

各種セメント硬化体が形成する空隙構造と水分浸透性状の関係

芝浦工業大学大学院 学生会員 ○荒木 萌 芝浦工業大学 正会員 伊代田 岳史

1. はじめに

近年，土木学会コンクリート標準示方書〔設計編〕では性能規定型の設計が可能となり，長寿命化のためにコンクリート構造物の耐久性の検討が重要となっている．コンクリート中の鋼材腐食においては，コンクリートが中性化し不動態被膜が破壊されたのちに水分が浸透し，鉄筋と接触することにより腐食が発生する．そのため，2017年の標準示方書改訂において，〔設計編〕には水の浸透に伴う鋼材腐食が追加された．また，同書〔規準編〕では水分浸透速度係数を検証する試験案が考案され，現在，コンクリート構造物の耐久性照査において水分浸透性状が注目されている．

実際のコンクリート構造物を施工する際には，打込みされたコンクリートはセメントの水和反応熱によって温度履歴を受けることがわかっている．しかしながら，この温度履歴が硬化コンクリートの強度や水分浸透速度に与える影響はいまだ不明瞭である．本研究ではコンクリートの配合や，温度履歴の有無による空隙率や水分浸透性状に着目した．

2. 供試体概要および試験概要

試験では，OPC と高炉スラグ微粉末を 70%置換した配合のコンクリートを用いた．計画配合を表-1に示す．試験のフローチャートを図-1に示す．コンクリート打込み直後より，温度履歴を与えその後封緘養生を行った供試体と，打設翌日に脱型し水中養生を行った供試体を作製した．温度プログラムは，事前に図-2の簡易断熱試験機を用いて温度測定した，図-3の結果を確認して発熱温度曲線を模擬し，OPC は最高温度を 50℃，B70 は 40℃と設定した．養生期間は 7，28，91 日とし各材齢にて圧縮強度試験，空隙率試験を実施した．また，各材齢より所定の乾燥条件にて供試体を乾燥させたのち，水分浸透試験を実施した．水分浸透試験は，〔規準編〕に準じ，所定の材齢まで養生を行った後，40℃，RH 30%環境下にて 28 日間乾燥させた．供試体をアルミテープで

表-1 コンクリートの計画配合

	W/C (%)	空気量 (%)	細骨材率 s/a (%)	W	C		S	G
					OPC	BFS		
OPC	50	4.5	48	170	340		852	952
B70					102	238	843	942

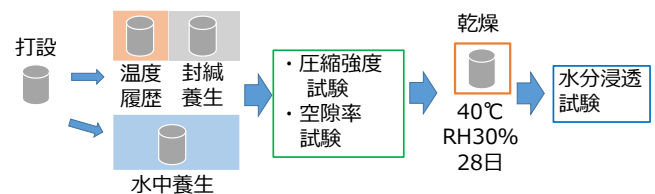


図-1 試験フローチャート

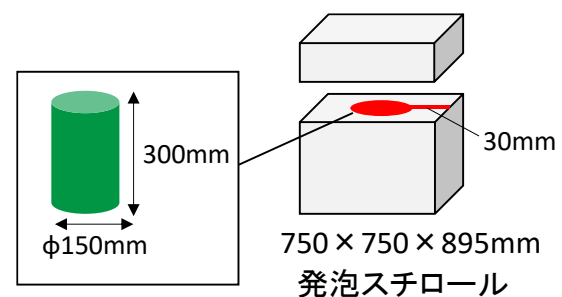


図-2 簡易断熱試験機

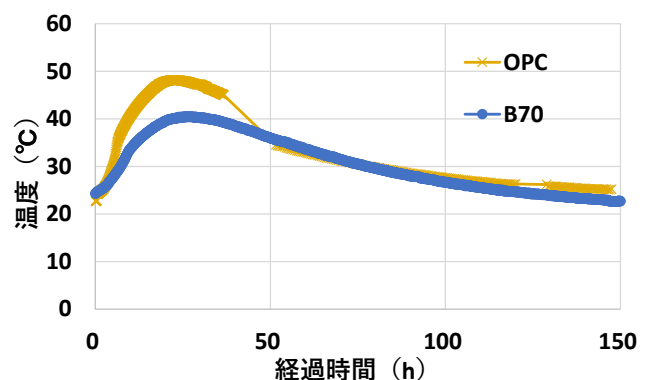


図-3 発熱温度曲線

シールし，供試体を 1cm 水に浸漬させ，5，24，48 時間で供試体を割裂した．検知剤を用いて呈色した 6 点を計測し，この値を用いて，水分浸透速度係数を算出した．

3. 試験結果および考察

3-1 温度履歴が空隙率と圧縮強度に与える影響

図-4に圧縮強度と空隙率の結果を示す．なお凡例

キーワード 水分浸透速度，温度履歴，圧縮強度，空隙率，簡易断熱試験

連絡先 〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5 芝浦工業大学 TEL:03-5859-8356 E-mail : me18004@shibaura-it.ac.jp

