

필로티를 갖는 철근콘크리트 전단벽식 건물의 내진성능

권영웅¹⁾ · 김민수^{2)*}

¹⁾ 인천대학교 ²⁾(주)합건설방재기술단·인천대학교 겸임교수

(2005년 2월 25일 원고접수, 2005년 8월 10일 심사완료)

Seismic Performance of Reinforced Concrete Shear Wall Buildings with Pilots

Young-Wung Kwon¹⁾ and Min-Su Kim^{2)*}

¹⁾ Dept. of Architectural Engineering, University of Incheon, Incheon, 402-749, Korea

²⁾ Hap Technological Group for Structural Safety, Incheon, 405-855, Korea

(Received February 25, 2005, Accepted August 10, 2005)

ABSTRACT

The purpose of seismic design is to ensure the serviceability of buildings against earthquake, which might be occurred during the service life of buildings, and to minimize the loss of life by preventing their failure under strong earthquake. The lack resistance of walls resulting from a tendency toward high-rise apartment buildings with shear walls and use of piloti would lead to a concentration of inelastic behaviors in their weak story. In this study, the seismic performance of reinforced concrete shear wall buildings having piloti was analyzed by using the evaluation techniques which was proposed by FEMA 273 and ATC-40. The results from comparison with these two techniques are summarized as follows.: The results of elastic analysis method for seismic performance evaluation show that the effect of piloti and building height decrease performance index. In case of shear wall building, the state of insufficient shear stress governs their overall performance and it becomes evident in the case of the buildings with more than 25 stories. For the buildings of piloti, the change of mass, weak story, as well as insufficient shear stress, decrease the performance index rapidly compared with the performance index of the buildings without piloti. The results, obtained from the nonlinear static analysis using capacity spectrum method, indicate that the performance point increases for the structure having piloti and high story. Also, deformation limits of buildings satisfy the allowable criteria at the life safety level, but the immediate occupancy level is exceeded in buildings which have more than 25 stories.

Keywords : seismic performance evaluation, performance index, CSM, performance point, piloti

1. 서 론

지금까지의 내진설계 및 보강지침에 관한 해석 방법으로 등가정적설계법을 사용하고 있으나, 이 설계법은 지진에 의해 건물에 야기되는 실제지진력을 직접적으로 반영하지 못하며, 특히 건물은 지진에 대하여 비탄성적으로 거동하므로 탄성의 정적해석법에 근거한 설계법은 건물의 최대변형능력과 정도를 결정하기 위한 직접적인 방법이 되지 못한다¹⁾. 또한 기존에 지어진 건물²⁾이나 현재 신축 중인 건물 또는 리모델링 건물 등에 대한 내진성능이 어느 정도인지 알 수 없으며, 이들을 규명하기 위한 평가기법이나 절차 등은 국내에서는 아직 독자적으로 정립되어

있지 않은 실정이다. 현재 미국이나 일본에서는 지진에 의한 경제적 손실이나 건물의 사용성 측면에서 많은 관심을 받고 있는 성능기반해석법³⁾(Performance Based Seismic Engineering : PBSE)을 통하여 사용자 및 설계자 모두가 대상 구조물의 성능목표(performance objective)를 명확히 제시하고, 실제 지진이 발생하였을 때 그 거동을 예측할 수 있도록 하고 있다.

최근 판상형 벽식 아파트의 경우 저층부의 필로티 설치와 고층화로 인해 지진발생시 저층부의 벽량 부족 현상과 더불어 약층(weak story) 및 연약층(soft story)을 발생시켜 그 층에서 비탄성 거동이 집중되어 과도한 층간변위를 야기시킬 우려가 있다^{4,5)}. 따라서 본 연구에서는 필로티를 갖는 전단벽식 아파트 건물에 대하여 성능수준을 즉시거주수준(immediate occupancy level)과 인명안전수준(life safety level)으로 설정하고, FEMA 273^{6,7)}과 ATC-40⁸⁾에

* Corresponding author

E-mail : con925@hanmail.net

©2005 by Korea Concrete Institute

서 제안하고 있는 내진성능평가 기법을 이용하여 신축건물의 내진성능(seismic performance)을 설계단계에서부터 검토하여 성능에 기초한 보유성능을 확보케 하려는데 그 목적을 두었다.

2. 내진성능의 평가

2.1 모델 개요

본 연구에 적용된 건물은⁹⁻¹¹⁾ 전단벽식 아파트 건물로서 1층은 펠로티로된 보행 및 주차공간, 2층이상은 주거공간으로 그 층수를 10층, 15층, 20층, 25층, 30층, 35층으로 확장시켜 적용하였다.

