

プレキャスト部材の脱型時および出荷時の強度補正值と積算温度に関する考察(その1)

正会員 ○大野吉昭 1* 正会員 河村光昭 2*3*
 " 石川伸介 2*4* " 鹿毛忠継 5*
 " 木下ひかる 1*

プレキャスト部材 加熱養生 部材同一養生
 積算温度 構造体強度補正值

1. はじめに

建築工事標準仕様書・同解説 プレキャスト鉄筋コンクリート工事 JASS10¹⁾(以下、JASS10)が 2013 年に改定され、プレキャスト部材(以下、PC 部材)に用いるコンクリートの調合の方法が改定された。JASS10 やそれに基づいたプレキャスト鉄筋コンクリート部材製造技術指針²⁾では、調合管理強度を定めるための考え方を①設計基準強度 $F_c36\text{N/mm}^2$ 以下で PC 部材の厚さが小さい場合、② $F_c36\text{N/mm}^2$ 超または $F_c36\text{N/mm}^2$ 以下で PC 部材の厚さが大きい場合、③簡易断熱供試体による S 値を用い、PC 部材に加熱養生を行わない場合の 3 つに区分している。

設計基準強度 F_c が 36N/mm^2 を超える PC 部材の場合、部材の厚さに関わらず、温度補正值 T_A 、 T_B の修正係数 α 、 β を実験により求める必要がある。単位セメント量が多い場合や部材厚の大きい場合、部材内部の発熱が大きくなり、圧縮強度の伸びが小さくなる。このとき部材の圧縮強度と管理用供試体の圧縮強度で差が生じるため、調合設計時に温度補正值を用いて調合強度の補正がされている。しかし、製造方法や部材寸法によって補正值が異なってくるため、製造工場ごとに実験に基づいて補正值が定められている。

本研究では、PC 部材製造工場で製造される板状の PC 部材について、標準期、冬期、夏期の圧縮強度および積算温度についての調査を行い、構造体強度補正值 S 、温度補正值 T_A 、 T_B の修正係数 α 、 β を検討することとした。その 1 では、板状 PC 部材の構造体強度補正值 S について検討を行った。

2. 集計方法

実験の集計対象とした工場は、(一社)プレハブ建築協会の認定工場のうち 32 工場であり、実験時期は夏期・冬期・標準期に実施したものである。試験体は、厚さ(H)が 200~450mm の板状の PC 部材、および圧縮強度管理用の $\phi 100 \times 200\text{mm}$ の円柱供試体であり、コア供試体は PC 部材から図 1 に示す位置で所定の材齢で採取した。円柱供試体($\phi 100 \times 200\text{mm}$)は、脱型時(16~24hr)、7、28、91 日の圧縮強度を測定した。また、PC 部材および円柱供試体には T 型の熱電対を埋込み、材齢 7 日まで温度測定を行った。

表 1 集計対象の条件

項目	詳細
工場数	32 工場
セメント	普通ポルトランドセメント(OPC)
試験材齢	16~24hr(脱型時)、7 日(出荷時)、28 日、91 日
圧縮強度	25~90N/mm ² (標準養生、材齢 28 日)
養生条件	PC 部材: 加熱養生あり 円柱供試体: 部材同一養生、標準養生

