

論文

[2132] SD 490 高強度鉄筋を緊張材とした中空ハーフ PC スラブ  
に関する研究

正会員○妹尾正和 (フドウ建研技術開発部)  
正会員 竹田清二 (フドウ建研技術開発部)  
小村正雄 (フドウ建研技術開発部)  
正会員 南伊三男 (フドウ建研技術開発部)

1. はじめに

プレキャストプレストレストコンクリートスラブ (ハーフPCスラブ) は、現場施工の合理化・省力化を図るために開発され、現在幅広く使用されている。今回報告する中空ハーフPCスラブは、大スパンや高荷重をうけるようなインテリジェントビルや高層住宅への適用拡大を図るために底面をフラット化し、かつ上リブ間を中空とすることにより、配線・配管スペースとしての利用を想定したものである。

本論文は、SD490 高強度鉄筋を緊張材として用いた中空ハーフPCスラブについて行ったPC部材単体及び合成スラブの曲げ耐力実験の結果について報告するものである。

2. PC部材単体の曲げ実験

本実験は施工荷重時において、スラブに設けた開口がスラブの破壊モードや変形性能に及ぼす影響を確認するために行ったものである。

2.1 試験体概要

表1に試験体一覧を示す。試験体はP-1及びP-2それぞれ1体ずつであり、実験変数はリブ部開口の有無とした。

試験体の寸法・配筋は、図1に示すように両試験体ともに同一であり、縮尺は実物大である。配筋はフランジ内

表1 試験体一覧

	緊張材	主筋	設計導入力 (tf)	リブ部開口	
				端部	中間部
P-1	10-D13 SD490	9-D13 SD295A	26.8	—	—
P-2	10-D13 SD490	9-D13 SD295A	26.8	B×H=80×300 鋼板により 補強	80φ @1200 普通鉄筋により 補強

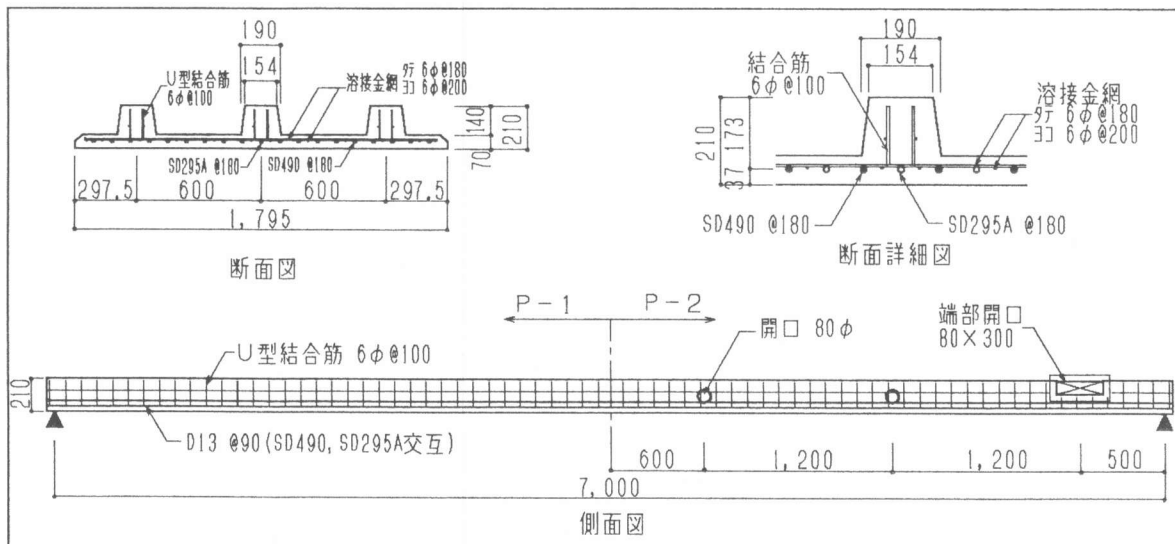


図1 試験体形状・配筋図

に緊張材と普通鉄筋とを交互に90mm間隔で配置した。その上に溶接金網を、さらに結合筋を配置した。プレストレスは補助的に導入しており、設計荷重時に断面の平均圧縮応力度が10kgf/cm<sup>2</sup>となるように導入した。

試験体の製作はプレテンション方式により行い、コンクリート強度が300 kgf/cm<sup>2</sup>以上発現していることを確認後、プレストレスを導入した。

## 2.2 実験方法

加力は、図2に示すように、支点間距離7m、単純支持で3等分2線载荷により、一方向繰り返し载荷を行った。加力サイクルは、施工時応力（後打ちコンクリート重量0.192tf/m<sup>2</sup> + 作業荷重0.15tf/m<sup>2</sup>, M=3.8tf・m）より求めた荷重（3.3 tf）の1, 2, 3倍で繰り返した後に破壊まで加力した。