2.1.1 구조 개요

평가건물의 구조 형식은 철근콘크리트 라멘조와 전단벽식 구조로서 기둥의 크기는 수평하중과 수직하중을 부담할 수 있도록 $1000 \times 1800\text{ mm}$, 보는 $1200 \times 2800\text{ mm}$ 로 되어 있으며, 1층 층고는 5.8 m 이며 2층 이상은 2.7 m 로 하였다.

각 층에 따른 재료의 강도 및 벽두께와 작용하중은 Tables 1~ 3과 같다.

2.1.2 해석 방법

본 연구에서 사용된 해석프로그램은 MIDAS GENw과 SDS이며 3차원 골조해석을 통해 내진성능을 검토하였으며, 비선형정적해석은 pushover를 이용하였다. 건물의 바

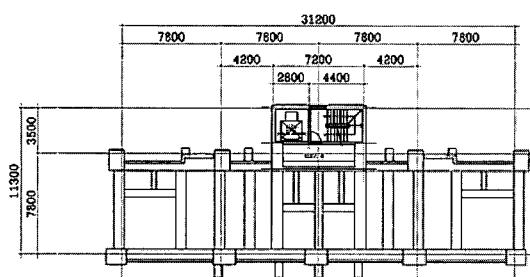


Fig. 1 Transfer floor plan

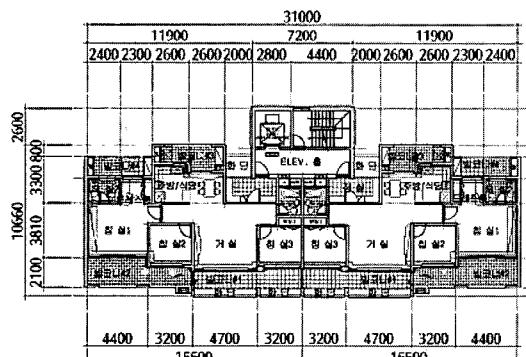


Fig. 2 Typical floor plan

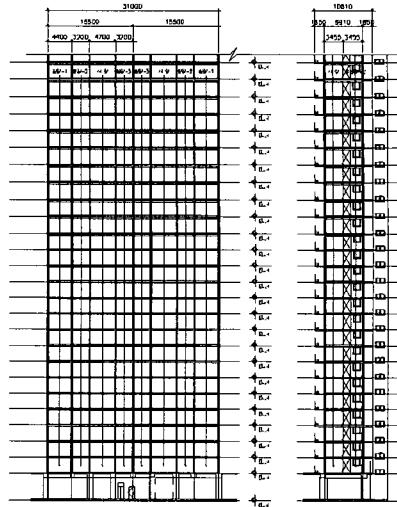


Fig. 3 Section

탁슬래브는 하중만으로 고려하였고, 해석모델링에서 제외하여 슬래브의 강막효과(rigid diaphragm effect)는 무한강성을 갖도록 하였다.

2.2 평가 방법

내진성능 평가의 근본적인 개념은 건물이 위치한 지진 지역의 요구성능과 건물이 이에 대하여 발휘할 수 있는 보유성능을 비교하는 것이다.

FEMA-273의 NEHRP에서 제시하고 있는 건물의 내진성능은 건물의 외형에 대한 외관 조사와 도면 검토를 통해 수평과 수직적비정형성 여부를 확인하고, 약산 구조해석

Table 1 Material properties and wall thickness

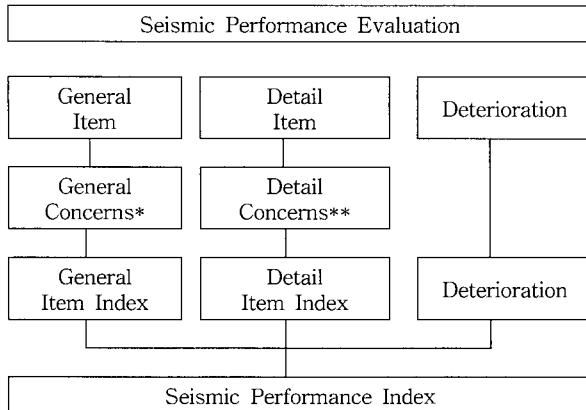
Floor	Wall thickness		f_{ck} (MPa)	f_y (MPa)
	Core & Exterior Wall	Interior Wall		
10F	180 mm	150 mm	21	400
15F	180 mm	150 mm	21	
20F	200 mm	150 mm	21, 24	
25F	250 mm	180 mm	21, 24	
30F	250 mm	180 mm	21, 24, 30	
35F	300 mm	180 mm	21, 24, 30, 35	

Table 2 Floor load(KN/m^2)¹²⁾

Load	Room	Bath	Entrance	Balcony	Stair
Dead	5.95	5.10	5.00	4.90, 6.10	6.60
Live	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00

