

7日豪共同研究

建築構造への要求性能の高度化に向けた設計目標値策定に関する研究

Australia-Japan Cooperative Research on Criteria of Structural Performance

(研究期間 平成 11～13 年度)

構造研究グループ

Dept. of Structural Engineering

国際地震工学センター

International Institute of Seismology and Earthquake Engineering

岡田 恒

Hisashi Okada

小豆畑達哉

Tatsuya Azuhata

奥田泰雄

Yasuo Okuda

五十田博

Hirosi Isoda

This study is a cooperative investigation between Australia and Japan to examine the appropriate method to define the criteria as a limit of structural performance, on the points of the differences of country, race, environment, structure method and so on. On Australia side the criteria of the structural performance was investigated for the vertical vibration, while on Japan side the criteria of the structural performance was investigated for the horizontal vibration and wind resistance structural performance of low-rise buildings.

【研究目的及び経過】 本研究の目的は、構造性能の限界値として定める値(以下クライテリア)について、国による違い、人種による違い、環境による違い、構造形式による違い等を明確に意識した上で、その適切な設定手法を日豪共同で検討することである。豪国が主に鉛直振動に対する構造性能のクライテリアを研究対象とするのに対し、日本側は主に水平振動に対する構造性能および低層建築物の耐風性能のクライテリアを研究対象としている。

【研究内容】 具体的には、1)床振動に関わる構造性能評価、2)低層建築物の耐風性能評価、について研究を行った。

【研究結果】1. 床振動に関わる構造性能評価

避難行動可能性に着目した構造物の性能評価法及び性能伝達手法の確立を目的として、建築研究所の振動台に住宅の床を模擬した装置を設置し、その上に被験者を載せた振動実験を行った。実験の概要を図1に示す。振動実験では、避難行動を「目的地まで歩く」「座った状態から起き上がる」という動作に集約し、被験者には、これらの行動を課した上で、強震時建築室内での居住者の不安度、行動の難度、及び、行動の不可能度に関するアンケート調査を行っている。実験の結果、床位置での加速度及び構造物の固有振動数と、居住者の不安度又は行動の難度との関係が明らかになった。これらの結果から、例えば「かなり不安になるほど揺れる」あるいは「立ち上がることが大変困難になるほど揺れる」というような言語表現によって、建築構造の強震に対する性能を、一般建築ユーザーに表示、伝達することが可能になる。また、本研究では、人間の行動についての乱れの観察結果や、モーションキャプチャーにより測定された人間の応答加速度についても分析しており、これらの客観的検討(乱れ率等)に基づくことで不安度、難度及び行動不可能度に関する実験結果をより信頼性の高いものとする試みを行っている。

図2に示すように、避難行動限界を、入力振動数と行動難度が2以上となる加速度の関係として求めた。振動数が高くなるほど、限界値は大きくなるが、これは男女まとめた平均値であり、振動数が高い領域では男女差が現れやすいことを考慮すると、これらの数値はより低くすることが妥当とも考えられる。



図1 実験概要

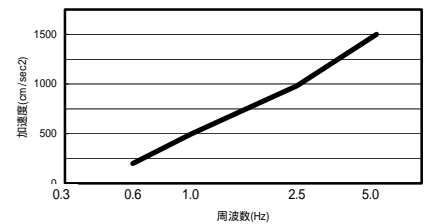


図2 避難行動可能限界

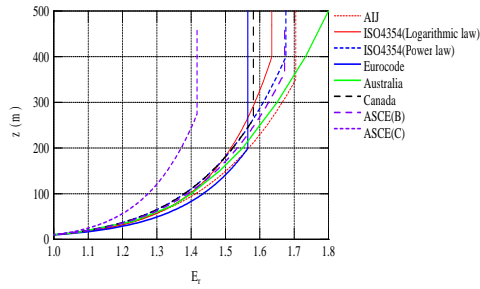
2. 低層建築物の耐風性能評価

低層建築物の耐風性能に関して、海外の規基準における風荷重の比較検討、さまざまな地表面粗度による乱流境界層の作成、地表面付近の風速鉛直分布の観測を行った。

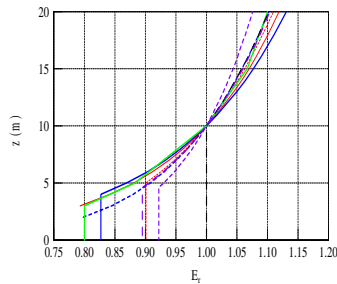
2.1 海外規基準における風荷重の比較

2.1.1 風速の鉛直方向分布に関する海外規基準の比較
以下の5つの海外規基準を対象とし、地表面付近の風速の鉛直分布を比較検討した。1)ISO 4354(1997), 2)Eurocode (1995), 3)ANSI/ASCE 7-95, 4) Australia 基準(1989), 5)Canada 基準(1990)

