

4. 3 土壁の静的繰り返し加力実験

4. 3. 1 試験体の一覧

表 4.3.1-1 に土壁試験体の一覧を示す。軸組は足固仕様と土台仕様の 2 種類であり、それぞれに、湿式と乾式（乾式土壁パネル）がある。試験体の壁長は 2P と 4P である。2P は、全面壁、垂壁、腰壁および垂壁・腰壁である。2P 試験体の柱は 2 本で芯々間距離が 1820mm であるが、1P 全面壁の場合には、中央に 3 本目の柱があり、壁は片側にのみ配置されている。4P 試験体は、全面壁、垂壁および腰壁の組み合わせであり、これらの壁の加算則を検証するためのものである。2P 試験体は各種 3 体ずつ、4P 試験体は各 1 体である。土台仕様試験体を例に、壁構成の概略図を図 4.3.1-1 に示す。

表 4.3.1-1 土壁試験体一覧

種類 番号	壁構成	試験体 壁長	足固仕様湿式 (MWA)		土台仕様湿式 (MWD)		足固仕様乾式 (PWA)		土台仕様乾式 (PWD)	
			試験 体数	担当	試験 体数	担当	試験 体数	担当	試験 体数	担当
1	1P全面	2P	3	後藤	3	中治	3	山崎	3	中尾
2	2P全面	2P	3	後藤	3	中治	3	山崎	3	中尾
3	2P全面+2P全面	4P	1	後藤	1	中治	1	山崎	1	後藤
4	2P垂壁	2P	3	後藤	3	鎌田	—	—	3	中尾
5	2P腰壁	2P	3	後藤	3	鎌田	—	—	3	中尾
6	2P垂壁・腰壁	2P	3	後藤	3	鎌田	—	—	3	中尾
7	1P全面+2P垂壁・腰壁+1P全面	4P	1	後藤	1	中治	—	—	1	後藤
8	1P全面+2P垂壁+1P全面	4P	1	後藤	1	中治	—	—	1	後藤
9	2P垂壁・腰壁+2P垂壁・腰壁	4P	1	後藤	1	中治	—	—	1	後藤
10	1P全面+3P垂壁	4P	1	後藤	1	中治	—	—	1	後藤
11	1P全面+3P垂壁・腰壁	4P	1	後藤	1	中治	—	—	1	後藤
12	2P垂壁+2P垂壁	4P	1	後藤	1	中治	—	—	1	後藤

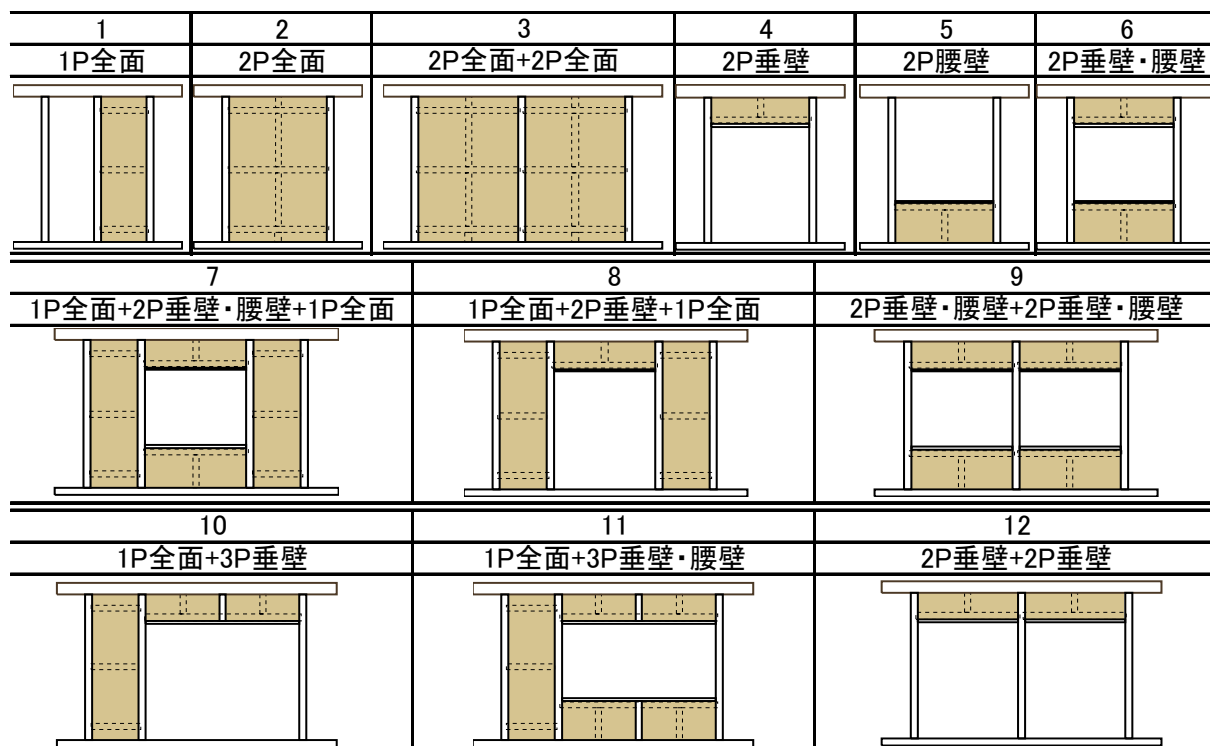


図 4.3.1-1 土台仕様試験体の壁構成

4. 3. 2 湿式土壁及び乾式土壁の共通仕様

図 4.3.2-1 に足固仕様の湿式・乾式試験体および土台仕様の湿式・乾式試験体の軸組を示す。足固めまたは土台と桁の芯々間距離は全ての試験体で 2730mm であり、柱芯々間距離は 1P あたり 910mm である。桁は 210mm×120mm、足固めは 150mm×120mm、柱は 120mm 角であり、いずれもスギ材である。土台は 120mm 角のヒノキ材とした。各部材の平均ヤング係数と含水率を表 4.3.2-1 に示す。込栓は 15mm 角のカシであり、込栓下端と土台芯が一致する位置に打たれている。なお、窓台と鴨居は 45mm×105mm のスギ材であり、その端部のほぞ (15mm×75mm) は 15mm 柱に差し込み、N65 釘 2 本で斜め打ちされている。

