

大林組技術研究所 正員 入沢 賢一

" 齊藤二郎

1. 序 RCラーメンプレハブ構造の研究開発の内、本工法でははり部材はPC部材（プレキャストU型溝）とCC部材（U型溝内に後打ちする場所打コンクリート部分）から成立つ合成構造である。前報は、U型溝内の歯型リブ形状、方向及び帯筋比を変数とした曲げ実験により、リブ形状やその方向の相違はほとんど影響なく、リブなし型でも大変形時（はり材端主筋降伏時変形 δ_y の6倍）に至るまで良好な復元力特性を示した。今回は、設計せん断応力度を10.4 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ から18.6 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ に上げ、166回の多数回正負繰返し実験により、U型溝内の水平リブ型、垂直リブ型に対しリブなし型の構造部材としての性状を比較検討するために計画したものである。

2. 試験体 図-1, 図-2に試験体形状を示す。溝内の歯型リブ形状だけを変数とした3体, リブなし

型：U，水平リブ型：UH，垂直リブ型：UV，である。前報の結果から，設計に当り次の点に留意した。

(イ) シアスパン比 $a_d=4$ から3にする。(ロ) はり端部を固定として、加力点での拘束をなくすために逆対称加力にする。(ハ) PC部材端主筋座屈防止用の吊筋の効果をみる。試験体は、早強セメントによる軽量コンクリート、設計基準強度 240 N/mm^2 , $P_t=1.59\%$,

Pw=0.76 %である。表-1に使用材料の性質を示す。又試験体製作は、プレキャストU型溝(PC部材)の脱型後、ある程度乾燥収縮を考慮し、後打ちの場所打ちコンクリートを打設して製作した。

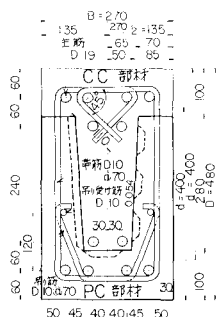
3. 実験方法 加力方法は、はり部材を立てて、逆対称加力装置（建研式）を使用し（このため一定軸力 4.78 Kg/cm^2 が作用）正負繰返

し逆対称加力である。図-3に示すように、 $0.7 P_y$ の荷重制御と δy を基準にした変形制御の組合せによって $8 \delta y$ 正加力で終了させた。鉄筋の歪度は、W.S.G.、変形はマグネスケール、ダイヤルゲージによって測定した。

4. 実験結果とその検討 表-2に実験値と計算値に対する比率を示す。3体とも凡同性状であったので、代表例として、図-4に試験体Uの荷重変位曲線、図-5にUHの最終破壊状況を示す。

4.1. 破壞狀況

各試験体とも、はり材端近傍の曲げひびわれから、降伏変形 δ_y (δ_y の説明は図-3を参照)の1 cycle でせん断ひびわれ、 δ_v から2 δ_y 変形時



圖—1 試驗體断面圖

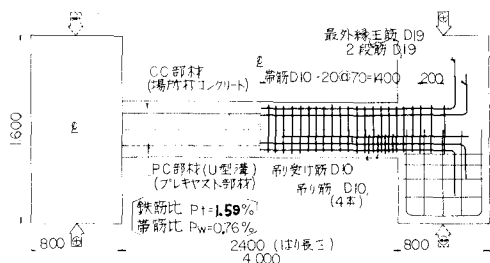
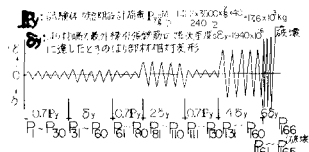


圖-2 試驗體寸法



図一 3 正負繰返し加力計画

コンクリート	σ_c kg/cm^2	E_c kg/cm^2	σ_{Es} $(\times 10^6)$	σ_{ot} kg/cm^2	W_c t/m^3
PC部材	308	165	2900	1813	174
CC部材	327	171	2971	2257	184
鉄筋	σ_y kg/cm^2	E_s kg/cm^2	σ_{Ey} $(\times 10^6)$	伸率 %	材質
主筋 D19	3650	1940	190	22.9	SD35
帯筋 D10	4257	2760	191	24.9	SD30

