400x16x16

- A_s : 27,776mm²
- X_c : 200mm
- X_y : 250mm
- Y_{cp} : 250mm
- Y_{cm} : 250mm
- I_x : 1.023234e+9mm⁴
- I_y : 723,061,419mm⁴
- i_x : 192mm
- i_y : 161mm
- S_x : 4,092,937mm³
- S_y : 3,615,307mm³
- Z_x : 4,849,792mm³
- Z_y : 4,155,392mm³

4. 길이

(1) L_x : 3.600m

(2) L_y : 3.600m

(3) K_x : 0.500

(4) K_y : 0.500

6. 제한값 검토

(1) 재질 강도 제한

- f_{ck} = 24.00 > 21.00 → O.K
- f_{ck} = 24.00 < 70.00 → O.K
- F_y = 355 < 650 → O.K

(2) 철골 단면 비율

- A_s / A_g = 0.139 > 0.0100 → O.K

7. 단면 분류 검토

(1) 판-폭 두께비 (축방향력)

- λ = max(b/t, h/t) = 29.25
- $\lambda_p = 2.26\sqrt{E_s/F_y} = 54.97$
- $\lambda_r = 3.00\sqrt{E_s/F_y} = 72.97$
- $\lambda_{max} = 5.00\sqrt{E_s/F_y} = 122$
- $\lambda \le \lambda_p$ → 조밀 축방향력

(2) 판-폭 두께비 (휨 - 플랜지)

- λ = b/t = 23.00
- $\lambda_p = 2.26\sqrt{E_s/F_y} = 54.97$
- $\lambda_r = 3.00\sqrt{E_s/F_y} = 72.97$
- $\lambda_{max} = 5.00\sqrt{E_s/F_y} = 122$
- $\lambda \le \lambda_p$ → 조밀 휨 (플랜지)

(3) 판-폭 두께비 (휨 - 웨브)

- λ = h/t = 29.25
- $\lambda_p = 3.00\sqrt{E_s/F_y} = 72.97$
- $\lambda_r = 5.70\sqrt{E_s/F_y} = 139$
- $\lambda_{max} = 5.70\sqrt{E_s/F_y} = 139$
- $\lambda \le \lambda_p$ → 조밀 휨 (웨브)

(4) 판-폭 두께비 (내진)

- 특별 기준 : 중간 연성
- λ = max(b/t, h/t) = 29.25
- $\lambda_{max} = 2.26\sqrt{E_s/F_y} = 54.97$
- $\lambda \le \lambda_{max}$

(5) 단면 분류 검토

- 전체 단면이 조밀하게 취급됨

5. 부재력

번호	검토	이름	P_u (kN)	M_{ux} (kN·m)	M_{uy} (kN·m)	V_{ux} (kN)	V_{uy} (kN)
-	PM	sLCB6	9,246	0.000	0.000	-1.263	71.51
-	Vx	sLCB36	693	97.12	-299	-222	74.09
-	Vy	sLCB16	516	677	-173	-129	483
1	예	sLCB6	9,246	0.000	0.000	-1.263	71.51
2	예	sLCB56	264	124	244	-58.96	379
3	예	sLCB16	731	872	151	64.75	-289
4	예	sLCB31	673	-870	241	-201	32.67
5	예	sLCB19	517	-140	413	-119	403
6	예	sLCB36	5,621	72.42	-388	-205	50.41
7	예	sLCB19	4,293	-310	234	144	-189
8	예	sLCB36	693	97.12	-299	-222	74.09
9	예	sLCB16	516	677	-173	-129	483
10	예	sLCB31	818	-577	-106	-80.20	-453

8. 축방향 강도 검토

(1) 축방향 압축 강도 계산 (ø P_{no})

- $P_{no} = A_s F_y + 0.85 f_{ck} A_c = 13,374kN$
- $C_2 = \min [0.6 + 2A_s /(A_c + A_s), 0.9] = 0.878$
- $EI_{eff} = E_s I_s + C_2 E_c I_c = 195,843kN·m^2$
- $P_e = \pi^2 EI_{eff} / (KL)^2 = 596,571kN$
- $P_n = P_{no} [0.658^{Pno/Pe}] = 13,249kN$ ($P_{no} / p_e <$ = 2.25)
- 압축에 대한 저항 계수 : ø = 0.750
- $øP_n = 9,937kN$
- $P_u / øP_n = 0.930 < 1.000 \rightarrow$ O.K

