

試験番号：IXB-08-0105

受付日：平成20年11月14日

ウレタンフォーム接着瓦の
耐風性能試験
報 告 書

試験結果は、本報告のとおりであることを証明します。

平成21年 6月 2日

財団法人 日本建築総合試験所

試験研究センター

センター長 工学博士 井上一朗



技術管理者

耐風試験室長

博士（工学） 西村 宏昭



1. 序

本報告は、株式会社コンシヤス(所在地：兵庫県神戸市垂水区桃山台5丁目1-20)の依頼により、当試験所が平成20年11月20日～同年11月25日に行なったウレタンフォーム(商品名：ポリフォーム)を用いて野地面に接着された瓦の耐風強度試験結果について述べたものである。

本試験の目的は、ウレタンフォーム接着瓦工法における2つの施工方法による瓦の引き上げ強度の差を確認することであった。2つの施工方法は「標準施工」と「改修施工」と呼ばれ、それぞれ新築時の施工方法および既存屋根の改修時の施工方法を指す。いずれの方法もウレタンフォームを用いて、瓦を防水シートと棧木に接着するが、標準施工は防水シートと棧木がむき出しの状態から施工されるため十分な接着面積が確保されるのに対し、改修施工は既存瓦を取り外さずに瓦の隙間からウレタンフォームを注入するので、接着面積の確認が不十分なおそれがある。本試験では両施工方法による瓦の接着強度を測定し、設計荷重との比較を行なう。

2. 試験内容

2.1 試験体

試験体は、野地板の上に敷いた防水シートを棧木で留め、棧木部分にウレタンフォームで瓦を接着した屋根パネルである。野地板は厚さ9mmの構造用合板で、幅420mm×長さ910mmとした。防水シートはアスファルトルーフィング940で、その上から4本の40mm×15mm断面の米松製棧木を釘留めして固定した。このアスファルトルーフィングは非接着タイプの製品で、棧木でのみ固定されている。したがって、瓦に負荷した引き上げ力はアスファルトルーフィングから下の野地板に直接伝わらず、アスファルトルーフィングの張力を介して棧木～釘～野地板に伝達される。

ウレタンフォームによる瓦の接着には、「標準施工」と「改修施工」の2種類の方法がある。標準施工は棧木付近に直径約15cmのウレタンフォームのパティを吹き付け、重なりの下にある瓦と上の瓦を同時に接着させる方法(写真-1,写真-2参照)である。改修施工は重なった瓦が既にある状態から、重なりの上の瓦の鼻先を手で少し持ち上げ(約5cm)でできる隙間にL字形の特殊なノズルを挿入してウレタンフォームを吹き付け、上の瓦を接着する方法(写真-3,写真-4参照)である。標準施工と改修施工の違いは、標準施工では重なりの下にある瓦の下面と棧木の間にウレタンフォームがあるのに対し、改修施工ではこの部分にウレタンフォームがなく、したがって有効な接着面積が小さいことである。

試験に用いた瓦の種類と数は、標準施工の試験体でJ型粘土瓦3体、S型粘土瓦3体、J型セメント瓦1体とした。改修施工の試験体はJ型粘土瓦3体のみとした。

各試験体の外観を写真-5～写真-8に、詳細を別図-1,別図-2に示す。

以下に試験体の仕様を示す。

野	地	板：構造用合板(厚9mm)
防	水	シート：アスファルトルーフィング940
棧	木	：40mm×15mm
	瓦	：J型粘土瓦(JIS A 5208 寸法による区分：53A)
		S型粘土瓦(JIS A 5208 寸法による区分：49A)
		J型セメント瓦(JIS A 5208 寸法による区分：49A)

ウレタンフォーム：商品名(ポリフォーム)

2 液性硬質ポリウレタンフォーム

主成分 ポリイソシアネート(粘度; $130 \times 10^{-3} \text{Pa} \cdot \text{s}$)

ポリオール(粘度; $600 \times 10^{-3} \text{Pa} \cdot \text{s}$)

2.2 測定機器

試験には以下の測定機器を用いた。

- ・ 電動アクチュエーター
(オリエンタルモーター(株)製 ストローク：100mm, 容量：5kN)
- ・ ロードセル (株)共和電業製 LUK-1TBS 容量：1tf)
- ・ データロガー (株)東京測器研究所製 TDS-302)
- ・ 変位計 (株)東京測器研究所製 感度：0.01mm)

2.3 試験方法

試験方法は、瓦屋根標準設計・施工ガイドライン((社)全日本瓦工業事業連盟,(独)建築研究所監修)に準じて行なった。図-1 に示す試験装置を用いて瓦面を水平に設置した後、瓦の重心に取り付けたアイボルトに電動アクチュエーターおよびロードセルが取り付けられた引き上げ用治具を接続し、鉛直上方に引き上げた。

引き上げに用いる瓦の枚数は3枚とした。ガイドラインの方法は複数枚の瓦が相互に拘束する効果を考慮しているが、風荷重は同時に複数枚の瓦に作用するので、瓦が相互に拘束し合う効果は小さいと考えられることから、この方法は安全側の設定と考えられる。

