

実大建物による屋根瓦に作用する風力に関する研究

その1 計測概要および計測地点の風性状

瓦屋根 実測 気流特性

○正会員 大熊 武司* 正会員 岡田 恒**
同 丸川比佐夫*** 同 下村 祥一*
同 岡田 創***

1. はじめに 屋根瓦に作用する風力を把握することは、住宅の耐風性能設計および飛散による二次的被害防止のために重要である。しかし、屋根瓦に作用する風圧力を、縮尺模型を用いた風洞実験により測定することは多くの点で困難を伴う。特に、瓦の裏側に作用する風圧を測定するためには、瓦と野地板の間の隙間の模型化あるいは実験相似則などの解決しなければならない問題がある。また、強風時には瓦の浮き上がり、ばたつき等の現象が生じるため、瓦の風圧性状がより把握し難いものとなる。そのため、現在まで屋根瓦の耐風設計用の資料は十分に整っていない。

これまでの屋根瓦に関する研究としては、岡田¹⁾による縮尺1/20の模型を用いた風洞実験および森崎他²⁾の実大の屋根模型による風洞実験等がある。岡田の研究は、精密に再現された瓦模型を縮尺模型の屋根に葺き、瓦の飛散する状況を検討したものであり、瓦の飛散風速より風力係数の算定を実施している。しかし、瓦に作用する風圧あるいは風力は測定されておらず、表面、裏面の風圧係数については不明である。また、屋根瓦の留め付けを両面テープで行っており、実際のくぎなどによる留め付けとの整合性も明確でない。森崎他³⁾の研究は、吹出し型の大型風洞の吹出し口に実物大の瓦を設置し、瓦に作用する風圧力の測定を行っている。森崎他⁴⁾の実験は、屋根模型全体に風を吹きつける状態で行われたことは部分模型を用いた他の研究³⁾⁴⁾に比べてより実際のものに近い状態での実験ではあるが、気流の乱れの状態は自然風とは異なったもので行われている。また、平均風圧の分布に基づき瓦の浮き上がりについて検討しているが、裏側の風圧に関する実験的な検討は無く仮定を設けた計算によるものである。

以上のことより、本研究は実大の瓦および建物を用いて

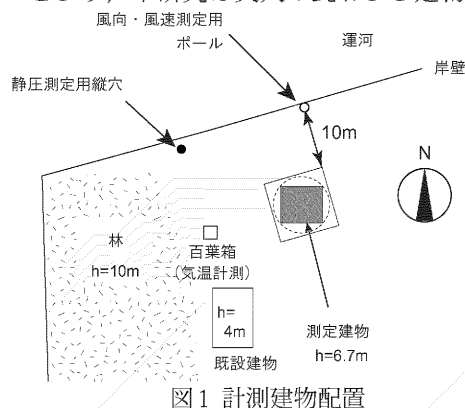


図1 計測建物配置

屋根瓦の表裏に作用する風圧を測定し、瓦に作用する風力性状を明らかにすることを目的とする。このために、実大実験用の建物を屋外に設置して自然風中で瓦の風圧測定を実施し、部位、風向による瓦の風圧性状の変化について検討する。

2. 計測概要 測定地点は文献5と同じ千葉県袖ヶ浦市の工場敷地内である。図1に測定建物の配置を示す。測定建物の北側約10mより幅約280mの運河があり、運河より北側は他の工場の建物がある。測定期間は2001年11月～2002年2月までの4ヶ月間であり、測定期間内の10分間平均風速(10m高さ)の最大は10.4m/sであった。また風速5m/s以上の風のうち約70%は北寄りの風であった。

