

平成 22 年 3 月 31 日現在

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2007～2009

課題番号：19560573

研究課題名（和文） 暴風雨発生装置による瓦葺屋根の防雨性能に関する研究

研究課題名（英文） Water Leak Tests of Tiled Roof by Rainfall Apparatus

研究代表者

岡本 覚 (OKAMOTO SATORU)

島根大学・総合理工学部・教授

研究者番号：10204033

研究成果の概要（和文）：本研究では従来までの漏水量の把握に留まらず、これまでに明らかにされてこなかった振動が及ぼす漏水の影響を調べることを目的として、漏水現象の発生機構の究明及び試験方法の確立を目指し、加速度センサとビデオカメラによる計測を行った。実際の暴風の風速に相当する最大風速約 40m/s の風洞実験装置と 2 種類の散水装置及び実物かわらを使用して実験を行った。

研究成果の概要（英文）：This paper describes a water leak test of roof tiles. The 100 roof tiles were set up on 10 lines and 10 rows on the pitched roof in the downstream of the flow from the wind tunnel. The flow velocity was increased gradually from the low velocity to the high velocity, and the effects of the wind on the roof tiles were investigated by the water leak test. The experimental apparatus for the purpose of reproducing the wind and the rain was used. The situation of the water leak test was filmed by video camera. Two accelerometers were simultaneously used.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,700,000	510,000	2,210,000
2008年度	800,000	240,000	1,040,000
2009年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：建築構造・材料

キーワード：風工学、流体、雨、風洞実験、瓦

1. 研究開始当初の背景

かわらに関する災害は暴風に留まらず、漏水災害も重要な課題となっている。漏水を取り扱う試験は大別して、圧力箱方式と送風散水方式が挙げられる。しかし、両者一長一短の特徴を持ち、ともに暴風雨災害の実状を忠実に再現し

ていないのが現状である。一方、かわらが風の影響を受けて飛散に至る前兆現象に出現する振動に着目し、振動のメカニズムの解明を行ってきた。その結果、流れにより誘起されるかわらの振動発生機構や口開け現象についてまとめることが出来た。

2. 研究の目的

本研究では従来までの漏水量の把握に留まらず、これまでに明らかにされてこなかった振動が及ぼす漏水の影響を調べることを目的として、漏水現象の発生機構の究明及び試験方法の確立を目指した。

3. 研究の方法

実際の暴風の風速に相当する最大風速約40m/sの風洞実験装置と2種類の散水装置及び実物かわらを使用して実験を行った。主に使用した計測機器として、2個の加速度センサを2枚の実物かわらの裏面へそれぞれ取り付け、加速度波形の時間変化及び振動の周波数解析を行った。同時にビデオカメラによるかわら屋根の表面、裏面の漏水の様相を撮影した(図1, 2)。

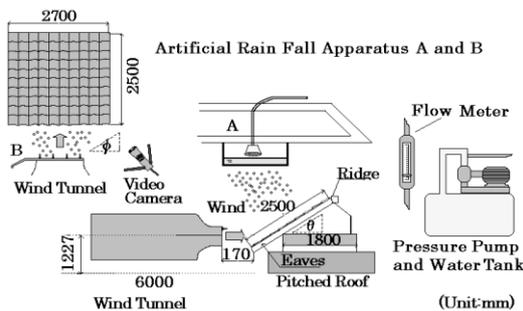


図1 実験装置

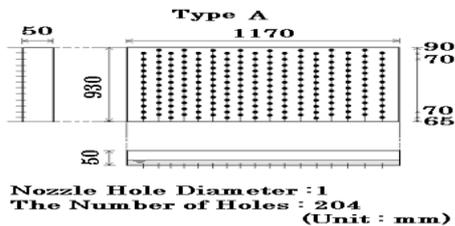


図2(a) 降雨装置 Type A, $Q=2.4\text{l/min}$

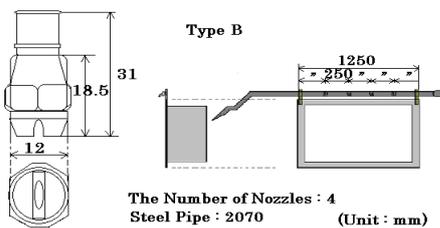


図2(b) 降雨装置 Type B, $Q=4.0\text{l/min}$

4. 研究成果

本研究では、従来の漏水試験の計測に加速度センサによる測定手法を導入し、かわらに発生する加速度や振動に着目して行ったものである。すなわち、本実験から、かわらの漏水現象に大きな影響を及ぼすと考えられる比較的低周波数