Table 3 Seismic load¹²⁾

Load	T	A	I	S	R
Seismic load	$X\text{-DIR}$ $T=0.0733(hn)^{3/4}$	0.11	1.5 (1.2)	1.2	3.0
	$Y\text{-DIR}$ $T=0.0488(hn)^{3/4}$				



*General concerns: strength, stiffness, configuration
**Detail concerns: retrofit steel, opening retrofit

Fig. 4 Seismic performance evaluation procedures

방법(탄성해석법)을 이용하여 구조물의 성능을 평가하는 것이다. 해석된 자료를 바탕으로 전단응력, 약층, 연약층, 건물의 중량, 비틀림 등을 이용하여 구조물의 내진성능지수를 알아보고, 지진에 대한 잠재적인 결함 사항을 찾아 상세검토 여부를 결정하게 된다^{14,15)}.

그러나 이러한 탄성해석은 구조물의 탄성 능력에 대한 정보와 어디에서 첫 번째 항복이 일어나는지 알 수 있지만, 점진적인 항복이 있는 동안 파괴 메커니즘과 힘의 재 분배를 설명할 수 없다. 따라서 비선형정적해석 방법을 이용하여 점진적인 붕괴에 대한 파괴 모드를 정의함으로서 건물이 어떻게 거동하는지 확인할 수 있다. 본 연구에서는 ATC-40에서 제안하고 있는 실용적이고 효과적인 능력스펙트럼법(Capacity Spectrum Method : CSM)을 사용하였다. 비선형정적해석에 의하여 산정된 구조물의 능력스펙트럼과 비탄성 요구스펙트럼과의 교차점을 성능점(performance point)이라 정의하고, 이를 이용하여 지진하중에 대한 재현주기별 구조물의 비탄성응답과 성능수준을 판정하였다. 건물의 성능 수준은 즉시거주 단계에서는 사용지진, 인명안전 단계에서는 설계지진으로 하여 평가목표를 설정하였다(Table 4참조)

3. 평가 결과

3.1 NEHRP에 따른 내진성능

현행 내진설계에 사용되는 해석방법인 탄성해석을 통하여 부재에 발생하는 응력의 크기, 구조시스템상의 약층의 존재여부를 확인한 결과, 전단벽체 응력은 필로티와 관계

Table 4 Criteria of performance level¹⁴⁾

Seismic zone factor	Performance level	IO	LS
A		0.07	0.11

필로티를 갖는 철근콘크리트 전단벽식 건물의 내진성능

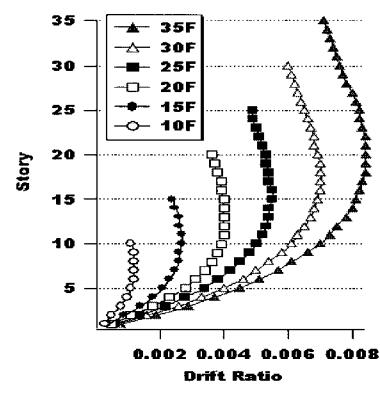
없이 20층 이상 아파트 건물의 경우 기존 설계되어 있는 벽량으로는 X방향 저층부에서 허용전단응력($V_{avg} < 350 \text{ KN/m}^2$)을 초과하는 것으로 나타났다. 또한 전 이층으로 인하여 약층이 발생하고 있다. 기하학적 성능에 대한 평가에서는 하중 경로, 평면 변화, 비틀림의 경우에 허용기준을 만족하고 있으나 중량변화는 필로티 층의 층 중량 변화로 인해 허용치를 초과하고 있다.

3.2 층간 변위

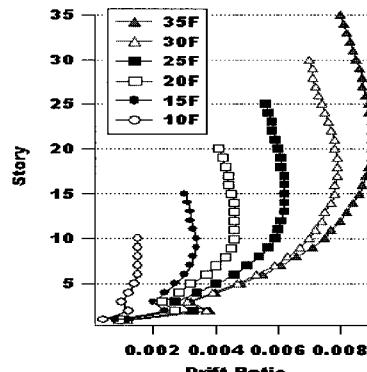
Fig. 5에서처럼 구조물의 비탄성 거동을 고려한 층간변위 검토결과 수직부재들 간의 강성은 문제가 없어보이나, 필로티 층에서 약층 발생으로 인해 비탄성거동이 한 층에 집중되어 층간 변위가 급격히 증가하는 것으로 나타났다.

