

巨大地震に対する超高層集合住宅の人・生活を守る技術の開発

その1 2011年東北地方太平洋沖地震による超高層集合住宅の揺れ

正会員 ○齊藤大樹*1 正会員 石川孝重*2
正会員 高橋 徹*3

超高層集合住宅 東北地方太平洋沖地震 観測記録
家具の転倒 避難行動

1. はじめに

東海・東南海・南海地震など、巨大地震の発生が逼迫している中、急速に建設が進んでいる超高層集合住宅は、人口密度が高い、避難が難しい、ライフラインの復旧に時間がかかるなど、地震に対する脆弱性が指摘される。また、固有周期の長い超高層集合住宅は、長周期地震動の影響を受けやすく、繰り返しの揺れによる構造被害の拡大や室内の家具の移動・転倒などの危険性がある。そのため、超高層集合住宅の地震脆弱性と対策について、安全性・避難・生活維持の観点から総合的に検討することが必要である。

超高層集合住宅の耐震対策として、これまで「物・財産を守る技術（超高層集合住宅の耐震性能評価・向上技術の開発）」、「人を守る技術（高層階の居住空間の安全性の確保と避難・危険回避方法の開発）」、「生活を守る技術（住民の視点に立った地震対策の支援方法の開発）」の3つの観点から研究開発を行ってきた。「物・財産を守る技術」に関してはこれまでに報告しているので¹⁾、ここでは「人・生活を守る技術」に着目して行った研究について報告する。

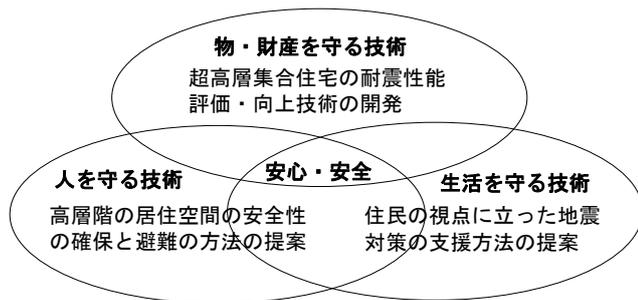


図1 超高層集合住宅の物・人・生活を守る技術の開発

2. 超高層集合住宅の強震観測記録の分析

建築研究所では、東京都中央区に立つ37階建て超高層集合住宅（以下、TKDと表記）の強震観測を2007年4月から実施している。表1に建物概要を、表2および図2に、2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震で観測された記録の概要と水平2方向の波形を示す。

表1 建物概要

階数	37階建て、塔屋3階、地下1階
高さ	118.8m
主体構造	RC造
基礎構造	杭基礎
竣工	1990年10月

表2 2011年東北地方太平洋沖地震における各階の観測値

	最大加速度 $A_{max}(cm/s^2)$		最大速度 $V_{max}(cm/s)$		等価振動数 $F_e(Hz)$ $= A_{max}/(2\pi V_{max})$	
	NS	EW	NS	EW	NS	EW
1F	87	98	17	16	0.81	0.97
18F	118	141	27	29	0.70	0.77
37F	162	198	46	44	0.56	0.72

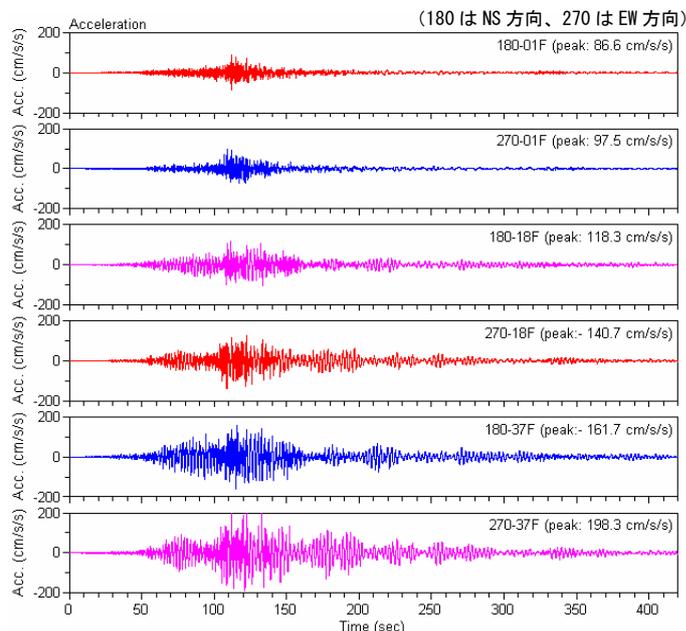


図2 2011年東北地方太平洋沖地震における観測加速度波形

日本建築学会(2003)²⁾では、家具の転倒限界加速度を図3のように与えている。検討した棚の諸元と転倒可能性を表3および表4に示す。これより、最上階のEW方向で、固定しない家具は転倒する可能性が高いことが分かる。

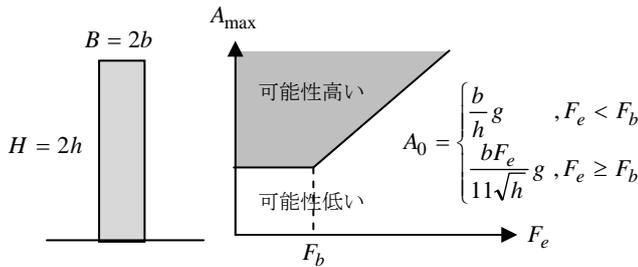


図3 家具の転倒限界加速度 A_0 ²⁾

表3 棚の諸元

	棚
H(cm)	200
B(cm)	40
$F_b = 11/\sqrt{h}$	1.1

表4 転倒可能性

	最大加速度 A_{max} (cm/s ²)		転倒可能性 ($A_0=196$ cm/s ²)	
	NS	EW	NS	EW
1F	87	98	低い	低い
18F	118	141	低い	低い
37F	162	198	低い	高い