図3は海外規基準における風速の鉛直分布の比較である。図から、高さ200mくらいまでは、各規基準ともほぼ同様の値を示していることが確認できる。また、ASCEでは、粗度区分を1段階ずらすと対応がよくなる。ただし、低層建築物の風荷重に影響の大きいZbの設定については各国で差があり、低層部での風速比が0.8から0.92と1.15倍の差となった。また、ISOではZbを定めずに最小風荷重を与える方式をとっている。



(a) 高さ：0-500m



(a) 高さ：0-20m

図3 風速の鉛直分布係数の海外規基準の比較

2.1.2 低層建築物の風圧係数の比較

以下の7つの海外規基準について低層建築物の風圧係数について比較検討した。1)ISO4354 (1997), 2) Eurocode1 (1995), 3)ASCE(1996), 4)Australian 基準(1989), 5)Canada 基準(1990), 6)Swiss 基準(1989), 7)Building Standard Law of Japan (2000)

図4 にその結果を示す。

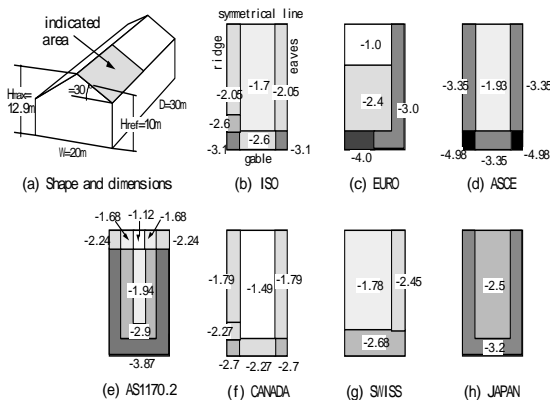


図4 切妻屋根の風圧係数に関する海外規基準の比較

2.2 さまざまな地表粗度による乱流境界層の作成

風洞内気流の性状について把握するため、19種類の気流を新たに作成し風速測定実験を行った。気流の作成は、粗度要素であるラフネスブロックおよびスパイヤの調整により行った。測定結果から平均風速および乱れ強さの鉛直方向分布、変動風速のパワースペクトル、および乱れのスケールについて整理した。

2.3 地表面付近の風速鉛直分布の観測 低層建築物の耐風性能評価項目の整備では、これまであまりその性状が明らかにされてこなかった地表面付近の自然風の性状を把握するために、高さ30mの塔状構造物を対象として風観測を行った。その結果、平均風速や乱れ強さなどの統計量の鉛直方向分布を把握するとともに、風洞実験とは状況が異なる風向の非定常性が存在し、それにより乱れ強さが変化することなどを明らかにした。

また、観測地点での地表粗度性状から、日本建築学会荷重指針では地表粗度区分 であると考えられるが、建築基準法ではこの地域でも地表粗度区分が と評価されている。実際に地表面から高さ30mまでの風速の鉛直プロファイルを観測したところ、大気安定性が中立と考えられる場合、そのべき指数が0.17程度となり、地表粗度区分 と の間にあることが分かった。

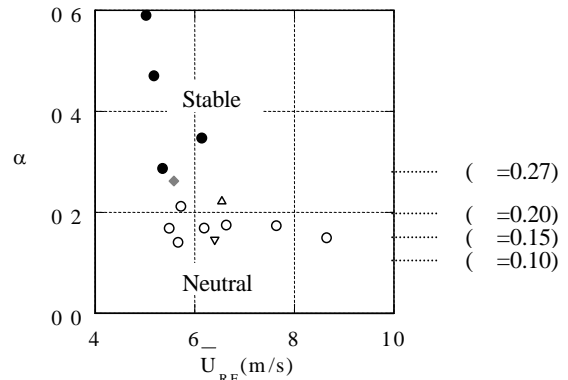


図4 地表面付近の風速鉛直分布のべき指数

【参考文献】

- ・小豆畑達哉ら：大地震時における建築室内での人間の挙動と避難行動可能性に関する実験的研究、日本建築学会大会、pp.1055-1056、2000.9
- ・高橋徹、小豆畑達哉ら：大地震時における建築室内での人間の挙動と体感情報に関する実験的研究 その1-2、日本建築学会大会、pp.859-862、2001.9
- ・高橋徹、小豆畑達哉ら：大地震時における建築室内での人間挙動と避難行動可能性に関する振動台実験、関東支部研究発表会、2002.3
- ・佐々木康人、安井 健治、奥田 泰雄、岡田 恒、小林 隆久：塔状構造物の風観測 その4 風の性状、日本建築学会大会学術講演梗概集、2002.8
- ・Masamiki Ohashi, Morimasa Watakabe, Hisashi Okada, Yasuo Okuda et al.: Comparison of wind pressure measurements on a tower-like structure obtained from full-scale observation, wind tunnel test, and the CFD technology, Proc. of the Fifth Asia-Pacific Conference on Wind Engineering, Wind Engineer, No.89, pp.181-184, 2001.10
- ・R. Yoshie, M. Watakabe, Y. Okuda, H. Okada: Comparison of Peak Pressure Coefficients for Wind Load on Cladding in National and International Standards, Proc. of the Fifth Asia-Pacific Conference on Wind Engineering, Wind Engineer, No.89, pp. 597-600, 2001.10