

フジタ工業技術研究所 正会員 青景平 昌
 同上 正会員 和泉四郎

§1 はじめに

地中連続壁を構造本体の一部として使用する場合、施工ジョイント間の応力伝達方法が重要であり、施工性を考慮した各種の鉛直継手工法が提案されている。本報告は、鉛直継手材として歯型フランジのH型仕切り鋼材にループ鉄筋を溶接した継手構造を用いて、地中連続壁に地震力を負担させる際に問題となる継手部の面内せん断耐力に関する実験を行ないその終局耐力について検討したものである。

§2 供試体

本鉛直継手材は面内せん断耐力に対してループ鉄筋とH型钢フランジの歯型で抵抗させることを意図したもので、供試体はループ鉄筋径、歯型の数、コンクリート強度をパラメータにして表-1に示す合計16体を作製した。標準的なBタイプ供試体の形状寸法と配筋状況を図-1に示す。Aタイプは歯型がない場合でCタイプは断面中央にも歯型フランジとループ鉄筋を配置したものである。ループ鉄筋はD13, D16, D19の3種類を使用し、定着長は20D, 溶接長は5Dとした。製作に当っては実施工状況を考慮して、鉄筋かごを安定液につけた後コンクリートを打設した。

§3 载荷および計測方法

载荷は供試体の高さhとシャースパンaの比を $a/h = 0.5$ とした逆対称加力方式(交番繰り返し)で行なった。計測は加力点間の相対変位、ループ鉄筋ひずみ、ループ鉄筋の支圧作用によるコンクリートの割裂方向ひずみについて行なった。

§4 実験結果および考察

(1) ひびわれおよび破壊状況

実験結果の一覧表を表-1に示す。また、実験終了後の代表的なひびわれ状況を図-2に示す。各供試体とも打継面の中央付近から対角する加力点間へ伸びるせん断ひびわれと加力断面の曲げひびわれがほぼ同時に発生した。ひびわれは、ループ鉄筋径が大きくなる程、また歯型がある方がひびわれ本数も多く細かく分散する傾向を示した。最終的には、ループ鉄筋に沿った面内方向の割裂ひびわれが進展して、ループ鉄筋のかぶり部分がはく離する傾向を伴って破壊した。最大耐力時のループ鉄筋はコンクリート強度 σ_c が約 400 Kg/cm^2 でループ鉄筋がD13の場合には降伏ひずみに達しているが、 σ_c が300

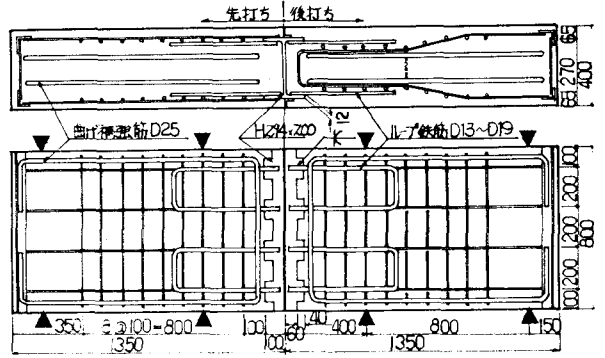


図-1 供試体の形状寸法および配筋図(Bタイプ)

終了後の代表的なひびわれ状況を図-2に示す。各供試体とも打継面の中央付近から対角する加力点間へ伸びるせん断ひびわれと加力断面の曲げひびわれがほぼ同時に発生した。ひびわれは、ループ鉄筋径が大きくなる程、また歯型がある方がひびわれ本数も多く細かく分散する傾向を示した。最終的には、ループ鉄筋に沿った面内方向の割裂ひびわれが進展して、ループ鉄筋のかぶり部分がはく離する傾向を伴って破壊した。最大耐力時のループ鉄筋はコンクリート強度 σ_c が約 400 Kg/cm^2 でループ鉄筋がD13の場合には降伏ひずみに達しているが、 σ_c が300

