

2011 年東北地方太平洋沖地震における 東京の超高層マンションでの揺れに関するアンケート調査 Questionnaire Survey on Effect of Shaking at Highrise Apartment in Tokyo during the 2011 Off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake

○翠川 三郎¹, 三浦 弘之¹, 堀 苑子¹, 鹿嶋 俊英²
Saburoh MIDORIKAWA¹, Hiroyuki MIURA¹, Sonoko HORI¹ and Toshihide KASHIMA²

¹ 東京工業大学 人間環境システム専攻

Department of Built Environment, Tokyo Institute of Technology

² (独)建築研究所 国際地震工学センター

International Institute of Seismology and Earthquake Engineering, Building Research Institute

The questionnaire survey at a highrise apartment in Tokyo was conducted to investigate effects of shaking to residents and building contents during the 2011 Off the Pacific Coast of Tohoku earthquake. In the building, the observed peak accelerations are 100 and 200 gals on the first and upper floors, respectively. Although the residents felt fear during the earthquake, they behaved calmly and the effects to building contents were small. It is, however, expected that the effects to building contents will be largely increased during the anticipated Tokai earthquake.

Keywords : *Effect of Shaking, Long-Period Motion, Highrise Apartment, The 2011 Off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake, Questionnaire Survey*

1. はじめに

東京などの大規模平野では長周期地震動が生じやすく、それによる超高層建物やその居住者への影響が懸念されている。2011年3月11日14時46分に発生した東北地方太平洋沖地震では東京でも震度5弱～強の揺れを生じ、都心にある超高層マンションでは、最上層階で約200gal、1階で約100galの最大加速度が観測された。長周期地震動に対する今後の対策に資するために、超高層建物の揺れが居住者や室内被害に及ぼす影響について、このマンションの住民に対してアンケート調査を行った。ここでは、その結果について報告する。

2. 建物及び地震記録の概要

対象建物は東京都中央区に建つ地上37階、地下2階、高さ約120mのRC造住宅である。2階から37階までが居室となっており、全424戸の大規模賃貸マンションである。建物の被害としては、外壁のタイルの部分的な被害、戸境壁の壁紙の亀裂、廊下玄関脇の壁のモルタルの剥離など、軽微なものがみられた。エレベータは地震により4台とも停止し、18時頃復旧した。停電は生じなかったが、ガスの供給は建物全体の遮断装置により停止し、22時頃復旧した。

表1 観測された最大加速度、速度、変位

		最大加速度 (cm/s/s)	最大速度 (cm/s)	最大変位 (cm)
37階	NS	161.7	49.9	29.5
	EW	198.3	42.3	32.2
	UD	108.4	10.2	16.6
18階	NS	118.3	31.1	24.5
	EW	140.7	30.0	24.0
	UD	63.9	10.0	16.6
1階	NS	86.6	19.5	21.9
	EW	97.5	18.3	17.2
	UD	40.5	10.0	19.4

強震計は1階、18階、37階に設置されている。観測された最大加速度、速度、変位の値を表1に示す。1階では、それぞれ約100gal、約20cm/s、約20cmで、18階で約140gal、約30cm/s、約25cmで、37階で約200gal、約50cm/s、約30cmだった。各階で観測された加速度波形(EW成分)を図1に示す。大きな揺れが4～5分続いている。

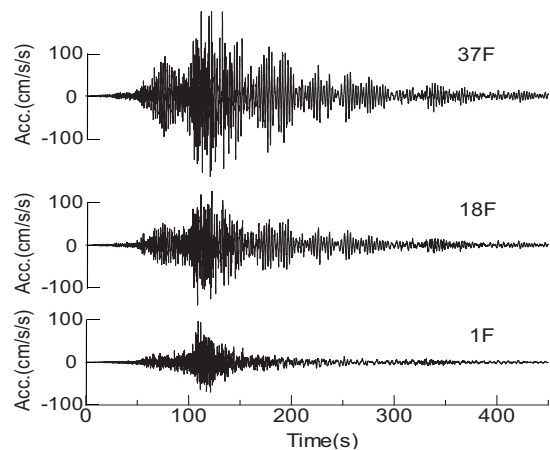


図1 各階での加速度波形(EW成分)