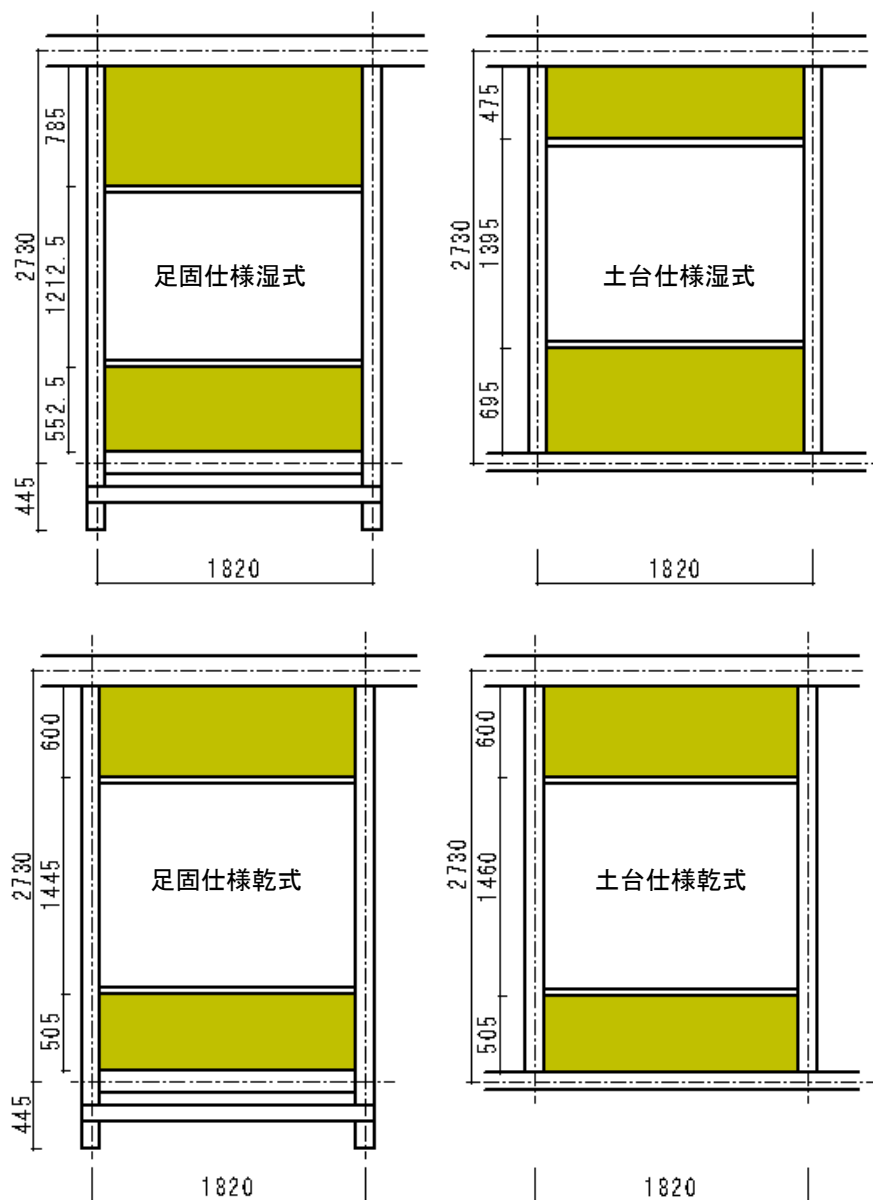


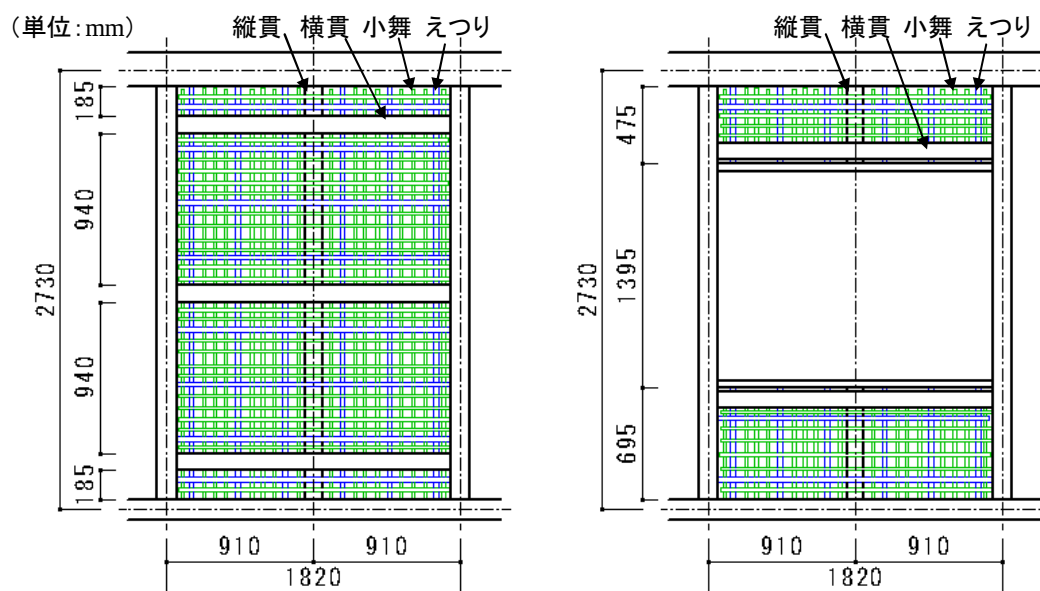
図 4.3.2-1 垂壁・腰壁試験体の軸組 (単位:mm)

表 4.3.2-1 部材の平均ヤング係数・平均含水率

部材	樹種	機械等級	平均ヤング係数	平均含水率
			(N/mm ²)	(%)
桁	スギ	主としてE70,E90	7760	40.4
足固	スギ	主としてE70,E90	8303	24.5
土台	ヒノキ	E90,E110,E130	10426	31.9
柱	スギ	主としてE70,E90	7853	24.6

※平均ヤング係数・含水率は製材時。

湿式土壁の仕様は、E-ディフェンス振動台実験の試験体 No.4 と同じであり、図 4.3.2-2 は軸組に貫および下地を組んだ状態の図である。貫の断面は 18mm×105mm であり、全面壁の場合の段数は 3 段である。壁土を塗った後、土壁の芯が柱の芯になるように製作されている。横貫の端部は通し貫とししないで柱内に納めてある。壁土には京都の土を用い、塗り厚は 60mm（乾式土壁 36mm、中塗り 12mm+12mm）とした。エツリ（間渡し）竹の幅は 30mm 程度とし、小舞竹の幅は 20mm 程度で小舞内法間隔は 45mm 程度とした。貫伏せを行う代わりに、貫に縄を巻いて、貫と小舞竹の固定度を上げ、貫と中塗り土の付着性を向上させている。



横貫、縦貫：18mm×105mm のスギ。
横貫の端部：柱に 60mm 挿入し楔留め。
縦貫の端部：土台および桁に 15mm 差込み釘打ち。
エツリ：幅 30mm 程度の割竹で端部は軸組に差込み
小舞：幅 20mm 程度の割竹で端部は軸組内側から 10mm 程度離れている

図 4.3.2-2 湿式土壁の下地

乾式土壁についても、E-ディフェンス振動台実験の試験体と同じ仕様である。図 4.3.2-3 は、縦および横棧（60mm×45mm）を軸組の内側に設置した状態の図である。縦棧および横棧の交点は相欠きとし、32mm のコーススレッド 2 本で留められている。乾式土壁パネルには、縦および横方向の木小舞が 200mm 間隔で内蔵されており、長さ 45mm のコーススレッドを用いて、この木小舞を貫通するように棧に留められている。乾式土壁パネルの規格寸法は、1800mm×600×26mm（17.5kg/枚）であり、これを軸組内法寸法に合わせて切断して横張りとしている。乾式土壁パネルと棧との合わせ面が柱芯になるように製作された。

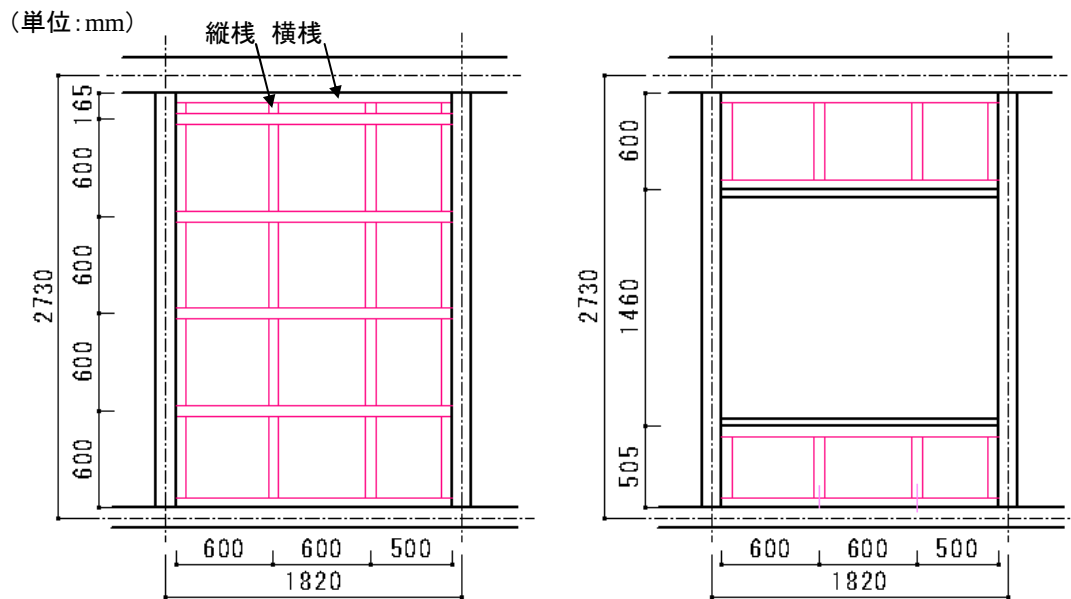


図 4.3.2-3 乾式土壁の下地

本実験では、全ての試験体において、柱脚を実際の建物と同じ仕様とし、かつ、鉛直荷重を載荷する、「載荷式」を採用した。「柱脚固定式」や「タイロッド式」のように、柱脚の浮上りを金物やタイロッドで拘束しないので、実験中に柱脚の浮上りが生じる場合がある。このような場合には、ある程度柱脚の浮上りが生じた状態になってから浮上りを拘束し、少なくともみかけのせん断変形角 $1/10\text{rad}$ まで実験を行った。なお鉛直荷重を載荷するにあたり、外柱 2 本に対して、それぞれ 10kN ずつ錘の重量が作用するようにした。この重量は、実在建物の調査結果に基づいて決められた。

