

2006年度 土塗り壁の実大面内せん断試験

1 研究目的

土塗り壁の壁倍率は0.5に定められているが、一定の仕様規定を満たすことにより1.0倍や1.5倍とすることができる。土塗り壁は、地方によって施工方法が多様であり、施工者の技量や使用する壁土などの材料によっても強度は異なり、それに伴い壁倍率も異なってくる。

本試験は香川県内における代表的な壁土を用い、告示型土塗り壁耐力壁と、香川県内に伝わる構法によって作られた地域型土塗り壁耐力壁の実大面内せん断試験を行うことによって、耐力壁として構成された時の土塗り壁の性能、間渡し竹と割竹の間隔・太さなどが及ぼす影響、試験時の破壊性状を調査し、技術的・耐震的向上を図ることを目的とする。

2 試験概要

2.1 試験体

試験体は小舞下地の割竹間隔の異なるものと、軸組が一間と3尺+3尺の異なる試験体から、これらの要因が土塗り壁耐力壁に及ぼす影響を比較する。告示型軸組で小舞下地1771告示仕様 (Type A) , 告示型軸組で小舞下地1551地域仕様 (Type B) , 地域型軸組で小舞下地1551地域仕様 (Type C) の3Type用意し、その仕様を表2.1に示す。

詳細については別図に示す。壁土調合表は表2.2に示す。試験体は各Type3体ずつである。

表 2.1 試験体仕様一覧 (mm)

項目		TypeA(1771) 軸組:告示仕様 小舞:告示仕様	TypeB(1551) 軸組:告示仕様 小舞:地域仕様	TypeC(1551) 軸組:地域仕様 小舞:地域仕様
軸組	土台(杉)	105 × 105	105 × 105	120 × 120
	柱(杉)	105 × 105 @1820	105 × 105 @1820	120 × 120 @955
	梁(杉)	105 × 180	105 × 180	105 × 180
	尺貫	1 間	1 間	3 尺 + 3 尺
竹小舞	間渡し竹	末口 12 以上	差込穴 15 に入る	差込穴 15 に入る
	割竹 W	2 cm以上	2 cmに拘らず	2 cmに拘らず

小舞の仕様については、次項に示す

表 2.2 壁土調合割合表

荒壁	粘土(ねばい土)60% + 粘土(さくい土)30% + 砂 10%
裏返し	粘土(ねばい土)40% + 粘土(さくい土)40% + 砂 20%,ワラスサ荒壁より 10%増
大直し	裏返しと同じ
中塗 (100l)	おろし土 33kg + 砂 49kg + 水 14kg+ワラスサ 0.75kg

「告示型(1間)」「地域型(1間)」の試験体について / 別図参照

目的 1 : 香川県の平均的な壁土により制作された土塗り壁の耐力を検証する。

目的 2 : 竹木舞下地について告示された仕様(寸法)と、地域仕様との違いが耐力に及ぼす影響を検証する。

試験体寸法 : 技術解説書に示された寸法による。

試験体数 : 告示に示された竹木舞寸法によるもの / 告示型(1間) × 3体

地域で一般的な竹木舞寸法によるもの / 地域型(1間) × 3体

(解説) 竹木舞下地について

柱(縦貫)間隔と貫間隔を 910mm とした場合、内法寸法は縦横ともにほぼ 810mm となる。従って、告示に定められた間隔 45mm 以下を満たすためには、柱(縦貫)間毎に、タテ、ヨコとも 18 本以上の本数(間渡し竹を含む)が必要となる。

間渡し竹は両端部と中央部に配されるので、小舞竹の本数は偶数になる。従って、告示を厳密に適用すると、間渡し竹 3 本に加えて、小舞竹はタテ、ヨコとも 16 本必要となる。

一方、地域の慣習的方法では、タテの間渡し竹間に配される小舞竹は 1 本、5 本、5 本、1 本、計 12 本が一般的であるから、間渡し竹を加えた本数は 15 本となる。(半間の間の小舞竹が告示より 4 本少ない)

上下方向は 1 尺間隔に配されたヨコ間渡し竹の間に小舞竹 7 本が標準とされている。従って、1 本、7 本、7 本、1 本、計 16 本となり、間渡し竹を加えた本数は 19 本となる。これは告示に定められた本数を満たしている。

また、告示では間渡し竹(丸竹)の小径は 1.2cm 以上、木舞竹の巾は 2cm 以上とされているが、地域ではこれに満たないものも多く使われている。特に間渡し竹の最小径を 1.2cm 以上とすると、最大径は 2cm 程にもなり、壁厚が過大になり過ぎる恐れがある。

以上の結果から、地域型(1間)の試験体では告示型(1間)よりもタテ木舞竹の本数を減らし、竹の径、巾ともに告示に定められた寸法に拘らないものとする。

「地域型(3尺+3尺)」の試験体について / 別図参照

技術解説書に記載された試験体は、平面モジュールや階高などいくつかの点で地域の一般的な工法と異なっている。そこでこの機会に上記の 2 体の試験体に加え、「地域型(3尺+3尺) / 地域標準型」を製作して同様の試験を行い、その結果を比較してみたい。

試験体寸法 : 地域で一般的につくられている軸組寸法による。

試験体数 : 3 体

(データ)

平面モジュール : 四国間 / 1 間 = 1910mm

階高 : 3000mm

柱間 : 955mm

部材 : 柱、土台は、杉 120 × 120

梁は、杉 120 × 180 (試験では 105 × 180 となった)

試験体軸組図 (A、B 共通) 縮尺 1:20

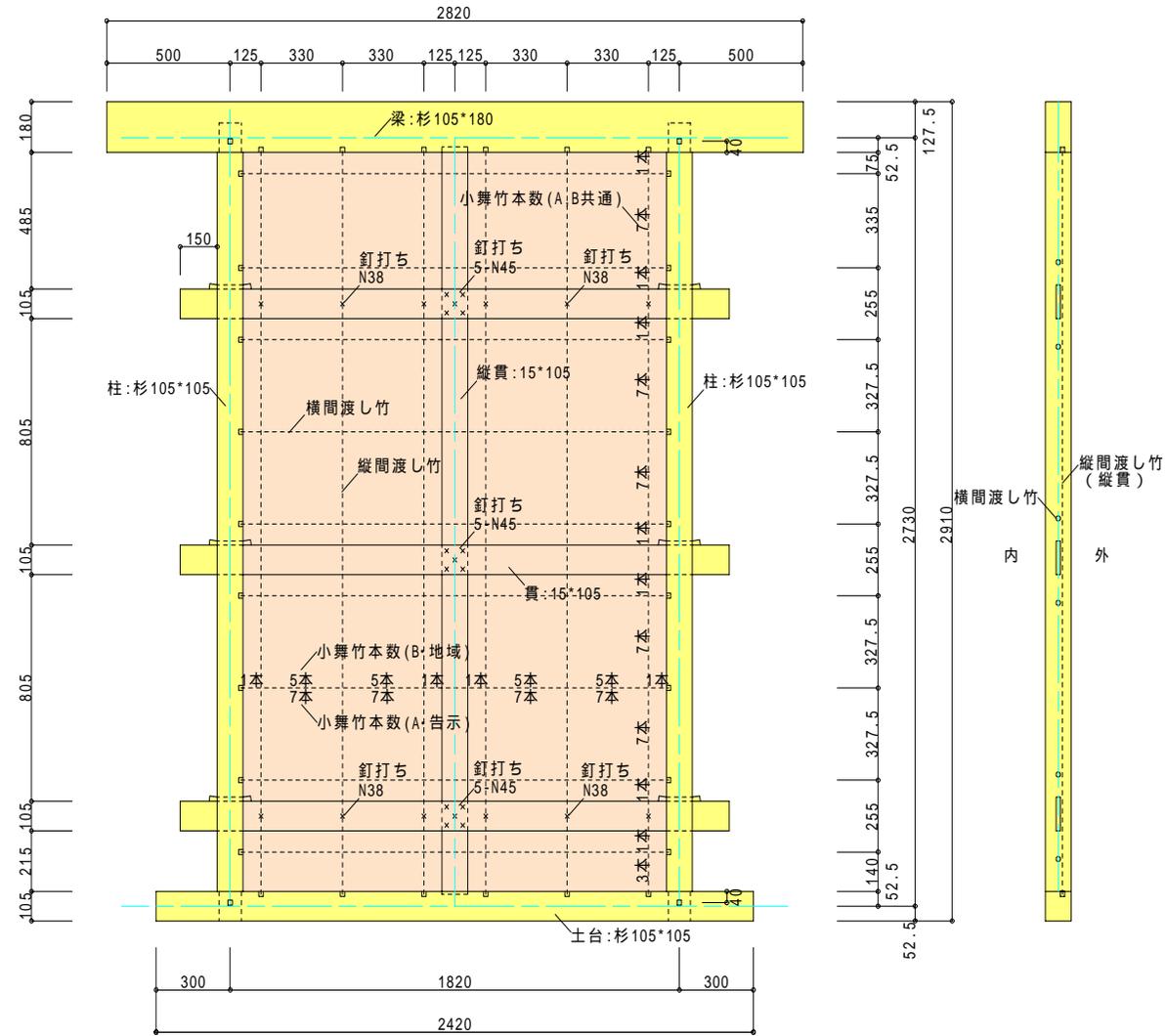


図 2.1.1 試験体 A・B 軸組図

2.2 試験方法

試験方法はタイロッド方式で行い、試験順序は以下とする。

加力方法は正負交番繰り返し加力とし、繰り返しを真のせん断変形角が1/600、1/450、1/300、1/200、1/150、1/100、1/75、1/50radの正負変形時に行う。

試験は、同一変形段階で3回の繰り返し加力を行う。

最大荷重に達した後、最大荷重の80%の加重に低下するまで加力するか、試験体の変形角が1/15rad以上に達するまで行う。

2.3 変位測定、加力位置

変位測定装置は図2.3より、変位計H1で柱頂部の水平方向変位、H2で柱脚部の水平方向変位を、変位計V3、V4で柱脚の鉛直方向変位を測定できるように取り付ける。各変位計間の標点間距離（H、V）は測定する。

2.4 評価方法

試験結果から以下の評価方法により倍率の算定を行い、当該倍率を有する軸組と同等以上の耐力を有するものと評価する。

2.4.1 せん断変形角の算定

面内せん断試験のせん断変形角は次の方法で計算する。

見かけのせん断変形角（ θ ）、脚部のせん断変形角（ θ_0 ）、真のせん断変形角（ θ_0 ）は、次式により求める。

見かけのせん断変形角

$$\theta = (1 - 2) / H \quad (\text{rad}) \cdots (1 \text{式})$$

脚部のせん断変形角（回転角）

$$\theta_0 = (4 - 3) / V \quad (\text{rad}) \cdots (2 \text{式})$$

真のせん断変形角

$$\theta_0 = \theta - \theta_0 \quad (\text{rad}) \cdots (3 \text{式})$$

1：柱頂部の水平方向変位（mm）（変位計H1）

2：柱脚部の水平方向変位（mm）（変位計H2）

H：変位計H1とH2の間の表点間距離（mm）

3：柱脚部の鉛直方向変位（mm）（変位計V3）

4：柱脚部の鉛直方向変位（mm）（変位計V4）

V：変位計V1とV2の間の表点間距離（mm）

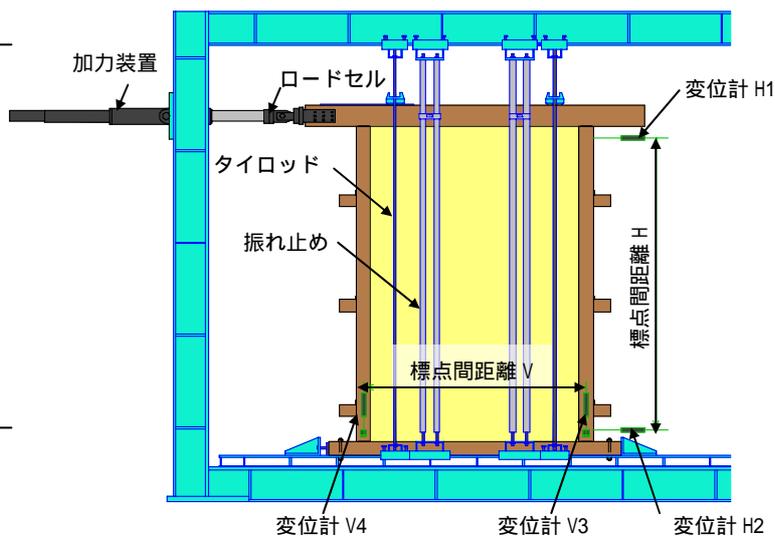


図 2.3 試験装置

2.4.2 短期基準せん断耐力の算定

短期基準せん断耐力 P_0 は、下記の (a) ~ (d) で求めた試験荷重の平均値に、それぞれのばらつき係数を乗じて算出した値のうち最も小さい値とする。

$$\text{ばらつき係数} = 1 - CV \times k \quad \dots (4 \text{ 式})$$

ただし、 CV : 変動係数 = (標準偏差/平均値) $\times 100$

k : 試験体に依存する定数 (試験体数 3 の場合、0.471)

- | |
|--------------------------------------|
| (a) 降伏耐力 P_y |
| (b) 終局耐力 P_u に (0.2/ D_s) を乗じる。 |
| (c) 最大荷重 P_{max} の 2/3 |
| (d) 特定変形時の耐力 (1/150rad) |

