

(53) 逆T型PC埋設型枠を用いた合成床版
スラブの長期曲げ性状に関する実験的研究

榎富士ピー・エス 建築事業部 ○山下正吾
熊本工業大学 建築学科 岩原昭次
長崎大学 構造工学科 小森清司

1. はじめに

近年、プレストレスを導入したPC板埋設型枠を用いた合成スラブ工法は、スラブ工法の合理化・工期短縮・スラブの大スパン化を目的に、その開発および実用化が盛んに行われている。これらのPC板埋設型枠は、チャンネル型・T型・穴明き型に大別されるが、天井の直仕上げができ、かつ、スラブ全厚を薄く抑えることができる形状として逆T型断面を提案することができる。

本研究は、このような底面がフラットな形式でかつ幅広のリップを有する逆T型プレストレストコンクリートプレキャスト板を埋設型枠とし、その上に現場打ちコンクリートを打設した合成床版が両端固定支持されている場合の長期曲げ性状を実験的に明らかにし、また、それを検討することを目的とする。

2. 実験概要

2.1 試験体

埋設型枠の上に現場打ちコンクリートを打設して得られる試験体の数は2体であり、形状および断面寸法は全て同一である。スラブ断面の詳細を図1に、試験体の形状を図2に示す。

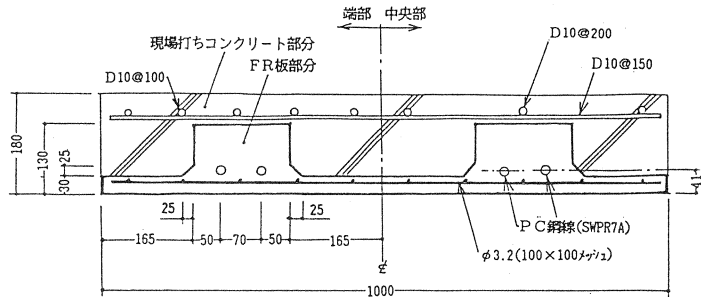


図1 断面詳細図(単位: mm)

埋設型枠となる逆T型並列一方向

スラブ(以後FR板という)の断面形状は図1に示すように、1mの幅に2本のリップを有し、このリップ部にPC鋼より線φ12.4を各2本配している。試験体は、スタブ型枠の上にFR板を架けわたし、さらに中央を支柱で支え、上端筋として端部で10-D10、中央で6-D10を配筋した後、スラブ部分とスタブ部分の現場打ちコンクリートを同時に打設して製作した。なお、使用材料の性質を表1、表2に示す。

2.2 実験要因および載荷方法

実験要因は載荷レベルのみであり、1体は、初期に端部ひびわれを発生させず住宅用設計荷重を持続載荷させ(CFR1とよぶ)、もう1体は、荷重載荷時に強制的にひびわれを発生させた後、事務所用設計荷重を持

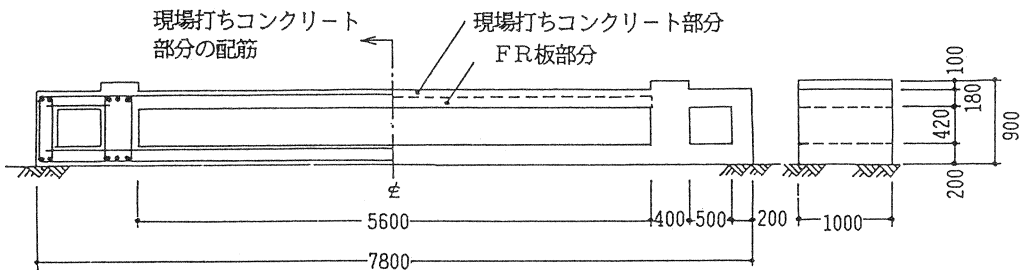


図2 試験体形状図(単位: mm)

続载荷した (CFR2とよぶ)。

荷重の载荷は、コンクリート製インゴットによって18点集中载荷を段階的に徐々に行った。载荷荷重位置を図3に示す。

2.3 PC鋼線と鉄筋歪の測定位置

PC鋼線と鉄筋の歪測定位置を各々図4と図5に示す。

3. 実験結果および考察

3.1 乾燥収縮歪

乾燥収縮歪は、FR板用コンクリートと現場打ちコンクリートについて各々材令7日、材令18日から測定を開始しており、図6にFR板の材令を基準にした乾燥収縮歪を示す。測定はφ10cm×20cmの円柱テストピース中に埋め込んだ埋め込み型歪ゲージによっている。载荷実験は、FR板用コンクリートの材令が53日の時に行っているが、FR板用コンクリートは、载荷後ほとんど乾燥収縮歪が進行していない。これに対して、現場打ちコンクリートは経過日数200日 (材令18日を基準) 頃まで増加し続ける。

