

台風 0115 号による高層建築物の風振動観測と振動体感アンケート調査

正会員 川名 清三*
正会員 久田 嘉章**

高層建築物 風振動観測 振動体感アンケート
居住性

1. はじめに

強風時の建物振動に起因した居住性能の確保という問題が近年重要視されることが多くなっている。これに対し、「建築物の振動に関する居住性能評価指針・同解説」の発刊¹⁾や、居住性能に関する研究等行われているが、こうした結果の妥当性を確かめるための実測、振動体感アンケート調査結果というものはそれ程多くない。こうした背景を踏まえ、2001年9月11日に台風0115号が関東地方へ上陸した際、東京都新宿区にある高層建築物を対象に風振動観測と同時に振動体感アンケート調査を実施したので、その調査結果を報告する。

2. 台風0115号の進路状況

台風0115号の9月11日12時時点の状況を図1に示す²⁾。本台風は、伊豆半島に上陸した後東京湾を縦断する経路を通っており、同日12時時点での台風規模は、中心気圧972hPa、中心付近の風速30m/s、風速25m/s以上の暴風域は40kmというものであった。

3. 風振動観測概要

風振動観測を行った建物は、東京都新宿区の超高層ビル群の中にある工学院大学新宿校舎(高さ129m、29階建、以後大学棟)と、隣接しているSTEC情報ビル(高さ111m、28階建、以後オフィス棟)で主要構造は二棟共に鉄骨構造である。大学棟の1次固有周期を表1に示す。

観測計の設置概要は、大学棟屋上に超音波風向・風速計1台、大学棟高さ103.7mの位置に相対風圧計12台、大学棟29F,22F,16F,8Fに各3台(NS方向2台、EW方向1台)、1Fに2台(NS方向、EW方向)、オフィス棟には28F,22F,15F,8F各3台(NS方向2台、EW方向1台)合計26台の加速度計を設置し、2棟の風振動応答(NS方向、EW方向、捩れ方向)の観測が可能となっている(図2)。同日の振動観測は10時25分30秒に開始し、10Hzサンプリングで行った(終了時間20時28分47秒)。図3に大学棟29Fの応答加速度(NS,EW)、風速、主要風向の3時間の時間変動を示す。10時55分から11時35分の間に、台風の移動に伴って風向が東北東の風から西北西の風に急激に変化し、最終的に西からの風に落ち着いている。西北西の風の際はオフィス棟に風が遮られる、その後風向が西風になったときに、風速のピークが訪れそれに伴って振動のピークが現れる結果となっている。また、今回観測された10分間平均風速の最大値は、18.3m/sであり、これは東京都の再現期間1年の10分間平均風速の最大15.4m/sに近い数値であり、居住性の検討に十分なデータと考えられる。

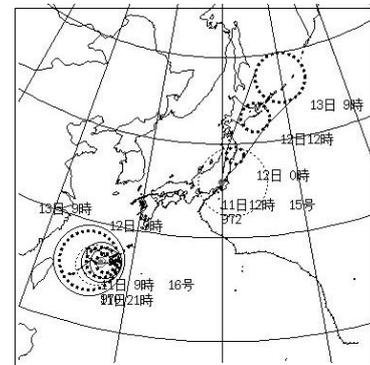


図1、台風の進路状況
(気象庁ホームページ: <http://www.kisyuu.go.jp/>)