の振動を特定し、漏水に大きな影響を及ぼすと考えられる振動のメカニズムを明らかにした。具体的には、以下のことがわかった。

(1) かわらを葺いた模型屋根に見られる漏水箇所は、かわらの振動や飛散が発生する場所とほぼ同じ場所であることがわかった(図3)。

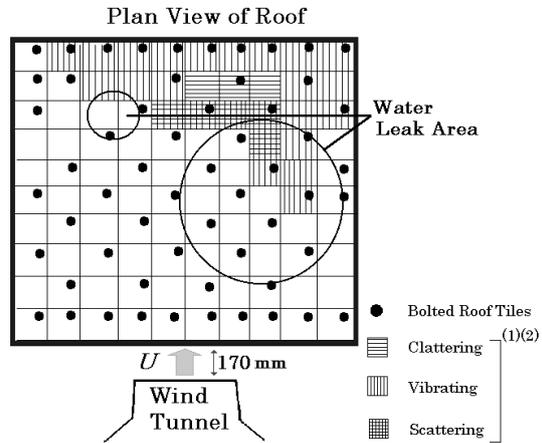


図3 漏水箇所 $U=20\text{m/s}$

(2) 風速増加による漏水量の値を定量的にまとめることができた(図4)。

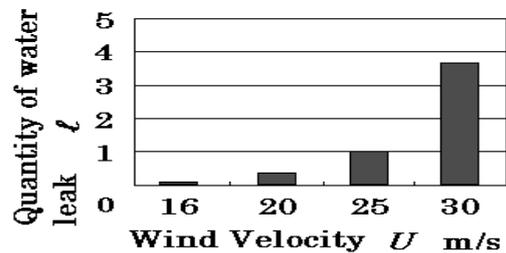


図4(a) Type Aの結果 $Q=2.4\text{l/min}$

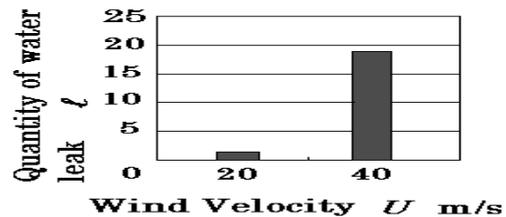


図4(b) Type Bの結果 $Q=4.0\text{l/min}$

(3) FFTの周波数解析から、低周波数振動がかわらの浮き上がりや飛散に大きな影響を及ぼし、その結果、漏水にも影響を及ぼすことがわかった(図5, 6)。

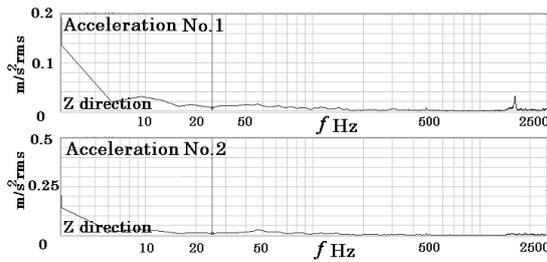


図 5 (a) Type A ($U=16\text{m/s}$)のパワースペクトル

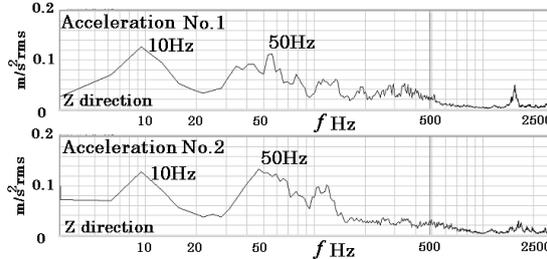


図 5 (b) Type A ($U=30\text{m/s}$)のパワースペクトル

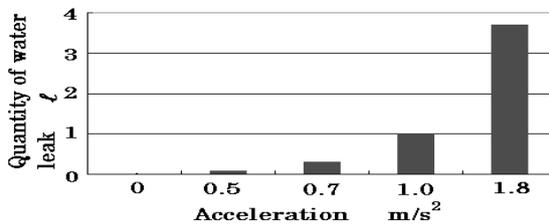


図 6 漏水量と加速度の関係

FFT 周波数解析で特定した約 10Hz の振動周波数に関しては、これまでの研究で飛散直前のかわらに対して浮き上がりを助長し、飛散現象に最も大きな影響を与える振動であることがわかっており⁽²⁾。漏水実験においても、比較的高流速の条件下では、しばしば目視で確認できる緩やかなかわらの浮上を伴う振動の発生が確認されており、FFT による周波数解析結果からかわらの飛散に影響を及ぼす振動であることが判明した。すなわち、かわらの飛散現象に大きな影響を及ぼすのみならず、かわらの垂直方向の隙間を作り出し漏水に至ると考えられる。また、約 50Hz については、約 10Hz の振動周波数による振動での浮き上がりの影響をさらに助長し、風圧と共に水分を脈動的に押し込む作用や毛細管現象を促進させる影響の可能性が考えられるが、詳細については今後の課題としたい。

最後に、加速度センサを漏水試験において適用することにより漏水実験中にかわらに発生している力の様相を定量的に把握でき、目視や記帳といった従来の方法に加えて新たに有効な測定手段の一つになることがわかった。さらに、漏水現象やかわらの飛散に密接に関連している

低周波数振動の影響も明らかにすることができた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 2 件)

- ① S. Okamoto, R. Nanba and Y. Shibao : Researches on Vibration and Scattering of Roof Tiles by Wind Tunnel Test (3rd Report, Water Leak Tests of Tiled Roof by Rainfall Apparatus) , *Journal of Environment and Engineering, Japan Society of Mechanical Engineers, Vol. 4, No. 3*, pp. 512-523 (2009. 11).
- ② 難波礼治, 岡本覚, 芝尾宜秀 : 風洞実験によるかわらの振動と飛散現象の研究 (第 3 報, 強風雨発生装置によるかわら屋根の漏水評価), *日本機械学会論文集 (B 編)*, 第 74 巻, 第 741 号, pp.1068-1074 (2008.5).

[学会発表] (計 6 件)

- ① S. Okamoto : **Invited Paper**, Effect on Tiles by Wind Flow over Roof of Japanese Residence, *Proceedings of 12th International Conference on Engineering, Science, Construction, and Operations in Challenging Environments, The American Society of Civil Engineers*, Honolulu, HI, USA, **Paper No. 36**, March 14-17, 2010, pp. 2179-2187 (2010. 3).