FR板用コンクリートの乾燥収縮歪は、経過日数 $t=256$ 日で 2.14×10^{-4} 、現場打ちコンクリートは $t=222$ 日で 4.54×10^{-4} となっている。

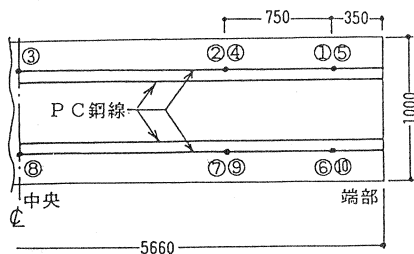
3.2 支柱荷重

両試験体ともFR板をスタブ間に架けわたし、その中央を大きな軸剛性を有する支柱で支えた状態で、現場打ちコンクリートを打設して作製した。その際、支柱に荷重計を据えて载荷日までの荷重変化を測定した。現場打ちコンクリートの打設直後の支柱荷重はCFR1で755kgf、CFR2で690kgfであり、その後の実験開始までの支持荷重の経時変化を図7に示す。

経過日数4、5日で荷重が急激に増加しているのは、養生シートに溜った雨水の影響と推測される。経過日数7日以降に荷重が低下しているのは、端部が固定支持の状態に近くなっているためと思われる。

3.3 ひびわれ

CFR1は、载荷時にはひびわれを生じなかったが、



(注1) ●は歪ゲージ位置
(注2) ⑤、④、⑩及び⑨は①、②、⑥及び⑦と対称の位置にある測定位置番号

図4 FR板部分PC鋼線歪測定位置

表1 鋼材の性質

種別	PC鋼線	鉄筋
品質	SWPR-7A φ12.4mm	SD30A
標準直径 (mm)	12.4	9.53
公称断面積 (cm ²)	0.929	0.71 (0.619)
降伏点応力 (kgf/cm ²)	17707	3820
最大強度 (kgf/cm ²)	18622	5559
ヤング係数 (kgf/cm ²)	2.07×10^6	1.92×10^6

表2 コンクリートの性質

種別		圧縮強度	ヤング係数	割裂強度
		kgf/cm ²		
FR板 コンクリート	養生 (材令53日)	536	3.42×10^5	42.3
	養生 (材令57日)	500	3.66×10^5	44.5
現場打ち コンクリート	養生 (材令28日)	200	2.46×10^5	20.3
	養生 (材令28日)	187	2.42×10^5	18.4

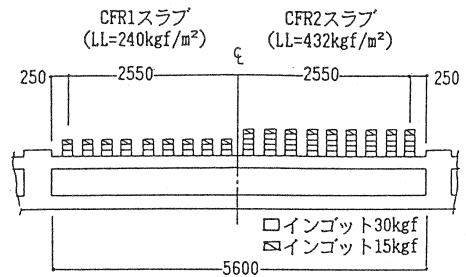
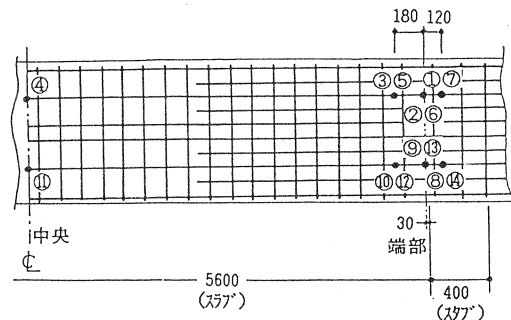


図3 持続载荷時载荷状態 (18点集中载荷)



(注1) ●は歪ゲージ位置
(注2) ⑦、⑥、⑤、④、⑬及び⑫は①、②、③、⑧、⑨及び⑩と対称の位置にある測定位置番号

図5 現場打ちコンクリート部鉄筋歪測定位置

経過日数9日でスラブ両端部の現場打ちコンクリート部分に、ひびわれが発生しているのを発見した。その後、CFR1, CFR2ともひびわれ状態は同じ様相を示しており、経時的に新たな位置に生じることはなく、FR板フランジ上縁付近まで進展している。