表1、大学棟1次固有周期

	NS方向	EW方向	捩れ方向
観測結果固有周期	2.82	2.63	1.9
設計固有周期	3.31	3.14	1.99

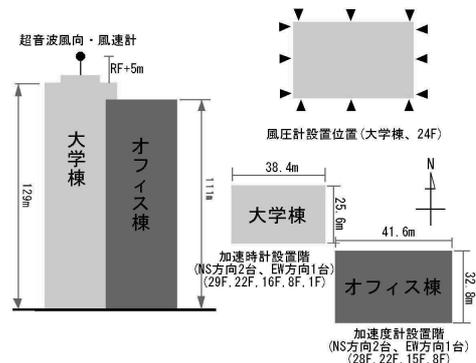


図2、観測系の設置状況

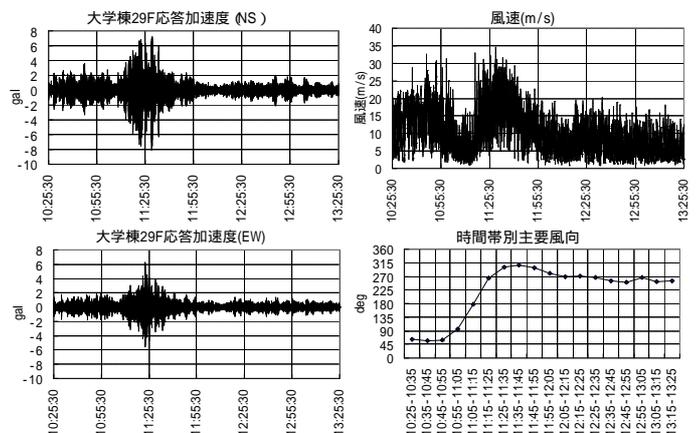


図3、大学棟29Fの応答加速度(NS,EW)と、風速、主要風向(北からの風が0°で時計回り)

4. アンケート調査結果

今回のアンケート調査は、大学棟でのみ同日の 12 時～16 時に実施した。アンケート回答者は同日 11 階から 27 階におられた 115 名の学生・教職員で、通常の作業を行っている中、振動の事前予告の全くない状態で回答して頂いた。アンケートの質問項目は「揺れそのものを感じたか? いつ頃、どれ位揺れていると思ったか? 揺れを感じてどう思ったか? 作業への支障は? どの様に揺れていると思ったか? というものである。回答者の作業内容は、パソコン使用(35.65%)、執務(20.0%)、研究(14.78%)、会話・雑談(7.83%)といったものが主であった。

115 名の中で、何かしらの揺れを感じたと答えた方は 92 名(80%)にもものぼる結果が得られた。図 4 は、揺れを感じた人の人数を階数別に示したものである。今回の揺れは 1 次モードが卓越しており(図 5)、揺れを感じなかった人の割合は上層階ほど小さくなるはずであるが、今回の場合そうはならなかった。それは、「揺れのピーク後に本建物に訪問」「徹夜明けによる疲労」と答えた方が数名おられた事が原因と思われる。

揺れを感じた時間帯を全人数の割合で示したものが図 6 であり、これは応答のピーク位置と対応が良い結果であった。表 2、表 3 は「この揺れを感じてどう思ったか?」「作業に支障があったか?」という質問の回答で、不快感、不安感を感じた方は全体の 71 名(61.74%)、作業に支障を感じた方は全体の 52 名(45.22%)という結果になった。

「感じた揺れの最大振幅は?」という質問に対し、表 4 のような結果が得られた。これに対し、最上階(29F)の最大応答変位は 2.42cm(EW) 3.46cm(NS)(P-P 値)であった。人間の感覚は実際より大きく揺れていると感じるのが一般的で、その点からすると設問の選択肢の設定が不相当であったがために、正確な知覚が把握できなかった可能性がある。

学会指針では、最大応答加速度で居住性を評価する。最上階(29F)の最大応答加速度は 6.34gal(EW)、8.31gal(NS)であり、「居住性性能評価指針」のグラフ¹⁾と、1998 年に文献³⁾で提案された居住性性能評価グラフに当てはめると図 7 の様になる。灰色の線が学会基準の線、黒線が文献³⁾で提案された線で、%で表された数値は全居住者に占める振動知覚者の割合を示す。今回の結果は学会指針 H-4 の線、平均知覚域(居住者の半数が振動を感じる域)を超えている結果ではあるが、知覚者 80%という点で両者共に対応性の良い結果となった。

5. まとめ

2001 年 9 月 11 日台風 15 号の関東地方上陸の際、東京都新宿区にある高層ビルで強風振動観測と風揺れ体感アンケートを実施した。「建築物の振動に関する居住性性能評価指針・同解説」で既定している H-4 のラインを超えてしまう結果であったものの、対応性の良い結果であった。今後この調査を継続し、振動応答解析も含めデータ整理を進めていく予定でいる。

