

R C建物の柱列模型を用いた中間階崩壊メカニズムに関する実験

防衛大学校 学生員○津田和彦 正会員 別府万寿博 正会員 大野友則

1. 緒言

1995年に発生した兵庫県南部地震においては、中低層RC建物に中間階崩壊あるいは層崩壊と呼ばれる破壊が生じた。この破壊形態は、柱が水平方向に変位して崩壊に至るのではなく、鉛直（柱軸）方向に圧縮崩壊したと考えられる点に特徴がある¹⁾。本研究は、RC建物を模擬した試験体を対象として急速突き上げ載荷実験を行い、中間階崩壊メカニズムについて検討したものである。

2. 実験の概要

2. 1 実験装置

実験装置は、急速載荷装置本体（最大載荷速度 4 m/s）と突き上げ装置（上から下向きの力の流れを下から上方向に変換するピストン機構を有する）で構成されている。図-1 に示す突き上げ装置は、急速載荷装置の載荷棒で入力側ピストンを急速に下降させることにより、出力側ピストンに上昇の変位を与えるメカニズムになっている。写真-1 に実験装置の概要を示す。

2. 2 試験体と測定項目

実験を行うにあたっては、建物全体の模擬試験体を製作することは極めて困難なため、代表的な一つの柱列を取り出した模型を試験体とした（写真-1 参照）。各階の柱に相当する柱模型は、実験上の制約のため、モルタル（強度 200kgf/cm²）を用いて最大寸法が 5×5cm、高さ 10cm の正方形柱とした。すなわち、これを 1 階（最下層）部分の柱とし、上階柱の断面は逐次減少させている。実験は 5 階と 8 階建物に相当する柱模型試験体の 6 種類を対象とし、各階の柱間に挿入する重量は、約 60kgf（44×44×2cm の鋼鈑 2 枚）とした。表-1 に試験体の諸元を示す。計測項目は、崩壊が予想される階柱とその上下の柱のひずみ応答、基盤の加速度である。

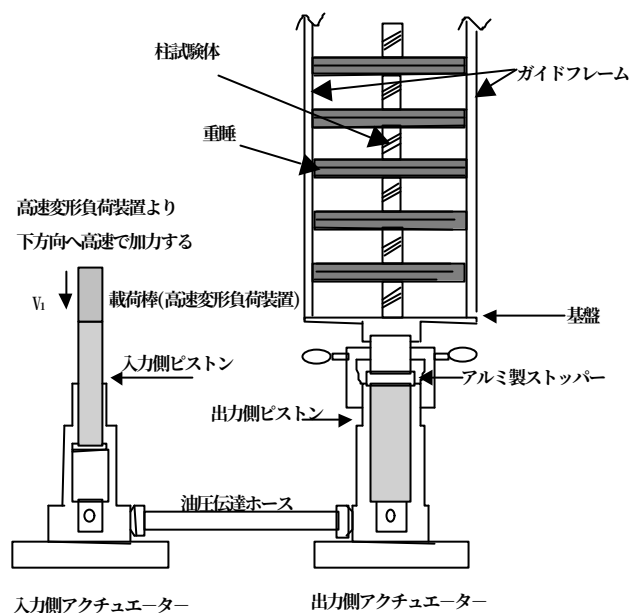


図-1 突き上げ装置の機構と試験体の設置

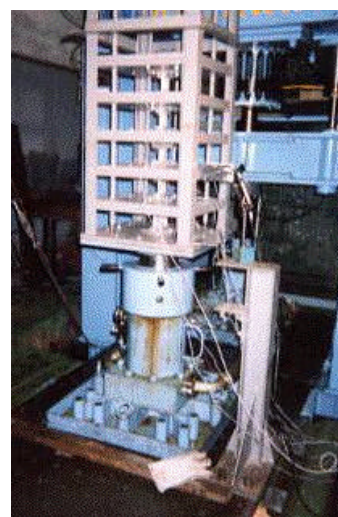


写真-1 実験装置の概要

3. 実験結果および考察

ここでは、No.3 試験体について考察を行う。本ケースは、初期軸圧比（柱に加わる重量／柱断面積）が最も大きな 3 階が崩壊すると予想される試験体である。実験で計測された加速度を積分して求めた基盤および最上階の速度を図-2 示す。これより、試験体に入力された最大速度は約 47cm/s であることがわかる。

