

鉄筋コンクリート造の試験体作製

環境工学技術系 多田克彦

1. はじめに

1995年1月に発生した兵庫県南部地震では、連層耐震壁の1・2階部分が激しくせん断破壊し、大破と判定された建物があった。靱性設計法の観点から言えば、耐震壁の崩壊形は1階壁脚部での曲げ降伏が望ましいが、この場合は建物の強度が低く、計算上の変形性能が発揮されなかったと考えられる。今後、耐震設計を行うにあたって靱性だけに大きく依存するのは危険が伴い、建物の強度をある程度高めつつ変形能を確保することのできる連層耐震壁の役割が増してくると思われる。特に壁には計画上開口が要求される場合が多いので、有開口壁の問題が重要である。そこで本実験では中低層の鉄筋コンクリート造建物で下部2層が有開口耐震壁であるものを対象とした試験体 WNO1.WNO2 に引き続き WS01、WS02、WS03、WS04 4体作製する。

2. 試験体の寸法

各試験体の開口周比、開口高さ、開口幅は表1に示す。

表 1

試験体	開口周比	開口高さ	開口幅
WS01	0.4(中央)	31 cm	38 cm
WS02	0.5(中央)	38.75 cm	47.5 cm
WS03	0.4(中央戸型)	38 cm	31 cm
WS04	0.4(偏在戸型)	38 cm	31 cm

試験体は実際の建物の壁を2層1スパンモデルに縮小し、連層耐震壁の下部2層を対象として、柱、梁と壁を実大4分の1スケールで作製する。

柱は15 cm×15 cmの断面でその長さは140 cmとし、梁は15 cm×15 cmの断面でその長さを80 cmとする。

一方、壁は1・2層とも内法長さを80 cm、内法高さを62.5 cm、厚さを7.5 cmとする。

その他試験体の寸法として上下基礎部の寸法を以下に記す。

上基礎：幅×せい×長さ＝40 cm×30 cm×160 cm

下基礎：幅×せい×長さ＝40 cm×40 cm×160 cm

3. 1 配筋

試験体の配筋図を図1に示す。

柱の配筋は主筋にD10を4本、帯筋にはD6を使用し、帯筋間隔は1層では30 mm、2層では50 mm間隔で配筋した。2層部分の帯筋間隔は50 mmであるが、柱が単独柱となる試験体 WS04 の2層部分では開口上端まで帯筋間隔を30 mmで配筋した。