水平力の載荷履歴は、見かけの変形角が $1/480$ 、 $1/240$ 、 $1/120$ 、 $1/90$ 、 $1/60$ 、 $1/45$ 、 $1/30$ 、 $1/20$ 、 $1/15$ 、 $1/10\text{rad}$ となる変形を折り返しとして、各変形を正負、最低 2 回繰り返すこととした。

各部の主な変位は、図 4.3.2-4 のように、桁の水平変位のほか、土台の水平・鉛直変位および土台－柱脚変位を測定した。真のせん断変形角は、頂部水平変位から土台の水平変位、さらに、土台や柱脚の鉛直変位による桁の水平変位を差し引いた変位を土台－桁の芯々間距離 2730mm で除して求めた。

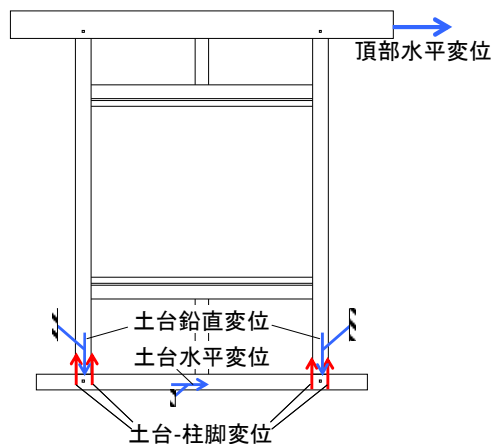


図 4.3.2-4 主な変位測定位置

4. 3. 3 足固仕様湿式土壁実験

(1) 試験体の概要

足固仕様湿式土壁試験体は、2P 試験体が 5 種類 (MWA-1,2,4,5,6)、4P 試験体が 7 種類 (MWA-3,7～12) である。2P 試験体については、各種類 3 体ずつで 15 体、4P 試験体は各種類 1 体ずつで 7 体あり、合計 22 体である。表 4.3.3-1 に各試験体の重量を示す。2P 試験体については、3 体の平均である。

表 4.3.3-1 足固仕様湿式土壁試験体の重量

種類 番号	重量 (kg)	種類 番号	重量 (kg)	種類 番号	重量 (kg)	種類 番号	重量 (kg)
1	265	4	220	7	699	10	381
2	414	5	167	8	636	11	612
3	866	6	281	9	440	12	383

(2) 実験の方法

実験概要を図 4.3.3-1 及び写真 4.3.3-1 に示す。柱脚部は水平方向のみを拘束し、浮き上がりは許容する。なお、浮き上がりが 100mm を超えると柱脚部に $\phi 17\text{mm}$ のボルトにて固定し、 $1/480[\text{rad}]$ から実験を再開する。なお、真のせん断変形角の算定は頂部水平変位から土台の水平変位、さらに、土台や柱脚の鉛直変位による桁の水平変位を差し引いた変位を足固一桁の芯々間距離 2730mm で除して求めた。

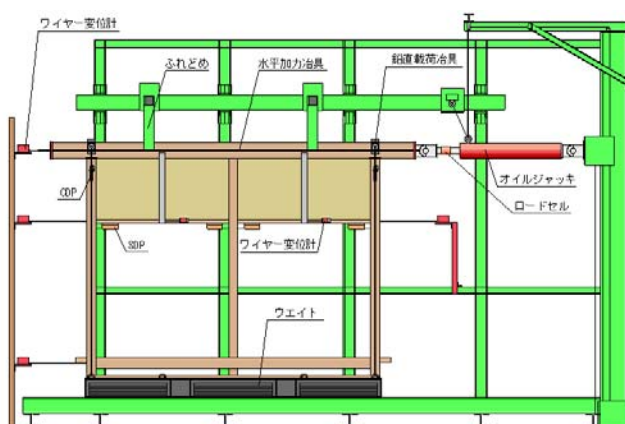


図 4.3.3-1 実験概要



写真 4.3.3-1 試験体設置時の様子

(3) 実験の結果

図 4.3.3-2 に水平荷重と真のせん断変形角関係を示す。全面壁である MWA-2 と MWA-3 において大きな柱脚の浮き上がりが発生した。その他の試験体では浮き上がりは発生したが微量であった。なお、MWA-2 においては浮き上がりが $1/20\text{rad}$ ～ $1/15\text{rad}$ の間でおよそ 100mm 程度の浮き上がりが発生したため、柱脚を拘束した後 $1/480\text{rad}$ から試験を再開した。

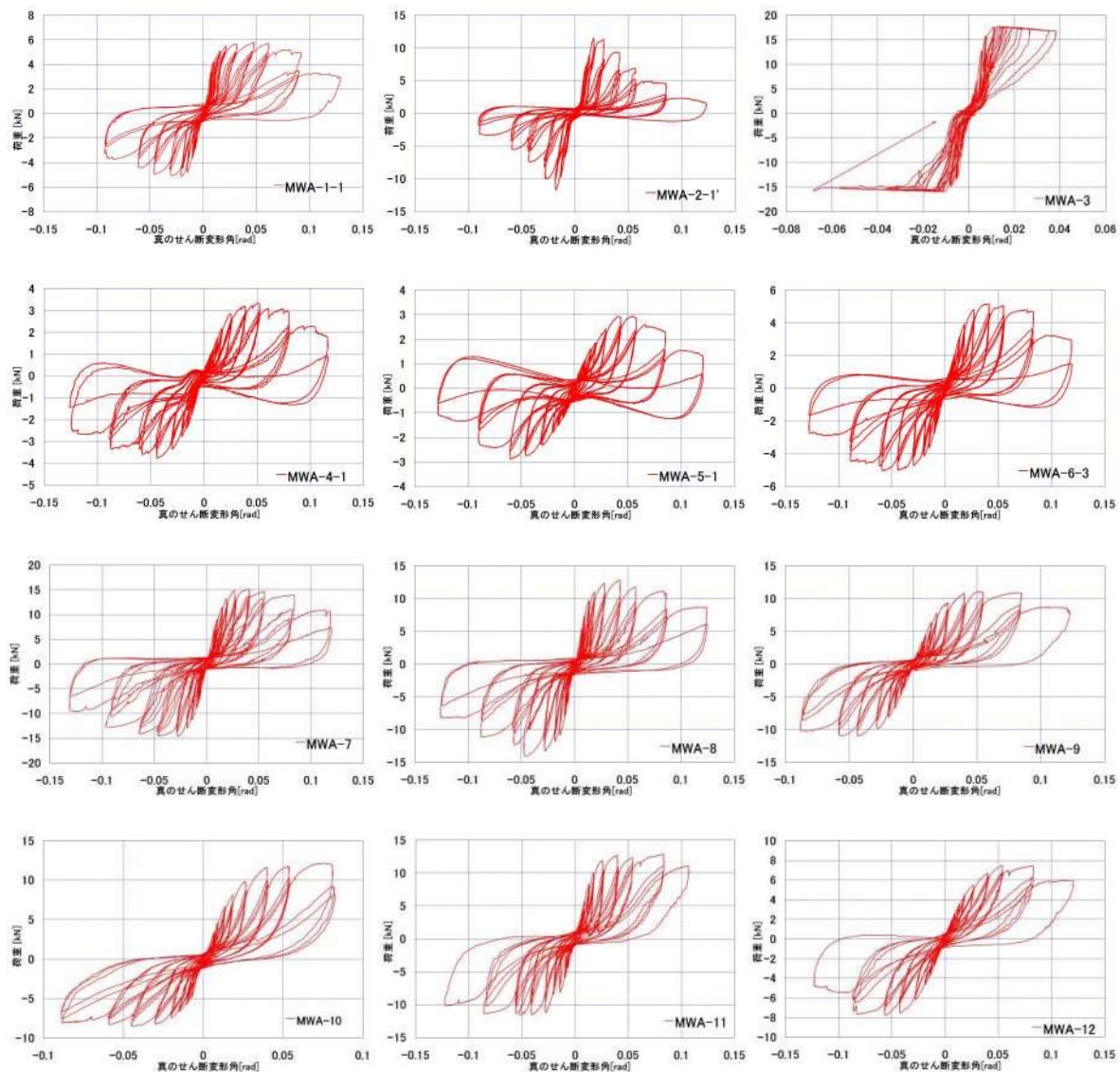
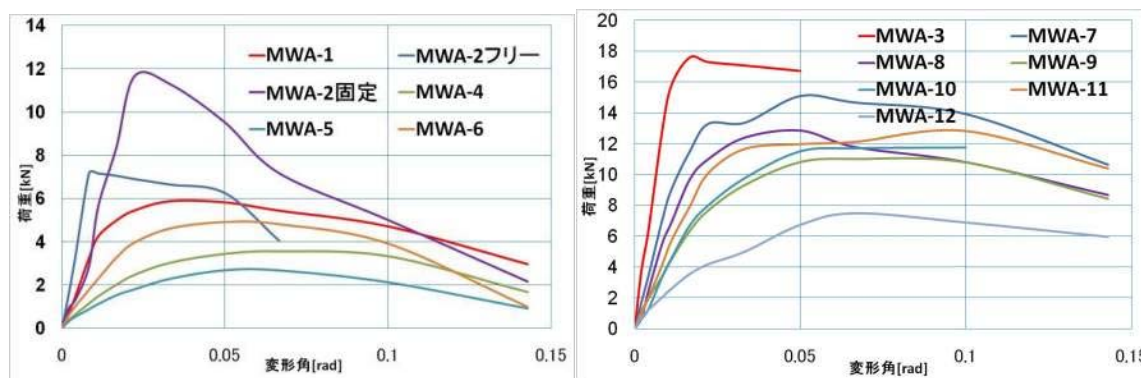