9. 강축에 대한 휨강도 검토

(1) 소성중립축 계산

- $a_p = \dfrac{2F_y Ht_w + 0.85f_{ck} b_i t_f}{4t_w F_y + 0.85f_{ck} b_i} = 192mm$

(2) 강재 플랜지 압축에 의한 모멘트 계산

- $C_1 = b_i t_f F_y = 2,090kN$
- $y_{C1} = a_p - t_f /2 = 184mm$

(3) 콘크리트의 압축에 의한 모멘트 계산

- $C_2 = 0.85f_{ck} (a_p - t_f) b_i = 1,320kN$
- $y_{C2} = (a_p - t_f)/2 = 87.94mm$

(4) 강재 웨브 압축에 의한 모멘트 계산

- $C_3 = a_p 2t_w F_y = 2,180kN$
- $y_{C3} = a_p /2 = 95.94mm$

(5) 강재 웨브 인장에 의한 모멘트 계산

- $T_1 = (H - a_p) 2t_w F_y = 3,500kN$
- $y_{T1} = (H - a_p)/2 = 154mm$

(6) 강재 플랜지 인장에 의한 모멘트 계산

- $T_2 = b_i\ t_f\ F_y$ = 2,090kN
- $y_{T2} = H - a_p - t_f/2$ = 300mm

(7) 소성휨강도 계산

- $M_p = \sum F_i\ y_i$ = 1,876kN·m

(8) 강축에 대한 휨강도 계산 (ø M_{nx})

- $M_{nx} = M_p$ = 1,876kN·m
- 휨에 대한 저항 계수 : ø = 0.900
- $øM_{nx}$ = 1,689kN·m
- $M_{ux} / øM_{nx}$ = 0.000 < 1.000 → O.K

10. 약축에 대한 휨강도 검토

(1) 소성중립축 계산

- $a_p = \dfrac{2F_y Bt_f + 0.85f_{ck}\ h_i\ t_w}{4\ t_f\ F_y + 0.85f_{ck}\ h_i}$ = 146mm

(2) 강재 플랜지 압축에 의한 모멘트 계산

- $C_1 = h_i\ t_w\ F_y$ = 2,658kN
- $y_{C1} = a_p - t_w/2$ = 138mm

(3) 콘크리트의 압축에 의한 모멘트 계산

- $C_2 = 0.85f_{ck}\ (a_p - t_w)\ h_i$ = 1,237kN
- $y_{C2} = (a_p - t_w)/2$ = 64.78mm

(4) 강재 웨브 압축에 의한 모멘트 계산

- $C_3 = a_p\ 2t_f\ F_y$ = 1,654kN
- $y_{C3} = a_p/2$ = 72.78mm

(5) 강재 웨브 인장에 의한 모멘트 계산

- $T_1 = (B - a_p)\ 2t_f\ F_y$ = 2,890kN
- $y_{T1} = (B - a_p)/2$ = 127mm

(6) 강재 플랜지 인장에 의한 모멘트 계산

- $T_2 = h_i\ t_w\ F_y$ = 2,658kN
- $y_{T2} = H - a_p - t_w/2$ = 246mm

(7) 소성휨강도 계산

- $M_p = \sum F_i\ y_i$ = 1,589kN·m

(8) 약축에 대한 휨강도 계산 ($øM_{ny}$)

- $M_{ny} = M_p$ = 1,589kN·m
- 휨에 대한 저항 계수 : ø = 0.900
- $øM_{ny}$ = 1,430kN·m
- $M_{uy} / øM_{ny}$ = 0.000 < 1.000 → O.K

11. 조합 강도의 상호 작용 검토

(1) 조합 강도의 상호 작용 비율 계산

- P_r = 9,246kN
- $P_r / P_c > 0.2$
- $\dfrac{P_r}{P_c} + \dfrac{8}{9}\left(\dfrac{M_{rx}}{M_{cx}} + \dfrac{M_{ry}}{M_{cy}}\right)$ = 0.930 < 1.000 → O.K

12. 강축 전단강도 계산 (Y)

(1) 강재의 전단강도 계산

- k_v = 5.000
- h/t_w = 30.60
- $1.10\sqrt{k_v E_s / F_y}$ = 59.82
- $1.37\sqrt{k_v E_s / F_y}$ = 74.51
- C_v = 1.000 ($h/t_w < 1.10\sqrt{k_v E_s / F_y}$)
- A_w = 13,552mm²
- $V_{n.steel} = 0.6F_y\ A_w\ C_v$ = 2,886kN
- 전단에 대한 저항 계수 : $ø_{steel}$ = 0.900
- $øV_{n.steel}$ = 2,598kN