キーワード：衝撃的地震動 中間層崩壊 入力速度 急速載荷 突き上げ実験

連絡先：〒239-8686 神奈川県横須賀市走水 1-10-20 Tel.0468-41-3810（内 3521） FAX.0468-44-5913

表-1 試験体の諸元

階	試験体 No.						
	柱辺長 (cm) および軸圧比						
	1	2	3	4	5	6	
	柱辺長	柱辺長	柱辺長	軸圧比	柱辺長	柱辺長	柱辺長
8			2.5×2.5	0.50	3.0×3.0	2.5×2.5	2.5×2.5
7			3.0×3.0	0.69	3.0×3.0	2.5×2.5	3.0×3.0
6			3.5×3.5	0.77	3.0×3.0	3.0×3.0	3.0×3.0
5	4.0×4.0	2.5×2.5	4.0×4.0	0.78	3.5×3.5	3.0×3.0	3.5×3.5
4	4.5×4.5	2.5×2.5	4.0×4.0	0.98	3.5×3.5	3.5×3.5	3.5×3.5
3	4.5×4.5	2.5×2.5	4.0×4.0	1.14	4.0×4.0	4.0×4.0	4.0×4.0
2	5.0×5.0	2.5×2.5	4.5×4.5	1.08	4.5×4.5	4.5×4.5	4.5×4.5
1	5.0×5.0	2.5×2.5	5.0×5.0	1.00	5.0×5.0	5.0×5.0	5.0×5.0

最上階の速度応答は、基盤に対して約 2ms 遅れて応答を開始している。図-3 には、2 階～4 階のひずみ～時間関係を示す。これより、突き上げ開始後約 2.5ms で 2, 3 階の圧縮ひずみはほぼ同様に限界圧縮ひずみ 2000 μ を超えており、圧縮破壊に至ったことがわかる。一方ビデオカメラによる層崩壊過程の映像を見ると、本ケースでは初期軸圧比の大きさの順にまず 3 階が圧壊し次に 2 階が圧縮崩壊している。速度とひずみの対応をみると、層崩壊が生じたとみなせる時刻約 2.5ms では、入力された速度は約 25～30cm/s である。実験結果にレプリカ相似則を適用すると実際建物に層崩壊を生じさせる地盤入力も同じ速度となることから、さほど大きな速度入力がなくても層崩壊は発生する可能性がある。また、層崩壊が発生した時刻では最上階の速度はほとんど発生していない。すなわち、最上階が応答を開始する前に層崩壊が発生していることから、試験体の最上階部が慣性のため固定端に近い状態で突き上げられたため、圧縮破壊したものと考えられる。

4. 結 言

本研究で行った実験より、基部に鉛直方向の急激な（衝撃的）速度入力があると、試験体の最上階は慣性の影響を受けて、固定端に近い状態となり中間階の柱に大きな軸圧縮力が作用することがわかった。また、最初に圧縮破壊に至る柱は初期軸圧比が最大となる柱であり、これが中間階崩壊一つの要因であると考えられる。今後さらに、解析的検討を行い中間階の崩壊について検討する必要がある。

参考文献

- 1) 那谷晴一郎：阪神大震災にみる構造物の中間任意階の層破壊発生機構の解明、平成 7 年度日本建築学会近畿支部研究報告集、pp.245～248、1995

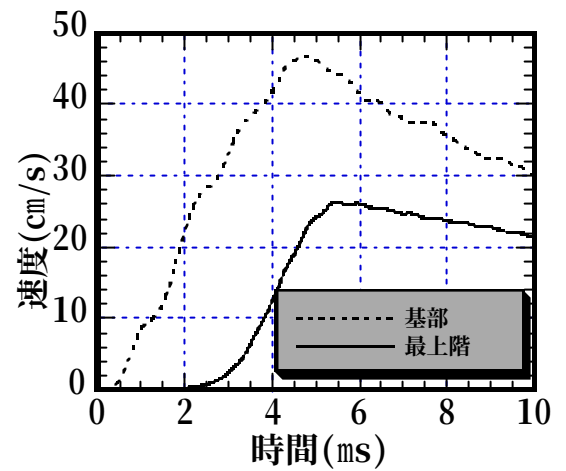


図-2 基部と最上階の応答速度

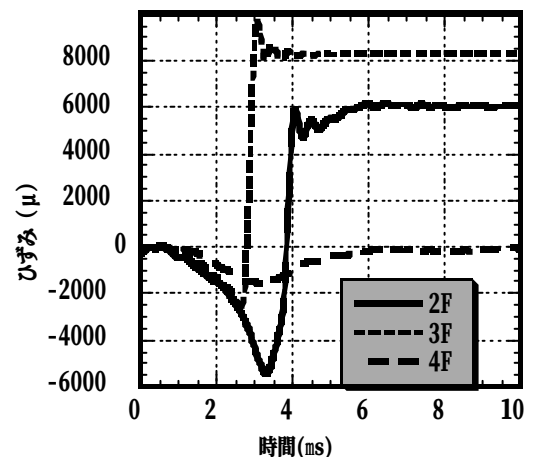


図-3 各階柱のひずみの時刻歴