

屋根瓦の内圧予測に関する研究 その1 部分モデルによる内圧測定実験

屋根瓦 内圧 風洞実験
部分模型

正会員 ○片桐 純治*
同 岡田 創*
同 大熊 武司**
同 丸川比佐夫*

1. はじめに

建設省告示及び建築物荷重指針に示される外装材用の設計用風圧係数を用いて風荷重を算定する場合、適切に内圧を与える必要がある。戸建住宅に用いられる瓦屋根の場合、内圧は瓦と野地板の間の空間の風圧となるため、告示や指針に示される室内圧を用いることはできない。

そこで、本研究では瓦の内圧を外圧から推定する方法について、部分モデルを用いた風洞実験及び理論的解析により検討を行った。その1では風洞実験結果について示す。

2. 実験方法概要

本研究では、図1に示す5/10勾配屋根を想定した幅1000mm、奥行1320mm、高さが660mmの斜面に瓦のモデルを設置して風洞実験を行った。風圧測定用のモデルとしては図2に示すF形瓦を対象とし、瓦の隙間をスリットに単純化したもの（以下、スリットモデル）及び実大の瓦を並べたもの（以下、部分モデル）の2種類とした。

スリットモデルは、スリット幅 d を1.5mm、スリットの深さ L を10mmと40mmとした図3に示す直方体のモデルを斜面中央に埋め込んだものである。スリットは、図2に示すA-A'部（幅0~2.2mm、経路長さ8~10mm）とB-B'部（幅0.5~4mm、経路長さ約40mm）の隙間に対応するように、隙間の断面積がスリット幅 d と深さ L の積にほぼ一致するようモデル化したものである。実物の瓦の隙間の幅は隙間に粘土を挟むことにより測定した。スリットモデルの内部空間の高さは33mmとした。これは、実際の瓦を設置した状態で側面から撮影した写真により瓦と野地板の間の空間（以下、内部）の断面積を測定し、瓦1枚あたりの内部容積から決定した。スリットの長さ l は $L=10\text{mm}$ と $L=40\text{mm}$ のいずれも $l=290\text{mm}$ とした。

部分モデルは、図4に示す3×3枚の瓦を斜面に設置したものである。なお、本実験では図4の点線で囲んだ中央部の瓦1枚分の内部空間を仕切って測定対象とした。

外圧測定点は、スリットモデルでは図3に示すようにスリットの両側に等間隔に12点、部分モデルでは、図4に示すように上下に瓦が重なる隙間（以下、スリットA）近傍に6点、左右に瓦が重なる隙間（以下、スリットB）近傍に5点設けた。内圧測定点は内部空間の底面にスリットモデルでは16点、部分モデルでは4点均等に設けた。

実験気流は平均風速約6.6m/sの一様流とした。実験風向は、瓦モデルの設置面が風上となる風向（以下、風向1）と反対側からの風向（以下、風向2）の2風向とした。

測定は多点風圧計を用いて全点同時に測定した。データ

Study on estimation of internal prssure of a roof tile
Part 1 Wind tunnel test on partial model of tiled roof