3.4 PC鋼線の経時歪

図8(a)と(b)に、CFR1とCFR2スラブのプレストレス導入から荷重直前までのPC鋼線の経時歪変化を示す。初期緊張力は $P=12\text{tf/cm}^2$ を負荷している。この負荷による歪は、 $5200\sim 5400\times 10^{-6}$ の値をしめしており、プレストレス導入後の両端付近(端部から35cmの位置)の歪値は初期緊張力の30~40%に低下しているが、端部から120cmの位置および中央の歪値はせいぜい5~10%程度の低下しかしていない。その後荷重実験開始まで顕著な変化はなく、ほぼ一樣に推移している。

図9(a)と(b)に、支柱撤去前を基準としたPC鋼線の経時歪を示す。グラフの横軸は、荷重段階(支柱撤去による支柱荷重を含む全荷重荷重で表示)、荷重終了時から荷重日数1日まで(時間で表示)および1日以降の経過日数の3区分で示している。この表示方法は、鉄筋歪およびたわみの経時変化も同様である。

荷重によって生じる歪はCFR1, CFR2両スラブともあまり大きくなく、また直線的に増大しており弾性的挙動を示していることが分かる。持続荷重時ではCFR1, CFR2スラブとも圧縮方向に歪が向かっているが、これは乾燥収縮による歪変化が荷重によるものより非常に大きく影響しているものと思われる。

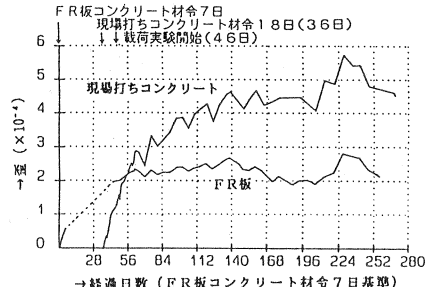


図6 コンクリートの乾燥収縮歪

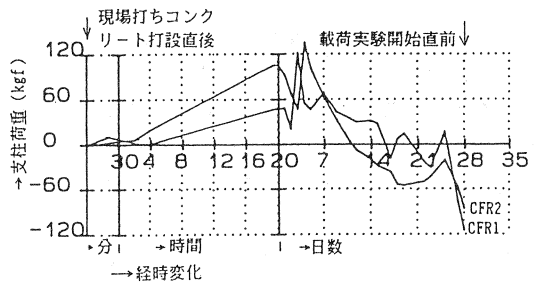


図7 支柱荷重の経時変化

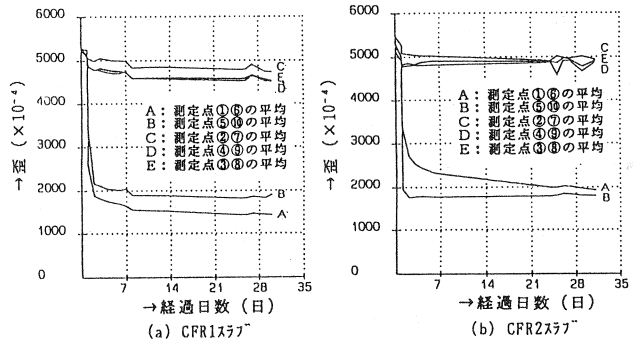


図8 PC鋼線の経時歪(プレストレス導入時~荷重直前)

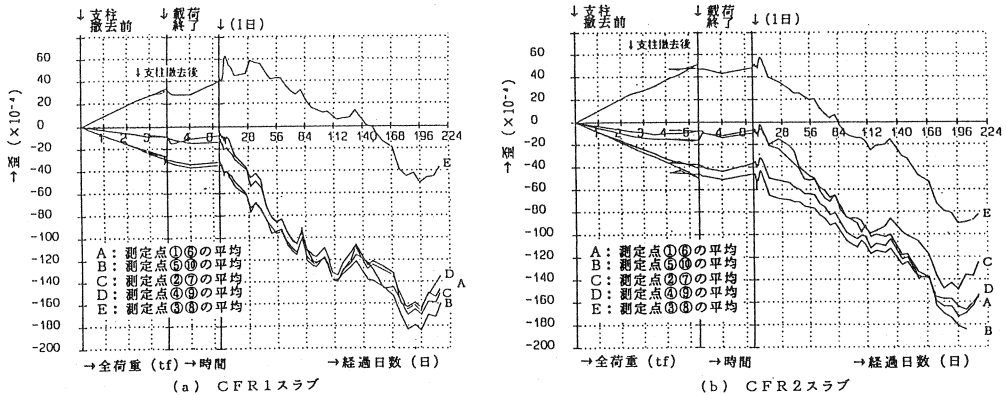


図9 PC鋼線の経時歪(荷重時支柱撤去前基準)