あらかじめ設定された目標(設計)風荷重に相当する荷重で150回の繰り返し载荷を与えた後、瓦が剥離する終局耐力を確認した。試験状況を写真-9に示す。载荷時の瓦の浮き上がり変位量は、中央の瓦に変位計を2箇所または3箇所に設置(図-2参照)して測定し平均値で示した。

設計風荷重は平成12年建設省告示第1458号に従って以下のように設定した。

- ・ 地表面粗度区分；Ⅲ ($Z_c=450\text{m}$, $\alpha=0.2$)
- ・ 屋根平均高さ； $H=8\text{m}$
- ・ 設計用基準風速； $V_0=40\text{ m/s}$ (鹿児島県指宿市など)
- ・ 屋根勾配；4/10
- ・ ピーク風力係数； $\hat{C}_f = -3.2$ (屋根隅角部)

設計風荷重は式(1)によって表される

$$W = q \hat{C}_f \cdots \cdots (1)$$

W は設計用風荷重 (N/m^2)

q は速度圧 (N/m^2)

\hat{C}_f はピーク風力係数 (隅角部：-3.2)

$$q = 0.6 E V_0^2$$

E は式(2)で表される係数

$$E = E_r^2 \cdots \cdots (2)$$

E_r は平均風速の高さ方向の分布を表す係数

$$E_r = 1.7 \left(\frac{H}{Z_G} \right)^{\alpha} = 0.759 \quad (H=8\text{m})$$

$$q = 0.6 \times 0.759^2 \times 40^2 = 554 \text{ N/m}^2$$

$$W = 554 \times (-3.2) = -1773 \text{ N/m}^2$$

上記で計算された目標(設計)風荷重は屋根隅角部で-1.77kN/m²である。

瓦 3 枚当りの風荷重負担面積は 0.265m²(0.310m×0.854m)とし、瓦 3 枚が負担する引き上げ荷重の合計は $F_a = 469\text{N}$ とした。

3. 試験結果

試験結果を表-1 に示す。繰り返し載荷試験における繰り返し回数と変位量の関係を図-3 に、終局耐力試験における荷重と変位量の関係を図-4 に、破断時の状況を写真-10～写真-19 示す。

(1) 繰り返し載荷

全ての試験体において、目標(設計)風荷重($F_a = 469\text{N}$)での 150 回繰り返し載荷で異常は認められず、変位量も小さかった。標準施工の試験体においては、150 回の繰り返し載荷時の変位量は 1.5mm を超えることがなく、終始変化がなかった。改修施工の試験体においては、繰り返し載荷の回数の増加とともに変位量が僅かに増加したが、変位量は 3mm を超えることはなかった。

(2) 終局耐力

標準施工の試験体では、目標(設計)風荷重の 3.3 倍(1541N)から 4.7 倍(2208N)の強度が確認された。また、改修施工の試験体では、目標荷重の 2.6 倍(1249N)から 3.2 倍(1523N)の強度が確認された。

終局耐力試験後のウレタンフォームの破断位置は、全ての試験体において中央の瓦の棟側または軒先側で破断した。標準施工では瓦および椼木とウレタンフォームの界面で破断し(写真-10～写真-16 参照)、改修施工では椼木およびルーフィングとウレタンフォームの界面で破断した(写真-17～写真-19 参照)。

標準施工での破断面積は 177cm²(直径 150mm)の 8 割程度であったが、瓦とウレタンフォームの接着力が高く十分な耐力があった。改修施工の破断面積は 177cm²(直径 150mm)以上あり十分な耐力があった。

4. 考 察

標準施工の試験体は改修施工の試験体に比べて浮き上がり変位量が小さく、強度も大きかった。ただし改修施工の試験体においても目標荷重に対して十分なマージンを持つ強度が確認された。