(2) 콘크리트에 의한 전단 강도 계산

- $V_{n.conc} = 0.11\sqrt{f_{ck}}\ bh$ = 92.81kN
- 전단에 대한 저항 계수 : $ø_{conc}$ = 0.550 (무근 콘크리트)
- $øV_{n.conc}$ = 51.05kN

(3) 전단 강도 계산

- $øV_{ny} = øV_{n.steel}$ = 2,598kN
- $V_{uy} / øV_{ny}$ = 0.186 < 1.000 → O.K

13. 약축 전단강도 계산 (X)

(1) 강재의 전단강도 계산

- k_v = 5.000
- h/t_w = 23.88
- $1.10\sqrt{k_v E_s / F_y}$ = 59.82
- $1.37\sqrt{k_v E_s / F_y}$ = 74.51
- C_v = 1.000 ($h/t_w < 1.10\sqrt{k_v E_s / F_y}$)
- A_w = 10,576mm²
- $V_{n.steel} = 0.6F_y\ A_w\ C_v$ = 2,253kN
- 전단에 대한 저항 계수 : $ø_{steel}$ = 0.900
- $øV_{n.steel}$ = 2,027kN

(2) 콘크리트에 의한 전단 강도 계산

- $V_{n.conc} = 0.11\sqrt{f_{ck}}\ bh$ = 92.81kN
- 전단에 대한 저항 계수 : $ø_{conc}$ = 0.550 (무근 콘크리트)
- $øV_{n.conc}$ = 51.05kN

(3) 전단 강도 계산

- $øV_{nx} = øV_{n.steel}$ = 2,027kN
- $V_{ux} / øV_{nx}$ = 0.110 < 1.000 → O.K

6) 합성기둥 설계(SC2A 부재)

1. 일반 사항

(1) 설계 기준 : KDS 41 SRC : 2019

(2) 단위계 : N, mm

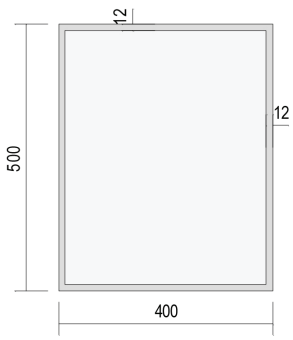
2. 재질

(1) 콘크리트

- f_{ck} : 24.00MPa

(2) 철골 중공 단면 : SM355

- F_y : 355MPa
- E_s : 210,000MPa



3. 단면

(1) 철골 중공 단면 : B-500x400x12x12

- A_s : 21,024mm²
- X_c : 200mm
- X_y : 250mm
- Y_{cp} : 250mm
- Y_{cm} : 250mm
- I_x : 787,361,152mm⁴
- I_y : 558,090,752mm⁴
- i_x : 194mm
- i_y : 163mm
- S_x : 3,149,445mm³
- S_y : 2,790,454mm³
- Z_x : 3,701,856mm³
- Z_y : 3,176,256mm³

4. 길이

(1) L_x : 3.600m

(2) L_y : 3.600m

(3) K_x : 0.500

(4) K_y : 0.500

6. 제한값 검토

(1) 재질 강도 제한

- f_{ck} = 24.00 > 21.00 → O.K
- f_{ck} = 24.00 < 70.00 → O.K
- F_y = 355 < 650 → O.K

(2) 철골 단면 비율

- A_s / A_g = 0.105 > 0.0100 → O.K

7. 단면 분류 검토

(1) 판-폭 두께비 (축방향력)

- λ = max(b/t, h/t) = 39.67
- $\lambda_p = 2.26\sqrt{E_s/F_y}$ = 54.97
- $\lambda_r = 3.00\sqrt{E_s/F_y}$ = 72.97
- $\lambda_{max} = 5.00\sqrt{E_s/F_y}$ = 122
- $\lambda \le \lambda_p$ → 조밀 축방향력

(2) 판-폭 두께비 (휨 - 플랜지)

- λ = b/t = 31.33
- $\lambda_p = 2.26\sqrt{E_s/F_y}$ = 54.97
- $\lambda_r = 3.00\sqrt{E_s/F_y}$ = 72.97
- $\lambda_{max} = 5.00\sqrt{E_s/F_y}$ = 122
- $\lambda \le \lambda_p$ → 조밀 휨 (플랜지)

(3) 판-폭 두께비 (휨 - 웨브)