測定は、ひび割れ及び破壊状況、たわみ（中央、载荷点下、支点、各々2点、計6点）、コンクリート上端ひずみ並びに鉄筋ひずみ（緊張材3点、主筋2点）について行った。

## 2.3 結果及び考察

図3にP-1及びP-2の中央部たわみの包絡線を、表2に実験結果を示す。図3より、両試験体ともに3.3tfで剛性低下がみられ、たわみはP-1で6.2mm(1/1129)、P-2で6.6mm(1/1060)であった。

破壊モードは両試験体ともにスパン中央付近の曲げ圧縮破壊で、最大荷重時のたわみは、P-1で127.2mm(1/55)、P-2では132.2mm(1/53)であった。

表2より、各試験体の曲げひびわれモーメント及び曲げ破壊モーメントの実験値と計算値は一致している。ここで、無緊張部材の予想ひびわれモーメント ( $M_{cr}$  =

$1.8 \cdot \sqrt{F_c} \cdot Z - M_G = 0.7 \text{tf} \cdot \text{m}$ ) と曲げひびわれモーメントの実験値とを比較すると、5倍程度の耐力であり、プレストレスの効果が認められる。

また、両試験体とも最大荷重はほぼ等しく、開口の有無が耐力及び変形性能に及ぼす影響は認められなかった。

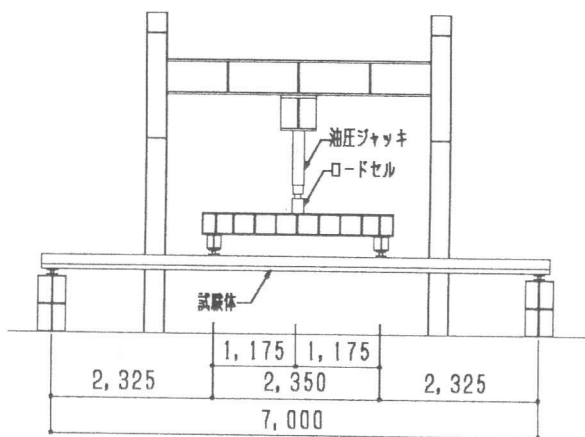


図2 加力方法

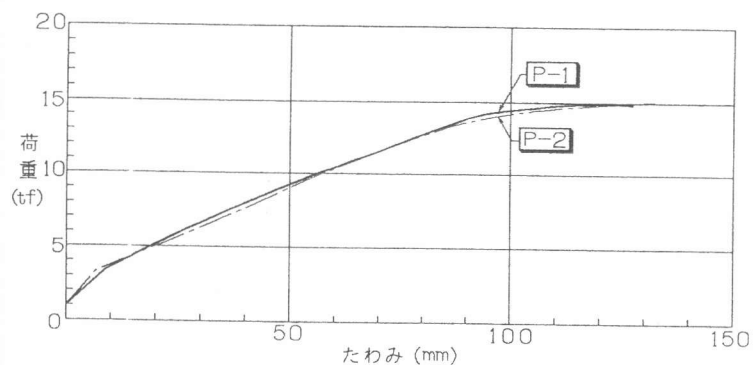


図3 中央部の荷重-たわみ曲線

表2 実験結果一覧

試験体名	ひび割れ荷重 (tf)	最大荷重 (tf)	有効率 $\eta$ *1	$M_{cr}$ *2			$M_u$		
				実験値 (tf・m)	計算値 (tf・m)	実/計	実験値 (tf・m)	計算値 (tf・m)	実/計
P-1	3.3	14.89	0.72	3.8	3.4	1.12	16.90	15.50	1.09
P-2	3.3	15.02	0.75	3.8	3.8	1.00	17.10	15.80	1.08

\*1 実験時プレストレス力の有効率。

\*2  $M_{cr} = (5/3 \sigma_t + \eta P/A + \eta P/Z - M_G/Z) \cdot Z$

### 3. 合成スラブの曲げ実験

本実験は、使用状況下において、PC部とRC部との一体性、並びに開口の有無が合成スラブの破壊モード及び変形性能に及ぼす影響を確認するために行ったものである。

#### 3.1 試験体概要

試験体は表3に示すように、開口の有無を実験変数としてC-1及びC-2各々1体とした。開口は、PC部材のリブ部開口に加えて、床上面部（後打ちコンクリート部、以下RC部とする）にも開口を設けた。形状は、図4のようにリブ間に木製の埋設型枠を配することにより中空合成スラブとした。

