철근 콘크리트 구조물의 성능기반설계

Performance Based Design for Reinforced Concrete Structures

윤 성 환* 박 대 효**
Sung-Hwan Yun Taehyo Park

ABSTRACT

5 story building structure designed by procedure of IBC 2006 was presented to establish procedure of performance based design and estimated using capacity spectrum method. Then the building was redesigned or strengthened for elements exceeded in limit values.

요 약

본 연구에서는 5층 빌딩 구조물을 설계한 후, 개선된 능력스펙트럼법을 이용하여 구조물 전체 및 부재에 대한 성능평가를 수행하였으며 한계값을 초과한 부재에 대한 보강 설계를 수행함으로써 성능기반설계 절차를 확립한다.

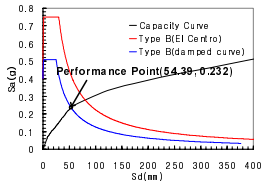
1. 서 론

성능기반설계(Performance Based Design, 이하 PBD)에 대한 절차를 확립하기 위해 IBC 2006 설계기준 절차에 따라 5층 빌딩 구조물을 설계하였고, ATC-40에서 제안된 능력스펙트럼법을 사용하여 성능평가를 수행하였다. 구조물의 성능평가는 구조물 전체에 대한 성능평가와 부재에 대한 성능평가로 이루어져 있고 성능수준의 한계값과 비교·분석되어 초과할 경우 보강설계를 수행한다.

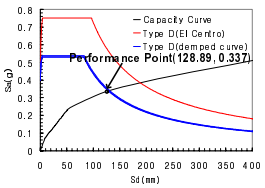
2. 철근 콘크리트 구조물의 성능기반설계

PBD는 초기설계된 구조물에 대하여 외부하중으로 인한 요구성능(Demand)과 구조물의 보유능력(Capacity)을 스펙트럼 좌표상에 나타내어 구조물의 성능점을 산정, 한계값과 비교하여 초과 시 보강설계를 하는 설계법으로서, 본 연구에서는 IBC 2000에 따라 5층 구조물을 초기설계 하였고 성능 목표와 성능 수준은 Life Safety(LS)에서 10%/50years, Collapse Prevention(CP)에서 2%/50 years으로 각각 설정하였다. 외부하중의 경우 El Centro와 Loma Prieta 지진을 적용하여 요구곡선(demand curve)을 구하고, 모드형상함수에 따른 횡하중 분배에 따른 비선형 정적해석을 통하여 능력곡선(capacity urve)이 도출된다. 성능점 산정을 위해 ATC-40과 FEMA-440에서 각각 제안된 능력스펙트럼법과 개선된 능력스펙트럼법을 적용하였고 그 결과는 그림 1과 2에 나타나 있다.

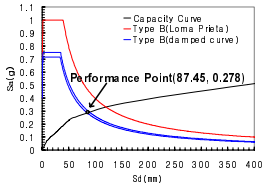
*정회원, 한양대학교 토목공학과 박사과정
** 정회원, 한양대학교 토목공학과 교수



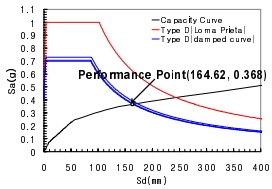
(a) Soil Type B at LS



(b) Soil Type B at CP

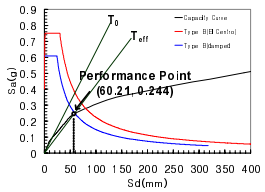


(c) Soil Type D at LS

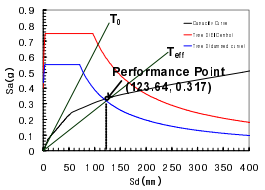


(d) Soil Type D at LS

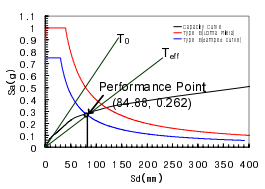
그림 1 능력스펙트럼법을 이용한 성능점 산정



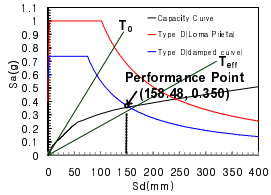
(a) Soil Type B at LS



(b) Soil Type B at CP



(c) Soil Type D at LS



(d) Soil Type D at LS

그림 2 개선된 능력스펙트럼법을 이용한 성능점 산정

구조물의 성능점을 이용하여 구조물 전체에 대한 성능을 평가한 결과 모두 한계범위를 만족하였으나 각 부재별 평가 결과 1~2층 기둥부재에서 소성힌지값이 한계값을 초과하였으며 표 1에 나타나 있다. 이에 따라 부재에 대한 보강설계를 수행하여 단면상세를 결정하였고 성능평가를 반복 수행한 결과 한계값을 만족하였다.

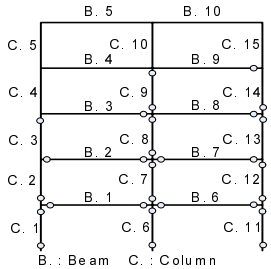


그림 3 소성힌지 분포

표 1 LS 및 CP 상태에서의 소성힌지

Members	LS	Limit Values	CP	Limit Values
Column 1-top	0.0123	0.01	0.0185	0.02
Column 2-bottom	0.0130	0.01	0.0201	0.02
Column 6-bottom	0.0125	0.01	0.0194	0.02
Column 7-bottom	0.0141	0.01	0.0216	0.02
Column 7-top	0.0141	0.01	0.0216	0.02
Column 11-bottom	0.0141	0.01	0.0216	0.02
Column 12-top	0.0140	0.01	0.0105	0.02

3. 결 론

철근 콘크리트 구조물을 설계하여 외부하중에 대한 성능평가를 수행하였고, 한계값을 초과한 부재에 대해 보강설계를 수행함으로서, 요구성능에 부합하는 구조물을 설계하는 성능기반설계에 대한 절차를 확립하였다.

감사의 글

본 연구는 건설교통부 산하의 한국건설교통기술평가원에서 후원하고 콘크리트코리아 연구단(05-CCT-D11)의 지원으로 수행되었으며, 이에 관계자 여러분들에게 감사드립니다.

참고문헌

1. ATC, "Development of Next-Generation performance-based seismic design procedure for new and existing buildings", Appkied Technology Council, Redwood City, California, 2004.
2. FEMA, "Improvement on Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures", FEMA-440, Federal Emergency Management Agency, Washington, D.C., 2005.