なお、降伏耐力 P_y 、終局耐力 P_u 、最大荷重 P_{max} および構造特性係数 D_s は、荷重-せん断変形曲線の終局加力を行った側の包絡線より、下記の手順で求める。

包絡線上の $0.1P_{max}$ と $0.4P_{max}$ を結ぶ第 1 直線を引く。

包絡線上の $0.4P_{max}$ と $0.9P_{max}$ を結ぶ第 2 直線を引く。

包絡線に接するまで第 1 直線を平行移動し、これを第 1 直線とする。

第 1 直線と第 2 直線の交点の荷重を降伏耐力 P_y とし、この点から X 軸に平行に第 1 直線を引く。

第 1 直線と包絡線との交点の変位を降伏変位 y とする。

原点と (y , P_y) を結ぶ直線を第 1 直線とし、それを初期剛性 K と定める。

最大荷重後の $0.8P_{max}$ 荷重低下域の包絡線上の変位または $1/15 \text{ rad}$ のいずれか小さい変位を終局変位 u とする。

包絡線と X 軸および u で囲まれる面積を S とする。

第 1 直線と u と X 軸および X 軸に平行な直線で囲まれる台形の面積が S と等しくなるように X 軸に平行な第 2 直線を引く。

第 1 直線と第 2 直線との交点の荷重を終局耐力 P_u と定め、その時の変位を降伏点変位 v とする。

構造特性係数 D_s は、塑性率 μ を用い、 $D_s = 1 / (2\mu - 1)$ とする。

変形角が $1/15 \text{ rad}$ を超えても最大荷重に達しない場合には、 $1/15 \text{ rad}$ 時の荷重を最大荷重 P_{max} とする。

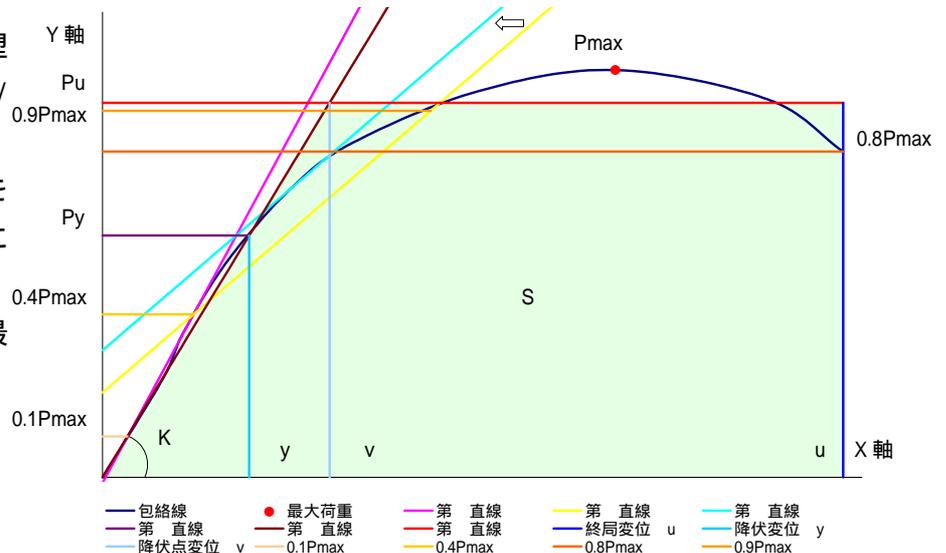


図 2.4.2 完全弾塑性モデルによる耐力の求め方

構造特性係数とは

建築物の構造上の特性を表す指標で、振動に関する減衰性と変形能力による地震エネルギー吸収能力に応じた必要保有水平耐力を低減する係数。一般に減衰性が大きいほど、また靱性に富むものほど、構造特性係数 D_s の値は小さくとることができる。

塑性率とは

構造物または部材が外力の作用により塑性変形を起こすとき、全変形量の弾性限における変形量に対する割合。

必要保有水平耐力とは

耐震設計上、確保する必要がある構造物の持つ水平力に対する強さ。構造物の力学的性質、構造物の形状、構造物と地盤の関係などを考慮し、まれに発生する破壊的大地震によって倒壊しないように定められる。

2.4.3 短期許容せん断耐力の算定

短期許容せん断 P_a は、次の式により算定する。

$$P_a = P_0 \times \dots \quad (5 \text{ 式})$$

ここで、 P_0 ：短期基準せん断耐力

：考えられる耐力低減の要因を評価する係数で、耐力壁構成材料の耐久性・使用環境の影響、施工性の影響、壁量計算の前提条件を満たさない場合の影響等を勘案して定める係数。

倍率算定の根拠となった試験においては、低減係数を下記のように評価してある。

事故的な水かかり

施工によるばらつき

地域性によるばらつき

建物重量への影響

これらを考慮して $= 0.75$ としてある。

2.4.4 壁倍率の算定

壁倍率は、次の式により算定する。

$$\text{壁倍率} = P_a \times (1/1.96) \times (1/L) \dots \quad (6 \text{ 式})$$

ここで、 P_a ：短期許容せん断耐力(kN)

1.96：倍率 = 1 を算定する数値(kN/m)

L：壁の長さ(m)

算出された数値は、0.5～5 までの範囲の数値とし、原則として 0.1 毎に端数を切り捨てることとする。

3 試験結果

3.1 荷重-真のせん断変形角曲線

図3.1に荷重-真のせん断変形角曲線を示す。

貫や土壁などの伝統的な耐震要素を用いた軸組構法建物の場合には次の層間変形角を目安にクライテリアを設定することができる。

- 1 損傷限界1/120rad：軸組にほとんど損傷がなく補修も必要ない
- 2 小破1/60rad：再使用可能限界：若干の補修をすれば再使用できる
- 3 中破1/30rad：補修・再使用可能限界：土壁は大きなひび割れが生じ、軸組にも木材のめり込みによる損傷が生じるが、補修によって再使用が可能
- 4 大破1/15rad：大きな残留変形あり。これを超える応答変形では倒壊に対する安全性の保証ができない