測定建物は、図2に示す幅5.4m、奥行き4.8m、高さ5.0mの市販の2階建てユニットハウスの上に切妻の木造小屋

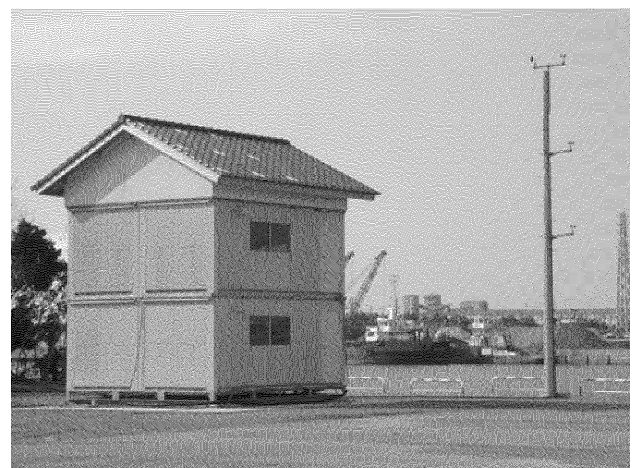


写真1 計測建物

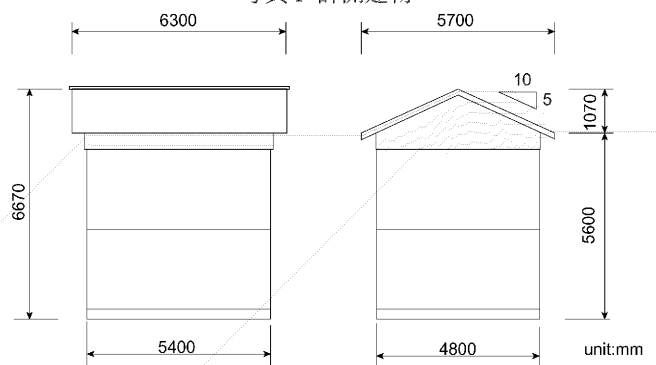


図2 計測建物概要

Full Scale Measurement Study for Wind Forces on Rooftiles

Part1 Outline of Field Measurement and Wind Flow Measurement Results

OHKUMA Takeshi, OKADA Hisashi, MARUKAWA Hisao, SHIMONURA Shoichi and OKADA Hajime

組を設置し、片側に J 形 53B の石州瓦、反対側に F 形 40 の三州瓦を葺いた。屋根の勾配は 5/10 で、建物頂部までの高さは 6.7m、屋根の平均高さは 6.1m である。比較的風の性状が安定している北寄りの風を測定対象とするために、建物をターンテーブルの上に設置し、建物を回転させることにより瓦屋根に対する風向を変化させた。

風圧測定を行う瓦模型は実物の瓦と同じ形状のものを FRP にて J 形、F 形各々 9 体作成して設置した。ただし、本年度は計測チャンネルの都合から図 3 に示す J 形の 7 体について計測を行った。模型重量は実物の瓦と同じになるよう鉛板にて調整した。各模型の圧力測定点は瓦の重ならない部分の風圧負担面積が等しくなるよう図 4 に示す位置に内径 3mm の測定孔を瓦表面に 4 点、瓦裏面に 4 点設けた。風圧の測定はビニールチューブを介して多点風圧計（スキャニバルブ、Z0C23B）に風圧を導き行った。チューブによる風圧の歪は導圧管の応答特性を予め求めて補正した。静圧の測定は計測建物の北西側に約 15m 離れた位置に埋設した直径 50cm、深さ約 2m の円筒内の風圧を用いた。

風向風速測定は計測建物の北側約 10m に測定用ポールを設置して行った。風向測定は高さ 10m に設置した矢羽型風向計（牧野応用測器、VR236）により、風速の測定は高さ 10、7.5、5.0 および 2.5m に設置した三杯型風速計（牧野応用測器、AG860）により行った。

データ測定は、50Hz のローパスフィルターを介して風圧計、風向風速計、気圧計および気温計の電圧をサンプリング周波数 100Hz で同時測定した。時系列データは 10m 高さの 30 分間平均風速が 5m/s 以上の時に記録した。

3. 風性状 図 5 に平均風速及び乱れ強さの高さ方向分布を示す。ここで評価時間は 10 分間であり平均風速は高さ 10m の平均風速で基準化してある。また、図中の白抜きは平均値を示す。平均風速、乱れ強さの分布は北寄りのいずれの風向でも高さ方向にほぼ一様とみなせる。図 6 に 10m 高さにおける乱れ強さと風向の関係を示す。風向 5° ピッチの平均値を図中に大きめの白丸で示す。測定地点の北側は運河に面しており、風向 NW ~ N の乱れ強さは概ね 0.15 ~ 0.25 の範囲にあり安定している。また、N ~ NE では東寄りになるに従い乱れ強さが低下する傾向がある。なお、測定建物の西側には林があり後流の影響を避けられないことから、風圧の解析対象は NW ~ NE のケースとした。図 7 に高さ 10m における変動風速のパワースペクトル密度を示す。ここで振動数 n は平均風速 U と乱れのスケール L で無次元化した $nL/U < 1$ ではカルマン型と測定結果はよい対応を示す。 $nL/U > 1$ では測定結果が下回るが、三杯型風速計の応答特性によるものと考えられる。

