

구조성능 목표를 고려한 면진설계

Design of Base Isolated Building Considering Performance Based Design

황 기태*

Hwang, Kee Tae

이 현호**

Lee, Hyun Ho

ABSTRACT

The purpose of this study is to present the design methodology of base isolated buildings. To achieve the goal of this study, time-history analysis was performed with seismic performance level and recorded seismic data. From the analysis results of MDOF system, the maximum displacement and base shear were evaluated as 25 cm and 4 % by the input level which is maximum velocity of 50 kine. By introducing hybrid isolation system, seismic energy can be concentrated consequently high seismic capacity of the total building is secured.

1. 서 론¹⁾

건축 구조물은 국가 사회적인 Stock이기 때문에, 우리나라도 이제는 오랜 시간 사회속에서 살아갈 수 있는 건축물이 필요하다. 건물의 장수명화를 고려할 경우에 가장 중요한 것은 열화방지와 동시에 자연재해에 대해서도 충분히 안전한 내력을 경제적으로 확보하는 것이다. 자연재해의 하나인 지진력을 저감시킬 수 있는 면진구조설계에 있어 상부구조의 구조계획상 자유도는 좋아지며, 건물 각각의 용도적 특성과 기능적 특성을 충분히 반영할 수 있는 구조계획이 필요하다.

본 논문에서는 중간층에 면진층을 설치한 복합용도의 건물 설계 예를 대상으로, 면진구조 도입에 따른 구조계획적 문제의 해결과 설계방법을 소개한다. 또한 건물전체에 입력되는 지진력 저감에 따른 목표 요구성능 만족형 유강혼합구조의 설계 예를 보고하고자 한다. 또한, 건축물의 구조적인 안전성뿐 아니라 거주자와 그 재산에 대해 안심하고 쾌적하게 유지할 수 있는 면진건물의 새로운 설계방법과 응답해석결과를 제시하고자 한다.

2. 구조계획 및 면진장치의 개요

대상 건물은 지하3층, 지상12층이며, 지하층은 주차장으로, 지상2층 이상은 주거세대로 구성되어 있어 1층에 면진층을 적용한 중간층 면진으로 구성되어 있다. 주호부분은 벽식구조이고, 지하층은 주차장계획을 고려하여 라멘구조로 하였다. 이것을 연결하는 전이층은 강성이 강한 격자보를 1층에 배치하고 연직하중을 집약하여 면진장치의 개수를 최소화하여 면진구조를 도입함으로써 발생하는 초기부담을 아울러 고려하였다.

면진장치는 건물의 4모서리에 유효직경($\phi 1500$)(8mm × 40층=320mm)에 납봉삼입적층고무(LLRB

* 정희원, 아키테처링(Archineering)대표, 공학박사, 1급 건축사(일본)

** 정희원, 동양대학교 건축학부 교수, 공학박사

:Large Lead Rubber Bearing)를 4개 배치하고, 중간부분은 마찰력이 적은 Ball Bearing 타입의 SBB(Steel Ball Bearing) 8개를 배치하였다. 면진장치의 배치도 및 기준층평면도와 면진층 단면도를 그림 1에 나타내었다. 본 건물의 중량은 16,000(tf) 정도이지만, 건물 중량의 약 56%정도를 마찰계수 1%인 SBB에 지지시켜 면진주기 8.7sec, 감쇠성능은 30-40%정도 확보할 수 있도록 하였다. 대구경의 면진장치가 지니고 있는 허용변위는 80cm를 확보할 수 있지만, 부지주변 조건과 EV 샤프트등 주위의 제약조건으로 설계 허용 변위를 최대한 확보할 수 있는 내진목표성능인 65cm로 설정하였다. 본 건물에 사용한 면진장치의 이력특성과 등가감쇠정수는 그림 2와 같다.