表-1 使用材料の性質

試験体	加力方向	曲げせん断ひびわれ						主筋降伏時の変位						最大荷重時の変位						弾性剛性						降伏点剛性					
		実測値 Pbc (t)	算出値 Pbc (t)	実測値 Psc (t)	算出値 Psc (t)	せん断係数 ζ_c (%)	ひびき率 γ_c (%)	主筋降伏時の荷重 P_y (t)	主筋降伏時の変位 Δy (mm)	主筋降伏時の荷重 P_y (t)	主筋降伏時の変位 Δy (mm)	最大荷重時の荷重 P_{max} (t)	最大荷重時の変位 Δy (mm)	最大荷重時の荷重 P_{max} (t)	最大荷重時の変位 Δy (mm)	弾性剛性 K_E (N/mm)	弾性剛性 K_E (N/mm)	降伏点剛性 K_Y (N/mm)	降伏点剛性 K_Y (N/mm)												
U	+	4	0.93	8	0.78	19.05	1.09	203	1.16	92	1.08	102	23.7	1.13	282	1.04	274	1.11	1.27	0.89											
	-	3	0.70	9	0.87	19.05	1.05	20.1	1.15	90	1.07	101	22.7	1.08	270	1.00	—	—	1.33	0.96											
UH	+	4	0.93	11	1.07	19.89	1.14	19.9	1.14	8.8	1.06	1.00	23.4	1.12	279	1.03	238	1.00	1.21	0.89											
	-	3	0.70	11	1.07	20.0	1.14	20.2	1.15	9.1	1.08	1.01	23.2	1.11	276	1.02	—	—	1.27	0.88											
UV	+	37	0.86	10	0.97	18.0	1.03	20.0	1.14	8.9	1.07	1.00	23.8	1.14	283	1.05	2.55	1.03	1.23	0.90											
	-	4	0.93	9.5	0.92	19.93	0.97	19.7	1.13	8.6	1.05	0.99	22.7	1.08	27.0	1.00	—	—	1.25	0.87											

表-2 實驗結果一覽表

で、はり側面に付着ひびわれ、はり上下面に付着割裂ひびわれが発生し、 $4\delta y - 1$ cycle で最大耐力を示すと同時に、はり材端にコンクリート圧壊ひびわれが発生した。これ以後耐力は徐々に低下し、 $4\delta y - 30$ cycle の繰返しでは、 δy 、 $2\delta y$ 変形制御時と異なり、やゝ一定耐力に安定しなかったが、荷重低下は降伏荷重計 P_y の 0.9 倍程度にとどまった。(図-6 参照) U, UH は $6\delta y - 1$ cycle での耐力の復元性は良いが、5 cycle までに急激に材端近傍のコンクリートが剥落し、主筋も座屈したものと推定される。

最終回 $8\delta y$ 変形で帯筋端フック部分の切断(UH)や場所打コンクリート部に定着した帯筋が抜け出して破壊した。但し UV だけは $4\delta y - 20$ cycle 以後材端カブリの剥落が U, UH に比較して顕著で、既にこの時点から主筋の局部的変形が巨視的に観察できた。

4.2. 強度及び剛性 表-2 に示すように、各試験体とも凡計算値に一致しているが、降伏点剛性の計算値に対する比率は 0.87~0.9 と若干小さい。しかし 3 体間の顕著な相違はみられない。計算式は、(i) 計 P_{Rc} 、計 P_{Rsc} 及び黒正式による計 P_y 計 P_{max} は前報を参照。(ii) 計 $\tau_c = 0.0298 f_c (500 + \sigma_c)$ (短期付着応力度 $\tau_{oa} = 18 \times 1.5 = 27\%$)、(iii) 計 $P_y = 0.9 A_t s_y d \frac{h}{2}$, h : はり材長, d : 有効高さ, A_t : 引張鉄筋断面積 (2 段筋を含む)

