

2007年度 土塗り壁の実大面内せん断試験

1 目的

土塗り壁の様々な状況における耐震性能の確認を行うことを目的として行った。各状況における目的を下記に示す。

1.大変形後の簡易補修の効果

一度せん断試験を行った土壁試験体（1/7.5rad以上の変形）に再度壁土を塗り直すのみの簡易な補修を行い、再使用の可能性・耐震性能の確認を行う。

2.中塗り厚さ，片面・両面塗りの影響

土壁の壁倍率算出の根拠となった試験体においては、中塗り厚さを1.5cm（工程数2～3）と想定しているが、中塗り厚さについても地域により異なっており、香川県においては、1cm程度（通常の工程数1）で施工しているのが一般的である。また、中塗りを片面塗り、両面塗りとした場合における影響の確認を行う。

3.半柱・間柱による荒壁の欠損，畳寄せ・廻り縁の影響

土壁の内壁を1間壁とし外壁の仕上げを板張り等の仕上げとした場合には、間柱および半柱が柱間に取り付く、その間柱および半柱によって荒壁が欠損をする。

また、和室とした場合には畳寄せや廻り縁が取り付け、中塗りが部材までとなってしまう、構造材まで塗り付けることは少ない。これらの影響の確認を行う。

2 試験の概要

2.1 試験体

試験体は、大変形(震災後)を受けた土壁の簡易補修後の耐震性能を確認するための試験体を3種類、中塗りの塗厚さ・塗り面数(片面・両面)の影響を確認するための試験体を2種類、間柱・畳寄せ・廻り縁によって荒壁が欠損することの影響を確認するための試験体を3種類の計8種類(試験体数は各1体)である。試験体一覧を表2.1に、壁土調合表を表2.2、試験体軸組図を図2.1～5に示す。

B-2, B-3, C-2試験体：一度せん断試験を行った軸組と小舞下地を使用した。軸組の柱間は1間(C-2試験体のみ3尺+3尺)とし、小舞下地の割竹寸法は、告示に示されている2cmに拘らないで地域の仕様とした。簡易補修の程度は、小舞の藁縄の補修、壁土を再度塗り直すという補修を行っている。なお、構造材の接合部は、殆どが折れているが補修は行っていない。(写真2.1参照)



写真2.1 接合部破損状況

D, E試験体：告示において壁倍率を1.0～1.5倍とするためには、中塗り厚さを1.5cm程度と想定している。香川県においては一般的に1cm程度で施工されている。試験体は、片面塗りとしたD試験体、両面塗りとしたE試験体と2006年度に試験を行った片面塗りで中塗り厚さを1.5cm程度としてあるB試験体で評価を行った。

F-1, F-2, G試験体：土壁の内壁を1間壁とし外壁の仕上げを板張り等の仕上げとした場合には、間柱および半柱が柱間に取り付く、その間柱および半柱によって荒壁が欠損をすることになる。試験体を2種類用意し、一般的に施工されている半柱寸法を45×105mmとしたF-1試験体、また半柱寸法を75×105mmとし、水平貫を貫通させたF-2試験体とした。なお、F-2試験体については、半柱の位置に寒冷紗にて乾燥収縮によるひび割れの抑制を行っている。



写真 2.2 寒冷紗の塗付け

和室とした場合には畳寄せや廻り縁が取り付け、中塗りが部材までとなってしまう、構造材まで塗り付けることは少ない。G試験体は、中塗りを廻り縁・畳寄せまでとした。

表 2.1 試験体仕様一覧(mm)

目的とモデル種別	番号	軸組				壁厚	中塗り	
		軸組	縦貫・半柱	間柱	廻縁・畳寄		場所	厚さ
大変形(1/7.5rad)後の簡易補修の効果	B-2	1間	貫 15×105			70	片面	8
	B-3	1間	貫 15×105			70	片面	16
	C-2	3+3尺	貫 15×105			76	片面	9
中塗り厚さ、片面・両面塗りの影響	壁倍率=1.0 壁倍率=1.5	D	1間	貫 15×105		69	片面	10
		E	1間	貫 15×105		74	両面	23
半柱・間柱による荒壁の欠損、畳寄せ・廻り縁の影響	F-1	1間	半柱 45×105 長ホゾ厚30	杉 45×45		69	片面	10
	F-2	1間	半柱 75×105 長ホゾ厚30	杉 45×45		69	片面	10
	G	1間	貫 15×105		杉 36×42	68	片面	9

表 2.2 壁土調合割合表, 壁土圧縮強度

塗層	調合	圧縮強度 σ_{max} (N/mm^2)	参考:2006年度 圧縮強度 σ_{max} (N/mm^2)
荒壁	土(ねばい土 60%+さくい土 30%) 約 90 kg+ワラスサ 約 1.65 kg+水 約 33 kg	0.36	0.57
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	0.44	-
大直し	裏返しと同じ	0.52	-
中塗り	中塗り土 27 kg+砂(海砂)50 kg+水 20 kg+ワラスサ 0.7 kg	1.05	0.73

試験体軸組図B-2、B-3、D、E

縮尺1:20

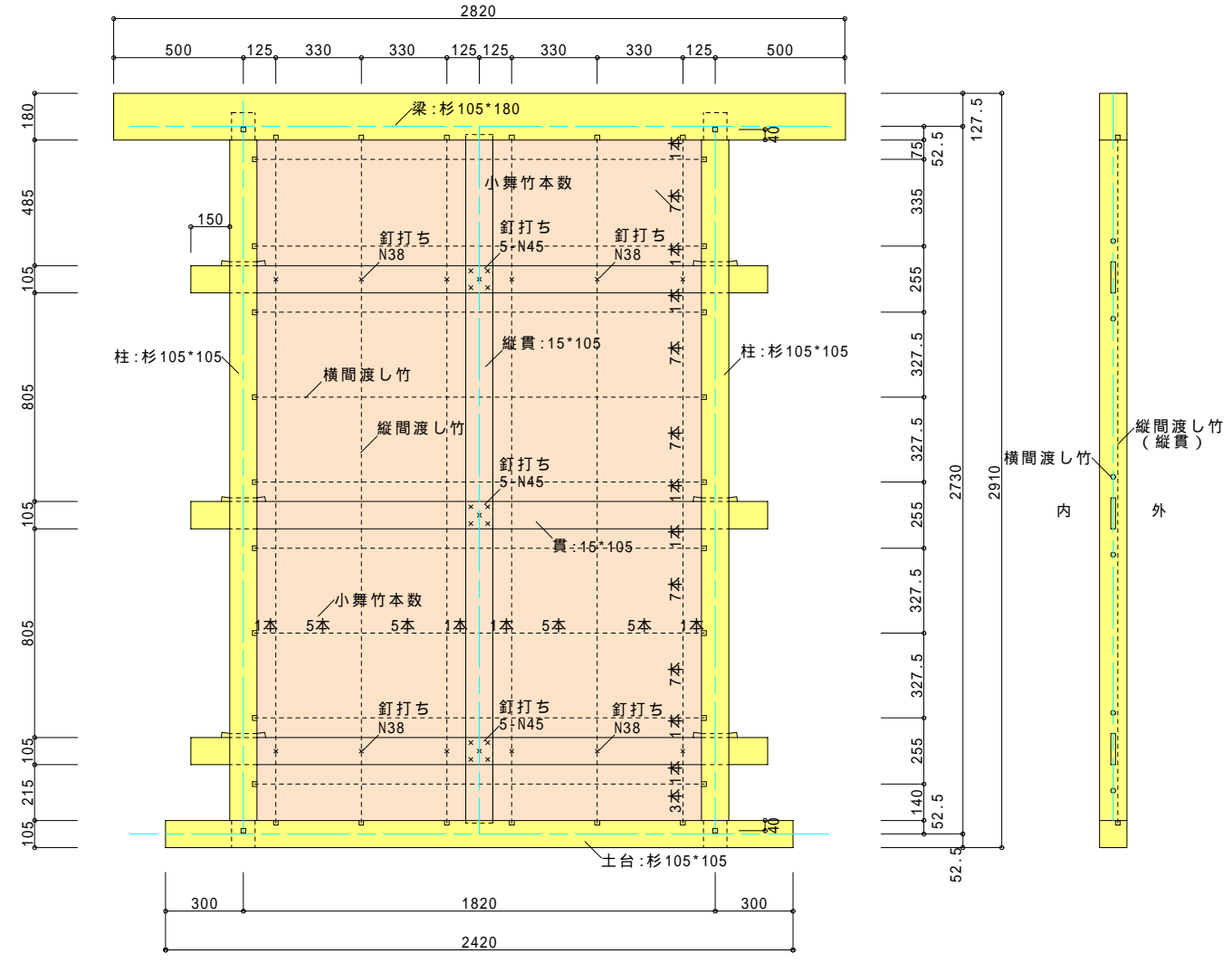


図 2.1 B-2,B-3,D,E 試験体軸組図

試験体C-2 縮尺 1:20

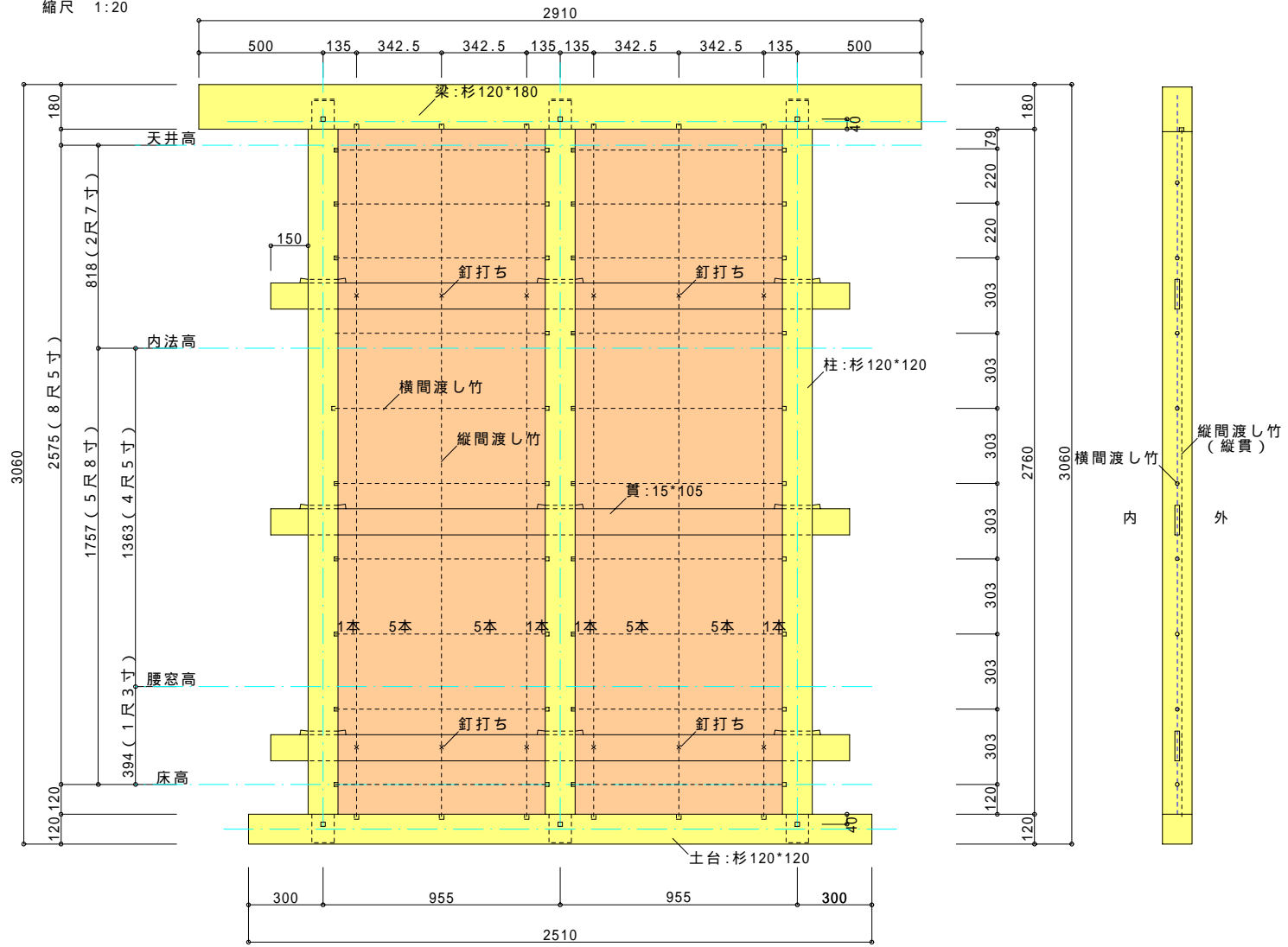


図 2.2 C-2 試験体軸組図

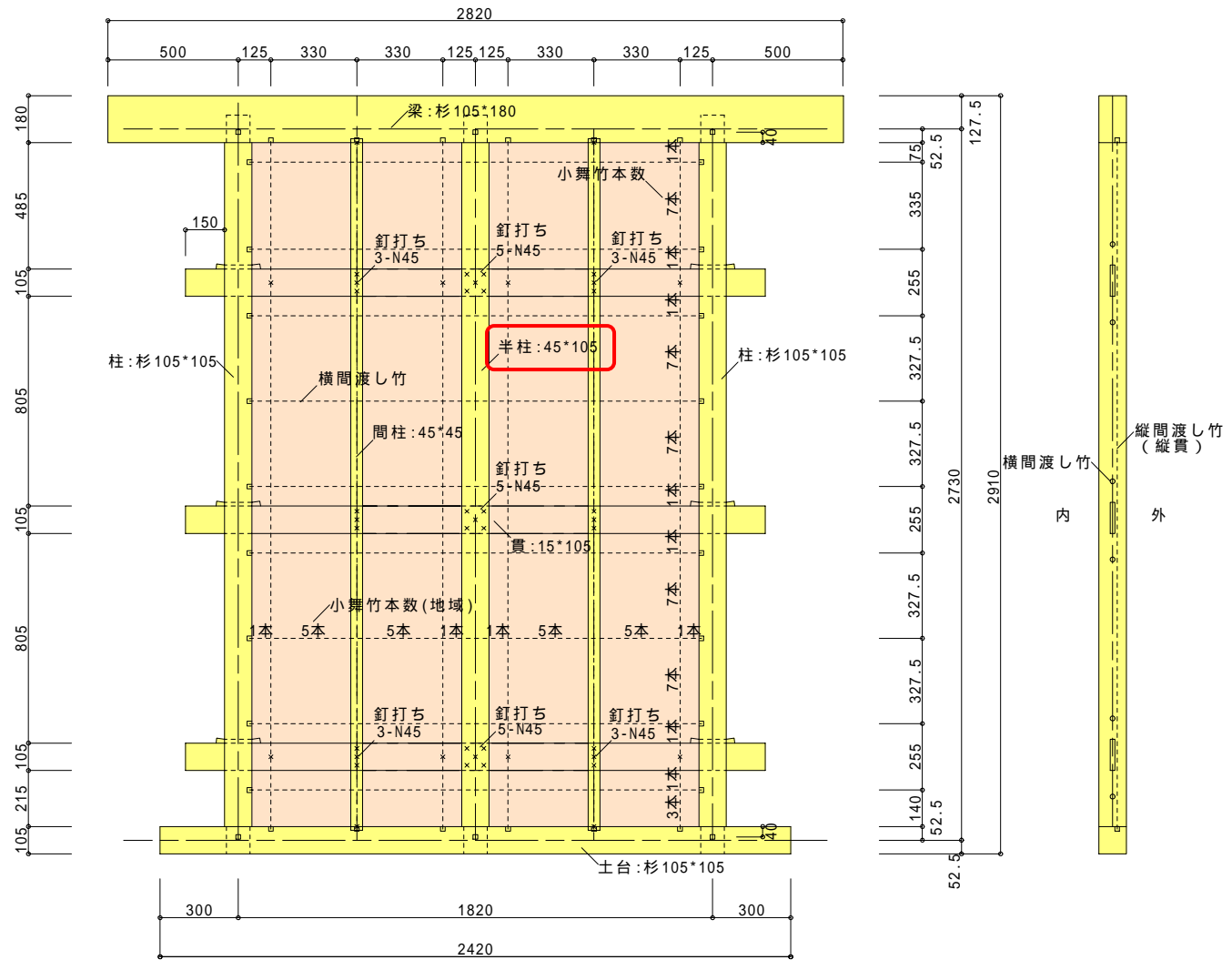


図 2.3 F-1 試験体 軸組図 (荒壁面)

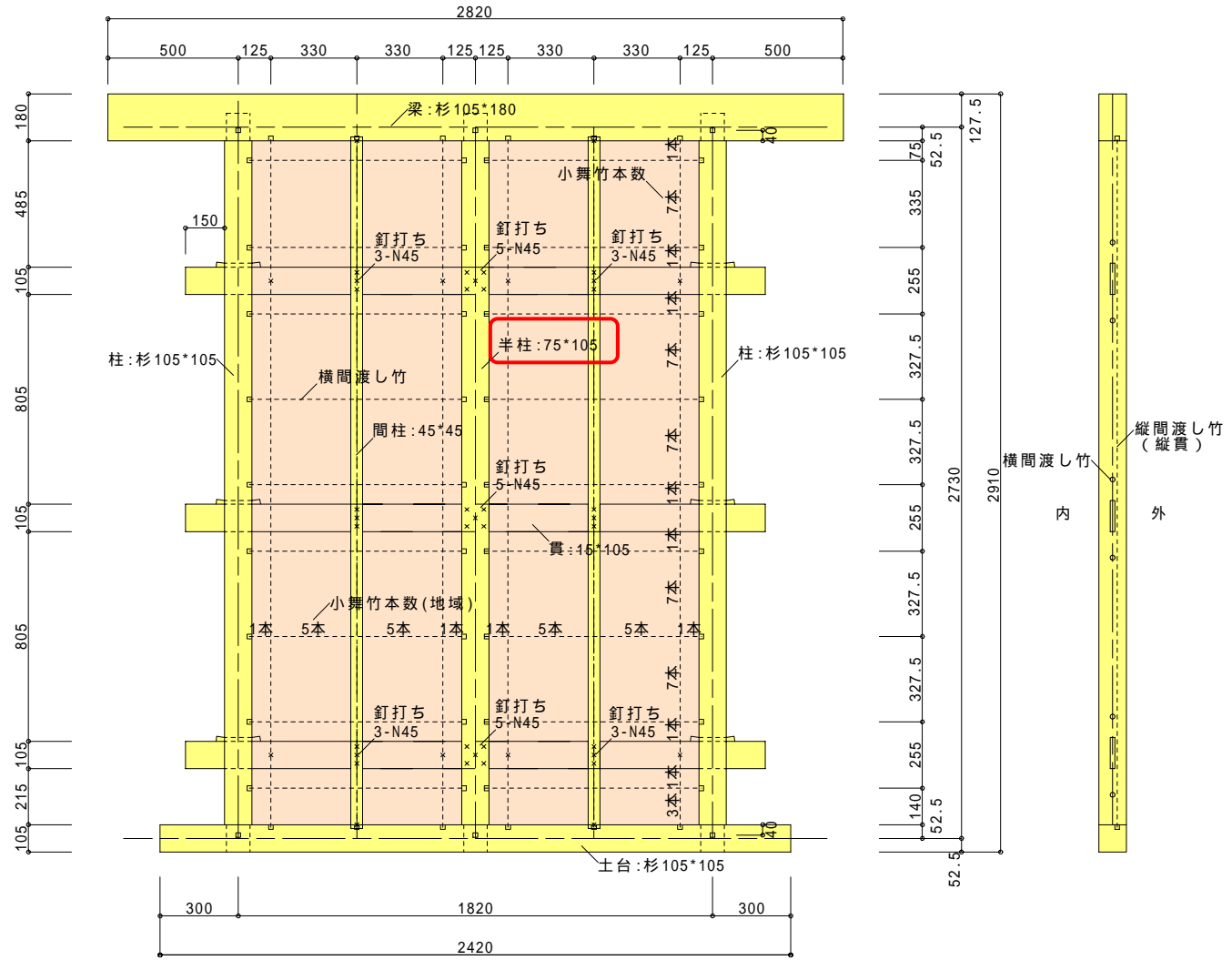


図 2.4 F-2 試験体 軸組図(荒壁面)