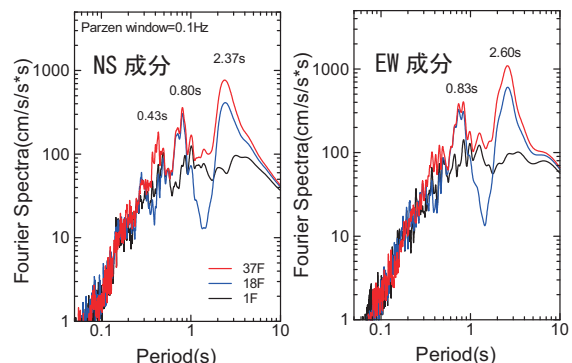


図2 各階での記録のフーリエスペクトル

ることがわかる。図2に示した上層階のスペクトルでは周期2.5秒程度の1次振動成分が卓越しているが、周期1秒以下の高次振動成分もみられる。

3. アンケート調査

居住している414戸に対して3月19日にアンケート用紙を配布し、134戸から回答を得た。質問項目は、太田・他(1979)のものを参考として、揺れについて7項目を設定し、地震時や地震直後の行動、家具の固定状況についての項目も追加した。

図3に6階ごとに回答を集計した結果を示す。すわりの悪いものの動きは数多くみられ、上階に行く程動きが顕著だった傾向がみられる。重い家具や食器類の動きはあまりみられない。テレビには大きな動きがみられるものもあった。全般に家具転倒などの室内被害はあまりみられない。怖さの程度は、かなり怖かったや非常に怖かったの回答が多かった。また、建物の揺れの印象、揺れに対する驚きや怖さの程度は20～25階でより大きなものだった。

揺れている間の行動としては、玄関の扉を開ける、部屋の扉を開ける、火の始末をする、そのまま様子を見る、などが多く、上層階では、家具をおさえる、も多かった。回答から住民はおおむね冷静に行動したように見える。揺れがおさまってから10分くらいの間の行動としては、テレビをつける、が最も多く、上層階では、電話をかける、携帯メールを送る、も多かった。家具の固定度は、階数によらず、タンスや食器棚、本棚は25%程度、テレビは10%程度、冷蔵庫は5%程度だった。ただし、飾り棚は上層階で20%程度、下層階で10%弱と、階数による違いがみられた。

なお、自治会の方にヒアリングをしたところ、1)外にいた住民が建物が大きく揺れるのをみた、2)37階では、つかまらないう歩けないくらいの揺れで、家具は倒れなかったがワイングラスや掛け時計が落ちた、3)不安で30階くらいにある居室から1階におりた住民もいた、などの証言も得た。