4.3 PC 部材と CC 部材の一体性 図-7 で界面の帯筋ゲージ No. 4 の歪度についてみると、 $4\delta y - 1$ cycle まで両部材は一体となって挙動したと推定されるが、2 cycle から歪度が急増していることから、この時点で両部材界面に剥離ひびわれが発生したものと推定される。この現象は 3 体とも同じである。しかしこの原因により、 $4\delta y - 30$ cycle の繰返しによる剛性低下が $2\delta y$ 変形時より大きいと判定しにくく、 $6\delta y - 1$ cycle までの復元性は良好である。又破壊時まで両部材は一体性を発揮し、界面のひびわれが直接破壊の原因になっていない。しかし両部材間のひびわれ性状が異なっていることから、界面剥離が生じていることが推定される。又 PC 部材内の吊筋効果は十分であったのに対し、CC 部材内に定着させた帯筋アンカーの処理法が部材の一体性、靱性に与える影響は大きいと推察できる。

5 むすび 本工法による曲げ降伏型はり部材で、 $a/d = 3$ 程度なら、はり材端最外縁主筋が降伏するまでの強度、剛性については、一体打の計算値とよく一致し、且つ $4\delta y$ 変形時までは良好な復元力特性を示した。しかし $4\delta y - 30$ cycle の繰返し載荷で耐力低下は $\frac{P}{P_y} = 0.9 \sim 1.0$ と顕著な低下はみられないが、安定状態にはならなかった。又 $4\delta y - 2$ cycle で両部材界面に剥離ひびわれが生じたと思われるが、 $6\delta y - 1$ cycle でも顕著な耐力低下はなく、界面剥離が直接耐力低下やエネルギー吸収能を劣化させ、直接破壊させたとはいえない。本工法のうち、リブなし型でも構造物の挙動について、設計時の所要の強度、剛性を満足し、最終破壊までかなり安定した性状を示すものと推定できる。

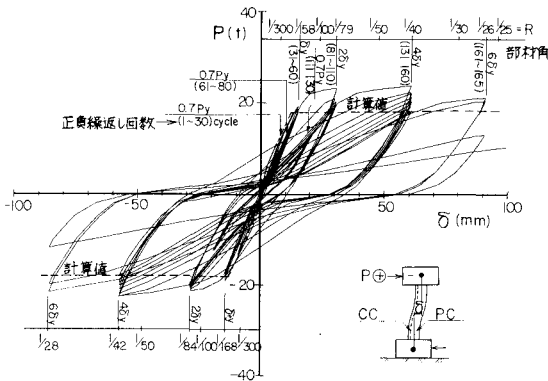


図-4 P- δ 曲線 (試験体: U)

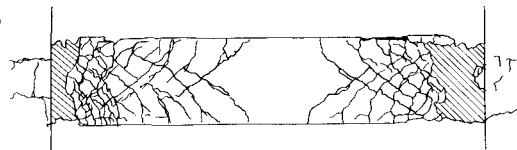


図-5 最終破壊状況の一例

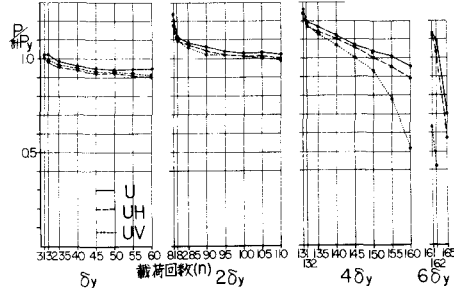


図-6 繰返しによる耐力低下 (正加力)

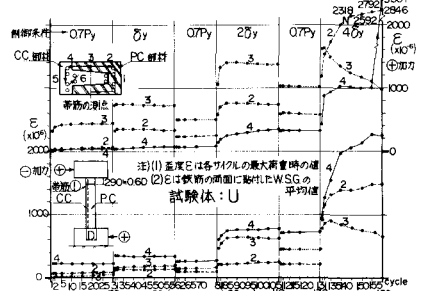


図-7 帯筋の載荷回数と歪度の関係