- ② S. Okamoto : Water Leak Tests of Tiled Roofs under Vibration and Scattering by Wind Tunnel, *Proceedings of 12th International Conference on Engineering, Science, Construction, and Operations in Challenging Environments, The American Society of Civil Engineers*, Honolulu, HI, USA, **Paper No. 517**, March 14-17, 2010, pp. 2256-2266 (2010. 3).
- ③ S. Okamoto : EFFECT ON SLATES BY WIND OVER ROOF OF JAPANESE RESIDENCE, *CD-ROM Proceedings of IMECE2009, 2009 ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition, The American Society of Mechanical Engineers*, Lake Buena Vista, Florida, USA, **IMECE2009-10575**, November 13-19, 2009.
- ④ S. Okamoto : WIND TUNNEL TESTS ON FLOW-INDUCED VIBRATIONS AND SCATTERING OF JAPANESE SLATES, *CD-ROM Proceedings of*

FEDSM 2008, ASME 2008 Fluids Engineering Conference, The American Society of Mechanical Engineers, FEDSM2008-55016, Jacksonville, Florida, USA, August 10-14, 2008.

⑤ S. Okamoto : Wind Tunnel Tests on Flow-Induced Vibration and Scattering of Japanese Roof Tiles, *CD-ROM Proceedings of The First International Conference on Building Energy and Environment (COBEE), Paper No. TP12_01, DALIAN China, JULY 14-16, 2008.*

⑥ S. Okamoto : Structural Dynamics and Response of Roof Tiles under Wind Loading: Effect of Vibration on Scattering, *CD-ROM Proceedings of IMECE2007, 2007 ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition, The American Society of Mechanical Engineers, IMECE2007-41479, Seattle, Washington, USA, November 11-15, 2007.*

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

名称 :

発明者 :

権利者 :

種類 :

番号 :

出願年月日 :

国内外の別 :

○取得状況 (計◇件)

名称 :

発明者 :

権利者 :

種類 :

番号 :

取得年月日 :

国内外の別 :

[その他]

ホームページ等

(1)研究代表者

岡本 覚 (OKAMOTO SATORU)

島根大学・総合理工学部・教授

研究者番号 : 1 0 2 0 4 0 3 3

(2)研究分担者

()

研究者番号 :

(3)連携研究者

()

研究者番号 :