

蒸気養生コンクリートの水分浸透特性に関する基礎的検討

長崎大学大学院 学生会員 ○鈴木 隆雅
 長崎大学大学院 正会員 佐々木 謙二
 長崎大学大学院 正会員 原田 哲夫

1. 研究背景・目的

我が国の建設業界では、労働者の高齢化、また少子高齢化に伴い、今後、労働者不足になると予測されていて、生産性の向上が期待できるプレキャストコンクリート製品（蒸気養生コンクリート）に注目が集まっている。プレキャストコンクリート製品は、早期脱型のために、初期高温履歴（蒸気養生）が与えられるが、その影響が明らかになっておらず、利用が拡大していないのが現状である¹⁾。

また、実構造物の鋼材腐食に着目した過去の調査研究によると、コンクリートの中性化が進んだとしても、鋼材腐食に必要な水と酸素の供給が乏しい場合には、鋼材腐食の進展が見られない、あるいは相当に進展が遅いことが報告されている²⁾。このことに関連して土木学会コンクリート標準示方書が改訂され、水分浸透に関する試験方法が制定された³⁾。しかしながら、蒸気養生コンクリートの水分浸透速度係数に関する検討はほとんどなく、蒸気養生条件が水分浸透速度係数に及ぼす影響は明らかでない。

そこで本研究では、蒸気養生コンクリートの水分浸透速度係数に及ぼす結合材種類と蒸気養生条件の影響について基礎的検討を行った。

2. 実験概要

2.1 試験体概要

実験に用いた結合材は、普通ポルトランドセメント[N]、Nと高炉スラグ微粉末6000の混合系(65%:35%)[NB]の2種類とした。細骨材には海砂を、粗骨材には碎石を用い、混和剤としては高性能減水剤を使用し、Non-AEコンクリートとした。

PCa製品を想定したNon-AEコンクリートでは水結合材比を40%、目標空気量2.0%とした。現場打コンクリートを想定したAEコンクリートでは水結合材比を55%とし、目標空気量4.5%とした。いずれにおいても単位水量は165kg/m³一定とし、目標スランプ8cm

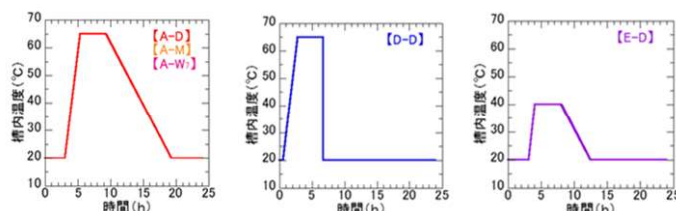


図-1 蒸気養生パターン



写真-1 浸漬状況

写真-2 水分浸透状況

となるよう適宜混和剤の添加量を調整した。

図-1に、蒸気養生パターンを示す。蒸気養生においては、前置時間、最高温度、降温速度を変化させ、打設から24時間後に脱型し、その後材齢7日まで気中養生を行った(A-D, D-D, E-D)。現場打ちコンクリートを想定したものは、打設から2日後に脱型し、その後材齢7日まで水中養生を行った(S7)。

2.2 水分浸透速度係数試験

養生終了後に、打込み時の底面側端面から25mm部分を切断、除去し、40℃の環境で28日間乾燥させた。その後、写真-1のように水に浸漬する面およびその対面以外の面を防水シールし、底面から高さ5mmの部分を水に浸漬した。浸漬開始から5時間後、24時間後および48時間後に、写真-2のように割裂面に発色剤を噴霧し、呈色した部分を水分浸透深さとして測定した。浸漬期間が5～48時間までに得られた水分浸透深さと浸漬時間の平方根を用いて近似直線を求め、この傾きを水分浸透速度係数として算出した³⁾。

3 結果および考察

図-2に水分浸透深さの測定結果を示す。いずれの浸漬時間においても、同一結合材種類で比較すると、蒸

キーワード 蒸気養生, 水分浸透速度係数, 高炉スラグ微粉末

連絡先 〒852-8521 長崎県長崎市文教町1-14 長崎大学大学院工学研究科 TEL 095-819-2592

気養生コンクリートの方が現場打ちコンクリートを想定したものよりも水分浸透深さが小さいことが分かる。また、同一養生条件で比較すると、高炉スラグ微粉末を用いたコンクリートの方が水分浸透深さが小さいことが分かる。

