

大林組技術研究所 正会員 入 沢 賢 一
 武 田 寿 一
 大林組 土木設計 佐 藤 峰 生

前報告(その1)に続いて、本報告は、地中壁体のコンクリート強度性状と面外加力によるせん断実験結果をまとめたものである。

1. 地中壁体のコンクリート強度性状

地中壁体パネルから水平に抜き取った採集コア(φ100×800)から仕上げたテストピースφ100×200の圧縮・割裂強度試験をおこない、図-1に圧縮強度(F_c)、割裂強度(σ_{ct})、弾性係数(E_c)及び採集深さ(d)の関係を示す。なお、材令は37~248日、 E_c は F_c の1/3割線弾性係数である。圧縮強度はいずれも 300kg/cm^2 以上の値で設計基準強度を上まわっている。

また、J.BOX 際採集コア(接合鋼板面から約3cm離れた位置)のコンクリート性状は、一般部と同等であった。

2. せん断実験(Sシリーズ)の実験結果と考察

2.1 試験体及び加力 表-1に試験体一覧表と実験結果を示す。試験体は接合鉄筋比(全水平主筋断面面積/全断面面積; $P_s=0.51, 0.86, 1.34\%$)・シャコネクターの有無・シャースパン比(JP86C3-Sだけ $a/d=0.5$, 其の他は0.3)を変数とした計10体である。試験体の形状寸法・配筋はその1で示した。加力は、図-2に示すように一方向逆対称加力形式である。

2.2 破壊経過と $P \sim \delta_s$ 曲線 図-3にひびわれ状況図を、図-4に $P \sim \delta_s$ 曲線を示す。荷重 P はアムスラー荷重(自重を考慮)、変位 δ_s は反曲点位置の接合面から左右20cm離れた加力点の相対変位である。

一体打と比べ継手壁体の破壊までの挙動は顕著に異なった。一体打は直接せん断で一挙に破壊したが、継手壁体は、接合面のずれ変形により初期剛性の低下がみられ、コネクターのある試験体では水平主筋とコネクターの降伏後、シャースパン外までひびわれが進展し、 $\delta_s=5\text{mm}$ 近傍で接合鋼板面でのすべり現象が若干顕著になり、やや耐力が低下した。この耐力低下点を「すべりせん断降伏強度; $\tau_{SL}=Q_{SL}/b_j d$ 」と仮称し、接合面せん断耐力の評価基準とした。なお、 τ_{SL} が不明な場合(2体)は $\delta_s=5\text{mm}$ のときの値を τ_{SL} とした。その後