壁の配筋は壁縦筋、壁横筋ともにφ4をダブルで使用し、50 mm間隔で配筋、交点を溶接し溶接金網として使用した。

この他に各試験体では以下のような補強筋を配筋し、開口補強方法は1層部、2層部ともに同じとする。

WS01：開口補強筋としてD10を4本、D6を4本使用し、格子型に配筋する。

WS02：開口補強筋として袖壁にD6を8本X型に、D6を4本格子型に配筋する。

WSO3 : 開口補強筋としてD13を4本縦、横に配筋する。

WSO4 : 開口補強筋としてD13を3本縦、横に配筋する。

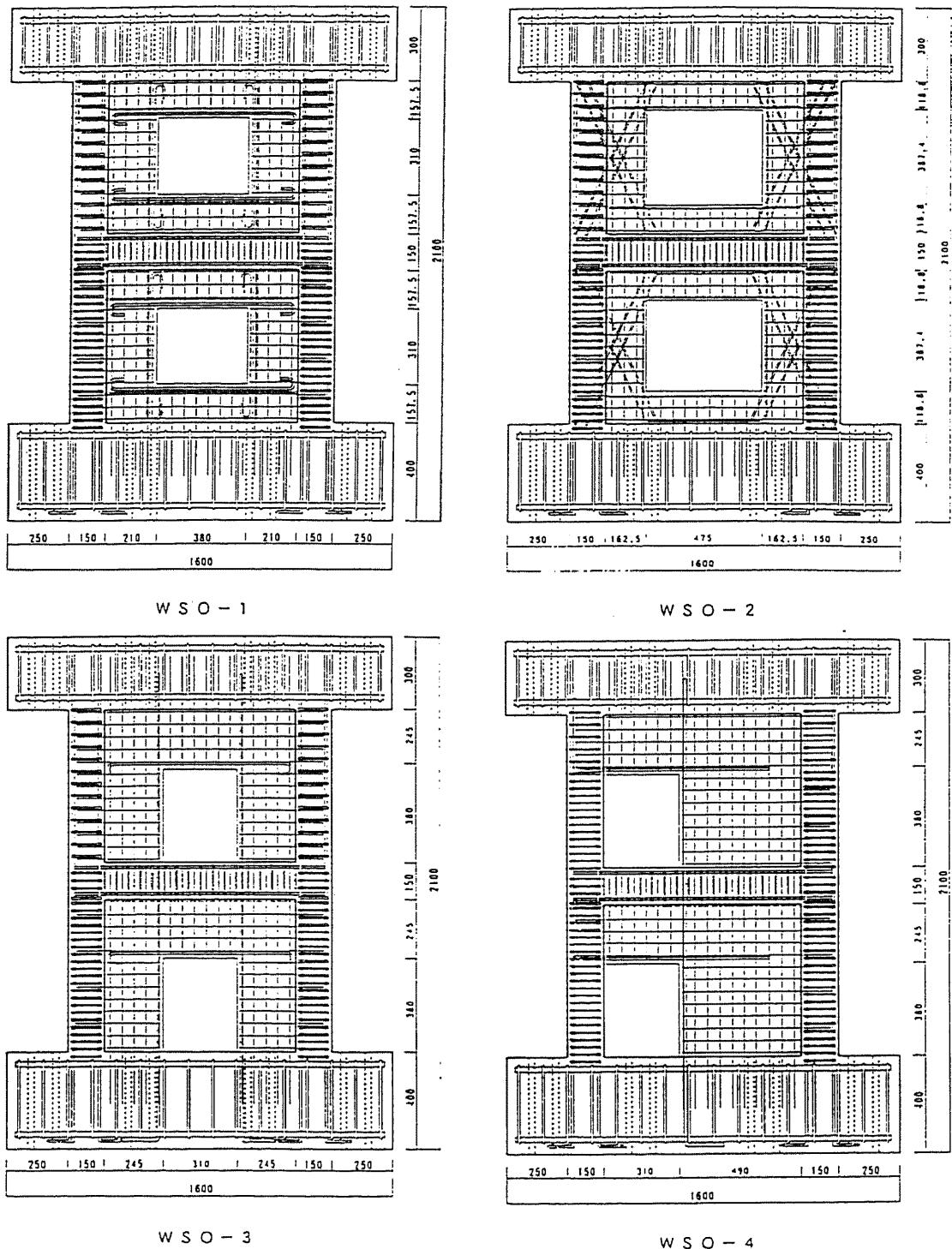


図 1

3. 2 鉄筋加工

加工鉄筋の取付箇所、寸法等を表2に、鉄筋加工図を図2に示す。

鉄筋加工本数は試験体、WSO1、WSO2、WSO3、WSO4、4体分とする。

一般の建設現場での鉄筋加工はmm単位では加工されずcm単位で加工される場合が多い。

今回の実験では試験体を実大4分の1スケールで作製するため、mm単位で加工した。

φ6以下の径の鉄筋加工は鉄筋曲器(規格 鉄筋モクバ10mm)を使用し、φ6以上の径の鉄筋加工は鉄筋曲器(規格 モクバベンダー10~13mm)を使用した。

壁筋にはφ4-SR495を使用し、50mm間隔で配筋、交点を溶接し溶接金網として使用したため、溶接した状態で鉄線の両面に歪ゲージを貼付し、引張試験を4本行った。試験の結果は、鉄線の引張強度は溶接による熱の影響はほとんどなく、鉄線切断箇所も溶接箇所以外で切れた。