3.3 성능곡선과 요구곡선

비선형정적해석방법인 CSM은 일방향가력해석을 이용하여 성능점과 성능점에 도달하는 과정시 발생한 부재의 응력 상태를 통해 강도 및 변형 능력을 평가한다. 이때 텁抨보정인자^{5,6)}(K)는 구조물의 완전한 이력거동을 고려하



(a)without piloti



(b)with piloti

Fig. 5 Story drift ratio of building without and with piloti

여 모두 1.0으로 가정하였다. CSM을 이용한 구조물의 성능 수준 단계에 따른 성능 평가에서 성능점과 소성한지는 성능 목표를 즉시거주(IO)와 인명안전(LS)수준으로 하여 산정하였으며, 충수와 필로티에 따른 성능곡선과 요구곡선은 Figs. 6 ~ 11과 같다. 구조물의 이력특성을 고려한 유효 감쇠계수(β_{eff})의 경우 선형탄성설계스펙트럼의 점섬댐핑(5%)과 큰 차이가 없는 것으로 나타났으며, 해석 결과를 통한 능력곡선과 요구곡선에서 볼 수 있듯이 필로티가 있고 충수가 증가할수록 성능점이 증가하는 것으로 나타났다.

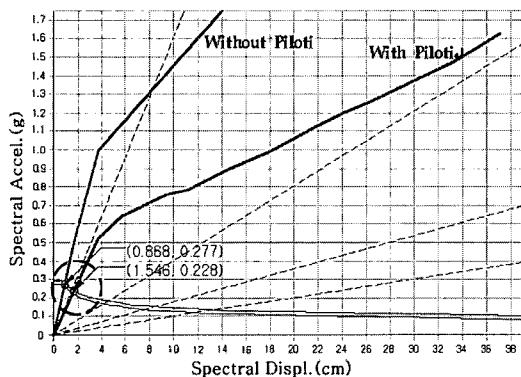


Fig. 6 Inelastic demand spectrum and performance point(10F : X-DIR)

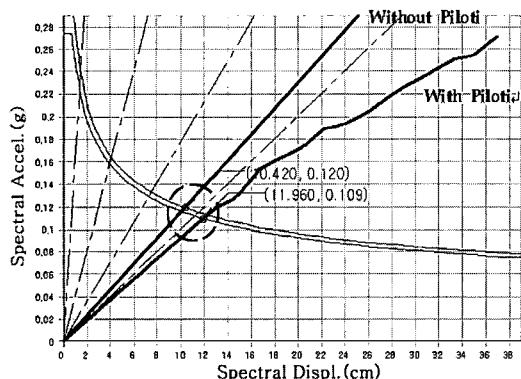


Fig. 7 Inelastic demand spectrum and performance point(15F : X-DIR)

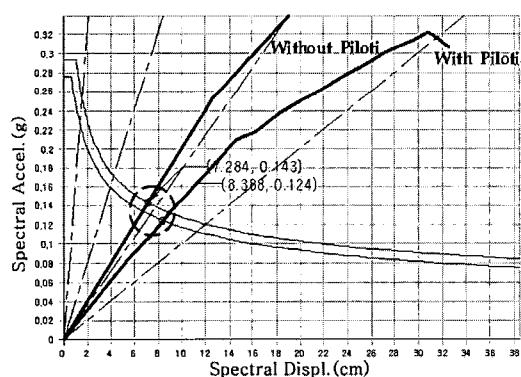


Fig. 8 Inelastic demand spectrum and performance point(20F : X-DIR)

4. 성능 평가의 고찰

4.1 내진성능지수

구조물이 특정 수준의 지반 운동을 받을 때 요구되는 종합적인 성능을 정량적으로 평가하는 척도를 내진성능지수라 한다^{5,15)}. 따라서 탄성해석을 통해 얻어진 전단응력, 약충, 충간변위, 충중량 변화 등을 층에 따른 가중치를 적용하여 전체 구조물의 내진성능지수를 산정하게 된다. 필

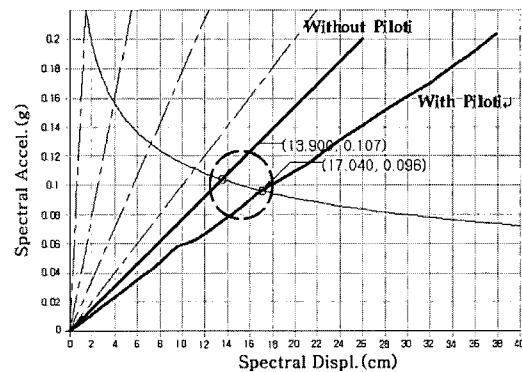


Fig. 9 Inelastic demand spectrum and performance point(25F : X-DIR)

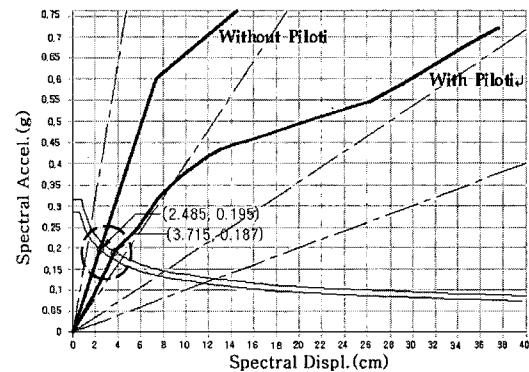


Fig. 10 Inelastic demand spectrum and performance point(30F : X-DIR)