4. まとめ 本報では実大の瓦および建物を用いた瓦に作

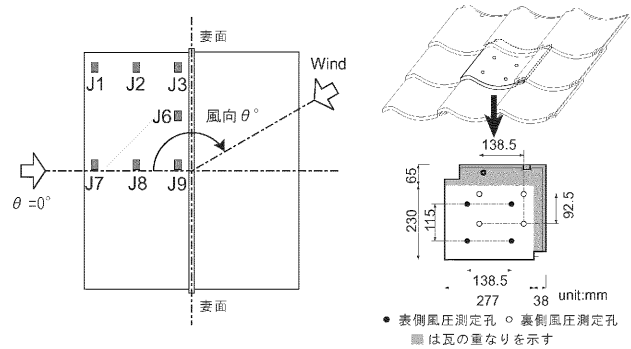


図 3 計測瓦位置と風向の関係 図 4 計測瓦風圧測定点

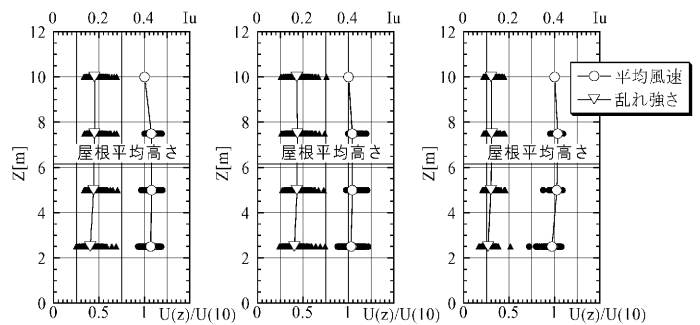


図 5 風速 U 、乱れ強さ I_u の高さ方向分布

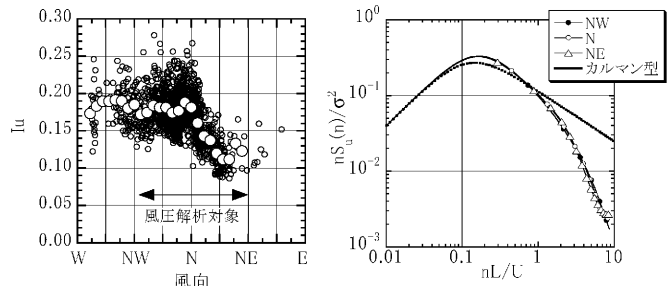


図 6 乱れ強さ I_u と風向の関係 ($Z=10m$)

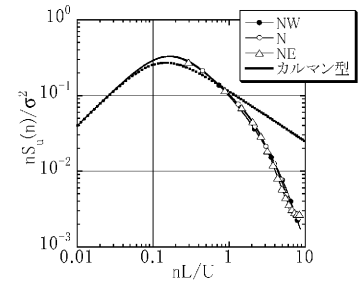


図 7 変動風速のパワースペクトル密度 ($Z=10m$)

用する風圧測定概要及び風性状測定結果について述べた。謝辞：本研究は日本学術振興会 科学研究費補助金の交付を受けた研究の一環として実施された。本研究を実施するに当たり、全国陶器瓦工業組合の方々にも全面的なご協力を頂きました。ここに謝意を表します。また、千葉工場内敷地の使用を快諾頂いた(株) 巴コーポレーション関係者に謝意を表します。

参考文献

- 1) 岡田, 強風による屋根瓦の飛散に関する風洞実験, 日本風工学会誌第 35 号, 昭和 63 年 4 月, pp. 1-15
- 2) 森崎他, 屋根瓦に作用する風力に関する研究, 日本風工学会誌第 58 号, 平成 6 年 1 月, pp. 19-31
- 3) 鷲尾他, 台風による瓦屋根の飛散防止に関する研究, 建築学会研究報告 12 号, 1951, pp. 37-39
- 4) 立川, 屋根瓦の飛散について, 日本建築学会大会梗概集, 昭和 46 年, pp. 921-922
- 5) 丸川他, 低層建築物に作用する風圧性状に関する実測 その 1 ~ その 3, 日本建築学会大会梗概集, 平成 13 年, pp. 125-130

* 神奈川大学工学部建築学科
 ** 独立行政法人 建築研究所
 *** (株) 泉創建エンジニアリング都市環境技術研究所

* Dept. of Arch., Faculty of Eng., Kanagawa University
 ** Building Research Institute
 *** Urban Environment Research Center, ISEC