

1. 概要 昭和53年度より開始した地中連続壁相互のJOINT BOX (J.BOX) を介しての鉛直継手により一体化する本工法の研究開発の成果は、「連壁剛体基礎工法」として従来のケーソン工法に代替する新工法として既に、鉄道橋・道路橋基礎の本体構造として幾つか採用されて来た。

本工法はJ.BOX内で連壁相互の水平主筋を、施工上10～15 cm離れた状態で、重ね継手をする事により一体化する構造形式である。これは一般の鉄筋相互を密着させることを原則とする重ね継手と異なる。今回、重ね継手鉄筋の離れが構造上どの程度に影響するかを検討把握するために、実物大の地中壁を安定液中で施工し、これを掘り出し、引抜き型重ね継手試験を行なったものである。

2. 試験体 試験体(図-1)は地中壁を掘り出したもの(重ね継手試験位置はGL-0.6 M, -1.6 Mの2種類)と比較のため地上壁(空中製作)のものがある。試験変数(表-1)は鉄筋の離れ(鉄筋中心間隔で示す)が19mm(密着したもの)50mm, 100mmに対し、継手長 $L=10\phi$, 16ϕ , 24ϕ の組み合わせである。鉄筋はD19の横筋, 地中壁体の重ね継手を対象としているためかぶりとは実物と同じく 6ϕ とした。なお試験体は無筋コンクリートで地中壁の縦筋による拘束効果はない。

コンクリートは、普通ポルトランドセメント、設計基準強度 210kg/cm^2 の生コンでその示方配合を表-2に、材料の性質を表-3に示す。異形鉄筋D19(SD30)は市販の横ふし、その機械的性質及び表面形状を表-4に示す。安定液はポリマー泥水(OP-4)である。加力方法(図-2)は重ね継手の4本の鉄筋にそれぞれ30 t センターホールジャッキと20 t ロードセルを取付け、門型フレームに反力を取り引抜き型重ね継手付着試験とし、一方向で繰返しは行わなかった。測定は、鉄筋の自由端と引抜端の変位(滑り量)を高感度変位計(感度 $1/1000$)により行なった。

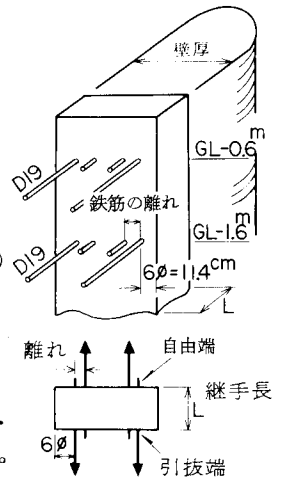


図-1 試験体形状

3. 実験結果とその検討 3.1 破壊性状 鉄筋引抜端部のひびわれ状況は、重ね継手部を囲む漏斗状と放射線状のひびわれが入り交り、フシの支圧によるコンクリート圧壊によって破壊した。これはOrangunらの割裂型破壊と異なり、鉄筋のかぶりの 6ϕ の影響が大きい。鉄筋

の離れが大きくなっても漏斗状ひびわれの径が大きくなるのみで同性状のひびわれであった。

3.2 $\tau_b/f_c \sim \delta$ 曲線

図-3に平均付着強度(平均付着強度 τ_b の対コンクリート強度 F_c 比: τ_b/f_c)と自由端すべり量 δ の関係を示す。今回、かぶりが 6ϕ で継手

製作条件	離れ (鉄筋中心)	継手長 L			鉄筋径さ GL (mm)
		10φ	16φ	24φ	
地中壁	19mm	○	○		-0.6
		○	○		-1.6
		○	○		-1.6
	50	○	○		-0.6
		○	○	○	-1.6
		○	○		-1.6
	100	○	○		-0.6
		○	○		-1.6
		○	○		-1.6
地上壁	19,50,100	○	○	○	空中

