

## プレキャストウェブを有するPC桁のウェブとフランジとの一体性について

(株)安部工業所 東京支店 正会員 ○三宅 淳一郎  
 横浜国立大学大学院 助手 正会員 林 和彦  
 横浜国立大学大学院 教授 正会員 椿 龍哉  
 横浜国立大学 名誉教授 正会員 池田 尚治

### 1. はじめに

近年、プレテンションウェブを有するPC桁が提案されている。この構造形式の利点として、鉛直グラウトを伴うウェブ縦締めが不要、工場生産による現場施工の省力化が可能、通常の現場製作ウェブに比べウェブ厚が薄くなり自重の軽減に繋がる、鉛直方向のプレストレスが導入されることによりせん断に対する抵抗が期待できる、などが挙げられる。筆者らは、プレキャスト化したプレテンションウェブを用いて、桁のせん断挙動、プレキャストウェブ同士の接合、プレテンション部材の伝達長の影響についての実験（以下、プレテンウェブ実験）を行い、この構造形式の実用化が可能であることを明らかにした<sup>1)</sup>。

本研究ではこの成果を踏まえた上で、桁端部の補強効果についての知見を得ることを目的として、既報のプレテンウェブ実験<sup>1)</sup>に用いた供試体の1/2の大きさのPC桁を作製して実験を行い、1体打ちPC桁との比較を行った。

### 2. 実験供試体

#### 2.1 プレテンウェブ実験との比較

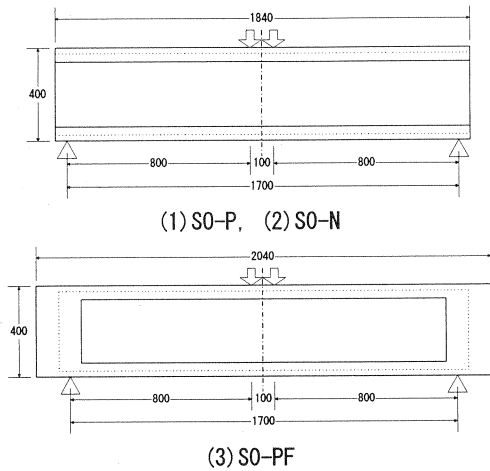
既報のプレテンウェブ実験の供試体は桁長3680mm、桁高800mmであり、プレテンション方式で作製された9枚のウェブパネルで構成されている。ウェブパネル1枚は高さ700mm、長さ400mm、幅100mmで、各々を無収縮モルタルで10mm間隔のウェットジョイントで接合した後、上下フランジを作製した。断面はI形断面で共通であり、せん断耐荷実験を2点載荷により行うため、十分な終局曲げ耐力を持つように設計された。軸方向にはポストテンション方式で上縁に3.1MPa、下縁に8.2MPaのプレストレスが導入された。

この実験では、プレテンション方式によるウェブの鉛直プレストレスがせん断力に抵抗し、斜めひび割れ発生荷重、最大荷重を増加させることを明らかにした。しかし、桁端部におけるウェブ-下フランジ間のずれが生じ終局を迎えた。これはI形断面の供試体端部を補強しなかったため、斜めひび割れ発生後のアーチ機構に移る際に桁端部のウェブ-下フランジ部にずれが生じる結果となった。しかしながら、この現象は、プレキャストパネル固有のものではなくI形断面に共通の現象であると考えられた。

そこで、このずれの原因を検証するために、本研究では3体の供試体を作製した。それらは表-1に示すように、(1)ウェブパネル作製後に上下フランジを打ち込んで接合した供試体S0-P、(2)S0-Pと全く同じ形状、配筋でウェブとフランジのコンクリートを同時に打ち込んだ供試体S0-N、(3)ウェブパネル作製後

表-1 供試体種別

No.	供試体名	ウェブの鋼材	腹鉄筋比 [%]	備考
(1)	S0-P	SD345 D6	0.633	プレキャストウェブ 端部補強なし
(2)	S0-N		0.633	一体打ち
(3)	S0-PF		0.633	プレキャストウェブ 端部補強あり



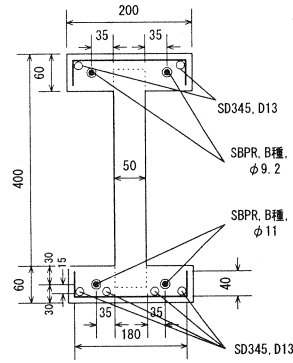
(点線は(1)S0-P, (3)S0-PFでのプレキャストウェブの外形を示す)

