

フジタ工業(株) 技術研究所 正会員 山 県 達 弥
正会員 坂 元 健一郎
正会員 和 泉 四 郎

§ 1. まえがき

地中連続壁は、施工技術の進歩から経済性を考慮し、構造物の本体として利用することが多くなった。本体利用としての構造的機能のうち、土圧・水圧を分担する地下外壁に適用する場合、鉛直継手部に作用する面外の曲げモーメント、せん断力に対して、地中連続壁の構造的一体化が重要な課題となる。そこで、本研究は、水平鉄筋の重ね継手による接合方法に着目し、鉛直継手部の面外曲げ耐力に関する実物大模型実験を行ない、継手の曲げ耐力および破壊状況について検討したので報告する。

§ 2. 実験概要

供試体の形状、寸法、配筋を図-1に示す。鉛直継手部は仕切り鋼材とループ鉄筋より成り、ループ鉄筋と水平主筋の重ね継手によって面外力に抵抗するものである。供試体は重ね継手長 20φ, 30φ, ループ鉄筋径 D19, D25 をパラメータとした組合せ4体と一体打ちの合計5体作製した。作製にあたっては、現場施工条件に近づけるために、鉄筋がごはベントナイト安定液中に浸け、コンクリートは実施工時と同様に、継手部が鉛直となるよう型枠を設置し、内部振動機を用いずに打設した。これら供試体の諸元を表-1に示す。鋼材は異形鉄筋 S D30 ($\sigma_y = 3670$, $\sigma_{su} = 5610 \text{ N/mm}^2$) および SS41 を用いた。載荷方法は図-1に示すように、継手部分に純曲げを作用させ、載荷点およびスパン中央の変位、ループ鉄筋および水平主筋のひずみについて計測を行なった。

§ 3. 実験結果

(1) 実験経過

水平主筋曲げ降伏時におけるひびわれ発生状況を図-2に示す。一体打ちは主筋降伏後、鉄筋のひずみ硬化があらわれて荷重は徐々に増加し、圧縮部の破壊によって最大荷重に達した。継手供試体では、曲げ初ひびわれ後、いずれも主筋降伏前に、重ね鉄筋にまつた付着ひびわれが発生して、主筋降伏ののちに、継手部が破壊した。ひびわれは一体打ちと比較して分散が悪く、継手部に集中した。

(2) 荷重-変位曲線 (P- δ 曲線)

図-3は荷重 P とスパン中央部の変位 δ との関係を示したものである。継手供試体は一体打ちと

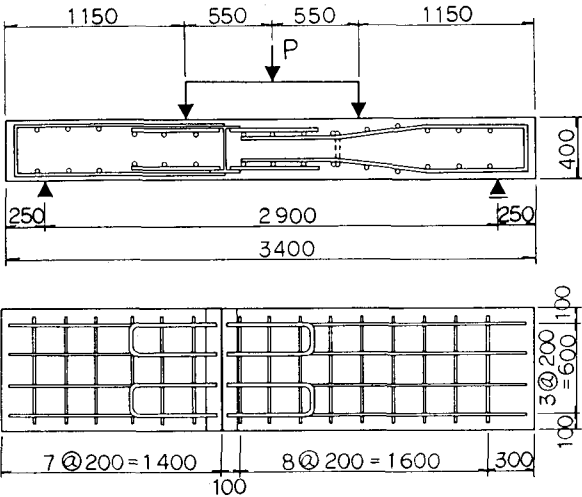


図-1 供試体の形状寸法および配筋図

表-1 供試体の諸元

供試体	鉄 筋			コンクリート		
	重ね継手長	水平主筋	ループ鉄筋径	σ_c kg/cm ²	$E_{1/3} \times 10^5$ kg/cm ²	材令日
M-1	20φ	$A_s = A'_s$ 4-D19	D25	356	2.4	21
M-2	30φ		D25	363	2.4	21
M-3	20φ		D19	389	2.5	25
M-4	30φ		D19	380	2.5	25
M-5	一体打			239	1.8	36

