

大林組技術研究所

正会員 大内 一

〃

武田 寿一

〃

正会員 入沢 賢一

前報告(その1,その2)に続いて、本報告は、面外加力の曲げせん断と面外加力の純曲げの実験結果をまとめたものである。

1. 曲げせん断実験(BSシリーズ)の実験結果と考察

1.2 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($P_s = \text{全水平主筋断面積} / \text{全断面積}$)・シャコネクターの有無・載荷位置を変数とした計7体である。図-1に示すように、加力は中央一点単調載荷で、接合面際に加力(BS型)とJ.BOX中央に加力(BSA型)の2種類である。

2.2 破壊経過 載荷方法によって継手壁体のひびわれの特徴は、図-2に示す2種類に分けられた。

一体打は主筋曲げ降伏後斜引張破壊、継手壁体のBS型加力は主筋曲げ降伏直前で斜めせん断ひびわれから重ね継手破壊、BSA型加力は付着ひびわれを伴って重ね継手破壊した。

1.3 荷重～変位曲線

($P \sim \delta$ 曲線)

図-3に接合鉄筋比 $P_s = 0.86\%$ 、 1.34% の $P \sim \delta$ 曲線を示す。

継手壁体のBS型加力では、シャコネクターがあると、一体打に比較して、初期剛性は約1/2と小さいものの、最大荷重時近傍では逆に剛性が高い。シャコネクターがない場合は更に剛性が低い。

一方、BSA型加力は、BS型と比べ、初期剛性は同じであるが、その後接合面近傍の付着ひびわれによって剛性低下が大きいが、変形能は良好であった。

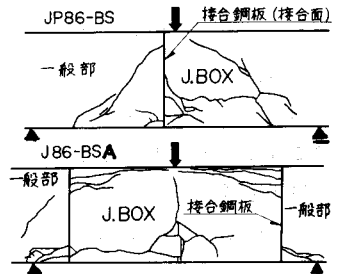


図-2 ひびわれ状況図

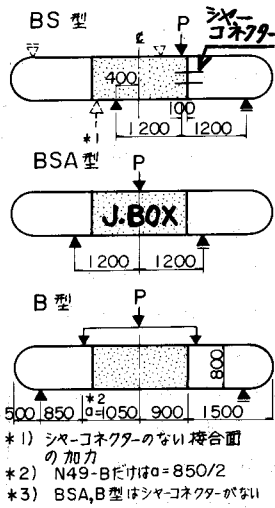


図-1 載荷方法

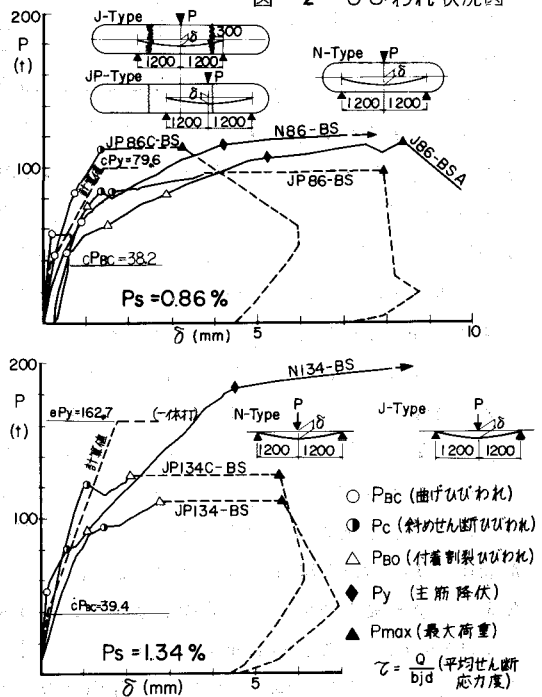


図-3 荷重～変位曲線(スパン中央部)

試験体	鉄筋	コンクリート	試験体	斜めせん断ひびわれ	降伏荷重	最大荷重
試験体	重ね水平主筋断面積 $A_{sh} = A_s$	シャコネクター	F_c (kg/cm ²)	E_c ($\times 10^4$ kg/cm ²)	O_c (mm)	F_t (mm)
N86 - BS	一体打	なし	450	2.82	29	181
JP86 - BS	5-D25	なし	434	2.74	25	136
JP86C - BS	32φ	$P_s = 0.86\%$	438	2.81	26	134
J86 - BSA	なし	なし	470	2.85	30	160
N134 - BS	一体打	なし	450	2.82	29	181
JPI34 - BS	5-D32	なし	453	2.85	31	160
JPI34C - BS	25φ	$P_s = 1.34\%$	487	2.84	29	158

計算式(1)斜めせん断ひびわれ(ACI標準) $c\tau_c = 0.504\sqrt{f_c + 176 \cdot p \cdot d/a}$ --- A

(2)下端主筋曲げ降伏荷重 ePy (e関数法) --- B

平均せん断応力度: $\tau = Q/bjd$

重ね継手付着応力度: $\tau_p = M/lbjd$

a: シャコネクター

ψ: 鉄筋周長

l: 重ね継手長さ

p: 引張鉄筋比

表-1

BSシリーズの試験体一覧表と実験結果

1.4 強度 諸強度の実験値／計算値の比率を表-1に示す。BS型のラップ長32φの継手壁体は、鉄筋歪測定上では主筋降伏直前で重ね継手破壊したが、主筋曲げ降伏強度計算値をほぼ確保できた。一方、ラップ長25φの継手壁体では計算値より低い。