柱：主筋(d)定着長さ 122mm

梁：主筋(e)定着長さ 220mm

開口補強筋(s)~(u)フック部分の長さ 70mm

開口斜め補強筋(x)斜め部分の長さ 240mm

表 2

取付箇所	名称	呼び名	縦(mm)	横(mm)	長さ(mm)	本数	記号
上基礎 下基礎	主筋	D22(SD345 級)			1530	64	(a)
上基礎	あばら筋	D10(SD295 級)	234	334		64	(b)
下基礎			324	334		64	(c)
柱	主筋	D10(SD295 級)			2034	32	(d)
梁	あばら筋				1043	16	(e)
柱	帯筋	D6(SD295 級)	130	130		168	(f)
梁	あばら筋					68	
壁	縦筋	φ4-SR495 級	47	1840		34	(g)
				455		12	(h)
				445		8	(i)
				367		10	(j)
				365		16	(k)
				355		12	(l)
				328		20	(m)
				1040		46	(n)
壁筋	横筋		55	600		16	(o)
				355		32	(p)
				330		28	(q)
				282		36	(r)
開口補強筋	横筋	D13(SD295 級)			777	2	(s)
	縦筋	D10(SD295 級)			777	4	(t)
	縦筋	D10(SD295 級)			603	4	(u)
	横筋	D6(SD295 級)			625	4	(v)
開口斜め補強筋				800	4	(w)	
				690	16	(x)	

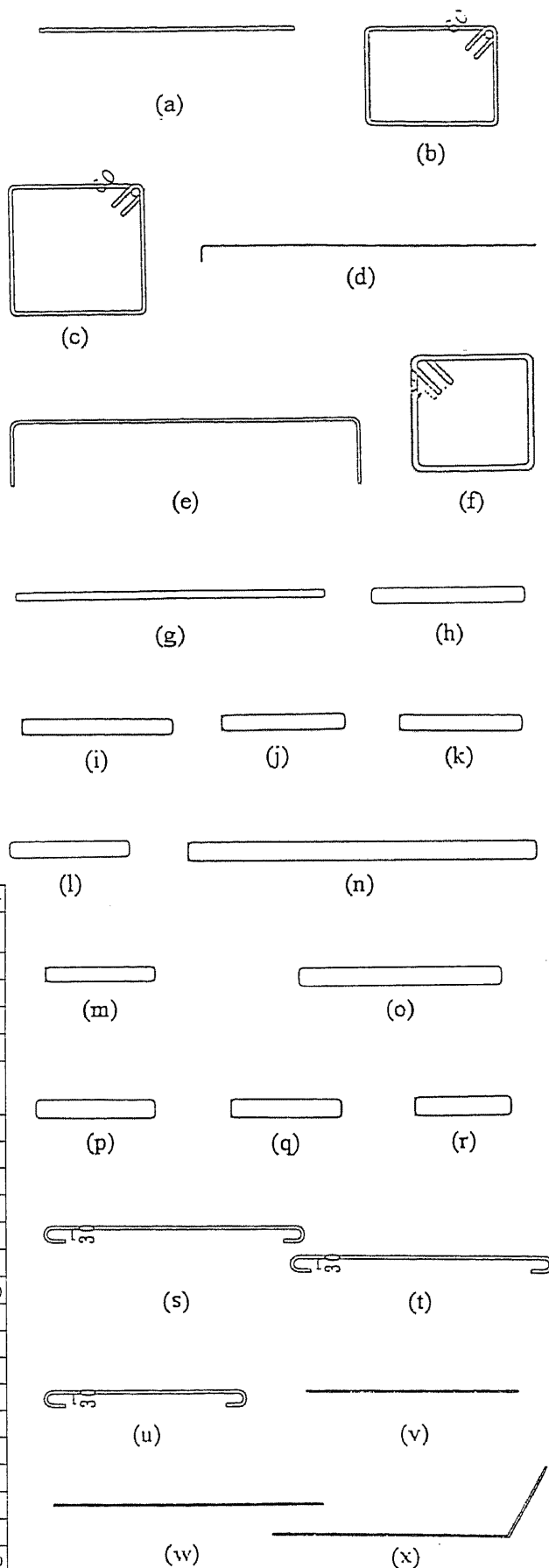


図 2

3. 3 鉄筋加工精度と歪ゲージ貼

歪ゲージ貼位置は図3に示す。

柱帯筋、梁あばら筋などのφ6以下の鉄筋加工精度を-1.5mmとし、φ6以上の鉄筋加工精度は±1.5mmとした。

鉄筋への歪ゲージ貼りは柱主筋、壁筋及び開口部補強筋の主要箇所へ歪ゲージ(規格 FLA-3-11-5LT)をWSO1-62枚 WSO2-72枚 WSO3-54枚 WSO4-47枚全てCN接着剤で鉄筋に貼付し、パラフィンで防水して、ガーゼとP2接着剤で表面を保護した。