強度のばらつきは大きかったが、目標荷重に対する終局強度の余裕は大きかったことから、十分な安全性が確認された。

以 上

試験担当

建築物理部 耐風試験室 試験責任者 主査 葺谷 信次
試験担当者 主査 前田 豊

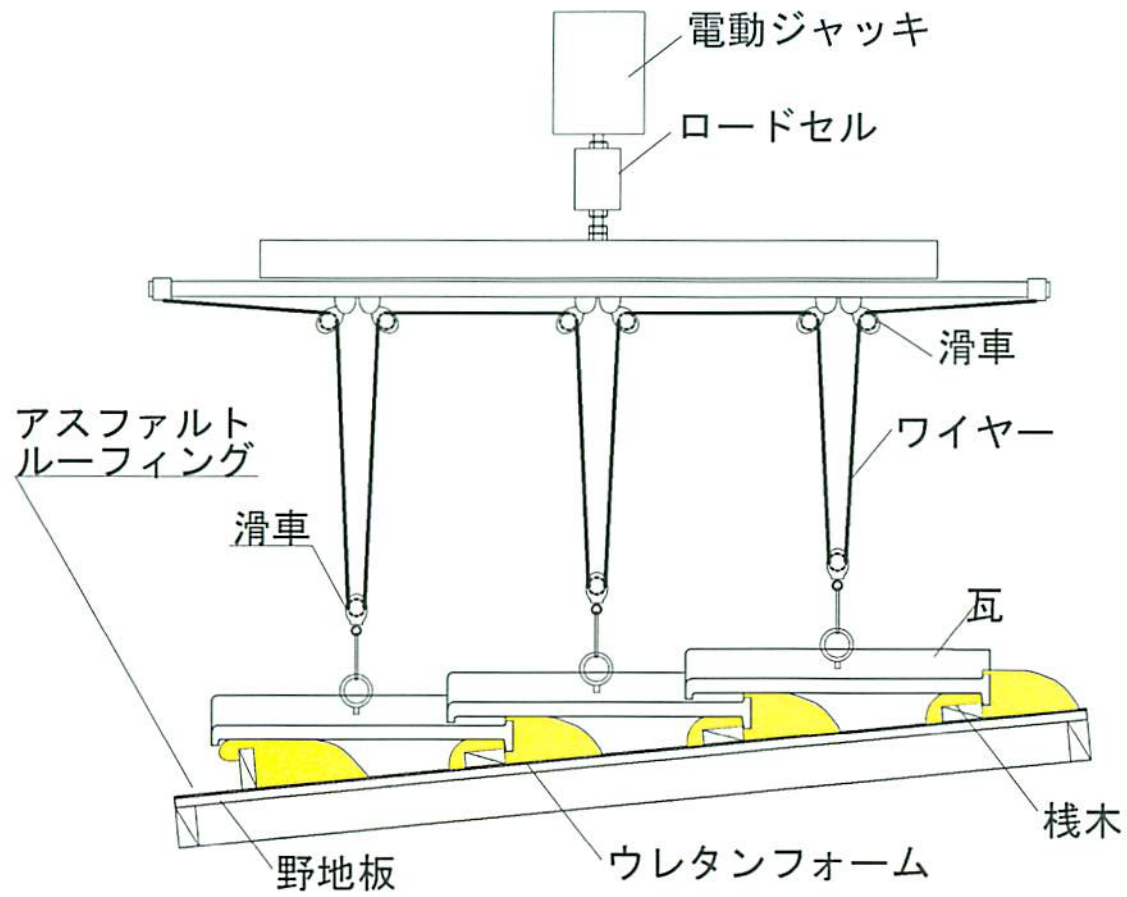
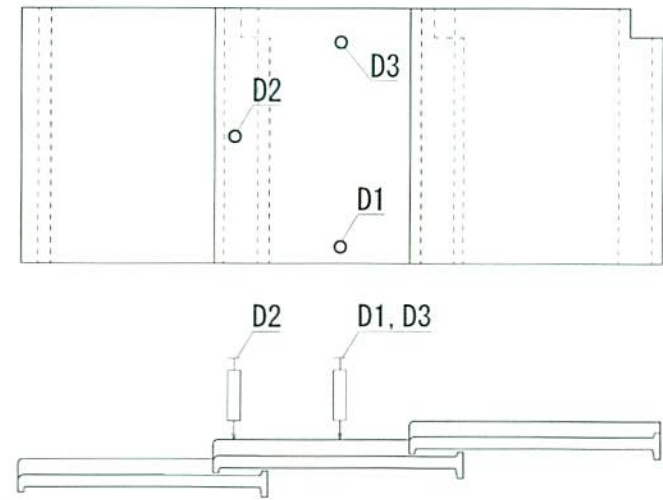


図-1 試験装置図



J型粘土瓦 : D1~D3
 J型セメント瓦 : D1~D3
 S型粘土瓦 : D1, D2

図-2 変位計設置位置図

表-1 引き上げ試験結果

試験体 No.	瓦の種類	施 工	150回繰返し載荷時の異常の有無	終局耐力		破断面積 (cm ²)	破断面積から求めた単位面積当たりの終局耐力 (N/cm ²)	
				(N)	平均値 (N)			標準偏差 (σ)
1	J型粘土	標 準	異常なし	2208	1855	271.7	143.9	15.3
2			異常なし	1547			143.7	10.8
3			異常なし	1810			140.1	12.9
4	S型粘土		異常なし	1541	1788	204.6	145.1	10.6
5			異常なし	1781			138.6	12.8
6			異常なし	2042			152.7	13.4
7	J型セメント		異常なし	2148	—	—	156.6	13.7
8	J型粘土	改 修	異常なし	1523	1431	128.9	211.2	7.2
9			異常なし	1249			179.9	6.9
10			異常なし	1522			202.9	7.5

