

(79) 逆T型PC合成スラブの長期曲げ性状に関する実験的研究

(経過日数1年半までの結果)

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

1. はじめに

建築の床スラブにおいて、施工の合理化・工期の短縮を目的に、合成スラブ工法が種々採用されている。天井の直仕上げができ、かつ全厚を薄く抑えるためには、プレストレスを導入した逆T型プレキャスト板を用いたPC合成スラブ工法を提案することができる。筆者らは、このプレキャスト板にジベル筋などを配置せず、表面の粗面仕上げのみで現場打ちコンクリートと一体化させる工法を開発した。

本研究は、この逆T型PC合成スラブの長期曲げ性状を実験的に明らかにすることを目的に行われており、前報¹⁾にて約8ヶ月までの結果を報告した。その後、実験を継続し約1年半の実験結果が得られたので、その概要を報告する。

2. 実験概要

2.1 試験体

試験体は、幅1m、スパン5.6mで、両端固定を想定し、端部にスタブおよび0.5mの鉄筋コンクリートスラブを有する。図1に試験体形状図を示す。

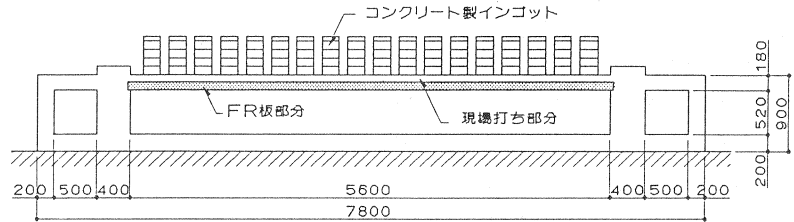


図1 試験体形状図(単位:mm)

逆T型プレキャスト板(以後FR板とよぶ)は、1mの幅に2本のリブを有し、このリブ部にPC鋼より線φ12.4mmを2本配置しプレストレスを導入している。図2に試験体のスラブ部分断面図を示す。試験体は、FR板を両端のスタブ型枠に架けわたし、さらに中央部を支柱でサポートして、スタブ部分とスラブ部分を同時に打設して製作した。試験体の数は2体で、断面寸法および配筋などは同一である。

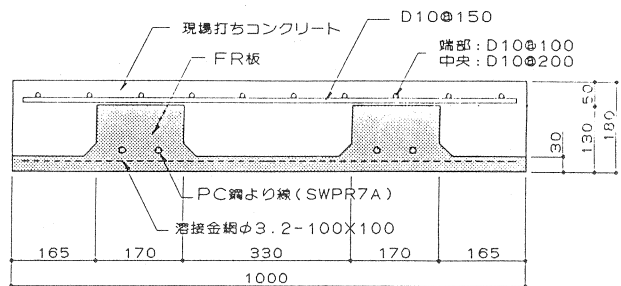


図2 断面詳細図(単位:mm)

表1、表2にコンクリートおよび鋼材の性質を示す。

2.2 荷重方法

荷重前に中央のサポートを撤去して、1体には、住宅用設計荷重として240kgf/m²を、もう1体には、事務所用設計荷重として432kgf/m²を持続荷重した。前者をCFR1とよび、後者をCFR2とよぶ。なお、CFR2は、持続荷重前に一度最大荷重530kgf/m²を荷重して強制的に端部にひびわれを発生させた。

荷重荷重はコンクリート製インゴットを

表1 コンクリートの性質

| | | 圧縮強度 | ヤング係数 | 割裂強度 | 最大歪 |
|------|-------------|---------------------|----------------------|------|-------|
| | | kgf/cm ² | kgf/cm ² | | % |
| FR板 | 気中養生(材令53日) | 475 | 3.42×10 ⁵ | 42.3 | 0.200 |
| | 水中養生(材令57日) | 500 | 3.66×10 ⁵ | 44.5 | 0.152 |
| 現場打ち | 気中養生(材令28日) | 200 | 2.46×10 ⁵ | 20.3 | 0.236 |
| | 水中養生(材令28日) | 187 | 2.42×10 ⁵ | 18.4 | 0.188 |

(注) FR板…FR板用コンクリート 現場打ち…現場打ちコンクリート

用い、18点集中载荷とした。

3. 実験結果および考察

3.1 乾燥収縮歪

図3に、FR板用コンクリートと現場打ちコンクリートの乾燥収縮歪の経時変化を示す。歪測定は、 $\phi 10\text{cm} \times 20\text{cm}$ の円柱テストピースに埋め込んだ埋込み型歪ゲージにより行った。測定開始は、FR板用コンクリートは材令が7日から、現場打ちコンクリートは材令18日から行っている。