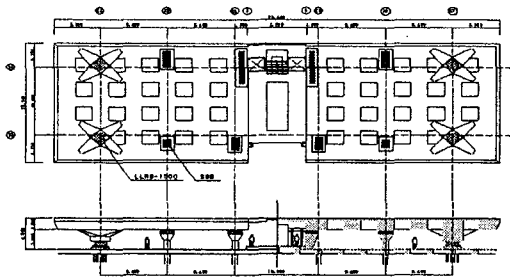


그림 1 면진장치 배치도

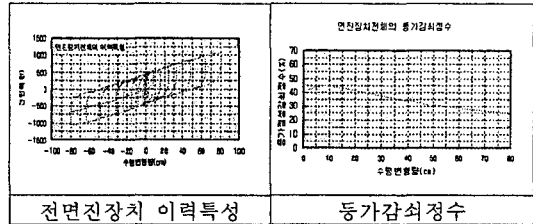


그림 2 면진장치의 이력특성과 등가감쇠정수

표 1 내진목표성능

구분		설계용 지진동	안전성능 확인용지진동
상부 구조체	응답가속도 (건물)	200cm/s ²	300cm/s ²
	응답전단력	단기 허용력 이하	층 항복 내력 이하
	응답전단력계수	단기 허용 내력시 층전단력 계수 이하	층 항복시 층전단력계수이하
면진층	최대수평변위	허용변형량(65cm)이하	
	부상에 의한 인장력	수평력에 의한 부상이 발생 않도록	장치에 인장력이 작용 않도록
하부 구조체	응답 층전단력	단기허용 내력이하	층항복내력이하

3. 응답해석

3.1 내진목표성능 및 설계용 입력지진동의 설정

면진성능(내진성능) 목표는 밀면 전단력 계수가 현행 건축법에서 규정하는 설계용 지진입력이 약 5% 정도라는 점을 고려하여 설정하였다. 이것은 면진구조를 도입했음에도 불구하고 일반건물보다 훨씬 튼튼한 상부구조체를 설계해야한다는 모순을 피하기 위해서이다. 따라서, 본 건물의 내진구조설계 성능목표는 표 1과 같이 설정하였다. 서울시에 위치한 대상 건물은 문헌조사에 의해 건설지 부근에서 고려할 수 있는 최대지진입력에 대해 검토하였으며, 서울을 진원으로 하는 최대급의 지진을 대상으로 평가되었다. 본 연구에서 설정한 설계용 지진입력은 $V_{max}=50kine$ 으로 하였다.

3.2 해석결과

본 건물의 지진응답특성을 평가하기 위한 진동모델은 질량집중모델(Lumped Mass Model)로 설정하였다. 상부 구조체는 1차진동에 대해 $h=2\%$ 의 강성 비례형 점성감쇠를, 면진 장치층은 장치의 이력 감쇠만을 고려하였다. 계획지에서 예상되는 최대 지진동(설계지진동)에 대해서 안전해야 한다는 설계

조건(목표성능)으로 지진응답특성을 평가한 결과를 그림 3 ~ 그림 5에 나타내었다. 그림 4는 구조설계목표로 입력하였을 경우의 결과로, 최대지진응답변위가 약 25cm정도이고 밀면 전단력은 4%정도임을 알 수 있다. 또 내진성능 평가용 지진입력에 대해서도 최대응답변위 55cm, 밀면전단력 5%로 목표성능을 충분히 만족하고 있음을 알 수 있다.

4. 결론

본 논문에서는 구조성능 목표설계를 도입한 면진구조 계획 및 구조설계 개요를 설명하였으며, 다질점계 모델의 해석결과를 고찰하였다.

- (1) 대상 건물의 해석결과 목표성능을 만족하는 아주 우수한 내진성능을 확인하였다.
- (2) 저 마찰형의 장치와 혼용하면 상부구조의 보강 없이도 고성능의 내진안전성을 확보할 수 있음을 확인하였다.
- (3) 이상과 같이 구조성능을 목표로 면진설계를 적용할 경우 주거시설뿐만 아니라 내진보강형리모델링(retrofit)과 문화재, 국가재해 응급시설의 내진안전성 확보 및 재해시 기능유지의 측면에서 도입될 수 있는 새로운 내진설계 방법이라고 할 수 있다.