試験体軸組図 (G) 縮尺 1 : 20

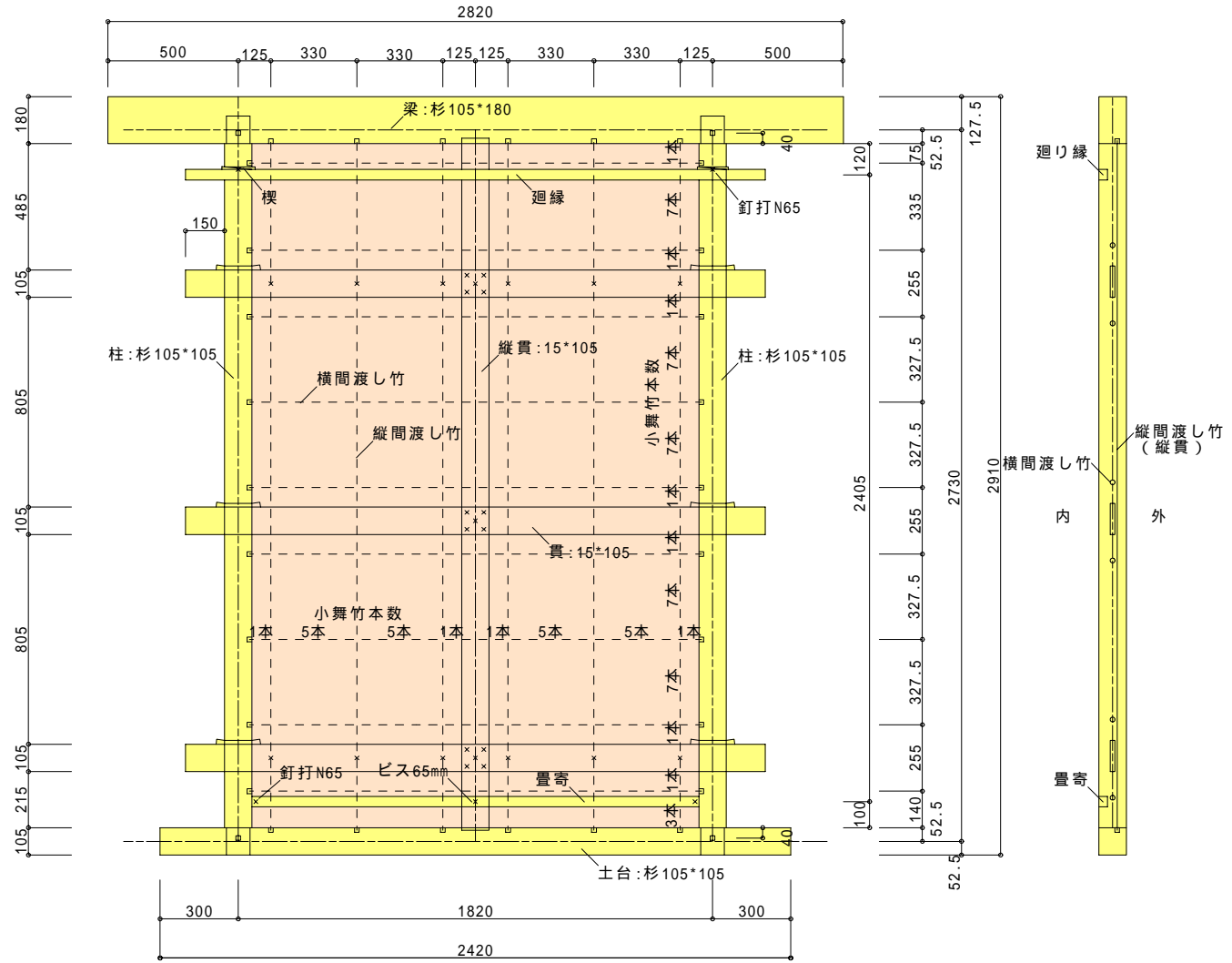


図 2.5 G 軸組図

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。

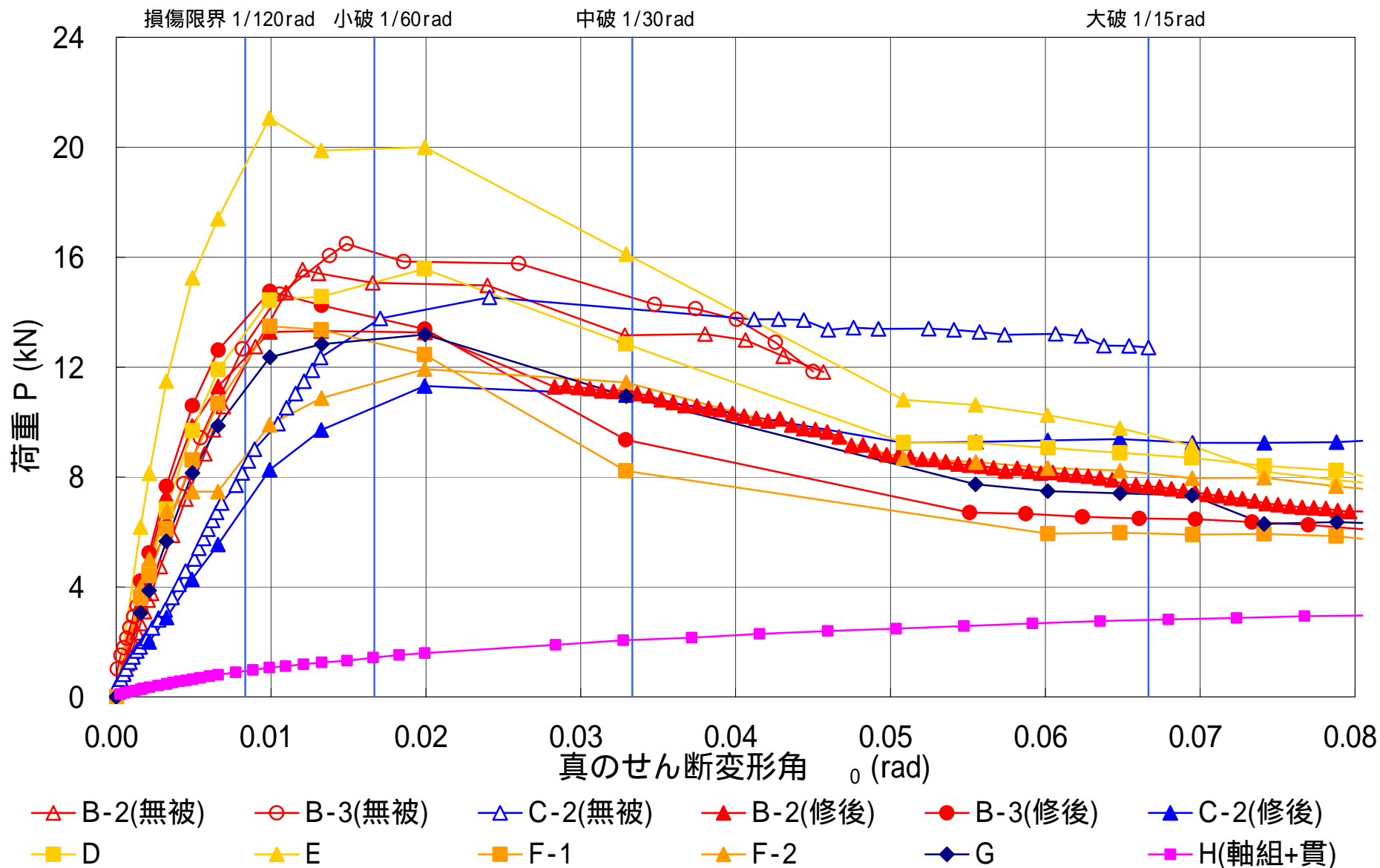


図 3.1 荷重P-真のせん断変形角 θ_0 曲線

表 3.2 壁倍率算定表

仕様	試験体名称	最大耐力	降伏耐力時の変形	降伏点変形	最大耐力時の変形	終局変形	初期剛性	面積	終局耐力	塑性率	構造特性係数	降伏耐力	終局耐力	最大耐力の2/3	1/150rad時の耐力	短期基準せん断耐力	短期許容せん断耐力	壁倍率	
		P_{max} (kN)	δ_y ($\times 10^{-3}$ rad)	δ_v ($\times 10^{-3}$ rad)	$\delta_{P_{max}}$ ($\times 10^{-3}$ rad)	δ_u ($\times 10^{-3}$ rad)	K (kN/rad)	S (kN·rad)	P_u (kN)	μ	D_s	P_y (kN)	$P_u \times (0.2/D_s)$ (kN)	$P_{max} \times 2/3$ (kN)	P_{150} (kN)	P_0 (kN)	P_a 注1 (kN)	注2 (倍)	
軸組:1間、告示 小舞:告示(割竹数 1771) 中塗厚:12mm 壁仕上厚:73mm	A-1	15.86	6.07	9.31	15.64	33.07	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	10.12	12.19	17.09	37.60	1226.45	0.46	14.95	3.09	0.44	12.41	6.80	10.73	7.70				
	A-3	15.27	10.50	13.33	16.90	33.51	1111.43	0.39	14.82	2.51	0.50	11.67	5.95	10.18	6.80				
	平均	15.74	8.90	11.61	16.54	34.73	1292.06	0.42	14.69	3.05	0.45	11.14	6.61	10.50	8.19				
	ばらつき P_0 算定											0.86	0.91	0.97	0.79				
軸組:1間、告示 小舞:地域(割竹数 1551) 中塗厚:16mm 壁仕上厚:72mm	B-1	15.04	4.16	6.82	13.10	26.95	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	5.65	9.19	12.04	40.65	1549.81	0.51	14.24	4.42	0.36	8.75	7.98	10.37	10.23				
	B-3	16.49	5.93	9.04	14.86	40.06	1687.61	0.54	15.26	4.43	0.36	10.01	8.56	10.99	10.89				
	平均	15.69	5.25	8.35	13.33	35.89	1752.41	0.46	14.42	4.27	0.36	9.06	7.92	10.46	10.93				
	ばらつき P_0 算定											0.91	0.92	0.95	0.93				
軸組:3尺+3尺、四国間 小舞:地域(割竹数 1551) 中塗厚:19mm 壁仕上厚:78mm	C-1	14.99	8.83	17.23	29.04	66.67	837.09	0.84	14.42	3.87	0.39	7.73	7.49	9.99	6.40	6.43	4.82	1.28	
	C-2	14.54	10.39	14.39	24.11	66.67	954.14	0.82	13.73	4.63	0.35	9.91	7.90	9.69	6.91				
	C-3	15.32	10.06	14.83	41.40	66.67	992.81	0.87	14.73	4.49	0.35	9.98	8.32	10.21	6.80				
	平均	14.95	9.89	15.48	31.52	66.67	928.01	0.84	14.29	4.33	0.36	9.21	7.90	9.97	6.70				
	ばらつき P_0 算定											0.86	0.95	0.97	0.96				
大変形(1/7.5rad) 後の簡易補修の効果	軸組:1間、告示 小舞:地域(割竹数 1551) 中塗厚:地域 8mm 壁仕上厚:70mm	B-2	13.32	3.67	5.76	13.24	35.97	2120.15	0.40	12.22	6.24	0.30	7.78	8.28	8.88	11.34	7.78	5.83	1.63
	軸組:1間、告示 小舞:地域(割竹数 1551) 中塗厚:16mm 壁仕上厚:70mm	B-3	14.76	3.89	5.99	9.92	25.01	2260.88	0.30	13.53	4.18	0.37	8.79	7.34	9.84	12.66	7.34	5.50	1.54
	軸組:3尺+3尺、四国間 小舞:地域(割竹数 1551) 中塗厚:地域 9mm 壁仕上厚:76mm	C-2	11.32	9.36	12.18	19.91	66.67	835.15	0.62	10.17	5.47	0.32	7.87	6.42	7.54	5.63	5.63	4.22	1.12
中塗厚さ、片面・両面 塗りの影響	軸組:1間、告示 小舞:地域(割竹数 1551) 中塗厚:地域 10mm、片面 壁仕上厚:69mm	D	15.57	4.67	7.24	19.90	34.85	1981.79	0.44	14.24	4.85	0.34	9.25	8.40	10.38	11.96	8.40	6.30	1.76
	軸組:1間、告示 小舞:地域(割竹数 1551) 中塗厚:地域 23mm、両面 壁仕上厚:74mm	E	21.06	3.55	5.58	9.90	30.47	3425.20	0.53	19.11	5.46	0.32	12.17	12.04	14.04	17.50	12.04	9.03	2.53
半柱・間柱による荒壁 の欠損、豊寄せ・廻り 縁の影響	軸組:1間、告示 小舞:地域(割竹数 1551) 中塗厚:地域 10mm、片面 壁仕上厚:69mm 半柱:45×105mm 間柱:45×45mm	F-1	13.49	3.85	6.78	9.90	25.01	1816.93	0.27	12.48	3.69	0.40	7.07	6.30	8.99	10.75	6.30	4.72	1.32
	軸組:1間、告示 小舞:地域(割竹数 1551) 中塗厚:地域 10mm、片面 壁仕上厚:69mm 半柱:75×105(貫通) 間柱:45×45mm	F-2	11.93	3.08	5.09	19.91	45.30	2104.27	0.46	10.71	8.90	0.24	6.49	8.78	7.95	7.53	6.49	4.87	1.36
	軸組:1間、告示 小舞:地域(割竹数 1551) 中塗厚:地域 9mm、片面 壁仕上厚:68mm 廻り縁、豊寄せ 36×42mm	G	13.18	4.46	7.24	19.94	35.76	1674.00	0.39	12.11	4.94	0.34	7.46	7.22	8.79	9.92	7.22	5.42	1.51

注1: P_a 算出する際の耐力低減係数は 事後的な水かかり、 施工性によるばらつき、 地域性によるばらつき、 建物重量への影響を考慮し、0.75とした。

注2: 試験体数1体のものについては、バラツキ係数を考慮していない。

3.3 大変形後の簡易補修の効果 B-2,B-3,C-2 試験体 破壊挙動

図 3.3 に荷重 P-真のせん断変形角 θ 曲線、写真 3.3.1 ~ 38 に各試験体の破壊状況を示す。

B-2 試験体 破壊挙動(中塗り厚さ:8mm 1 間壁)

1/600rad 2 サイクル時に中塗面で梁と壁土にちり切れ。

1/300rad 3 サイクル時に中塗面でプラス方向加力時に柱 2-土台よりちり切れ。

1/200rad 1 サイクル時に中塗面でマイナス方向加力時に柱 1-土台よりちり切れ。

(写真 3.3.1)

1/150rad 1 サイクル時に荒壁面で隅角部が 2cm 程度欠ける。(写真 3.3.2)

1/75rad 1 サイクル時に中塗面で隅角部の壁土が浮き始める。(写真 3.3.3)

1/75rad 2 サイクル時に中塗面で中心に小さなせん断破壊のひびが入り(写真 3.3.4)、貫が壁土をこじることによって地貫に沿ってひび割れが発生。(写真 3.3.5)

1/75rad 3 サイクル時に荒壁面で柱 1-梁の隅角部に縦 12cm 横 12cm の範囲でひび割れが発生。(写真 3.3.6)

1/30rad 1 サイクル時に中塗面のせん断ひび割れが進行。(写真 3.3.7)

最終加力時 中塗面で中心部より中塗りと荒壁が剥落し(写真 3.3.8)、荒壁面では 1/37.5rad (変形量 80mm) で頭貫部分の壁土が貫のこじりによりひび割れ(写真 3.3.9)、1/33rad (変形量 91mm) で縦貫に沿ったひび割れが発生した。(写真 3.3.10,11,12)

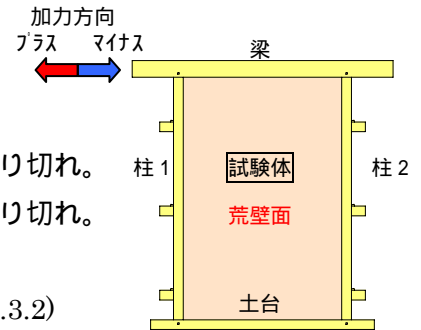


写真 3.3.1



写真 3.3.2



写真 3.3.3



写真 3.3.4



写真 3.3.5



写真 3.3.6



写真 3.3.7



写真 3.3.8



写真 3.3.9



写真 3.3.10



写真 3.3.11



写真 3.3.12

B-3 試験体 破壊挙動(中塗り厚さ 16mm 1 間壁)

1/450rad 3 サイクル時に中塗面で散り切れ。

1/300rad 3 サイクル時に中塗面で隅角部の壁土圧縮抵抗によるひび割れ。

1/200rad 1 サイクル時に中塗面で柱 2-梁の隅角部の壁土圧縮抵抗によるひび割れが梁に沿って 35cm の長さに拡大(写真 3.3.13)、マックス加力時に柱 1-梁の隅角部において 8cm の範囲で壁土圧縮抵抗によるひび割れが拡大(写真 3.3.14)。

1/150rad 1 サイクル時に荒壁面の柱 2-土台の隅角部が面外方向に 2mm 程度膨らみ、中塗面では柱 1-土台隅角部が壁土圧縮抵抗によるひび割れ(写真 3.3.15)。

1/150rad 2 サイクル時に荒壁面の柱 1-梁の隅角部が壁土圧縮抵抗によるひび割れ、中塗面では柱 1-梁の隅角部の壁土圧縮抵抗による梁に沿ったひび割れが 36cm に拡大(写真 3.3.16)。

1/150rad 3 サイクル時に中塗面の柱 2-梁側の 35cm のひび割れが 53cm に拡大。

1/100rad 1 サイクル時に荒壁面で柱 2-梁の隅角部にひび割れ、中塗面では地貫に沿ってひび割れ(写真 3.3.17)

1/100rad 2 サイクル時に荒壁面の柱 1-梁の隅角部に縦横約 10cm(写真 3.3.18)、柱 2-梁の隅角部に縦約 10cm 横約 15cm(写真 3.3.19)の範囲で壁土圧縮抵抗によるひび割れが拡大。中塗面では柱 2 側の 53cm ほどのひび割れが 66cm 程になり、せん断破壊の小さなひびが入る。(写真 3.3.20)

1/100rad 3 サイクル目に荒壁面で柱 1-土台の隅角部が面外に膨らむ。

1/75rad 1 サイクル目に中塗面でマックス加力時に壁土の中央部分にクロスしたせん断ひび割れ、マックス方向加力時せん断ひび割れが拡大。(写真 3.3.21)

1/75rad 2 サイクル目に荒壁面で地貫上に間渡竹に沿ってひび割れ。

1/75rad 3 サイクル目に荒壁面で縦貫の柱 2 方向 1 本目の縦間渡竹に沿ってひび割れ。(写真 3.3.22)

1/50rad 1 サイクル目に荒壁面でマックス加力時に中貫と地貫の間に中央の縦貫にひび割れが起こり(写真 3.3.23)、中塗面でせん断ひび割れが拡大。(写真 3.3.24)

1/50 2 サイクル目に荒壁面で柱 1-土台の隅角部が完全面外方向に膨らむ。(写真 3.3.25)

1/50rad 3 サイクル目に荒壁面で柱 1-頭貫から下に 3 本目の間渡竹付近にひび割れ、中塗面ではひびが入った所から壁土が少量だが剥がれ始める。(写真 3.3.26)

1/30rad 1 サイクル目に荒壁面で中央縦貫の割れが頭貫まで進行、中塗面では壁土が崩れ始める。(写真 3.3.27)

最終加力時 荒壁面で柱 1 側の地貫が折れる。(写真 3.3.28)