WNO1、WNO2の壁筋は歪ゲージを貼ってから溶接を行ったため、鉄線溶接に困難を極めたが、今回は作業性を良くするために先に溶接してから、歪ゲージを貼付した。

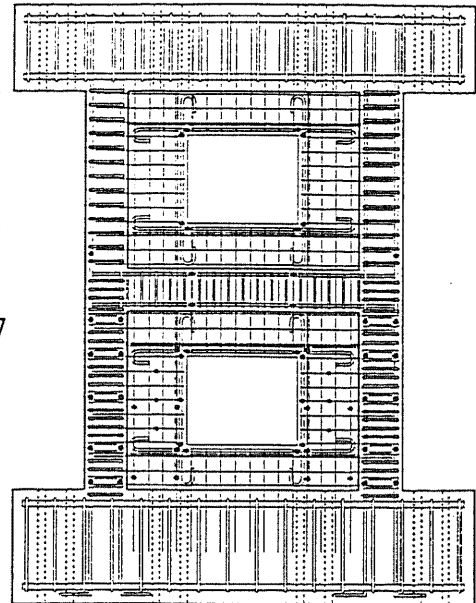


図 3

4. 型枠

型枠の取付箇所と寸法等を表3に、型枠施工図を図4に示す。

型枠施工枚数は試験体 WSO1、WSO2、2体分とし、WSO3、WSO4 は繰り返し型枠を使用した(転用)。ただし柱、梁

(側板)、壁(底板)、開口部窓枠は転用が不可能なため、各試験体ごとに型枠を作製した。

試験体の型枠(a)(b)(c)箇所にほんのわずかな膨らみが表れたためフレーム(サン木)を補強した。フレームに使用する製材直後の材木は含水率が高く、乾燥後、そり、ねじれ、曲がるという欠点があるため、三ヶ月以上実験棟室内にて乾燥させて使用する。

セッティングの際、試験体の座りをよくするために(a)、(b)の型枠で長手方向一辺の中央部分を弓なりに手鉋で磨をつけて1mm弱削る。

型枠(d)、(k)は1枚板で作製すると型枠脱型時に、試験体の一部を破損したり、脱型に困難をきたすため、あらかじめ電気鋸で引き目をいれておく。

表 3

取付箇所	名称	縦(mm)	横(mm)	枚数	記号
下基礎	底板	400	1600	2	(a)
上基礎	底板	300	1600	2	(b)
上基礎、下基礎	側板	455	1600	4	(c)
上基礎、下基礎	側板	455	1600	4	(d)
柱	底板	150	1400	4	(e)
柱	側板	205	1400	4	(f)
柱	側板	81	613.5	4	(g)
柱	側板	81	613.5	4	(h)
梁	底板	150	840	2	(i)
梁	側板	81	800	4	(j)
壁	底板	625	800	4	(k)
上基礎、下基礎	側板	455	510	4	(l)
		455	410	4	
WSO1 開口部 WSO3 WSO4	窓枠	75	298.5	12	(m)
WSO1 開口部 WSO3 WSO4	窓枠	75	368.5	12	(n)
WSO2 開口部	窓枠	75	376	4	(o)
WSO2 開口部	窓枠	75	463.5	4	(p)