図-1 供試体側面図

に桁端部を充腹断面とする補剛を行って上下フランジを打ち込んだ供試体 S0-PF, である。

## 2.2 供試体の概要

本研究の供試体寸法はプレテンウェブ実験に用いた供試体の1/2とし、できる限り条件が相似になるようにした。プレテンウェブ実験との大きな違いは、(1)供試体が小さく伝達長の影響が無視できないため鉛直プレストレスを導入していないこと、(2)9枚のウェブパネルの接合に問題はなかったため、今回は長さ1940mm、幅50mm、高さ350mmの1枚のウェブパネルとしたことである。供試体は全て図-1, 図-2に示す I 形断面であり、せん断耐荷



(点線は S0-P, S0-PF のみ打継ぎ面を示す)

図-2 供試体断面図

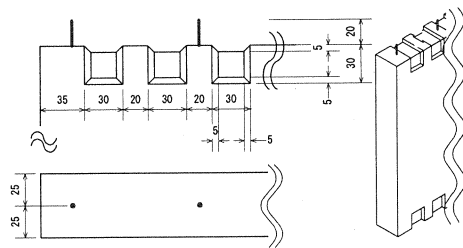


図-3 プレキャストウェブパネルの形状

表-2 鋼材の力学的特性

規格	径	降伏点 [MPa]	引張強さ [MPa]	弾性係数 [GPa]	伸び [%]	適用
SD295	D3	327	485	179	-	組立鉄筋
SD345	D6	396	565	188	25.0	ウェブ鉛直鋼材 組立鉄筋
SD345	D13	373	543	188	25.6	軸方向鉄筋
PC 鋼棒 B 種 1 号 SBPR930/1080	φ 9.2	1087	1143	200	13.9	軸方向鋼材
PC 鋼棒 B 種 1 号 SBPR930/1080	φ 11	1083	1158	201	14.3	軸方向鋼材

表-3 コンクリートの力学特性

供試体名	位置	載荷実験時					標準養生
		材齢 [day]	圧縮 [MPa]	引張 [MPa]	弾性係数 [GPa]	ポアソン比	$\sigma_{28}$ 圧縮 [MPa]
S0-P	ウェブ	23	83.7	4.72	32.5	0.207	78.1
	フランジ	13	80.3	4.43	28.2	0.201	84.5
S0-N	全体	14	81.6	4.19	28.1	0.196	84.5
S0-PF	ウェブ	27	89.4	5.08	30.4	0.203	83.0
	フランジ	17	81.7	4.71	29.4	0.208	84.5

実験を2点荷重により行うため、十分な終局曲げ耐力を持つように設計されている。軸方向にはポストテンション方式により上縁に1.1MPa、下縁に6.9MPaのプレストレスを導入した。

図-3にプレキャストウェブのせん断キールと突き出した鉛直鋼材の寸法を示す。表-2に使用鋼材の力学的特性、表-3にコンクリートの力学的特性をそれぞれ示す。

### 2. 3 実験方法

実験には2000kN 万能試験機を用いた。最大荷重までは荷重制御にて荷重を行い、それ以降は変位制御とした。また、軸方向プレストレスによる復元性を把握するためにデコンプレッション荷重後に除荷を行った。計測項目は荷重、鉛直変位、ウェブと下フランジとのずれ変位、コンクリートと鋼材のひずみとした。

### 3. 実験結果

実験で得られた荷重-中央変位関係を図-4に示す。ひび割れ発生および最大荷重を表-4に示す。

各供試体とも荷重が約120kN時にスパン中央部下面から曲げひび割れが発生し、荷重の増加に伴いウェブ高さ中央付近から斜めひび割れが発生した。

S0-P, S0-Nは斜めひび割れ発生後ほとんど耐力が上がり、同時にプレテンウェブ実験同様に桁端部のウェブと下フランジがずれ始めた。その後斜めひび割れの本数が増えるにつれて接合部のずれが大きくなり終局となった。一方、端部補強を行ったS0-PFは斜めひび割れの発生荷重が他に比べて高く、斜めひび割れ発生後もタイドアーチを形成して耐力が上昇し、最終的には上フランジの圧壊により終局を迎え、ウェブとフランジの接合部がずれることはなかった。

軸方向鉄筋のひずみを、支点上、せん断スパン中央、スパン中央の計5箇所について、ひずみゲージで計測し、荷重レベルごとに示したものが図-5である。S0-PFは、タイドアーチが形成され支点付近のひずみも増えていることが示されている。

図-6に荷重終了時のひび割れ状況を示す。

### 4. 考察

本実験では、プレテンウェブ実験と同じ方法でプレキャストウェブとフランジを接合した供試体S0-P、一体打ちで作製した供試体S0-Nは、どちらも桁端部において下フ

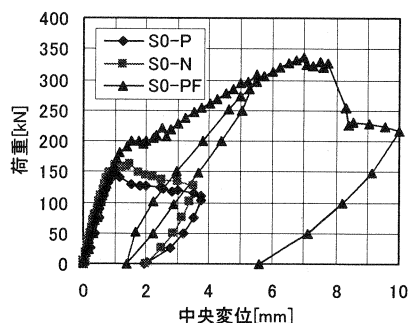


図-4 荷重-中央変位関係

表-4 ひび割れ発生および最大荷重

供試体名	曲げひび割れ発生荷重 [kN]	斜めひび割れ発生荷重 [kN]	最大荷重 [kN]
S0-P	120	160	160
S0-N	110	150	165
S0-PF	120	210	338