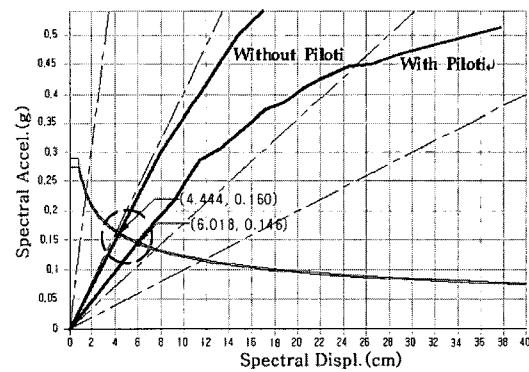


Fig. 11 Inelastic demand spectrum and performance point(35F : X-DIR)

로티와 층수에 따른 내진성능지수는 층수의 증가에 따라 필로티가 없는 경우는 4%~11%, 필로티가 있는 경우는 5.8%~16.2%로 감소되는 것으로 나타났다.

앞에서도 언급했듯이 전단벽식 구조물의 경우, 강도 즉 전단응력의 부족 현상이 전체 성능을 지배하고 있으며, 특히 25층 이상의 경우 그 정도가 심한 것으로 나타났다. 또한 필로티가 있는 구조물은 전단응력과 더불어 약층 및 층 중량 변화가 성능지수의 감소를 초래하고 있어 필로티가 없는 건물에 비해 층수가 증가할수록 성능지수의 감소 경향이 더 증가되는 것을 확인할 수 있었다(Fig. 12참조).

4.2 설계거동

산정된 구조물의 성능점에 대하여 구조물의 성능수준에 따른 설계거동한계를 설정하여 구조물의 전반적인 거동이 수용가능한지 여부와 각 부재에 부가될 부재력 및 변형도

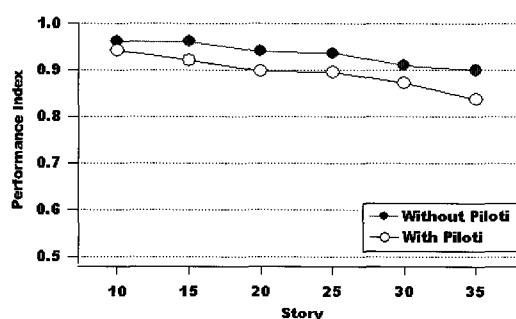


Fig. 12 Comparison of performance indices of building with piloti

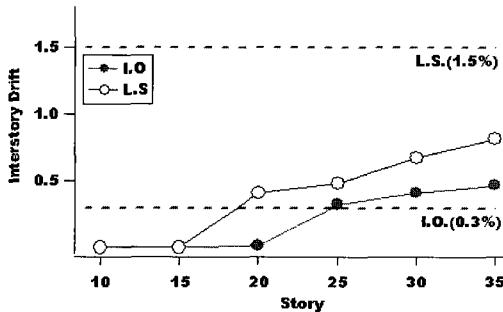
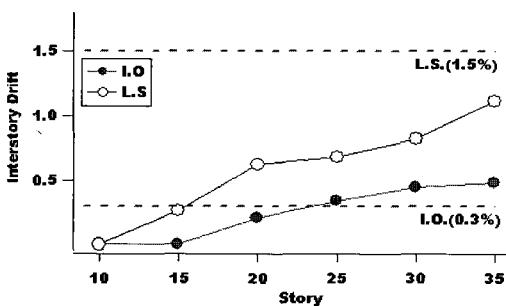


Fig. 13 Inter-story drift of building without piloti



필로티를 갖는 철근콘크리트 전단벽식 건물의 내진성능

가 강도 및 사용성에 적합한지를 판단하여 구조물의 내진성능을 평가하게 된다. 따라서 CSM을 이용한 해석 결과는 ATC-40의 규준에 따라 구조물은 성능수준에 따른 성능점에서 응답한계⁸⁾를 만족시켜야 한다(Table 5참조).

성능 수준에 따른 구조물의 변형을 검토한 결과, 20층 이상의 경우 변위가 급격히 증가됨을 알 수 있는데, 이는 3.1절의 NEHRP에 의한 내진성능 평가에서 언급했듯이 저층부의 벽량 부족 현상으로 인한 것으로 판단된다.

또한 전체적인 건물의 변형 특성은 인명안전수준(1.5%)에서 허용치를 만족하고 있으나, 25층 이상 건물의 경우 필로티와 관계없이 즉시거주수준(0.3%)에 대한 변형 한계를 초과하는 것으로 나타났다. 즉 탄성해석 결과에서 문제로 제기되었던 25층 이상의 아파트의 경우 내진성능을 향상시키는 조치가 필요하다(Figs. 13 ~ 14참조).