として OPCW7（配合，養生方法，養生日数）と示すこととする．この結果より，7日養生では空隙率，圧縮強度共に同等だが，養生を28日以上行った場合，水中養生と比較して温度履歴を与えた供試体は総空隙率が高く，圧縮強度が低下していることがわかる．

3-2 温度履歴が水分浸透性状に与える影響

図-5 に28日養生での水分浸透試験結果を示す．OPCでは温度履歴を与えた供試体と，温度履歴を与えていない供試体の水分浸透深さにほとんど差はみられない．しかし，B70では温度履歴を与えた供試体は，温度履歴を与えていない供試体よりも水分浸透深さが大きいことがわかる．この結果より，B70はOPCよりも温度履歴による水分浸透性状に与える影響が大きいことがわかった．

3-3 空隙率と水分浸透速度係数の関係

図-6 に水分浸透速度係数と空隙率の関係を示す．OPCの結果を見ると，空隙率が高くなるほど，水分浸透速度係数が高くなるという相関がみられる．一方で，B70の結果では，空隙率は大きな差がみられないが，水分浸透速度係数の差は大きい．また，温度履歴を与えた供試体において，温度履歴を与えていない供試体と比較して空隙率には大きな違いが見られないにもかかわらず，水分浸透速度係数が高くなる結果が得られている．以上より，温度履歴を受けたコンクリートは，強度や水分浸透速度を空隙率だけでは評価できず，空隙構造が変化した可能性があり，それにより水分浸透速度係数が上昇したのではないかと推察できる．

このことより，水分浸透試験以外に物質透過性状から空隙構造を評価する試験として透気試験を実施することとした．また，温度履歴を与えられたコンクリート供試体の水分浸透深さが大きくなる原因を検討するため，粗骨材界面の影響に着目した．モルタルを用いた供試体を作製して同様の試験を実施し，温度履歴を与えられた供試体の水分浸透性状に粗骨材界面が影響を及ぼすか，現在検討を実施している．

4. まとめ

- 1) 温度履歴を受けたコンクリートは温度履歴を受けていないものに比べ，空隙率が高く，圧縮強度が低いことがわかった．また，水分浸透がしやすいという結果が得られた．

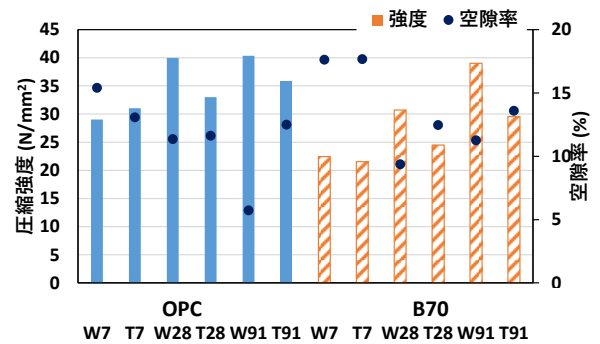


図-4 空隙率および圧縮強度

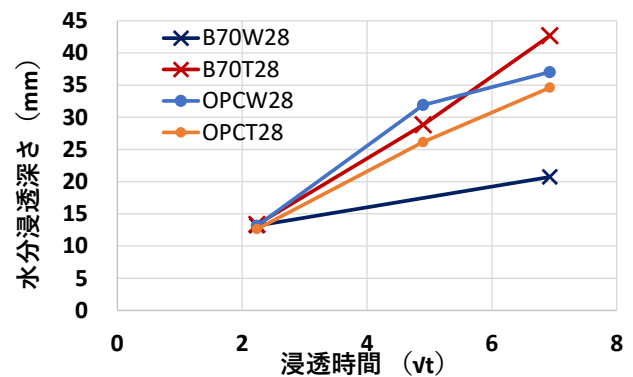


図-5 28日養生の際の水分浸透深さ

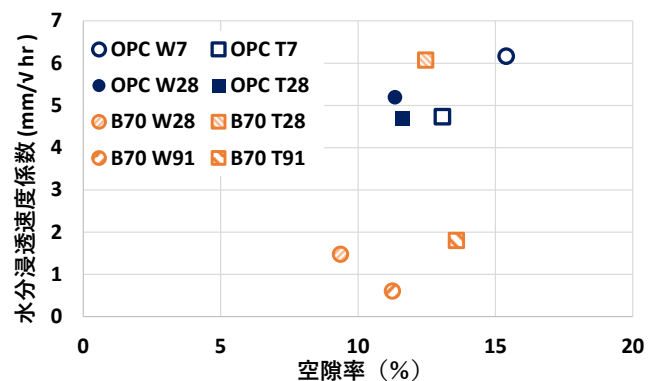


図-6 水分浸透速度係数と圧縮強度の関係

- 2) 温度履歴を与えられた供試体と，与えられていない供試体の水分浸透深さを比較すると，OPCよりもB70が大きくなり，温度履歴による影響を受けることがわかった．
- 3) 水分浸透係数と空隙率はOPCでは相関が認められるが，B70では明確な相関がみられなかった．

参考文献

水野博貴，伊代田岳史：炭酸化した高炉セメント硬化体の空隙構造変化が水分浸透性に与える影響，コンクリート工学年次論文集，Vol.41, No.1, 2019