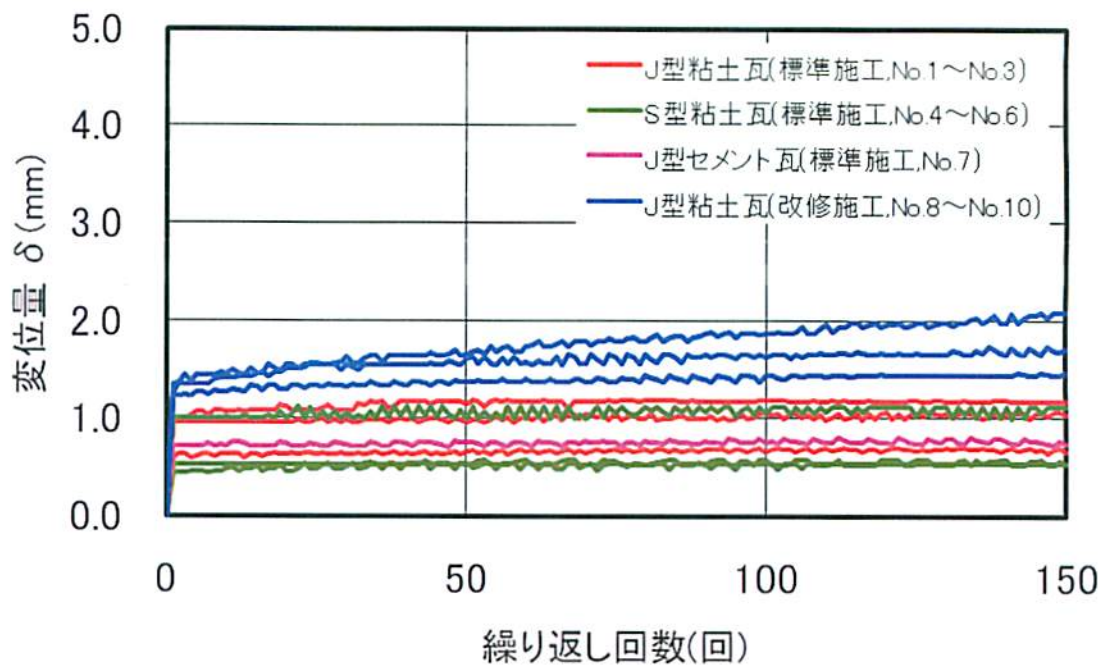


図-3 150回繰り返し時の最大変位量

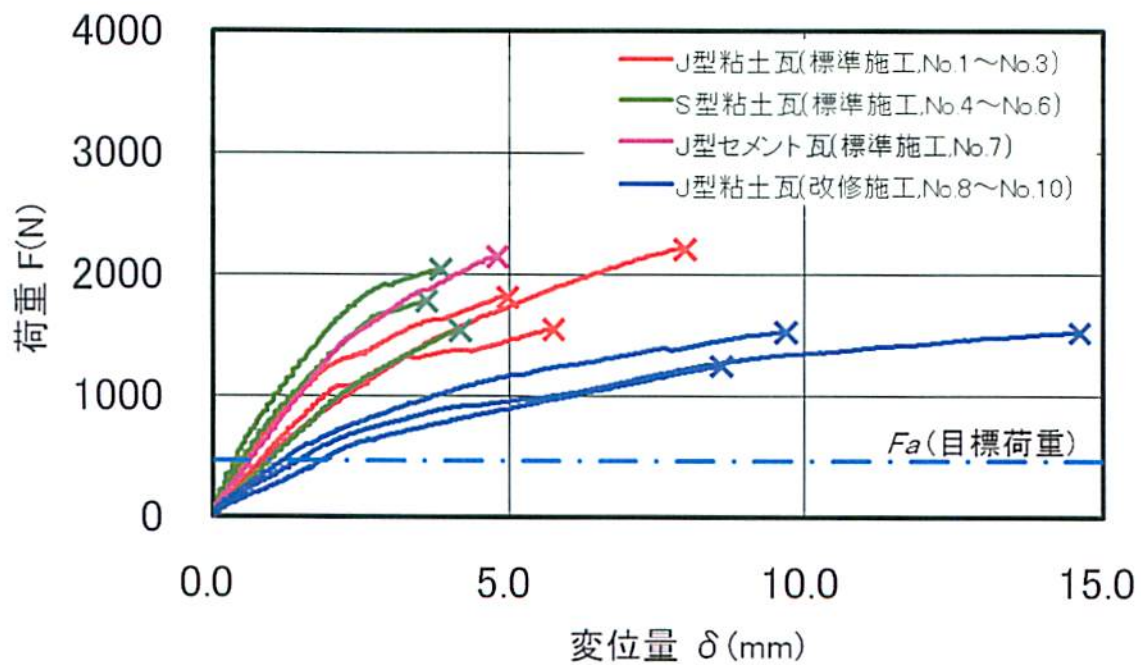


図-4 最大荷重と変位量



写真-1 S型粘土瓦標準施工状況



写真-2 S型粘土瓦標準施工状況



写真-3 J型粘土瓦改修施工状況



写真-4 J型粘土瓦改修施工状況

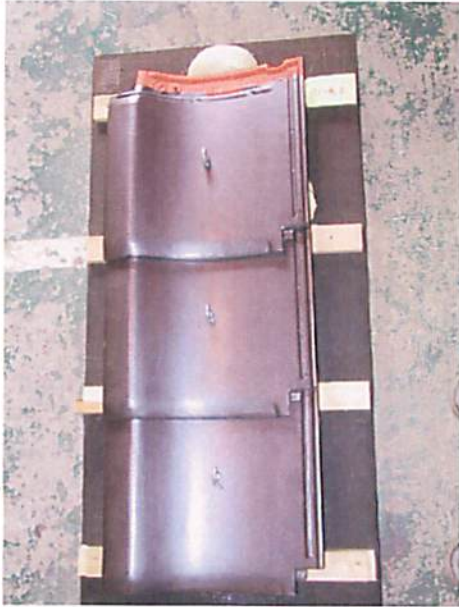


写真-5 J型粘土瓦(標準施工)