Table 5 Deformation limit according to performance level⁸⁾

System condition	Performance level		
	IO	LS	CP
Structural condition	Little	Average	Poor
Maximum total drift	0.3 %	1.5 %	2.5 %

Table 6 Deformation limits results of building without piloti

Story	Performance level	Performance point	Maximum total drift	Acceptance criteria
10F	IO	5.55 mm	0.01 %	0.3 %
	LS	8.68 mm	0.01 %	1.5 %
15F	IO	15.81 mm	0.01 %	0.3 %
	LS	24.85 mm	0.01 %	1.5 %
20F	IO	26.68 mm	0.02 %	0.3 %
	LS	44.44 mm	0.41 %	1.5 %
25F	IO	44.12 mm	0.33 %	0.3 %
	LS	72.84 mm	0.49 %	1.5 %
30F	IO	66.45 mm	0.41 %	0.3 %
	LS	104.20 mm	0.68 %	1.5 %
35F	IO	87.81 mm	0.47 %	0.3 %
	LS	139.00 mm	0.82 %	1.5 %

Table 7 Deformation limits results of building with piloti

Story	Performance level	Performance point	Maximum total drift	Acceptance criteria
10F	IO	9.83 mm	0.01 %	0.3 %
	LS	15.46 mm	0.01 %	1.5 %
15F	IO	23.32 mm	0.01 %	0.3 %
	LS	37.15 mm	0.27 %	1.5 %
20F	IO	37.69 mm	0.21 %	0.3 %
	LS	60.18 mm	0.63 %	1.5 %
25F	IO	54.57 mm	0.35 %	0.3 %
	LS	83.88 mm	0.69 %	1.5 %
30F	IO	77.40 mm	0.45 %	0.3 %
	LS	119.60 mm	0.83 %	1.5 %
35F	IO	115.30 mm	0.49 %	0.3 %
	LS	170.40 mm	1.12 %	1.5 %

4.3 부재의 적합성

철근콘크리트 전단벽식 구조물은 흔에 대한 변형능력, 전단강도, 벽체에 배근된 철근의 정착이나 이음길이에 관하여 강도나 변형한계를 만족시켜야 한다. ATC-40에서는 구조물의 성능점에 따라 전단벽에 대한 변형은 부재가 흔에 의해 지배를 받는 경우는 소성힌지회전각(plastic hinge rotation)⁸⁾으로 전단에 의해 지배를 받는 경우는 접선층간 변위(tangential interstory drift)⁸⁾로 표현할 수 있다(Figs. 15 ~ 16참조).

구조도서의 부재별 철근배근을 적용하여 CSM을 이용한 성능 평가 결과, 소성힌지의 발생 여부를 확인할 수 있었으며, 특히 X방향 벽체에서 소성힌지의 발생 빈도가 많을 것을 알 수 있었다. 또한 2층(transer zone)에서 성능수준에 따라 소성힌지가 발생한 부재에 대해 소성힌지회전각 및 접선층간변위비를 산정하여 허용기준을 만족하는지 검토한 결과, 소성힌지가 발생한 부재의 경우 소성힌지회전각은 즉시거주와 인명안전수준에서 허용기준치를 초과하

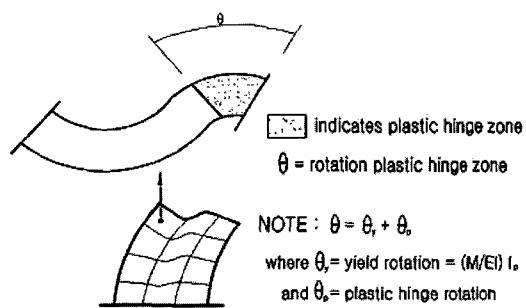


Fig. 15 Plastic hinge rotation

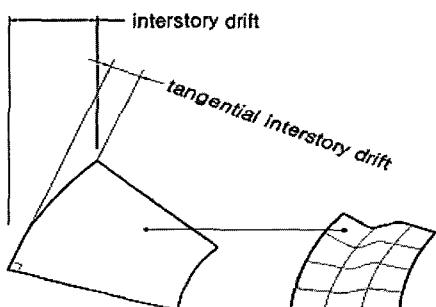


Fig. 16 Interstory drift versus tangential interstory drift

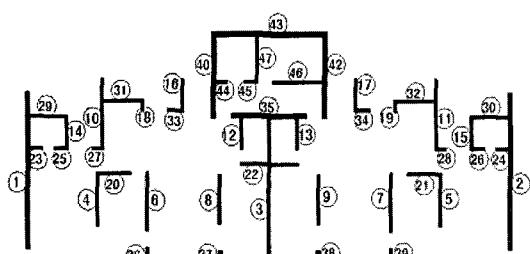


Fig. 17 Numbering for shear wall element

는 것으로 나타났다. 이는 모든 부재들이 전단보다는 흔에 의해 지배를 받는다는 것을 의미한다(Table 8 ~ 9참조).