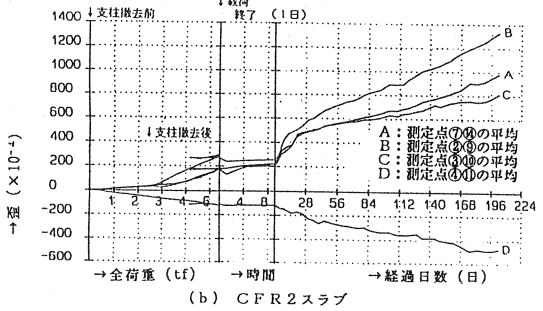
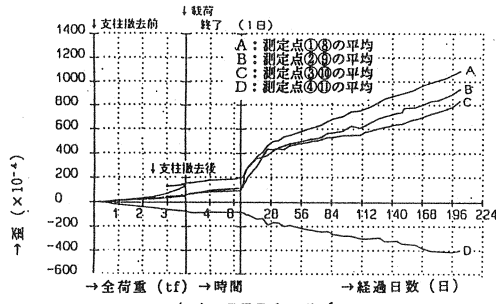


図10 鉄筋の経時歪(載荷時支柱撤去前基準)

3.5 鉄筋歪の経時変化

現場打ちコンクリート部鉄筋歪の経時変化を図10(a)と(b)に示す。CFR1とCFR2は載荷レベルが異なるが、鉄筋歪の経時変化でみる限り、載荷時を除いて、両スラブの大きな相違は見あたらない。このように経時日数を経るに従い、CFR1とCFR2の鉄筋歪に差がなくなってくるのはPC鋼線の応力負担が非常に大きく、経時的にも主にPC鋼線が応力を負担しているためと思われる。

3.6 たわみ

変形の測定は、支柱撤去、インゴット載荷の順に行った。支柱撤去後のたわみは、CFR1で1.01mm、CFR2で1.00mmである。CFR1は載荷終了段階で1.85mmであり、CFR2は3.05mmとなった。また、経時日数224日までのスラブ中央のたわみは、CFR1で7.83mm、CFR2で8.65mmである。図11にスラブ中央の経時たわみを示す。経時日数224日での長期付加たわみ(経時たわみ-瞬時たわみ)は、CFR1で5.98mm、CFR2で5.60mmである。長期付加たわみを瞬時たわみで除したものを長期付加たわみ倍率 Φ とすると、経時日数224日での Φ はCFR1で $\Phi=3.23$ 、CFR2で $\Phi=1.84$ となる。CFR2の付加たわみ倍率がCFR1に対して低いのは、一度最大載荷を行いその後載荷荷重を低減したためと考えられる。

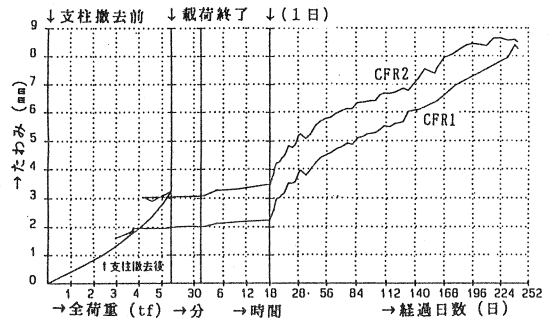


図11 スラブ下面中央の経時たわみ

長期付加たわみ倍率 Φ を $\Phi = t / (A \cdot t + B)$ で推定すると次の回帰式を得る。

$$\text{CFR1: } \Phi = \frac{t}{0.223t + 23.59} \quad \text{CFR2: } \Phi = \frac{t}{0.414 + 34.94}$$

これにより、終局時のたわみを推定すると、CFR1に対して10.15mm、CFR2に対して10.42mmとなり、これをスパン長Lで示すと、各々L/552、L/537となる。

4. おわりに

逆T字型埋設型枠を使用した合成スラブについて、経過日数約220日までの長期曲げ性状について次の結果を得た。

- (1) 終局時の長期たわみは、CFR1でスパン長のL/550、CFR2でL/540と推定される。
- (2) 載荷時に、ひびわれを発生させたもの(CFR2)とさせないもの(CFR1)を比べると、経過日数を経るに従って、鉄筋の歪やたわみ性状において定性的にも定量的にも顕著な違いが現れなかった。

(謝辞) 本論文をまとめるに当たって、熊本工業大学建築学科岩原研究室の学生田代一徳、田村喜八郎、高橋勝美、高橋恵司、諸君に深謝いたします。