

高強度鉄筋を用いてプレストレスを導入したプレキャスト合成スラブの開発
その 9. 長期載荷実験 載荷開始 2,310 日結果報告

正会員 ○坂上教夫* 同 中澤元宏* 同 西野嘉一*
同 増田安彦** 同 丹羽博則** 同 向山敦***

高強度鉄筋 プレテンション プレキャスト
PC 合成スラブ 長期たわみ プレストレス有効率

1.はじめに

筆者らは薄肉プレキャスト板に高強度鉄筋を緊張材としてプレストレスを導入したプレキャスト合成スラブの開発に取り組んできた。前報¹⁾では長期載荷実験において載荷開始から 1080 日時点での結果を報告した。実験は 2024 年 7 月（載荷開始より 2,310 日）に計測を終了しており、本報では最終の計測結果について報告を行う。

2.試験概要

図 1 に試験体図を示す。本実験用のプレキャスト（以下、PCa）板製造時は設備に制限があり内法スパンは 6,000mm とした。工法としては大スパンにも適用することを目的としており、仕上・積載荷重として 2.8kN/m²、スパンを 9,000mm とした際に発生するスラブ端部及び中央部の曲げモーメントと同等となるよう本実験の載荷荷重を 14.1 kN/m² とした。載荷は PCa 板の材齢 106 日目より開始した。また、模擬試験体を用いてプレストレス有効率（以下、有効率）及びコンクリートの乾燥収縮量を計測した。試験体諸元、材料試験結果、試験状況等については既報を参照のこと。

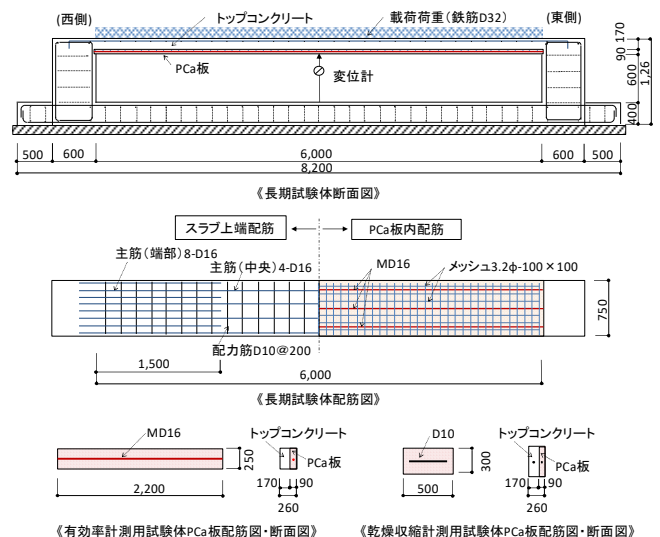


図1. 試験体図

3.実験結果、考察

図 2 にスラブ中央変位量と、弾性たわみ計算値 1.86mm に対するたわみ増大率の推移を示す。載荷は 2018 年 4 月 4 日に開始した。図には載荷開始から 1～6 年後となる同日付の位置を破線で示している（図 3～4 も同様）。表 1 に各年の 4 月 4 日時点の変位量、前年からの増加量、最終年の変位量に占める割合を示す。1 年後までで約 8 割、そこから 2 年後までが 1 割と載荷開始より 2 年間で生じる変位量が多くの割合を占めることが確認出来た。

表1. 変位量の推移

	1年後	2年後	3年後	4年後	5年後	6年後
変位量 (mm)	7.63	8.57	8.94	9.00	9.42	9.58
前年からの増加量(mm)	7.63	0.94	0.37	0.06	0.42	0.16
6年目の変位量に対する割合	79.6%	9.8%	3.9%	0.6%	4.4%	1.7%

本工法は設計指針を設けており、指針ではたわみ増大率を 8 倍として最大変位量を評価するとしている。また、JASS5²⁾を参考に、使用するコンクリートは乾燥収縮率 S_n が 800 μ 以下であることを確認すると規定している。本試験条件をもとに RC 規準³⁾に示されるたわみ増大率の予測式を用いて $S_n=500\mu$ 、 $S_n=800\mu$ とした際の検討を行った。結果を表 2 に示す。最終計測時点でのたわみ増大率実測値 5.19 倍に対して、予測値は 500 μ : 6.43 倍、800 μ : 7.86 倍となった。予測値は実測値に対し安全側に評価されることを確認した。また、規定した乾燥収縮率 S_n のコンクリートを採用することで設計指針にある増大率の範囲内となることが確認出来た。

表2. たわみ増大率予測結果

Φ	S_n	$K_{cr}+K_{cp}$	K_{sh}	K_s	合計
2.5	500 μ	4.12	1.26	1.05	6.43
2.5	800 μ	4.12	2.02	1.72	7.86

Φ : クリープ係数 S_n : 乾燥収縮ひずみ
 K_{cr} : ひび割れによるたわみ倍率 K_{cp} : クリープによるたわみ倍率
 K_{sh} : 乾燥収縮によるたわみ倍率 K_s : 端部筋の抜け出しによるたわみ倍率

図3は両側端部の主要なひび割れに設置した π ゲージによりひび割れ幅を計測した値と試験体内部温度の推移を示したものである。両側共に冬から夏にかけて拡大する傾向にあり、変位量が増加する期間との相関が見られた。図4は模擬試験体により乾燥収縮量を計測した値である。2年後までは徐々に収縮ひずみが増加する傾向にあるが、それ以降は季節変動により 100μ 程度の幅で増減しているものの平均値は安定している。