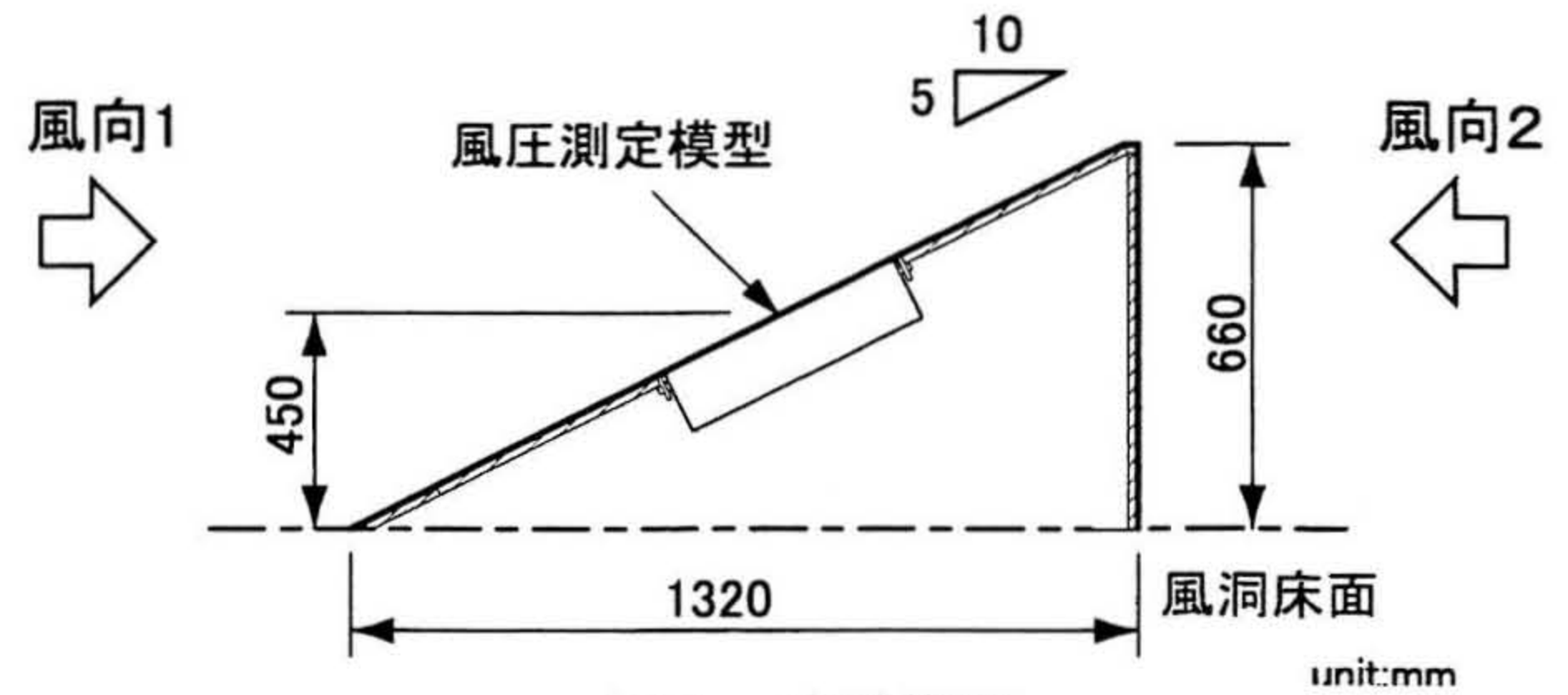


図1 実験模型

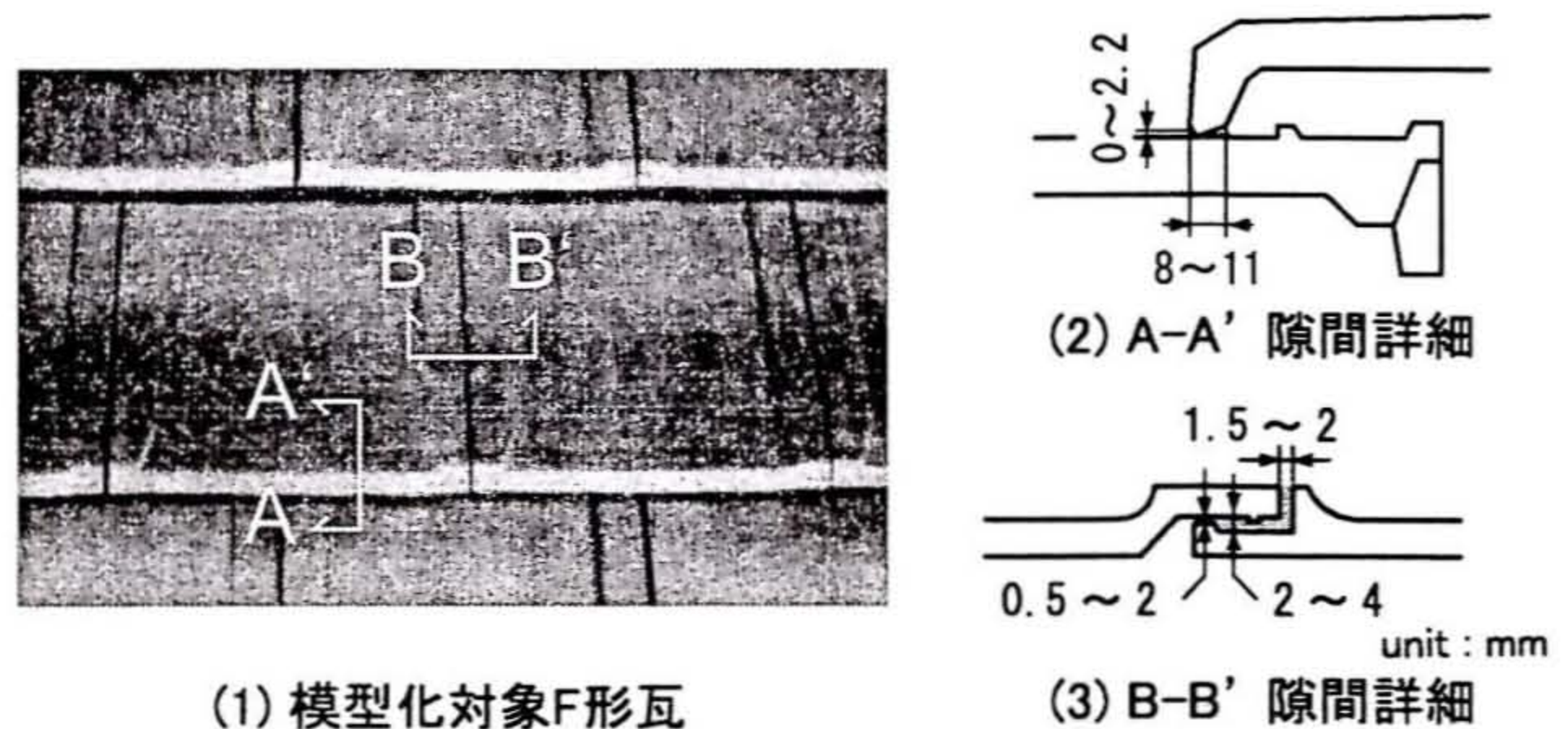


図2 F形瓦詳細

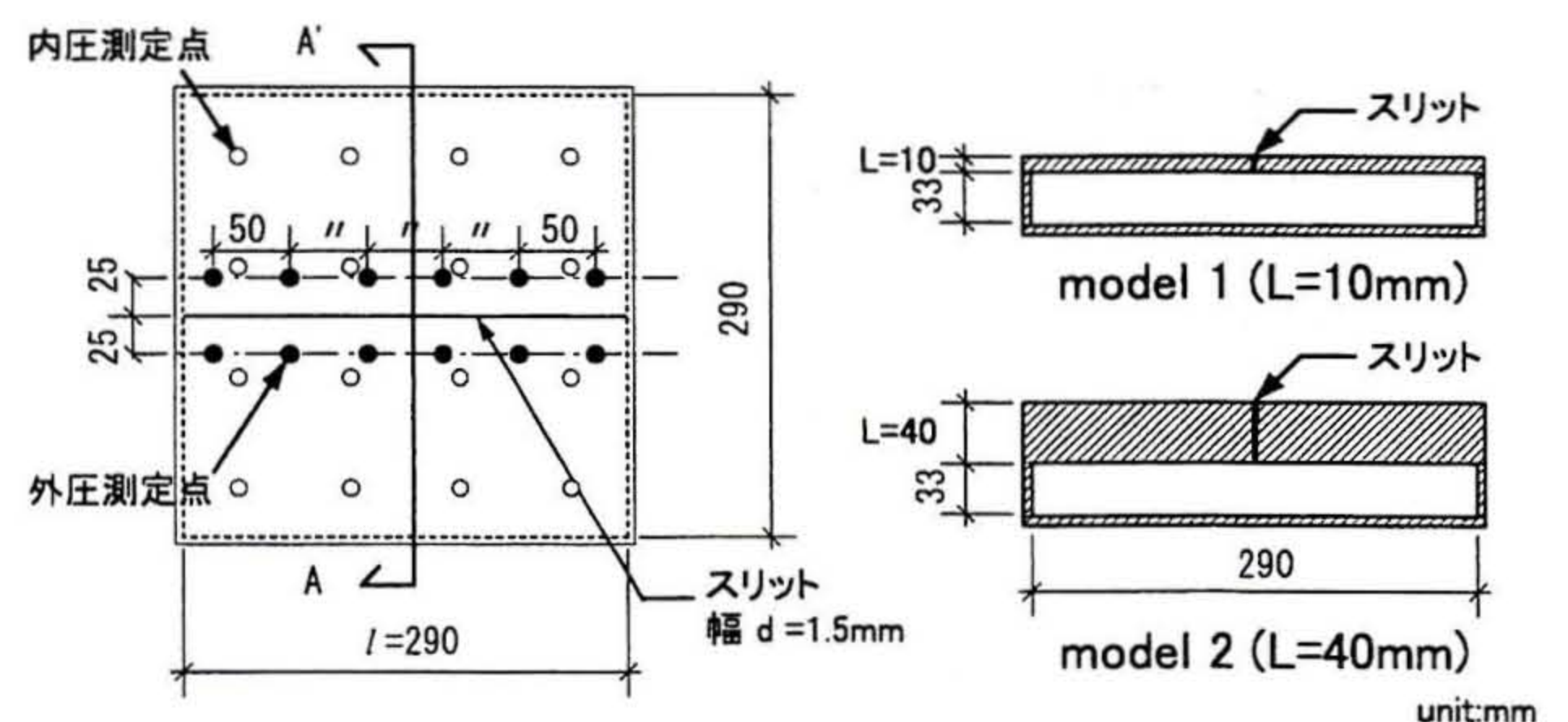


図3 スリットモデル

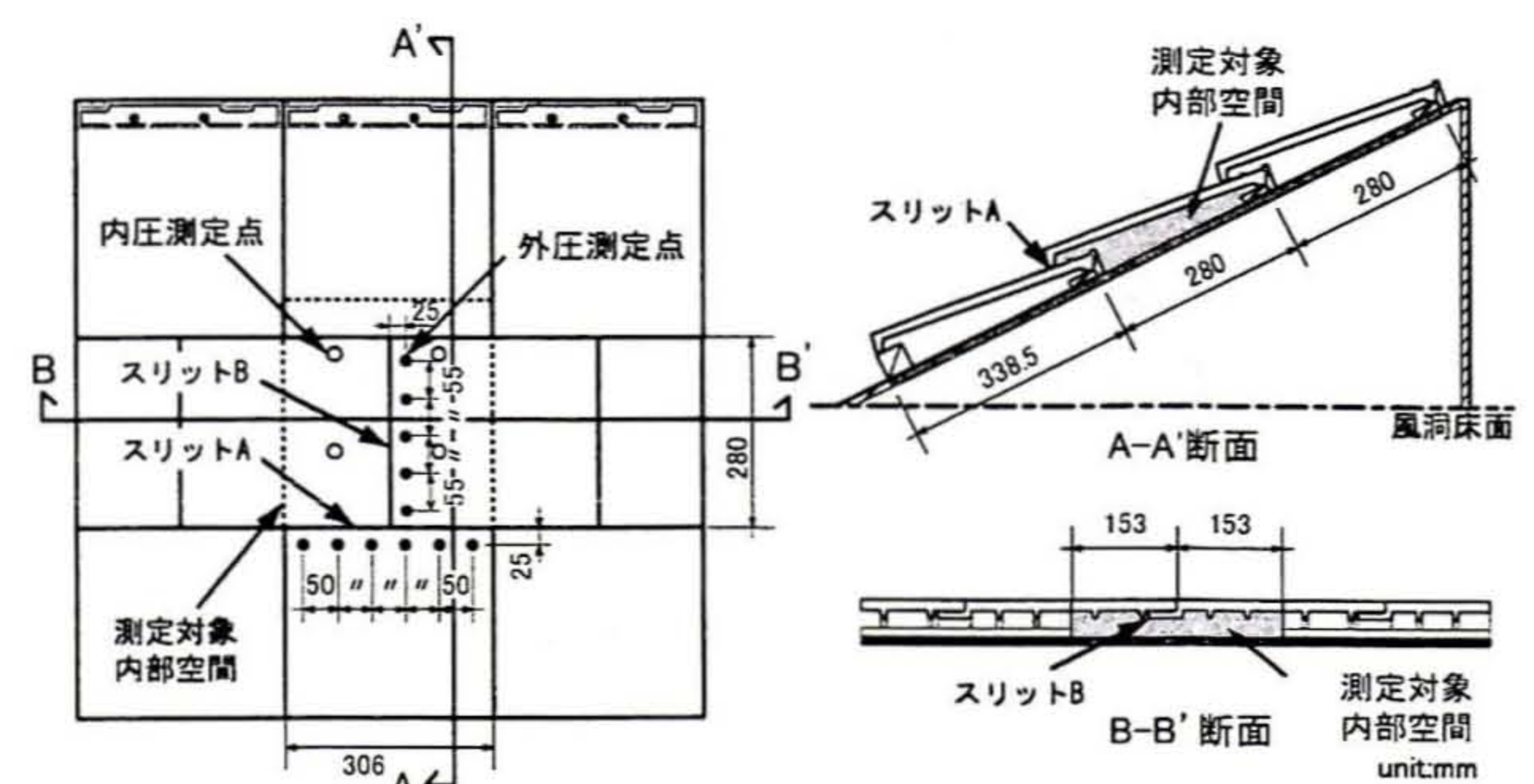


図4 部分モデル

KATAGIRI Junji, OKADA Hajime
OHKUMA Takeshi, MARUKAWA Hisao

のサンプリング間隔は 1000Hz, 測定時間は 260 秒とした。測定した風圧からは, スリットモデルでは外圧と内圧の空間平均値を, 部分モデルではスリット A,B 各部の風圧と内圧の空間平均値を求めた。得られた風圧は模型中央の高さ(風洞床から 450mm) の速度圧 q で基準化した。