写真 3.3.13

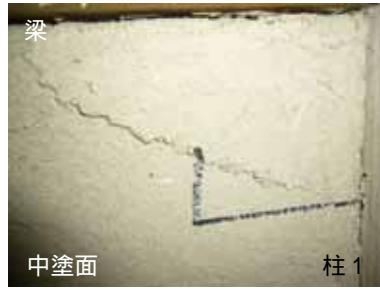


写真 3.3.14



写真 3.3.15



写真 3.3.16

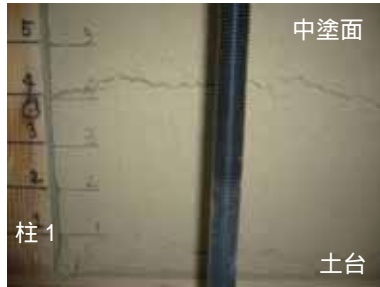


写真 3.3.17



写真 3.3.18

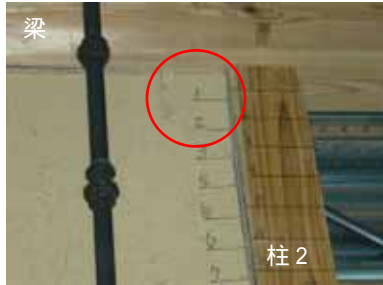


写真 3.3.19

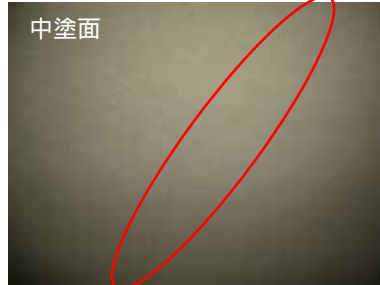


写真 3.3.20



写真 3.3.21



写真 3.3.22

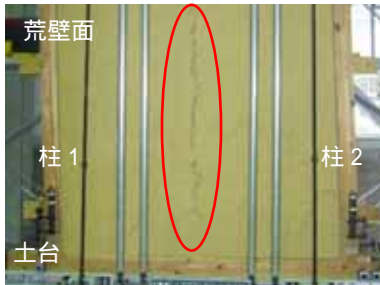


写真 3.3.23



写真 3.3.24



写真 3.3.25



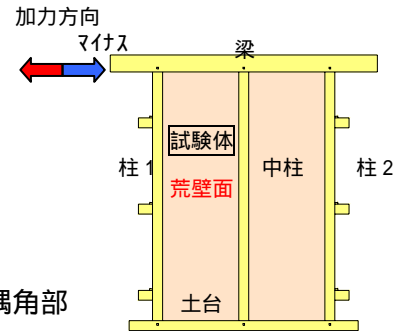
写真 3.3.26



写真 3.3.27



写真 3.3.28



C-2 試験体 破壊挙動(中塗り厚さ:9mm 3尺+3尺 四国間)

1/600rad 1 サイクル時に中塗面の土台でちり切れ。

1/300rad 3 サイクル時に中塗面のプラス方向加力時に中柱-土台隅角部に壁土圧縮抵抗によるひび割れ。(写真 3.3.29)

1/100rad 1 サイクル時に中塗面の土台側が面外方向に膨らむ。

1/100rad 2 サイクル時に中塗面のマイナス方向加力時に地貫に沿って貫のこじり効果によりひび割れ。(写真 3.3.30)

1/50rad 1 サイクル時に荒壁面で柱 2 側の地貫下に初めからあった割れが大きくなり(写真 3.3.31)、柱 2-梁部分の隅角部が壁土圧縮抵抗によりひび割れ。中塗面では柱 2-梁側に壁土圧縮抵抗によるひび割れ。(写真 3.3.32)

1/50rad 2 サイクル時に荒壁面で柱 1 側の地貫に沿って貫のこじり効果によるひび割れ(写真 3.3.33)、中柱-土台隅角部にひび割れ。

1/50rad 3 サイクル目に荒壁面では中柱-梁隅角部(写真 3.3.34)、柱 1-土台隅角部にひび割れ、一方中塗面では頭貫に沿ったひび割れ(写真 3.3.35)、隅角部の壁土の剥離。(写真 3.3.36)

1/30rad 1 サイクル目に荒壁面で中柱-柱 1 方向の梁で縦約 15cm 横約 10cm の範囲で壁土の圧壊。

1/30rad 2 サイクル目に荒壁面で柱 2-梁隅角部で縦約 15cm 横約 10cm の範囲で壁土の圧壊。

1/30rad 3 サイクル目に荒壁面で柱 2 側の地貫下のひび割れがひどくなった。

最終加力時 荒壁面で柱 2 方向の頭貫が割れる。壁土は一体となって変形(写真 3.3.37,38)



写真 3.3.29

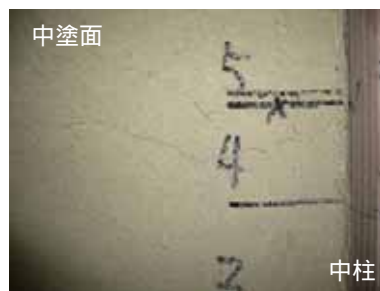


写真 3.3.30

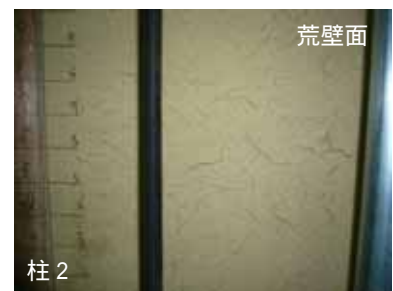


写真 3.3.31



写真 3.3.32

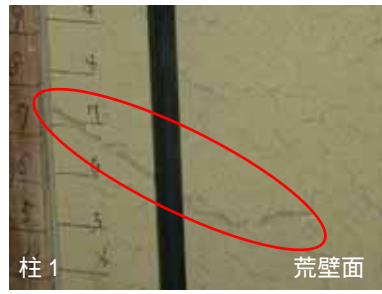


写真 3.3.33

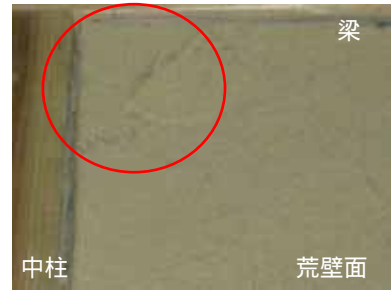


写真 3.3.34



写真 3.3.35



写真 3.3.36



写真 3.3.37



写真 3.3.38

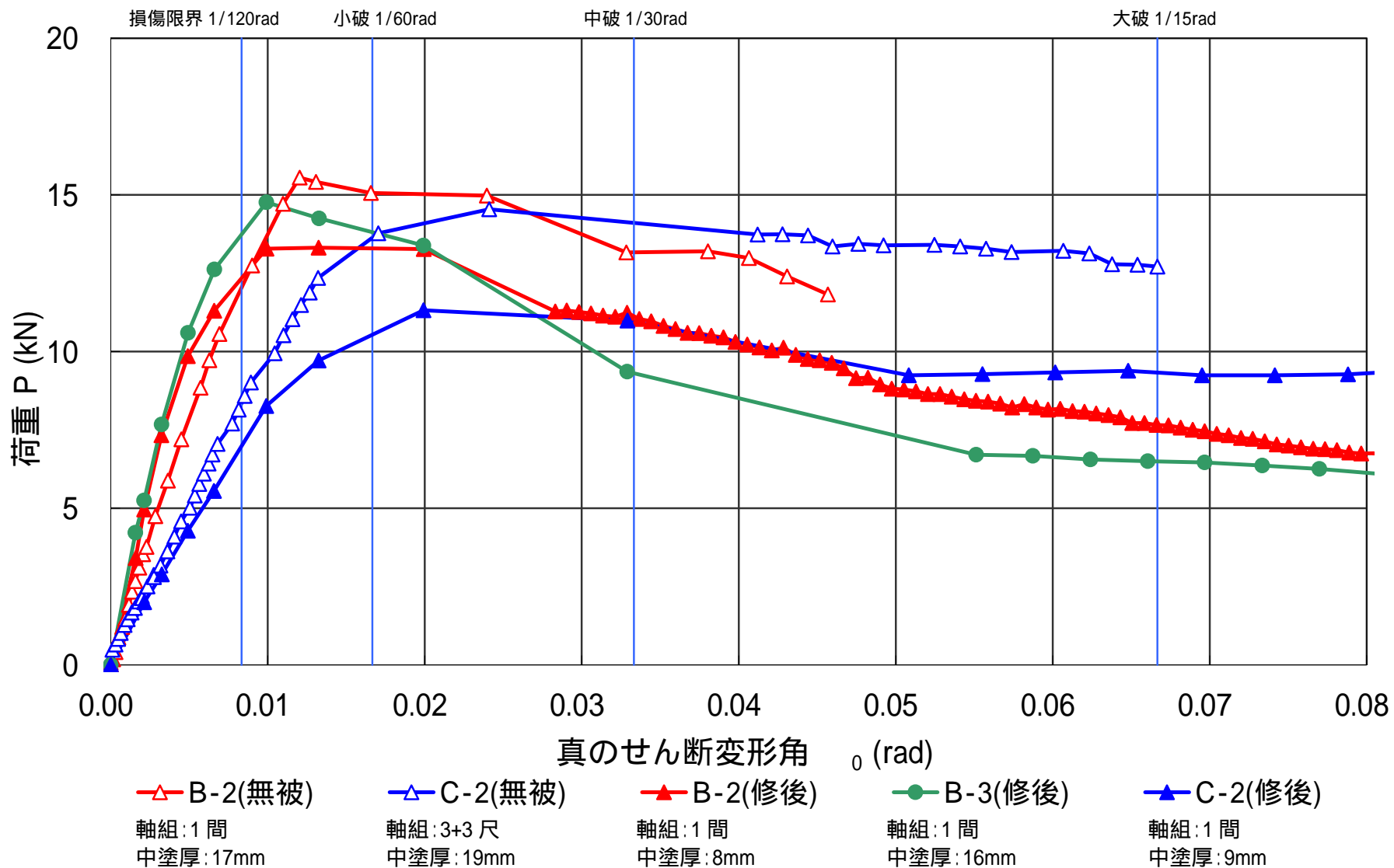


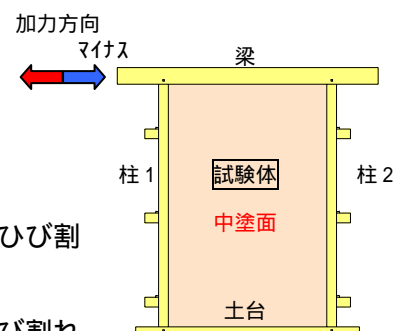
図 3.3 大変形後の簡易補修の効果 荷重P-真のせん断変形角 θ_0 曲線

無被: 正常な状態
修後: 簡易補修後

3.4 中塗厚さ, 片面・両面塗りの影響 D,E 試験体 破壊挙動

図 3.4 に荷重 P-真のせん断変形角 θ 曲線、写真 3.4.1 ~ 22 に各試験体の破壊状況を示す。

D 試験体 破壊挙動(中塗り片面塗り, 中塗り厚さ: 10mm)



- 1/600rad 1 サイクル時に中塗面で土台部分の両隅角部でちり切れ。
- 1/600rad 2 サイクル時に中塗面の梁隅角部でちり切れ。
- 1/450rad 3 サイクル時に中塗面で柱 1-土台隅角部に壁土圧縮抵抗によるひび割れ。(写真 3.4.1)
- 1/300rad 1 サイクル時に中塗面で柱 2-梁隅角部に壁土圧縮抵抗によるひび割れ。
- 1/300rad 2 サイクル時に中塗面で柱 1-梁隅角部に壁土圧縮抵抗によるひび割れ。
- 1/200rad 1 サイクル時に中塗面で柱 2-梁隅角部に壁土圧縮抵抗によるひび割れ。
- 1/150rad 2 サイクル時に中塗面で π 方向加力時柱 2 方向の地貫に貫のこじり効果によるひび割れ。(写真 3.4.2)
- 1/100rad 1 サイクル時に荒壁面で柱 1-土台隅角部が縦約 1 cm 横約 2 cm 程度の範囲で破壊し(写真 3.4.3)、中塗面で π 方向加力時せん断ひび割れ。(写真 3.4.4)
- 1/100rad 2 サイクル時に荒壁面で柱 1-土台隅角部の壁土が面外に膨らみ、中塗面で π 方向加力時せん断ひび割れ。(写真 3.4.5)
- 1/100rad 3 サイクル時に荒壁面で柱 1-土台隅角部の圧壊が進行。(写真 3.4.6)
- 1/75rad 1 サイクル時に荒壁面で柱 1-隅角部の壁土が面外に膨らみ、中塗面で π 方向加力時、柱 1 方向の地貫に貫のこじり効果によるひび割れ。
- 1/75rad 2 サイクル時に荒壁面では柱 2-梁隅角部の壁土が圧縮抵抗により圧壊し(写真 3.4.7)、柱 2-土台隅角部が面外方向に膨らみ(写真 3.4.8)、一方中塗面では柱 1 方向の頭貫、柱 2 方向の中貫に貫のこじり効果による割れ。(写真 3.4.9)
- 1/75rad 3 サイクル時に荒壁面で縦貫から柱 1 方向に 1 本目の間渡竹の辺りに最初からあったひびが大きくなる。(写真 3.4.10)
- 1/50rad 1 サイクル時に荒壁面で柱 1-梁隅角部に壁土圧縮抵抗によるひび割れ。(写真 3.4.11)
- 1/50rad 2 サイクル時に荒壁面では、縦貫の上の辺りで僅かにひび割れ、縦貫から柱 1 方向に 1 本目の間渡竹のひび割れが拡大。一方中塗面では頭貫、中貫、地貫に沿ったひび割れ
- 1/50rad 3 サイクル時に荒壁面では縦貫の中心部に割れ。
- 1/30rad 1 サイクル時の荒壁面では中貫の辺りに最初からあった割れが拡大、柱 1 方向の頭貫に約 20 cm、地貫にひび割れが発生する。一方中塗面ではせん断ひび割れ。(写真 3.4.12)
- 1/30rad 2 サイクル時に荒壁面では柱 1,2 の梁隅角部が縦約 10cm 横約 10cm の範囲で壁土がひび割れ、中貫がこじり効果により膨らむ。中塗面では中央のせん断ひび割れより壁土が剥落。(写真 3.4.13)
- 1/30rad 3 サイクル時に荒壁面で柱 1 方向の頭貫、地貫の中心より下の部分で貫のこじり効果により面外に壁土が膨らむ。(写真 3.4.14)
- 最終加力時 荒壁面では中貫がこじり効果により壁土が面外に大きく膨らみ、中塗面では壁土の塊が剥落する。(写真 3.4.15)



写真 3.4.1

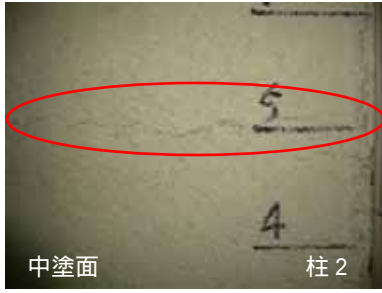


写真 3.4.2

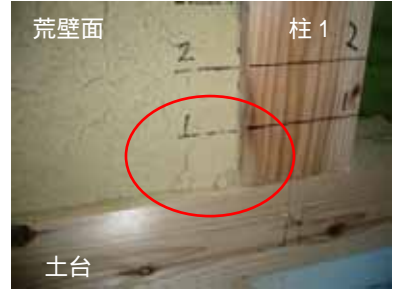


写真 3.4.3



写真 3.4.4



写真 3.4.5



写真 3.4.6

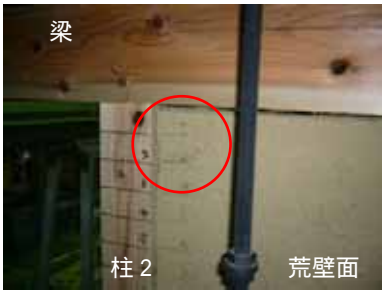


写真 3.4.7



写真 3.4.8

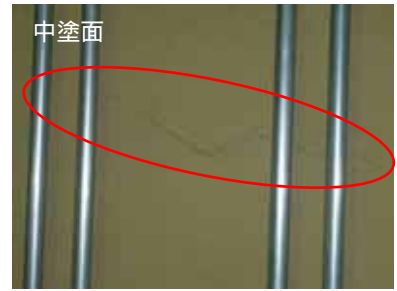


写真 3.4.9



写真 3.4.10



写真 3.4.11

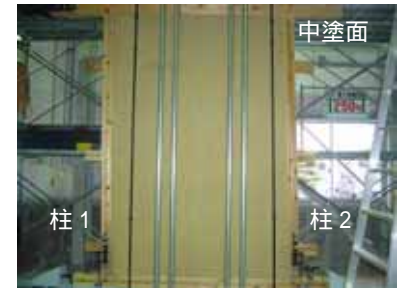


写真 3.4.12

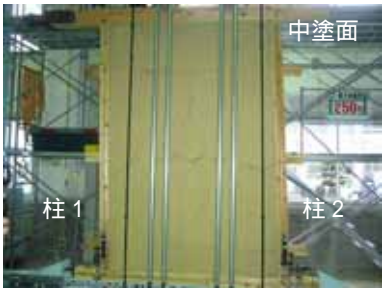


写真 3.4.13



写真 3.4.14

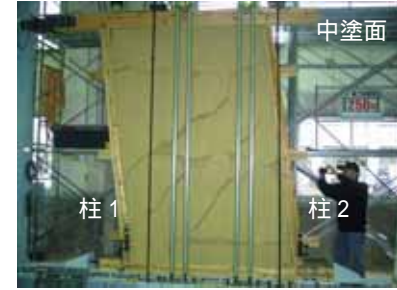


写真 3.4.15

E 試験体 破壊挙動(中塗り両面塗り, 中塗り厚さ:両面合計 23mm)

1/600rad 1 サイクル時に両中塗り面ですべての隅角部に散り切れ。

1/450rad 3 サイクル時に南側で π 方向加力時、柱 2-梁隅角部で壁土圧縮抵抗によるひび割れ。(写真 3.4.16)

1/300rad 1 サイクル時に北側で柱 2-梁隅角部の小片が剥落。(写真 3.4.17)

1/300rad 3 サイクル時に北側で柱 1-土台隅角部にひび割れ。

1/200rad 1 サイクル時に南側で π 方向加力時に柱 1-土台、 $\pi/4$ 方向加力時に柱 1-梁、柱 2-土台隅角部で壁土圧縮抵抗によるひび割れ。(写真 3.4.18)北側では柱 1-梁、柱 2-土台の各隅角部にひび割れ。

1/100rad 1 サイクル時に南側で π 方向加力時に柱 2-土台方向の地貫に貫のこじり効果によるひび割れ(写真 3.4.19)、柱 1-梁、柱 2-土台、柱 2-梁の各隅角部で壁土が面外方向に膨らむ。

1/75rad 1 サイクル時に南側で π 方向加力時、中塗のせん断破壊によるひび割れ、北側では柱 2-土台隅角部が剥落。

1/75rad 2 サイクル時に南側でせん断破壊によるひび割れが 3 本に増加。

1/75rad 3 サイクル時に北側で頭貫に柱 1 方向に沿ったひび割れ。

1/50rad 1 サイクル時に南側で π 方向加力時にせん断破壊によるひび割れが 5 本に増え北側で縦貫に沿ったひび割れ。

1/50rad 2 サイクル目に北側の頭貫で柱 2 方向にせん断ひび割れ。(写真 3.4.20)

1/30rad 1 サイクル目に南側で π 方向加力時、柱 1 梁方向の頭貫にひび割れせん断破壊によるひび割れが 9 本に増加。一方北側ではせん断破壊のひび割れが入りすべての貫の部分にこじり効果により膨らむ。(写真 3.4.21)