図5に緊張材のひずみ推移を示す。こちらにおいても2年後までは緊張材ひずみが低減する傾向にあるが、それ以降は安定した値を示している。長期荷重試験体の有効率は $2,329/3,146=0.74$ 、有効率計測用試験体は $2,093/3,146=0.66$ であった。設計指針では有効率を0.6としている。表3に坂らの参考文献⁴⁾を基に本試験体における有効率の算定を行った結果を示す。結果、 $S_n=500\mu$ で算定した計算値は計測値と相関が確認でき、 $S_n=800\mu$ とした際も指針に規定した程度の有効率となることが確認出来た。

表3. プレストレス有効率算定結果

S_n	初プレストレス力 (kN)	有効プレストレス力 (kN)	プレストレス有効 率
500μ	498.9	344.3	0.69
800μ	498.9	294.1	0.59

乾燥収縮の増加及び有効率の低減は荷重開始から2年間程進展することが確認出来た。そのため変位量の増加もこの時期に集中していると想定される。3年目以降も季節変動により乾燥収縮が 100μ 程度の幅で増減している。これがひび割れや端部筋の抜け出しに影響し変位量が微増したと推察される。本試験体は屋外に設置しており、簡易な雨囲いは行っているものの外部環境の影響を大きく受ける状況であった。屋内での使用、仕上材を設置した場合は本試験結果よりも安定した変位量の推移になると予想される。また、端部(トップコンクリート)にひび割れは発生したが、下端(PCa板底面)に発生はない。プレストレスの効果によりひび割れを抑制出来たことがRC規準の予測式で求めた増大率を下回る要因になったと考える。

4.まとめ

- (1) 荷重開始より2年の期間に乾燥収縮やクリープ等により変位量の増加が集中した。
- (2) 試験体の乾燥収縮率は約 500μ であり、荷重後6年を経てもたわみ増大率は5.2倍程度に制御出来た。RC規準の予測式を用いると安全側に評価出来る。
- (3) プレストレスの効果による長期たわみの抑制効果を確認した。

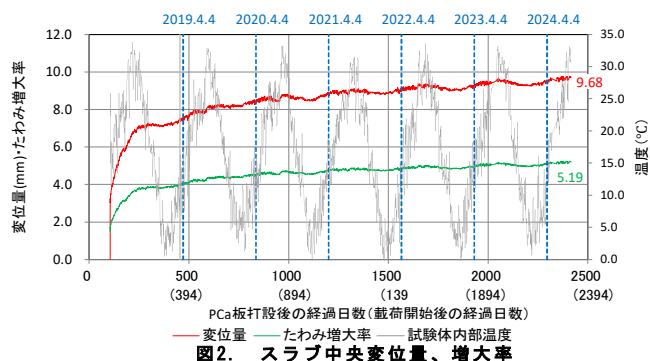


図2. スラブ中央変位量、増大率

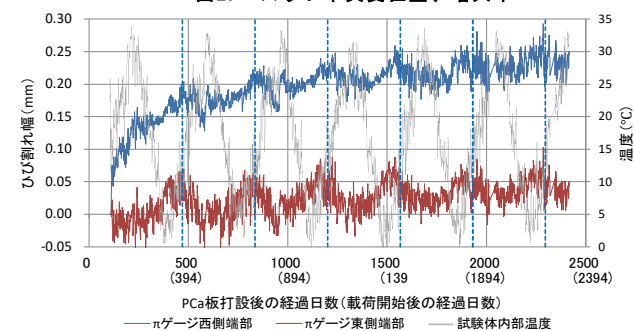


図3. 端部上端ひび割れ幅

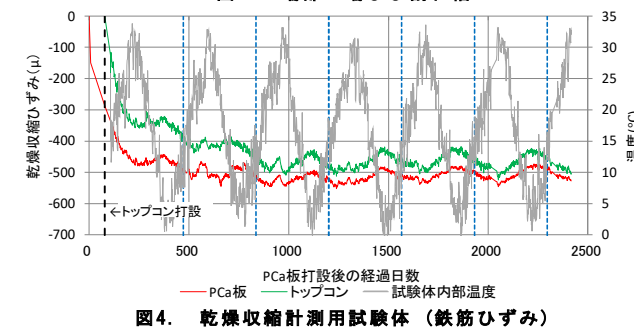


図4. 乾燥収縮計測用試験体 (鉄筋ひずみ)

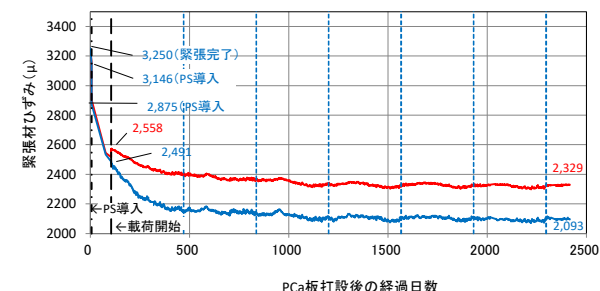


図5. 有効率計測用試験体 (緊張材ひずみ)

【参考文献】

- 1) 坂上他：高強度鉄筋を用いてプレストレスを導入したプレキャスト合成スラブの開発 (その 8)，日本建築学会大会学術講演梗概集 (東海)，pp.703-704，2021.9
- 2) 日本建築学会：建築工事標準仕様書・同解説 JASS5 鉄筋コンクリート工事，pp.409-414，2022
- 3) 日本建築学会：鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説，pp.522-538，2024
- 4) 坂静雄，岡田清，六車照：プレストレスコンクリート，pp.43-421，1960

*フジモリ産業

**大林組 技術研究所

***向山工場

*FUJIMORI SANGYO CO.,LTD.

**Technology Research Institute, ODAYASHI CORPORATION

***MUKOYAMA STEEL WORKS CO.,LTD.