表-1 供試体諸元および実験結果

供試体	ループ鉄筋		歯型の個数	コンクリート				実験結果				計算結果	
	径	R_k		R_{k1}	σ_c	σ_{c1}	σ_{c2}	σ_{c3}	σ_{cu}	σ_{cu1}	σ_{cu2}	σ_{cu3}	σ_{cu4}
A-16-1	8-D16	0.50	19.9	n=0	275	2.1	10.0	22.5	8.2%	72.1	59.8	1.21	
A-16-2					257	1.8	9.4	19.3	7.5	61.9	55.9	1.11	
A-19-1					290	1.9	9.4	28.6	9.9	91.4	81.4	1.12	
A-19-2	8-D19	0.72	26.4		264	1.9	11.5	25.5	9.7	81.5	74.1	1.10	
A-19-3					397	2.3	16.7	38.8	9.8	124.1	111.5	1.11	
B-13-1					8-D13	0.32	13.1	294	2.3	8.3	19.1	6.5	61.2
B-13-2	269	2.0	9.4	19.5				7.2	62.5	53.1	1.18		
B-13-3	408	2.4	15.6	26.0				6.4	83.3	80.6	1.03		
B-16-1	8-D16	0.50	19.9	n=8	298	2.1	11.5	24.1	8.1	77.1	76.2	1.01	
B-16-2					251	1.8	9.4	20.9	8.3	66.9	64.2	1.04	
B-19-1					308	2.2	11.5	27.4	8.9	87.7	98.3	0.90	
B-19-2	8-D19	0.72	26.4		263	1.8	10.4	28.0	10.6	90.0	83.9	1.07	
B-19-3					401	2.2	16.7	41.6	10.4	133.0	128.0	1.04	
C-13-1					12-D13	0.48	19.5	n=12	274	1.9	14.6	25.3	9.2
C-13-2	252	2.0	12.5	22.4					8.9	71.7	63.6	1.13	
C-13-3	397	2.3	16.7	37.4					9.4	119.6	100.8	1.19	

Kg/cm^2 以下の場合には、いずれの鉄筋径も降伏していないことが認められた。また、鉄筋が降伏する場合のコンクリートの割裂方向ひずみは弾性域にあるが、鉄筋が降伏する前に最大耐力に達した場合はひびわれ限界ひずみを越えており、割裂ひびわれが面内方向に貫通

していることが示された。

(2) 終局せん断耐力 Q_u

終局平均せん断応力 τ_u とコンクリート強度 σ_c の関係を図-3に、また τ_u/σ_c と $P_s f_y$ (P_s : ループ鉄筋比, f_y : 降伏応力) の関係を図-4に示す。 τ_u は σ_c にほぼ比例し、鉄筋比 P_s すなわち鉄筋径 D の増加とともに

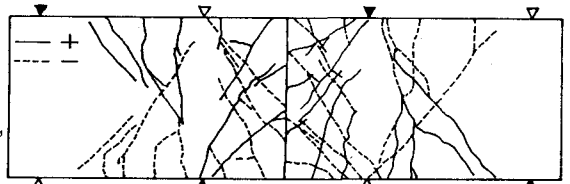


図-2 ひびわれ状況図 (B-19-3)

大きくなっている。また、歯型はその支圧面積に σ_c を乗じた程度の耐力を増加させる効果があり、局部載荷による割増は期待できないことが認められた。これらの傾向と施工上の制約によって支圧破壊を防止するための効果的な補強ができないことを考慮すると、 τ_u の計算式はループ鉄筋による支圧耐力と歯型による支圧耐力を重ね合わせるのが合理的であると考えられた。ループ鉄筋の応力とコンクリートの反力分布を Chang の式 (頭部固定) で検討すると、コンクリート反力の最大値がコンクリートの支圧強度¹⁾ $\sigma_B = 0.8 \sigma_c \sqrt{A/A_1}$ に達する時のせん断耐力 Q_B は、 $Q_B = 0.9 \sigma_c \sqrt{A/A_1} \cdot D^2$ となり、ループ鉄筋の曲げ降伏およびせん断降伏よりも小さくなることが認められた。そこで、ループ鉄筋によるコンクリートの支圧降伏域の拡がりを係数 α で表わし、終局耐力を $Q_u = \alpha \cdot \sigma_c \cdot \sqrt{A/A_1} \cdot D^2$ として、 α を実験結果より求めると $\alpha = 3.0$ (危険率 5%) となった。したがって、終局せん断耐力の計算式として次式が得られた。すなわち

$$Q_u = 3.0 \cdot n \cdot \sigma_c \cdot \sqrt{A/A_1} \cdot D^2 + n' \cdot A_f \cdot \sigma_c$$