Table 8 Plastic hinge rotation of building without piloti

Story	Element No.	Plastic hinge rotation(in radians)			
		Analysis results		Acceptance criteria	
		IO	LS	IO	LS
35F	X-DIR	29	0.0047	0.0072	0.003
		35	0.0056	0.0085	0.003
		43	0.0080	0.0120	0.003
	Y-DIR	3	0.0047	0.0071	0.003
		12	0.0043	0.0062	0.003
		20	0.0049	0.0072	0.003
30F	X-DIR	22	0.0048	0.0069	0.003
		29	0.0057	0.0082	0.003
		35	0.0054	0.0081	0.003
		43	0.0043	0.0067	0.003
	Y-DIR	3	0.0050	0.0073	0.003
		29	0.0031	0.0079	0.003
25F	X-DIR	35	0.0051	0.0078	0.003
		43	0.0043	0.0067	0.003
	Y-DIR	3	0.0050	0.0072	0.003
		29	0.0030	0.0069	0.003
		31	0.0039	0.0060	0.003
		35	0.0045	0.0069	0.003
20F	X-DIR	43	0.0034	0.0061	0.003
		3	0.0033	0.0064	0.003
	Y-DIR	29	0.0046	0.0072	0.003
		31	0.0045	0.0069	0.003
		35	0.0034	0.0061	0.003
		43	0.0033	0.0064	0.003

Table 9 Plastic hinge rotation of building with piloti

Story	Element no.	Plastic hinge rotation(in radians)			
		Analysis results		Acceptance criteria	
		IO	LS	IO	LS
35F	X-DIR	20	0.0059	0.0084	0.003
		22	0.0056	0.0079	0.003
		30	0.0049	0.0074	0.003
		31	0.0067	0.0088	0.003
		43	0.0046	0.0072	0.003
	Y-DIR	3	0.0050	0.0073	0.003
30F		11	0.0053	0.0079	0.003
		42	0.0056	0.0090	0.003
	X-DIR	30	0.0050	0.0089	0.003
		31	0.0058	0.0082	0.003
		32	0.0066	0.0086	0.003
	Y-DIR	44	0.0048	0.0074	0.003
25F		10	0.0063	0.0089	0.003
		40	0.0044	0.0068	0.003
		42	0.0045	0.0067	0.003
	X-DIR	29	0.0047	0.0072	0.003
		31	0.0037	0.0066	0.003
		35	0.0046	0.0069	0.003
20F		43	0.0034	0.0063	0.003
	Y-DIR	3	0.0031	0.0064	0.003
		10	0.0051	0.0076	0.003
		40	0.0044	0.0067	0.003
	X-DIR	21	0.0042	0.0065	0.003
		30	0.0057	0.0082	0.003
20F		32	0.0052	0.0073	0.003
	Y-DIR	3	0.0037	0.0068	0.003
		10	0.0032	0.0075	0.003
		40	0.0038	0.0069	0.003

5. 결 론

본 연구에서는 필로티를 갖는 철근콘크리트 전단벽식 건물에 대하여 FEMA 273과 ATC-40에서 제안하고 있는 성능평가기법을 이용하여 내진성능평가를 실시하고, 그 결과를 비교·분석하여 시스템별 내진성능을 알아보았다. 일련의 연구결과를 통하여 나타난 필로티를 갖는 철근콘크리트 전단벽식 건물에 대한 내진성능은 다음과 같다.

- 1) NEHRP 기준에 따라 탄성해석을 통해 내진성능을 평가한 결과, 필로티와 층수에 따른 내진성능지수는 층수의 증가에 따라 필로티가 없는 건물은 4% ~ 11%, 필로티가 있는 건물은 5.8% ~ 16.2%로 감소되는 것으로 나타났다.
- 2) 필로티와 층수에 따른 내진성능지수의 감소 경향은 전단벽식 구조물의 경우 강도, 즉 전단용력의 부족 현상이 전체성능을 지배하고 있으며 25층 이상의 경우 그 정도가 더욱 심하게 나타났다. 특히 필로티가 있는 건물에서는 전단용력 부족과 더불어 약층발생 및 층 중량 변화가 성능지수의 감소를 초래하고 있어 필로티가 없는 건물에 비하여 성능지수의 감소성향이 더 크게 나타나는 것을 확인할 수 있었다.
- 3) 특히 필로티가 있는 건물인 경우, 약층발생으로 인해 비탄성거동이 한 층에 집중되어 층간변위가 급격히 증가하는 것으로 나타났다. 한편 필로티와 관계없이 25층 이상의 경우 전단벽체의 내력은 층수가 증가할수록 기존의 배근량 및 벽체단면으로는 부족한 것으로 나타났다.
- 4) 비선형정적해석 결과, 층수가 증가하고 필로티가 있는 구조물일수록 성능점이 증가하고 있는 것으로 나타났다. 평가대상 건물들의 변형특성은 인명안전수준에서 허용치를 만족하고 있는 것으로 나타났으나, 25층 이상의 경우 즉시거주수준은 초과하는 것으로 나타났다.
- 5) 성능수준에 따른 성능점에서 20층 이상의 아파트의 경우 일부 부재에서 소성한지회전각은 허용기준치를 초과하였으나 전단에 의한 접선 층간변위비는 만족하는 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 2003년도 인천대학교가 지원한 연구비에 의해 수행되었으며, 이에 다시 한번 깊은 감사를 드립니다.