表-1 試験変数

種類	鉄筋中心間隔	F_c kg/cm ²	F_c ($\times 10^4$) kg/cm ²	σ_{c1} kg/cm ²	W_c t/m ²	F_c 28 F_c	継手長 L
地中壁 (採集コンクリート)	19mm	401	2.16	27.8	2.29	1.13	10φ
	50	414	2.21	29.3	2.31	1.17	16φ
	100	457	2.51	32.6	2.33	1.29	24φ
	50	409	2.18	31.1	2.30	1.16	24φ
	19	343	2.06	26.0	2.25	0.97	10φ
	50	343	2.06	26.0	2.25	0.97	16φ

表-3 コンクリートの材料性質

配合材料	セメント	砂	石	水	配合材料	配合材料	配合材料	配合材料
配合材料	セメント	砂	石	水	配合材料	配合材料	配合材料	配合材料
25	21	4	49.5	46.6	19.4	39.2	78.5	91.6

表-2 コンクリートの示方配合

SD30	σ_{ss} kg/cm ²	F_s ($\times 10^4$) kg/cm ²	伸び %	ふしの形状	ふしの間隔 (mm)	ふしの高さ (mm)
D19	3600	2.00	16.3	横フシ	12.92	1.45

表-4 鉄筋の機械的性質と表面形状

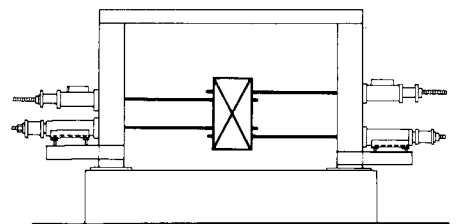


図-2 実験装置

継手長 : 16φ (D19)

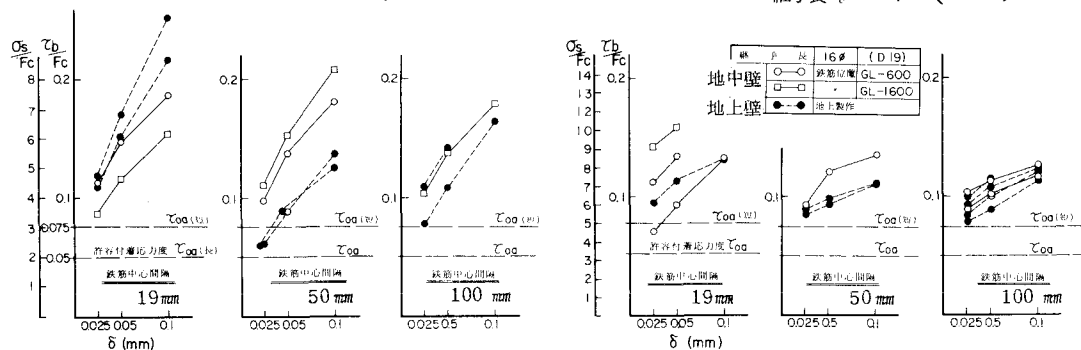


図-3 平均付着強度 τ_b/f_c と自由端滑り量 δ との関係 (継手長: 10 ϕ , 16 ϕ)

長が10 ϕ 以上のため、 $\delta=0.1\sim0.2$ mmで鉄筋の引抜端が引張降伏した。また、継手長24 ϕ も地中壁・地上壁とも継手長16 ϕ と大差なかった。従って、継手長10 ϕ 16 ϕ の $\delta=0.1$ mm までの挙動に着眼して考察した。曲線性状は、地上壁、地中壁とも、鉄筋の離れによる顕著な相違はなくほぼ類似した。しかし、両壁とも継手長10 ϕ の方が16 ϕ に比べ明らかに急勾配となり δ の増大による τ_b の増大は大きく、一般の定着長の増加に伴ない τ_b は減少する現象がみられた。

