

論文 ピロティをソフトストーリーとした RC 建物の耐震性能

馬 華*1・李 振宝*2・鈴木 計夫*3・勝丸 文彦*4

要旨: ピロティ部をソフトストーリーとして設計された RC 建物の耐震性能を検討するとともに、その耐震性能を高める手法の一つはコンファインドコンクリート柱を使用することを提案する。コンファインドコンクリート柱の変形能力は塑性倍率 10 以上あり、静的弾塑性荷重増分解析及び動的弾塑性地震応答解析の最大層間変形のみ観点から見れば、現行耐震設計基準に要求されている必要保有水平耐力を満足しなくても、十分な耐震性能が得られる。

キーワード: ピロティ, ソフトストーリー, コンファインド, 変形能力, 応答変形

1. まえがき

ピロティ型建物は優れた機能性と使用性を持ち、従来から多く計画、建設されており、今後も人間の生活活動を支える上において不可欠の構造形式の一種である。このピロティ型建物は設計に十分な配慮がなされなければ、兵庫県南部地震に見られたように、1 階の層崩壊などの重大な被害をもたらしてしまう。しかし、その優れた機能性と使用性から見れば、潜在的需要は極めて高く、事実この観点から現状の調査を行えば、一方向ピロティも含めて、非常に多くの建物がピロティ型式になっていることが分かる。従って、ピロティ建物を抑制するのではなく、いかにその耐震性能を高めるかの手法を示して行くことが当面の課題であろう。

一方、近年、曲げ塑性ヒンジの発生が予想される柱頭、柱脚部に少し多めの横補強筋を入れ、高軸力下、大塑性域において、多数回のくり返し载荷に対しても、優れた変形能力を有するコンファインドコンクリート柱が開発され¹⁾²⁾、それを用いればピロティ型建物の 1 階の変形を吸

収することは可能であると考えられる。ピロティ部にこのようなコンファインドコンクリート柱を用い、大地震時においては、ソフトストーリーの免震効果に期待し、上層部への入力を減らし、入力エネルギーの大部分をこのソフトストーリーで吸収させる。このような構造では、ソフトストーリーの設計さえしっかりしておけば、上層部の設計は簡単にすませることができる。また、地震後の補修等の観点からしても、地震時の破損を建物の一部分に集中させたほうが、全体崩壊型より補修が容易（居住したままで補修可能）で、また費用面からもコストを抑えることができる。このことは兵庫県南部地震後に行われた建替え、または補修の数多くの事例から分かる。

本文では、このような設計思想に基づいて設計された鉄筋コンクリート（以下 RC と略記）造建物の耐震設計概要及び地震応答解析結果を報告するとともに、ピロティ型建物の耐震性能を高める方法の一つを提示する。

-
- | | |
|--------------------|---------|
| *1 (株)耐震企画設計 | 工博(正会員) |
| *2 大末建設(株) 技術開発部 | 工博(正会員) |
| *3 福井工業大学教授 建設工学科 | 工博(正会員) |
| *4 (株)耐震企画設計 代表取締役 | |

2. 建物及び耐震設計概要

2.1 建物概要

建物の概要を図-1に示す。

平面的に X 方向が 7m, 3m, 7m の 3 スパン, Y 方向が 10m の 1 スパン (1 階では 5m, 5m の 2 スパン) であり, 立面的に階高が 1 階から 6m, 3m, 3m の 3 階, 塔屋階高 3m の建物である。X 方向は一部雑壁のある純ラーメン構造で, Y 方向は 1 階に純フレーム, 2 階, 3 階に耐震壁が配された典型的なピロティ型建物である。設計に当っては, 1 階にコンファインド効果の良い円

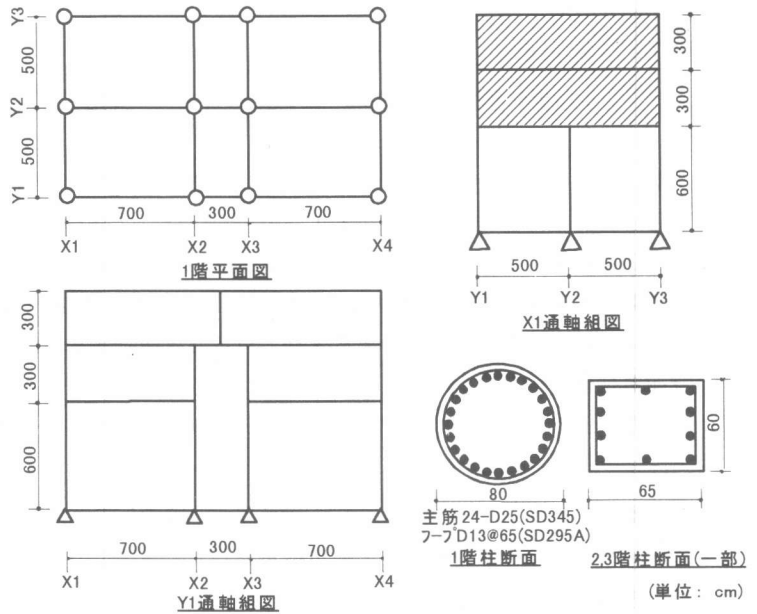


図-1 建物概要

表-1 建物の設計データ

階		δ	Re	Fe	Rs	Fs	Qun	Qu	Qu/
							(KN)	(KN)	Qun
3	X	1/2810	0.03	1.00	1.62	1.00	1160	1680	1.45
	Y	1/15400	0.00	1.00	1.40	1.00	1540	2310	1.50
2	X	1/1600	0.02	1.00	0.92	1.00	1930	2810	1.46
	Y	1/16500	0.00	1.00	1.50	1.00	2570	3850	1.50
1	X	1/813	0.01	1.00	0.47	1.22	3040	3640	1.20
	Y	1/1100	0.00	1.00	0.10	1.83	4560	4970	1.09

δ :設計地震力による層間変形角
 Re :偏心率
 Fe :偏心率による必要保有水平耐力の割増倍率
 Rs :剛性率
 Fs :剛性率による必要保有水平耐力の割増倍率
 Qun :必要保有水平耐力
 Qu :保有水平耐力

形柱, 2, 3 階に長方形柱を採用し, 1 階 Y 方向の強度及び剛性を高めるため, スパンを 2 分して, Y2 通にも柱を設けた。

2.2 耐震設計概要

現行耐震設計基準には, 地震時において部材応力を許容応力度以下であることを確認するとともに, 層間変形角を 1/200 以下及び保有水平耐力の確保が要求されている。また, 剛性の低い層に対し, 剛性率に応じて必要保有水平耐力を割増すことが必要である。建物の設計データを表-1に示す。

表-1に示すように, 建物の性能は現行耐震設計基準を満足している。また, 1 階の剛性が低い (特に Y 方向の剛性率 $R_s=0.1$) ため, 必要保有水平耐力に 1.83 倍の割増倍率が要求されている。しかし, 本建物は後述のように 1 階柱の曲げ破壊により層崩壊型が形成されたので, これ以上の強度が期待できなくなり, 予想以上の

大地震に襲われたとき, 建物の耐震性確保のためには柱の靱性を充分確保する必要がある。筆者らの長年にわたるコンファインドコンクリートに関する研究成果¹⁾²⁾から, 最も靱性の優れた円形柱を採用し, コンファインド効果が大きく期待できるようにフープのピッチを 65mm (D13 筋, ほぼ隙間 50mm である) とし, 柱の靱性を充分確保した。なお, コンファインド補強は柱