終局時の付着強度は、通常の地震時許容応力度 30Kg/cm^2 ($\sigma_{ck} \geq 400\text{Kg/cm}^2$)に相当する。

2. 純曲げ実験 (Bシリーズ) の実験結果と考察

2.1 試験体及び加力

表-2に試験体一覧表と実験結果を示す。試験体はJ49A-BだけJ.BOX用鉄筋籠の水平主筋を本体のD19からD22にサイズアップした。その他の試験体は一般部とJ.BOXとの鉄筋径は同じである。なお、N49-Bだけ純曲げスパンが他と異なる(図-3参照)。加力は、図-1に示すように、純曲げの単調載荷である。

2.2 破壊経過

一体打はいつでもコンクリート圧壊で耐力が決定した。地中継手壁体のひびわれ状況図は図-5に示すように、いつでも曲げひびわれがスパン中央部と接合面に集中し主筋が曲げ降伏した。J49-Bは両支点と圧縮縁コンクリートでアーチを形成し耐力をほぼ回復した後に、J49A-Bは曲げひびわれが分散し、いつでも重ね継手破壊した。

2.3 荷重～変位曲線 (P～δ曲線)

図-4にP～δ曲線を示す。一体打No49-Bの計算値を同図に示した。地中継手壁体は2体とも、地上一体打より若干弾性剛性が低い、接合面での主筋降伏までほぼ同径路を示した。J49-Bは接合面と中央部が同時降伏、J49A-Bの中央部は主筋サイズが大きいため耐力は一体打と同等まで上がり破壊時にスパン中央部が曲げ降伏した。

2.4 強度

表-2に諸強度の実験値／計算値の比率を示す。降伏荷重の比率は、一体打の1.08に対し、地中継手壁体は接合面で0.83、0.86と小さい。最大荷重では、地上一体打No49-Bに比べ、継手壁体J49-Bは0.8倍、一方、J49A-Bは0.98倍でJo49-Bと同等の耐力を示した。即ち、J.BOX内の継手鉄筋籠の水平主筋をD19からD22へサイズアップしたことにより、地上一体打と同等の耐力が示された。

2.5 荷重～歪度曲線 (P～ε曲線)

継手壁体J49-BのP～ε曲線を図-6に示す。接合面の歪度は初期荷重レベルから弾性的に低勾配で増大するが、スパン中央部と同時に曲げ降伏した。

3. 結び

前報(その1, その2)を含め総括的に評価すると、地中壁鉛直継手に設けたJ.BOX内で水平主筋の重ね継手による一体化工法は、施工性の信頼性が高く、強度、剛性についても以上の実験結果をふまえて適切なラップ長とシャコネクターの配慮をすれば、十分安全な構造体を確保できるといえよう。

実験 シリーズ	試験体	鉄筋 重ね 継手 長 As=As kg	水平 主筋 As=As kg	Fc kg/cm ²	Ec (x10 ⁴) kg/cm ²	Gc (x10 ⁴) kg/cm ²	材令 日	試験 体の 深さ GL-m	降 伏 荷 重						最大荷重		
									中 央 部			接 合 面			実 Pmax ↑	実/ B1 ↑	付着 実 τ _ψ kg/cm ²
									実 Py ↑	計 B1 ↑	実/ B1	実 Py ↑	計 B2 ↑	実/ B2			
曲 げ	N49 - B	一体打	5-D19	385	262	23	49	-1.15	83.6	81.6	1.02	—	—	—	111.6	1.37	—
	J49 - B	42φ	5-D19	333	255	21	53		70.4	75.8	0.93	70.4	81.6	0.86	83.6	1.10	27.7
	J49A - B	42φ	5-D19	333	255	21	53	-2.09	102.3	95.8	1.07	67.8	81.6	0.83	102.3	1.25	30.4
		36φ	5-D22	333	255	21	53										
B	No49 - B	一体打	5-D19	319	242	27	96	地上 製作	82.6	76.5	1.08	—	—	—	104.1	1.36	—
	Jo49 - B	42φ	5-D19	319	242	27	96	地上 製作	67.9	70.9	0.96	92.9	76.5	1.21	103.1	1.45	30.7

注) *1) J.BOX 鉄筋籠

(1) 接合面にシャコネクターはない。

*2) 接合面の降伏荷重を用いる

(2) 計算式、記号はBSシリーズと同じ

表-2 Bシリーズの試験体一覧表と実験結果

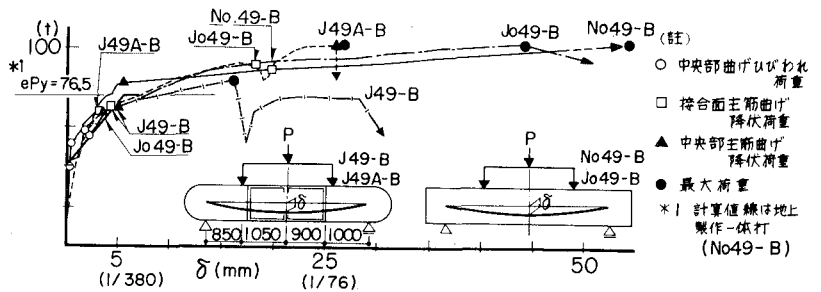


図-4 荷重～変位曲線 (スパン中央部)

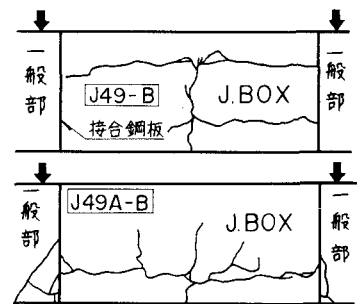


図-5 ひびわれ状況図

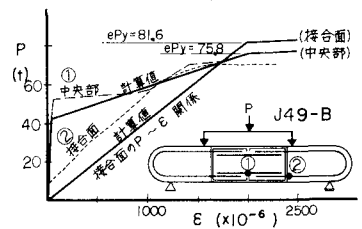


図-6 荷重～歪度曲線