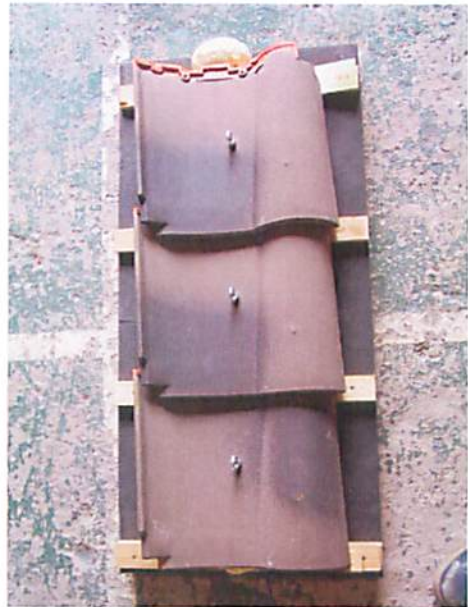


写真-6 S型粘土瓦(標準施工)

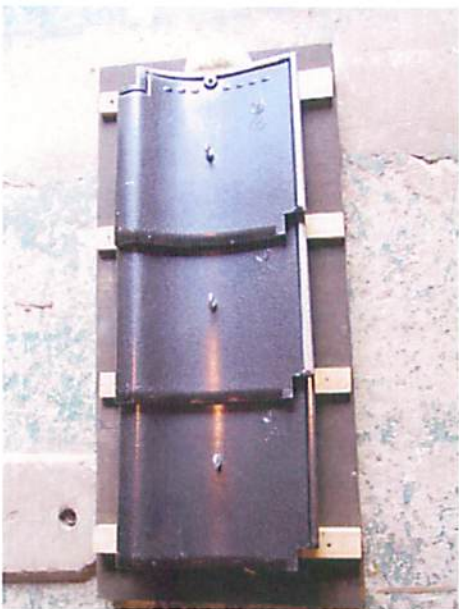


写真-7 J型セメント瓦(標準施工)

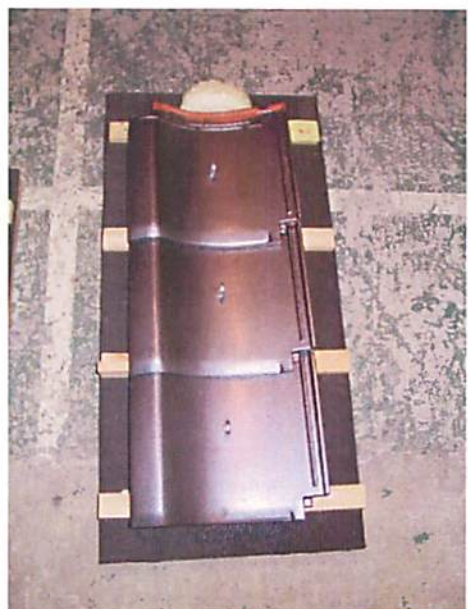


写真-8 J型粘土瓦(改修施工)