- λ = h/t = 39.67
- $\lambda_p = 3.00\sqrt{E_s/F_y}$ = 72.97
- $\lambda_r = 5.70\sqrt{E_s/F_y}$ = 139
- $\lambda_{max} = 5.70\sqrt{E_s/F_y}$ = 139
- $\lambda \le \lambda_p$ → 조밀 휨 (웨브)

(4) 판-폭 두께비 (내진)

- 특별 기준 : 중간 연성
- λ = max(b/t, h/t) = 39.67
- $\lambda_{max} = 2.26\sqrt{E_s/F_y}$ = 54.97
- $\lambda \le \lambda_{max}$

(5) 단면 분류 검토

- 전체 단면이 조밀하게 취급됨

5. 부재력

번호	검토	이름	P_u (kN)	M_{ux} (kN·m)	M_{uy} (kN·m)	V_{ux} (kN)	V_{uy} (kN)
-	PM	sLCB32	448	-524	-486	206	66.21
-	Vx	sLCB19	447	292	366	275	224
-	Vy	sLCB31	537	-437	119	83.41	-334
1	예	sLCB6	7,060	0.000	0.000	29.35	28.56
2	예	sLCB55	-3,453	48.20	35.49	1.775	67.65
3	예	sLCB16	452	631	-148	135	-174
4	예	sLCB32	448	-524	-486	206	66.21
5	예	sLCB19	675	-66.30	418	143	99.33
6	예	sLCB36	452	-425	-512	195	124
7	예	sLCB19	447	292	366	275	224
8	예	sLCB36	1,896	57.49	-420	-262	38.96
9	예	sLCB15	638	394	236	164	285
10	예	sLCB31	537	-437	119	83.41	-334

8. 축방향 강도 검토

(1) 축방향 압축 강도 계산 (ø P_{no})

- $P_{no} = A_s F_y + 0.85 f_{ck} A_c$ = 11,115kN
- $C_2 = \min [0.6 + 2A_s /(A_c + A_s), 0.9]$ = 0.810
- $EI_{eff} = E_s I_s + C_2 E_c I_c$ = 161,262kN·m²
- $P_e = \pi^2 EI_{eff} / (KL)^2$ = 491,231kN
- $P_n = P_{no} [0.658^{Pno/Pe}]$ = 11,010kN ($P_{no} / p_e <$ = 2.25)
- 압축에 대한 저항 계수 : ø = 0.750
- $øP_n$ = 8,257kN
- $P_u / øP_n$ = 0.0542 < 1.000 → O.K

9. 강축에 대한 휨강도 검토

(1) 소성중립축 계산

- $a_p = \dfrac{2F_y Ht_w + 0.85f_{ck} b_i t_f}{4t_w F_y + 0.85f_{ck} b_i}$ = 176mm

(2) 강재 플랜지 압축에 의한 모멘트 계산

- $C_1 = b_i t_f F_y$ = 1,602kN
- $y_{C1} = a_p - t_f /2$ = 170mm

(3) 콘크리트의 압축에 의한 모멘트 계산

- $C_2 = 0.85f_{ck} (a_p - t_f) b_i$ = 1,259kN
- $y_{C2} = (a_p - t_f)/2$ = 82.06mm

(4) 강재 웨브 압축에 의한 모멘트 계산

- $C_3 = a_p 2t_w F_y$ = 1,501kN
- $y_{C3} = a_p /2$ = 88.06mm

(5) 강재 웨브 인장에 의한 모멘트 계산

- $T_1 = (H - a_p) 2t_w F_y$ = 2,759kN
- $y_{T1} = (H - a_p)/2$ = 162mm

(6) 강재 플랜지 인장에 의한 모멘트 계산

- $T_2 = b_i\ t_f\ F_y = 1{,}602kN$
- $y_{T2} = H - a_p - t_f/2 = 318mm$

(7) 소성휨강도 계산

- $M_p = \sum F_i\ y_i = 1{,}464kN{\cdot}m$

(8) 강축에 대한 휨강도 계산 (ϕM_{nx})

- $M_{nx} = M_p = 1{,}464kN{\cdot}m$
- 휨에 대한 저항 계수 : $\phi = 0.900$
- $\phi M_{nx} = 1{,}318kN{\cdot}m$
- $M_{ux} / \phi M_{nx} = 0.398 < 1.000 \rightarrow O.K$

10. 약축에 대한 휨강도 검토

(1) 소성중립축 계산

- $a_p = \dfrac{2F_y\ Bt_f + 0.85f_{ck}\ h_i\ t_w}{4\ t_f\ F_y + 0.85f_{ck}\ h_i} = 132mm$