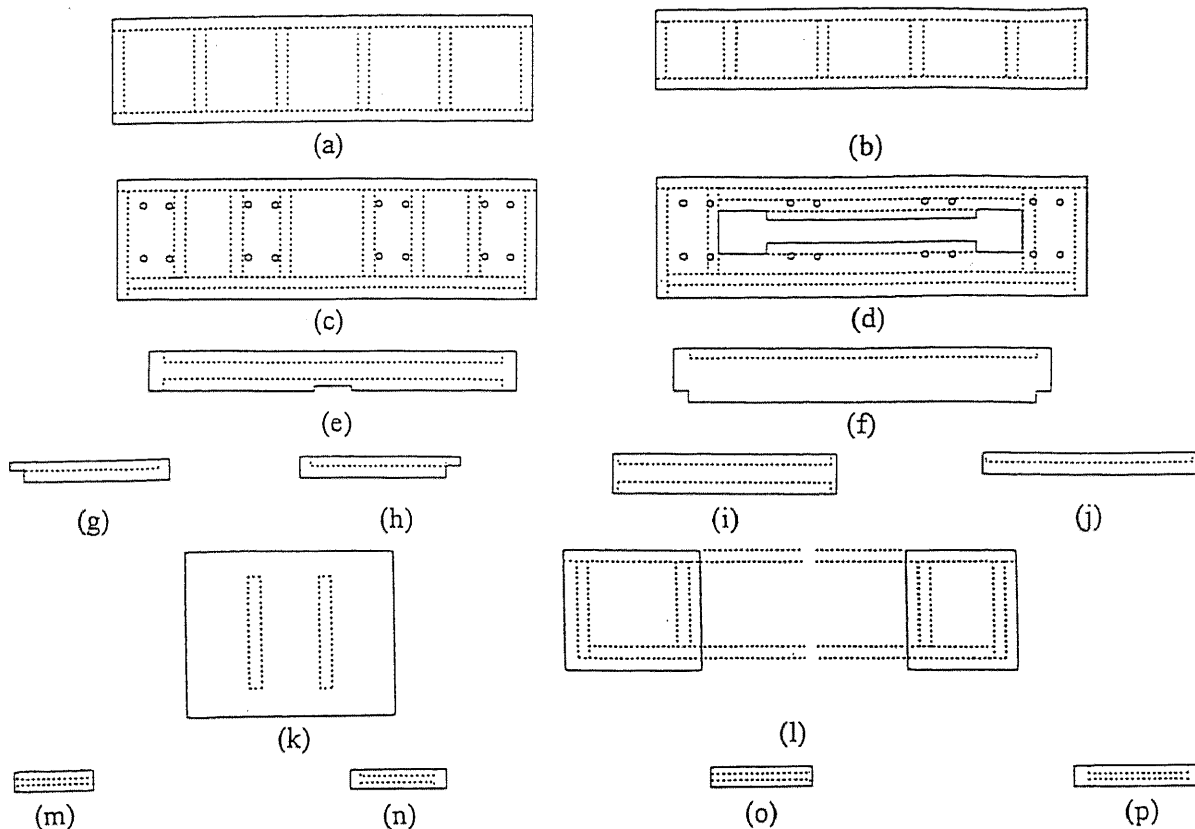


図 4

5. コンクリート

コンクリートは設計強度を 20.6 MPa、調合強度を 23.5MPa、目標スランプ 18 cm とし、JASS 5 に基づいて調合を決定した。

コンクリートの打込みは各試験体 1 体ずつ行い、打設量は 640 kg でコンクリートをそれぞれ 8 バッチに分けて打ち込んだ。また、圧縮強度測定のために各バッチについて $\phi 10 \times 20$ cm の円柱供試体 3 本作った。

試験体の脱型は、7 日後に行い、養生は室内にて空中養生とした。

コンクリートの圧縮試験の結果は表 4 に示す。

表 4

	圧縮強度 (MPa)	最大耐力時歪平均 (μ)	ヤング係数平均 ($\times 10^4$ MPa)
WSO1	31.2	2574	2.40
WSO2	30.4	2575	2.38
WSO3	31.8	2591	2.39
WSO4	32.9	2646	2.42

6. 試験体の変形

試験体の各部の変形は変位計を図 5 に示す位置に取り付け、測定する。

水平変形は試験体裏面の下基礎に埋め込みの $\phi 9$ 全ネジボルト (6 本) でアルミアングル (4 mm \times 50 mm) を固定し、アルミアングルに変位計を取り付けた。上基礎、柱部分には埋め込みの $\phi 6$ 全ネジボルト (12 本) にガラス板を貼り付けたアルミアングルを固定した。

また、③④⑥⑦⑩⑪⑬⑭の変位計の位置が各試験体によって異なる。

試験体の変形はアルミアングルに取り付けた変位計とガラス板の距離が変わることによ

り変位を測定する。

全体変形は、上基礎を固定したフレーム(H 型鋼)に取り付けた変位計により測定する。

曲げ変形は柱側面の埋め込みφ6 全ネジボルトにガラス板を貼ったアルミアングルと変位計を取り付け、変位計のシリンダーの先端をガラス板に接触させ測定する。

7. 加力方法

載加は図6 に示す加力装置を設置し片持ち梁形式の加力を行った。

まず試験体の上下基礎部分と加力装置のフレームとを固定する。

軸力は試験体左右にある2台の両端ピン支持 290KN ジャッキによりそれぞれが常に 74KN の圧縮力を保つようにし、試験体には 147KN の軸力を加えるようにした。