3.2 壁倍率算定

表 3.2 に壁倍率算定表を示す。

3.3 TYPE-A, B 破壊挙動

図 3.3. 1、写真 3.3.1～10 に各試験体の破壊性状および状況を示す。

3.4 TYPE-C 破壊挙動

図 3.4. 1、写真 3.4.1～8 に各試験体の破壊性状および状況を示す。

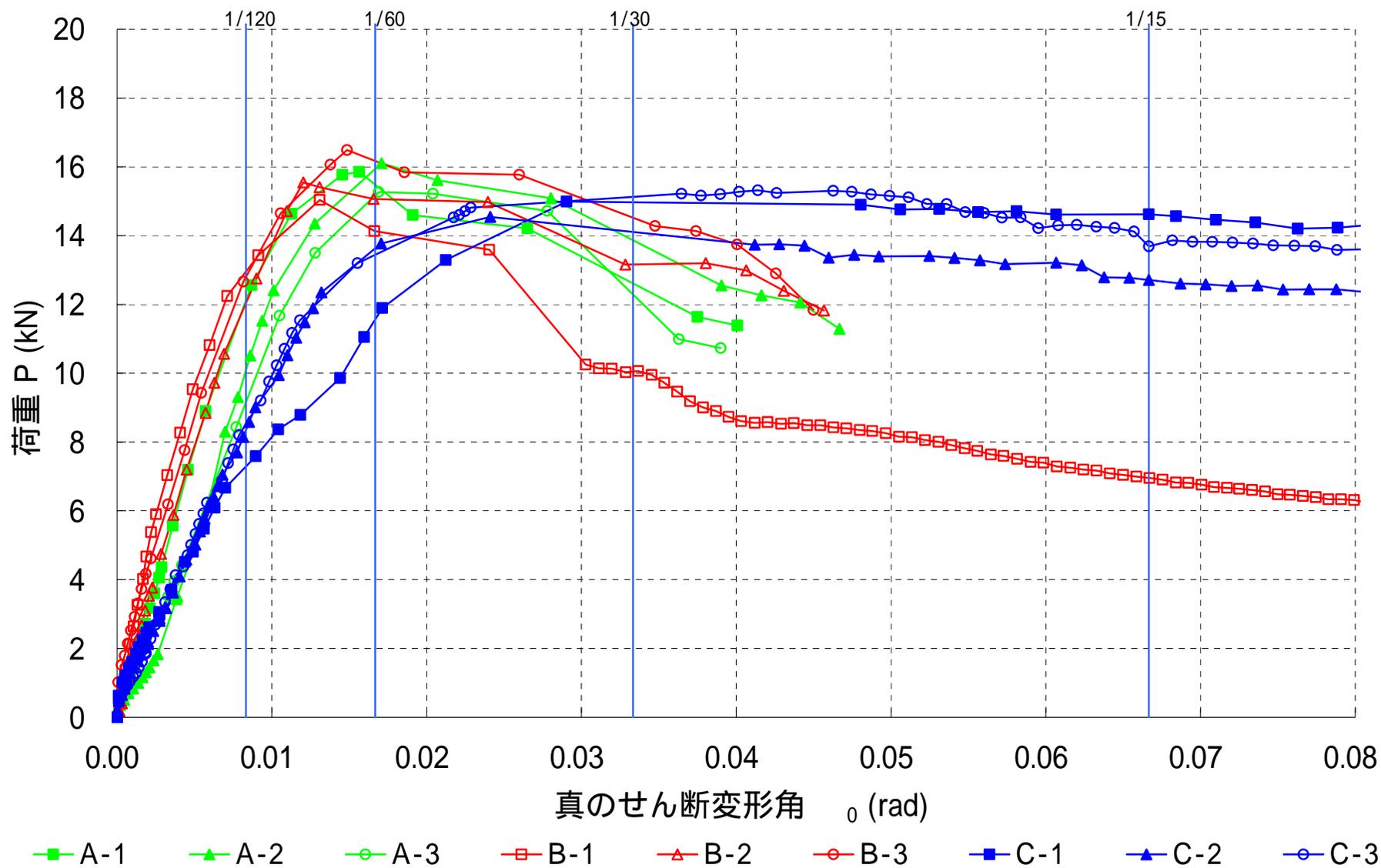


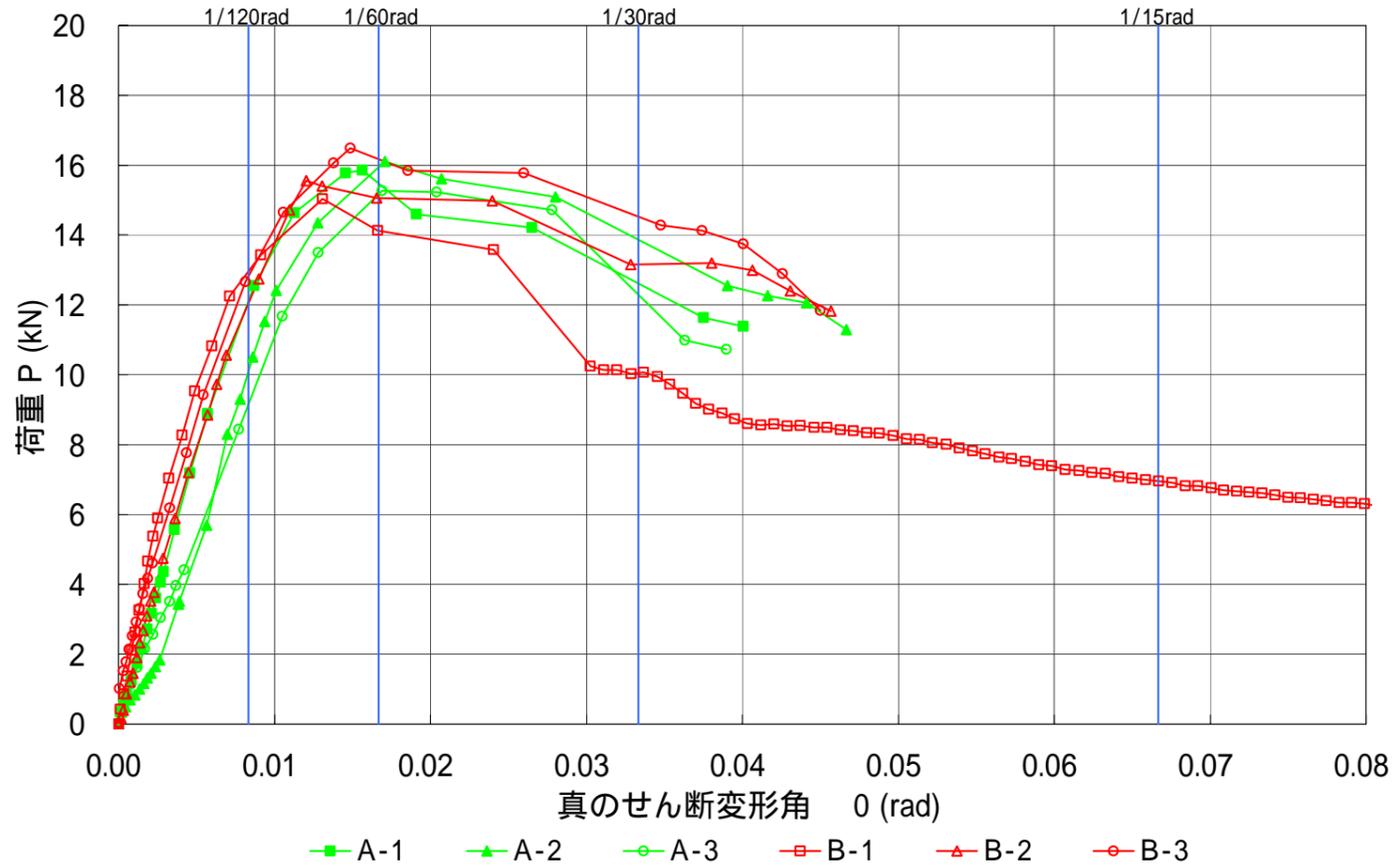
図 3.1 荷重 P-真のせん断変形角曲線

表 3.2 壁倍率算定表

仕様	試験体 名称	最大耐力 P_{max}	初期剛性 K	面積 S	終局耐力 P_u	塑性率 μ	構造特性 係数 D_s	降伏耐力 P_y	終局耐力 $P_u \times (0.2/D_s)$	最大耐力の2/3 $P_{max} \times 2/3$	1/150rad 時の耐力 P_{150}	短期基準 せん断耐力 P_o	短期許容 せん断耐力 P_a	壁倍率
		(kN)	(kN/rad)	(kN· rad)	(kN)			(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(倍)
TYPE-A 軸組:告示 小舞:告示	A-1	15.86	1538.29	0.41	14.32	3.55	0.40	9.34	7.08	10.57	10.07	6.02	4.51	1.26
	A-2	16.10	1226.45	0.46	14.95	3.09	0.44	12.41	6.80	10.73	7.70			
	A-3	15.27	1111.43	0.39	14.82	2.51	0.50	11.67	5.95	10.18	6.80			
	平均	15.74	1292.06	0.42	14.69	3.05	0.45	11.14	6.61	10.50	8.19			
	ばらつき 係数							0.86	0.91	0.97	0.79			
	P_o 算定							9.53	6.02	10.21	6.50			
TYPE-B 軸組:告示 小舞:地域	B-1	15.04	2019.82	0.32	13.77	3.95	0.38	8.41	7.24	10.03	11.68	7.26	5.45	1.52
	B-2	15.55	1549.81	0.51	14.24	4.42	0.36	8.75	7.98	10.37	10.23			
	B-3	16.49	1687.61	0.54	15.26	4.43	0.36	10.01	8.56	10.99	10.89			
	平均	15.69	1752.41	0.46	14.42	4.27	0.36	9.06	7.92	10.46	10.93			
	ばらつき 係数							0.91	0.92	0.95	0.93			
	P_o 算定							8.21	7.26	9.97	10.20			
TYPE-C 軸組:地域 小舞:地域	C-1	14.99	858.20	0.84	14.42	3.87	0.39	7.58	7.90	9.69	6.40	6.43	4.82	1.28
	C-2	14.54	954.14	0.82	13.73	4.63	0.35	9.91	7.90	9.69	6.91			
	C-3	15.32	992.81	0.87	14.73	4.49	0.35	9.98	8.32	10.21	6.80			
	平均	14.95	928.01	0.84	14.29	4.33	0.36	9.21	7.90	9.97	6.70			
	ばらつき 係数							0.86	0.95	0.97	0.96			
	P_o 算定							7.93	7.48	9.71	6.43			

短期許容せん断耐力算定における低減係数 については0.75としてある。

3.3 TYPE-A, B 破壊挙動



破壊の挙動は、1/300rad までに散りまわりで壁土と軸組との隙間（剥離）が確認された。（写真 3.3.1 参照）また隙間が生じた反対側（隅角部）では、軸組が土壁を圧縮し、土壁がその圧縮力によって柱内面から柱間中心に向かって破壊が進行していく。（技術解説書でいう「土壁隅角部の圧縮抵抗」）（写真 3.3.2 参照）その後、隅角部の土壁は厚み方向に膨らんでいく。（写真 3.3.3 参照）

次に、1/150 ~ 1/100rad 時において荒壁面の縦間渡し竹が、柱側から中心に向かってひび割れが生じ（写真 3.3.4 参照）縦貫のひび割れとなった。（写真 3.3.5 参照）その後、頭貫、地貫の水平貫に対してひび割れが生じた。（写真 3.3.6 参照）（技術解説書でいう「貫のこじり抵抗」）

1/100rad までにせん断ひび割れが、中塗り面の中央から発生していった。（写真 3.3.7 参照）1/75rad になると中塗り面は小舞から剥離が生じ、1/50rad では剥落が生じた。（写真 3.3.8 参照）

壁体内部では、間渡し竹が軸組内部に差し込まれているため、土壁と軸組がずれることにより、軸組に差し込まれた間渡し竹がダボ的に抵抗している。（技術解説書でいう「土壁と軸組間での間渡しのダボ的抵抗」）（写真 3.3.9 参照）また、軸組仕口のモーメントによる抵抗、込み栓のせん断抵抗も確認された。（写真 3.3.10 参照）（技術解説書でいう「軸組仕口のモーメント抵抗」）



写真 3.3.1 A-1 土台・軸組みの隙間



写真 3.3.2 A-1 圧縮抵抗によるひび割れ



写真 3.3.3 B-3 厚み方向の膨らみ

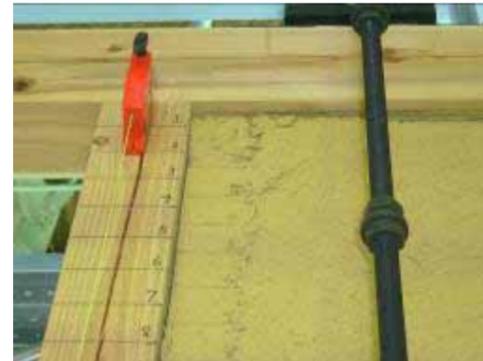


写真 3.3.4 A-1 間渡し竹に沿ったひび割れ



写真 3.3.5 B-2 縦貫に沿ったひび割れ



写真 3.3.6 B-1 水平貫に沿ったひび割れ



写真 3.3.7 B-2 中塗り面のせん断ひび割れ



写真 3.3.8 B-2 中塗り剥落直前

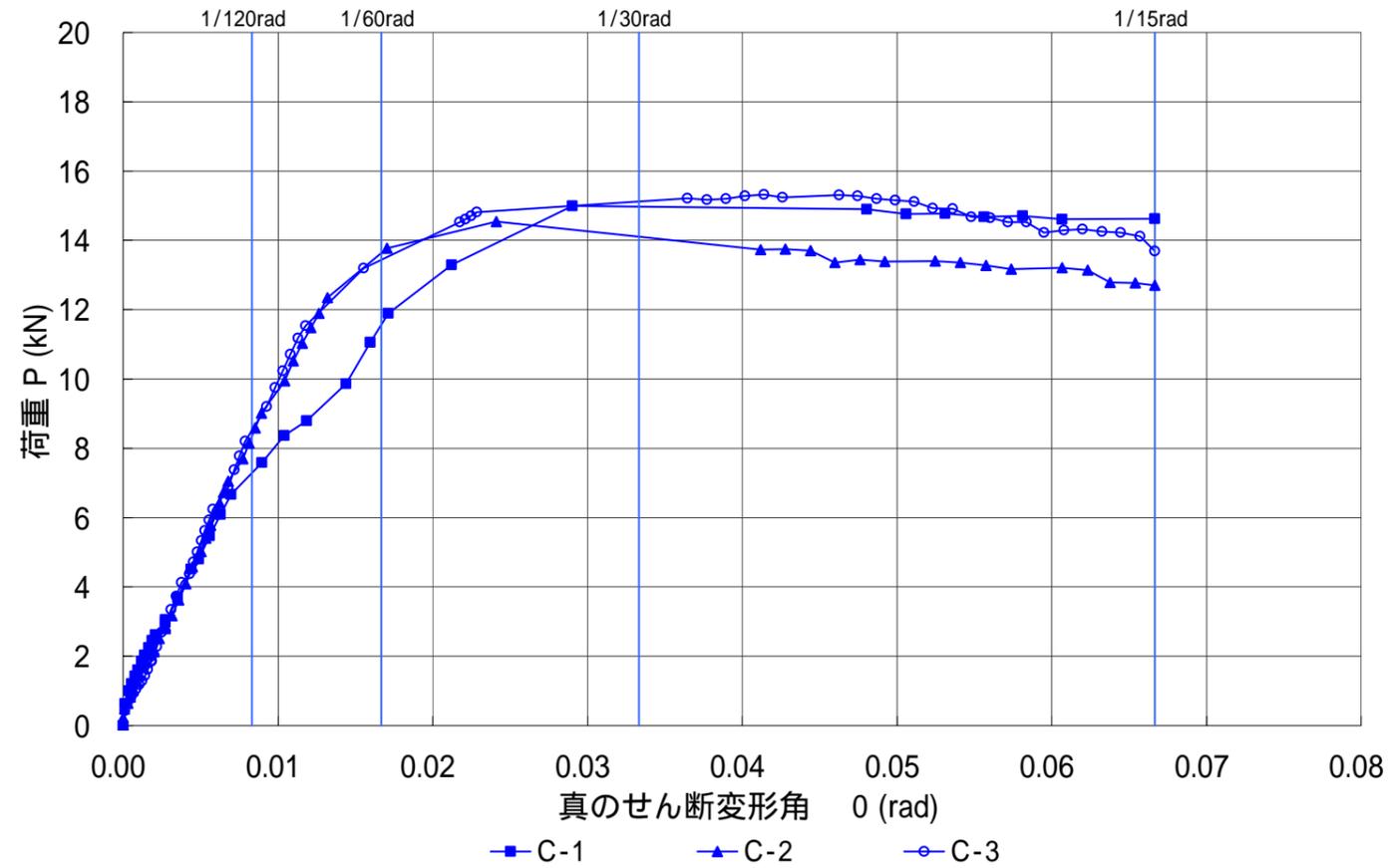


写真 3.3.9 B-3 ダボ的抵抗



写真 3.3.10 B-2 込み栓せん断抵抗

3.4 TYPE-C 破壊挙動



破壊の挙動は、1/200rad までに散りまわりで壁土と軸組との隙間（剥離）が確認された。（写真 3.4.1 参照）また隙間が生じた反対側（隅角部）では、軸組が土塗り壁を圧縮し、土壁塗りがその圧縮力によって柱内面から柱間中心に向かって破壊が進行していく。（技術解説書でいう「土壁隅角部の圧縮抵抗」）（写真 3.4.2 参照）その後、隅角部の土壁は厚み方向に膨らんでいく。（写真 3.4.3 参照）

次に、1/75rad 時において荒壁面の縦間渡し竹が、柱側から中心に向かってひび割れが生じ（写真 3.4.4 参照）1/50rad では荒壁面の水平貫周辺にひび割れが生じた。また、中塗り面の頭貫、地貫の水平貫に対してひび割れが生じた。（写真 3.4.5 参照）（技術解説書でいう「貫のこじり抵抗」）

せん断ひび割れは 1/50rad 以降に、中塗り面および荒壁面で発生した。（写真 3.3.6 参照）壁体内部では、間渡し竹が軸組内部に差し込まれているため、土壁と軸組がずれることにより、軸組に差し込まれた間渡し竹がダボ的に抵抗している。（技術解説書でいう「土壁と軸組間での間渡しのダボ的抵抗」）（写真 3.3.7 参照）また、軸組仕口のモーメントによる抵抗、込み栓のせん断抵抗も確認された。（写真 3.3.8 参照）（技術解説書でいう「軸組仕口のモーメント抵抗」）



写真 3.4.1 C-1 土台-土壁の隙間



写真 3.4.2 C-1 圧縮抵抗



写真 3.4.3 C-3 厚み方向膨らみ



写真 3.4.4 C-1 間渡し竹ひび割れ



写真 3.4.5 C-3 水平貫に沿ったひび割れ



写真 3.4.6 C-1 荒壁面 水平貫付近のひび割れ



写真 3.4.7 C3 ダボ的抵抗

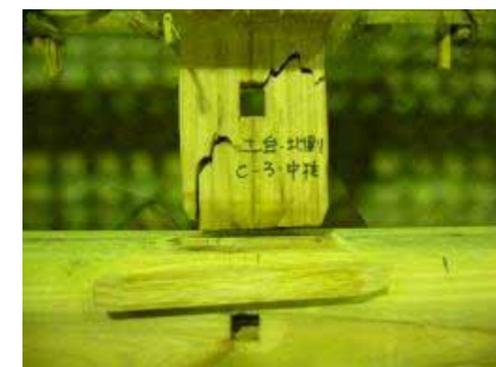


写真 3.4.8 C-3 モーメント抵抗

4 考察

4.1 小舞間隔

小舞の間隔が及ぼす影響について、間渡し竹間に割竹が 7 本のTYPE-A (1771) と、間渡し竹間に割竹が 5 本のType-B (1551) の 2 種類から検討する。図 3.1 より両Typeとも近い曲線図を描いているが、表 3.2 の壁倍率算定表より、降伏耐力 P_y はTYPE-B (1551) の方が 0.86 倍と低くなっている。しかし初期剛性はTYPE-Bの方が高く、1/150rad時には耐力が 1.57 倍となった。このことから小舞間隔は、土塗り壁の接着面に影響し、強度にも関わってくるのがわかる。

4.2 軸組寸法

四国間の地域型である 3 尺+3 尺の軸組 TYPE-C と、告示型の一間である軸組 TYPE-B とで寸法による影響を比較したが、図 3.1 と表 3.2 より初期剛性と面積の差は大きく、TYPE-C はTYPE-B より 1.83 倍の面積を得た。しかし TYPE-C は初期剛性が低く、1/150rad 時の耐力はTYPE-B の 0.61 倍となった。