最終加力時 南側で 35 cm 程度加力時に壁土が全体的に脱落。



写真 3.4.16



写真 3.4.17

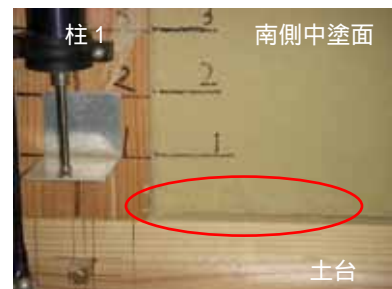


写真 3.4.18

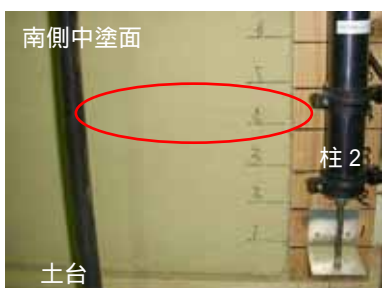


写真 3.4.19

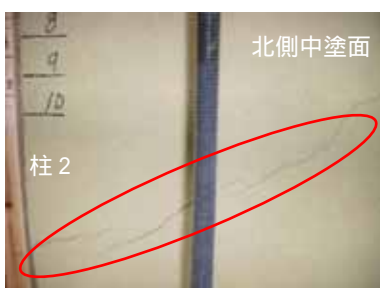


写真 3.4.20



写真 3.4.21

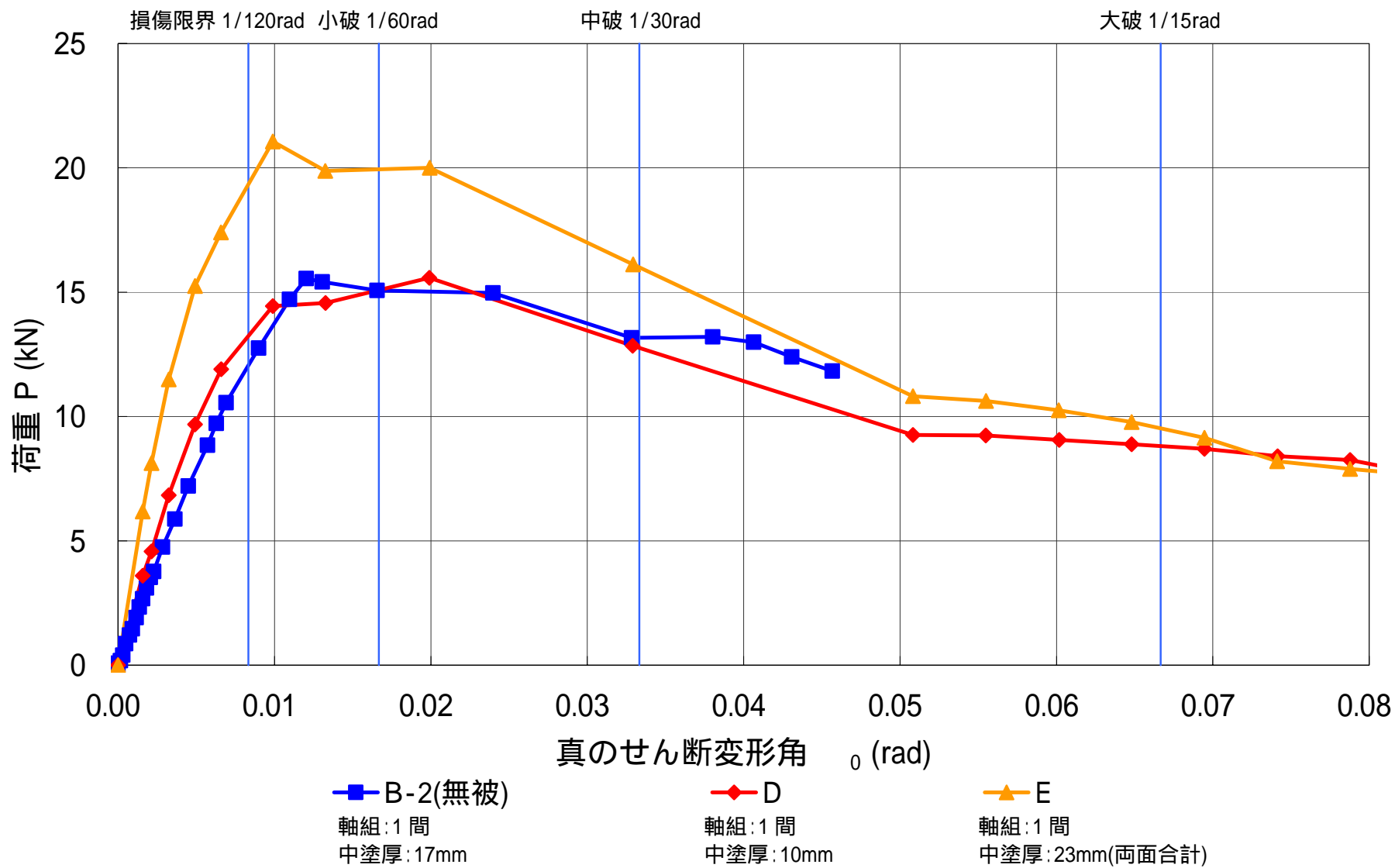


図 3.4 中塗厚さ, 片面・両面塗りの影響 荷重P-真のせん断変形角 θ_0 曲線

3.5 半柱・間柱による荒壁の欠損，畳寄せ・廻り縁の影響 F-1,F-2,G 試験体 破壊挙動

図 3.5、写真 3.5.1～に各試験体の破壊状況を示す。

F-1 試験体 破壊挙動(半柱 45*105mm，間柱 45*45mm 2 本 中塗り厚さ:10mm)

1/600rad 1 サイクル時に中塗面でちり切れ。

1/300rad 1 サイクル時に中塗面で柱 2-梁の隅角部に 15 cm程度の範囲で壁土圧縮抵抗による壁土のひび割れ。

1/300rad 3 サイクル時に中塗面で柱 2-土台側の隅角部に壁土圧縮抵抗による壁土のひび割れ。(写真 3.5.1)

1/200rad 1 サイクル時に中塗面で柱 1-梁側の隅角部に壁土圧縮抵抗による壁土のひび割れ、 π 付 π 方向加力時、柱 2-梁側の隅角部の壁土のひび割れが拡大。(写真 3.5.2)

1/200rad 2 サイクル時に中塗面で柱 1-土台側の隅角部に壁土圧縮抵抗による壁土のひび割れ。(写真 3.5.3)

1/150rad 1 サイクル時に中塗面で柱 2-梁側の隅角部のひび割れが拡大。

1/100rad 1 サイクル時に中塗面でせん断ひび割れ(写真 3.5.4)、柱 1 側に地貫に貫のこじり効果によるひび割れ。(写真 3.5.5)

1/100rad 2 サイクル時に荒壁面で中柱-柱 1-梁方向隅角部に縦 7cm 横 8cm 程度(写真 3.5.6)、柱 2 土台隅角部に縦 6cm 横 5cm 程度の範囲で壁土の圧壊。(写真 3.5.7)

1/75rad 1 サイクル時に荒壁面で柱 1-梁隅角部の壁土が面外方向に膨らむ(写真 3.5.8)、中塗面でせん断破壊ひび割れが拡大。(写真 3.5.9)

1/75rad 2 サイクル時に荒壁面で中柱-柱 2 方向梁の隅角部に壁土圧縮抵抗による壁土のひび割れ(写真 3.5.10)、中塗面で頭貫、柱 2 側に地貫に沿ったひび割れ。

1/50rad 1 サイクル時に荒壁面で柱 1-梁隅角部の壁土が面外に膨らむ(写真 3.5.11)、中塗面ではせん断破壊ひび割れが拡大。(写真 3.5.12)

1/50rad 3 サイクル時に荒壁面で中柱-柱 1 方向頭貫に沿って 25cm 程度のひび割れ。(写真 3.5.13)

1/30rad 1 サイクル目に荒壁面で柱 2 方向の頭貫に沿って 20cm 程度のひび割れ、中塗面で壁土の小片が剥落する。(写真 3.5.14)

最終加力時 荒壁面の壁土が全体的に浮いてくる、中塗面では頭貫，地貫のこじり効果によるひび割れ及びせん断ひび割れの拡大。(写真 15)



写真 3.5.1



写真 3.5.2



写真 3.5.3



写真 3.5.4

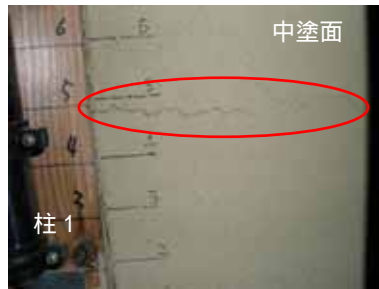


写真 3.5.5



写真 3.5.6



写真 3.5.7



写真 3.5.8



写真 3.5.9



写真 3.5.10



写真 3.5.11



写真 3.5.13



写真 3.5.12



写真 3.5.14

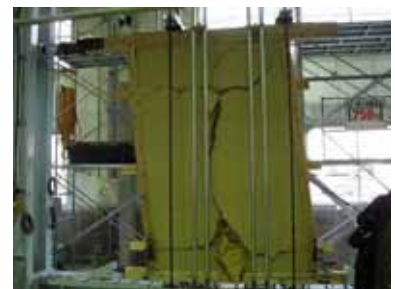


写真 3.5.15

F-2 試験体 破壊挙動(半柱 75*105mm, 間柱 45*45mm 2 本 中塗り厚さ:10mm)

1/600rad 1 サイクル時に中塗面でちり切れ。

1/450rad 2 サイクル時に中塗面で柱 2-梁側の隅角部が壁土圧縮抵抗による壁土のひび割れ。(写真 3.5.13)

1/300rad 1 サイクル時に中塗面で柱 2-梁側隅角部のひび割れが拡大。

1/200rad 1 サイクル時に中塗面に寒冷紗に沿ったせん断ひび割れ。(写真 3.5.14)

1/200rad 3 サイクル時に中塗面で柱 1-梁、柱 2-土台側の各隅角部の壁土が数ミリ程度圧壊。

1/100rad 2 サイクル時に荒壁面でちり部分が乾燥収縮に伴う隙間(4~5mm)が確認されたが、土台に接触する。(写真 3.5.15)

1/75rad 1 サイクル時に中塗面で柱 2-土台側隅角部の圧壊部分が拡大。

1/75rad 3 サイクル時に中塗面の中心部の亀裂から壁土の小片が剥落。(写真 3.5.16)

1/50rad 1 サイクル時に荒壁面でマウス方向加力時、中柱-柱 2-土台隅角部で縦約 5 cm横約 7 cmの範囲で壁土の圧壊、中塗面で間柱に沿ったひび割れが現れ(写真 3.5.17)、柱 1-土台側隅角部が大きく割れる。

1/50rad 2 サイクル時に荒壁面で中柱-柱 2 方向地貫に 15 cm程度のひび割れが起こり、中柱-柱 1 方向に最初からあったひびが拡大。一方中塗面では中心部の亀裂から壁土が見えるようになり柱 1-地貫に沿ってひび割れ。(写真 3.5.18)

1/30rad 1 サイクル時に荒壁面で柱 2-土台地貫に 10 cm程度、柱 1-土台隅角部に縦約 5cm 横約 5cm、柱 2-土台隅角部に縦約 5cm 横約 5cm の範囲で壁土のひび割れ。中塗面では中心部の亀裂から少量ずつ剥がれだし亀裂から寒冷紗が見え(写真 3.5.19)、柱 2-地貫に沿ったひび割れ。

1/30rad 2 サイクル時に荒壁面で柱 2-梁に縦約 10cm 横約 10cm、中柱-柱 1 梁に縦約 10cm 横約 8cm の範囲で各隅角部の壁土にひび割れ、柱 1 方向頭貫 15cm 程度、柱 1 方向地貫 5cm 程度のひび割れ。

1/30rad 3 サイクル時に荒壁面で柱 1 方向頭貫 20cm 程度ひび割れ、柱 1-梁隅角部縦約 10cm 横約 10cm の範囲で壁土の圧壊。

最終加力時 中塗面で中心部の亀裂と間柱のひび割れが交わり、中塗面が剥落。(写真 3.5.20)



写真 3.5.13



写真 3.5.14



写真 3.5.15



写真 3.5.16

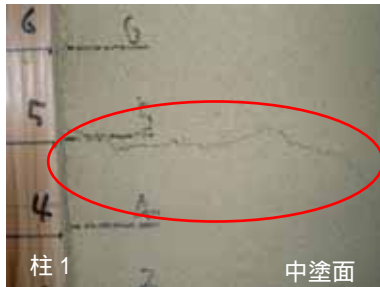


写真 3.5.18



写真 3.5.19

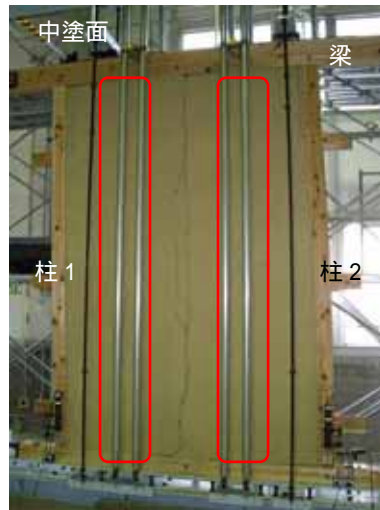


写真 3.5.17



写真 3.5.20

G 試験体 破壊挙動(廻り縁・畳寄せ 36*42mm 中塗厚さ:9mm)

1/450rad 1 サイクル時に中塗面でちり切れ

1/300rad 1 サイクル時に中塗面で柱 1,2 と畳寄せの部分で壁土が少し剥落。(写真 3.5.21)

1/200rad 1 サイクル時に中塗面で柱 1,2 と廻り縁の隅角部の壁土が剥落。

1/100rad 1 サイクル時に荒壁面で柱 1-土台縦 1cm 横 4cm 程度(写真 3.5.22)、柱 2-梁縦 10cm 横 7cm 程度(写真 3.5.23)の範囲で各隅角部が壁土圧縮抵抗による壁土のひび割れ、中塗面でせん断ひび割れが中心部に起こる。(写真 3.5.24)

1/100rad 2 サイクル時に中塗面で柱 1,2 と畳寄せより下部にある荒壁面の隅角部の壁土の一部が剥落。(写真 3.5.25)

1/100rad 3 サイクル時に荒壁面で柱 1-梁から 1 本目の間渡し竹近くで 7 cm程度のひび割れ。(写真 3.5.26)

1/75rad 1 サイクル時に荒壁面で柱 1-梁隅角部縦 10cm 横 9cm 程度の範囲で縦間渡し竹に沿ったひび割れ(写真 3.5.27)、中塗面でせん断ひび割れが拡大。

1/75rad 2 サイクル時に荒壁面で柱 1-土台隅角部の壁土が縦 5cm 横 8cm 程度にひび割れが拡大。

1/50rad 1 サイクル時に荒壁面で柱 2-土台、柱 2-梁の各隅角部の壁土が面外方向に膨らむ(写真 3.5.28)、中塗面で頭貫に貫のこじり効果による貫に沿ったひび割れ(写真 3.5.29)、柱 1,2 の畳寄部分の隅角部の壁土が剥落。

1/50rad 2 サイクル時に荒壁面で縦貫に沿って初めからあったひび割れが中貫より下部で拡大(写真 3.5.30)、中塗面でせん断ひび割れと水平貫に沿ったひび割れが繋がりひび割れが拡大。(写真 3.5.31)

1/30rad 1 サイクル時に荒壁面で縦貫のひび割れがさらに拡大(写真 3.5.32)、地貫および中貫に沿ってひび割れ、中塗面では廻縁上部、畳寄下部にある荒壁部分の壁土が剥離。

1/30rad 2 サイクル時に荒壁面で頭貫に沿ってひび割れ、中塗面でせん断ひび割れから欠片が剥落した。(写真 3.5.33)

1/30rad 3 サイクル時に荒壁面で縦貫・柱 2 方向に大きな縦貫、縦間渡し竹に沿ったひび割れ。(写真 3.5.34)

最終加力時 荒壁面で壁土が剥落し始め(写真 3.5.35)、中塗面では畳寄、廻縁の木材が折れ壁土が剥落。(写真 3.5.36)



写真 3.5.21



写真 3.5.22



写真 3.5.23



写真 3.5.24



写真 3.5.25



写真 3.5.26



写真 3.5.27



写真 3.5.28



写真 3.5.29



写真 3.5.30

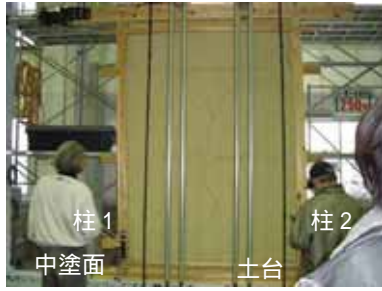


写真 3.5.31



写真 3.5.32

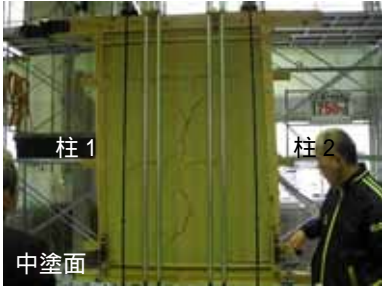


写真 3.5.33



写真 3.5.34

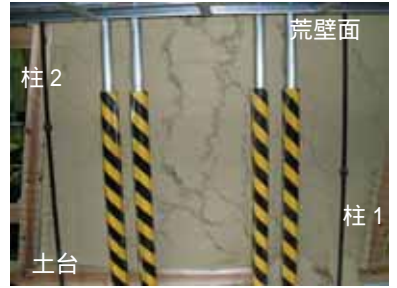


写真 3.5.35

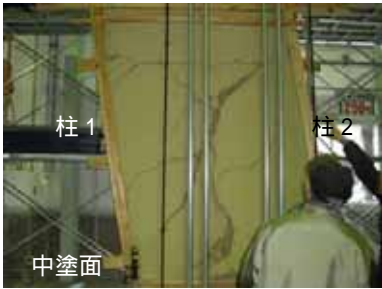


写真 3.5.36

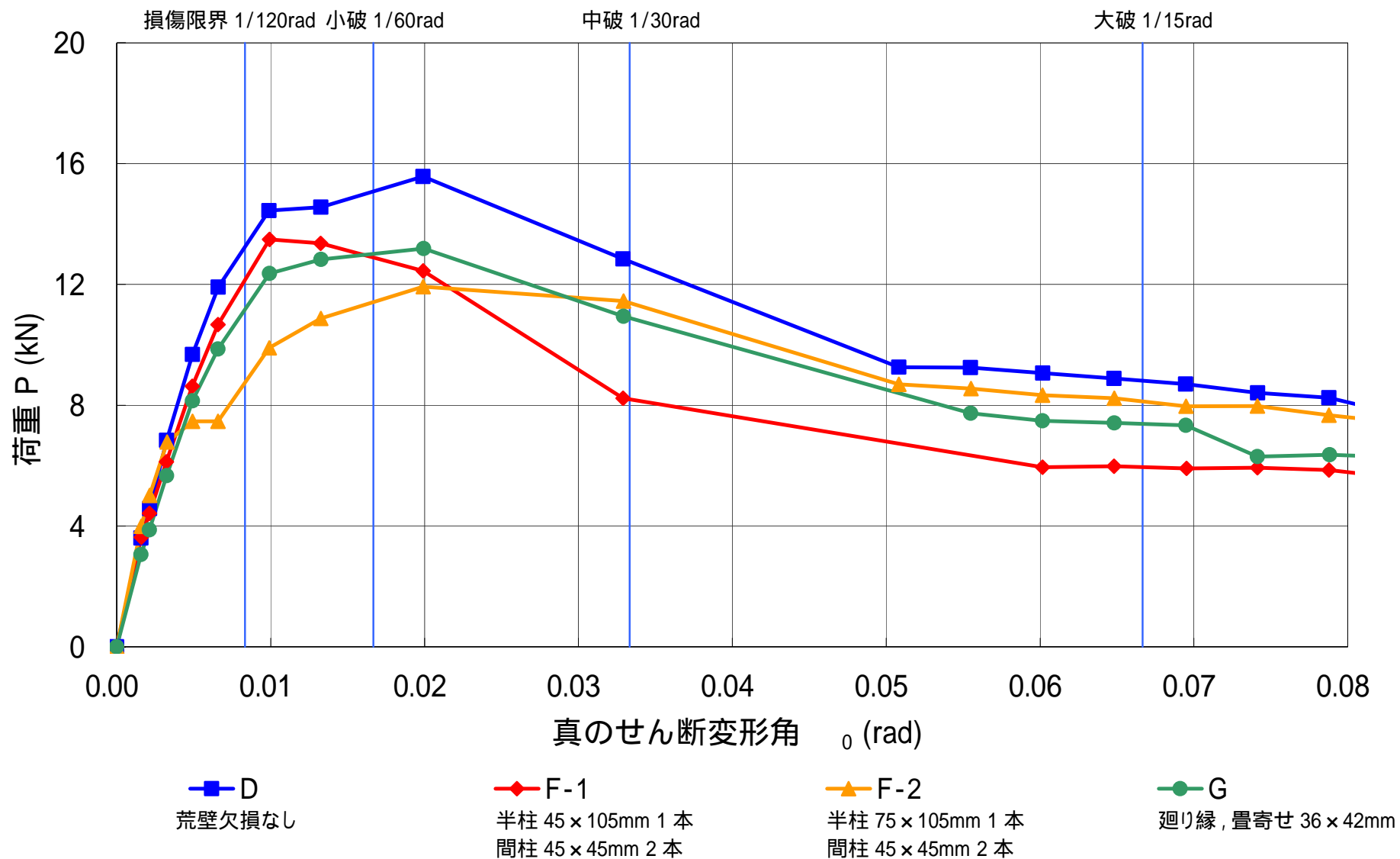


図 3.5 半柱・間柱による荒壁の欠損, 畳寄せ・廻り縁の影響 荷重P-真のせん断変形角 θ_0 曲線

4 考察

4.1 大変形後の簡易補修の効果

表 4.1.1 に健全な状態における試験結果、補修後の試験結果を示す。

軸組を 1 間壁とし中塗りを片面塗り(塗厚 8mm)とした B 試験体は、健全な状態の時と比較すると初期剛性は 1.21 倍を示しており、中塗で使用した壁土の圧縮強度(1.05N/mm²)が健全な状態の試験体(0.73N/mm²)の 1.4 倍となっており、壁土の強度が増加すると壁土の初期剛性も増加することから、中塗土の壁土の強度増加が起因している。最大耐力は 0.88 倍となっており柱-土台、柱-梁接合のホゾのモーメント抵抗の発現がなかったことが起因しているものと



