

清水建設(株) 正○岡田 武二
同上 小林 晋爾

1. まえがき 地下連続壁を構造本体そのものに利用する場合には、施工上生ずる単位壁体相互の接合部(垂直継手)の構造的・一体性をどのようにして確保するかが重要な課題となる。現在、接合部の構造形式は、施工方法との関連で種々考案され、その耐力性状と設計方法が個々に明らかにされている。本研究では4種類の接合方法を取りあげ、実物大模型試験体によるせん断実験を行い、接合部の面内せん断耐力の比較を行った。

2. 実験概要 接合部の構造形式は次の4種類である。

Rタイプ: 接合面に先打ちコンクリート打設時の型わく兼用の平鋼(厚4.5mm)を設置し、鉄筋(SD30, D13mm)を貫通させたもの。

Pタイプ: 上記平鋼にシャーププレート(厚4.5mm)を図-1のように両側から直角に溶接し、鉄筋を貫通させたもの。

Qタイプ: Pタイプのシャーププレートに図-2のようにアンカー鉄筋(SD30, D16mm)を溶接したもの。

Sタイプ: 図-3のように接合面にシャーププレート(厚6.0mm, L50×50×4)を直交して設置し、型わく兼用の平鋼を溶接し、鉄筋を貫通させたもの。

なお、せん断耐力の比較資料を得るために接合部を有しない一体試験体(Mタイプ, D13mm筋を同一配筋とした)についても実験した。

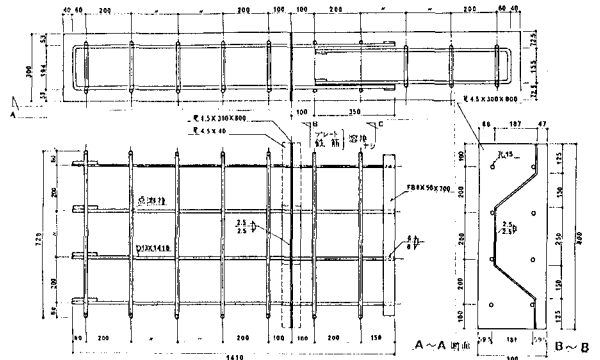


図-1. Pタイプ接合方法と試験体の配筋,寸法

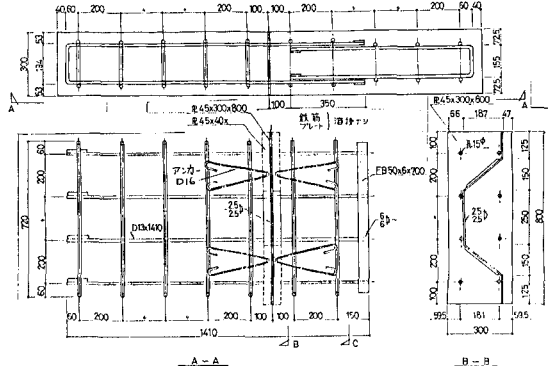


図-2. Qタイプ接合方法と試験体の配筋,寸法

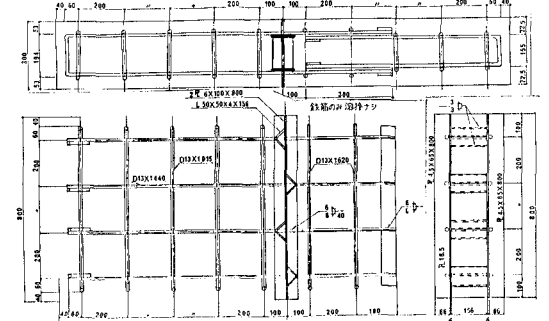


図-3. Sタイプ接合方法と試験体の配筋,寸法

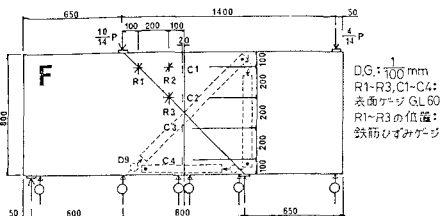


図-4. 載荷方法および測定方法

使用したコンクリートの圧縮強度は、標準供試体 $\sigma_c = 32.5 \text{ kg/cm}^2$ 、コア供試体 $\sigma_c = 36.6 \text{ kg/cm}^2$ であった。鋼材は異形鉄筋SD30($\sigma_{sy} = 3700 \text{ kg/cm}^2$, $\sigma_{su} = 4760 \text{ kg/cm}^2$)および平鋼SS41を用いた。実際の地下連続壁の条件にあわせらるよう、組立てた鋼材はコンクリート打設直前までベントナイト泥水中に放置した。なお平鋼にはベントナイト吸着防止用の塗料を塗った。実験は接合面がほぼ純粋せん断状態となるよう逆対称加力方式とし、図-4の通りに行った。