3.2 クリーブ係数

FR板用コンクリートと現場打ちコンクリートのクリーブ係数の経時変化を図4に示す。クリーブ係数の測定は、円柱テストピースの埋込み型歪ゲージ(現場打ちコンクリート)、および側面歪ゲージ(FR板コンクリート)により行った。

クリーブ係数は、現場打ちコンクリートが約5.0、FR板コンクリートが約1.0に収束するものと思われる。

3.3 PC鋼線歪の経時変化

図5、図6にCFR1およびCFR2の中間支柱撤去前を基準としたPC鋼線歪の経時変化を示す。グラフの横軸は、第1段階を支柱荷重を含む全载荷荷重で表示し、第2段階を载荷日数1日までの時間で示し、第3段階を、1日以降の経過日数で表している。鉄筋歪およびたわみの経時変化も同様の表示方法としている。

A, B点はFR板端部から35cm、C, D点は同じく110cm、E点はスラブ中央部の歪変化を示す。载荷によって生じる歪は、両試験体とも直線的に変化しており弾性的挙動を示していることが分かる。

表2 鋼材の性質

| 種別 | PC鋼7本より線(注) | 異形鉄筋 |
|-----------------------------|------------------------------|--------------------|
| 品質 | SWPR-7A $\phi 12.4\text{mm}$ | D10(SD295A) |
| 公称断面積 (cm^2) | 0.929 | 0.71 |
| 降伏点応力 (kgf/cm^2) | 17707 | 3320 |
| 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 |
| 伸び率 (%) | 7.3 | 15.23 |

(注) 降伏点応力、最大強度及び伸び率はミルシートによる

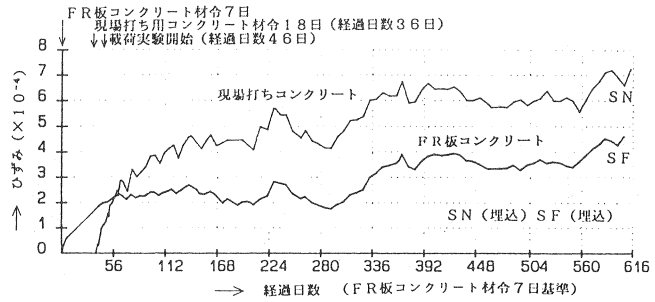


図3 コンクリートの乾燥収縮歪

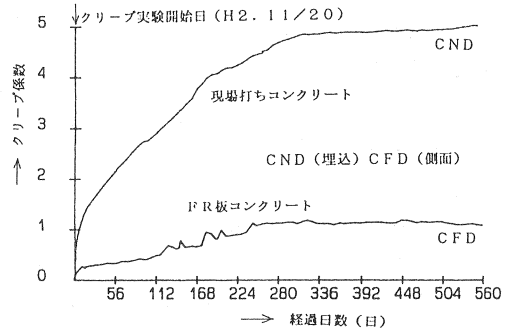


図4 コンクリートのクリーブ係数

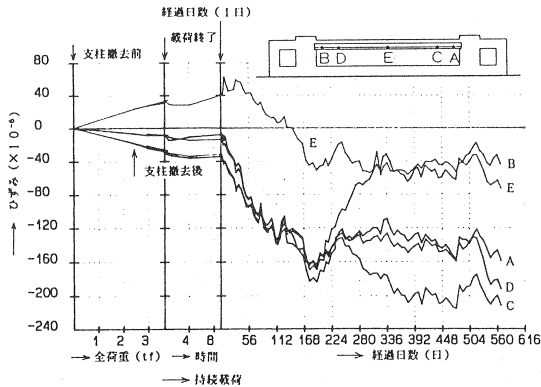


図5 PC鋼線の経時歪 (CFR1)

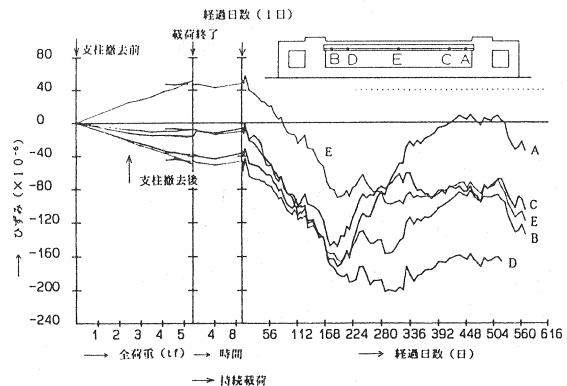


図6 PC鋼線の経時歪 (CFR2)

