

영등포 타임스퀘어

Yeongdeungpo Times Square



김점한 대표
(주)크로스구조기술사연구소사무소



김정선 소장



이권욱 소장

1. 머릿말

본 건물은 업무시설, 호텔, 백화점, 할인점, 극장 등 서남권 최대복합쇼핑몰로 기존 영등포역 주변 개발 프로젝트이다. 본 건물의 설계는 2005년에 계획하여 Fast Track 방식으로 2008년 7월에 설계를 완료하였다. (주)정림건축이 설계하였고, 시공은 GS건설, CM은 한미 파슨스에서 담당하였다.

구조설계 시 대공간 구조 구현 및 신축 건물과 기존 건물간의 영향 등에 주안점을 두고 설계하였으며 사항은 다음과 같다. 장미꽃을 형상화한 나선형 곡선지붕의 구현을 위해 32.0m의 대공간 지붕층을 계획하였고, 시공 시 기존 경방백화점 연결부위의 편측토압에 의한 영향을 검토하였다. 더불어 기존 건물의 연결부와 신축건물에서 E.J.를 설치하여, 횡력으로 인한 구체의 변형 및 균열을 최소화하고 내구성 및 안전성을 확보하였다.

2. 구조설계 개요

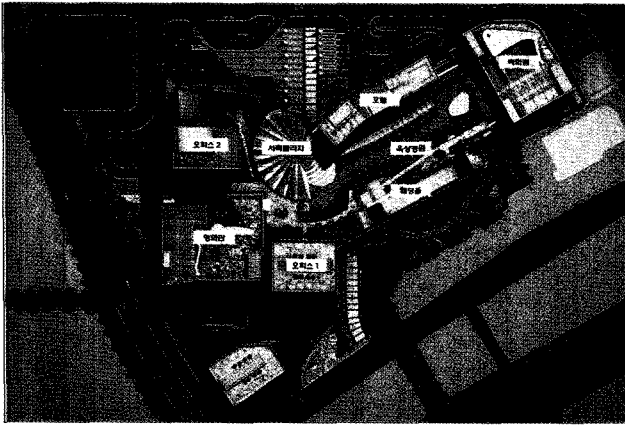
기존 백화점이 강구조 규준(1983)으로 계획되어 리노베이션을 위해 기존 부재 검토는 종전 기준을 적용하여 안전성을 검토하였다. 신축 및 보강 부재는 KBC2005에 준하여 설계하였으며, 설계 시 사용된 하중 또한 KBC2005에 준하여 산정하였다.

■ 재료 종류 및 강도

재 료	설계기준강도
콘크리트	KS F 4009 : $f_{ck} = 24 \text{ N/mm}^2$ $f_{ck} = 27 \text{ N/mm}^2$
철 근	KS D 3504 SD400 : $f_y = 400 \text{ N/mm}^2$ SD500 : $f_y = 500 \text{ N/mm}^2$
철 골	KS D 3503 SS400 : $F_y = 235 \text{ N/mm}^2$ SM490 : $F_y = 325 \text{ N/mm}^2$
고력볼트	F10T ($f_t=310\text{N/mm}^2$, $f_s=150\text{N/mm}^2$)



[그림 1] 조감도



[그림 2] 배치 및 출입구

■ 설계하중

- 고정하중 : 골조 자중과 건축 재료마감에 준해 산정
- 활하중 : KBC2005에 준해 산정되었으며, 하역장은 중량 차량의 통행을 고려하여 차륜이동하중을 적용하였다.

용 도	활하중(kN/m ²)	용 도	활하중(kN/m ²)
옥탑지붕	1.0	옥상정원	5.0
사무실	2.5	호텔객실	2.0
객석(고정식)	4.0	로비, 홀	5.0
판매시설	4.0	창고	8.0 (6.0)
1층옥외	16.0 (12.0)	지하주차장	6.0
식품매장	6.0	식품매장창고	10.0 (8.0)
RAMP	6.0	기계 및 전기실	10.0
공조실	5.0	하역장 및 통로	12.0 (10.0)