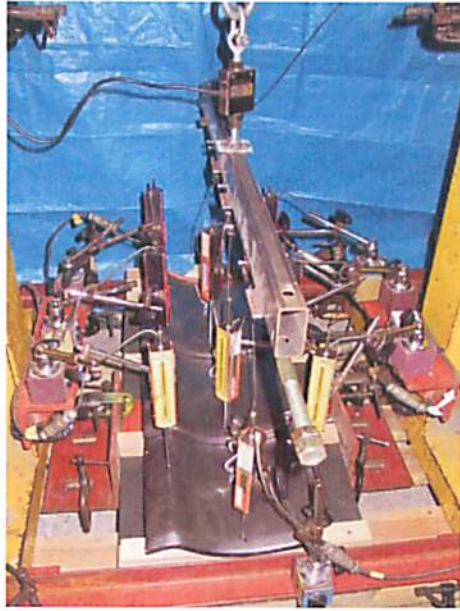


写真-9 試験状況

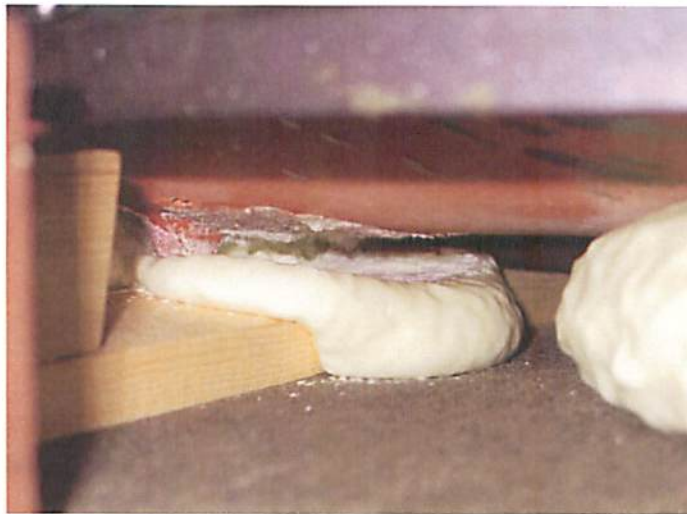


写真-10 破断状況(J型粘土瓦, No.1, 標準施工)



写真-11 破断状況(J型粘土瓦, No.2, 標準施工)

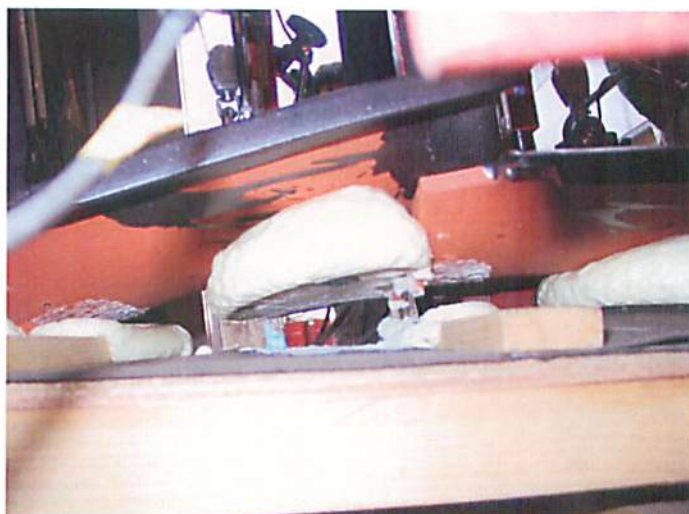


写真-12 破断状況(J型粘土瓦, No.3, 標準施工)



写真-13 破断状況(S型粘土瓦, No.1, 標準施工)



写真-14 破断状況(S型粘土瓦, No.2, 標準施工)



写真-15 破断状況(S型粘土瓦, No.3, 標準施工)



写真-16 破断状況(J型セメント瓦, 標準施工)



写真-17 破断状況(J型粘土瓦, 改修施工)

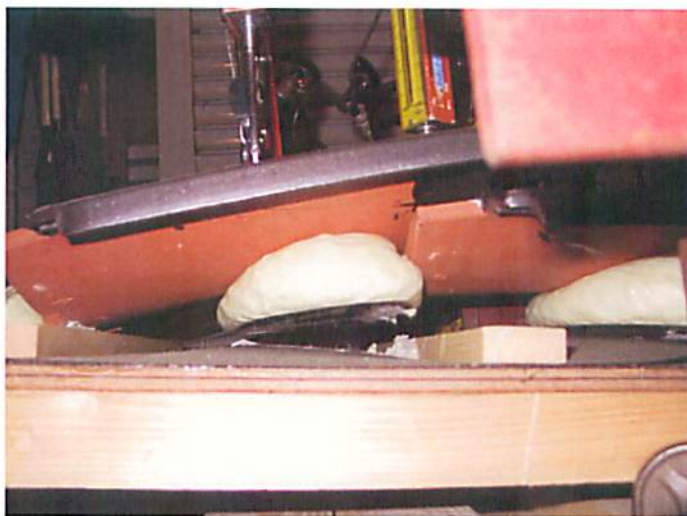


写真-18 破断状況(J型粘土瓦,改修施工)