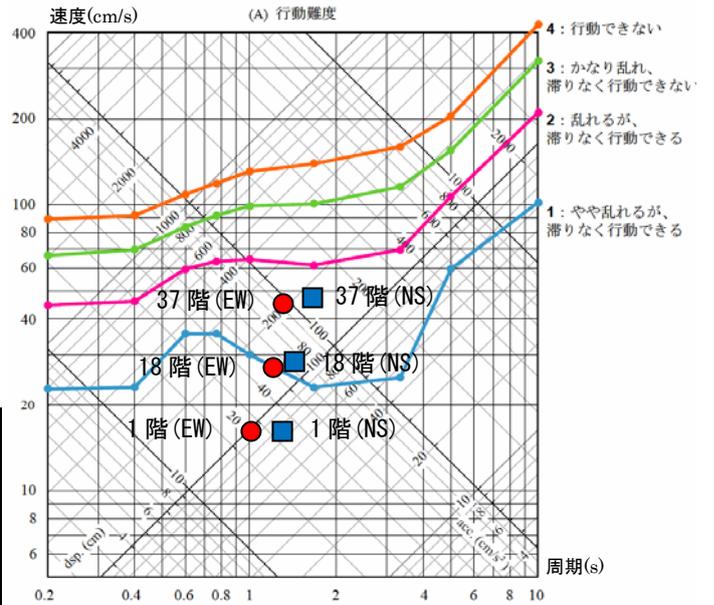


図4 行動難度曲線³⁾

表5 2011年東北地方太平洋沖地震後の超高層集合住宅（東京都中央区）に対する聞き取り調査結果

質問事項	A棟 39階建て	B棟 32階建て	C棟 26階建て	D棟 47階建て	E棟 50階建て	F棟 37階建て
エレベータの停止	全て停止。当日17時30分頃に復旧	全て停止。3基はすぐに復旧、1基は数日後に復旧	全て停止。当日の22時頃に復旧	全て停止。1基は当日23時頃に復旧。翌日昼に全て復旧	全て停止。当日中に3基が復旧。翌々日の夕方全て復旧	全て停止。当日の18時頃に復旧
水道、ガス、電気の停止	なし	なし	なし	なし	なし	ガスが17時頃に停止、22時頃に復旧
建物の被害	一階階段壁のタイル剥落	廊下部分の仕上げ材にずれ	非常階段の梁や設備ドアの脇にひび割れ	非常階段の取り付け部やペランダの梁にひび割れ	非常階段の取り付け部にひび割れ	タイルにひび割れ
建物周辺の地盤被害	なし	なし	なし	なし	なし	なし
室内の家具の転倒等	とくに聞いていない	物が落ちた程度	物が落ちた程度	物が落ちた程度	とくに聞いていない	家具の転倒被害なし
家具の固定の呼びかけ	防災訓練等で呼びかけている	していない	防災マニュアルを各戸に配布している	防災マニュアルを各戸に配布している	していない	防災マニュアルを各戸に配布している
高層階の揺れの程度	あまり揺れなかった	鍵をかけていない窓が開いた	とくに聞いていない	防火扉が開いた	とくに聞いていない	最上階では、つかまっていなければ立てないほどの揺れ
住民の安否確認	災害対策本部を立ち上げ、車椅子の方のみ連絡した	組織的な対応なし	管理室からインターホンで問い合わせた	管理室から高齢者の独り暮らしの方に連絡	していない	高齢者の独り暮らしの方に連絡したが、組織的な対応なし
けが人や体調不良	なし	なし	なし	なし	なし	なし
その他、今後の課題など	帰宅難民の受け入れが今後の課題	帰宅難民の受け入れが今後の課題	なし	修復での専有部分と共有部分の区別	なし	なし

また、筆者らは、人の避難行動に着目した「行動難度曲線」を提案している(図4)³⁾。これより高層階(18階以上)では、やや乱れるものの滞りなく行動できる範囲であることがわかる。

3. 超高層集合住宅に対する聞き取り調査

東北地方太平洋沖地震後に、東京都中央区の超高層集合住宅6棟の管理組合に対して聞き取り調査を行った。その結果を表5に示す。地震後の対応に差が見られるものの、揺れの影響や被害は小さかったことが分かる。

謝辞

本研究の一部は、日本学術振興会科学研究費基盤研究(A)「長周期地震動を受ける超高層集合住宅の物・人・生活を守る技術の開発」(研究代表者:建築研究所・斉藤大樹)による。また、聞き取り調査に協力を頂いた東京都中央区総務部防災課に感謝する。

参考文献

- 出水他:長周期地震動を受けるRC造超高層建築物の構造性能(その1~15)、日本建築学会大会学術講演梗概集、2009~2011年
- 日本建築学会:非構造部材の耐震設計施工指針・同解説および耐震設計施工要領、2003年
- 高橋徹、貞弘雅晴、斉藤大樹、小豆畑達哉、森田高市、野口和也、箕輪親宏:長周期地震動を考慮した人間の避難行動限界評価曲線の提案、日本建築学会大会学術講演梗概集 B2、p497~p498、2007年

*1 建築研究所

*2 日本女子大学

*3 千葉大学

*1 Building Research Institute

*2 Japan Women's University

*3 Chiba University