참고문헌

1. 김건우 외 5, “통신용 건물의 내진성능평가 방법”, 한국구조물진단학회 논문집, Vol.6, No.1, 2002. 5, pp. 55~60.
2. Applied Technology Council, “Evaluation the Seismic Resistance of Existing Buildings”, ATC-14, 1987.
3. SEAOC, *Performance Based Seismic Engineering of Buildings*, Vision 2000. Committee, Structural Engineering Association of California, Sacramento, California, 1995.
4. 김민수 외 5, “철근콘크리트 전단벽식 고층건물의 내진성능평가에 관한 연구”, 한국구조물진단학회 논문집, Vol.6, No.2, 2002. 10, pp.129~134.
5. 김민수, “필로티를 갖는 철근콘크리트 전단벽식 건물의 내진성능”, 공학박사학위논문, 인천대학교대학원, 2003. 12, pp.112~115.
6. BSSC, *NEHRP Guidelines for The Seismic Rehabilitation Buildings*, Building Seismic Safety Council, FEMA 273, 1997.
7. BSSC, *NEHRP Commentary on the Guidelines for The Seismic Rehabilitation Buildings*, Building Seismic Safety Council, FEMA 274, 1997.
8. ATC, *Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings*, ATC-40 Report, Applied Technology Council, Redwood City, California, 1996.
9. (주)합건설방재기술단, 인천광역시 S아파트 내진성능 평가 연구보고서, 합020820NO235, 2002. 8.
10. (주)합건설방재기술단, 인천광역시 G아파트 내진성능 평가 연구보고서, 합020820NO315, 2002. 12.
11. (주)합건설방재기술단, 인천광역시 D아파트 내진성능 평가 연구보고서, 합020820NO315, 2002. 6.
12. 대한건축학회, 건축물 하중기준 및 해설, 대한건축학회, 2000, pp.61~74.
13. 건설교통부, 내진설계기준연구(II), 건설교통부, 1997.
14. 한국지진공학회, “기존시설물의 내진성능연구지침”, 한국지진공학회, 2002. 12, pp.43~60.
15. 한국지진공학회, 통신용 건물의 내진성능평가 및 내진 보강 지침 보고서, 한국지진공학회, 2001, pp.62~62.

요 약

최근 판상형 전단벽식 아파트 건물의 고층화와 필로티 설치는 지진발생시 벽량부족현상과 약층 및 연약층을 발생시켜 그 층에서 비탄성 거동이 집중되는 우려가 있다. 본 연구에서는 필로티를 갖는 철근콘크리트 전단벽식 건물에 대하여 FEMA 273과 ATC-40에서 제안하고 있는 성능평가기법을 이용하여 내진성능평가를 실시하고, 그 결과를 비교·고찰하였다. 탄성해석을 이용한 내진성능평가결과, 필로티와 층수에 따라 내진성능지수가 감소되는 것으로 나타났다. 전단벽식 구조물의 경우 강도, 즉 전단응력의 부족 현상이 전체 성능을 지배하고 있었으며, 특히 25층 이상의 경우 그 정도가 더욱 심한 것으로 나타났다. 특히 필로티가 있는 건물에서는 전단응력의 부족과 더불어 약층 및 층 중량 변화가 성능지수의 감소를 초래하고 있어 필로티가 없는 건물에 비하여 성능지수의 감소 경향이 더 크게 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 능력스펙트럼을 이용한 비선형정적해석 결과, 층수가 증가하고 필로티가 있는 구조물일수록 성능점이 증가하고 있는 것으로 나타났으며, 평가대상 건물들의 대부분 변형 특성은 인명안전수준에서 허용치를 만족하고 있는 것으로 나타났으나, 25층 이상의 경우 즉시거주 요구수준을 초과하는 것으로 나타났다.

핵심용어 : 내진성능평가, 성능지수, 능력스펙트럼법, 성능점, 필로티