■ 규모 및 구조 시스템

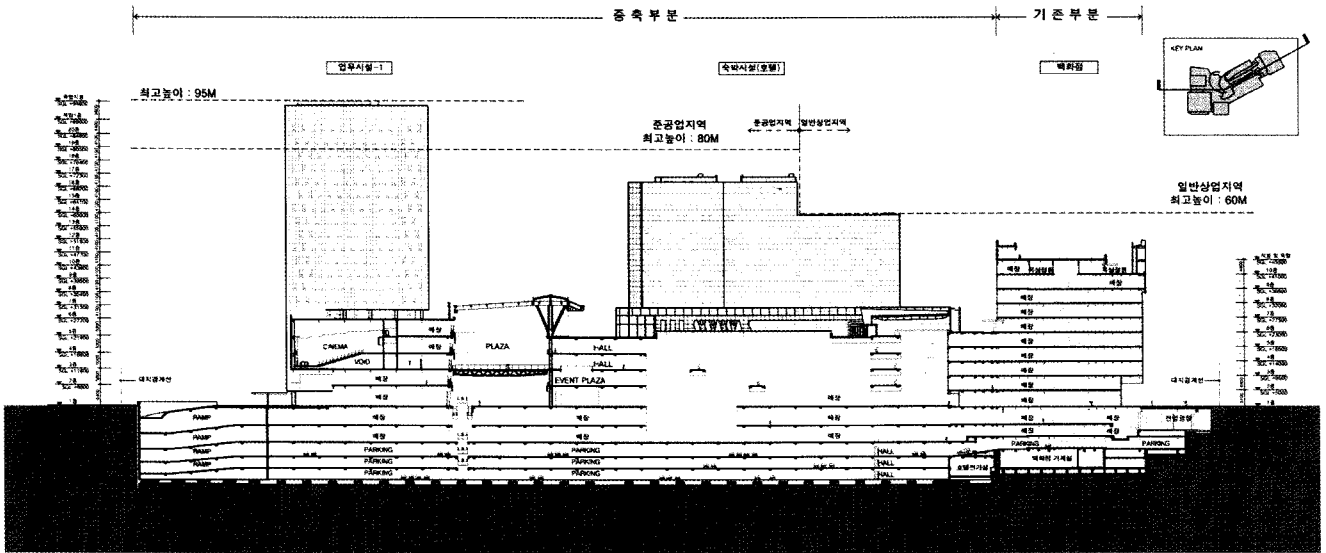
건물명	규 모	구조방식	구조종별	기초형식
OFFICE 1	지상20층/지하5층	건물골조시스템	철골조 + SRC조	전면기초
OFFICE 1	지상16층/지하5층	건물골조시스템	철골조 + SRC조	전면기초
HOTEL	지상15층/지하5층	건물골조시스템	철근콘크리트조	전면기초
MULTIPLEX	지상8층/지하5층	건물골조시스템	철골조 + SRC조	전면기초
UEC(공용저층부)	지상5층/지하5층	건물골조시스템	철근콘크리트조	독립기초/CORE전면기초
경방백화점(기존)	지상10층/지하3층	건물골조시스템	철골조 + SRC조	전면기초

- 풍하중 : KBC2005에 따라 산정하였고 3D 입체해석을 통해 풍가속도에 대한 사용성을 검토하였다.

구 분	적 용 기 준
설계기본풍속	$V_0=30\text{m/sec}$
노풍도	B
중요도계수	1.0

- 지진하중 : 지진피해 시 대중에게 큰 위협을 초래할 수 있는 건물로 내진등급 I 을 적용하였다.

구 분	적 용 기 준
지역계수	0.11 (지진지역 I, 서울시)
지반종류	$S_c (S_{0.5}=3.0, S_{D1}=1.6)$
중요도계수	1.2 (내진등급 I, 도시계획구역)
반응수정계수	5.0



[그림 3] 단면도

3. 구조 계획

3.1 구조설계 주요점

건축설계의 Mixed-use Complex 개념과 대상지의 랜드마크로서의 이미지를 효과적으로 구현하기 위해 기존 건물과 신축 건물의 관계, 구조적 안전성 및 심미성 확보 등에 주요점을 두고 설계하였다. 구조설계 시 각각의 주요점은 다음과 같다.