その後、中央部の歪も圧縮側に変化していることから、200日程度まで荷重による歪変化より乾燥収縮による影響の方が大きいものと思われる。200日以降はやや変化しているが、中央部C、D、E点のプレストレス導入後(FR板材令28日時)の歪は約 $4600 \sim 5000 \times 10^{-6}$ であることから、相対的な歪変化は小さいといえる。

3.4 鉄筋歪の経時変化

現場打ちコンクリート部の鉄筋の経時歪をCFR1、CFR2について各々図7、図8に示す。D点はスラブ中央部の歪を示し、A、B、C点は端部近傍の鉄筋歪を表している。載荷時を除いて、両試験体の歪変化は同様な傾向を示し、載荷荷重の違いによる大きな相異は見あたらない。端部鉄筋は経過日数約300日で塑性域に入ったものと思われるが、たわみの急激な変化はないことから、スラブ中央部のPC鋼線の応力負担が支配的になっているものと考えられる。

3.5 ひびわれ状況

図9、図10に両試験体のひびわれ状況を示す。CFR1は、載荷時にはひびわれを生じなかったが、経過日数9日でスラブ両端部にひびわれが発生しているのを発見した。一方、CFR2は載荷時に超過荷重を一時的に載荷し強制的にひびわれを生じさせたが、経過日数を経るに従い、このひびわれが進展するのみで新たなひびわれは発生していない。

その後、経過日数79日頃から、両試験体とも同様なひびわれ状況となり、FR板フランジ上縁までひびわれが進展している。また、このひびわれはスラブ上面では幅方向に貫通している。経過日数678日での最大ひびわれ幅は、CFR1で $0.2 \sim 0.25\text{mm}$ 、CFR2で 0.3mm である。

一方、ジベル筋を配置せず合成されたFR板と現場打ちコンクリートの打ち継ぎ面には、ずれや剝離などの徴候は、全く生じていない。

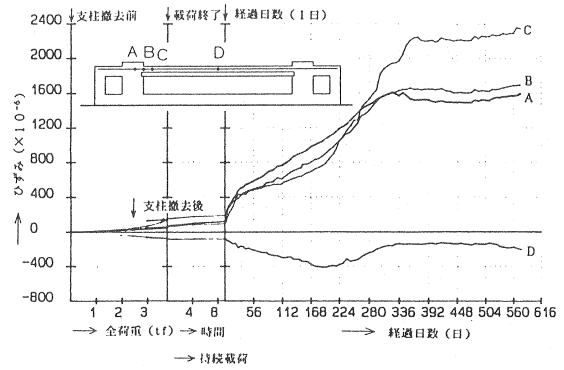


図7 鉄筋の経時歪 (CFR1)

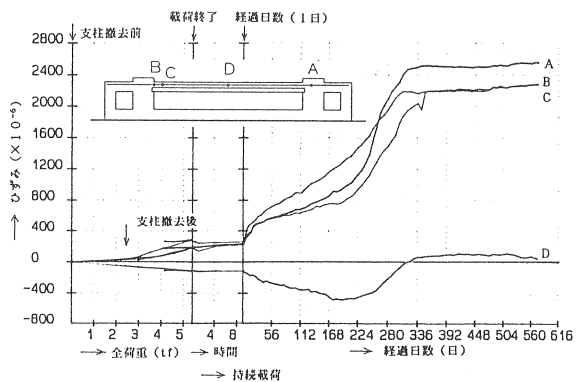


図8 鉄筋の経時歪 (CFR2)

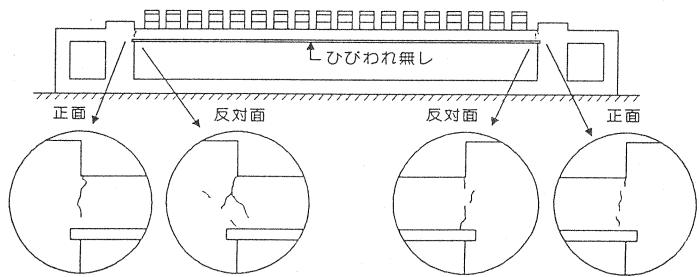


図9 ひびわれ状況 (CFR1)