4.3 破壊挙動

破壊形式は、中塗り面のせん断破壊が先行する破壊 (TYPE-A・B) と先行しない破壊 (TYPE-C) となった。

技術解説書において、「壁土に作用するせん断応力度は、壁中央部で最大となる分布を示す。壁中央のせん断応力度が、その部分の壁土のせん断強度を上回ると壁土はせん断破壊する。TYPE-C の場合は、半間となるため、土壁隅角部圧縮力による抵抗と貫のこじりによる抵抗に比べ壁土のせん断耐力は高いため、土壁はせん断破壊をしない。壁長が 1 間 (TYPE-A, B) は、壁中央のせん断応力度は壁長の 2 乗にほぼ比例するため、壁中央のせん断応力度が壁土のせん断強度を上回るためにせん断ひび割れが生じる。」と解説されている。

今回の実験においては破壊過程を整理すると以下の通りとなる。

中塗り面のせん断破壊が先行する破壊 (TYPE-A・B) では、

散り部分の壁土が軸組と剥離する (1/300rad)

隅角部の壁土に数ミリ程度の範囲で圧壊が始まる

隅角部の壁土が厚み方向に膨らみ始める

荒壁面の間渡し竹のひび割れ、さらに縦貫のひび割れ (1/150 ~ 1/100)

水平貫に沿ったひび割れ

中塗り面にせん断ひび割れの発生 (1/100rad)

中塗りが浮き始める

中塗りが剥落する (1/50rad)

という順序で破壊が進行していく。

中塗り面のせん断破壊が先行しない破壊 (TYPE-C) では、
 散り部分の壁土が軸組と剥離する(1/200rad)
 隅角部の壁土に数ミリ程度の範囲で圧壊が始まる
 隅角部の壁土が厚み方向に膨らみ始める
 荒壁面の間渡し竹のひび割れ、さらに縦貫のひび割れ
 (1/75rad)
 水平貫に沿ったひび割れ(1/50rad)
 中塗り面にせん断ひび割れの発生(1/50rad 以降)
 中塗りが浮き始める
 という順序で破壊が進行していく。



写真 4.3.1 縦貫・間渡し竹のひび割れ



写真 4.3.2 柱-土台隅角部の圧縮

TYPE-A・B から、小舞間隔の違いによる土塗壁の破壊進行に大きな差は見られなかった。最終引き込み時には、荒壁側では

間渡し竹や水平貫・縦貫にひび割れがあり (写真 4.3.1) 隅角部は圧壊して一部が剥がれ (写真 4.3.2) 中塗り側ではせん断亀裂が生じて剥がれ落ちた(写真 4.3.3)。

軸組による差は、破壊が進行していく様子は同じだが、TYPE-C だけ変形角が大きくなると現れなかった。そのため、TYPE-A, B ほど土塗り壁が剥がれ落ちることもなかった (写真 4.3.4)。



写真 4.3.3 TYPE-A,B せん断破壊

これらより地域型の TYPE-C は、最大荷重到達後も荷重は低下しにくく、せん断破壊も先行しないことが確認できた。せん断破壊がするかしらないかで、変形性状も大きく変化してくると考えられる。

以下に、技術解説書(pp.117-119)に解説されてある壁土のせん断破壊が先行しない破壊形式の抵抗機構のモデル化を記載

しておく。



写真 4.3.4 Type-C せん断亀裂

土壁隅角部の圧縮抵抗

軸組の仕口が先行破壊しない時、軸組は水平力を受けると平行四辺形に変形する。その時、軸組内にはさみ込まれた土塗り壁は、軸組のように平行四辺形にはならず、殆ど長方形の原形をとどめる。そのため、軸組と土塗り壁の間では、変形が一致せず、貫を含んだ軸組が土壁を圧縮し、土塗り壁がその圧縮力により破壊している。(写真 4.3.2 参照)

貫のこじりによる抵抗

変形がさらに進むと貫に沿ったひび割れが生じる。貫に沿ったひび割れは、土塗り壁に埋め込まれた貫が回転することにより、貫が土塗り壁を割裂き、土塗り壁が厚み方向に膨らむ

ことにより、ひび割れが生じるものであり、その部分では、魚を 3 枚におろす時に、包丁（貫に相当する）を入れたかのように、土塗り壁が小舞を境に裏と表で剥離する。

実験後に解体すると、土台や横架材には、土壁隅角部の圧縮抵抗により写真 4.3.5 のように小舞のめり込み跡が見られる。

土壁と軸組間での間渡しのダボ的抵抗

土壁と軸組の境界では、間渡しが軸組に差し込まれている。即ち、土壁と軸組がずれることにより、軸組に差し込まれた間渡しがダボ的に抵抗し、写真 4.3.6 のように土塗り壁と軸組との境界で間渡しが、曲がりながら抵抗している。

軸組仕口のモーメント抵抗



写真 4.3.5 割り竹の軸組へのめり込み



写真 4.3.6 間渡し竹折れ

5 まとめ

本研究を通して以下のことが明らかとなった。

小舞間隔が破壊性状に及ぼす影響の差は見られなかった。

施工面では、TYPE-B,C (割竹間隔の粗い) の小舞下地の方が、施工時間が TYPE-A (割竹間隔の細かい) の 65% に短縮して行える。また材料の歩留まりも良い。

軸組の違いによる影響については、一間壁(TYPE-A,B)より 3 尺 + 3 尺壁(TYPE-C)の方が吸収エネルギーで 1.83 倍と耐震性に優れている。TYPE-C については土塗り壁が分割されることによって、壁土のせん断強度を上回ることがないためせん断破壊が先行しない。初期剛性、最大耐力および最大耐力となる変位は 1 間壁(TYPE-C)が優れている。

壁倍率決定要因は、Type-A ,B が構造特性係数で、Type-C は 1/150rad 時の耐力であった。

6 参考資料

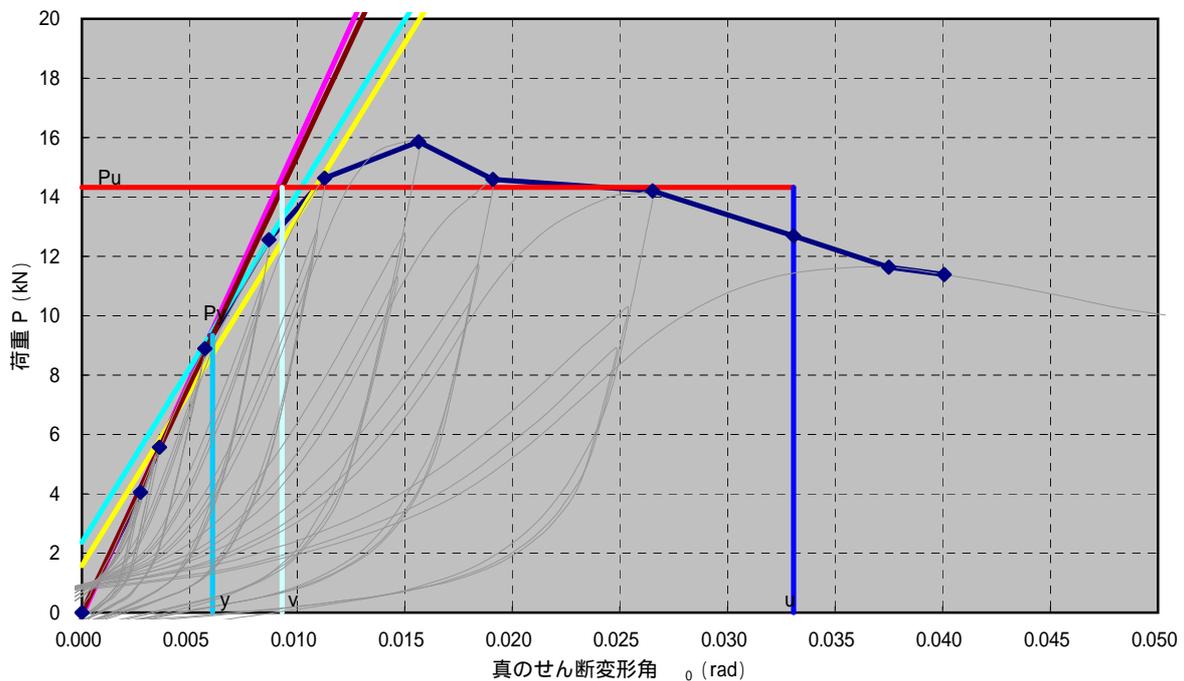
6.1 実大面内せん断試験結果

TypeA-1試験体_軸組:1間_小舞:告示

試験条件	
試験日	2007/2/2
室温 ()	12.9
湿度 (%)	31.0

測定結果		
最大耐力 P_{max}	(kN)	15.86
最大耐力時の変形 $\delta_{P_{max}}$	($\times 10^{-3}$ rad)	15.64
降伏耐力 P_y	(kN)	9.34
降伏耐力時の変形 δ_y	($\times 10^{-3}$ rad)	6.07
初期剛性 K	(kN/rad)	1538.29
1/150(rad)時の耐力 P_{150}	(kN)	10.07
終局変形 δ_u	($\times 10^{-3}$ rad)	33.07
面積 S	(kN·rad)	0.41
終局耐力 P_u	(kN)	14.32
降伏点変形 δ_v	($\times 10^{-3}$ rad)	9.31
塑性率 μ		3.55
構造特性係数 D_s		0.40

項目	横架材	柱1	柱2	土台	貫	楔	込み栓	小舞	荒壁	大直し	中塗	裏返し
樹種 等級	甲2	乙2	乙2	乙2	-	-	-	-	-	-	-	-
平均含水率 (%)	25.00	20.75	26.5	28.50	-	-	-	-	-	-	-	-
年輪密度 (本/cm)	3	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-
密度 (g/cm^3)	0.38	0.38	0.41	0.37	-	-	-	-	-	-	-	-
重量 (kg)	20.35	11.21	12.04	9.91	6.21	0.25	0.11	15.35	431.68			
平均塗厚 (mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	16.15	15.86	12.53	29.46



◆ 包絡線
 — 第直線
 — 第直線
 — 第直線
 — 第直線
 — 第直線
— 第直線
 — 終局変位 u
 — 降伏変位 y
 — 降伏点変位 v
 — 荷重-変形角曲線

荷重-真のせん断変形角変形角曲線

軸組・土塗壁破壊状況



図 A-1_1



図 A-1_3



図 A-1_5



図 A-1_7



図 A-1_9



図 A-1_2



図 A-1_4



図 A-1_6



図 A-1_8



図 A-1_10

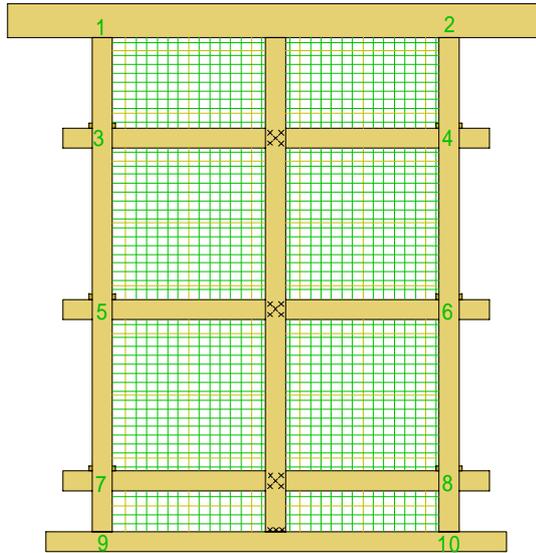


図 A-1_11 荒壁側



図 A-1_12 中塗側

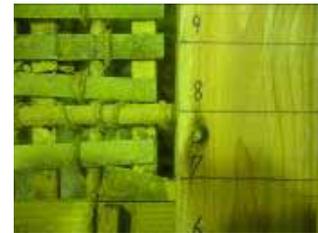


図 A-1_13 間渡竹



图 a-1.1 荒壁側 1/150rad



图 a-1.2 中塗側 1/150rad



图 a-1.3 荒壁側 1/150rad



图 a-1.4 中塗側 1/100rad



图 a-1.5 荒壁側 最終引込



图 a-1.6 中塗側 最終引込



图 a-1.7 荒壁側 最終引込



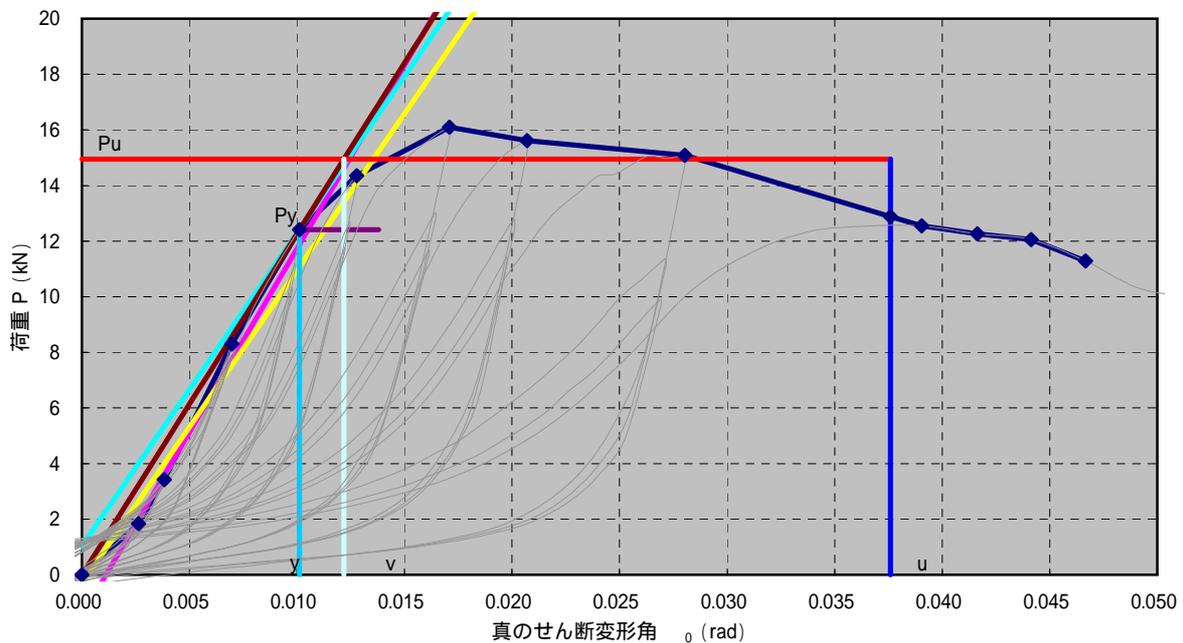
图 a-1.8 中塗側 最終引込

TypeA-2試験体_軸組:1間_小舞:告示

試験条件	
試験日	2007/2/1
室温 ()	12.4
湿度 (%)	39.0

測定結果	
最大耐力 P_{max}	(kN) 16.10
最大耐力時の変形 $\delta_{P_{max}}$	($\times 10^{-3}$ rad) 17.09
降伏耐力 P_y	(kN) 12.41
降伏耐力時の変形 δ_y	($\times 10^{-3}$ rad) 10.12
初期剛性 K	(kN/rad) 1226.45
1/150(rad)時の耐力 P_{150}	(kN) 7.70
終局変形 δ_u	($\times 10^{-3}$ rad) 37.60
面積 S	(kN·rad) 0.46
終局耐力 P_u	(kN) 14.95
降伏点変形 δ_v	($\times 10^{-3}$ rad) 12.19
塑性率 μ	3.09
構造特性係数 D_s	0.44