- 아트리움 상부 나선형 곡선지붕 트러스의 구조 안전성 검토
- 횡력에 대한 수평 변위 검토와 E.J. 간격 결정
- 처짐 및 진동 검토를 통한 사용성 확보
- 부력 검토 후 부상방지 시스템 선정
- 지하층 중량차장 하중 고려
- 기존 건물(경방백화점)과 신축으로 인한 공사 중 편축토압 검토
- 기존 경방백화점 리노베이션

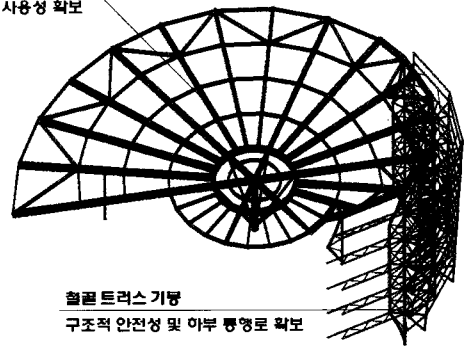
3.2 아트리움 곡선 지붕

장미꽃잎을 형상화한 나선형 곡선 지붕으로 대공간 확보를 위한 지붕철골 시스템으로 계획하였다. 트러스 기둥을 지붕 지지부재로 적용하여 구조적 안전성을 추구하고 통행 공간 확보 등 공간 활용도를 높였다. 또한 처짐한계 L/750을 만족하도록 설계하여 사용성을 확보하였다.

■ 골조 형식

- 철골 트러스 지붕
 - 32.0m의 나선형 곡선지붕으로 트러스를 적용하여 구조적 안전성과 심미적인 지붕 형태를 확보
 - 최대 허용 처짐(L/750)을 만족하도록 설계하여 사용성 확보
- 철골 트러스 기둥
 - 6개층 높이의 지붕 지지부재로써 트러스 기둥 설치
 - 외부 창문의 지지부재 및 하부 통행 공간으로 활용도를 높임

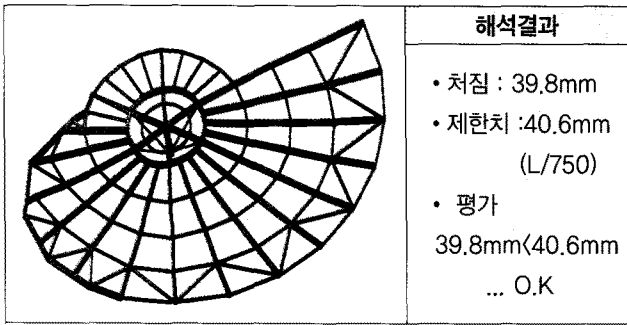
철골 트러스 지붕
대공간 및 사용성 확보



[그림 4] 아트리움 모델링

■ 처짐 검토

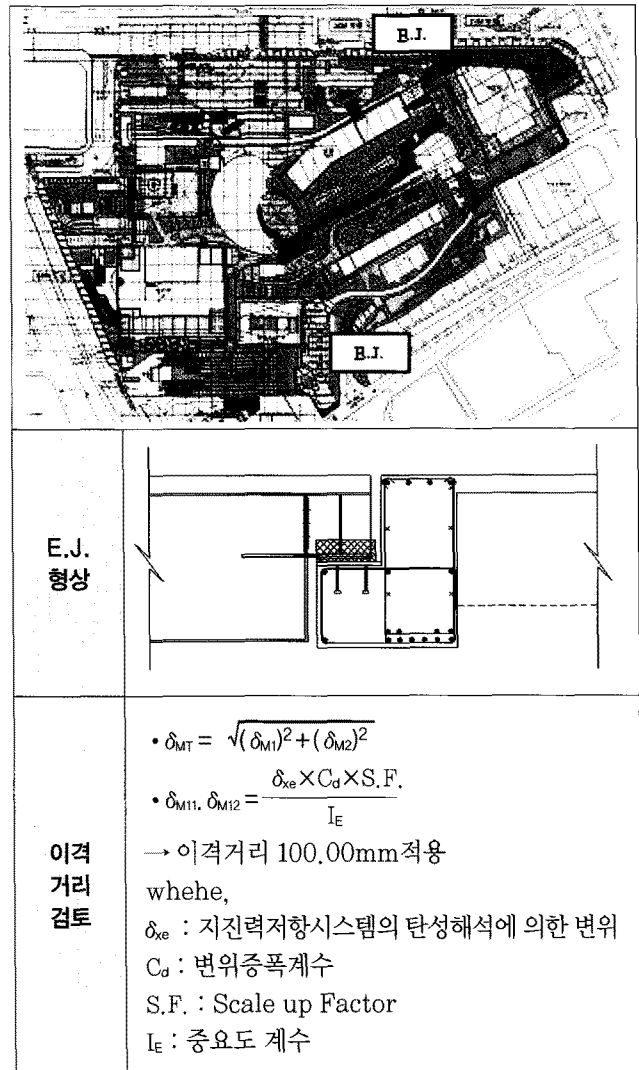
대공간 지붕의 처짐에 대한 안전성 확보를 위해 구조해석을 수행하였으며, 처짐한계 L/750을 만족하도록 설계하였다.