図 4.3.3-2 足固仕様湿式土壁試験体の荷重－真のせん断変形角関係

図 4.3.3-3(a)に 2P 試験体、図 4.3.3-3(b)に 4P 試験体における耐力性状の比較を示す。正側加力時の最大耐力は、2P 試験体は $1/30\text{rad} \sim 1/20\text{rad}$ 時、4P 試験体は $1/20\text{rad} \sim 1/10\text{rad}$ 時で発揮していた。全面壁である MWA-2、MWA-3 ではそれぞれ $1/120\text{rad}$ 、 $1/60\text{rad}$ で最大値となった。なお、MWA-2 において浮き上がりを拘束した時は $1/45\text{rad}$ で最大値となった。最大値を発揮した変形角に変化が見られたのは、浮き上がりが 4P より 2P 試験体で早い変形角で発生したことが挙げられる。また、全面壁試験体以外の 2P 試験体における最大耐力は垂壁のみの場合(MWA-4)は 3.6kN 、腰壁のみの場合(MWA-5)は 2.7kN 、垂壁・腰壁の場合(MWA-6)は 4.9kN であった。垂壁・腰壁試験体の実験結果は垂壁のみ、腰壁のみの実験結果を加算した値の約 8 割程度になる。実験時の損傷として、土壁部に目立った損傷は見られず、軸組が変形していたことから、軸組の曲げ変形が起因していることが考えられる。4P 試験体では、各試験体における形状の 2P 試験体の実験結果を加算した値と概ね一致した。



(a) 2P 試験体

(b) 4P 試験体

図 4.3.3-3 土台仕様湿式土壁試験体の耐力性状の比較

1P 全面壁試験体の MWA-1 では、 $1/60\text{rad}$ で土壁に小さなひびが発生し、 $1/30\text{rad}$ 辺りではっきりとしたひび割れとなった（写真 4.3.3-2）。また、柱脚の浮き上がりは $1/60\text{rad}$ から始まり、 $1/7\text{rad}$ では 20mm 程度の浮き上がりが生じていた。2P 全面壁の MWA-2 においては、浮き上がりを許容した時の全面壁試験体は特に目立った損傷は見られなかった。柱脚固定後の土壁の損傷状態は主にせん断変形による破壊であり、上下のひび割れ、縦の貫に沿ったひび割れの順に発生した（写真 4.3.3-3）。4P 全面壁の MWA-3 では、 $1/60\text{rad}$ で柱脚の浮上りが発生したため、土壁に目立った損傷はみられず、小さなひび割れが発生した程度だった。柱脚の浮き上がりは、 $1/20\text{rad}$ では十方向加力時に右柱が約 50mm、一方向加力時に左柱が約 100mm 浮き上がった。そして、2 回目の一方向加力中 133mm の時に右柱脚が折れたため実験を終了した。

2P で垂壁を有する MWA-4 では、土壁部の損傷は隅部が圧縮によるひび割れが発生した以外目立った損傷は見られず、柱脚の浮き上がりも微量であった。主な損傷は鴨居の引き抜けが顕著に見られたことである。 $1/60\text{rad}$ ～ $1/45\text{rad}$ にかけて引き抜けが始まり、 $1/30\text{rad}$ になると目視で確認できるほどの引き抜けとなった（写真 4.3.3-4）。2P で腰壁を有する MWA-5 でも、土壁部に目立った損傷は見られず、隅部の圧縮、柱からの剥離が目立った（写真 4.3.3-5）。窓台の抜けは $1/60\text{rad}$ で見られ始めた。2P で垂壁と腰壁を有する MWA-6 では、鴨居、窓台の引き抜けは MWA-4 および MWA-5 と同じ $1/60\text{rad}$ ～ $1/45\text{rad}$ で発生した。1 体目と 2 体目は $1/10\text{rad}$ 加力時に柱が折損した（写真 4.3.3-6）。

4P 試験体で、2P の垂壁・腰壁の両側に 1P 全面壁を有する MWA-7 では、 $1/45\text{rad}$ ～ $1/30\text{rad}$ にかけて 1P 全壁部に小さなひび割れが発生し、変形角が大きくなるにつれてそれが拡大する傾向だった（写真 4.3.3-7）。柱脚の浮き上がりも微量であり、鴨居、窓台の抜けも最大で 10mm 程度であった。MWA-7 から腰壁を取り去った MWA-8 では、MWA-7 試験体と同様に、土壁部のせん断変形による損傷が顕著だった。損傷状態も類似している箇所が多く見られ、最大耐力時の変形角も同じで、腰壁が無いことで耐力に 2 割ほどの差が見られた。4P の垂壁・腰壁のみで構成される MWA-9 では、2P の垂壁・腰壁の MWA-6 と同様、土壁のせん断変形による損傷よりも軸組の曲げ変形が顕著に見られた。 $1/15\text{rad}$ で最大耐力となり、その後は緩やかな耐力低下となっていた。また、鴨居、窓台の引き抜けも同様にみられ、 $1/7\text{rad}$ の一方向加力中に中柱が折れた。1P 全面壁と 3P 垂壁で構成される MWA-10 では、1P 全面壁部分はせん断変形による損傷、垂壁部分は鴨居の引き抜けが主な損傷だった。浮き上がりも微量であり、最大耐力は $1/10\text{rad}$ だったが、 $1/20\text{rad}$ 以降ほぼ一定となっていた。 $1/7\text{rad}$ 一方向加力中 314mm で右柱が割裂した。1P 全面壁と 3P 垂壁・腰壁で構成される MWA-11 では、1P 全面壁部分のせん断変形による損傷が顕著に見られた。 $1/15\text{rad}$ を超えたあたりで垂壁・腰壁の隅部に圧縮による損傷が見られた。4P 垂壁のみである MWA-12 では、2P

垂壁のMWA-4と同様に、 $1/60\text{rad}$ ～ $1/45\text{rad}$ で始まった鴨居の引き抜けが主な損傷だった。しかし、中柱においては鴨居の引き抜けが見られず、 $1/7\text{rad}$ 一方向加力途中で右柱柱頭部にひび割れが生じたため実験を終了した。