配筋は、PC部材は前実験と同様である。RC部は図5のように両試験体ともに配筋量が等しくなるようにした。

試験体の製作は、PC部材を製作してか

表3 試験体一覧

	結合筋	リブ部開口		床上面開口	備考
		端部	中間部		
C-1	6φ@100 ダブル	—	—	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>PC部配筋は表1, 図1参照</li> <li>RC部配筋は図5参照</li> </ul>
C-2	6φ@100 ダブル	B×H=80×300 鋼板により補強	80φ @1200 普通鉄筋により補強	300×300 リブ開口と同位置	

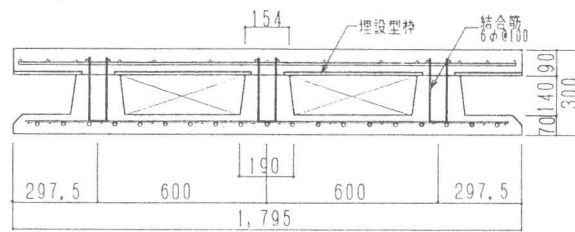


図4 断面形状

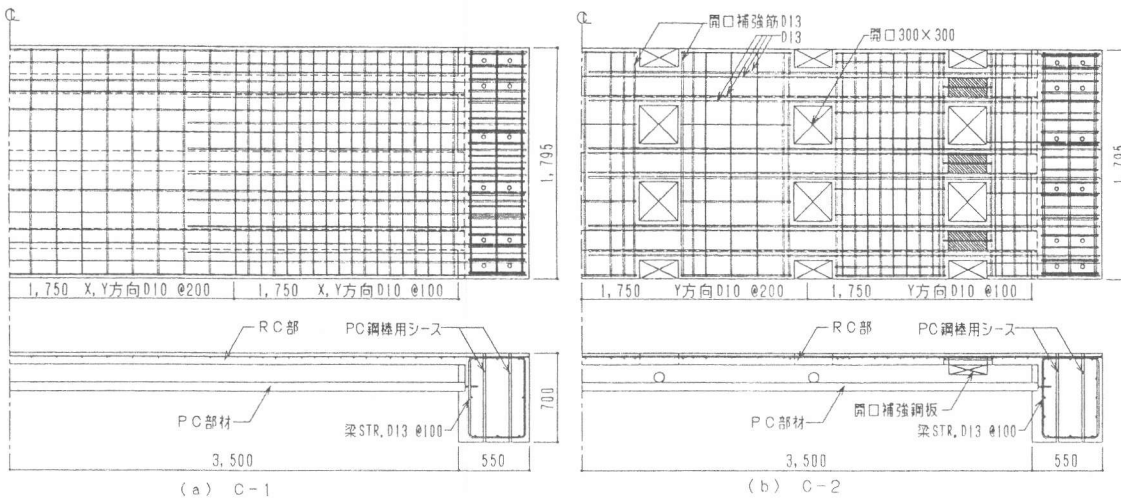


図5 試験体配筋図

ら4週経過した後にRC部を製作した。養生は空中養生とした。

#### 3.2 実験方法

加力方法は、図6に示すように、有効支点間距離7.0m、両端固定で3等分2線荷重により、一方向繰り返し荷重を行った。加力サイクルは設計荷重時応力（仕上げ+積載荷重=0.6tf/m<sup>2</sup>）より求めた荷重(5.5tf)の1, 2, 3, 4倍で繰り返した後に破壊まで加力した。

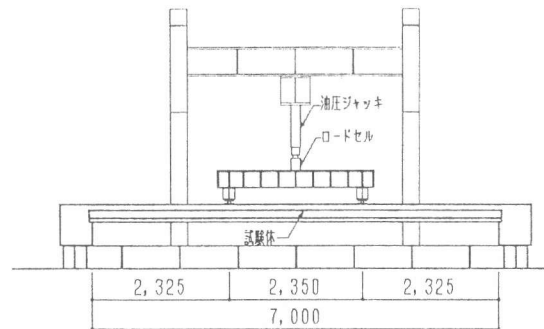


図6 加力方法

測定は、ひび割れ及び破壊状況、たわみ（中央2点、荷重点下2点、端部4点、支点4点、計12点）、PC部とRC部との相対変位、コンクリートのひずみ（上端、端部下端）、鉄筋のひ