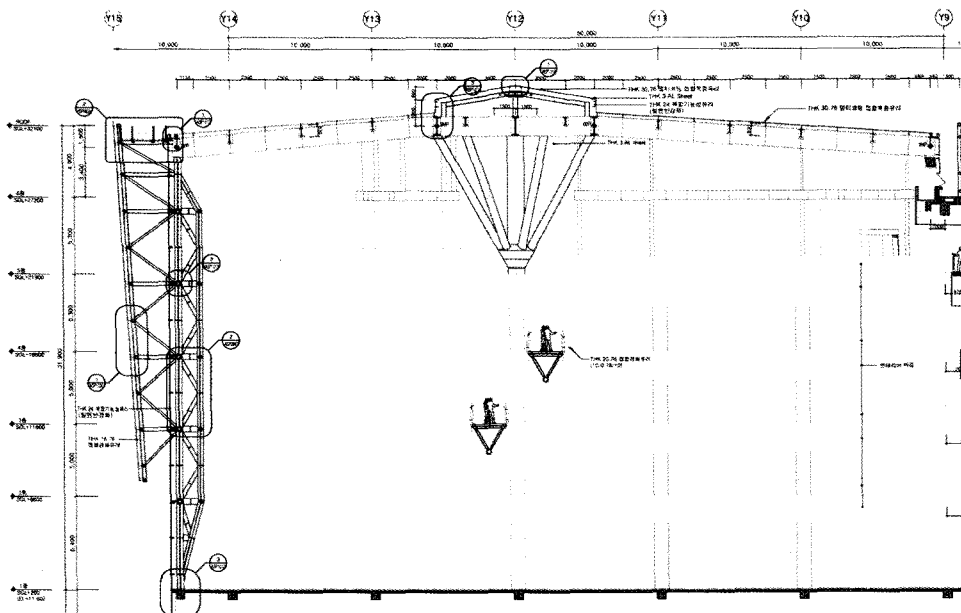
[그림 5] 아트리움 지붕 해석 및 결과

3.3 E.J. 설치

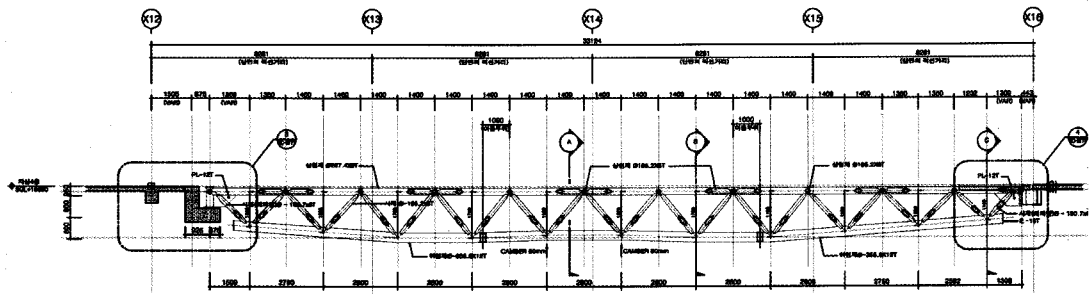
횡력에 의한 구체의 변형 및 균열을 최소화하기 위한 신축조인트(Expansion Joint) 설치하였다. E.J.간의 이격거리는 횡력에 의한 수평변위 검토를 통해 결정하였다.