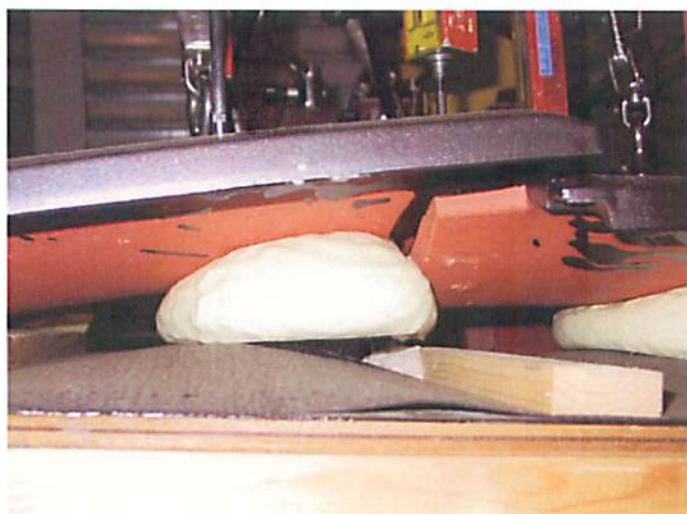
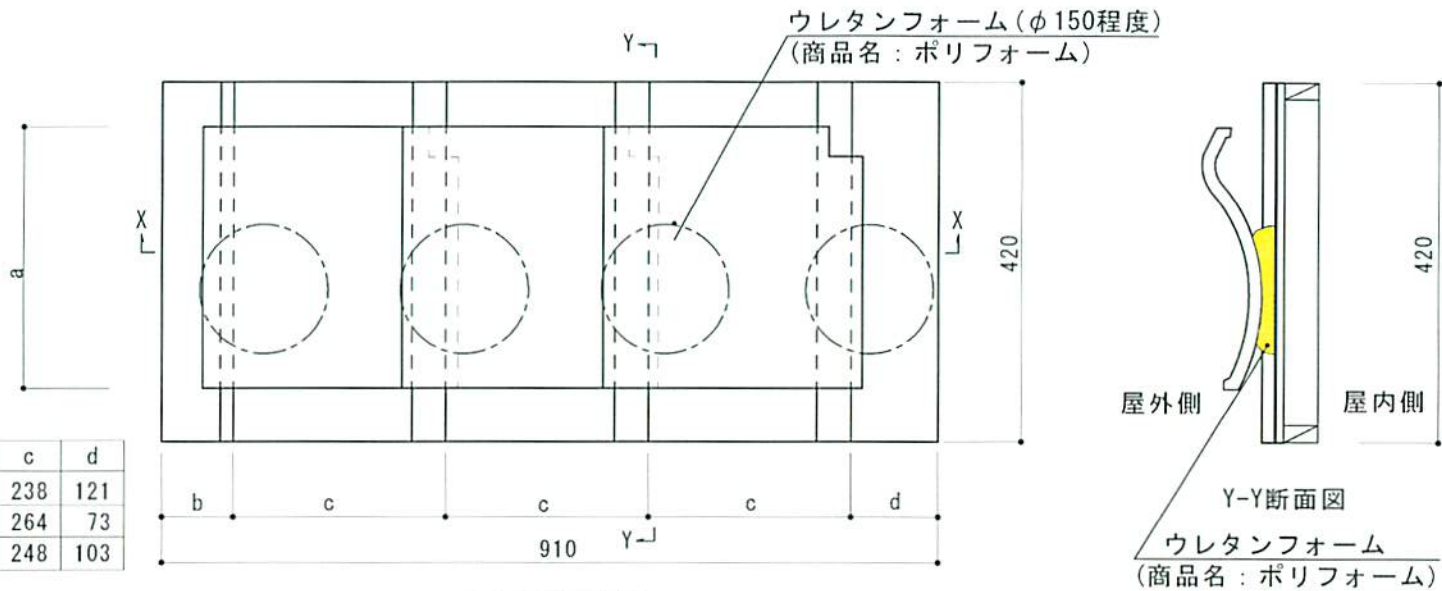
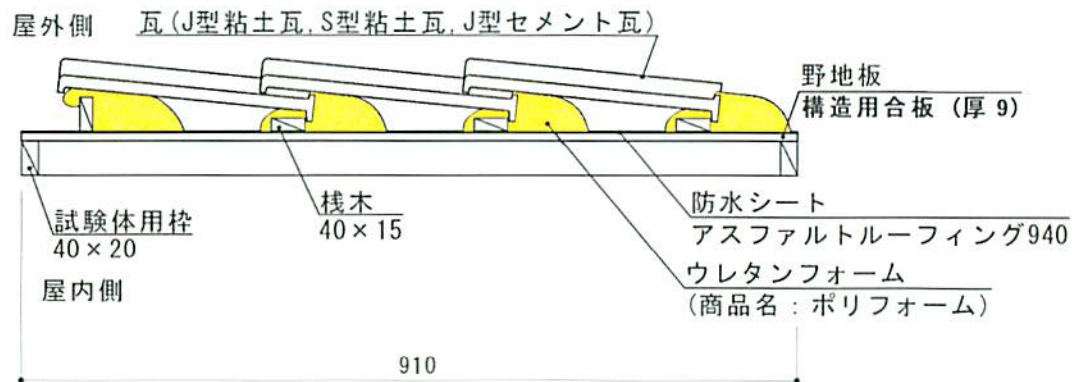


写真-19 破断状況(J型粘土瓦,改修施工)