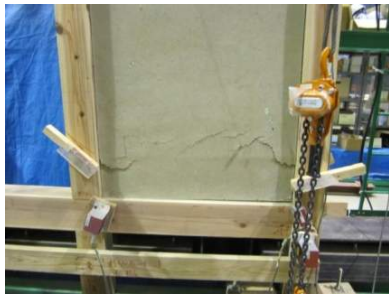


写真 4.3.3-2 +1/30[rad] 土壁下部 (1 体目)

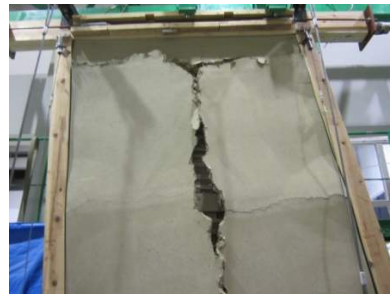


写真 4.3.3-3 土壁上部 +1/7[rad] (1 体目)



写真 4.3.3-4 鴨居—右柱(裏) +1/30[rad] (2 体目)



写真 4.3.3-5 腰壁 +1/7[rad] (1 体目)



写真 4.3.3-6 左柱—鴨居 +1/10[rad] (1 体目)



写真 4.3.3-7 +1/7rad での様子

4.3.4 土台仕様湿式土壁実験

(1) 試験体の概要

土台仕様湿式土壁試験体は、2P 試験体が 5 種類、4P 試験体が 7 種類である。2P 試験体については、各種類 3 体ずつで 15 体、4P 試験体は各種類 1 体ずつで 7 体あり、合計 22 体である。これらの試験体の実験は、2 研究機関で分担して実施された。

(2) 実験の方法

MWD1, 2 および MWD7～12 は写真 4.3.4-1、MWD4～6 は図 4.3.4-1 に示す加力装置で実験を行った。いずれも、外柱 1 本あたり約 10kN の鉛直荷重を作用させ、桁に水平力を載荷した。図 4.3.4-1 においては、柱 1 本当たりに作用する錘の重量は 979kg (9.6 kN) であった。



写真 4. 3. 4-1 MWD-10 の実験状況

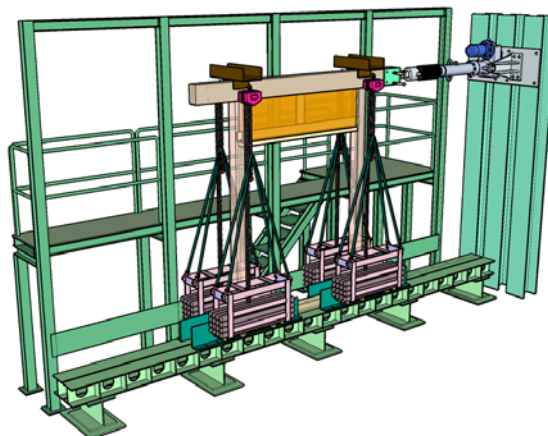


図 4. 3. 4-1 MWD4~6 の加力装置

(3) 実験の結果

図 4.3.4-2 に各種 1 体ずつの荷重－真のせん断変形角関係を示す。同じ種類の試験体が 3 体ある場合には、3 体のうち耐力性状が平均的なものを示している。図 4.3.4-3 には 2P および 4P 試験体における各変形角時の耐力性状の推移を示す。同じ種類の試験体が 3 体あるものについては、各変形角時の平均の耐力でプロットしている。

MWD1、MWD2、MWD3 は、全面壁で壁幅が異なる。最大耐力に至るまでは、ほぼ壁幅に比例的な耐力を示している。開口のある MWD8 と MWD10 では、開口の大きい MWD10 の方が、耐力が小さい。最大耐力経験後、変形が大きくなるにつれて耐力が低下するが、耐力低下の程度は、合板や筋かいなどの耐力壁に比べて、あまり大きくないこともわかる。最大耐力に達するときの変形角は、 $1/60\text{rad}$ から $1/20\text{rad}$ の範囲に見られる。

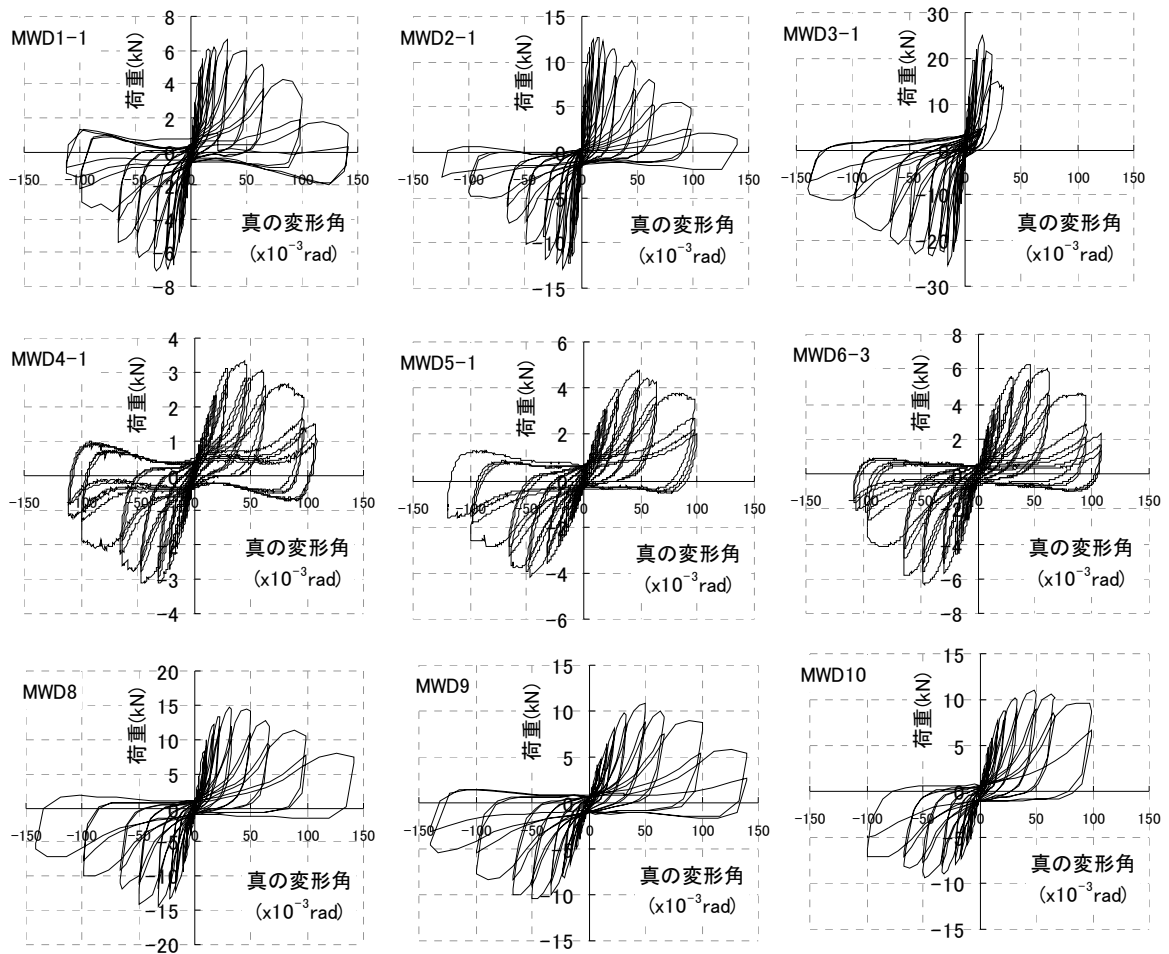
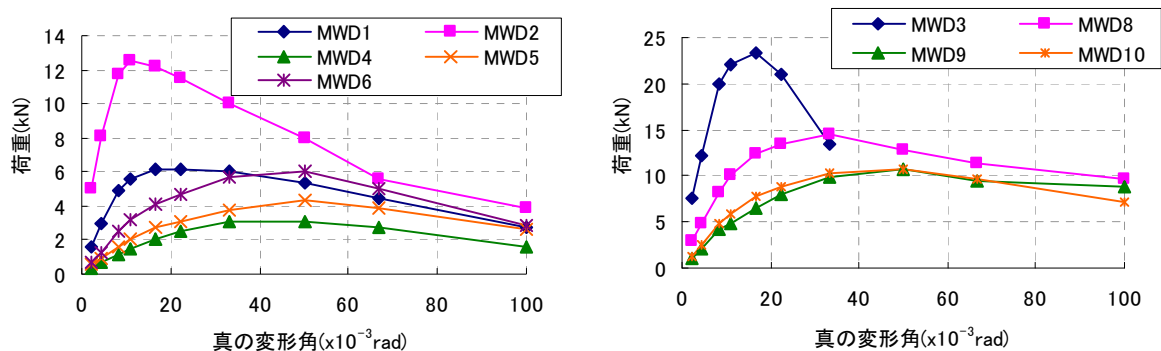