水平荷重は、上部の剛な梁の上に H 型鋼を載せ、その芯に片方固定、片方ピン支持 980KN ジャッキによる左右交番の片押しで水平力を加えた。

また、載加点は脚部から 190 cm の高さとし、その点で水平荷重を各サイクルの目標部材角まで加えることとした。

8. まとめ

- 1) 試験体のセッティング下げ振り許容誤差を± 3 mmとした。底辺：高さの比が 1 対 5.25 であるため底辺と高さが持つ角度の直角許容誤差は 0.57 mm以内となる。

今回の試験体作製では、フレームと接する下基礎部分の加工精度が WSO1、WSO2 は許容誤差範囲外で下基礎 1 辺側にブリキ板(0.3 mm)を差し込み実験を行った。WSO3、WSO4 の試験体は誤差を許容範囲内とすることができた。

- 2) 試験体の変形では、試験体裏面の下基礎に埋め込みのφ 9 全ネジボルト(6 本)でアルミアングルを固定する。WNO1、WNO2 の実験では± 11 サイクル、部材角 1/25rad、全体変形± 57.0 mmのときアルミアングルにわずかなねじれが生じた。今回の実験ではアルミアングル側に変位計を取り付け前回よりも変位計の数(DCP 100 mm- 4 本、DCP 50 mm- 8 本、DCP 25 mm- 2 本)が多いにもかかわらず、両方向(たすき掛け)にすじかいを入れたためねじれが生じなかった。

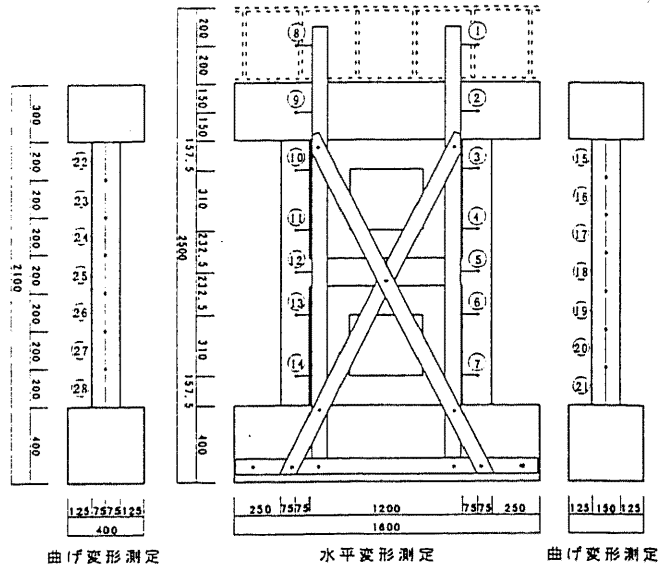
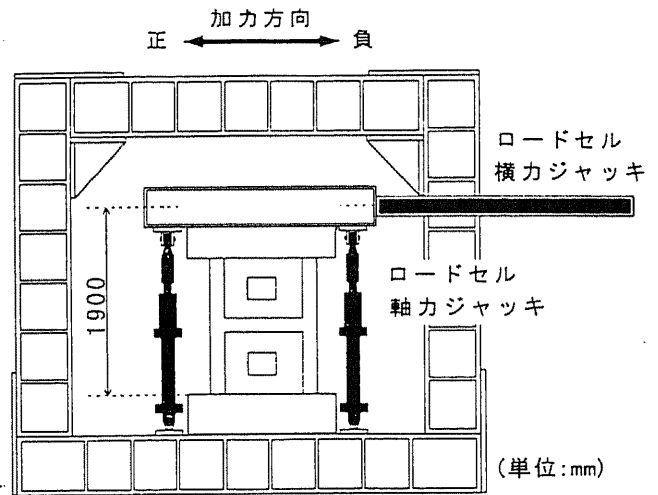


図 5



加力装置図

図 6