ここに n, n' : ループ鉄筋および歯型の数

A/A_1 : ループ鉄筋の局部載荷面積比 ($A/A_1 \leq 30$)¹⁾

A : コンクリートの断面積

A_1 : 鉄筋による局部支圧面積 (鉄筋径 D)

D, A_f : ループ鉄筋径および歯型の支圧面積

終局せん断耐力の計算値は、図-5に示すように概ね安全側の耐力を示し、変動係数は 7% 程度であった。また、上式はループ鉄筋と類似点の多いスタンドコネクタの耐力式である Fisher²⁾ の式とその適用範囲内の D16 と D19 で比較すると、両者はほぼ一致しており妥当なものと考えられた。

§5 おわりに

地中連続壁の鉛直継手部の面内せん断実験より、その終局耐力は、一般的なコンクリート強度および配筋状況の場合、ループ鉄筋と歯型部によるコンクリートの支圧強度によって決定されることを確認し、その算定式を導き妥当性を検討した。さらにループ鉄筋が面外曲げ応力を負担している場合の面内せん断耐力についても検討する必要がある。

参考文献

- 1) 六車・岡本「局部荷重を受けるコンクリートの支圧強度に関する実験的研究」セメント技術年報 1963
- 2) 日本建築学会「合成ばり構造設計施工指針・同解説」
- 3) 川崎他「連続地下壁の垂直継手工法に関する実験的研究」コンクリートジャーナル Vol10, No.3 1972

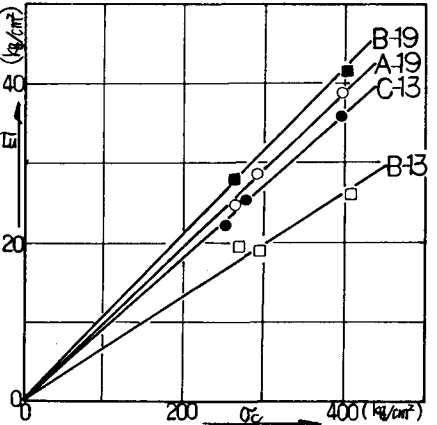


図-3 $\tau_u - \sigma_c$ の関係

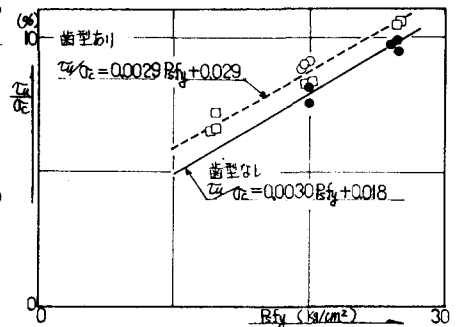


図-4 $\tau_u/\sigma_c - P_s f_y$ の関係

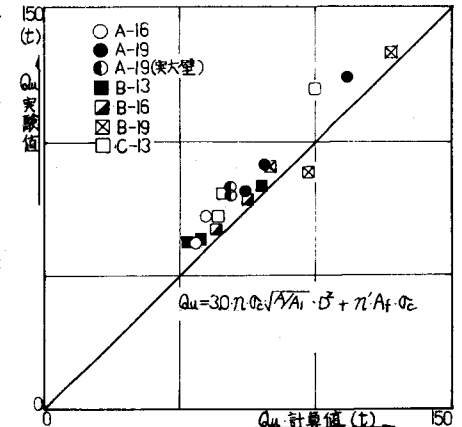


図-5 計算値と実験値の比較