

내진성능평가실험을 위한 철근콘크리트 축소모형 상사법칙

Similitude Law on Small Scaled RC Model for Seismic Performance Evaluation Tests

이 도 근* 조 재 열**
Lee, Do-Keun Cho, Jae-Yeol

ABSTRACT

Although pseudo-dynamic test and shaking table test have been performed using small scale models to evaluate the seismic performance of RC structures, researches on similitude law are not sufficient. This study presents a reasonable similitude law for improvement of economical efficiency and reliability.

요 약

최근 국내에서 내진성능평가를 위한 실험 시 구조물의 크기, 실험장비의 성능 등 여러 가지 제약 여건을 극복하고자 축소모형을 통하여 유사동적실험과 진동대실험을 수행하고 있지만 상사법칙에 관한 연구는 미비한 실정이다. 이에 대해 경제성과 신뢰성을 갖는 적절한 상사법칙을 제안하고자 한다.

1. 서 론

최근 국내에서는 내진성능평가실험으로 구조물의 크기, 실험장비의 제약, 경제적인 이유로 인해 축소모형을 사용한 유사동적실험과 진동대 실험이 많이 사용하고 있으나, 현재까지 적용하고 있는 상사법칙은 탄성범위 내에서 유도하여 부과질량의 문제에 있어 자유롭지 않기 때문에 많은 오차가 발생할 수 있다. 이 연구에서는 축소율이 큰 모형의 사용 시 동일재료 사용에 따라 부과하는 질량을 최소화하고, 실제와 달리 부과질량을 집중질량으로 치환하여 발생하는 오차를 최소화 하는 상사법칙을 제안하고자 한다.

2. 모델특성과 부과질량

2.1 인공질량모델의 부과질량

축소모형 사용 시 재료비선형을 고려한 상사법칙으로 가속도 비를 1로 하여 유도한다. 단위중량

* 정회원, 서울대학교, 콘크리트연구실, 석사과정
** 정회원, 서울대학교, 건설환경시스템공학부, 조교수

에 대한 상사비까지 고려한 진 모델과는 달리 단위중량에 관한 왜곡으로 인한 인공질량 모델에서는 부과질량이 발생한다.

표1. 진 모델과 인공질량 모델의 부과질량

Quantities	Dimension	True Replica Model	Artificial Mass Simul.
Mass density	$FL^{-4}T^2$	S_E/S_I	$(g\rho l/E)_m = (g\rho l/E)_p$
Added mass	$FL^{-1}T^2$	-	$S_I^2 \cdot S_E \cdot m_p - m_m$

2.2 부과질량의 감소방안

$m_a = S_I^2 \cdot S_E \cdot m_p - m_m$ 로 유도한 부과질량에서 탄성계수가 작은 재료를 사용하여 우변의 첫 제항을 감소시키거나 모델콘크리트의 단위중량을 크게 하여 둘째 항을 증가시킴으로써 부과질량을 줄일 수 있다. 이때 단위중량을 증가시키는 방안은 외부의 집중하중으로 치환하는 것이 아니라 재료자체의 단위중량에 변화를 주어 가급적 진 모델 상사비에 맞추고자 하였다.

2.3 철근의 모델링

모델철근 제작 시 특수 가공을 통해 원형의 거동을 정확히 묘사하는 철근을 제작하기 어려우므로 응력에 관한 상사보다는 공칭휨강도를 고려하여 강도에 따른 상사를 맞추고자 하였다.

4. 결론

축소모형 설계 시 탄성계수가 작고 단위중량이 높은 콘크리트를 사용하여 부과질량을 줄일 수 있다.

- 1) 휨 파괴로 가정된 지진하중상태에서, 원형구조물과 동일한 항복점과 항복강도를 지닌 모델철근을 사용하고 원형구조물보다 탄성계수가 작은 콘크리트를 사용한 축소모형 구조물의 거동이 비슷한 것으로 보아, 큰 오차를 유발하지 않고 부과질량을 줄일 수 있음을 확인하였다.
- 2) 모델 콘크리트의 단위중량을 증가시킴으로써 절대적인 구조물의 질량은 줄일 수 없으나, 집중하중으로 치환하는 부과질량을 줄여 결과에 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

감사의 글

본 연구는 서울대학교 SIR BK21 (안전하고 지속가능한 사회기반건설)사업단의 연구비 지원으로 수행되었으며, 이에 감사의 뜻을 표합니다.

참고문헌

1. Harris, H. G., and Sabnis, G. M., *Structural Modeling and Experimental Techniques*, CRC Press. 1999
2. 김남식, 이지호, 장승필, X.Guo., "RC 축소모형의 유사동적실험을 위한 Equivalent Multi-Phase Similitude Law:검증실험", 한국지진공학회 논문집, 제8권 5호, 2004, pp.35-43