

断続的な水分供給がコンクリート表層部の細孔構造の緻密化に及ぼす影響

首都大学東京 学生会員○佐々木優衣、朱小燕 正会員 宇治公隆、上野敦、大野健太郎

全国コンクリート製品協会関東支部 正会員 原 洋介

1. はじめに

コンクリート製品は、一般に工場において蒸気養生され、現場施工の工期短縮が期待される。なお、大型のコンクリート製品は取替えが困難であるが、耐久性に関してほとんど検討されておらず、現場設置後の降雨による水和反応の継続を見込んでいるのが実情である。また、一般的なコンクリート構造物についても、環境温度や水分供給量等の条件による表層部と内部の細孔構造の相違を検討した研究は少ない。¹⁾そこで本研究では、コンクリート表層部の細孔構造の緻密化に及ぼす断続的な水分供給の影響に着目し、コンクリートの物性および耐久性の向上について検討を行った。

2. 実験概要

配合を表-1、蒸気養生条件を図-1、供試体の養生条件と略称を図-2 に示す。

表-1 コンクリートの配合

粗骨材の最大寸法(mm)	目標スランプ(cm)	目標空隙率(%)	W/C(%)	s/a(%)	単位量(kg/m ³)					
					W	C	S	G	AE減水剤	AE助剤
20	8	4.5	45	46	165	367	813	968	C×1.3(%)	C×0.003(%)

注)C:普通ポルトランドセメント、S:砕砂、表乾密度2.62 g/cm³、G:砕石、表乾密度2.66 g/cm³、AE減水剤:ポリカルボン酸エーテル系、AE助剤:アルキルエーテル系陰イオン界面活性剤

例えば、n45-5w-d は、練混ぜ後 1 日で脱

型し、示方書²⁾を参考に材齢 5 日まで湿潤養生を行った現場打ち模擬を示す。断続的な水分供給(cw)の時間は八王子市の年間降水データより 2 回/週、7 時間/回の水中浸漬とした。

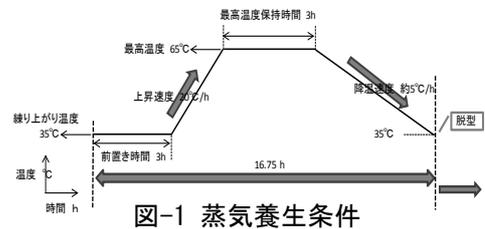


図-1 蒸気養生条件

3. 実験結果

3.1 コンクリートの圧縮強度

図-3 より、s45-14d-cw と s45-cw は、断続的な水分供給の開始時期が異なるが、強度は材齢 28 日、91 日においてほぼ同じであり気中保管を行った s45-d より高い。また、現場打ち模擬後の水中養生日数の増加により圧縮強度は高くなることからわかる。s45-d は n45-5w-d に比べて 15%程度強度が低い、断続的な水分供給を行った蒸気養生供試体は同等の値を示している。



図-2 養生条件と略称

3.2 各養生条件が細孔構造に及ぼす影響

図-4 は材齢 28 日の蒸気養生供試体の比較である。s45-14d-cw は s45-d より、総細孔量が少ない。表層部についてみると、s45-14d-cw と s45-cw は、50nm 以上の細孔量が減少している。

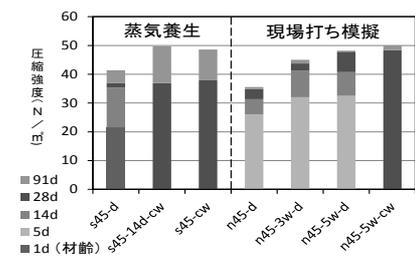


図-3 養生条件による圧縮強度の相違

図-5 は現場打ち模擬供試体の比較である。3 日水中養生 n45-3w-d および、5 日水中養生 n45-5w-d の 5-50nm の細孔量は、気中保管 n45-d と同等であるが、5 日水中養生 n45-5w-d は気中保管 n45-d より総細孔量および 50nm 以上の細孔量が少ない。

また、断続的な水分供給 n45-5w-cw の 5-50nm の小さな径の細孔量は n45-5w-d と同等であるが、表層近傍の総細孔量は少なく、0-5mm の深さの表層部分において組織が緻密化されたといえる。

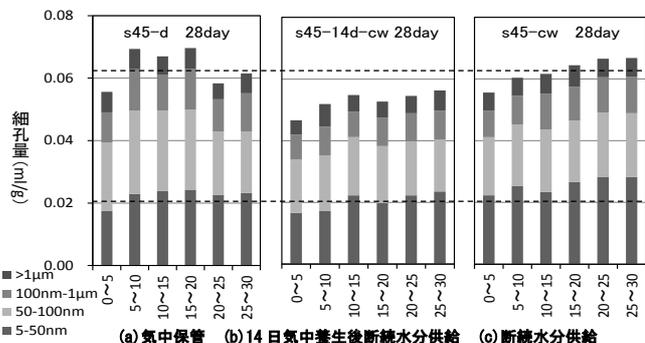


図-4 蒸気養生供試体の細孔構造の比較

キーワード 蒸気養生、細孔構造、プレキャストコンクリート、中性化速度係数

連絡先 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 TEL 042-677-2775

図-6 は蒸気養生後気中保管した s45-d と現場打ち模擬後水中養生しない n45-d を比較したものである。s45-d の表層部(0~5mm)は n45-d よりも総細孔量が減少しているが、5mm 以深では両者に明確な違いは見られなかった。