ほぼ同等の初期剛性を示している。一方、鉄筋降伏時における継手供試体の変形は、継手長30中で10mm、20中で23mmとなり、継手供試体は付着ひびわれの影響を大きく受けている。特に、継手長20中の場合は、主筋降伏後、ただちに重ね継手破壊に至った。なお、破壊荷重に近づく、継手供試体のループ鉄筋先端は有効高さが小さいため、この部分に塑性ヒンジが形成され、変形が集中的に進む。

(3) 強度

表-2に諸強度の実験値と計算値の比較を示す。降伏荷重は鉄筋に貼付したひずみ測定によって判断したものであり、付着ひびわれ荷重は目視によったものである。また、降伏荷重の計算値は関数法によって求めた。ここに、継手供試体はループ鉄筋先端部における有効高さを採用した。

降伏荷重の実験値と計算値の比率は、一様打ちで0.96、継手供試体で1.01~1.1とあり降伏荷重は計算値とよく一致する。従って、継手部の降伏荷重は、ループ鉄筋先端部の応力中心間距離 j_d を考慮すれば、通常の鉄筋コンクリート部材に用いられる計算式を適用できると考えられる。

主筋降伏後の荷重の増加は、継手長30中で1割であったのに対し、20中では荷重の増加は見られず、降伏荷重が最大荷重となった。次に、付着ひびわれ強度は、継手長20中で43 kg/cm²、51 kg/cm²、30中で38 kg/cm²となり、JIRSAの付着強度式と比較的よく一致した。

§4 実験まとめ

地中連続壁の鉛直継手は、施工上の制約により、鉄筋の継手位置が一断面に集中し、さらに横方向補強筋の配置も困難であり、継手部の曲げ性状の安定性には、重ね継手の長さが大きく影響する。本実験の場合、土木学会コンクリート標準示方書により継手長を求めると25中となるが、主筋降伏時のひびわれ、変形、強度性状の実験結果をふまえて、重ね継手長は30中以上が望ましいと思われる。

参考文献

C.O. ORANGUN, J.O. JIRSA and J.E. BREEN: ACI JOURNAL, VOL 74, MARCH, 1977年
山県, 坂元, 和泉: フジタ工業技術研究所報, NO18, 1982年

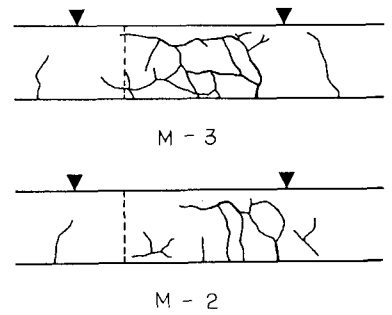


図-2 ひびわれ状況図

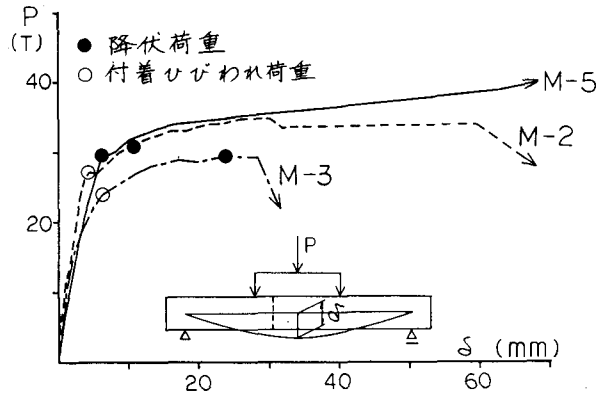


図-3 P-s曲線

表-2 実験結果

供試体	有効高さ d cm	降伏荷重		最大荷重		付着ひびわれ荷重	
		実験 P_y T	計算 P_1 T	実験 P_{max} T	計算 P_{max} P_y	実験 P_c T	計算 τ_{bu_2} kg/cm ²
M-1	26.5	26.5	26.2	26.5	1.00	20.0	43
M-2		31.0		34.8	1.12	27.1	38
M-3		29.4		29.4	1.00	24.0	51
M-4		27.9		31.1	1.11	27.1	38
M-5	35	29.1	30.2	41.2	1.42	/	/

$$\tau_b = \frac{M}{l \phi j d}$$

JIRSAの式

$$\tau_{bu} = (1.2 + \frac{3C}{d_b} + \frac{50d_b}{l_s}) \times 0.265 \sqrt{f'_c}$$