写真 4.1.1

推測される。壁倍率は補修後が 0.1 倍程度高い数値を示しているが、試験体数が 1 体であるためバラツキ係数を乗じていないためである。2006 年度の土壁実大面内せん断試験においては概ね 0.9 であり、それを考慮すると壁倍率の差はない。

軸組を 1 間壁とし中塗りを片面塗り(塗厚 16mm)とした B-3 試験体は、中塗厚さが B-2(補修後)試験体より 8mm 厚いため最大耐力で 1.1 倍の増加となった。

軸組を 3 尺+3 尺壁(四国間)とし中塗りを片面塗り(塗厚 9mm)とした C-2 試験体は、壁倍率は 0.16 下がっているが、壁倍率 1.0 は確認できる。

エネルギー吸収能力を示す面積 S については、健全な状態の 0.65 ~ 0.88 倍となっており、最大耐力後の荷重低下が健全なものと比べホゾが折れていることにより進行する。

今回の試験では、3 試験体ともホゾが破損した状態(写真 4.1.1)であったため軸組み仕口のモーメント抵抗があまり期待できない状況で行ったが、柱-土台、柱-貫の接合部実験(試験体数 3 体)および軸組+貫試験体(H 試験体, 試験体数 1 体)の実大実験より仕口の抵抗モーメントの算出を行い(図 4.1.1)、耐力壁の全抵抗モーメントの 5 ~ 11%程度であることが推測されることから、耐力壁としての性能低下は、仕口の抵抗モーメントの欠如によるものと思われる。

表 4.1.1 試験結果(大変形後の補修)

試験体名	最大耐力 P_{max} (kN)	比較係数 =補修後/健全	初期剛性 K (kN/rad)	比較係数 =補修後/健全	面積 ^{注1} S (kN/rad)	比較係数 =補修後/健全	壁倍率
B(健全) ^{注3} 中塗厚 16mm	15.69	-	1752.41	-	0.51	-	1.52
B-2(補修後) 中塗厚 10mm	13.32	0.85 (B-2/B)	2120.15	1.21 (B-2/B)	0.40	0.88 (B-2/B)	1.63 ^{注2}
B-3(補修後) 中塗厚 16mm	14.76	0.94 (B-3/B)	2260.88	1.29 (B-3/B)	0.30	0.65 (B-3/B)	1.54 ^{注2}
C(健全) ^{注3} 中塗厚 19mm	14.95	-	928.01	-	0.84	-	1.28
C-2(補修後) 中塗厚 9mm	11.32	0.76 (C-2/C)	835.15	0.90 (C-2/C)	0.62	0.73 (C-2/C)	1.12 ^{注2}

注1: 面積は荷重-真のせん断変形角曲線における包絡線と真のせん断変形角の軸と終局変形角で囲まれる面積をいう。

注2: 壁倍率の算定については試験体数が 1 体であるため、バラツキ係数を乗じていない。

注3: 試験体 3 体の平均値

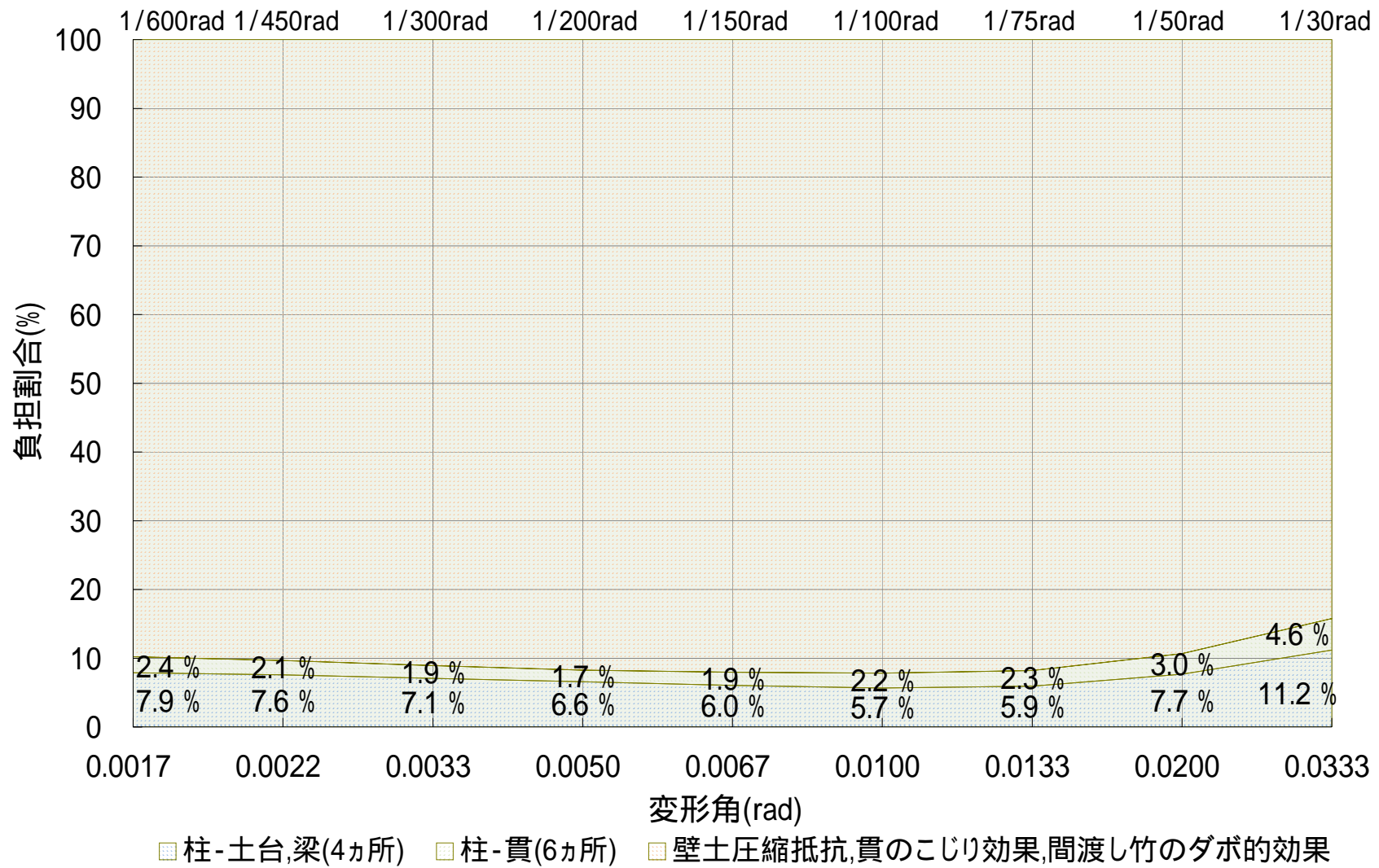


図 4.1.1 抵抗モーメントによる負担割合

4.2 中塗厚さ, 片面・両面塗りの影響

表 4.2.1 に試験結果を示す。

軸組を1間壁とし中塗りを片面塗り(塗厚 10mm)とした D 試験体は、中塗厚を 16mm とした健全な状態における B 試験体と比較すると、中塗厚さによって最大耐力は同程度の値を示しているが、中塗の圧縮強度が 1.4 倍となっていることが要因と推測される。初期剛性についても、1.13 倍となっていることから中塗の圧縮強度に依存しているものと思われる。

軸組を1間壁とし中塗りを両面塗り(塗厚計 23mm)とした E 試験体は、最大耐力で D 試験体の 1.35 倍、初期剛性で 1.73 倍、面積で 1.20 倍となった。中塗りを両面にすることにより、荒壁塗り、裏返し塗りをを行い、その後の乾燥中に生じる壁土の収縮による軸組と壁土との間に 4~5mm 程度の隙間(写真 4.2.1)を充填することができる。(写真 4.2.2)これにより、初期の変形角において壁土の圧縮抵抗の効果が発現することが可能となり、耐力壁の初期剛性の向上し、中塗厚さも B 試験体の 2.3 倍となることから最大耐力の向上に寄与したものと思われる。



写真 4.2.1



写真 4.2.2

表 4.2.1 試験結果(中塗面の影響)

試験体名	最大耐力 P_{max} (kN)	比較係数	初期剛性 K (kN/rad)	比較係数	面積 ^{注2} S (kN/rad)	比較係数	壁倍率
B 試験体 ^{注1} 中塗厚 16mm	15.69	-	1752.41	-	0.46	-	1.52
D(片面塗り) 中塗厚 10mm	15.57	0.99 =D/B 試験体	1981.79	1.13 =D/B 試験体	0.44	0.95 =D/B 試験体	1.76 ^{注3}
E(両面塗り) 中塗厚計 23mm	21.06	1.35 =E/D 試験体	3425.20	1.73 =E/D 試験体	0.53	1.20 =E/D 試験体	2.53 ^{注3}

注 1: B 試験体については、バラツキを考慮するために 2006 年度の中塗厚さ 16mm の 3 体の平均値である。

注 2: 面積は荷重-真のせん断変形角曲線における包絡線と真のせん断変形角の軸と終局変形角で囲まれる面積をいう。

注 3: 壁倍率の算定については試験体数が 1 体であるため、バラツキ係数を乗していない。

4.3 半柱・間柱による荒壁の欠損，畳寄せ・廻り縁の影響

表 4.3.1 に試験結果を示す。

半柱寸法を 45×105mm とし間柱(45×45mm)を半柱と柱間に取り付けた F-1 試験体は、1 間壁で中塗厚 10mm とした D 試験体と比較すると最大耐力で 0.87 倍，初期剛性で 0.92 倍，面積で 0.61 倍となっている。最大耐力の低下要因としては、間柱および半柱を取り付けることにより、それが取り付いていない D 試験体と比べ、壁土の乾燥収縮に伴う部材と壁土の隙間が生じる箇所が多くなり、その部分が柱・土台・梁に接触するまでは壁土圧縮抵抗が期待できないこと。また、裏返し塗面の間柱等が取り付いていないと塗面を 1 面で構成することができるが、取り付けると 4 面(写真 4.3.1)で構成することになり、梁間の接合の程度が重ね梁(壁土)の曲げ剛性に及ぼす影響と類似の現象と理解できる。

半柱寸法を 75×105mm，半柱の柱頭・柱脚を込栓打ちとし 3 本の水平貫を通し貫とした F-2 試験体は、半柱寸法が大きくなることにより半柱上の壁厚が 12mm 程度(図 4.3.1)となってくる。乾燥収縮に伴うひび割れ抑制のために寒冷紗を施工(写真 4.3.2)しているが、1/200rad で半柱に沿ったひび割れが発生し(写真 4.3.3)、耐力が一旦増加しなくなる。最大耐力は F-1 試験体の 0.88 倍となり、最大耐力に影響していることが理解できる。最大耐力到達後の荷重低下は緩やかであり、吸収エネルギー量を示す面積は D 試験体と同等であり、F-1 試験体の 1.7 倍となっている。これは貫を通し貫にしていることによる貫の曲げ抵抗の効果であると思われる。

和室を想定し廻り縁,畳寄せを取り付けた G 試験体は、中塗りを廻り縁,畳寄せまでとしている。D 試験体と比較して最大耐力で 0.85 倍、初期剛性で 0.84 倍、面積で 0.89 倍となっており、廻り縁,畳寄せを取り付けることにより性能が低下することが確認できる。これは、廻り縁、畳寄せの取り付けの際の固定度が不足しているためと思われる。

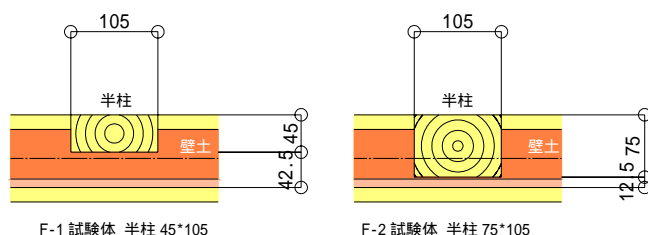


図 4.3.1

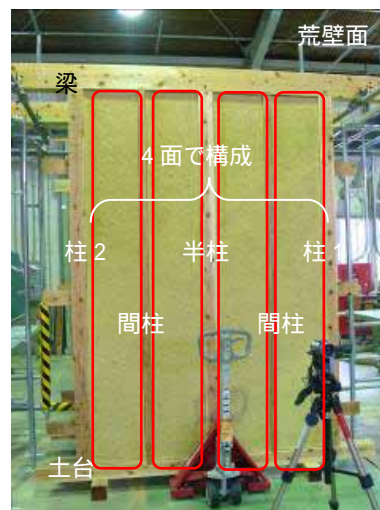


写真 4.3.1



写真 4.3.2



写真 4.3.3

表 4.3.1 試験結果(欠損の影響)

試験体名	最大荷重 P_{max} (kN)	比較係数 =F-1,2,G/D 試験体	初期剛性 K (kN/rad)	比較係数 =F-1,2,G/D 試験体	面積 S (kN/rad)	比較係数 =健全/補修後	壁倍率
D 1間壁,中塗厚 10mm	15.57	-	1981.79	-	0.44	-	1.76
F-1 半柱 45*105,間柱 45*45mm 中塗厚 10mm	13.49	0.87	1816.93	0.92	0.27	0.61	1.32
F-2 半柱 75*105,間柱 45*45mm 中塗厚 10mm	11.93	0.77	2104.27	1.06	0.46	1.05	1.36
G 廻り縁,畳寄せ 36*42mm 中塗厚 9mm	13.18	0.85	1674.00	0.84	0.39	0.89	1.51

注1: 面積は荷重-真のせん断変形角曲線における包絡線と真のせん断変形角の軸と終局変形角で囲まれる面積をいう。
 注2: 壁倍率の算定については試験体数が1体であるため、バラツキ係数を乗じていない。

5 まとめ

本研究を通して以下のことが明らかとなった。

大変形した（地震による被害を受けた）土壁は、竹小舞を編みなおし、壁土を塗りなおすことにより、再利用の可能性はある。

中塗りを片面塗りとした場合の塗厚さの影響については、中塗り壁土強度が中塗厚さ 15mm に対し 10mm は 1.4 倍となっていたため、耐力壁として同程度の性能を有していた。中塗りを両面塗りとすることにより、初期剛性、最大耐力、吸収エネルギー量(面積)の性能が向上する。なお、壁土の乾燥収縮に伴う壁土と部材の隙間の影響については検討することが必要である。

半柱,間柱を取り付けることにより、最大耐力は低下するが、半柱部分において通し貫にすることにより吸収エネルギー量は低下しない。半柱部分においては、1/200rad において中塗面にひび割れが生じるため、壁土厚さを十分に確保するか、寒冷紗の取り付け方法を再考する必要がある。

廻り縁，畳寄せを取り付けることにより、最大耐力，初期剛性，エネルギー吸収能力が 15%程度低下する。

参考文献

- 日本住宅・木材技術センター：土塗壁・面格子壁・落とし込み板壁の壁倍率に係る技術解説書
- 三芳紀美子 他：土壁の強度に関する研究 その2 実大面内せん断試験 日本建築学会大会学術講演梗概集(東海),2003年9月,409-410
- 村上雅英 他：静的水平加力実験に基づく土壁の耐荷機構の解明 せん断破壊が先行しない土壁の力学挙動 日本建築学会構造系論文集,第 582 号,103-108,2004年8月
- 村上雅英 他：水平力の耐荷機構に基づく土壁の剛性と耐力の算定法に関する提案と検証 日本建築学会構造系論文集,第 605 号,119-126,2006年7月

6 参考資料

6.1 実大面内せん断試験結果

6.2 実大面内試験用壁土圧縮試験結果

廻り縁・畳寄せ36×42mmの影響 G試験体

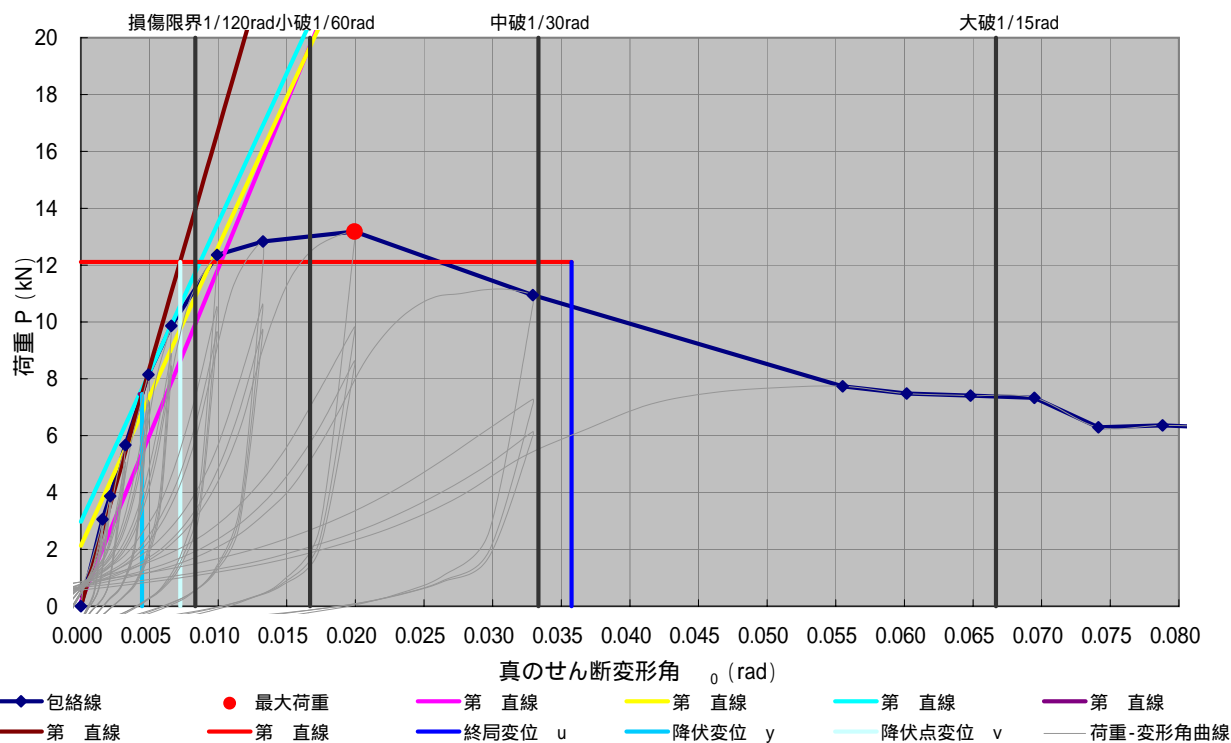
試験条件	
試験日	2008.1.16
室温 ()	12.2
湿度 (%)	48.0

試験体仕様	
小舞(割り竹)	地域型(1551)
壁土仕上厚	68mm
中塗り厚	9mm地域仕様

小舞:表中の数は柱および縦間渡竹間に存在する割竹の数

測定結果	
最大耐力 P_{max}	(kN) 13.18
最大耐力時の変形 $\delta_{P_{max}}$	($\times 10^{-3}$ rad) 19.94
降伏耐力 P_y	(kN) 7.46
降伏耐力時の変形 δ_y	($\times 10^{-3}$ rad) 4.46
初期剛性 K	(kN/rad) 1674.00
1/150(rad)時の耐力 P_{150}	(kN) 9.92
終局変形 δ_u	($\times 10^{-3}$ rad) 35.76
面積 S	(kN·rad) 0.39
終局耐力 P_u	(kN) 12.11
降伏点変形 δ_v	($\times 10^{-3}$ rad) 7.24
塑性率 μ	4.94
構造特性係数 D_s	0.34

項目	横架材	柱1	柱2	土台	廻縁+畳寄せ	貫	楔	込み柱	小舞	荒壁+裏返	大直	中塗
樹種 等級	甲2	乙2	乙2	乙2	-	-	-	-	-	-	-	-
含水率 (%)	15.1	11.4	10.8	11.6	-	-	-	-	-	-	-	-
年輪密度 (本/cm)	2	3	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-
密度 (q/cm^3)	0.38	0.36	0.34	0.38	-	-	-	-	-	-	-	-
重量 (kg)	21.30	10.38	9.82	10.10	2.05	6.15	0.16	0.10	14.13	358.03		
総重量 (kg)	432.22											
平均塗厚 (mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43	16	9