表4 実験結果一覧

試験体名	コンクリート強度 (kgf/cm <sup>2</sup> )				ひび割れ荷重 (tf)		最大荷重 (tf)	Mc						Q <sub>u</sub>			τ <sup>*3</sup>		
	PC部		RC部		端部	中央		端部 <sup>*1</sup>			中央 <sup>*2</sup>			実験値 (tf)	計算値 (tf)	実/計	実験値 (kgf/d)	許容値 (kgf/d)	実/計
	圧縮	引張	圧縮	引張				実験値 (tf·m)	計算値 (tf·m)	実/計	実験値 (tf·m)	計算値 (tf·m)	実/計						
	圧縮	引張	圧縮	引張	端部	中央		実験値 (tf·m)	計算値 (tf·m)	実/計	実験値 (tf·m)	計算値 (tf·m)	実/計	実験値 (tf)	計算値 (tf)	実/計	実験値 (kgf/d)	許容値 (kgf/d)	実/計
C-1	630	37.8	353	22.9	8.5	17.0	48.04	6.6	6.9	0.96	6.6	7.3	0.90	24.02	23.9	1.01	32.0	12.8	2.50
C-2	596	35.8	387	21.8	9.3	17.5	50.44	7.2	6.4	1.12	6.8	6.1	1.11	25.22	23.2	1.09	33.6	12.8	2.63

実験時プレストレスの有効率は各試験体ともに  $\eta = 0.74$ 。  
 \*1  $5/3 \sigma_s \cdot Z_c - M_d$   
 \*2  $(5/3 \sigma_s + \eta P/A_{PC} + \eta P/Z_{PC} - M_d/Z_{PC}) \cdot Z_c$   
 \*3 打ち継ぎ面の最大荷重時せん断応力度。  
 許容値はPS基準  $\{\tau = 12 + 5 \times (P - 0.2)\}$  より計算した。

ずみ（緊張材、主筋、結合筋）及び開口補強鋼板のひずみについて行った。

### 3.3 結果及び考察

図7にC-1及びC-2の中央部たわみの包絡線を、表4に実験結果を示す。

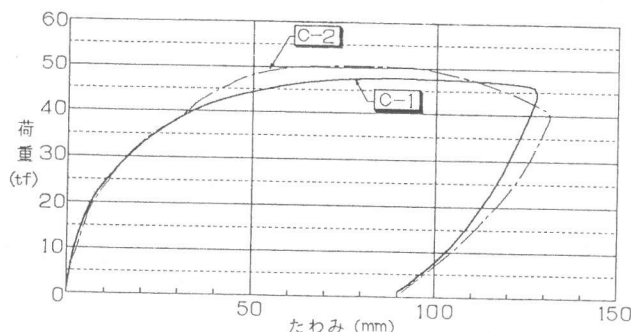


図7 中央の荷重-たわみ曲線

図7より、ひび割れは端部上面に発生した後中央部下面に発生し、それぞれのひびわれ発生時の中央部たわみは C-1で 1.6mm (1/4375)、5mm (1/1400)、C-2では 2.5mm (1/2800)、5.5mm (1/1273) であった。

破壊モードは両試験体ともにスラブ端部下端の斜張ひびわれ破壊で、最大荷重時のたわみは C-1で 126.5mm (1/55)、C-2では 130.0mm (1/54) であった。また、最大荷重時において打継面にすべりは認められず最大相対変位で0.15mmと微小であった。

表4に示す実験結果一覧より、各試験体の曲げひび割れモーメントおよびせん断耐力の実験値と計算値はほぼ一致している。また、打継面の最大荷重時せん断応力度は許容せん断応力度の 2.5倍以上の安全率があった。

## 4. まとめ

以上の実験結果より次のことがいえる。

- (1) 高強度鉄筋を緊張材として用いても、耐荷重性能やひび割れ、たわみの制御に対してPC鋼材を用いたものと同様のプレストレスの効果が確認できた。
- (2) PC部材単体及び合成スラブとも、有効な補強を行なえば開口(PC部材リブ部、床上面部)による耐力及び変形性能におよぼす影響は認められなかった。
- (3) PC部材単体の施工時荷重に対する安全率はひび割れ荷重時では小さいが、最終耐力時では約5倍であった。合成スラブでは設計荷重に対する安全率はひび割れ荷重時で約 1.6倍、最終耐力時で約 8.7倍であった。
- (4) 打継部のせん断耐力は学会規準に示されている許容せん断応力度の 2.5倍以上の安全率を持っている。

(謝辞) 本実験は(株)鴻池組、東急建設(株)、住友金属工業(株)との共同研究の一環として行ったもので、本実験の実施に際し、大阪大学鈴木研究室の各位に多大な協力をいただいたことを記して謝意を表します。