項目	横架材	柱1	柱2	土台	貫	楔	込み柱	小舞	荒壁	大直し	中塗	裏返し
樹種 等級	甲2	乙2	乙2	乙2	-	-	-	-	-	-	-	-
平均含水率 (%)	29.00	22.75	23.75	23.50	-	-	-	-	-	-	-	-
年輪密度 (本/cm)	2	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-
密度 (g/cm^3)	0.39	0.39	0.38	0.39	-	-	-	-	-	-	-	-
重量 (kg)	20.99	11.26	11.19	10.50	6.71	0.24	0.11	15.91	444.39			
平均塗厚 (mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	16.68	15.73	11.83	27.72



- ◆ 包絡線
- 第 直線
- 終局変位 u
- 降伏変位 y
- 降伏点変位 v
- 荷重-変形角曲線

荷重-真のせん断変形角曲線

軸組・土塗壁破壊状況



図 A-2.1



図 A-2.2



図 A-2.3



図 A-2.4



図 A-2.5

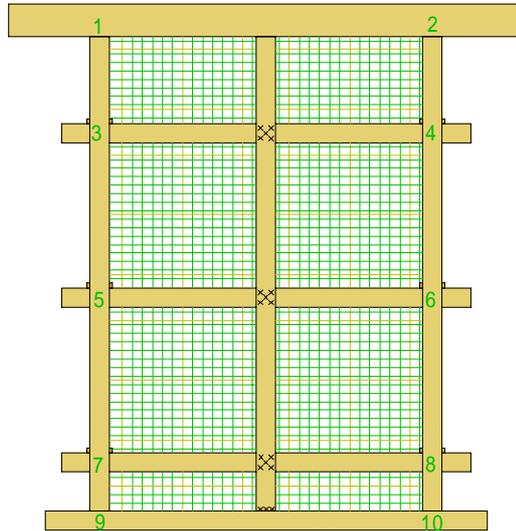


図 A-2.6



図 A-2.7



図 A-2.8



図 A-2.9



図 A-2.10



図 A-2.11 荒壁側



図 A-2.12 中塗側



図 A-2.13 間渡竹



图 a-2.1 荒壁側 1/150rad



图 a-2.2 中塗側 1/450rad



图 a-2.3 荒壁側 1/150rad



图 a-2.4 中塗側 1/150rad



图 a-2.5 荒壁側 最終引込



图 a-2.6 中塗側 最終引込



图 a-2.7 荒壁側 最終引込



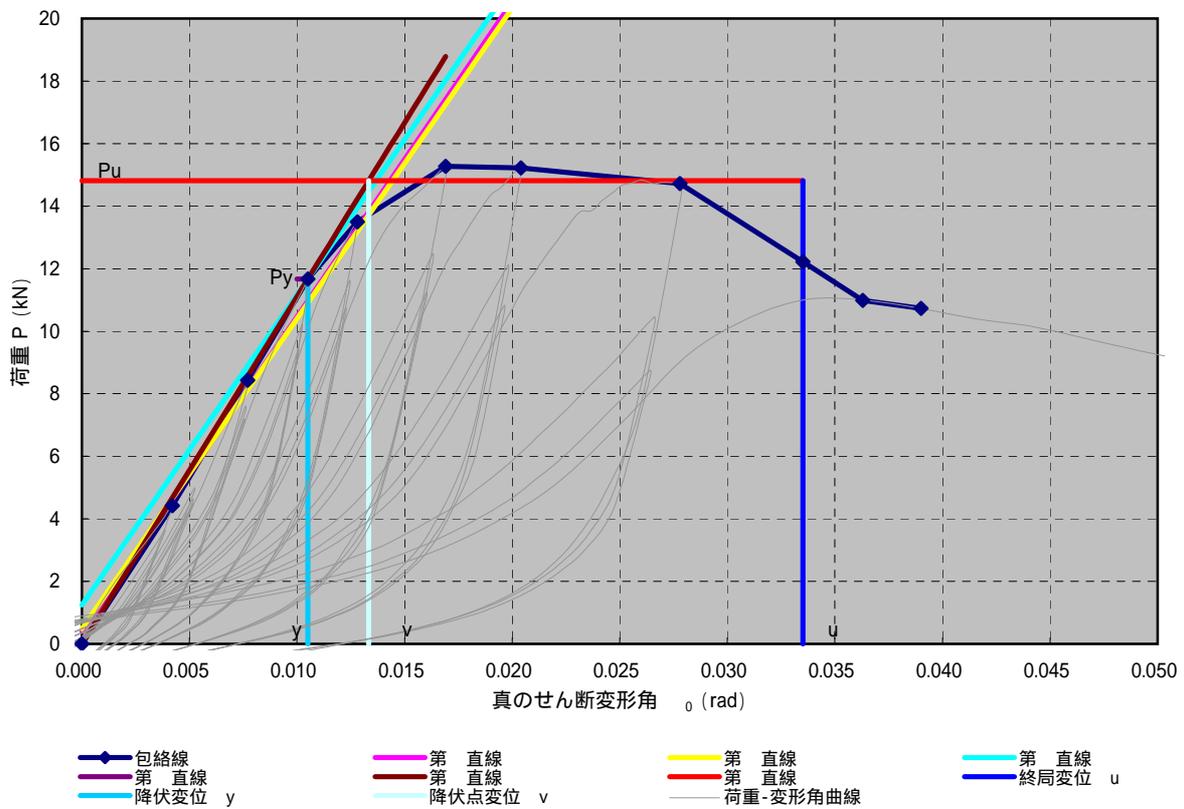
图 a-2.8 中塗側 最終引込

TypeA-3試験体_軸組:1間_小舞:告示

試験条件	
試験日	2007/1/30
室温 ()	18.2
湿度 (%)	40.0

測定結果		
最大耐力 P_{max}	(kN)	15.27
最大耐力時の変形 $\delta_{P_{max}}$	($\times 10^{-3}$ rad)	16.90
降伏耐力 P_y	(kN)	11.67
降伏耐力時の変形 δ_y	($\times 10^{-3}$ rad)	10.50
初期剛性 K	(kN/rad)	1111.43
1/150(rad)時の耐力 P_{150}	(kN)	6.80
終局変形 δ_u	($\times 10^{-3}$ rad)	33.51
面積 S	(kN·rad)	0.39
終局耐力 P_u	(kN)	14.82
降伏点変形 δ_v	($\times 10^{-3}$ rad)	13.33
塑性率 μ		2.51
構造特性係数 D_s		0.50

項目	横架材	柱1	柱2	土台	貫	楔	込み栓	小舞	荒壁	大直し	中塗	裏返し
樹種 等級	甲2	乙2	乙2	乙2	-	-	-	-	-	-	-	-
平均含水率 (%)	33.25	22.25	20.50	23.25	-	-	-	-	-	-	-	-
年輪密度 (本/cm)	2	2	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-
密度 (g/cm^3)	0.46	0.36	0.37	0.35	-	-	-	-	-	-	-	-
重量 (kg)	24.44	10.51	10.75	9.46	6.35	0.24	0.11	15.72	430.26			
平均塗厚 (mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	16.47	15.41	12.39	29.44



荷重-真のせん断変形角曲線

軸組・土塗壁破壊状況



図 A-3.1



図 A-3.3



図 A-3.5



図 A-3.7



図 A-3.9



図 A-3.2



図 A-3.4



図 A-3.6



図 A-3.8



図 A-3.10

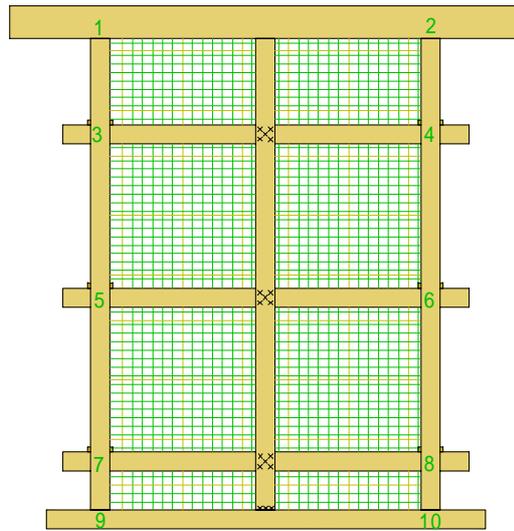


図 A-3.11 荒壁側



図 A-3.12 中塗側



図 A-3.13 間渡竹



图 a-3.1 荒壁側 1/600rad



图 a-3.2 中塗側 1/600rad

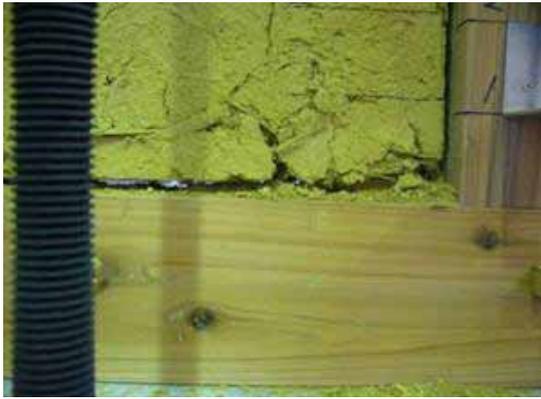


图 a-3.3 荒壁側 1/150rad



图 a-3.4 中塗側 1/150rad



图 a-3.5 荒壁側 最終引込



图 a-3.6 中塗側 最終引込



图 a-3.7 荒壁側 最終引込



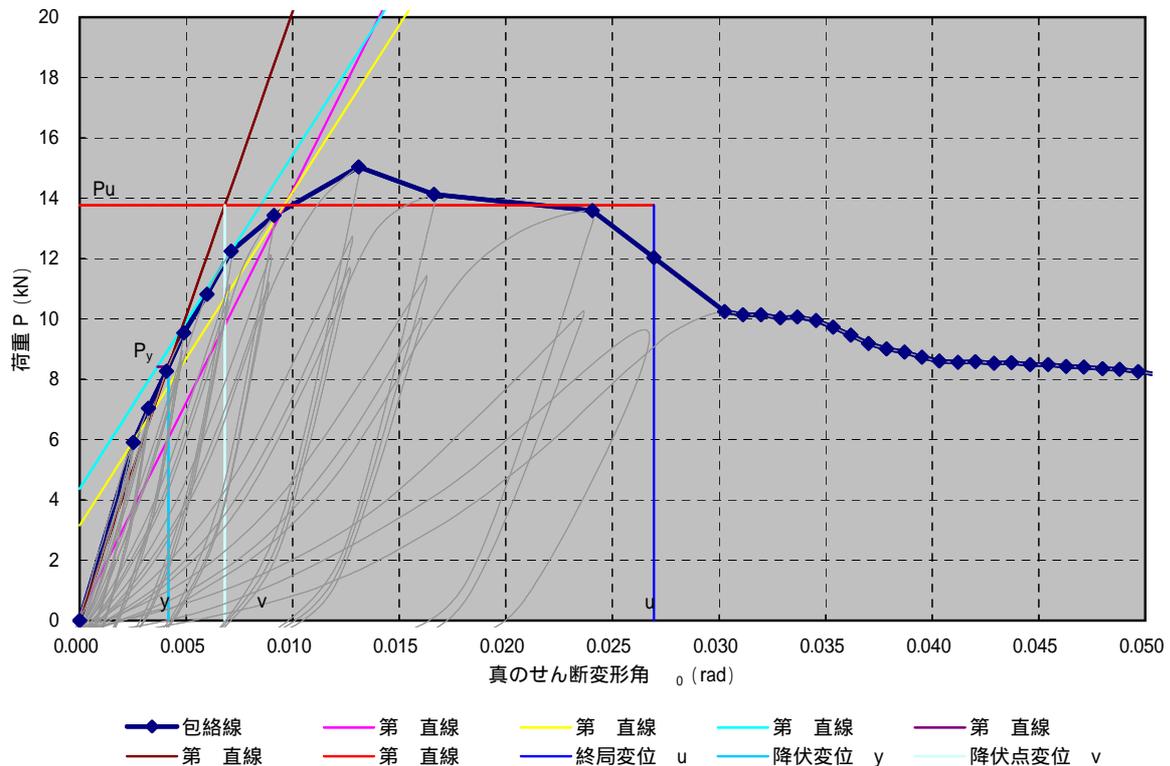
图 a-3.8 中塗側 最終引込

TypeB-1試験体_軸組:1間_小舞:地域

試験条件	
試験日	2007/1/23
室温 ()	12.5
湿度 (%)	36.0

測定結果		
最大耐力 P_{max}	(kN)	15.04
最大耐力時の変形 δ_{Pmax}	($\times 10^{-3}$ rad)	13.10
降伏耐力 P_y	(kN)	8.41
降伏耐力時の変形 δ_y	($\times 10^{-3}$ rad)	4.16
初期剛性 K	(kN/rad)	2019.82
1/150(rad)時の耐力 P_{150}	(kN)	11.68
終局変形 δ_u	($\times 10^{-3}$ rad)	26.95
面積 S	(kN·rad)	0.32
終局耐力 P_u	(kN)	13.77
降伏点変形 δ_v	($\times 10^{-3}$ rad)	6.82
塑性率 μ		3.95
構造特性係数 D_s		0.38