3. 測定結果

3.1 スリットモデルの測定結果

表 1 にスリットモデルで測定された外圧及び内圧の平均風圧係数及び変動風圧係数を示す。平均風圧係数は, 外圧と内圧では隙間の深さ L によらずほぼ同じ値である。変動風圧係数は, 外圧に比べて内圧は若干大きな値である。

図 5 にスリットモデルの変動風圧係数のパワースペクトル密度及び外圧と内圧のパワースペクトル密度の比を示す。ここに示したものは前述のように外部及び内部の測定風圧の空間平均値である。

外圧と内圧のパワースペクトル密度の比は, 風向によらず $L=10\text{mm}$ の場合は約 130Hz, $L=40\text{mm}$ の場合は約 80Hz にピークを有している。これは内圧変動にヘルムホルツ共鳴が生じているためと考えられる。ヘルムホルツ共鳴周波数 n_0 は (1) 式で表すことができ, 実験により得られたピーク周波数を用いて $L_e=L$ としてスリットの有効面積比 c を求めると, $L=10\text{mm}$ では $c=0.33$, $L=40\text{mm}$ では $c=0.62$ が得られた。

$$n_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\gamma P_a c A_0}{\rho_a L_e V_0}} \quad (1)$$

ここで, γ : 比熱比, P_a : 大気圧, c : スリットの有効面積比, A_0 : スリット面積, ρ_a : 空気密度, L_e : スリットの有効深さ, V_0 : 内部容積である。

3.2 部分モデルの測定結果

表 2 に部分モデルの外圧及び内圧の平均風圧係数及び変動風圧係数を示す。

平均風圧係数は, 風向 1 では瓦の段差による外圧の変化が見られ, スリット A では正圧, スリット B では負圧となっており, 内圧はこれらの平均的な値が示されている。風向 2 ではスリット A,B 及び内圧ともに同じ値である。変動風圧係数は, 風向 1 では内圧はスリット A とほぼ一致しており, 風向 2 ではスリット A,B と内圧は同程度の値である。

図 6 に部分モデルの変動風圧係数のパワースペクトル密度及び外圧と内圧のパワースペクトル密度の比を示す。

部分模型においても外圧と内圧のパワースペクトル密度の比には風向 1 と 2 ともピークが見られ, ヘルムホルツ共鳴が生じていることがわかる。但し, 共鳴のピーク周波数はスリットモデルよりも高い 160Hz 付近である。この原因としては, 両者のスリット長さ l が異なるほか, 図 2 に示した瓦の隙間をスリットに単純化する際の幅 d の評価の違いにより生じたものと考えられる。