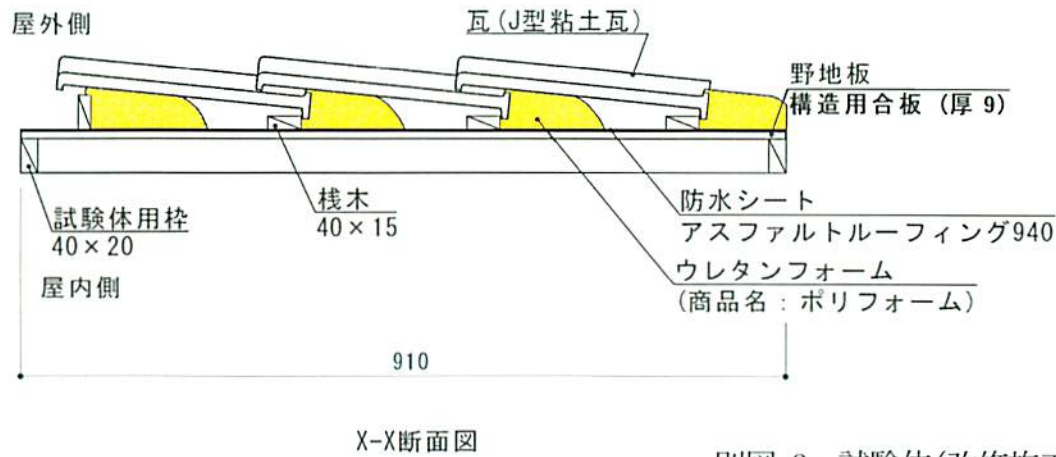
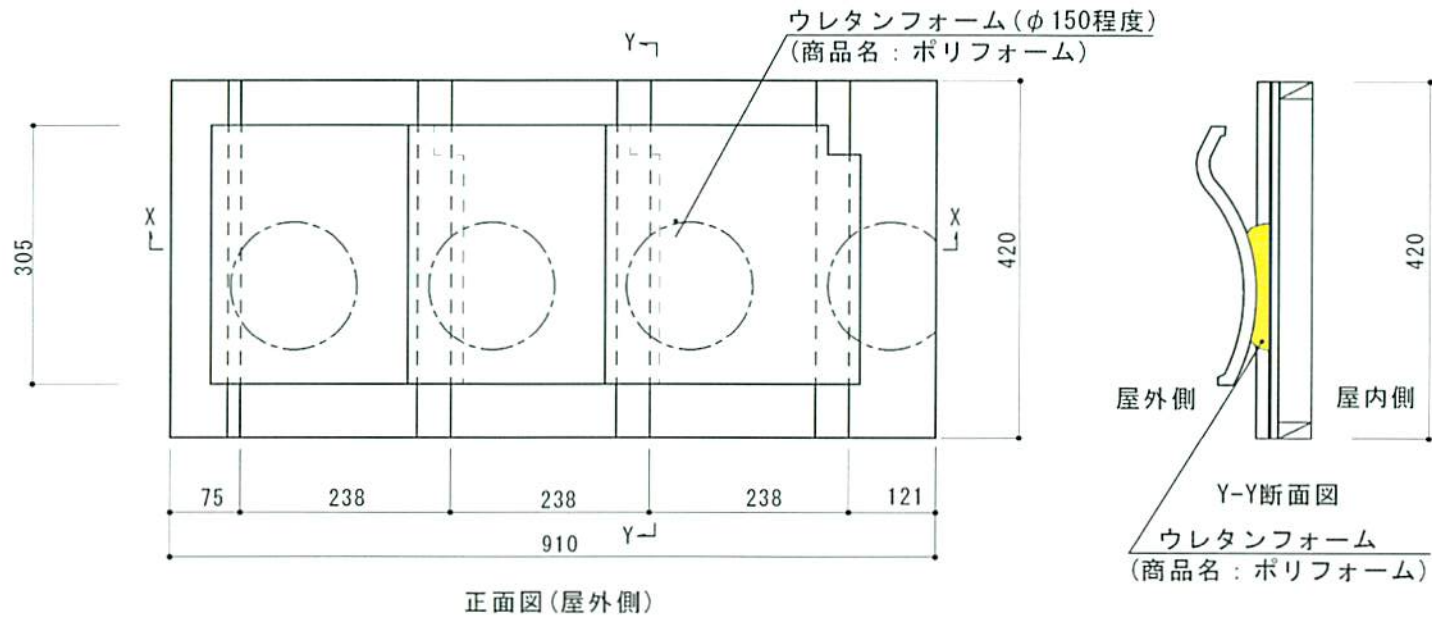
	a	b	c	d
J型粘土瓦	305	75	238	121
S型粘土瓦	314	45	264	73
J型セメント瓦	315	63	248	103

正面図(屋外側)



X-X断面図

別図-1 試験体(標準施工)の構造・寸法(寸法単位: mm)



別図-2 試験体(改修施工)の構造・寸法(寸法単位: mm)

本書の取扱いについて

- ・本書の試験結果は、本書中に記載の試験体について得られたものです。
- ・本書を複製して第三者に開示する場合は、必ず全文を複製することとし、一部分だけの複製は行わないで下さい。
- ・本試験結果の一部を、当試験所の名称を付してカタログに掲載する等、一般に開示する場合は、文書によって当試験所の承認を得るようにして下さい。

本書についての問い合わせは、下記までお願いします。

財団法人 日本建築総合試験所 試験研究センター
建築物理部 耐風試験室

〒565-0873 大阪府吹田市藤白台5丁目8番1号

TEL : 06-6834-7905 (直通)

06-6872-0391 (代表)

FAX : 06-6872-0784 (代表)