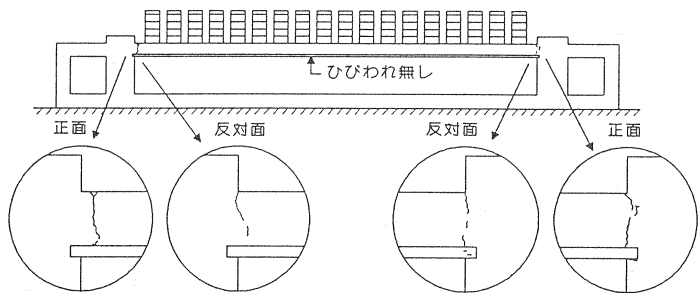


図10 ひびわれ状況 (CFR2)

3.6 たわみの経時変化

スラブ中央の経時たわみを、図11に示す。変形の測定は、中間支柱撤去前を基準に測定しており、支柱撤去によるたわみは、CFR1で1.01mm、CFR2で1.00mmであった。載荷終了段階でのたわみ(瞬時たわみ)は、CFR1で1.85mmでありCFR2で3.05mmとなった。経過

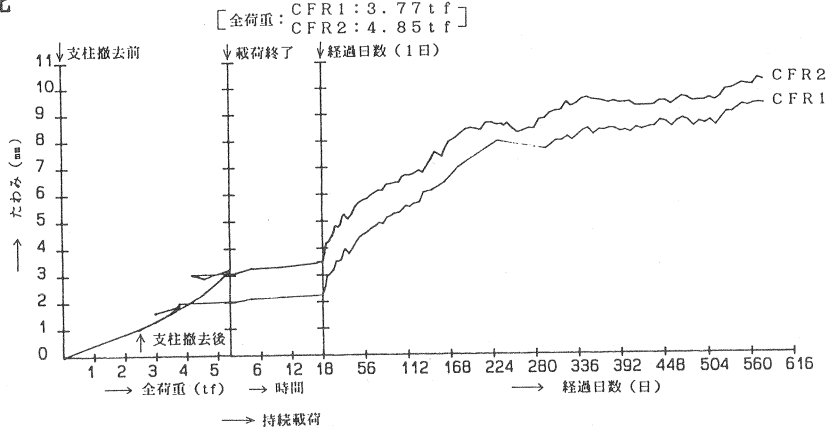


図11 スラブ中央の経時たわみ

日数578日時の全た

わみ量は、CFR1で9.33mm、CFR2で10.25mm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、経過日数578日時の Φ は $\Phi_{(CFR1)}=4.04$ 、 $\Phi_{(CFR2)}=2.36$ となる。CFR2の方がCFR1に比べて低いのは、CFR2は初期に超過荷重を載荷した後、荷重を低減した影響も大きいものと思われる。

長期付加たわみ倍率 ϕ を双曲線関数で推定すると、次の式を得る。

$$\text{CFR1: } \phi = \frac{t}{0.223t + 23.59} \qquad \text{CFR2: } \phi = \frac{t}{0.414t + 34.94} \qquad t = \text{経過日数}$$

これより、終局時の長期たわみはCFR1に対して10.15mm、CFR2に対して10.42mmとなる。

3.7 長期たわみ倍率

載荷時の荷重～たわみ関係から推定した固定度に基づいて、中間支柱の影響を無視し、FR板自重・現場打ちコンクリート自重・載荷荷重が、合成断面に同時に作用するものとして、弾性たわみを求めるとCFR1で2.31mm、CFR2で2.97mmとなる。3.6で推定した終局たわみをこの弾性たわみで除したものを長期たわみ倍率とすると、CFR1で4.4、CFR2で3.5となる。

4. おわりに

経過日数約1年半をすぎた逆T型PC合成スラブの長期曲げ実験の結果から以下のことがいえる。

- 1) 載荷荷重を実験要因としたが、 $W=240\text{kgf/m}^2$ (CFR1)と $W=432\text{kgf/m}^2$ (CFR2)の両試験体を比べると、経過日数を経るに従い、PC鋼線歪、鉄筋歪、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。
- 2) 終局時の長期たわみ推定値は、試験体固定度を評価した弾性たわみの4.4倍(CFR1)、3.5倍(CFR2)となり、これはスパン長の $L/552$ (CFR1)、 $L/537$ (CFR2)となる。
- 3) FR板と現場打ちコンクリートとの一体性は、打ち継ぎ面の粗面仕上げが有効に働いていることが確認された。

(参考文献)

- 1) 山下, 岩原, 小森:「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」プレストレストコンクリート技術協会第2回シンポジウム論文集1991年

(謝辞)本報告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鈴木巧、永本寛両君に深謝いたします。