荷重-真のせん断変形角曲線

軸組・土塗壁破壊状況



図 G.1 中塗(北)側



図 G.3



図 G.5



図 G.7



図 G.9 中塗(北)側



図 G_中塗側



図 G.2 中塗(北)側



図 G.4



図 G.6



図 G.8



図 G.10 中塗(北)側



図 G_廻縁

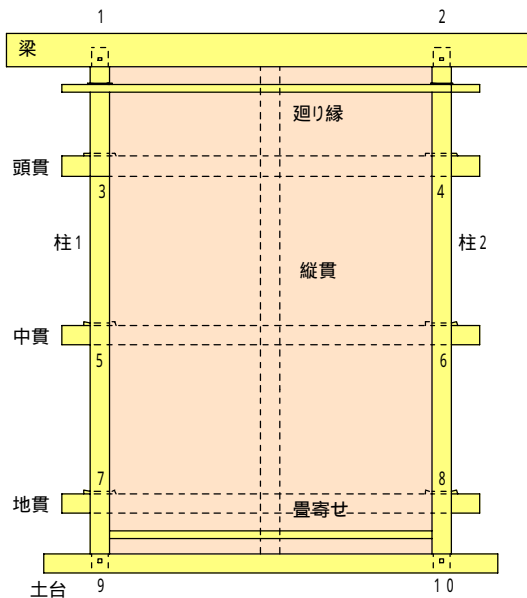


図 G_荒壁側



図 G.1 中塗側 1/300rad



図 G.2 荒壁側 1/100rad



図 G.3 中塗側 1/100rad



図 G.4 荒壁側 1/100rad

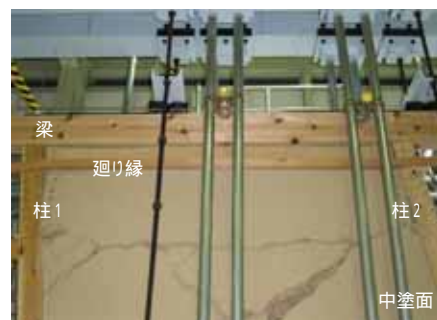


図 G.5 中塗側 最終加力



図 G.6 荒壁側 最終加力



図 G.7 中塗側 最終加力



図 G.8 荒壁側 最終加力

大変形後における簡易補修の効果 B-2試験体

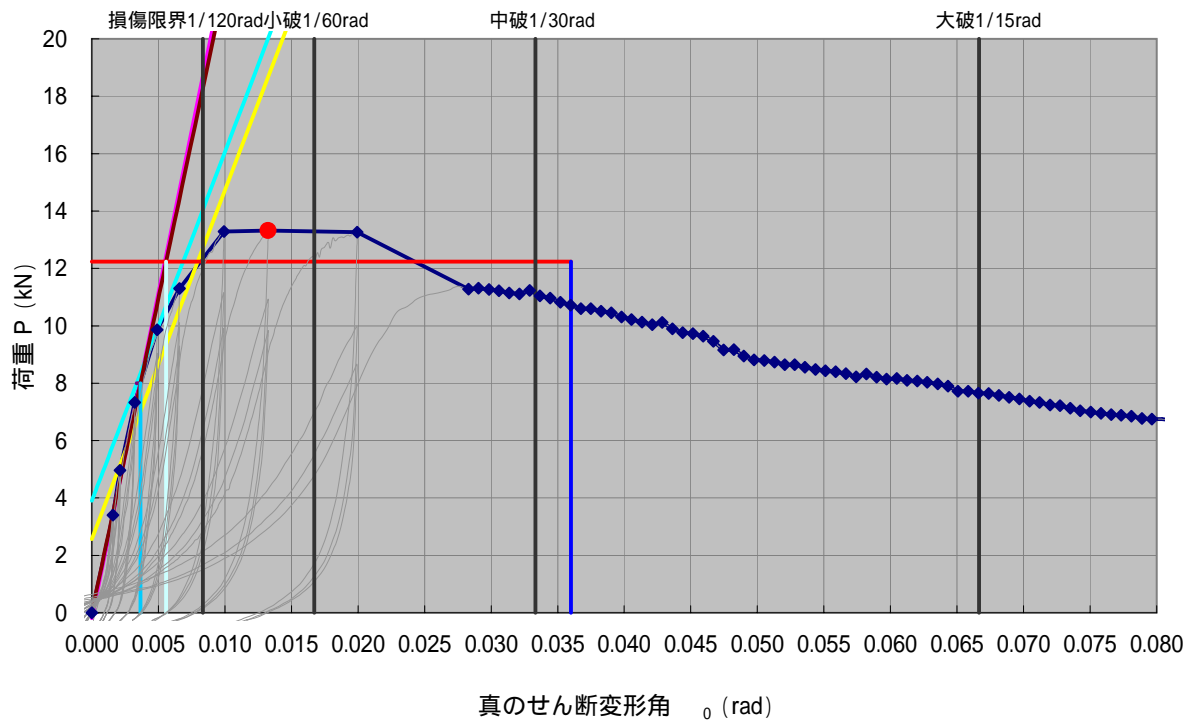
試験条件	
試験日	2007.12.07
室温 ()	14.9
湿度 (%)	27.0

試験体仕様	
小舞(割り竹)	地域型(1551)
壁土仕上厚	70mm
中塗り厚	8mm地域仕様

小舞:表中の数は柱および縦間渡竹間に存在する割り竹の数

測定結果		
最大耐力 P_{max}	(kN)	13.32
最大耐力時の変形 δ_{Pmax}	($\times 10^{-3}$ rad)	13.24
降伏耐力 P_y	(kN)	8.00
降伏耐力時の変形 δ_y	($\times 10^{-3}$ rad)	3.65
初期剛性 K	(kN/rad)	2191.86
1/150(rad)時の耐力 P_{150}	(kN)	11.34
終局変形 δ_u	($\times 10^{-3}$ rad)	36.00
面積 S	(kN \cdot rad)	0.41
終局耐力 P_u	(kN)	12.24
降伏点変形 δ_v	($\times 10^{-3}$ rad)	5.58
塑性率 μ		6.45
構造特性係数 D_s		0.29

項目	横架材	柱1	柱2	土台	貫	楔	込み栓	小舞	荒壁+裏返	大直	中塗
樹種 等級	甲2	乙2	乙2	乙2	-	-	-	-	-	-	-
含水率 (%)	11.4	11.0	10.5	11.4	-	-	-	-	-	-	-
年輪密度 (本/cm)	2	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-
密度 (g/cm ³)	0.33	0.38	0.34	0.36	-	-	-	-	-	-	-
重量 (kg)	17.02	10.78	9.70	9.48	6.46	0.26	0.08	13.35			403.68
総重量 (kg)	470.81										
平均塗厚 (mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	48	14	8



- ◆ 包絡線
- 最大荷重
- 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-真のせん断変形角曲線

軸組・土塗壁破壊状況



図 B-2.1 中塗側(06年)

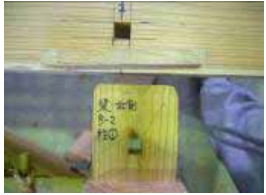


図 B-2.1 中塗側(07年)



図 B-2.3



図 B-2.5



図 B-2.7



図 B-2.9 中塗側(06年)

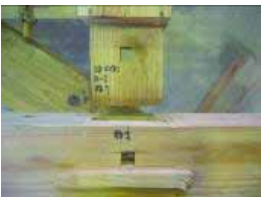


図 B-2.9 中塗側(07年)



図 B-2. 荒壁側



図 B-2.2 中塗側(06年)



図 B-2.2 中塗側(07年)



図 B-2.4



図 B-2.6



図 B-2.8



図 B-2.10 中塗側(06年)



図 B-2.10 中塗側(07年)

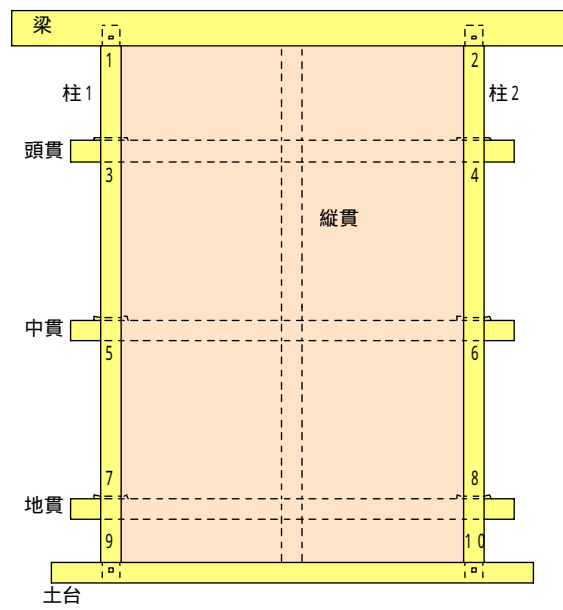


図 B-2.中塗側



図 B-2.間渡竹



図 B-2.1 荒壁側 1/150rad



図 B-2.2 中塗側 1/75rad

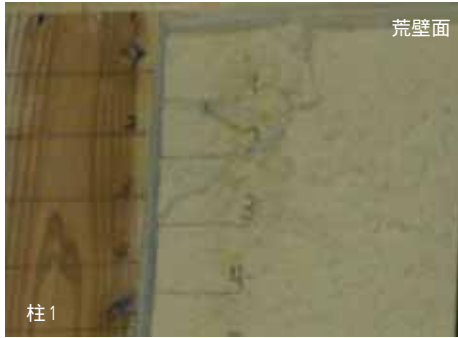


図 B-2.3 荒壁側 1/75rad



図 B-2.4 中塗側 1/50rad



図 B-2.5 荒壁側 最終加力



図 B-2.6 中塗側 最終加力



図 B-2.7 荒壁側 最終加力



図B-2.8 中塗側 最終加力

大変形後における簡易補修の効果 B-3試験体

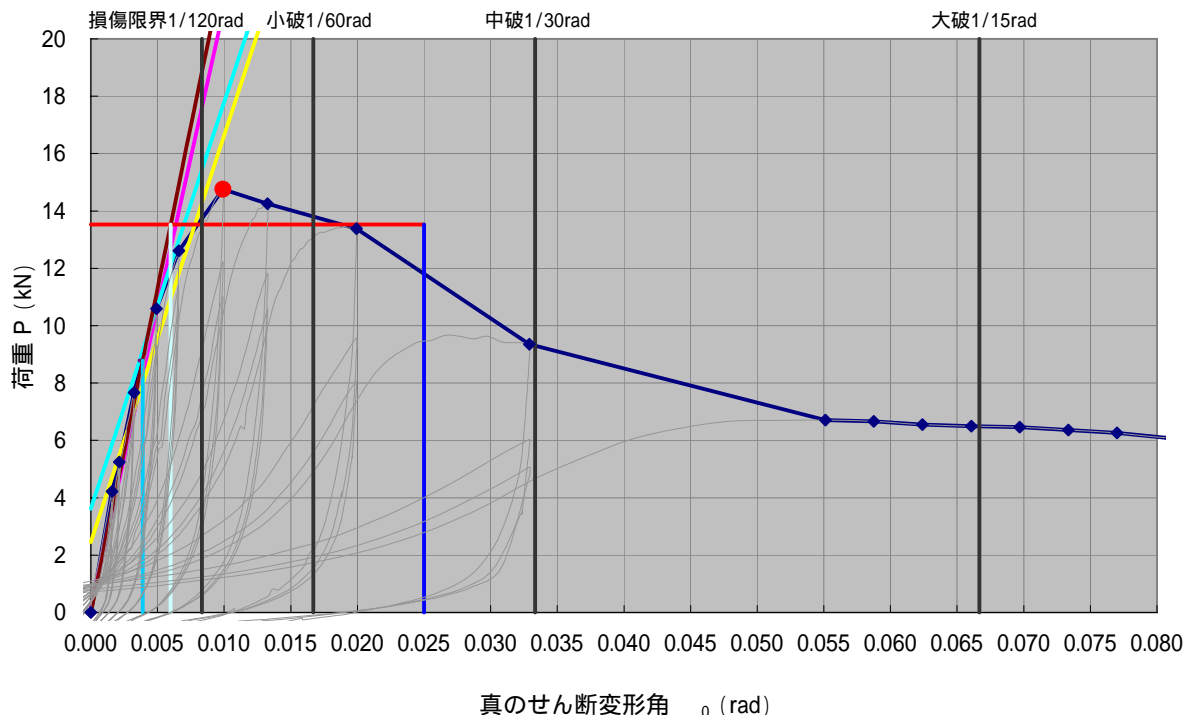
試験条件	
試験日	2007.12.07
室温 ()	15.7
湿度 (%)	50.0

試験体仕様	
小舞(割り竹)	地域型(1551)
壁土仕上厚	70mm
中塗り厚	16mm告示仕様

小舞:表中の数は柱および縦間渡竹間に存在する割り竹の数

測定結果		
最大耐力 P_{max}	(kN)	14.76
最大耐力時の変形 $\delta_{P_{max}}$	($\times 10^{-3}$ rad)	9.92
降伏耐力 P_y	(kN)	8.79
降伏耐力時の変形 δ_y	($\times 10^{-3}$ rad)	3.89
初期剛性 K	(kN/rad)	2260.88
1/150(rad)時の耐力 P_{150}	(kN)	12.66
終局変形 δ_u	($\times 10^{-3}$ rad)	25.01
面積 S	(kN·rad)	0.30
終局耐力 P_u	(kN)	13.53
降伏点変形 δ_v	($\times 10^{-3}$ rad)	5.99
塑性率 μ		4.18
構造特性係数 D_s		0.37

項目	横架材	柱1	柱2	土台	貫	楔	込み栓	小舞	荒壁+裏返	大直	中塗
樹種 等級	甲2	乙2	乙2	乙2	-	-	-	-	-	-	-
含水率 (%)	12.3	11.4	12.0	15.0	-	-	-	-	-	-	-
年輪密度 (本/cm)	2	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-
密度 (g/cm ³)	0.37	0.39	0.39	0.42	-	-	-	-	-	-	-
重量 (kg)	19.14	11.23	11.10	10.85	6.10	0.19	0.09	13.74			387.40
総重量 (kg)	459.84										
平均塗厚 (mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	46	9	16



荷重-真のせん断変形角曲線

包絡線
 最大荷重
 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 B-3_1 中塗側(2006年)



図 B-3_1 中塗側(2007年)



図 B-3_3



図 B-3_5



図 B-3_7



図 B-3_9 中塗側(2006年)



図 B-3_9 中塗側(2007年)



図 B-3_11 荒壁側



図 B-3_13 全体 荒壁側



図 B-3_2 中塗側(2006年)



図 B-3_2 中塗側(2007年)



図 B-3_4



図 B-3_6



図 B-3_8



図 B-3_10 中塗側(2006年)



図 B-3_10 中塗側(2007年)



図 B-3_13 全体 荒壁側

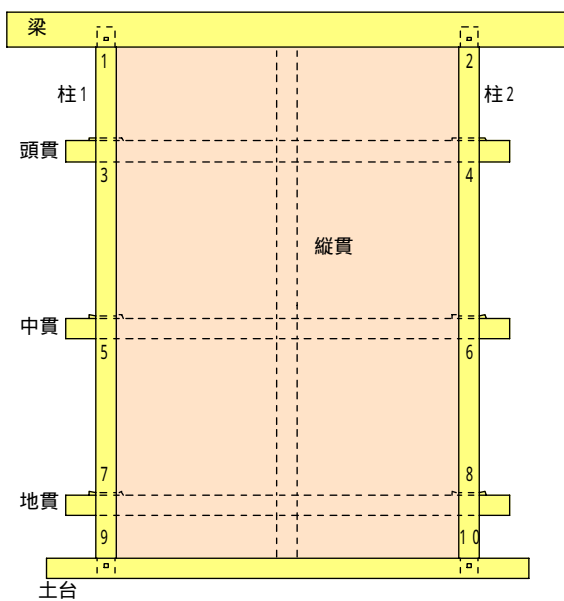




图 B-3.1 荒壁側 1/150rad



图 B-3.2 中塗側 1/300rad



图B-3.3 荒壁側

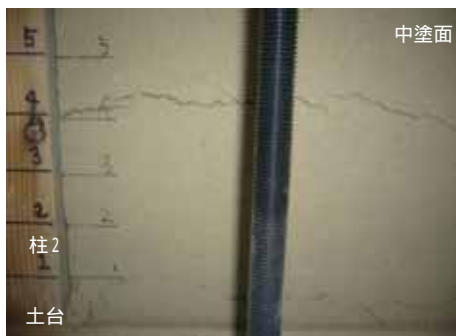


图 B-3.4 中塗側 1/100rad



图 B-3.5 荒壁側 1/50rad

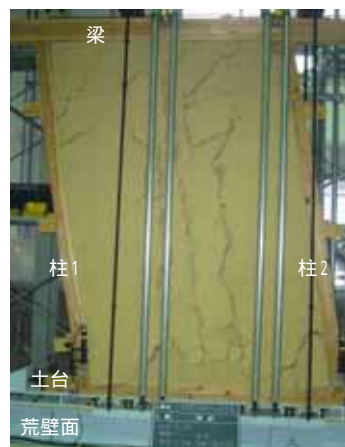
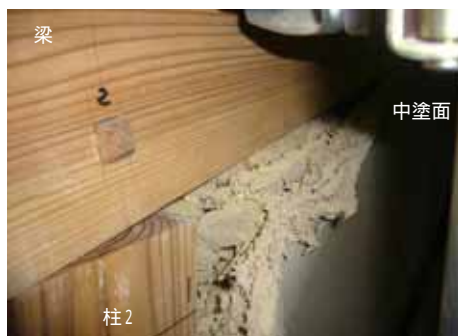


图 B-3.6 荒壁側 最終加力



图B-3.7 中塗側 最終加力



图 B-3.8 中塗側 最終加力

大変形後における簡易補修の効果 C-2試験体

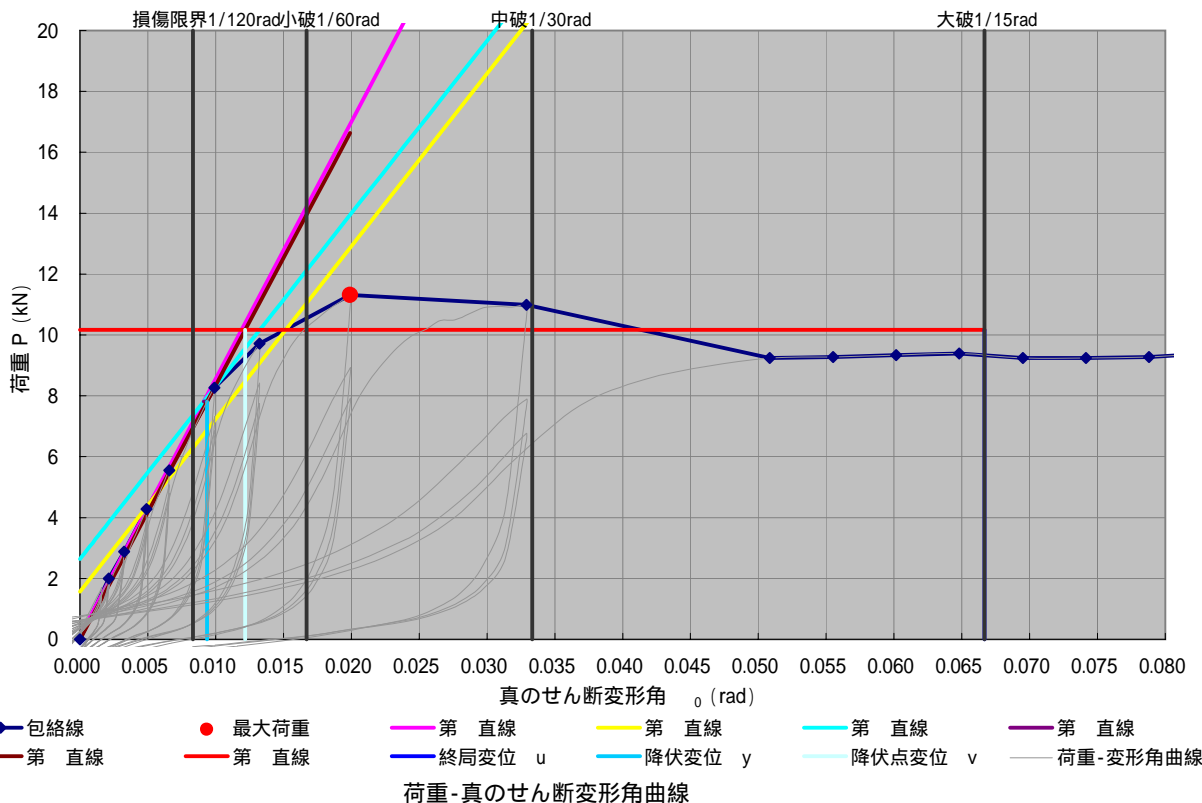
試験条件	
試験日	2007.12.12
室温 ()	15.6
湿度 (%)	56.0