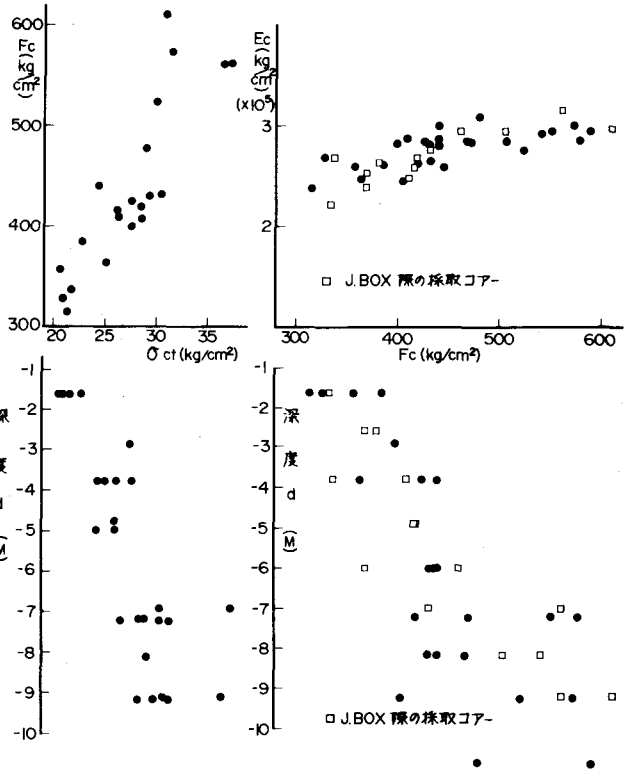


図-1 採集コアの $F_c, \sigma_{ct} \sim E_c \sim d$ の関係

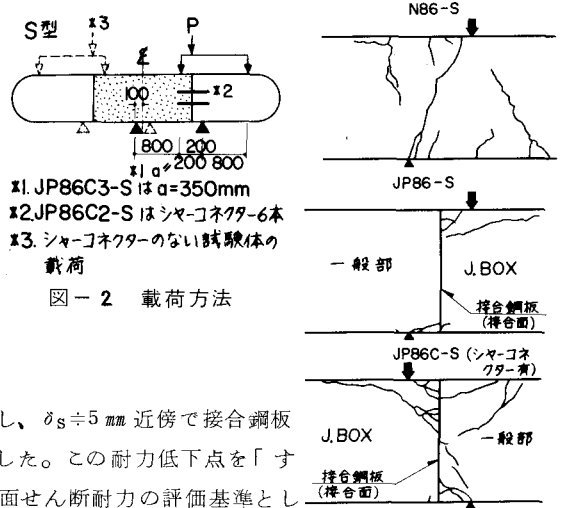


図-2 荷重方法

図-3 ひびわれ状況図

耐力はさらに上昇し、変形が大きくなり実験を打ち切った。一方、シャースパン比 $a/d \div 0.5$ の JP86C3-S だけは曲げの影響が大きく、重ね継手破壊した。

2.3 すべりせん断降伏強度 (τ_{SL})

水平主筋とシャコネクターの接合面で測定した歪度と接合面の平均せん断応力度(τ)との関係の一例を図-5に示す。いづれの継手壁体もこれと同性状を示し、正負ほぼ対称となった。したがって、 τ_{SL} の強度発揮機構は Shear Friction 仮説とは異なったメカニズムであり、ここではコンクリートに埋設された鉄筋のファイバー降伏時の横抵抗(τ_{chang})と接合鋼板面とコンクリートとの摩擦抵抗に初期付着強度も含めた抵抗(τ_f)との和と仮定して、

$$c\tau_{SL} = \tau_{chang} + \tau_f \quad (1)$$

とした。即ち、接合面において鉄筋を杭、コンクリートを弾性体とみたとて、Chang の式(杭頭自由)で最大曲げモーメント時の杭の横抵抗のせん断応力度を求め、この計算値を図-6に τ_{SL} と $P_{ST} \cdot \sigma_{sy}$ の関係で黒丸でプロットした。これと実験結果との対比から、①式は、

$$c\tau_{SL} = 0.5 P_{ST} \cdot \sigma_{sy} + 5.2 \quad (Kg/cm^2) \quad (2)$$
 となり、 $\tau_f = 5.2 Kg/cm^2$ となった。ここに、 P_{ST} はコネクターも考慮した接合鉄筋比(全水平鉄筋量/全断面)、 σ_{sy} は鉄筋降伏応力度である。

さらに、Chang の式で杭頭(鉄筋)せん断力と曲げモーメント分布の関係から、 $\tau \sim \epsilon$ の関係式を求め、その計算値を図-5に実線で示した。シャコネクターに対してはコンクリートの拘束度が大きく、初期荷重レベルから歪度の進展が著しく、せん断に対して有効に作用していることが推察される。

3. まとめ

継手壁体の接合面でのせん断伝達機構を考察し、Changの式を参考にせん断耐力の実験式を誘導した。またシャコネクターは、定着長 7.8ϕ (ϕ ; 鉄筋径)であるが、強度、剛性の面で非常に有効であることがわかった。