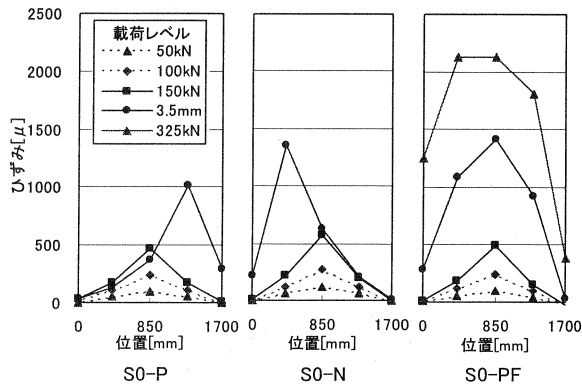


図-5 軸方向鉄筋のひずみ分布

ランジとウェブのずれによって終局となった。一方、プレキャストウェブを用いて端部補強を行った供試体S0-PFでは接合部でずれることなくアーチ機構に移行し、載荷点近傍の上フランジが圧壊するまで耐力を受け持つことができた。よって、端部のずれはウェブをプレキャスト化したものに限らず、ウェブの薄いI形断面のような構造がアーチ機構に移る際に起こる現象であることが示された。逆にこのことより、プレテンウェブ実験において、せん断キーと突き出した鉛直鋼材を有するプレキャストウェブと現場打ちフランジとの接合は十分であることが示された。

ここで、せん断力をウェブ幅と有効高さで除したものをせん断応力度とし、プレテンウェブ実験の結果<sup>1)</sup>を併せたものを図-7に示す。端部を補剛していないS0-PとS0-Nは、斜めひび割れ発生と同時に耐力がほぼ頭打ちになり、プレテンウェブ実験の結果のようにその後も耐力は上がらなかった。これは鉛直方向のプレストレスの違いによるものと思われる。

今回の端部補強をしていない供試体S0-P, S0-Nはプレテンウェブ実験に比べ斜めひび割れ発生時のせん断応力が小さく、端部補強を行ったS0-PFは斜めひび割れの発生時のせん断応力度が大きくなるという違いが得られた。

## 5. 結論

プレテンションウェブを有するPC桁の実用化に向けた本研究において以下の知見が得られた。

- 1) プレキャストウェブと現場打ちフランジとの接合方法については、本研究で用いた方法がウェブとフランジとの一体打ちの場合と同等であることが実験によって示された。
- 2) I形断面を有するPC桁はウェブのプレキャスト化の有無にかかわらず、桁端部を充腹断面として補剛することにより、斜めひび割れ後もタイドアーチ機構に移行し、耐力を発揮できることが示された。

## 謝辞

本研究は、(社)プレストレストコンクリート技術協会 プレテンションウェブ橋梁技術研究委員会 (委員長：池田尚治) の研究の一環で行ったものである。実験の実施にあたり横浜国立大学の森下豊技官に協力を頂いた。関係各位に謝意を表します。

## 参考文献

- 1) 三宅淳一郎, 林和彦, 池田尚治: プレテンションウェブを有するPC桁のせん断耐荷性能に関する実験的研究, プレストレストコンクリート, Vol. 45, No. 2, 2003. 3, pp. 126-133

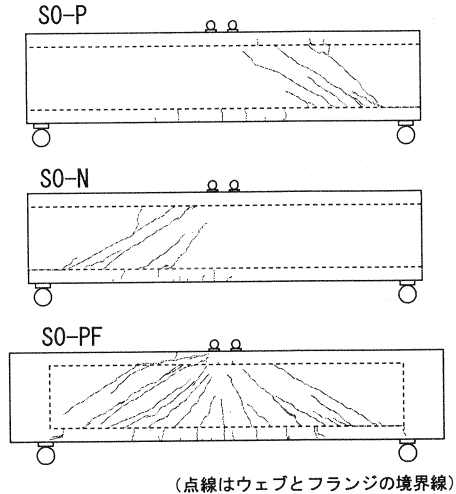


図-6 載荷終了時のひび割れ図

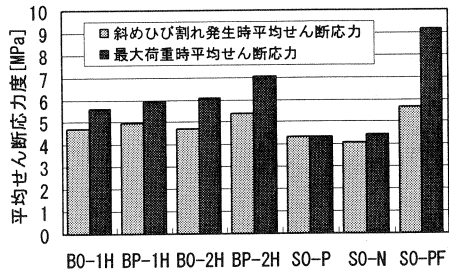


図-7 各荷重時のせん断応力度