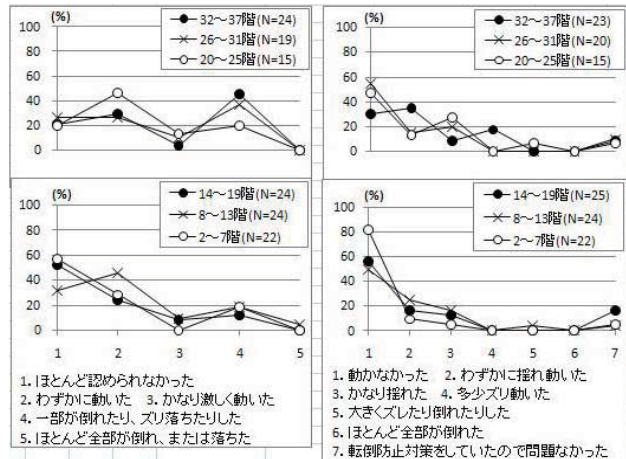
4. 考察とまとめ

アンケート結果から、住民は大きな恐怖を感じたものの、おおむね冷静に行動し、家具の転倒や大きな移動はあまりみられなかったことがわかる。前述したように上層階での最大速度は30～50cm/sで、この速度の揺れでの不安度は、貞広・他(2006)の振動台実験によれば、やや不安を感じる程度であるが、今回の結果は大きな不安を与えている。これは、今回の揺れの継続時間が非常に長かったことや、振動台実験では周囲に物品がなく、物品の挙動や揺れによる建物からの音などから不安感が増幅されたためとも推測できる。

なお、前述したように、驚き・怖さの程度などが最上階付近でなく20～25階でより大きかったことについては、建物の高次モードの振動による影響の可能性も考えられる。今後、地震応答解析を行って、各階の揺れの大きさを計算し検討したい。

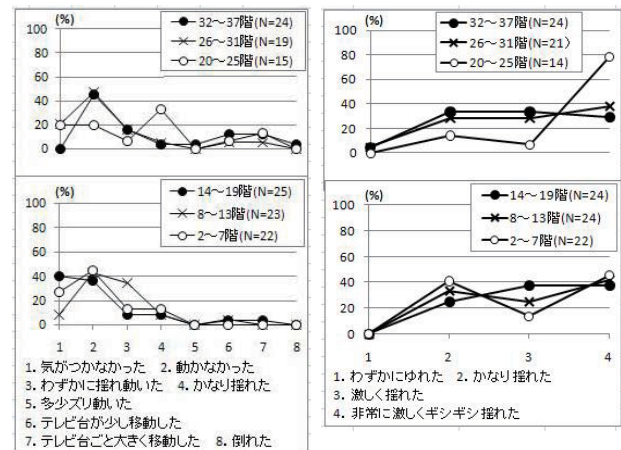
家具への影響については、金子(2002)の予測式によれば、この速度の揺れでの転倒率は、本棚で20～40%、タンスで10%以下、となる。転倒するには加速度も必要で、上階での最大加速度が140～200galとそれ程は大きくなかったことを考え合わせると、室内被害があまりみられなかったという今回の結果は既往の予測式と整合している。

しかし、東海地震の際の東京での超高層ビルの応答は100cm/sを越える場合も予想されており(日本建築学会, 2007)、その場合に予測式から判断すると転倒危険度は大きく増大する。また、重い家具に比べてテレビの転倒危険度がより高いことが振動台実験から指摘されており(久保川・他, 2011)、今回の結果でも同様の傾向がみられることから、より注意が必要である。今回の地震で影響が少なかったからといって将来の地震に対して安心できるとは限らないことに注意すべきである。



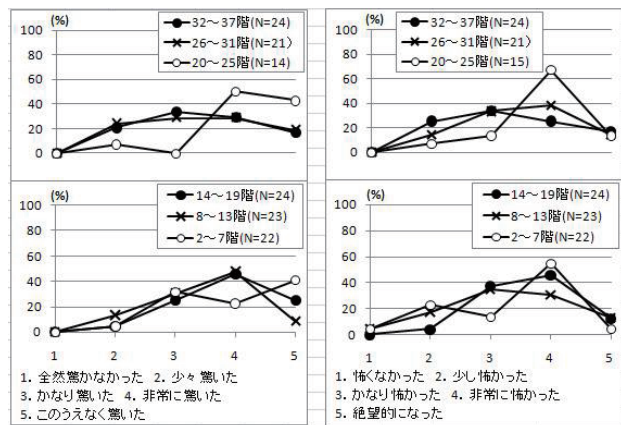
(a) すわりの悪いものの動き

(b) 重い家具の動き



(c) テレビの動き

(d) 建物の揺れ



(e) 揺れに対する驚きの程度 (f) 揺れに対する怖さの程度

図3 各階レベルでの家具類の動きや驚き・怖さの程度