図-3 に水分浸透深さの近似直線により求めた水分浸透速度係数を示す。同一蒸気養生条件において N と NB を比較すると、いずれの蒸気養生条件でも NB の方が水分浸透速度係数は小さくなることが分かる。これは NB の方は、時間の経過とともに高炉スラグ微粉末の潜在水硬性による反応が進行し、組織が緻密化したためと考えられる。また、いずれの結合材においても水分浸透速度係数は、蒸気養生条件により異なることが確認された。【A-D】と【D-D】を比較すると、ほぼ同程度の結果であったが、最高温度のみ異なる【A-D】と【E-D】を比較すると、最高温度を低くした【E-D】の方が水分浸透速度係数が小さくなること分かる。これは、蒸気養生条件の最高温度を下げることで、相対的に密な空隙構造が形成されたためと考えられ、蒸気養生パターンの設定において必要以上に最高温度を高くすることは水分浸透の面からも望ましくないと言える。

現場打ちコンクリートを想定した N55【S7】と NB5535【S7】は、蒸気養生コンクリートと比べると水結合材比が大きく、水中養生期間も短かったために水分浸透速度係数が大きくなったと考えられる。

コンクリート標準示方書に定められたコンクリートの水分浸透速度係数の予測値 $Q_p(\text{mm}/\sqrt{\text{時間}(\text{hr})})$

$$Q_p = 31.25 \cdot (W/B)^2 \quad (0.40 < W/B < 0.60)$$

と、本研究で得られた実験結果を比較すると、水結合材比 0.40 のときの水分浸透速度係数の予測値は 5.0、水結合材比 0.55 のときの水分浸透速度係数の予測値は 9.5 となり、本研究の実験結果は総じて示方書の水分浸透速度係数の予測値よりも小さい結果となった。

図-4 に水分浸透速度係数と水分逸散量の関係を示す。水分逸散量は、養生終了後に飽水処理し、乾燥環境下に 91 日間暴露した間に逸散した水分量である。水分浸透速度係数が大きくなると水分逸散量も大きくなることを確認でき、水分浸透速度係数と水分逸散量には高い相関があることが分かる。

4. 結論

本研究において以下のことが明らかになった。

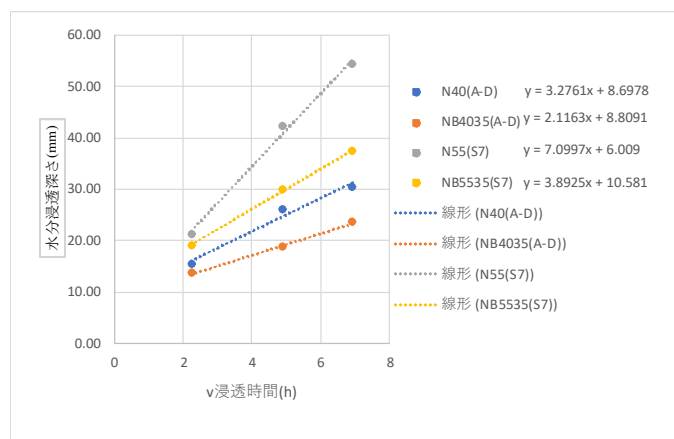


図-2 水分浸透深さ測定結果

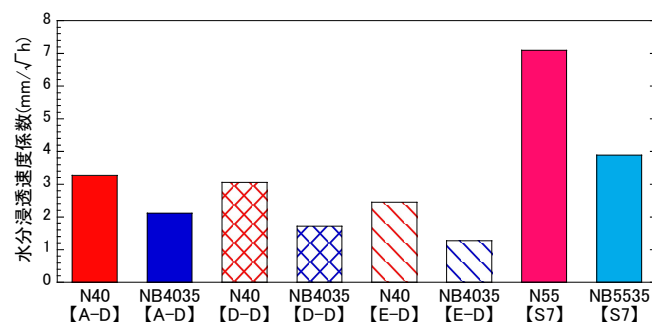


図-3 水分浸透速度係数

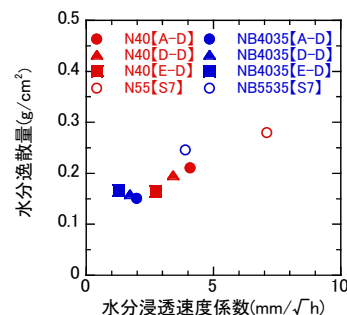


図-4 水分逸散量と水分浸透速度係数の関係

- 1) 水分浸透速度係数は、結合材種類と蒸気養生条件の両方の影響を受けることが確認された。
- 2) 水分浸透速度係数と水分逸散量の関係には、高い相関があることが確認された。

参考文献

- 1) 日本コンクリート工学協会：プレキャストコンクリート製品の設計と利用研究委員会報告書，2009.8
- 2) 上田洋，飯島亨，鈴木浩明：コンクリート構造物への水分浸透の影響を調べる，Railway Research Review, Vol.71, No.6, pp.20-23, 2014.
- 3) 土木学会：短期の水掛かりを受けるコンクリート中の水分浸透速度係数試験方法(案)(JSCE-G 582-2018), 2018