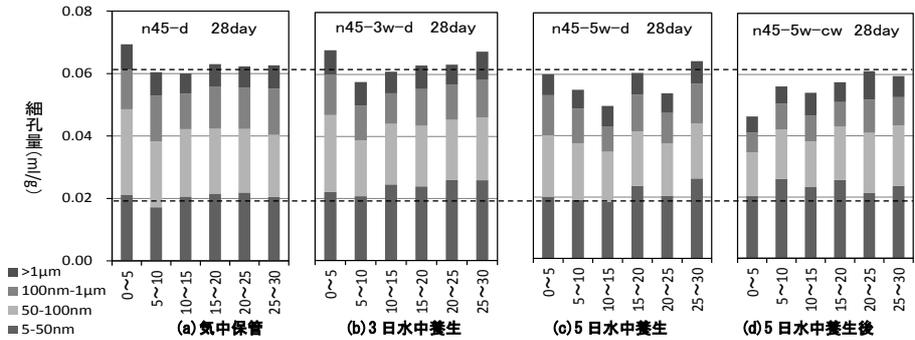


図-5 現場打ち模擬供試体の細孔構造の比較

図-7 は断続的な水分供給をした蒸気養生供試体 s45-14d-cw と現場打ち模擬後 5 日水中養生した供試体 n45-5w-cw を比較したものである。s45-14d-cw は n45-5w-cw と同様の総細孔を示している。なお、中性化速度に影響を与えるといわれる 50nm 以上の細孔量は、表層部において若干多くなっている。

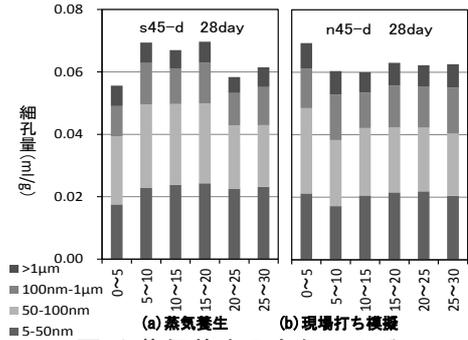


図-6 蒸気養生の有無による細孔量の違い(気中保管)

3.3 コンクリートの中性化性状

図-8 は中性化速度係数を各養生条件で比較したものである。蒸気養生した供試体のうち、s45-14d-cw(▲)と s45-cw(◆)では、中性化速度係数に大きな違いは見られなかった。また、蒸気養生後気中保管した s45-d(■)は、他の養生条件よりも、中性化速度係数が高くなっている。

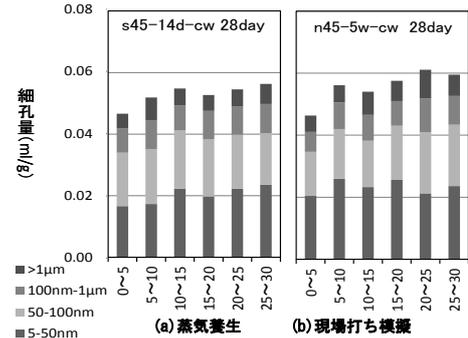


図-7 蒸気養生の有無による細孔量の違い(断続的な水分供給)

一方、現場打ち模擬においては、促進材齢が進むにしたがって、n45-d(▲)のみ中性化速度係数が増え、n45-3w-d(■)、n45-5w-d(×) および n45-5w-cw(◆)の中性化速度係数は減少傾向がみられた。

また、水中養生日数が多いほど中性化速度係数が小さくなっている。これより初期の湿潤養生の重要性が示された。

表-2 は中性化促進材齢 16 週の中性化速度係数の値を示している。蒸気養生後気中保管した s45-d は、現場模擬の n45-d よりも中性化速度係数は小さくなっているが、n45-3w-d や n45-5w-d と比較すると中性化速度係数は高い。また断続的な水分供給を行った蒸気養生供試体は n45-3w-d より若干高い値を示している。

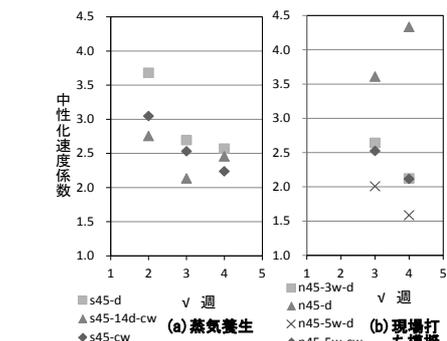


図-8 中性化速度係数の比較

4. まとめ

降雨による断続的な湿潤状態は、蒸気養生コンクリートの圧縮強度および表層部の緻密化に影響を与えていると考えられる。また、現場打設後の湿潤養生日数が増加することで、コンクリート表層部の組織が緻密になることが示され、示方書で規定している湿潤養生の必要性が明らかとなった。なお、断続的な水分供給によって、更にコンクリート表層部の緻密化が進行する。

表-2 中性化速度係数

同一配合で比較すると、断続的な水分供給を行った蒸気養生の中性化速度係数は 3 日水中の現場打ちコンクリートとほぼ等しい値を示している。

蒸気養生コンクリート				
記号	s45-d	s45-14d-cw	s45-cw	
√16週	2.57	2.46	2.24	
現場打ち模擬コンクリート				
記号	n45-d	n45-3w-d	n45-5w-d	n45-5wd-cw
√16週	4.33	2.12	1.59	2.12

参考文献 1)寺川麻美、宇治公隆、上野敦、大野健太郎：プレキャストコンクリート製品の細孔構造に及ぼす養生条件の影響、コンクリート工学年次論文集、Vol.34、No.2、pp.469~474、2012
2)土木学会：コンクリート標準示方書[施工編：施工標準]p.127、2007