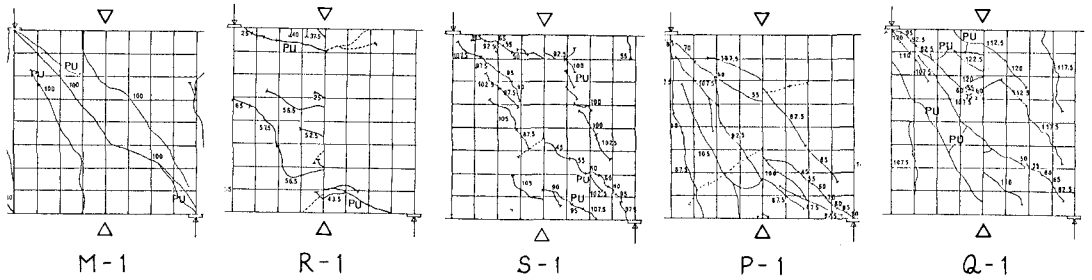


図-5. ひびわれ発生状況の例〔△: 接合面, 数字は載荷荷重 $P(t)$ を示す。 $Q = 0.429P$ 〕

3. 実験結果 実験結果を表-1に示す。破壊を導いたと思われる急激な斜めひびわれを主要斜めひびわれとした。破壊時せん断応力度 τ_u はみかけの値 ($\tau_u = \frac{Q_u}{bL}$) である。接合部のある R, S, P, Q タイプでは、接合面の貫通鉄筋位置にひびわれが発生する。発生せん断力 Q_{ci} は S, P, Q タイプがほぼ等しく、R タイプがこれらの約 70% の値となっている。R タイプはこの初期ひびわれが加力点に向って発達し、破壊の原因となる。しかし S, P, Q タイプでは初期ひびわれはあまり発達せず、破壊荷重の約 80% で急激な斜めひびわれが発生する。この斜めひびわれは接合部のない一体試験体 (M) の発生状況とほぼ一致している。S, P, Q タイプの破壊せん断力はほぼ一体試験体の値と同等である。これらの値は、主引張応力度のすべてを鉄筋が負担し、鉄筋が破断するとして求めた破壊せん断力理論値 ($Q_{ucl} = 48.3 \text{ ton}$) とほぼ一致する。一方 R タイプの破壊せん断力は一体試験体の約 65% である。図-6, 図-7 より、R タイプは載荷初期から接合面がすれ変形を生じており、鉄筋に応力が作用していることが明らかである。また接合部のない M タイプはコンクリートのせん断弾性変位量計算値と等しい変形を生じ、斜めひびわれ発生まで鉄筋にはほとんど応力が作用していない。S, P, Q タイプのせん断変形は斜めひびわれ発生まで M タイプに近似した値であり、鉄筋応力は斜めひびわれ発生後に降伏点に達している。これは接合面に設けたシアプレートが接合面の変形をコンクリートのせん断変形に近いものとする効果があることを示している。

4. まとめ 地下連続壁の垂直継手のように接合面を目荒しできない打継目には、S, P, Q タイプのような補強鋼材を設けることが一体化の条件となる。接合部のせん断耐力を一体試験体と同等にするためには斜めひびわれ発生せん断力作用時における補強鋼材の変形をコンクリートのせん断弾性変形に等しくすることに着目して断面の決定をすれば良いものと考えられる。

試験体	試行	初期ひびわれ発生 せん断力 Q_{ci} (ton)		主要斜めひびわれ発生 せん断力 Q_{ci} (ton)		破壊時 せん断力 Q_u (ton)		破壊時 せん断応力 τ_u (kg/cm ²)	備考
		実測値	平均値	実測値	平均値	実測値	平均値		
M	1	42.9		42.9		46.7			Repeat
	2	45.0	43.9	45.0	43.9	45.4	46.3	19.3	
	3	43.9	(102.3)	43.9	(102.3)	46.8	(107.9)		
R	1	7.5				29.5			Repeat
	2	7.6	8.3			31.7	29.7	12.3	
	3	9.7	(19.3)			27.9	(59.2)		
S	1	11.8		38.5		46.1			Repeat
	2	11.8	11.1	34.2	36.4	46.1	46.1	19.2	
	3	9.7	(25.9)	36.4	(84.8)	46.1	(107.4)		
P	1	12.9		39.6		46.1			Repeat
	2	12.9	12.2	39.6	38.9	42.9	44.0	18.3	
	3	10.8	(28.4)	37.4	(90.6)	42.9	(102.5)		
Q	1	13.9		39.7		53.5			Repeat
	2	13.9	12.5	39.7	38.9	53.5	51.7	21.5	
	3	9.7	(29.1)	37.4	(90.6)	49.3	(120.5)		

表-1. 実験結果〔() 内数字は載荷荷重 $P(\text{ton})$ を示す〕

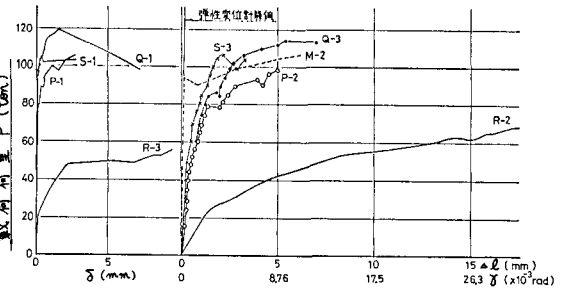


図-6. 各タイプのせん断変形

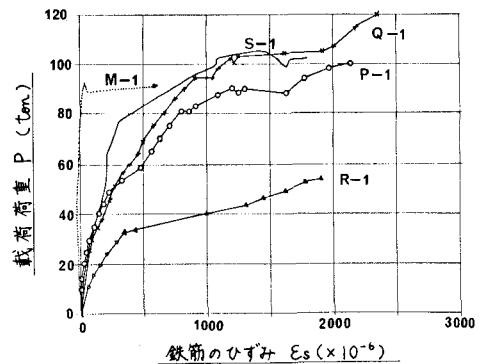


図-7. 各タイプの貫通鉄筋 (R3) のひずみ