

温度履歴養生がコンクリートの水分浸透速度係数に及ぼす影響

東京都立大学 学生会員 ○堀住 永樹, 正会員 上野 敦
正会員 大野 健太郎, 正会員 鎌田 知久

1. はじめに

プレキャストコンクリート製品は、工場で蒸気養生を行うことにより生産性を向上させる場合が多い。しかし、蒸気養生を施したコンクリートに関する研究は、力学的特性を取り扱ったものが多く、耐久性に関するものは少ないのが現状である。本研究では蒸気養生を模擬した温度履歴養生コンクリートを対象に、セメント種類、W/C、養生条件を変化させ、鋼材腐食に繋がる水分浸透速度係数について検討を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

表-1 に使用材料、表-2 にコンクリートの配合を示す。セメントは、普通ポルトランドセメント(OPC)および普通エコセメント(ECO)の2種類とし、水セメント比は35%, 45%, 55%とした。水分浸透特性に対する粗骨材の遷移帯による影響を相対的に排除するため、単位粗骨材量を一定とした。

2.2 養生条件

図-1 および表-3 に温度履歴養生の条件を示す。温度履歴養生では、低温温度履歴養生(L)、高温温度履歴養生(H)、極端に脱型時の強度発現を促進させた温度履歴養生(D)の3水準とし、材齢1日で脱型後20°C、60%R.H.に保管した。また比較用に20°Cの水中養生(N)の水準を設けた。

2.3 試験項目

各配合で2.2の養生を行い、圧縮強度試験(JIS A 1108)、細孔径分布試験、水分浸透速度係数試験を行った。圧縮強度試験はφ100mm×200mmの円柱供試体を用いて材齢1、14日に行った。細孔径分布試験は材齢14日圧縮強度試験後の供試体の高さ方向の中央付近の側面部から採取し、破碎して2.5~5mmのものをアセトン浸漬後7日以上真空乾燥させ、水銀圧入法によって測定した。水分浸透速度係数試験はJSCE-G 582-2018に従って実施した。

3. 実験結果および考察

3.1 圧縮強度

圧縮強度試験の結果を、W/C=45%の場合を例に図-2 に示す。セメント種類に着目すると、いずれの養生条件においてもECOはOPCに対して90%程度の強度発現を示すことがわかる。また、LとHでは同程度の圧縮強度となった。Dについては、材齢1日での強度は高いが、材齢14日ではその他の温度履歴養生条件よりも圧縮強度が小さくなるのがわかる。

3.2 細孔構造

図-3 に細孔径分布試験の結果を、OPCの場合を例に示す。W/Cが大きいほど総細孔量が多くなるが、DではW/C

キーワード プレキャストコンクリート, 温度履歴養生, エコセメント, 細孔構造, 水分浸透速度係数
連絡先 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 東京都立大学 TEL : 042-677-1111

表-1 使用材料

セメント	普通ポルトランドセメント, 密度3.16g/cm ³
	普通エコセメント, 密度3.15g/cm ³
細骨材	陸砂, 表乾密度2.59g/cm ³ , 吸水率2.06%
粗骨材	碎石, 表乾密度2.65g/cm ³ , 吸水率0.63%
混和剤	高性能減水剤:ポリカルボン酸エーテル系

表-2 配合

セメント種類	目標スランプ (cm) と 空気量 (%)	W/C (%)	単位量 (kg/m ³)				混和剤 使用量 (C × %)
			W	C	S	G	
OPC	18.0 ± 2.5 Air: 2.0 ± 1.5	35	160	457	724	1050	0.750
		45	160	356	806	1050	0.800
		55	160	291	860	1050	1.000
ECO	18.0 ± 2.5 Air: 2.0 ± 1.5	35	160	457	722	1050	0.725
		45	160	356	805	1050	0.775
		55	160	291	859	1050	0.950

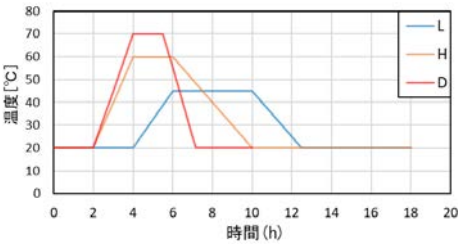


図-1 温度履歴条件

表-3 温度履歴時間

記号	前置き 時間 (h)	温度上昇 速度 (°C/h)	最高温度 (°C)	最高温度 保持時間 (h)	温度降下 速度 (°C/h)
L	4	15	45	4	10
H	2	20	60	2	10
D	2	25	70	1.5	30

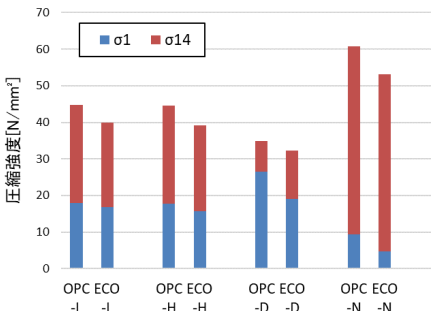


図-2 圧縮強度 (W/C=45%)

に関わらず 50nm を超える粗大な細孔量が多くなることがわかる。また、H が L よりも若干細孔量が多い傾向にあることから、温度履歴条件の違いが細孔構造に影響を与えたと考えられる。

図-4 に W/C=45%での細孔径分布試験の結果を示す。いずれの養生方法においても ECO は OPC に比べて 50nm 以上の細孔量が多く、疎な細孔構造となっている。