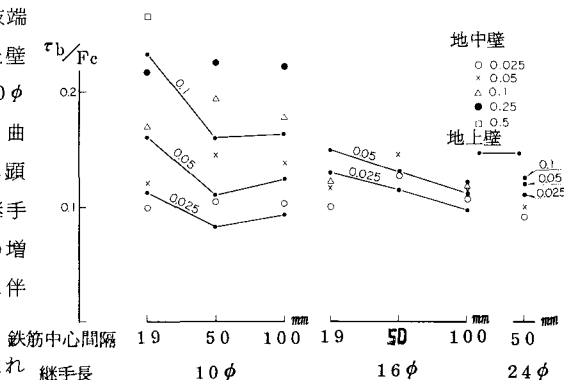


図-4 τ_b/F_c と各定着長の鉄筋の離れの関係

3.3 鉄筋の離れと付着強度 図-4に鉄筋の離れ 継手長 10ϕ 16ϕ 24ϕ による τ_b の相違を示す。地上壁は継手長 10ϕ , 16ϕ 共、 図-4 τ_b/F_c と各定着長の鉄筋の離れの関係 離れが大きくなるにつれ、若干 τ_b が低下する傾向が窺えるが、継手長 10ϕ の鉄筋の離れ $50, 100\text{ mm}$ では差はみられない。一方、地中壁では継手長 10ϕ , 16ϕ 共鉄筋の離れによる相違はほとんどなかった。ここで、継手長の相違による τ_b は次のようになる。短期付着許容応力度 ($\tau_{oa}/F_c = 1.5 \times 20/400 = 0.075$) に対する $\delta = 0.025 \times 0.1\text{ mm}$ 時の実験値 τ_b/F_c との強度比は、継手長 10ϕ では1.3倍・2.3倍、継手長 16ϕ では1.3倍・1.7倍となる。因みに、 $\tau_{oa}/F_c = 0.075$ 時の鉄筋応力度 σ_s は、継手長 10ϕ で $1200\text{ kg}/\text{cm}^2$, 16ϕ で $1920\text{ kg}/\text{cm}^2$ である。標準的な引抜き試験方法による自由端すべり量 0.25 mm 時の平均付着応力度下限値は、直接には設計許容付着応力度に関係ないが、短期許容付着応力度に近いとされている。しかし、付着試験は継手長・かぶりに大きく影響される。今回のかぶり 6ϕ では、マスコンから鉄筋を引き抜く状態に近く、周辺に補強筋がなくても引抜力によって生ずる鉄筋周囲のリングテンションにコンクリートが十分耐え、鉄筋の全強に十分抵抗できた。実物では縫筋もあり、さらに拘束効果が大きく、実験結果以上の付着耐力を期待できよう。

3.4 安定液の付着劣化 $\delta = 0.1 \sim 0.25 \text{ mm}$ での τ_b は継手長 10ϕ , 16ϕ 共、地中壁は地上壁の約80%と小さく、付着劣化がみられるが、鉄筋降伏前の $\delta \leq 0.1 \text{ mm}$ では、鉄筋中心間隔 19mm (密着)・定着長 10ϕ の場合のみ、地中壁 τ_b の地上壁に対する強度比は $\delta = 0.025 \cdot 0.1 \text{ mm}$ において $90\% \cdot 74\%$ となり、安定液の付着劣化が示唆された。しかし、鉄筋の離れ 50 mm , 100 mm では総体に顕著な付着劣化はみられなかった。

4. まとめ 本工法「連壁剛体基礎工法」の鉛直継手部J・BOX内では、施工上、重ね継手鉄筋相互を10～15cm離さなければならない。実験の結果、かぶりが6φ以上あり、深さ方向はコンクリートで十分拘束された壁体中においては、安定液中でも鉄筋の離れ（鉄筋中心間隔）10cm程度が重ね継手の付着強度に及ぼす悪影響はほとんどないことが認められた。

＜参考文献＞ 1) Orangun, C.O., Jirsa, J.O., and Breen, J.E.: "A Reevaluation of Test Data on Development Length and Splices," ACI Jou. Mar 1977 2) 第35回全国大会, V-79~81 (その1~その3), 3) 第36回, V-36 (その4) 4) 第37回, V-17 (その5), 5) 第38回, V-166 (その6), 6) 基礎工 Vol.8, No.11; Vol.8, No.6 7) 土木学会誌 1980.4月; 1980.8月 8) 太田, 森田, 和田 "重ね継手 (D51) における離れの影響について" 第33回, V-192.