図 4.3.4-2 土台仕様湿式土壁試験体の荷重－真のせん断変形角関係



(a) 2P 試験体

(b) 4P 試験体

図 4.3.4-3 土台仕様湿式土壁試験体の耐力性状の比較

MWD1 および MWD2 の実験終了時の状況を写真 4.3.4-2 および写真 4.3.4-3 に示す。いずれの試験体も、 $1/10\text{rad}$ を超える変形まで加力を行っても柱脚が引き抜けてしまうなどの重大な軸組の損傷を生じなかった。 $1/60\text{rad}$ 辺りから、壁土のひび割れが目立ち始め、 $1/20\text{rad}$ を超えると所々で壁土の剥落が見られた。貫に沿ったひび割れと、その周辺に伸びる斜めのせん断ひび割れが顕著である。土壁部分について、MWD3 の損傷は MWD2 と同様であり、MWD8 や MWD10 では MWD1

と同様の損傷が見られる。1/7rad 近くまで変形させたところ、MWD1 の左柱の他には柱脚その他の軸組に目立った損傷は見られなかった。なお、4P 幅の試験体でも、アンカーボルトを外柱の外側にだけ留めているので、MWD10 では、土台の曲げが生じていた。



写真 4. 3. 4-2 MWD-1 の実験終了時

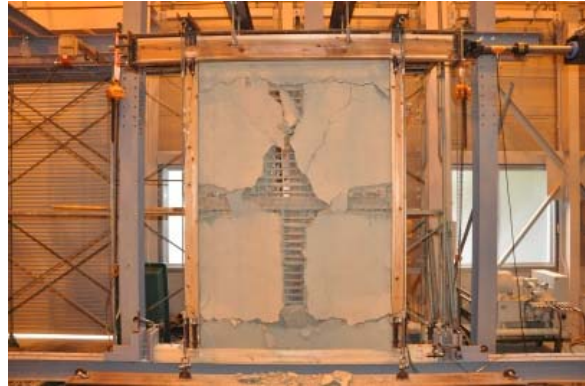


写真 4. 3. 4-3 MWD-2 の実験終了時



写真 4. 3. 4-4 1/10rad 時の MWD-6



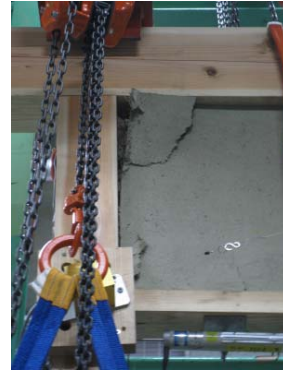
写真 4. 3. 4-5 MWD5-1 のほぞの破壊



写真 4. 3. 4-6 MWD4-3 のほぞの破壊



(a) 全体



(b) 隅角部

写真 4.3.4-7 MWD4-1 の垂壁の亀裂



(a) 下側隅角部 (MWD5-1)



(b) 上側隅角部 (MWD5-1)



(c) 壁面 (MWD5-2)

写真 4.3.4-8 MWD5 の腰壁の亀裂

4. 3. 5 足固仕様乾式土壁実験

(1) 試験体の概要

足固仕様乾式土壁試験体は、2P 試験体が 2 種類 (No.1、No.2) 4P 試験体が 1 種類のみ (No.3) である。2P 試験体については各種類 3 体ずつ計 6 体であり、4P 試験体 1 体を合わせ合計 7 体である。

(2) 実験の方法

図 4.3.5-1 に加力装置図、写真 4.3.5-1 に実験状況を示す。外柱 2 本にそれぞれ 10kN ずつ錘の重力が作用するように、柱頭から錘を吊っている。写真 4.3.5-2 に柱脚の浮上りに対する拘束の状況を示す。柱脚から 60mm の位置に $\phi 20$ の穴を開け、鋼板で穴を補強し、そこに $\phi 19$ の鋼棒を差し込み、柱脚が約 20mm 浮き上がったところで、浮上り防止金物に鋼棒が引っかかるように設定している。写真 4.3.5-3 に、柱脚の鉛直変位測定の状態を示す。柱脚から 100mm の位置にプレートを取り付け、計測間隔 200mm で鉛直変位を 2 点計測し、この平均値を柱脚の鉛直変位とした。桁位置水平変位については、桁のジャッキ側に端部から約 120mm の位置の値を計測した。

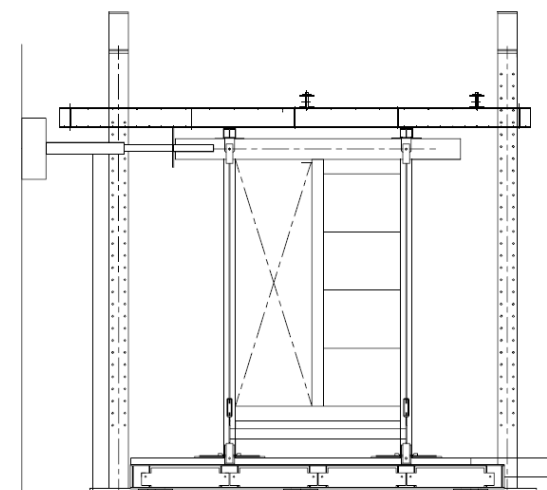


図 4.3.5-1 足固仕様乾式試験体の加力装置



写真 4.3.5-1 足固仕様乾式試験体の実験状況



写真 4.3.5-2 柱脚浮上り拘束の状況



写真 4.3.5-3 柱脚の鉛直変位の計測状況

(3) 実験の結果

図 4.3.5-2 に各種 1 体ずつの荷重－真のせん断変形角関係を示す。PWA1 および PWA2 については、3 体のうち耐力性状が平均的なものを示している。図 4.3.5-3 には各変形角時の耐力性状の推移を示す。PWA1 および PWA2 については、各変形角時の平均の耐力でプロットしている。

図 4.3.5-2 をみると、1P、2P では約 600kN あたりに履歴曲線の乱れがある。これは注脚の浮き上がりによる桁の水平変位を計測値から引いて真の層間変形角を求めているが、これに誤差があることと、柱脚が浮き上がっている途中は真の層間変形角はほとんど変化が生じないものと考えられるが、 $P\Delta$ 効果による水平抵抗の低下が現れていることによるものと考えられる。層間変形角が大きくなると柱脚浮き上がりによる履歴曲線の乱れが現れる荷重が小さくなるが、これは変形によって浮き上がる柱脚の軸力が小さくなっているからと考える。