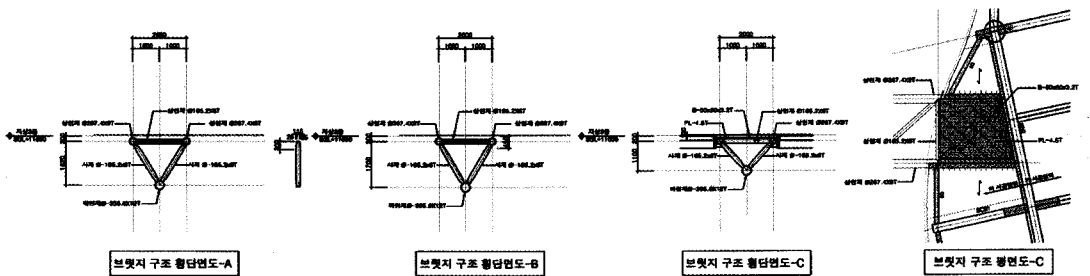
[그림 6] E.J. 설치 위치 및 형상



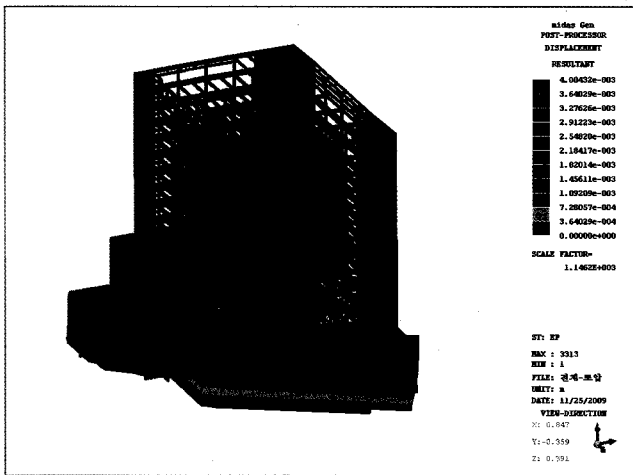
[그림 7] 아트리움 단면도



▶ 처짐과 안정성을 고려한 구조설계



[그림 8] 아트리움 트러스 및 상세



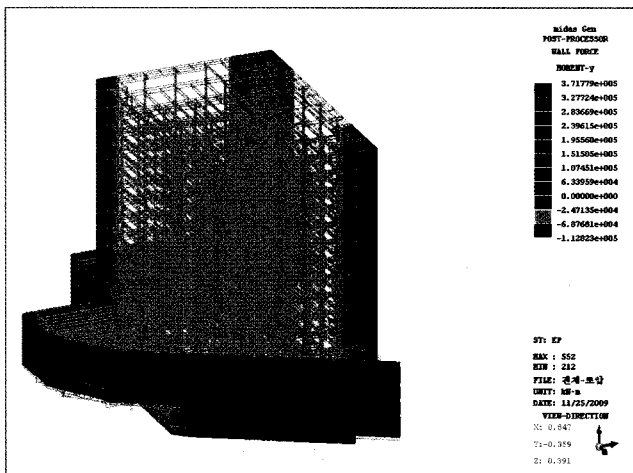
[그림 9] 토압 작용시 기존 벽체의 변위 해석

3.4 기존 경방백화점 편측토압 안전성 검토

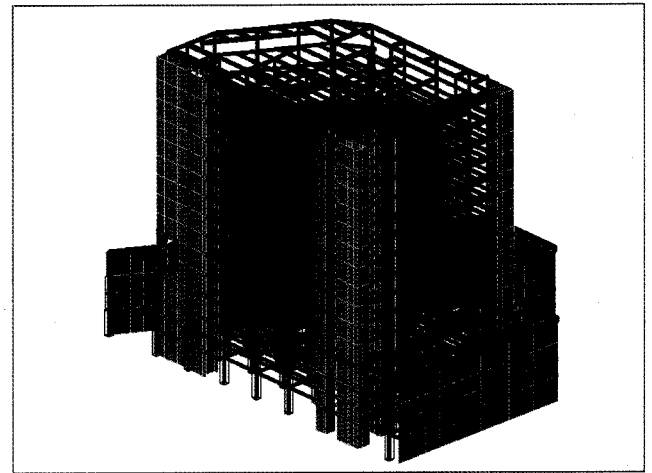
시공 시 신축건물측의 흙파기(오픈컷)로 인해 기존 건물의 편측토압 작용하므로 기존 백화점 건물에 토압을 산정하여 안전성을 검토하였다. 그림 9,10에서와 같이 편측토압 작용 시 기존 벽체는 허용 범위 내의 변위 및 응력분포를 보이고 있다.