본 연구는 건설교통부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁시행한 2003년도 건설핵심기술 연구개발사업(03-산학원A07-01)의 연구비 지원으로 수행되었으며, 연구비 지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. 대한건축학회, 건축물 하중기준 및 해설, 2000
2. 日本建築學會, 免震構造設計指針. 2001

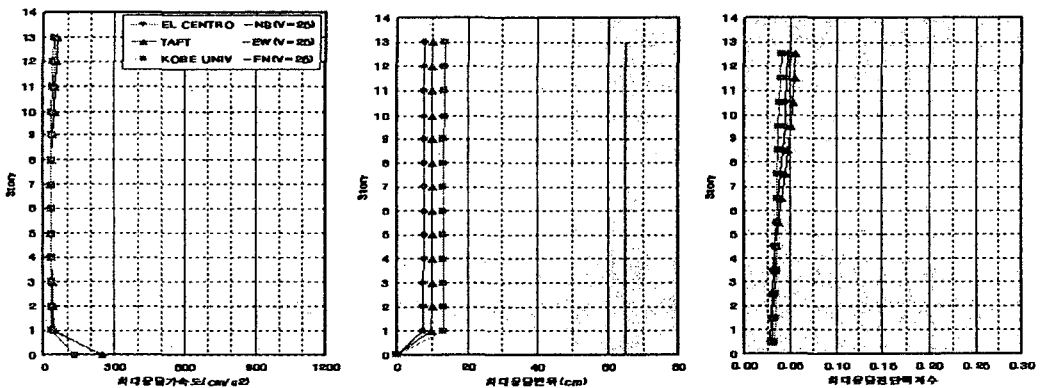


그림 3 $V_{max}=25\text{cm/s}$ 입력시의 안전성능(X방향)

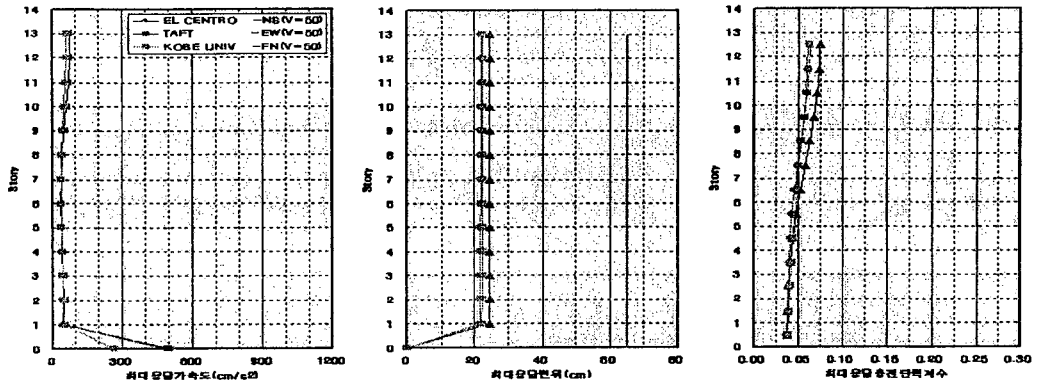


그림 4 $V_{max}=50\text{cm/s}$ 입력시의 안전성능(X방향)

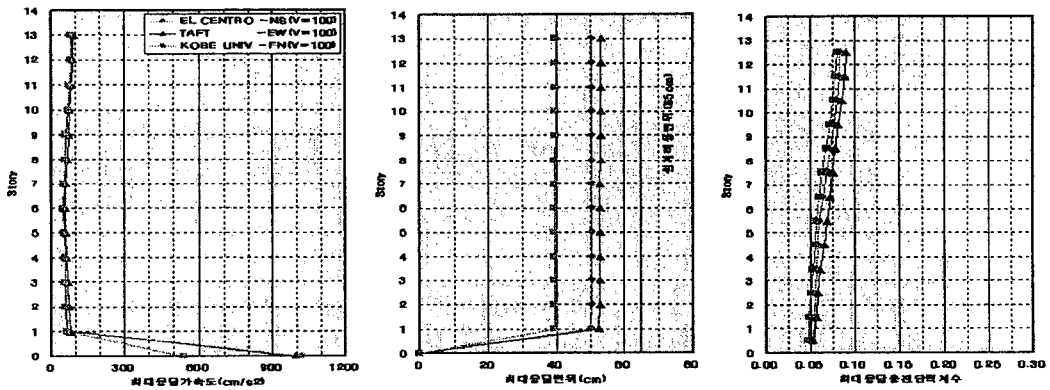


그림 5 $V_{max}=100\text{cm/s}$ 입력시의 안전성능(X방향)