試験体仕様	
小舞(割り竹)	地域型(1551)
壁土仕上厚	76mm
中塗り厚	9mm地域

小舞:表中の数は柱および縦間渡竹間に存在する割竹の数

測定結果		
最大耐力 P_{max}	(kN)	11.32
最大耐力時の変形 $\delta_{P_{max}}$	($\times 10^{-3}$ rad)	19.91
降伏耐力 P_y	(kN)	7.82
降伏耐力時の変形 δ_y	($\times 10^{-3}$ rad)	9.36
初期剛性 K	(kN/rad)	835.15
1/150(rad)時の耐力 P_{150}	(kN)	5.63
終局変形 δ_u	($\times 10^{-3}$ rad)	66.67
面積 S	(kN \cdot rad)	0.62
終局耐力 P_u	(kN)	10.17
降伏点変形 δ_v	($\times 10^{-3}$ rad)	12.18
塑性率 μ		5.47
構造特性係数 D_s		0.32

項目	横架材	柱1	柱2	中柱	土台	貫	楔	込み柱	小舞	荒壁+裏返	大直	中塗
樹種 等級	甲2	乙2	乙2	乙2	乙2	-	-	-	-	-	-	-
含水率 (%)	15.1	10.8	10.8	9.6	13.0	-	-	-	-	-	-	-
年輪密度 (本/cm)	2	1	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-
密度 (g/cm ³)	0.41	0.45	0.44	0.42	0.47	-	-	-	-	-	-	-
重量 (kg)	21.90	13.65	13.61	13.01	12.56	4.44	0.28	0.15	14.31	445.86		
総重量 (kg)	539.77											
平均塗厚 (mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52	14	9



軸組・土塗壁破壊状況



図 C-2_1 中塗側(2006年)



図 C-2_2 中塗側(2006年)



図 C-2_3 中塗側(2006年)



図 C-2_1 中塗側(2007年)



図 C-2_2 中塗側(2007年)



図 C-2_3 中塗側(2007年)



図 C-2_4

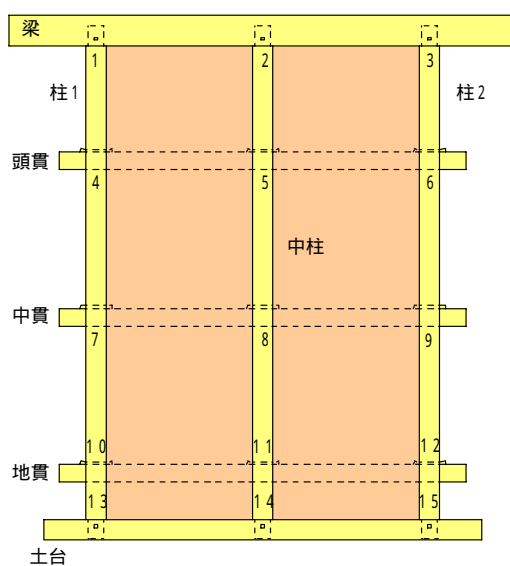


図 C-2_6



図 C-2_7



図 C-2_9



図 C-2_10



図 C-2_12



図 C-2_13 中塗側(2006年)



図 C-2_14 中塗側(2006年)



図 C-2_15 中塗側(2006年)



図 C-2_13 中塗側(2007年)



図 C-2_14 中塗側(2007年)



図 C-2_15 中塗側(2007年)



図 C-2_5



図 C-2_8



図 C-2_11

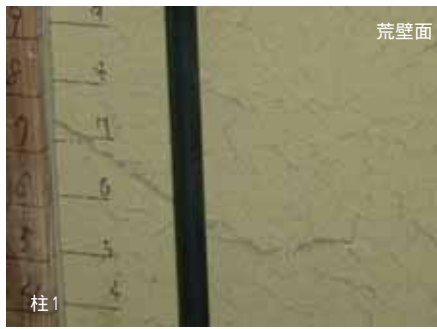


圖 C-2.1 荒壁側 1/50rad

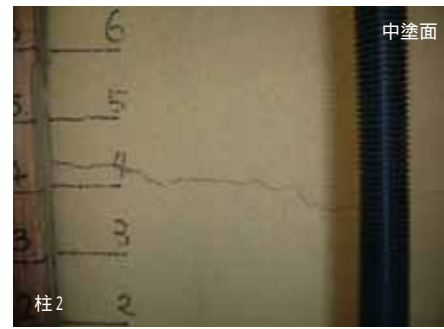


圖 C-2.2 中塗側 1/100rad

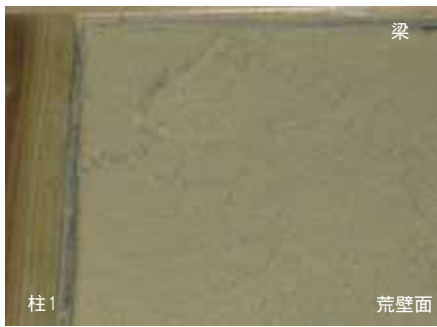


圖 C-2.3 荒壁側 1/50rad



圖 C-2.4 中塗側 1/50rad



圖 C-2.5 中塗側 最終加力



圖 C-2.6 中塗側 最終加力



圖 C-2.7 荒壁側 最終加力



圖 C-2.8 中塗側 最終加力

中塗厚さ10mm・片面塗りの影響 D試験体

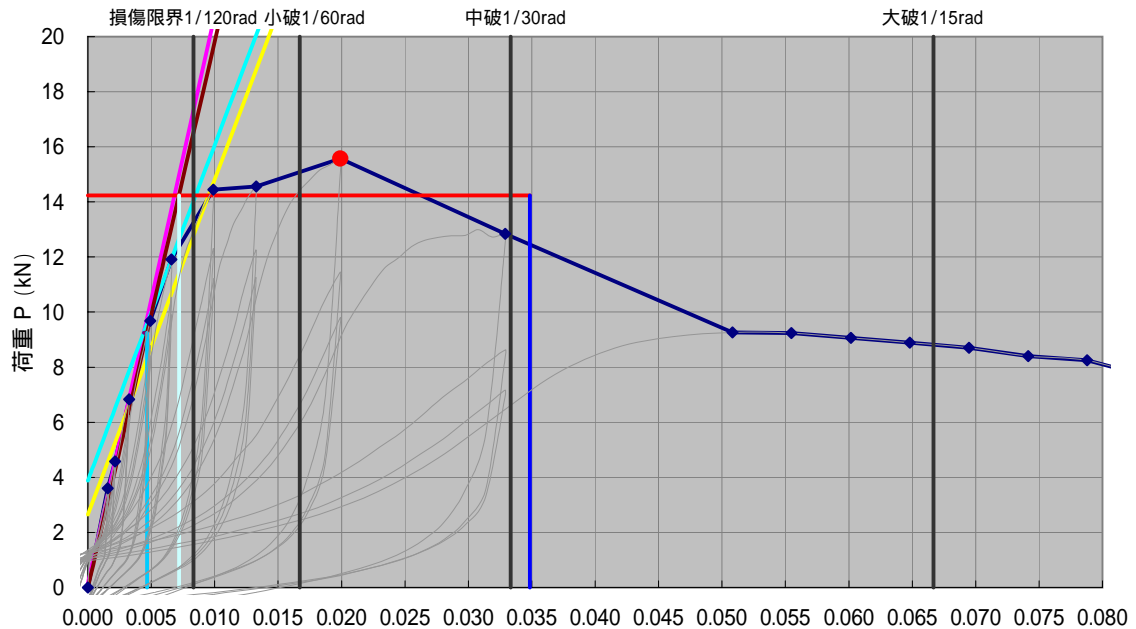
試験条件	
試験日	2007.12.13
室温 ()	18.1
湿度 (%)	50.0

試験体仕様	
小舞(割り竹)	地域型(1551)
壁土仕上厚	69mm
中塗り厚	10mm地域仕様

小舞:表中の数は柱および縦間渡竹間に存在する割竹の数

測定結果		
最大耐力 P_{max}	(kN)	15.57
最大耐力時の変形 $\delta_{P_{max}}$	($\times 10^{-3}$ rad)	19.90
降伏耐力 P_y	(kN)	9.25
降伏耐力時の変形 δ_y	($\times 10^{-3}$ rad)	4.67
初期剛性 K	(kN/rad)	1981.79
1/150(rad)時の耐力 P_{150}	(kN)	11.96
終局変形 δ_u	($\times 10^{-3}$ rad)	34.85
面積 S	(kN·rad)	0.44
終局耐力 P_u	(kN)	14.24
降伏点変形 δ_v	($\times 10^{-3}$ rad)	7.18
塑性率 μ		4.85
構造特性係数 D_s		0.34

項目	横架材	柱1	柱2	土台	貫	楔	込み栓	小舞	荒壁+裏返	大直	中塗
樹種 等級	甲2	乙2	乙2	乙2	-	-	-	-	-	-	-
含水率 (%)	22.0	17.4	16.3	13.7	-	-	-	-	-	-	-
年輪密度 (本/cm)	2	3	2	2	-	-	-	-	-	-	-
密度 (g/cm^3)	0.40	0.41	0.42	0.38	-	-	-	-	-	-	-
重量 (kg)	21.12	11.80	11.92	9.90	6.35	0.21	0.11	13.44	403.28		
総重量 (kg)	478.13										
平均塗厚 (mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	45	15	10



真のせん断変形角 θ_0 (rad)

◆ 包絡線 ● 最大荷重 — 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-真のせん断変形角曲線

軸組·土塗壁破壊状況



図 D.1 荒壁側



図 D.2 荒壁側



図 D.3



図 D.4



図 D.5



図 D.6



図 D.7



図 D.8



図 D.9 荒壁側



図 D.10 荒壁側



図 D.荒壁側

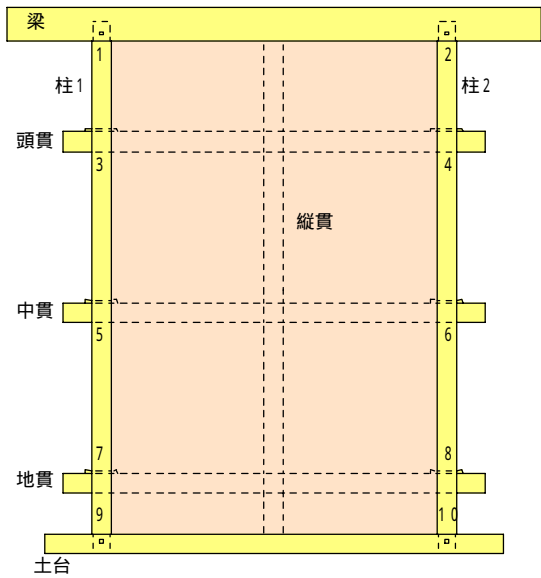


図 D.中塗側



図 D.間渡竹



図 D_1 荒壁側 1/100rad

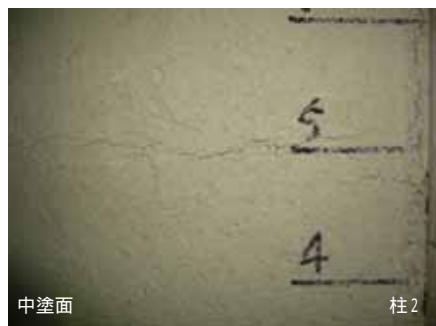


図 D_2 中塗側 1/150rad



図 D_3 荒壁側 1/50rad



図 D_4 中塗側 1/50rad



図 D_5 荒壁側 最終加力



図 D_6 中塗側 最終加力



図 D_7 荒壁側 最終加力



図 D_8 中塗側 最終加力

中塗厚さ23mm・両面塗りの影響 E試験体

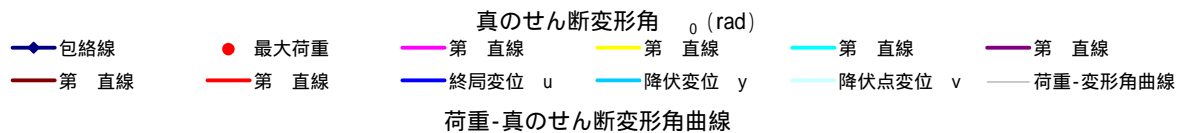
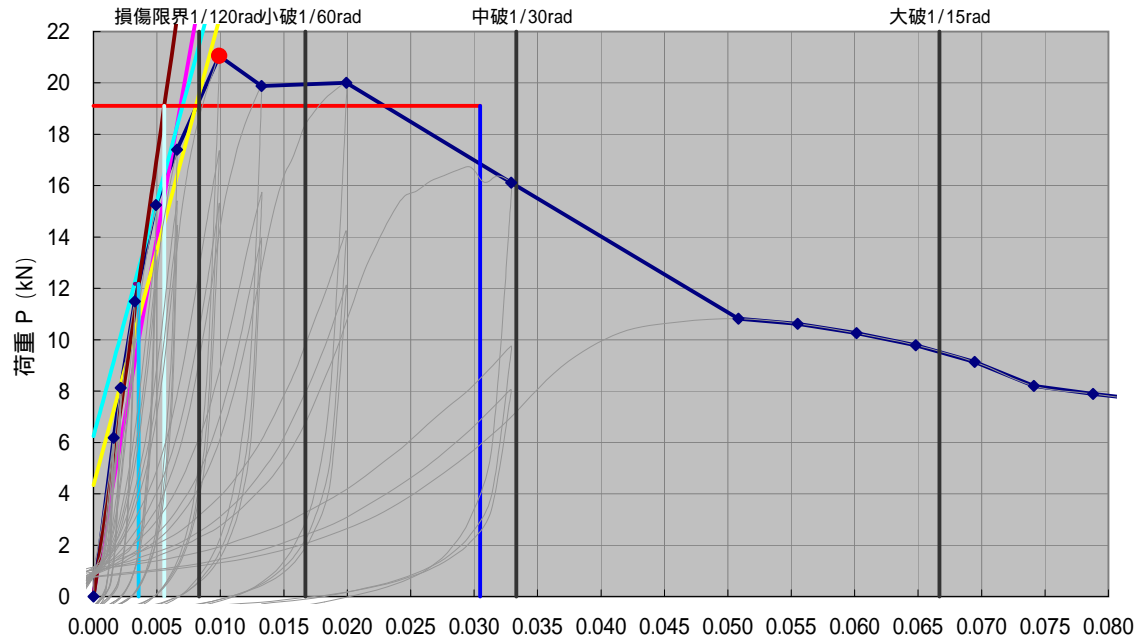
試験条件	
試験日	2007.12.17
室温 ()	12.1
湿度 (%)	41.0

試験体仕様	
小舞(割り竹)	地域型(1551)
壁土仕上厚	74mm
中塗り厚	23mm地域仕様

小舞:表中の数は柱および縦間渡竹間に存在する割竹の数

測定結果	
最大耐力 P_{max}	(kN) 21.06
最大耐力時の変形 $\delta_{P_{max}}$	($\times 10^{-3}$ rad) 9.90
降伏耐力 P_y	(kN) 12.17
降伏耐力時の変形 δ_y	($\times 10^{-3}$ rad) 3.55
初期剛性 K	(kN/rad) 3425.20
1/150(rad)時の耐力 P_{150}	(kN) 17.50
終局変形 δ_u	($\times 10^{-3}$ rad) 30.47
面積 S	(kN \cdot rad) 0.53
終局耐力 P_u	(kN) 19.11
降伏点変形 δ_v	($\times 10^{-3}$ rad) 5.58
塑性率 μ	5.46
構造特性係数 D_s	0.32

項目	横架材	柱1	柱2	土台	貫	楔	込み栓	小舞	荒壁+裏返	大直	中塗
樹種 等級	甲2	乙2	乙2	乙2	-	-	-	-	-	-	-
含水率 (%)	14.7	13.1	12.8	15.2	-	-	-	-	-	-	-
年輪密度 (本/cm)	2	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-
密度 (g/cm^3)	0.34	0.39	0.39	0.42	-	-	-	-	-	-	-
重量 (kg)	19.51	11.26	11.23	11.30	6.43	0.21	0.10	13.66	407.85		
総重量 (kg)	481.55										
平均塗厚 (mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	39	12	23



軸組・土塗壁破壊状況



図 E.1 中塗(北)側



図 E.2 中塗(北)側



図 E.3



図 E.4



図 E.5



図 E.6



図 E.7



図 E.8



図 E.9 中塗(北)側



図 E.10 中塗(北)側



図 E.中塗(南)側



図 E.中塗(北)側



図 E.間渡竹

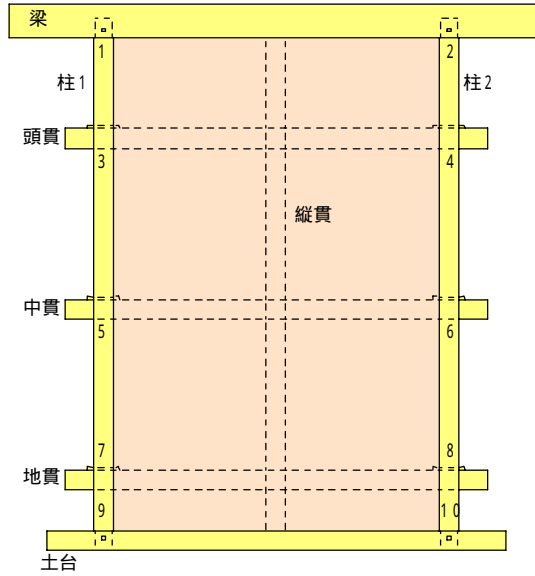




図 E_1 中塗(南)側 1/200rad

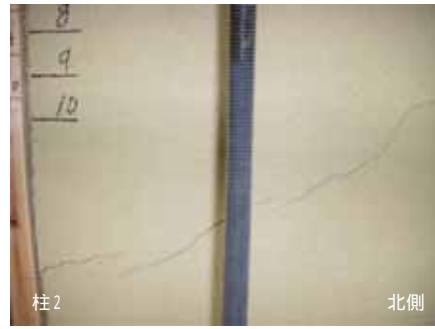


図 E_2 中塗(北)側 1/75rad

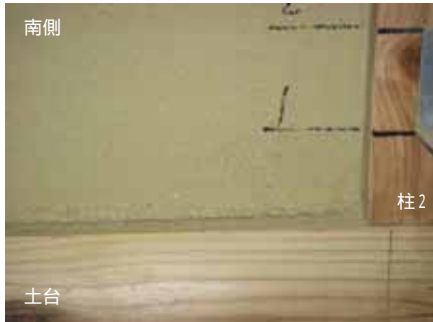


図 E_3 中塗(南)側 1/200rad



図 E_4 中塗(北)側 1/50rad



図 E_5 中塗(南)側 最終加力



図 E_6 中塗(北)側 最終加力

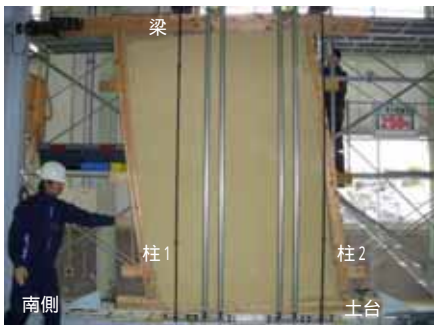


図 E_7 中塗(南)側 最終加力



図 E_8 中塗(北)側 最終加力

半柱45×75mm・間柱45×45mmの影響 F-1試験体

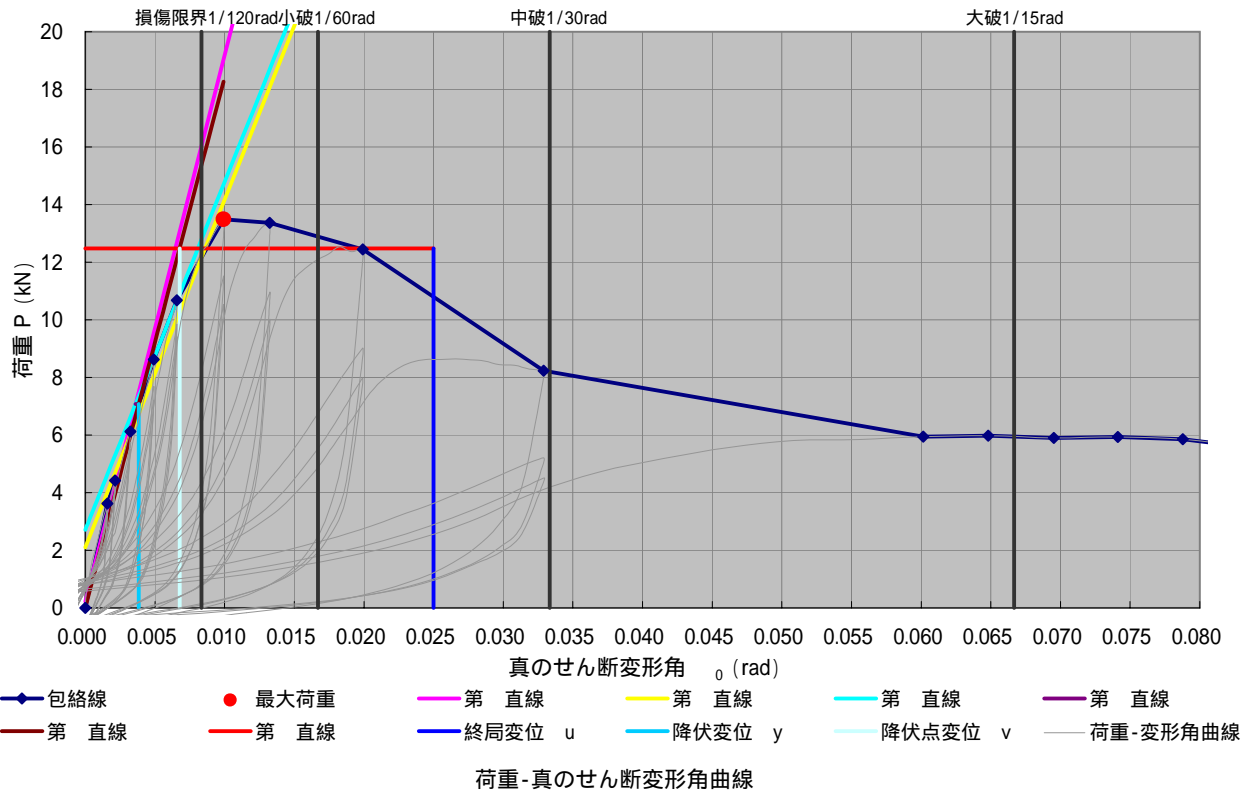
試験条件	
試験日	2008.1.8
室温 ()	14.2
湿度 (%)	54.0