項目	横架材	柱1	柱2	土台	貫	楔	込み栓	小舞	荒壁	大直し	中塗	裏返し
樹種 等級	甲2	乙2	乙2	乙2	-	-	-	-	-	-	-	-
平均含水率 (%)	24.50	19.50	27.00	19.00	-	-	-	-	-	-	-	-
年輪密度 (本/cm)	3	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-
密度 (g/cm^3)	0.33	0.38	0.38	0.37	-	-	-	-	-	-	-	-
重量 (kg)	17.45	11.18	11.00	9.97	6.22	0.24	0.12	13.18				412.79
平均塗厚 (mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	17.59	12.18	15.46	24.98



軸組・土塗壁破壊状況



図 B-1_1



図 B-1_2



図 B-1_3



図 B-1_4



図 B-1_5



図 B-1_6



図 B-1_7



図 B-1_8



図 B-1_9



図 B-1_10

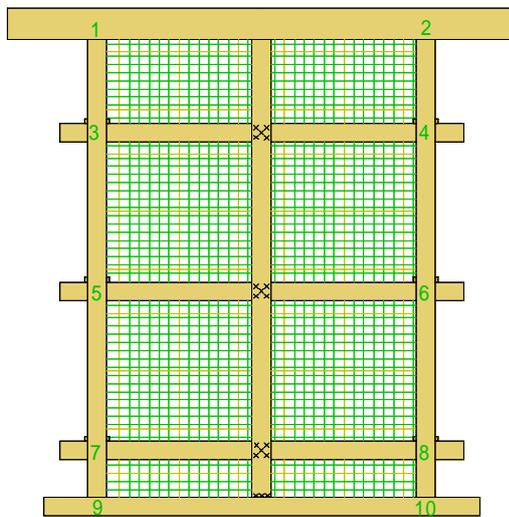


図 B-1_11 荒壁側



図 B-1_12 中塗側



図 B-1_13 間渡竹



图 b-1_1 荒壁側 1/600rad



图 b-1_2 中塗側 1/150rad



图 b-1_3 荒壁側 1/150rad



图 b-1_4 中塗側 1/100rad



图 b-1_5 荒壁側 最終引込



图 b-1_6 中塗側 最終引込



图 b-1_7 荒壁側 最終引込



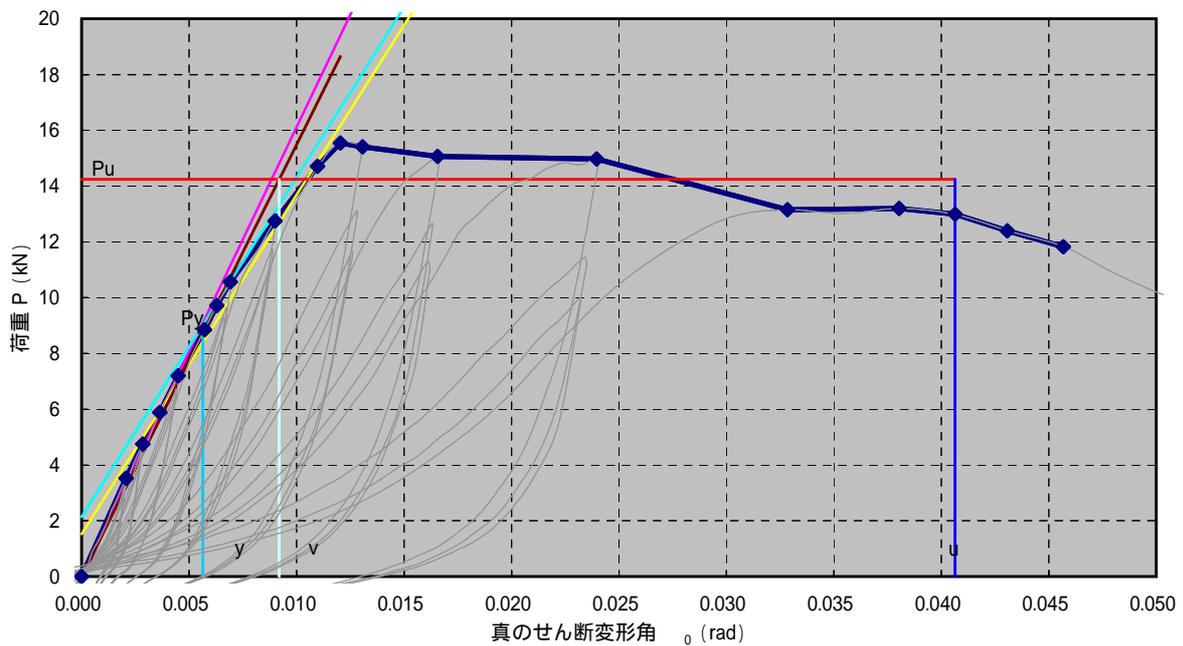
图 b-1_8 中塗側 最終引込

TypeB-2試験体_軸組:1間_小舞:地域

試験条件	
試験日	2007/1/25
室温 ()	15.2
湿度 (%)	39.0

測定結果		
最大耐力 P_{max}	(kN)	15.55
最大耐力時の変形 $\delta_{P_{max}}$	($\times 10^{-3}$ rad)	12.04
降伏耐力 P_y	(kN)	8.75
降伏耐力時の変形 δ_y	($\times 10^{-3}$ rad)	5.65
初期剛性 K	(kN/rad)	1549.81
1/150(rad)時の耐力 P_{150}	(kN)	10.23
終局変形 δ_u	($\times 10^{-3}$ rad)	40.65
面積 S	(kN·rad)	0.51
終局耐力 P_u	(kN)	14.24
降伏点変形 δ_v	($\times 10^{-3}$ rad)	9.19
塑性率 μ		4.42
構造特性係数 D_s		0.36

項目	横架材	柱1	柱2	土台	貫	楔	込み栓	小舞	荒壁	大直し	中塗	裏返し
樹種 等級	甲2	乙2	乙2	乙2	-	-	-	-	-	-	-	-
平均含水率 (%)	21.75	25.00	19.75	25.75	-	-	-	-	-	-	-	-
年輪密度 (本/cm)	2	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-
密度 (g/cm ³)	0.33	0.38	0.36	0.37	-	-	-	-	-	-	-	-
重量 (kg)	17.51	11.12	10.47	9.80	6.53	0.24	0.11	13.18				433.51
平均塗厚 (mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	15.55	13.06	17.09	26.24



荷重-真のせん断変形角曲線

軸組・土塗壁破壊状況

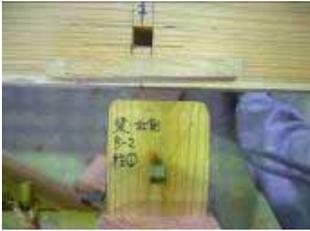


図 B-2_1



図 B-2_2



図 B-2_3



図 B-2_4



図 B-2_5

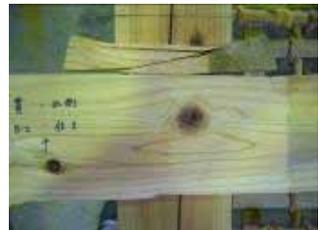
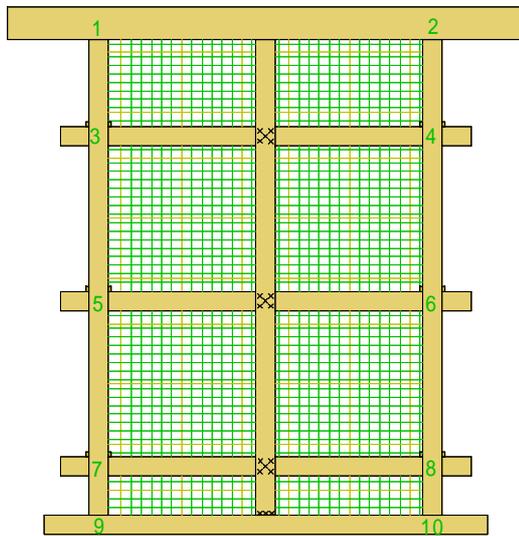


図 B-2_6



図 B-2_7

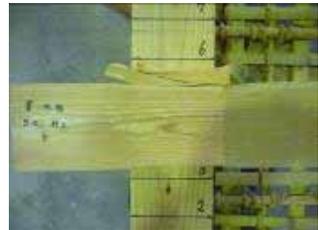


図 B-2_8



図 B-2_9

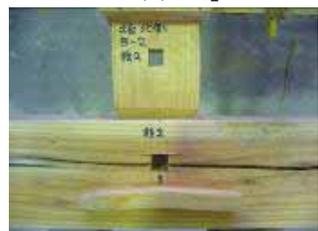


図 B-2_10



図 B-2_11 荒壁側



図 B-2_12 中塗側



図 B-2_13 間渡竹



图 b-2-1 荒壁側 1/450rad



图 b-2-2 中塗側 1/200rad



图 b-2-3 荒壁側 1/150rad



图 b-2-4 中塗側 1/100rad



图 b-2-5 荒壁側 最終引込



图 b-2-6 中塗側 最終引込



图 b-2-7 荒壁側 最終引込



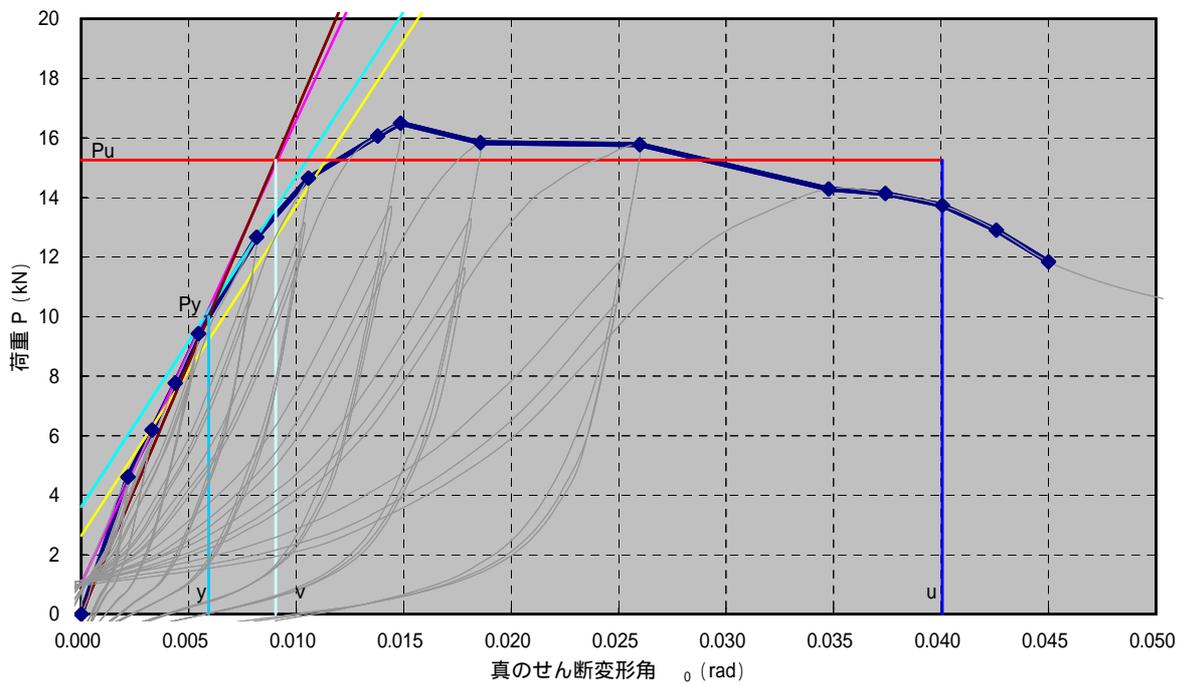
图 b-2-8 中塗側 最終引込

TypeB-3試験体_軸組:1間_小舞:地域

試験条件	
試験日	2007/1/26
室温 ()	17.8
湿度 (%)	45.0

測定結果		
最大耐力 P_{max}	(kN)	16.49
最大耐力時の変形 $\delta_{P_{max}}$	($\times 10^{-3}$ rad)	14.86
降伏耐力 P_y	(kN)	10.01
降伏耐力時の変形 δ_y	($\times 10^{-3}$ rad)	5.93
初期剛性 K	(kN/rad)	1687.61
1/150(rad)時の耐力 P_{150}	(kN)	10.89
終局変形 δ_u	($\times 10^{-3}$ rad)	40.06
面積 S	(kN·rad)	0.54
終局耐力 P_u	(kN)	15.26
降伏点変形 δ_v	($\times 10^{-3}$ rad)	9.04
塑性率 μ		4.43
構造特性係数 D_s		0.36