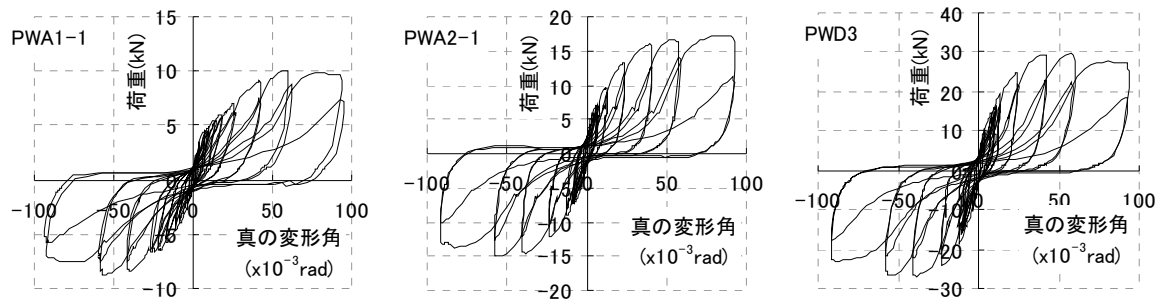


図 4.3.5-2 足固仕様乾式土壁試験体の荷重－真のせん断変形角関係

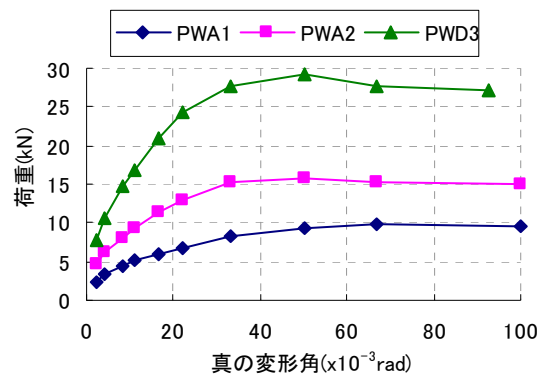


図 4.3.5-3 足固仕様乾式土壁試験体の耐力性状の比較

写真 4.3.5-4 から 4.3.5-6 に 1/10rad 時の破壊状況を示す。PWA1 では、1/30rad 時にパネルの中央ビス間とそのビスから斜めにひび割れが入り、1/20rad 時には、そのひび割れが大きくなった。1/15rad 時には、パネルの隅角部のビス付近に引張によると思われるひび割れとパネルにせん断ひび割れが生じ、パネルの縦木小舞に沿ったひび割れが生じた。PWA2 では、1/30rad 時にパネル隅角部のビス付近に引張によると思われるひび割れが生じ、1/20rad 時には、パネルに軽微なせん断ひび割れが生じ、その後 1/15rad では、縦の木小舞に沿ったひび割れも生じた。最終的には、上記 2 種類のひび割れが多く広範囲に生じたが、1P 試験体とは異なり、上部パネルのひび割れは比較的少なかった。PWA3 では、1/30rad 時に軽微なせん断ひび割れ、1/20rad 時には横の木小舞に沿ったひび割れも発生した。1/15rad では、縦および横の木小舞に沿ったひび割れ、せん断ひび割れが広範囲に多数見られた。



写真 4. 3. 5-4 1/10rad 時の PWA1-1



写真 4. 3. 5-5 1/10rad 時の PWA2-1



写真 4. 3. 5-6 1/10rad 時の PWA3

4. 3. 6 土台仕様乾式土壁実験

(1) 試験体の概要

土台仕様乾式土壁試験体は、2P 試験体が 5 種類、4P 試験体が 7 種類である。2P 試験体については、各種類 3 体ずつで 15 体、4P 試験体は各種類 1 体ずつで 7 体あり、合計 22 体である。これらの試験体の実験は、2 研究機関で分担して実施された。

(2) 実験の方法

図 4.3.6-1 に 2P 試験体の加力装置を示す。桁上の約 4kN の錘は両柱上で支持し、また、各柱に約 8kN の錘を載荷している。錘の重量を積算した結果、9.6kN の錘が外柱それぞれに鉛直荷重として載荷されていた。柱脚の損傷により柱の浮上りが生じた場合は、桁の面外変位を拘束しているリニアスライダーにより、桁の鉛直変位も拘束する。

図 4.3.6-2 は 4P 試験体の加力装置である。柱脚部は水平方向のみを拘束し、浮き上がりは許容する。なお、浮き上がりが 100mm を超えると柱脚部に $\phi 17\text{mm}$ のボルトにて固定し、 $1/480[\text{rad}]$ から実験を再開する。なお、真のせん断変形角の算定は頂部水平変位から土台の水平変位、さらに、土台や柱脚の鉛直変位による桁の水平変位を差し引いた変位を足固ー桁の芯々間距離 2730mm で除して求めた。

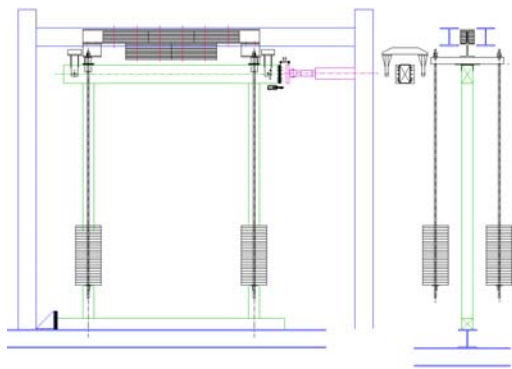


図 4.3.6-1 2P 試験体の加力装置

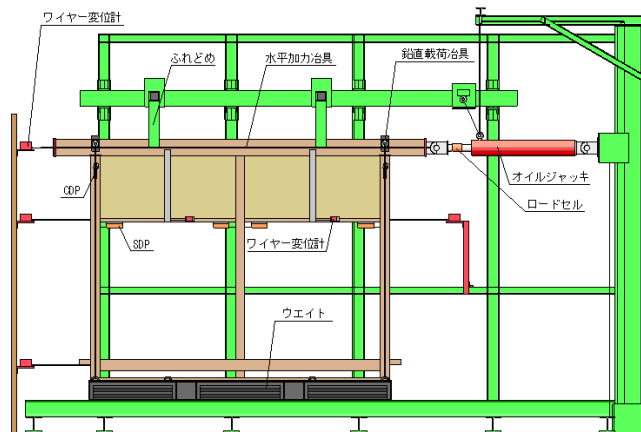


図 4.3.6-2 4P 試験体の加力装置

(3) 実験の結果

図 4.3.6-5 と図 4.3.6-6 にそれぞれ 2P 試験体と 4P 試験体の水平荷重と真のせん断変形角との関係を示す。2P 試験体のうち、PWD2 (2P 全壁) 以外の試験体では柱脚の浮き上がりは認められず、みかけのせん断変形角でも、真のせん断変形角とほぼ同じであった。PWD2 では、負側の $1/20\text{rad}$ ～ $1/15\text{rad}$ の間の 1 回目加力で引張側柱の浮き上がりを拘束した。そのときの浮き上がりは 20mm 程度であった。