試験体仕様	
小舞(割り竹)	地域型(1551)
壁土仕上厚	69mm
中塗り厚	10mm地域仕様

小舞:表中の数は柱および縦間渡竹間に存在する割竹の数

測定結果		
最大耐力 P_{max}	(kN)	13.49
最大耐力時の変形 δ_{Pmax}	($\times 10^{-3}$ rad)	9.93
降伏耐力 P_y	(kN)	7.07
降伏耐力時の変形 δ_y	($\times 10^{-3}$ rad)	3.85
初期剛性 K	(kN/rad)	1839.79
1/150(rad)時の耐力 P_{150}	(kN)	10.75
終局変形 δ_u	($\times 10^{-3}$ rad)	25.01
面積 S	(kN·rad)	0.27
終局耐力 P_u	(kN)	12.48
降伏点変形 δ_v	($\times 10^{-3}$ rad)	6.78
塑性率 μ		3.69
構造特性係数 D_s		0.40

項目	横架材	柱1	柱2	土台	中柱	間柱	貫	楔	込み栓	小舞	荒壁+裏返	大直	中塗
樹種 等級	甲2	乙2	乙2	乙2	乙2	-	-	-	-	-	-	-	-
含水率 (%)	13.5	15.8	10.8	13.6	15.1	-	-	-	-	-	-	-	-
年輪密度 (本/cm)	1	2	3	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-
密度 (g/cm ³)	0.32	0.43	0.35	0.34	0.40	0.38	-	-	-	-	-	-	-
重量 (kg)	18.23	11.54	10.03	9.73	5.21	3.91	4.01	0.14	0.11	13.27	375.41		
総重量 (kg)	451.59												
平均塗厚 (mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43	16
													10



軸組·土塗壁破壞狀況



圖 F-1.1 中塗側



圖 F-1.2



圖 F-1.3 中塗側



圖 F-1.4



圖 F-1.6



圖 F-1.8



圖 F-1.10 中塗側

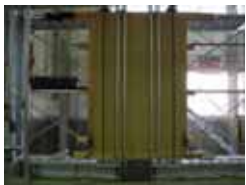


圖 F-1_中塗側

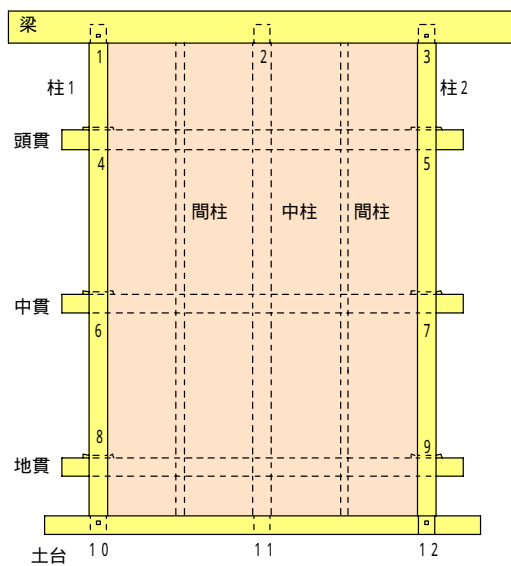


圖 F-1.5



圖 F-1.7



圖 F-1.9



圖 F-1.11



圖 F-1.12 中塗側



圖 F-1_荒壁側



圖 F-1_中塗側



图 F-1.1 中塗側 1/300rad



图 F-1.2 荒壁側 1/100rad



图 F-1.3 中塗側 1/200rad



图 F-1.4 荒壁側 1/100rad



图 F-1.5 中塗側 最終引込



图 F-1.6 荒壁側 最終引込



图 F-1.7 中塗側 最終引込



图 F-1.8 荒壁側 最終引込

半柱75×105mm・間柱45×45mm F-2試験体

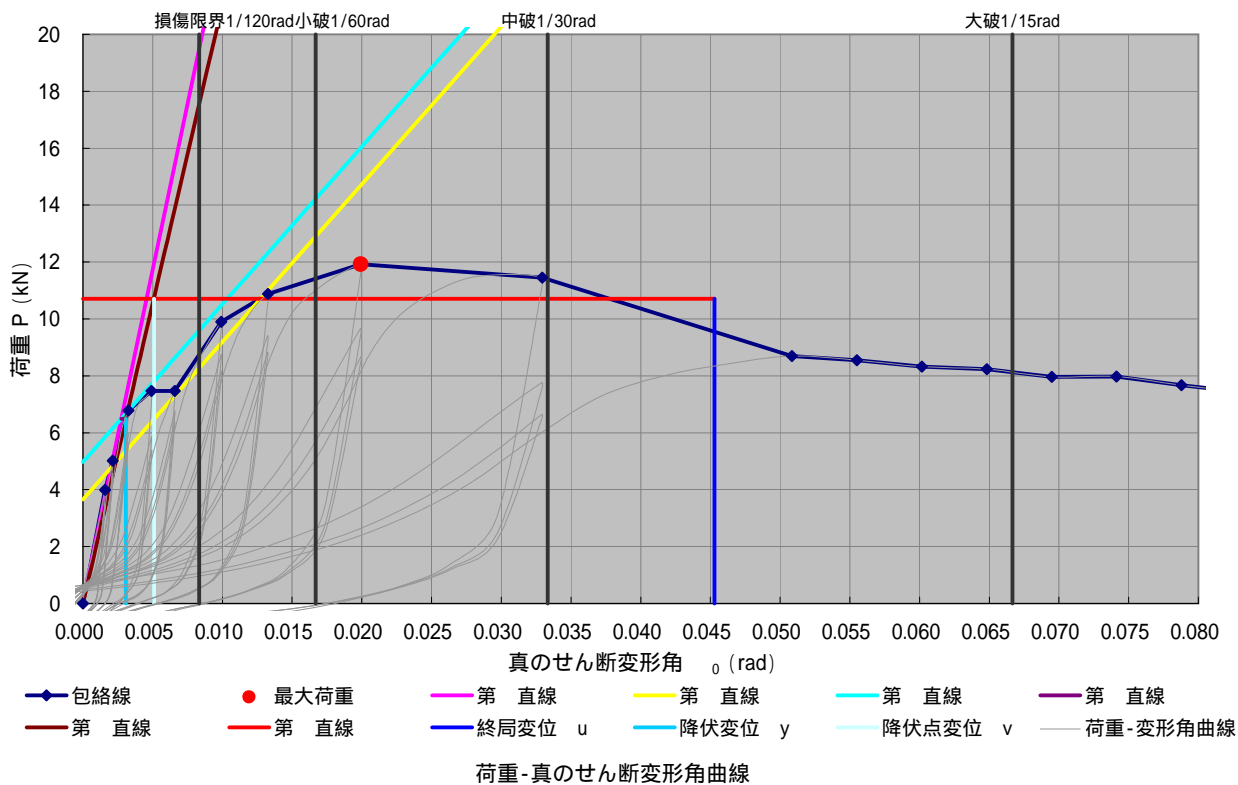
試験条件	
試験日	2008.1.10
室温 ()	15.9
湿度 (%)	44.0

試験体仕様	
小舞(割り竹)	地域型(1551)
壁土仕上厚	69mm
中塗り厚	10mm地域仕様

小舞:表中の数は柱および縦間渡竹間に存在する割り竹の数

測定結果	
最大耐力 P_{max}	(kN) 11.93
最大耐力時の変形 δ_{Pmax}	($\times 10^{-3}$ rad) 19.91
降伏耐力 P_y	(kN) 6.49
降伏耐力時の変形 δ_y	($\times 10^{-3}$ rad) 3.08
初期剛性 K	(kN/rad) 2104.15
1/150(rad)時の耐力 P_{150}	(kN) 7.53
終局変形 δ_u	($\times 10^{-3}$ rad) 45.30
面積 S	(kN·rad) 0.46
終局耐力 P_u	(kN) 10.71
降伏点変形 δ_v	($\times 10^{-3}$ rad) 5.09
塑性率 μ	8.90
構造特性係数 D_s	0.24

項目	横架材	柱1	柱2	土台	中柱	間柱	貫	楔	込み栓	小舞	荒壁+裏返	大直	中塗	
樹種 等級	甲2	乙2	乙2	乙2	乙2	乙2	-	-	-	-	-	-	-	
含水率 (%)	12.8	13.0	13.5	15.5	11.6	-	-	-	-	-	-	-	-	
年輪密度 (本/cm)	2	2	1	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	
密度 (g/cm ³)	0.37	0.39	0.42	0.45	0.30	0.39	-	-	-	-	-	-	-	
重量 (kg)	20.93	11.13	12.01	11.90	7.35	4.01	4.64	0.24	0.15	13.35	370.49			
総重量 (kg)	456.20													
平均塗厚 (mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44	15	10



軸組・土塗壁破壊状況



図 F-2.1 中塗側



図 F-2.2



図 F-2.3 中塗側



図 F-2.4

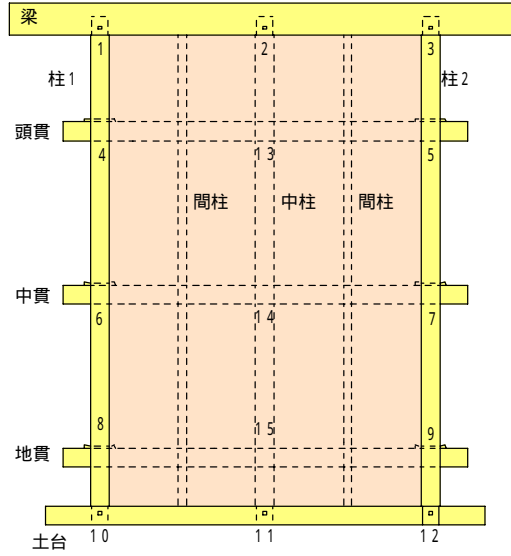


図 F-2.5



図 F-2.6



図 F-2.7



図 F-2.8



図 F-2.9



図 F-2.10 中塗側



図 F-2.11



図 F-2.12 中塗側



図 F-2.13



図 F-2.14



図 F-2.15

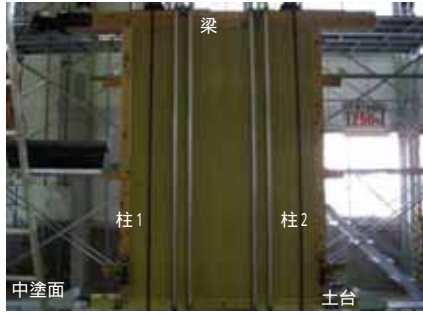


圖 F-2.1 中塗側 1/200rad



圖 F-2.2 荒壁側 1/100rad



圖 F-2.3 中塗側 1/30rad

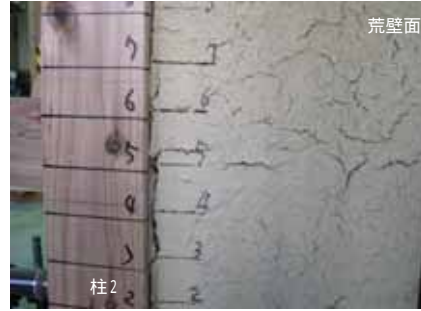


圖 F-2.4 荒壁側 1/50rad

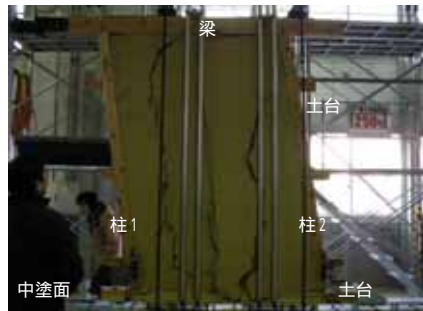


圖 F-2.5 中塗側 最終加力



圖 F-2.6 荒壁側 最終加力

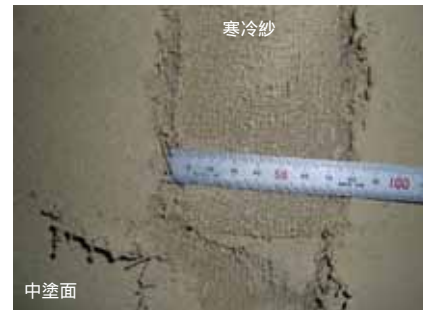


圖 F-2.7 中塗側 最終加力



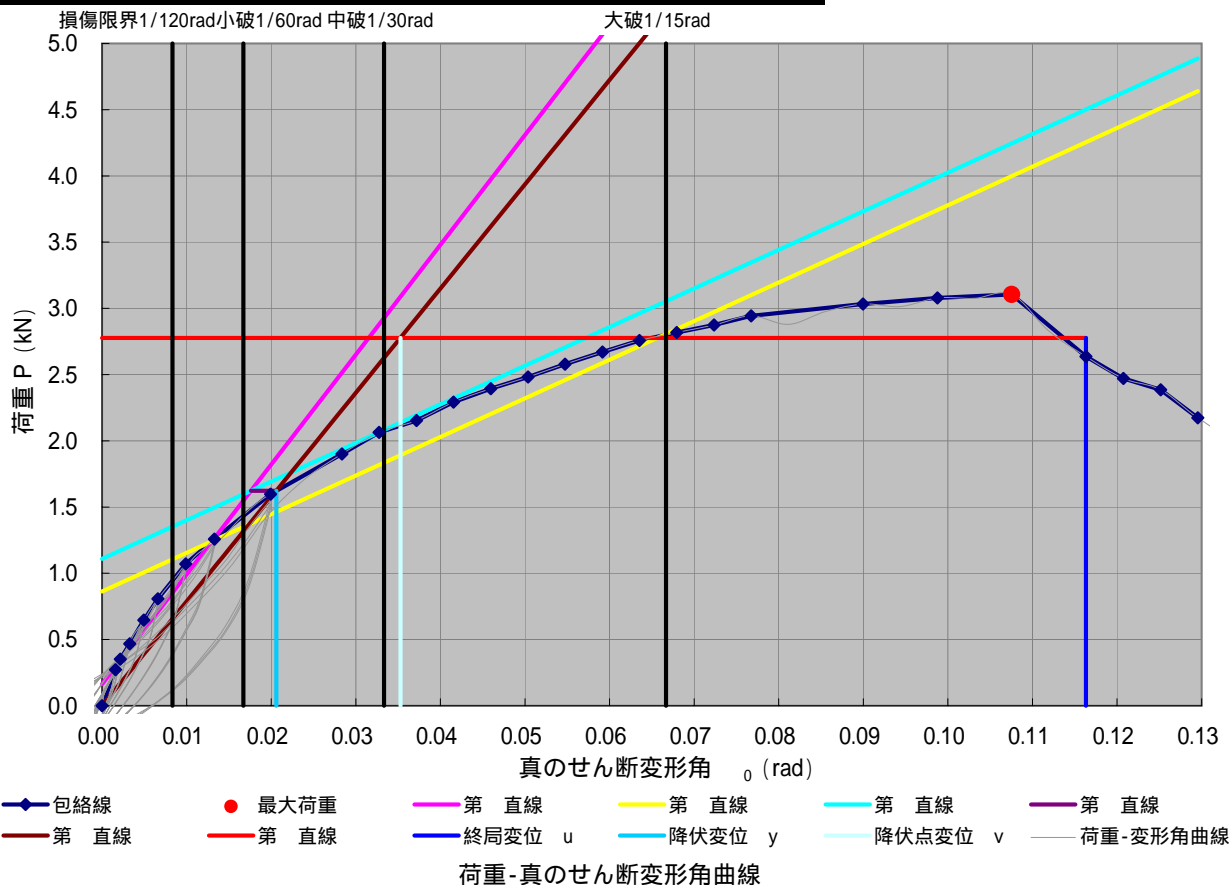
圖 F-2.8 荒壁側 最終加力

軸組+貫 H-1試験体

試験条件	
試験日	2008.1.18
室温 ()	-
湿度 (%)	-

測定結果		
最大耐力 P_{max}	(kN)	3.11
最大耐力時の変形 δ_{Pmax}	($\times 10^{-3}$ rad)	107.54
降伏耐力 P_y	(kN)	1.62
降伏耐力時の変形 δ_y	($\times 10^{-3}$ rad)	20.61
初期剛性 K	(kN/rad)	78.72
1/150(rad)時の耐力 P_{150}	(kN)	0.81
終局変形 δ_u	($\times 10^{-3}$ rad)	116.32
面積 S	(kN·rad)	0.27
終局耐力 P_u	(kN)	2.78
降伏点変形 δ_v	($\times 10^{-3}$ rad)	35.28
塑性率 μ		3.30
構造特性係数 D_s		0.42

項目	横架材	柱1	柱2	土台	貫	楔	込み栓
樹種 等級	甲2	乙2	乙2	乙2	-	-	-
含水率 (%)	15.80	14.40	10.50	12.90	-	-	-
年輪密度 (本/cm)	2	3	2	2	-	-	-
密度 (g/cm^3)	0.44	0.47	0.43	0.39	-	-	-
重量 (kg)	26.84	13.55	12.43	12.74	5.27	0.10	0.13
総重量 (kg)	71.06						



軸組破壊状況

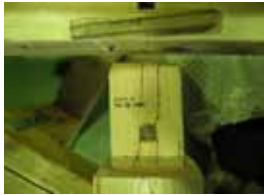


図 H.1 北側



図 H.2 北側



図 H.3



図 H.4



図 H.5



図 H.6



図 H.7



図 H.8

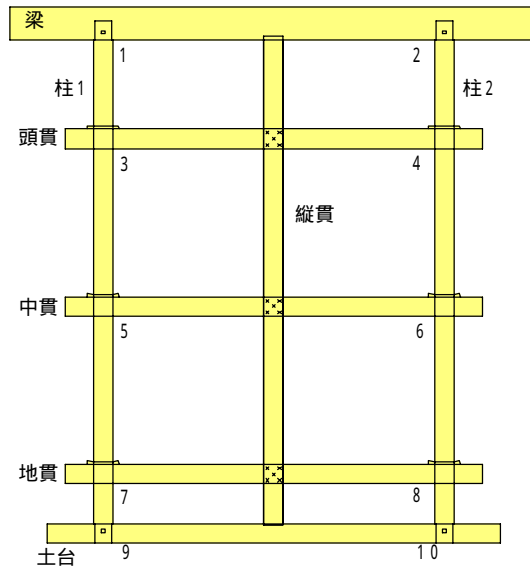


図 H.9 北側



図 H.10 北側



図 H. 貫の割裂



図 H. 全体



図 H. 楔の貫へのめり込み



図 H.1 1/75rad



図 H.2 最終加力



図 H.3 最終加力



図 H.4 最終加力



図 H.5 最終加力



図 H.6 最終加力



図 H.7 最終加力



図 H.8 最終加力