4. まとめ

F 形瓦の単純モデル及び部分模型を用いて内圧の測定を行った。その結果, 1 枚の瓦を対象とした場合, 単純モデル

* 泉創建エンジニアリング

** 神奈川大学工学部建築学科

表 1 スリットモデルの風圧係数

		風向 1		風向 2	
L (mm)		10	40	10	40
平均風圧係数	外圧	-0.15	-0.14	-1.73	-1.74
	内圧	-0.15	-0.14	-1.73	-1.74
変動風圧係数	外圧	0.047	0.046	0.085	0.087
	内圧	0.050	0.049	0.087	0.090

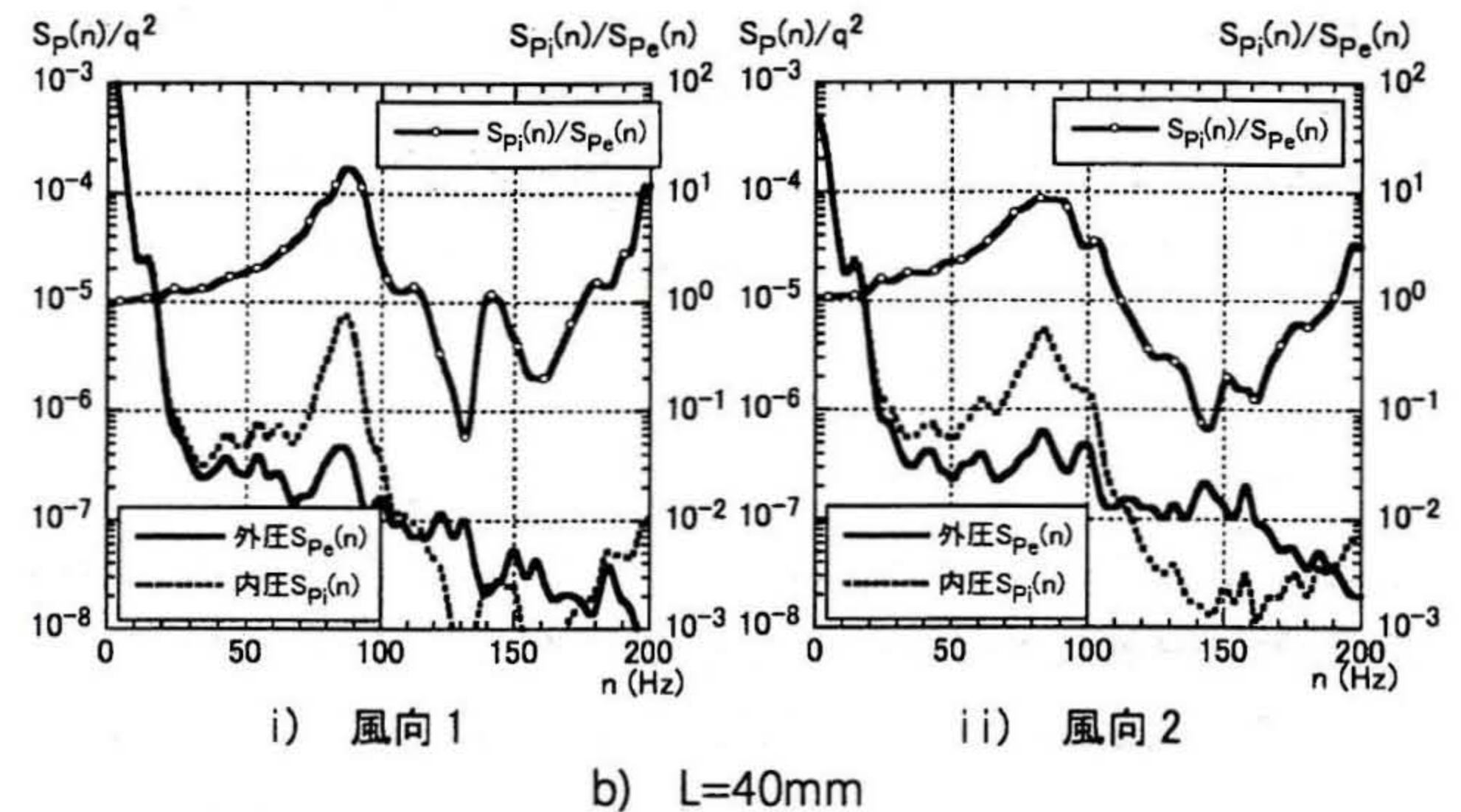
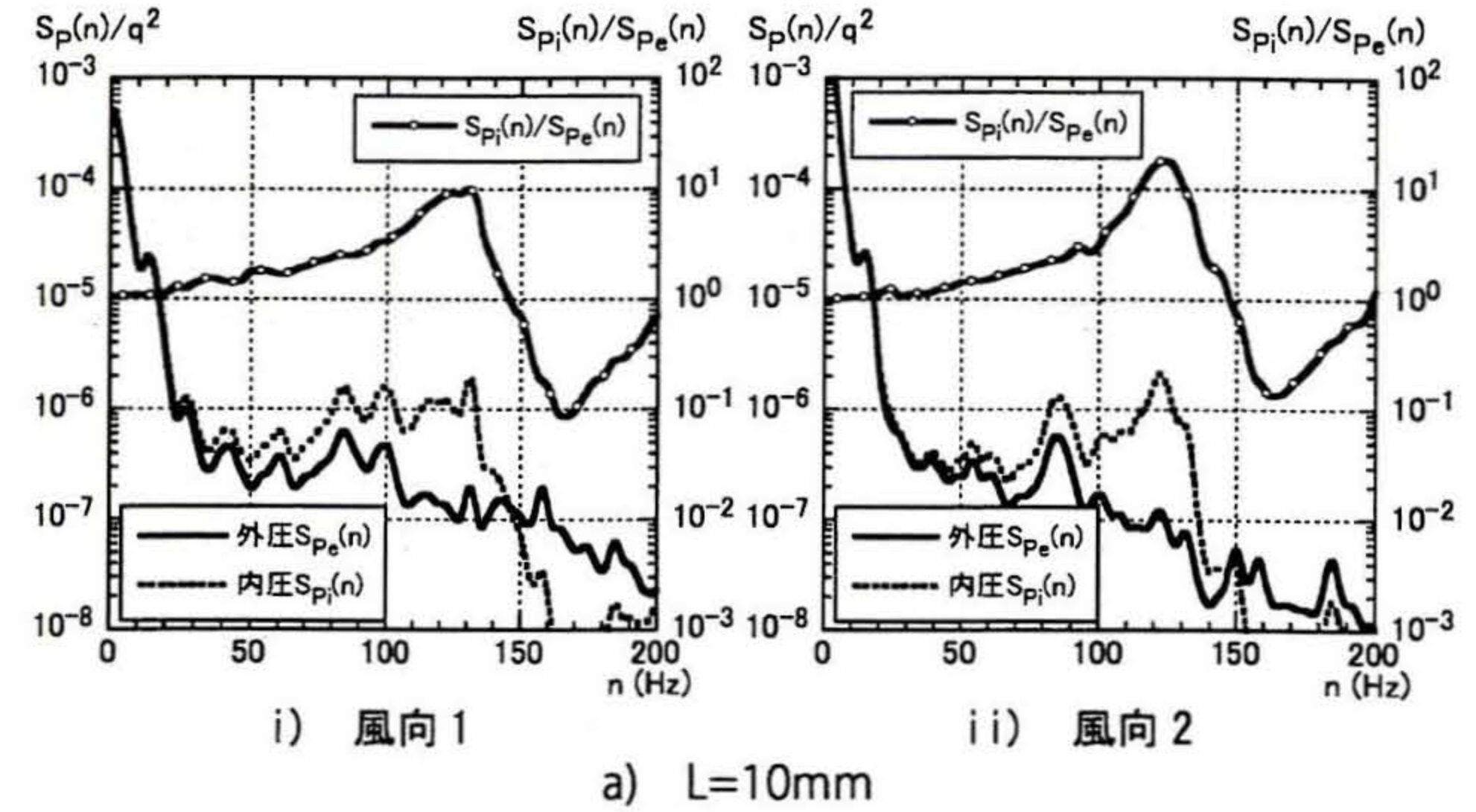


図 5 スリットモデルの変動風圧のパワースペクトル密度

表 2 部分模型の風圧係数

			風向 1	風向 2
平均風圧係数	外圧	スリット A	0.48	-1.76
		スリット B	-0.27	-1.75
	内圧	0.21	-1.75	
変動風圧係数	外圧	スリット A	0.086	0.077
		スリット B	0.061	0.078
	内圧	0.089	0.076	