3.5 경방백화점 리노베이션

기존 백화점은 90년도 초에 설계된 건물로 강구조 기준(1983)으로 계획되었다. 리노베이션 구간은 KBC2005를 고려하여 설계하고, 기존 부재의 안전성 검토는 종전 기준을 적용하였다.



[그림 10] 토압 작용시 기존 벽체의 응력 해석



[그림 11] 리노베이션 검토 모델링

■ 설계하중 비교

<기준>

- 기존부재 검토 시 기존 설계하중 적용

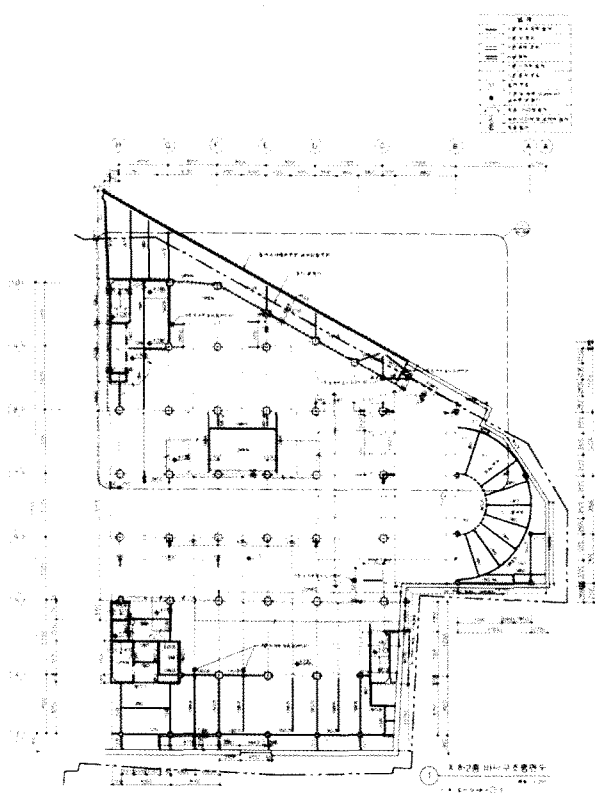
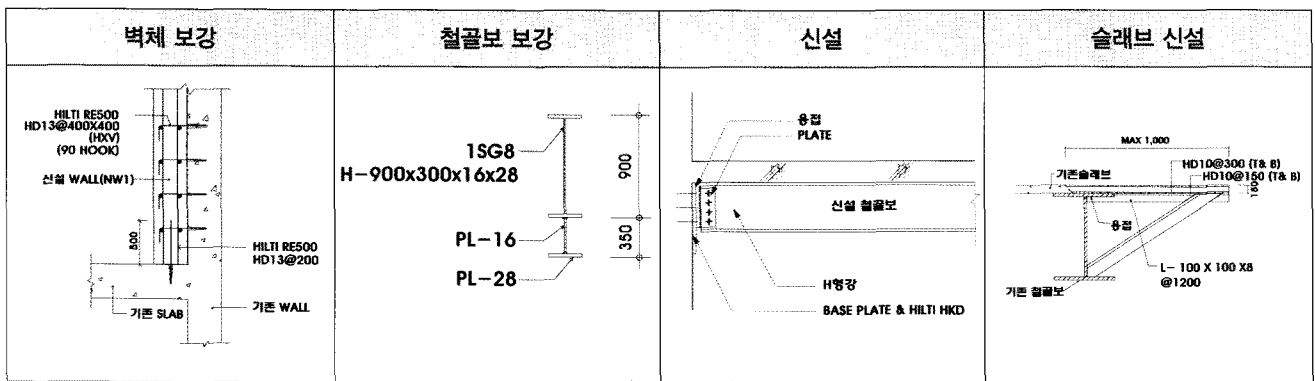
용도	활하중(kN/m ²)	용도	활하중(kN/m ²)
지붕	1.0	사무실	3.0
공조실	5.0	백화점	3.0
1층 옥외	10.0	화장실	1.8