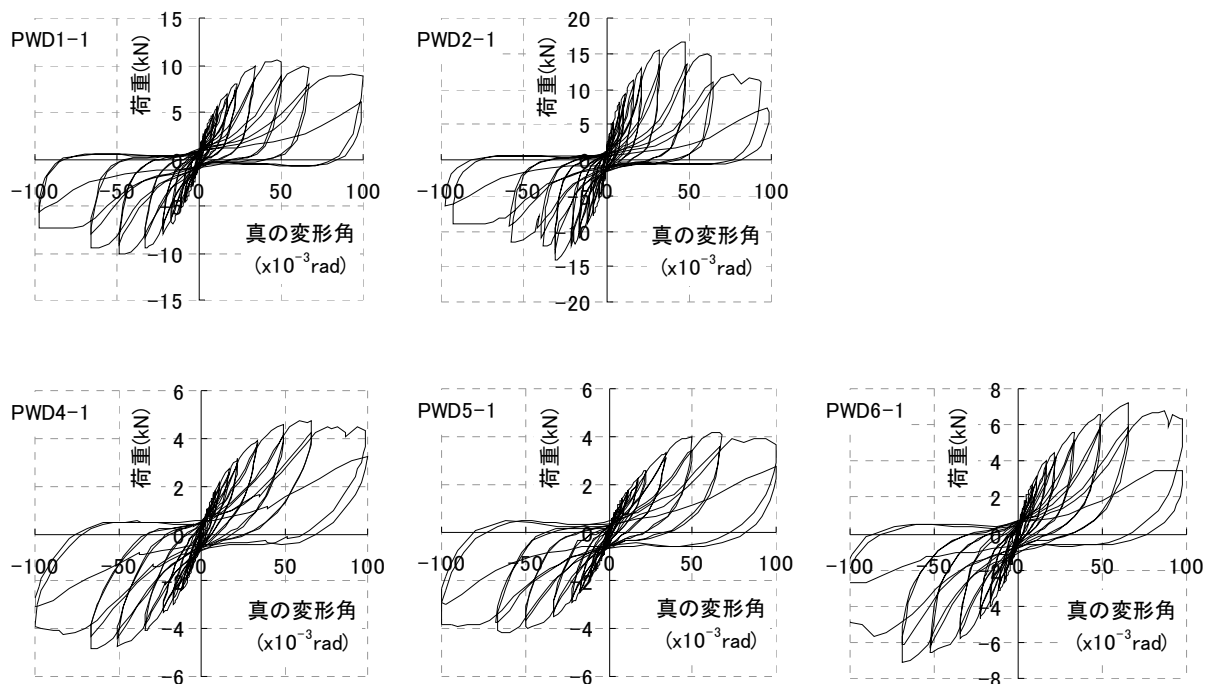


図 4.3.6-5 2P 試験体の荷重－真のせん断変形角関係

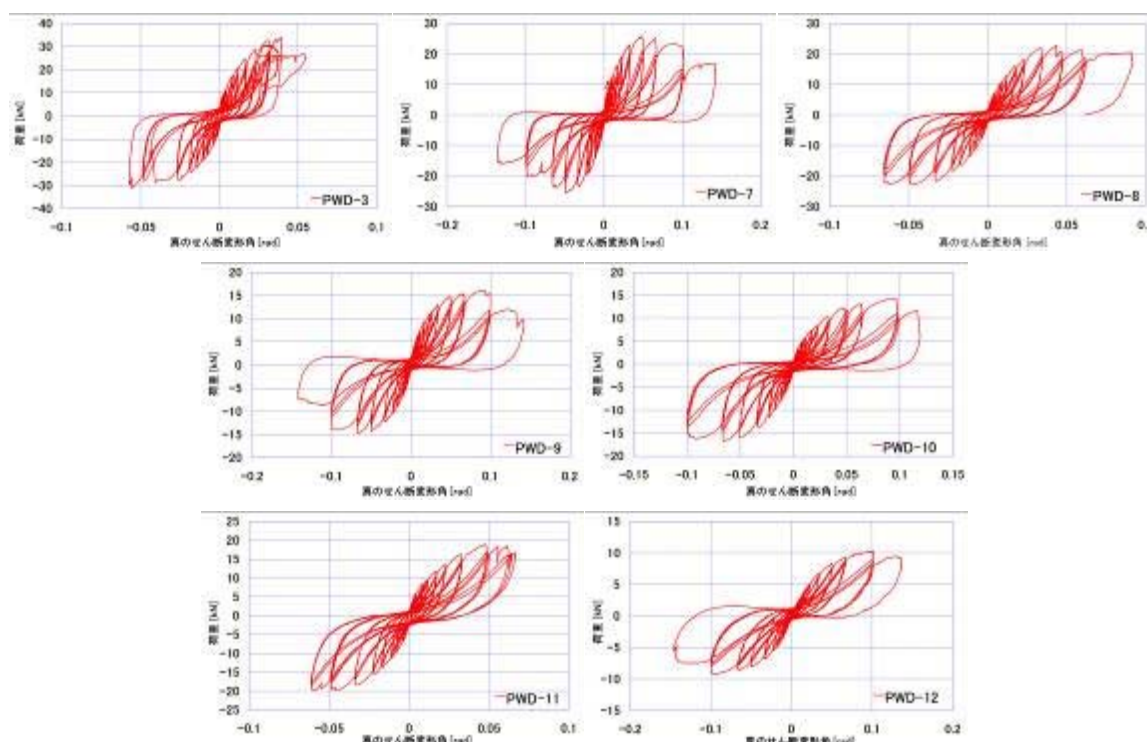


図 4.3.6-6 4P 試験体の荷重—真のせん断変形角関係

図 4.3.6-7 と図 4.3.6-8 にそれぞれ 2P 試験体と 4P 試験体における耐力性状の比較を示す。正側加力時の最大耐力は、1P 全壁試験体 (PWD-1) では 10.4kN、2P 全壁試験体 (PWD-2) では 16.6kN、であり、いずれも $1/20\text{rad}$ 時であった。2P は 1P の約 1.6 倍であるが、1P 全壁試験体の柱は 3 本、2P 全壁試験体の柱は 2 本であるため、両者の耐力を単純に比較することはできない。全壁試験体以外の試験体の最大耐力は $1/15\text{rad}$ 時であり、垂壁のみの場合 (PWD-4) は 4.7kN、腰壁のみの場合 (PWD-5) は 4.1kN、垂壁+腰壁の場合 (PWD-6) は 7.3kN であった。垂壁のみの場合のほうが、腰壁のみの場合より若干高いが、これには柱のヤング係数の違いも影響していると考えられる。

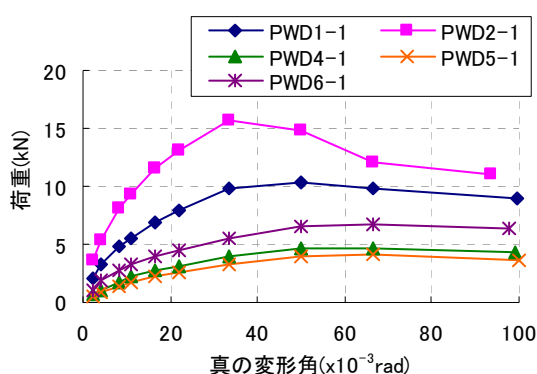


図 4.3.6-7 2P 試験体の耐力性状の比較

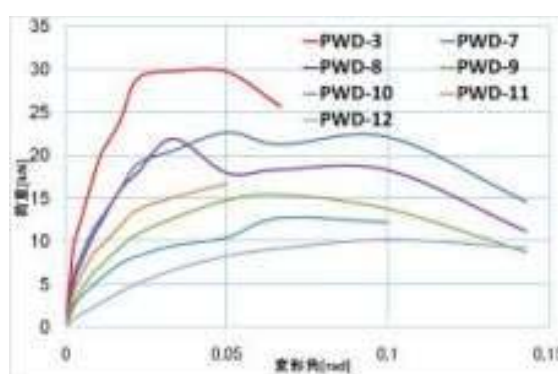


図 4.3.6-8 4P 試験体の耐力性状の比較

2P の全壁試験体 PWD1 と PWD2 では、 $1/45 \sim 1/30\text{rad}$ でせん断ひび割れが発生し、さらに変形が進むと、小舞上の土が剥落したり、パネルが面外にはらみだす様子も観察された。全壁試験体以外の（開口を有する）試験体の破壊性状は共通しており、まず、鴨居や窓台の端部の引き抜け（写真 4.3.6-1）、パネル隅角部の圧壊やせん断ひび割れ（写真 4.3.6-2）が生じて最大耐力に達した。鴨

居や窓台について、パネルの隅角で圧縮力が作用する箇所の端部は柱面と接しており、その反対側の端部では抜けが生じて柱との間が開いていた。加力方向が逆になると、開いていた端部は閉じ、閉じていた端部に開きが生じた。目視では、 $1/120\text{rad}$ 付近から鴨居や窓台端部の開きが確認され、その大きさは変形角と共に大きくなった。試験体解体後の観察では、長ほぞの込栓穴から先のせん断破壊（先抜け）（写真 4.3.6-3）や、ほぞ根元の曲げ破壊が見られた。込栓の損傷としては、ほぞによる軽微なめり込み跡程度であった。また、パネルの隅角部と接していた柱の表面には、パネルの木小舞の木口がめり込んだ跡（写真 4.3.6-4）がみられ、2～3mm 程度の深さのものもあった。



写真 4. 3. 6-1 窓台端部の抜け
(PWD-5, +1/15rad 時)



写真 4. 3. 6-2 $1/10\text{rad}$ 時のパネル (PWD-4)



写真 4. 3. 6-3 PWD-4 の柱脚のほぞ



写真 4. 3. 6-4 パネル木小舞のめり込み跡 (PWD-6)



写真 4. 3. 6-9 全体 $+1/7[\text{rad}]$ (PWD8)



写真 3. 4. 6-39 右柱損傷 $+1/7[\text{rad}]$ (330mm) (PWD10)



写真 4. 3. 6-50 左柱の折れ $+1/15[\text{rad}]$ (PWD11)



写真 4. 3. 6-64 鴨居-中柱 $-1/7[\text{rad}]$ (PWD12)