

蒸気養生したプレキャストコンクリート製品の水分浸透速度

(公社) 全国土木コンクリートブロック協会 正会員 ○松岡 智

1. はじめに

プレキャストコンクリート製品は、一般に蒸気養生を行っており養生方法が現場打ちコンクリートと異なるため、コンクリート標準示方書〔設計編〕(以下、コン示)の水分浸透速度係数の予測式¹⁾の適用範囲外である。本研究では全国のコンクリート製品会社からプレキャストコンクリート製品と同一養生を行った実機製作による68配合612本の供試体を提供して頂き、土木学会規準JSCE-G582²⁾に準拠し水分浸透速度係数を測定した。測定結果からプレキャストコンクリート製品の一般的な環境下における耐久性に関する耐用年数の検討を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

提供された供試体の使用材料および配合を表-1および表-2に示す。

2.2 養生方法

蒸気養生における設定最高温度は35~70°Cの範囲であり、蒸気養生後材齢1日で脱型し、出荷材齢7日(14日)まで製品と同様に、製品置き場にて気中保管した。

2.3 試験項目および方法

(1) 圧縮強度試験

圧縮強度試験は出荷材齢でJIS A 1108に準拠して実施した。

(2) 水分浸透速度係数試験

水分浸透速度係数試験はφ100×200mmの円柱供試体を用いてJSCE-G582に準拠して実施した。養生後に型枠底面側を切断し、温度40±2°Cかつ相対湿度30±5%の環境下で28日間乾燥させた。供試体の側面をシーリング後、切断面から10mmまで水道水で浸漬し浸漬開始から5, 24, 48時間後に各3体を割裂し、水分検知剤を噴霧して発色した部分の水分浸透深さを測定した。

浸漬期間5, 24, 48時間で得られた水分浸透深さと浸漬時間の平方根を直線近似した傾きを水分浸透速度係数として算出した。

3. 実験結果および考察

図-1, 図-2および図-3に、結合材水比と圧縮強度, 蒸気養生の設定最高温度と圧縮強度, および圧縮強度と水分浸透速度係数の各関係を示す。結合材水比の増大につれて圧縮強度も増大傾向にあるが、同じ結合材水比でも圧縮強度が2倍以上の場合がある。また、蒸気養生の設定最高温度は、60~65°Cが最も多く、最大70°C, 最小35°Cと幅広く設定されている。なお、設定最高温度が同じ場合では、結合材水比が大きい方が圧縮強度も大きい傾向にあった。

表-1 使用材料

材 料	種 類
セメント	普通ポルトランドセメント
	早強ポルトランドセメント
	高炉セメントB種
混 和 材	高炉スラグ微粉末 (4000・6000)
	フライアッシュ・石灰石微粉末・膨張材
混 和 剤	AE剤・AE減水剤・高性能AE減水剤
細 骨 材	陸砂・川砂・山砂・海砂・砕砂
粗 骨 材	砕石

表-2 配合の範囲

項 目	単 位	範 囲
設計基準強度	N/mm ²	18~50
水結合材比	%	26~54
空気量	%	1.0~5.0

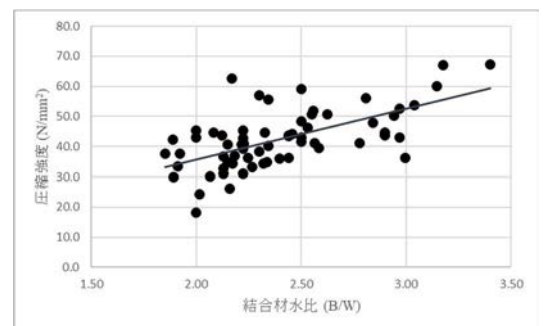


図-1 結合材水比と圧縮強度の関係

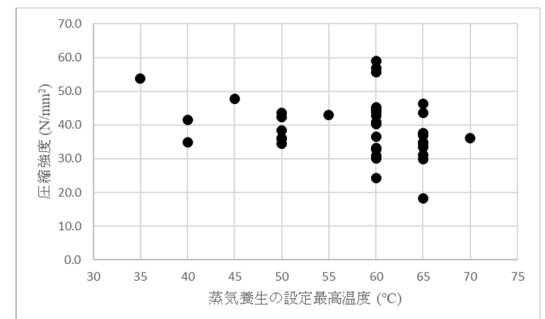


図-2 蒸気養生の設定最高温度と圧縮強度

キーワード プレキャストコンクリート製品, 蒸気養生, 水分浸透速度係数, 耐久性

連絡先 〒700-0975 岡山市北区今2丁目6-10 内田ビル 共和コンクリート工業株式会社内

TEL 086-250-8516

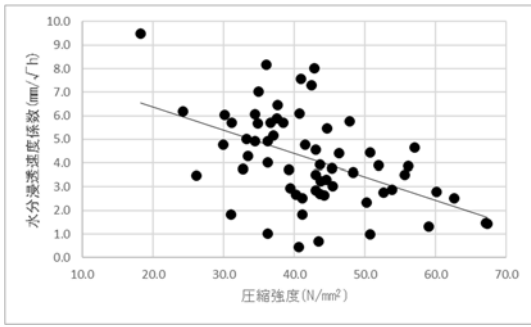


図-3 圧縮強度と水分浸透速度係数

圧縮強度と水分浸透速度係数の関係は、圧縮強度が大きくなるにつれて水分浸透速度係数は小さくなる傾向にある。

図-4に、コン示の予測式¹⁾から求めた水結合材比 W/B と水分浸透速度係数 q_p との関係に今回の測定結果をプロットした図を示す。蒸気養生を行っていない場合の水分浸透速度係数は、既往の研究報告³⁾から水結合材比や養生、乾燥度合いなどの関係から得られた表-3に示す係数 β 値によって予測可能である。