<리노베이션-신설부재 적용>

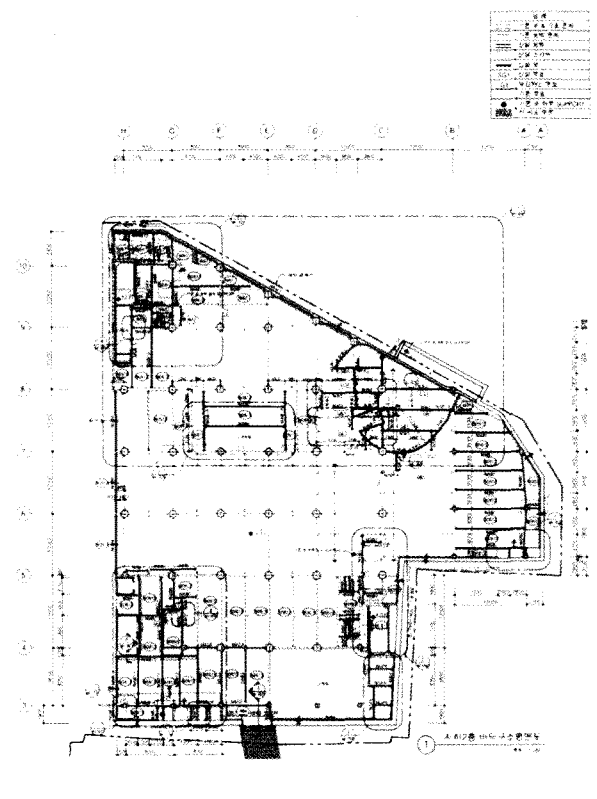
- 신설부재 설계 및 검토 시 리노베이션 하중 적용

용도	활하중(kN/m ²)	용도	활하중(kN/m ²)
지붕	1.0	사무실	4.0
공조실	5.0	백화점 1층	5.0
1층 옥외	12.0	화장실	2.0

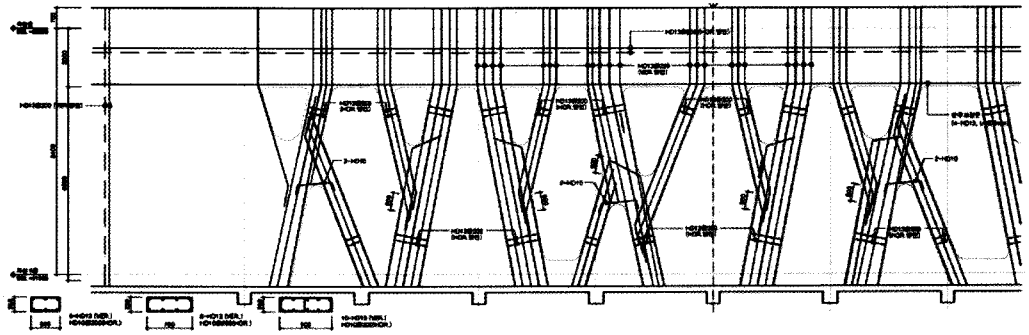
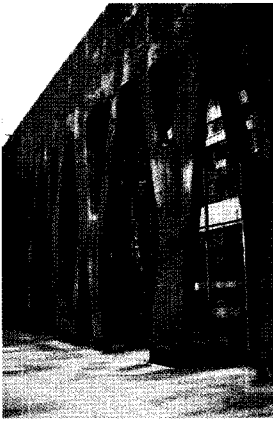
■ 리노베이션 구조검토



[그림 12] 백화점 기존 구조평면도



[그림 13] 백화점 리노베이션 구조평면도



[그림 14] 지상5층 웨딩홀 외벽

4. 친환경 계획

도심 속 자연이라는 초기 건축설계 개념의 실현을 위해 판매 시설의 옥상정원, 아트리움을 설계하였다. 전술한 아트리움 구조계획을 통해 백화점과 물을 연결하는 동선에 자연채광을 유입하였다. 또한 나뭇가지 형상을 본뜬 웨딩홀 입면 형성을 통해 조경공간과 어우러져 자연친화적 경관이 조성되도록 하였다.

5. 맺음말

본 건물은 UELC(Urban Entertaining Lifestyle Center)를 표방하는 국내 첫 건물로, UELC란 호텔, 오피스 2개동, 백화점, 멀티플렉스, 할인점, 서점, 패션몰 등 상업·업무·문화·레저가 어우러진 새로운 도시형 엔터테인먼트 문화공간을 의미한다. 국외에서도 그 사례가 많지 않아 이번 프로젝트를 통해 UELC 구조물에 대한 구조설계를 수행하고 기술력을 축적한 점은 의미있는 일이라 생각하며, 향후 진행될 각종 국내외 프로젝트에 조금이나마 도움이 되기를 바란다.