項目	横架材	柱1	柱2	土台	貫	楔	込み栓	小舞	荒壁	大直し	中塗	裏返し
樹種 等級	甲2	乙2	乙2	乙2	-	-	-	-	-	-	-	-
平均含水率 (%)	26.50	22.75	23.25	28.75	-	-	-	-	-	-	-	-
年輪密度 (本/cm)	2	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-
密度 (g/cm^3)	0.37	0.40	0.39	0.42	-	-	-	-	-	-	-	-
重量 (kg)	19.63	11.59	11.46	11.22	6.23	0.23	0.11	12.55				474.86
平均塗厚 (mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	15.34	13.81	16.12	29.61



- ◆ 包絡線
- 第 直線 (magenta)
- 第 直線 (yellow)
- 第 直線 (cyan)
- 降伏変位 y
- 降伏点変位 v
- 荷重-変形角曲線
- 終局変位 u

荷重-真のせん断変形角曲線

軸組・土塗壁破壊状況



図 B-3_1



図 B-3_2



図 B-3_3



図 B-3_4



図 B-3_5

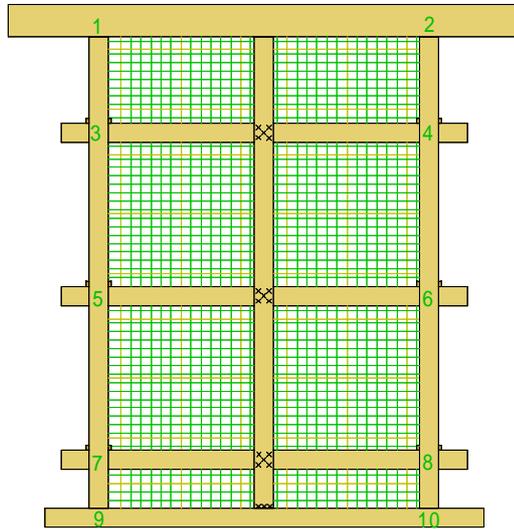


図 B-3_6



図 B-3_7



図 B-3_8



図 B-3_9



図 B-3_10



図 B-3_11 荒壁側



図 B-3_12 中塗側



図 B-3_13 間渡竹

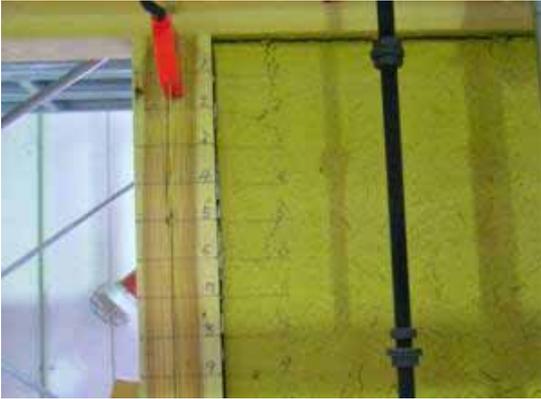


图 b-3_1 荒壁側 1/300rad



图 b-3_2 中塗側 1/600rad



图 b-3_3 荒壁側 1/150rad



图 b-3_4 中塗側 1/100rad

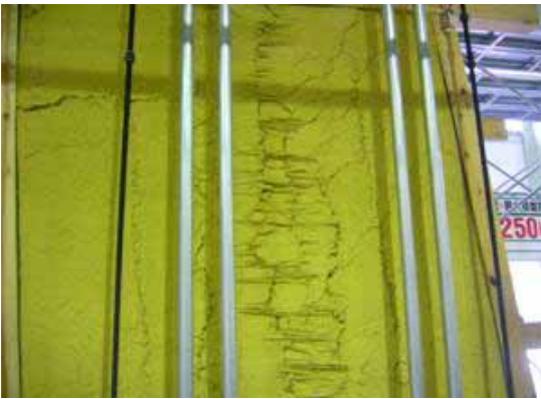


图 b-3_5 荒壁側 最終引込



图 b-3_6 中塗側 最終引込



图 b-3_7 荒壁側 最終引込



图 b-3_8 中塗側 最終引込

TypeC-1試験体_軸組:3尺+3尺_小舞:地域

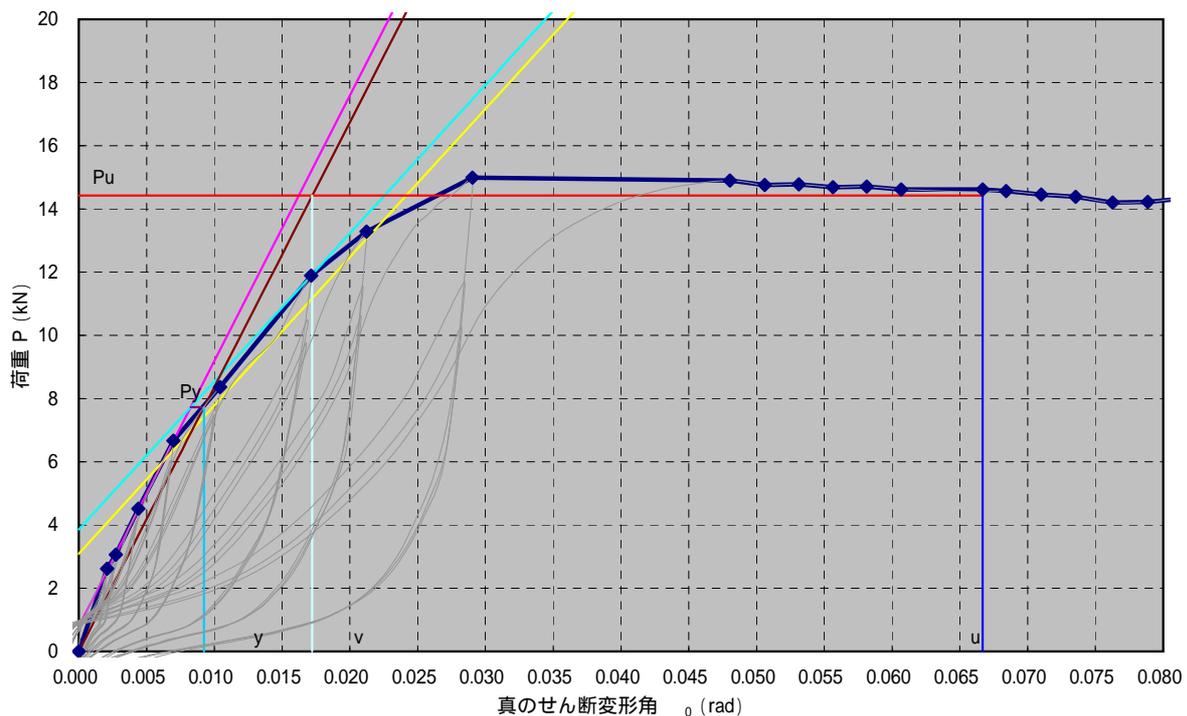
試験条件

試験日	2007/2/3
室温 ()	12.8
湿度 (%)	44.0

測定結果

最大耐力 P_{max}	(kN)	14.99
最大耐力時の変形 $\delta_{P_{max}}$	($\times 10^{-3}$ rad)	29.04
降伏耐力 P_y	(kN)	7.58
降伏耐力時の変形 δ_y	($\times 10^{-3}$ rad)	8.83
初期剛性 K	(kN/rad)	858.20
1/150(rad)時の耐力 P_{150}	(kN)	6.40
終局変形 δ_u	($\times 10^{-3}$ rad)	66.67
面積 S	(kN·rad)	0.84
終局耐力 P_u	(kN)	14.42
降伏点変形 δ_v	($\times 10^{-3}$ rad)	17.23
塑性率 μ		3.87
構造特性係数 D_s		0.39

項目	横架材	柱1	柱2	柱3	土台	貫	楔	込み栓	小舞	荒壁	大直し	中塗	裏返し
樹種 等級	甲2	乙2	乙2	乙2	乙2	-	-	-	-	-	-	-	-
平均含水率 (%)	35.00	23.75	25.40	23.75	19.25	-	-	-	-	-	-	-	-
年輪密度 (本/cm)	2	3	3	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-
密度 (g/cm^3)	0.42	0.40	0.39	0.53	0.37	-	-	-	-	-	-	-	-
重量 (kg)	23.80	15.89	16.82	15.41	12.51	4.74	0.18	0.15	13.05				459.95
平均塗厚 (mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18.11	10.12	19.08	30.50



◆ 包絡線
 — 第直線
 — 第直線
 — 第直線
 — 第直線
 — 第直線
— 第直線
 | 終局変位 u
 | 降伏変位 y
 | 降伏点変位 v
 — 荷重-変形角曲線