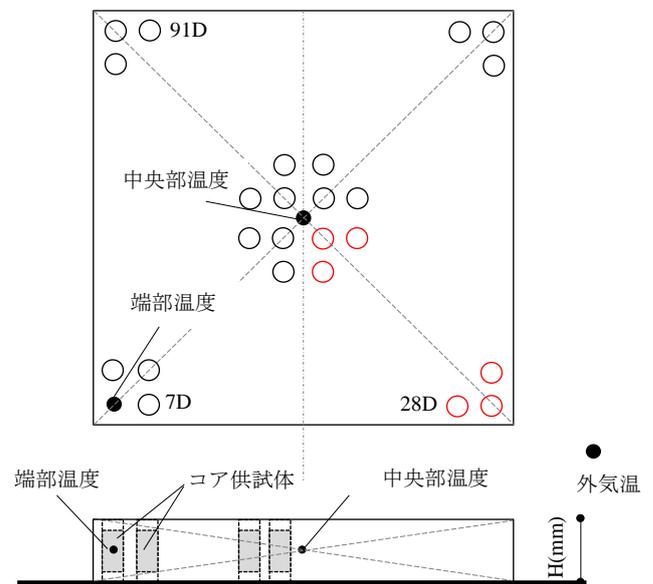


図 1 主なコア供試体の採取位置と温度測定位置

集計対象とした PC 部材の製造条件は、セメントは普通ポルトランドセメントを用いたもの、PC 部材は加熱養生を行ったものである。なお、加熱養生は工場の製造条件によるため、工場ごとに異なっている。製造時に設定された加熱養生曲線から求めた 24 時間の積算温度は、 $550 \sim 800^\circ\text{C} \cdot \text{hr}$ の範囲であった。

集計による構造体強度補正值 S は、標準養生した供試体の圧縮強度とコア供試体の圧縮強度の関係から回帰直線を求め、その傾きとした。実験結果による構造体強度補正值 S は、標準養生供試体とコア供試体の圧縮強度の差から求めた。標準養生供試体が材齢 28 日、コア供試体が材齢 28 日および材齢 91 日の結果を用いた。

3. PC 部材コンクリートの圧縮強度と構造体強度補正値

図 2 にコア供試体と材齢 28 日の標準養生供試体の圧縮強度 σ_B の関係を示す。 σ_B を基準とした場合、コア供試体の圧縮強度は、材齢 28 日で約 87%、材齢 91 日で約 96% であった。これより σ_B に対し、材齢 28 日では $0.15\sigma_B$ 、材齢 91 日では $0.05\sigma_B$ を構造体強度補正値とした。

図 3 に構造体強度補正値 ${}_{28}S_{28}$ と σ_B の関係を示す。 ${}_{28}S_{28}$ の平均値は、夏期が 6.3N/mm^2 、冬期が 7.1N/mm^2 、標準期が 5.2N/mm^2 であった。標準養生供試体の圧縮強度 σ_B が 45N/mm^2 以下の範囲においては、 ${}_{28}S_{28}$ は、 $0.15\sigma_B$ 以下であった。一方、 45N/mm^2 以上は ${}_{28}S_{28}$ のばらつきが大きく $0.15\sigma_B$ より大きくなることがあった。また、 σ_B によらず ${}_{28}S_{28}$ の最大値は、製造時期によらず約 13N/mm^2 で概ね横ばいとなった。

図 4 に構造体強度補正値 ${}_{28}S_{91}$ と σ_B の関係を示す。 ${}_{28}S_{91}$ の平均値は、夏期が 1.9N/mm^2 、冬期が -0.1N/mm^2 、標準期が 0.5N/mm^2 であった。標準養生供試体の圧縮強度 σ_B が 45N/mm^2 以下の範囲においては、 ${}_{28}S_{91}$ は、 $0.05\sigma_B$ 以下であり、 45N/mm^2 以上の ${}_{28}S_{91}$ の最大値は製造時期に関わらず約 9.0N/mm^2 で横ばいとなった。

標準養生供試体の圧縮強度 σ_B が大きくなるほど構造体強度補正値 ${}_{28}S_{28}$ と ${}_{28}S_{91}$ は全体的には若干大きくなる傾向にあった。本調査の PC 部材は、脱型時まで加熱養生された板状のものであるが、 σ_B が 45N/mm^2 以下では、厚さに関わらず S 値が小さい。圧縮強度の小さい部材は、セメント量が少なく、内部の発熱が小さくなり PC 部材と円柱供試体の圧縮強度発現に差が生じないため、 S 値が小さくなる。一方で、加熱養生を行う場合、外部から供給される熱が圧縮強度に影響することも考えられるが、本調査では、その影響は認められなかった。

4. まとめ

- (1) 圧縮強度が 45N/mm^2 以下の板状部材の構造体強度補正値は、 ${}_{28}S_{28}=0.15\sigma_B$ 、 ${}_{28}S_{91}=0.05\sigma_B$ であった。
- (2) 圧縮強度が 45N/mm^2 を超える板状部材の構造体強度補正値 ${}_{28}S_{28}$ は 13N/mm^2 、 ${}_{28}S_{91}$ は 9.0N/mm^2 であった。
- (3) 45N/mm^2 以下の板状部材においては加熱養生が圧縮強度に及ぼす影響はなかった。