3.3 水分浸透速度係数

図-5 に OPC の水分浸透速度係数試験の結果を示す。水セメント比が大きいほど、水分浸透速度係数は大きくなる。L と H では水分浸透速度係数は同程度であり、D はこれらの 2 倍程度の水分浸透速度係数の値となることわかる。

図-6 に ECO の水分浸透速度係数試験の結果を示す。ECO では L が H の場合よりも水分浸透速度係数が小さくなり、温度履歴養生条件の違いが、水分浸透速度係数に与える影響が顕著となっている。図-7 で、同じ養生方法で比較すると、ECO は OPC と比較して水分浸透速度係数が大きくなっており、前述の、細孔構造が疎になっていることに影響されているものと考えられる。

図-8 に水分浸透速度係数と 50nm 以上

の細孔量の関係を示す。50nm 以上の細孔量が多いほど水分浸透速度係数が大きくなっており、セメント種類、養生方法によらず 50nm 以上の粗大な細孔が水分浸透特性に影響することがわかる。

図-9 に水分浸透速度係数と材齢 14 日の圧縮強度の関係を示す。圧縮強度と水分浸透速度係数の関係には、セメント種類や養生条件に関わらず負の相関があることがわかる。これは、圧縮強度に影響する細孔径と水分浸透挙動に影響する細孔径が同程度であることを示しているものと考えられる。

4. まとめ

- (1) 温度履歴養生条件の違いが、細孔構造や水分浸透速度係数に影響を及ぼす。
- (2) ECO は OPC よりも疎な細孔構造であり、W/C および養生条件が同じであれば圧縮強度が小さく、水分浸透速度係数が大きくなる傾向にある。
- (3) 50nm 以上の細孔量または圧縮強度と水分浸透速度係数には、セメント種類や水セメント比、養生方法によらず一律の相関がある。

謝辞：本研究の実施にあたり、東京都コンクリート製品協同組合より研究費の助成を受けた。本研究のデータの一部には、公益社団法人全国土木ブロック協会との共同研究によるものを用いた。また、実験の実施にあたり、本学大学院博士前期課程 2 年生の酒井創地氏の協力を得た。

参考文献

- (1) 王傑, 佐々木謙二：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, 長崎大学大学院工学研究科研究報告, 第 51 巻, 97 号, pp.39-46, 2021.7

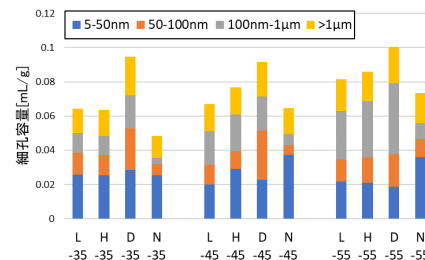


図-3 細孔構造 (OPC)

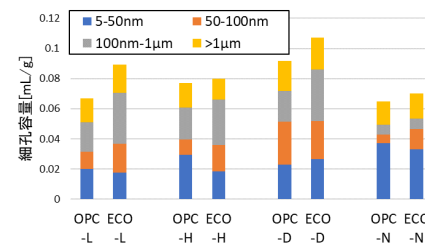


図-4 細孔構造 (W/C=45%)

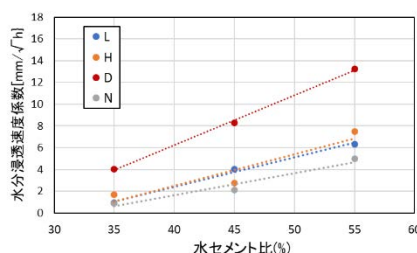


図-5 水分浸透速度係数 (OPC)

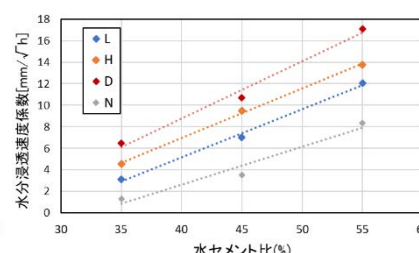


図-6 水分浸透速度係数 (ECO)

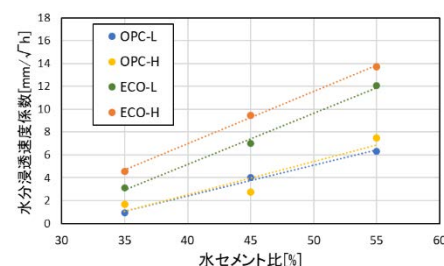


図-7 水分浸透速度係数 (セメント種別)

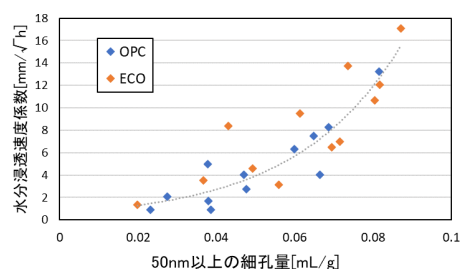


図-8 水分浸透速度係数と細孔量の関係

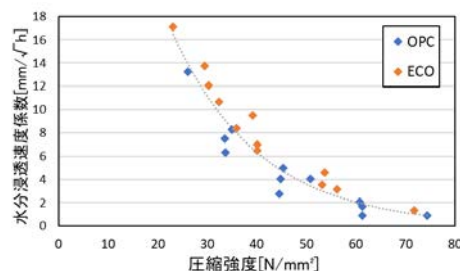


図-9 水分浸透速度係数と材齢 14 日
圧縮強度の関係