軸組・土塗壁破壊状況



図 C-1_1



図 C-1_2



図 C-1_3



図 C-1_4

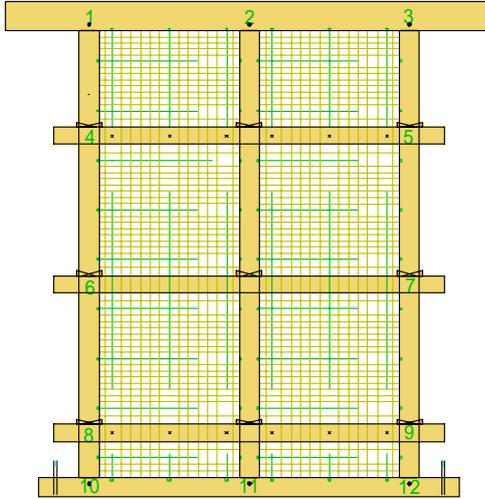


図 C-1_5



図 C-1_6



図 C-1_7



図 C-1_8



図 C-1_9



図 C-1_10



図 C-1_11

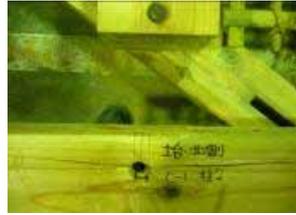


図 C-1_12



図 C-1_13 荒壁側



図 C-1_14 中塗側



図 C-1_15 間渡竹



图 c-1_1 荒壁側 1/600rad



图 c-1_2 中塗側 1/600rad



图 c-1_3 荒壁側 1/150rad



图 c-1_4 中塗側 1/50rad

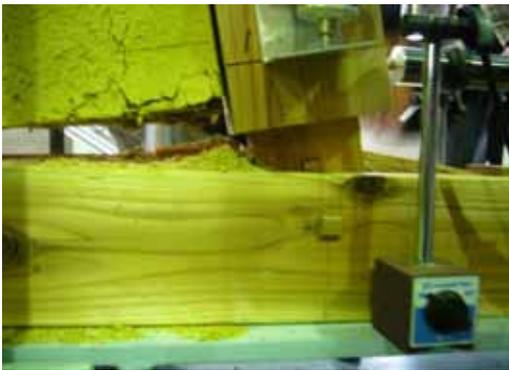


图 c-1_5 荒壁側 最終引込



图 c-1_6 中塗側 最終引込



图 c-1_7 荒壁側 最終引込



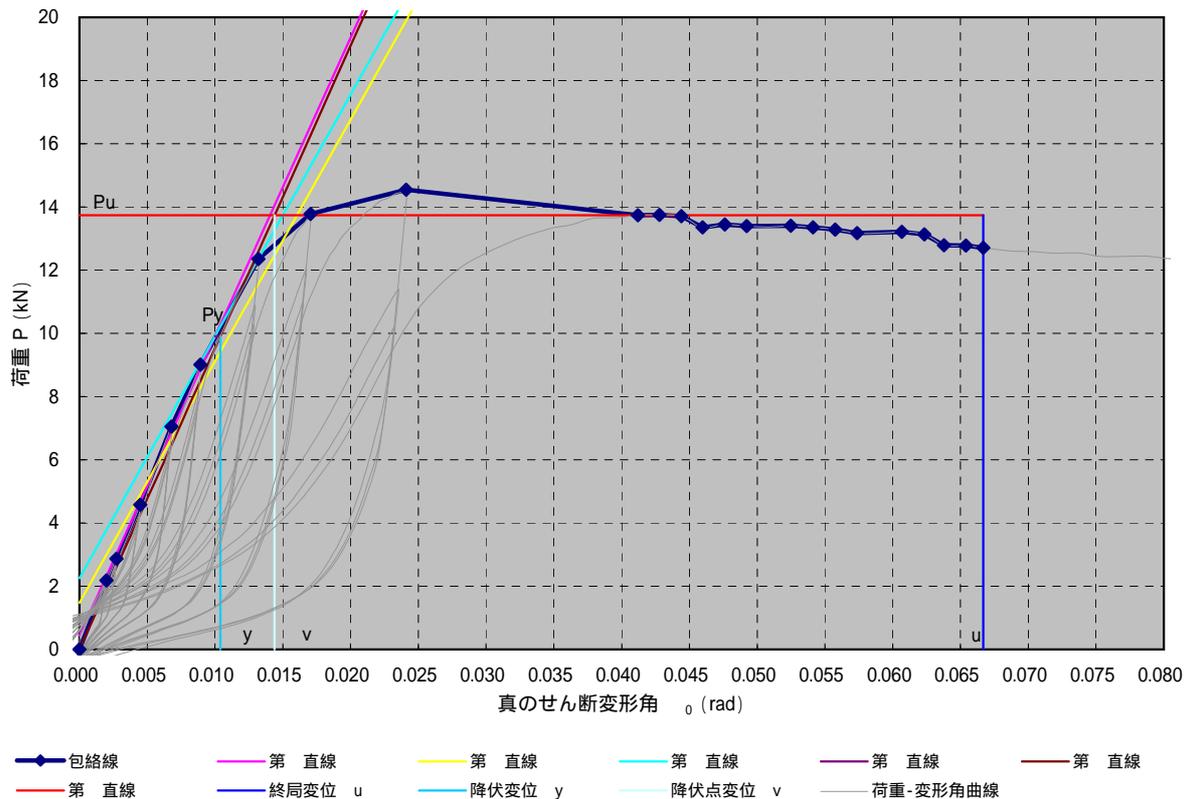
图 c-1_8 中塗側 最終引込

TypeC-2試験体_軸組:3尺+3尺_小舞:地域

試験条件	
試験日	2007/2/7
室温 ()	16.3
湿度 (%)	34.0

測定結果	
最大耐力 P_{max}	(kN) 14.54
最大耐力時の変形 $\delta_{P_{max}}$	($\times 10^{-3}$ rad) 24.11
降伏耐力 P_y	(kN) 9.91
降伏耐力時の変形 δ_y	($\times 10^{-3}$ rad) 10.39
初期剛性 K	(kN/rad) 954.14
1/150(rad)時の耐力 P_{150}	(kN) 6.91
終局変形 δ_u	($\times 10^{-3}$ rad) 66.67
面積 S	(kN·rad) 0.82
終局耐力 P_u	(kN) 13.73
降伏点変形 δ_y	($\times 10^{-3}$ rad) 14.39
塑性率 μ	4.63
構造特性係数 D_s	0.35

項目	横架材	柱1	柱2	柱3	土台	貫	楔	込み栓	小舞	荒壁	大直し	中塗	裏返し
樹種 等級	甲2	乙2	乙2	乙2	乙2	-	-	-	-	-	-	-	-
平均含水率 (%)	27.75	25.50	20.50	20.50	22.00	-	-	-	-	-	-	-	-
年輪密度 (本/cm)	2	1	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-
密度 (g/cm^3)	0.42	0.37	0.37	0.37	0.47	-	-	-	-	-	-	-	-
質量 (kg)	22.34	14.13	14.03	14.03	13.69	4.43	0.17	0.18	13.07	455.76			
平均塗厚 (mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.88	13.71	18.82	28.67



軸組・土塗壁破壊状況



図 C-2_1

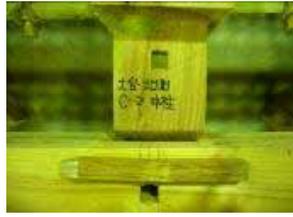


図 C-2_2

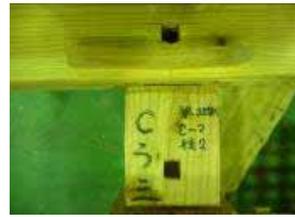


図 C-2_3



図 C-2_4

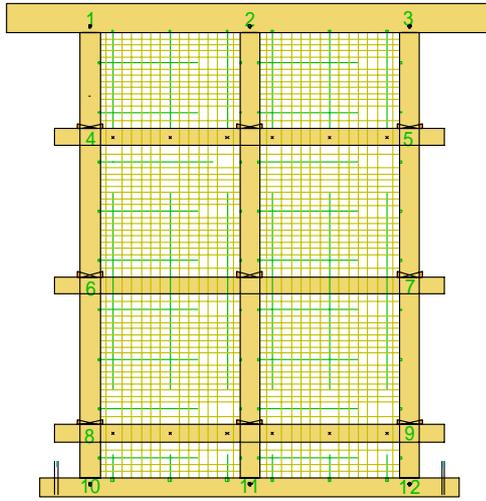


図 C-2_5



図 C-2_6



図 C-2_7



図 C-2_8



図 C-2_9



図 C-2_10



図 C-2_11



図 C-2_12



図 C-2_13 荒壁側



図 C-2_14 中塗側



図 C-2_15 間渡竹



图 c-2.1 荒壁側 1/450rad



图 c-2.2 中塗側 1/600rad



图 c-2.3 荒壁側 1/150rad



图 c-2.4 中塗側 1/100rad



图 c-2.5 荒壁側 最終引込



图 c-2.6 中塗側 最終引込



图 c-2.7 荒壁側 最終引込



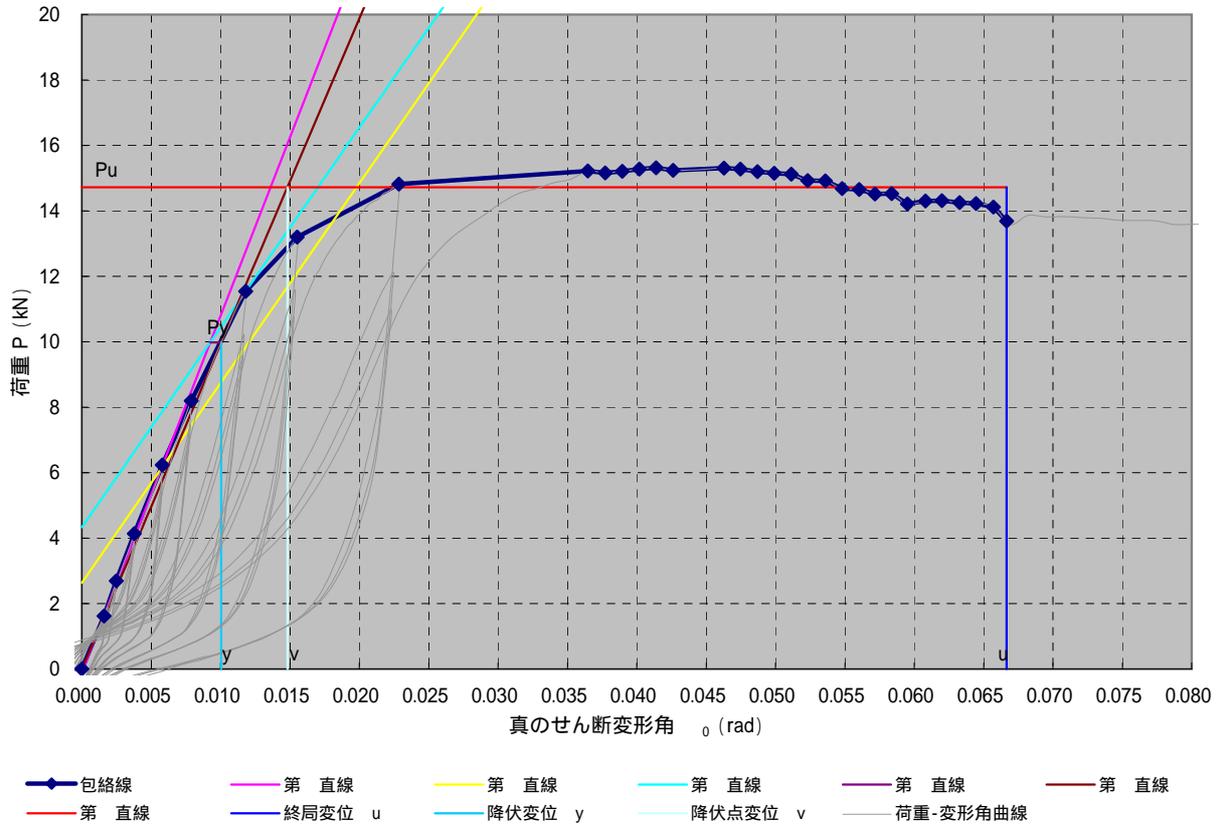
图 c-2.8 中塗側 最終引込

TypeC-3試験体_軸組:3尺+3尺_小舞:地域

試験条件	
試験日	2007/2/8
室温 ()	15.2
湿度 (%)	50.0

測定結果		
最大耐力 P_{max}	(kN)	15.32
最大耐力時の変形 δ_{Pmax}	($\times 10^{-3}$ rad)	41.40
降伏耐力 P_y	(kN)	9.98
降伏耐力時の変形 δ_y	($\times 10^{-3}$ rad)	10.06
初期剛性 K	(kN/rad)	992.81
1/150(rad)時の耐力 P_{150}	(kN)	6.80
終局変形 δ_u	($\times 10^{-3}$ rad)	66.67
面積 S	(kN·rad)	0.87
終局耐力 P_u	(kN)	14.73
降伏点変形 δ_v	($\times 10^{-3}$ rad)	14.83
塑性率 μ		4.49
構造特性係数 D_s		0.35

項目	横架材	柱1	柱2	柱3	土台	貫	楔	込み柱	小舞	荒壁	大直し	中塗	裏返し
樹種 等級	甲2	乙2	乙2	乙2	乙2	-	-	-	-	-	-	-	-
平均含水率 (%)	30.25	25.00	21.25	22.25	32.00	-	-	-	-	-	-	-	-
年輪密度 (本/cm)	2	2	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-
密度 (g/cm ³)	0.44	0.45	0.39	0.49	0.43	-	-	-	-	-	-	-	-
質量 (kg)	23.19	17.06	14.73	14.36	14.94	4.71	0.18	0.17	14.21				464.61
平均塗厚 (mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18.02	12.12	18.32	30.98



軸組・土塗壁破壊状況



図 C-3_1



図 C-3_2

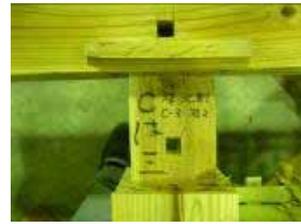


図 C-3_3



図 C-3_4

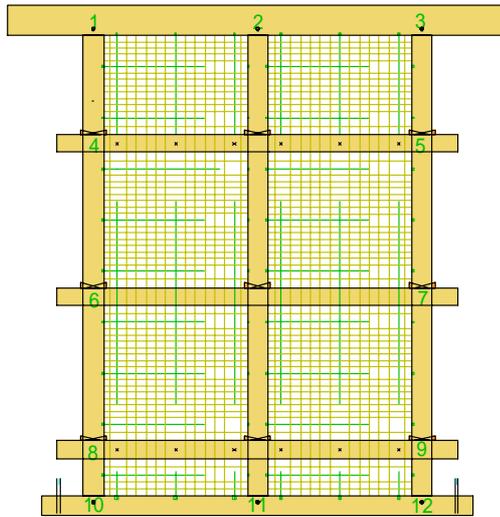


図 C-3_5



図 C-3_6



図 C-3_7



図 C-3_8



図 C-3_9



図 C-3_10



図 C-3_11



図 C-3_12



図 C-3_13 荒壁側



図 C-3_14 中塗側



図 C-3_15 間渡竹



图 c-3_1 荒壁側 1/450rad



图 c-3_2 中塗側 1/100rad

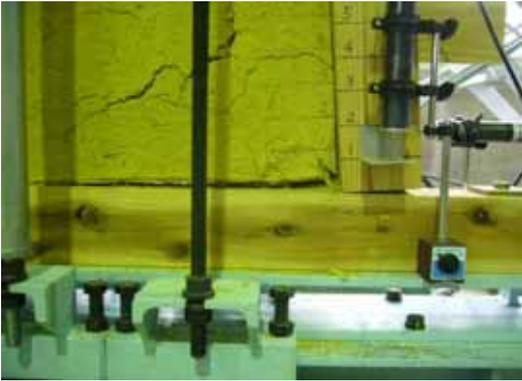


图 c-3_3 荒壁側 1/100rad



图 c-3_4 中塗側 1/75rad

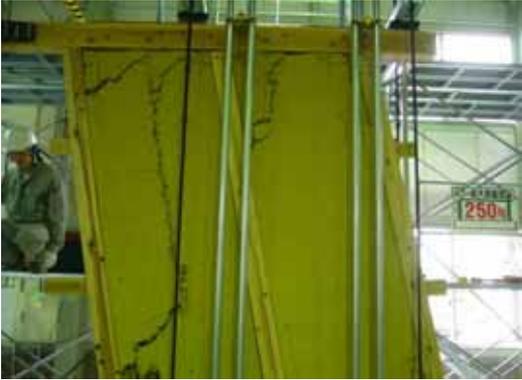


图 c-3_5 荒壁側 最終引込



图 c-3_6 中塗側 最終引込

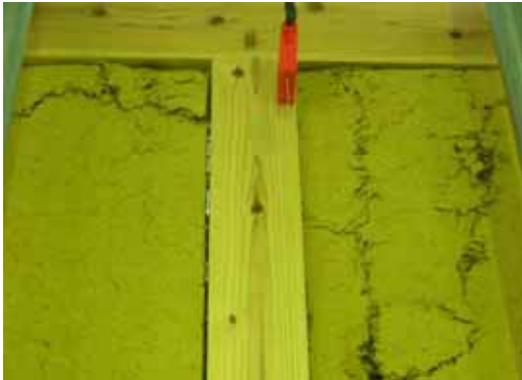


图 c-3_7 荒壁側 最終引込



图 c-3_8 中塗側 最終引込