(2) 강재 플랜지 압축에 의한 모멘트 계산

- $C_1 = h_i\ t_w\ F_y = 2{,}028kN$
- $y_{C1} = a_p - t_w/2 = 126mm$

(3) 콘크리트의 압축에 의한 모멘트 계산

- $C_2 = 0.85f_{ck}\ (a_p - t_w)\ h_i = 1{,}163kN$
- $y_{C2} = (a_p - t_w)/2 = 59.88mm$

(4) 강재 웨브 압축에 의한 모멘트 계산

- $C_3 = a_p\ 2t_f\ F_y = 1{,}123kN$
- $y_{C3} = a_p/2 = 65.88mm$

(5) 강재 웨브 인장에 의한 모멘트 계산

- $T_1 = (B - a_p)\ 2t_f\ F_y = 2{,}285kN$
- $y_{T1} = (B - a_p)/2 = 134mm$

(6) 강재 플랜지 인장에 의한 모멘트 계산

- $T_2 = h_i\ t_w\ F_y = 2{,}028kN$
- $y_{T2} = H - a_p - t_w/2 = 262mm$

(7) 소성휨강도 계산

- $M_p = \sum F_i\ y_i = 1{,}237kN{\cdot}m$

(8) 약축에 대한 휨강도 계산 (ϕM_{ny})

- $M_{ny} = M_p = 1{,}237kN{\cdot}m$
- 휨에 대한 저항 계수 : $\phi = 0.900$
- $\phi M_{ny} = 1{,}113kN{\cdot}m$
- $M_{uy} / \phi M_{ny} = 0.437 < 1.000 \rightarrow O.K$

11. 조합 강도의 상호 작용 검토

(1) 조합 강도의 상호 작용 비율 계산

- $P_r = 448kN$
- $P_r / P_c < 0.2$
- $\dfrac{P_r}{2P_c} + \left(\dfrac{M_{rx}}{M_{cx}} + \dfrac{M_{ry}}{M_{cy}}\right) = 0.862 < 1.000 \rightarrow O.K$

12. 강축 전단강도 계산 (Y)

(1) 강재의 전단강도 계산

- $k_v = 5.000$
- $h/t_w = 41.80$
- $1.10\sqrt{k_v\ E_s / F_y} = 59.82$
- $1.37\sqrt{k_v\ E_s / F_y} = 74.51$
- $C_v = 1.000\ (h/t_w < 1.10\sqrt{k_v\ E_s / F_y})$
- $A_w = 10{,}413mm^2$
- $V_{n.steel} = 0.6F_y\ A_w\ C_v = 2{,}218kN$
- 전단에 대한 저항 계수 : $\phi_{steel} = 0.900$
- $\phi V_{n.steel} = 1{,}996kN$

(2) 콘크리트에 의한 전단 강도 계산

- $V_{n.conc} = 0.11\sqrt{f_{ck}}\ bh = 96.45kN$
- 전단에 대한 저항 계수 : $\phi_{conc} = 0.550$ (무근 콘크리트)
- $\phi V_{n.conc} = 53.05kN$

(3) 전단 강도 계산

- $\phi V_{ny} = \phi V_{n.steel} = 1{,}996kN$
- $V_{uy} / \phi V_{ny} = 0.167 < 1.000 \rightarrow O.K$

13. 약축 전단강도 계산 (X)

(1) 강재의 전단강도 계산

- $k_v = 5.000$
- $h/t_w = 32.84$
- $1.10\sqrt{k_v\ E_s / F_y} = 59.82$
- $1.37\sqrt{k_v\ E_s / F_y} = 74.51$
- $C_v = 1.000\ (h/t_w < 1.10\sqrt{k_v\ E_s / F_y})$
- $A_w = 8{,}181mm^2$
- $V_{n.steel} = 0.6F_y\ A_w\ C_v = 1{,}742kN$
- 전단에 대한 저항 계수 : $\phi_{steel} = 0.900$
- $\phi V_{n.steel} = 1{,}568kN$

(2) 콘크리트에 의한 전단 강도 계산

- $V_{n.conc} = 0.11\sqrt{f_{ck}}\ bh = 96.45kN$
- 전단에 대한 저항 계수 : $\phi_{conc} = 0.550$ (무근 콘크리트)
- $\phi V_{n.conc} = 53.05kN$

(3) 전단 강도 계산

- $\phi V_{nx} = \phi V_{n.steel} = 1{,}568kN$
- $V_{ux} / \phi V_{nx} = 0.175 < 1.000 \rightarrow O.K$

-