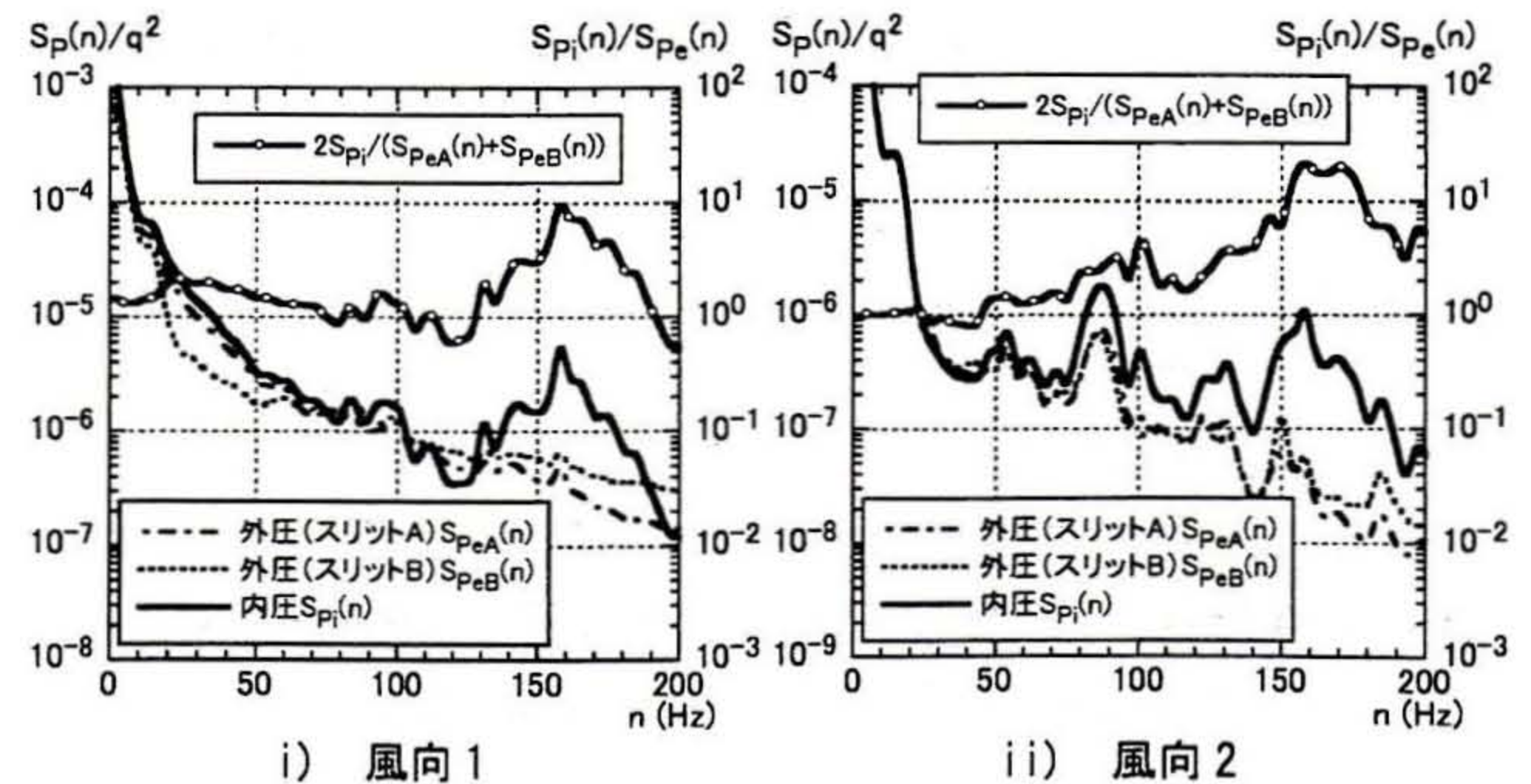


図 6 部分模型の変動風圧のパワースペクトル密度

ル及び部分模型ともに内圧変動にヘルムホルツ共鳴が生じることが確認された。

*Izumisoiken Engineering Co., Ltd.

**Dept. of Architecture, Faculty of Engineering, Kanagawa Univ.