コンクリートの水分浸透速度係数の予測値 q_p (mm/h)

$$q_p = 5 \cdot (W/B)^2 \cdot \beta^2 \quad (0.40 \leq W/B \leq 0.60) \quad (1)$$

図-4より、水分浸透速度係数について予測式(1)と蒸気養生したコンクリート供試体の測定結果を比較すると、 $\beta=3.0$ 程度とすれば安全側に予測可能である。また、予測式(1)の適用範囲は、 $0.40 \leq W/B \leq 0.60$ であるが、図-4の点線(外挿)で示すように、適用範囲を $0.30 \leq W/B \leq 0.60$ まで拡大可能であると考えられる。

4. 鉄筋のかぶりと設計耐用年数の試算

蒸気養生したプレキャストコンクリート製品の一般的な環境下における耐久性(中性化と水の浸透に伴う鋼材腐食)について試算する。コン示の予測式(1)において比較的安全側の $\beta=3.0$ として、鉄筋のかぶりについて設計耐用年数を求めた。水結合材比 W/B ごとの設計耐用年数と鉄筋のかぶりの試算結果を示した図-5より、蒸気養生したプレキャストコンクリート製品は、 $W/B=0.35$ 以下では鉄筋のかぶり 25mm以上、あるいは $W/B=0.55$ 以下では鉄筋のかぶり 40mm以上あれば、設計耐用年数 100年以上とすることが可能である。

5. まとめ

本研究では、全国のコンクリート製品工場内にある蒸気養生設備により製品同一養生を行ったコンクリート供試体において、蒸気養生が水分浸透速度係数などに及ぼす影響について検討を行った。本研究範囲における知見を以下に示す。

- 1) 圧縮強度の増大につれて、水分浸透速度係数は減少傾向にある。
- 2) 養生および外部環境の影響を表す係数 β は、最大 3.0 程度である。
- 3) 必要設計耐用年数に応じた水結合材比と鉄筋のかぶりの関係を示すことが可能である。

謝辞 本研究を遂行するにあたり、公益社団法人全国土木コンクリートブロック協会会員社から製品同一の蒸気養生を施したコンクリート供試体を提供して頂きました。ここに付記し謝意を表します。

参考文献

- 1) 土木学会：2022年制定コンクリート標準示方書 [設計編：標準]，pp.158-163，2023.3
- 2) 土木学会：2018年制定コンクリート標準示方書 [規準編]，pp.448-452，2018.10
- 3) 土木学会：コンクリート中への水分浸透評価とその活用に関する研究小委員会成果報告書およびシンポジウム講演概要集，p.64，2022.11

表-3 養生および外部環境の影響を表す係数 β

養生条件と乾燥条件	β の値
打設後24時間で脱型して水中養生	1.0
封緘養生もしくは高湿度での養生	2.0
標準的な養生に相当 (気中養生と封緘養生の間)	2.5
打設後24時間で脱型して気中養生	3.0
数年に及ぶ乾燥や105℃乾燥などの強い乾燥を受けた場合	3.0

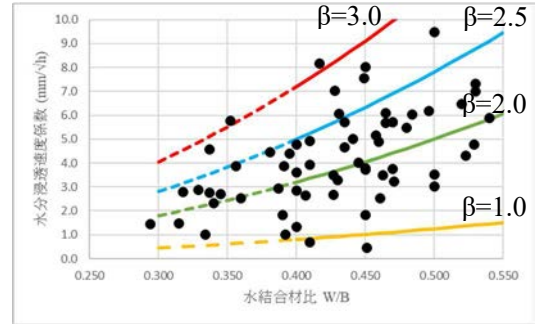


図-4 コン示予測式と測定結果

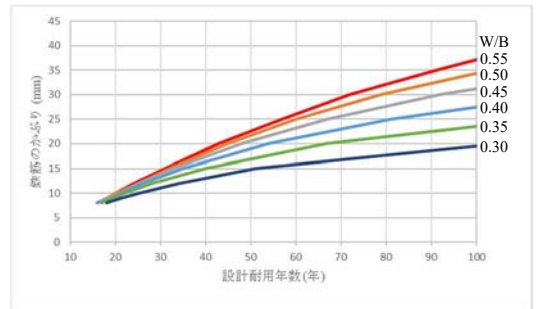


図-5 設計耐用年数と鉄筋のかぶり