(参考文献)

- 1) 日本建築学会：建築工事標準仕様書・同解説 プレキャスト鉄筋コンクリート工事 JASS10(2013)
- 2) (一社)プレハブ建築協会：プレキャスト鉄筋コンクリート部材製造技術指針(2016)

【謝辞】本報告をまとめるに際して、実験データのご提供を頂いた、(一社)プレハブ建築協会、関連工場の方々に深謝いたします。

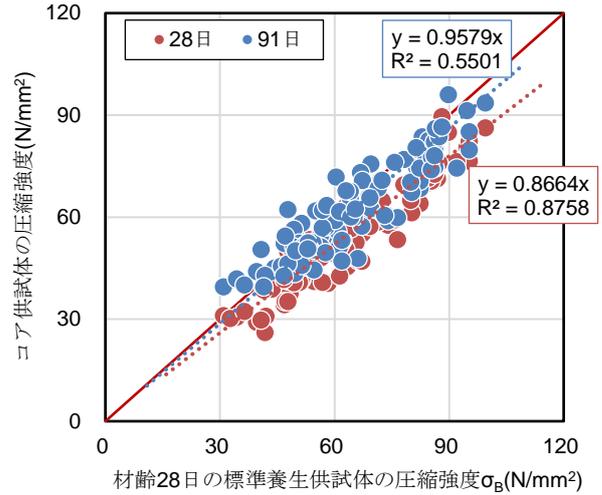


図 2 コア供試体と標準養生供試体の圧縮強度の関係

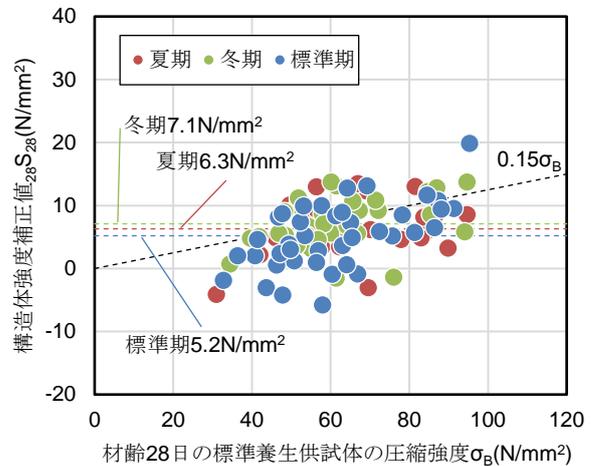


図 3 構造体強度補正値 ${}_{28}S_{28}$ と σ_B の関係

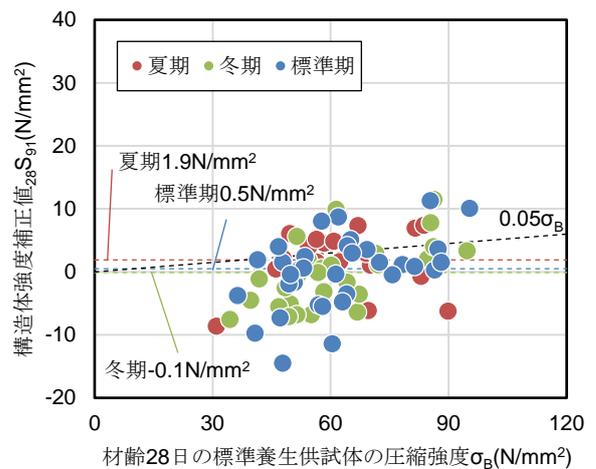


図 4 構造体強度補正値 ${}_{28}S_{91}$ と σ_B の関係

*1 ベターリビング

*1 Center for Better Living

*2 プレハブ建築協会

*2 Japan Prefabricated Construction Suppliers and Manufacturers Association

*3 エスシー・プレコン *4 安藤ハザマ

*3 SC-precon *4 HAZAMA ANDO CORPORATION

*5 建築研究所

*5 Building Research Institute