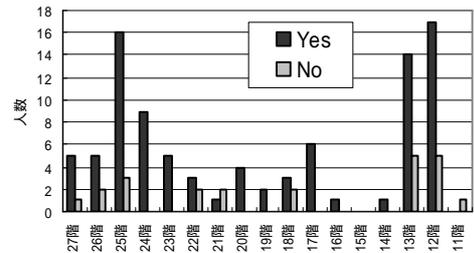


図 4、揺れ知覚者の階数別分布 (揺れそのものを感じたかどうかを聞いたもの)

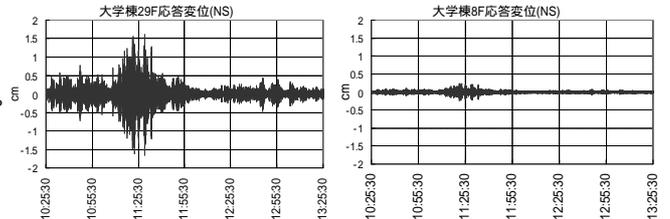


図 5、大学棟 29F と 8F の応答変位グラフ

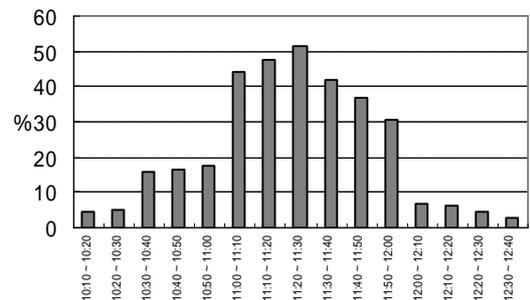


図 6、いつ頃揺れを感じたか?

表 2、この揺れを感じてどう思ったか? (人数(%))

無感覚	何ともない	やや不快	不快	不安	無回答
23(20.0)	18(15.65)	38(33.04)	25(21.74)	8(6.96)	4(3.48)

表 3、作業に支障があったか? (人数(%))

無感覚	支障なし	行いづら	行えない	無回答
23(20.0)	31(26.96)	43(37.39)	9(7.83)	9(7.83)

表 4、感じた揺れの最大振幅は? (人数(%))

無感覚	1mm以下	1~5mm	5~10mm	10mm以上	不明
23(20.0)	4(3.48)	17(14.78)	19(16.52)	34(29.57)	17(15.65)

表 5、どのように揺れていると思ったか? (人数(%))

無感覚	ゆったり	ゆらゆら	ゆさゆさ	がたがた	無回答
23(20.0)	34(29.57)	44(37.39)	8(6.96)	3(2.61)	4(3.48)

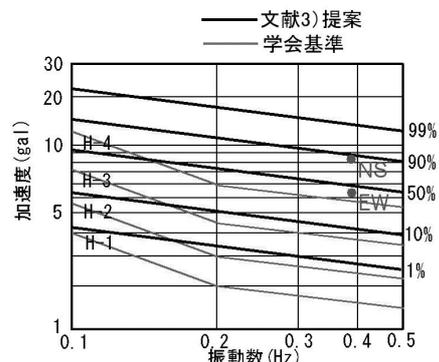


図 7、居住性性能評価グラフへの適応

謝辞：今回のアンケートには、同日工学院大学新宿校舎にいた 115 名の方に協力頂いた。ここであつく御礼申し上げます。

参考文献：1)日本建築学会：建築物の振動に関する居住性性能評価指針・同解説 2)気象庁ホームページ：<http://www.kishou.go.jp/> 3)塩谷清人、神田順：「振動知覚のばらつきを考慮した超高層建築物の居住性性能評価」、日本建築学会構造系論文集(1998 年 2 月号 p23-p28)

*工学院大学大学院修士過程

*Graduate school student at Kogakuin University

**工学院大学建築学科、助教授・工博

**Assoc. Prof., Department of Architecture, Kogakuin University, PhD