なお、J.BOX際のコンクリート充填性は一般部と同じく良好であった。

実験 シリーズ	試験体	鉄 筋				コンクリート				試験体 の深さ GL-m	実験結果	
		重鋼水鉄筋 手裏さ As $\div$ As	P _{ST} %	シャコ ネクター	F _c kg/cm ²	E _{cd} kg/cm ²	O _{CT} kg/cm ²	材料 の日	材料 の日		τ_{SL} kg/cm ²	τ_{max} kg/cm ²
せ ん 断	N51-S	-	-	-	420	2.84	28	70	-	4.24	43.2	
	JP51-S	32φ	3025	051	ナシ	386	2.68	26	93	-	4.27	140
	JP51C-S	-	1.05	4-D32	424	2.94	24	91	-	4.27	283	37.1
	N86-S	-	-	-	420	2.84	28	70	-	3.33	61.2	
	JP86-S	-	-	086	ナシ	386	2.68	26	93	-	3.33	20.1
	JP86C-S	32φ	5-D25	1.39	4-D32	424	2.94	24	91	-	3.33	33.7
	JP86C2-S	-	-	1.66	6-D32	464	2.60	29	203	-	8.71	38.5
	JP86C3-S	-	-	1.39	4-D32	488	2.72	30	202	-	8.71	34.2
	JP134-S	25φ	5-D32	1.34	ナシ	434	2.74	25	136	-	5.51	26.9
	JP134C-S	-	-	1.92	4-D32	438	2.81	26	134	-	5.51	39.5

(注) $\tau_{SL} = Q_{SL} / bjd$ (kg/cm^2) ; 接合面すべりせん断降伏強度
 $\tau_{max} = Q_{max} / bjd$ (kg/cm^2) ; 接合面最大平均せん断応力度
 P_{ST} : シャコネクターも考慮した接合鉄筋比(全水平鉄筋量/全断面)

表-1 Sシリーズの試験体一覧表と実験結果

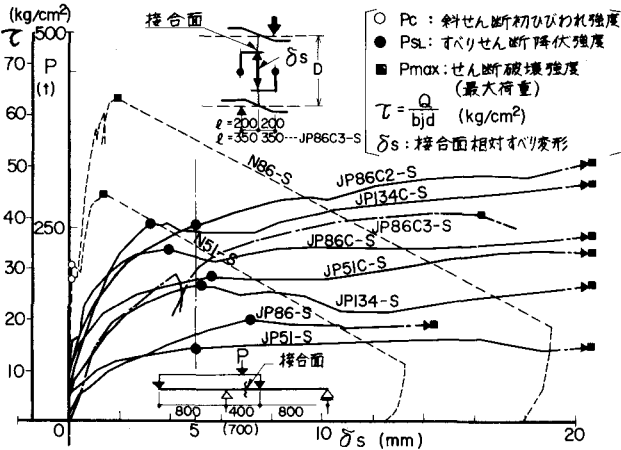


図-4 P $\sim$ δ_s 曲線 (接合面をはさむ相対せん断すべり量)

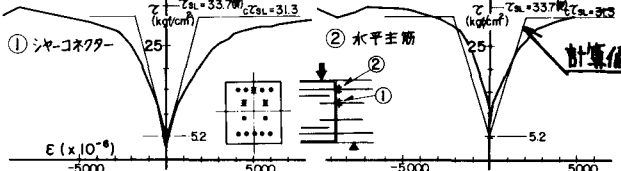


図-5 $\tau \sim \epsilon$ 曲線 (平均せん断応力度と鉄筋歪度)

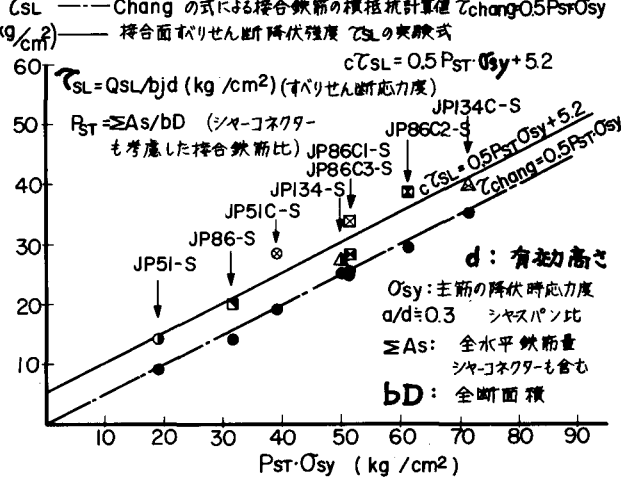


図-6 $\tau_{SL} \sim P_{ST} \cdot \sigma_{sy}$ 曲線