

若材齢で乾燥を受けたセメント硬化体の水和進行と水分保持能力に関する研究

東京大学大学院 学生会員 伊代田 岳史
東京大学国際・産学共同研究センター F 会員 魚本 健人

1. はじめに

コンクリート構造物が所定の強度・耐久性を有するためには、施工段階における養生が非常に大切である¹⁾。初期材齢においてセメント硬化体が乾燥を受けると、供試体内部の自由水が逸散することより、水分不足が生じ、結果として水和反応が阻害され強度・耐久性に影響を与えられとされる。そこで本研究は、初期材齢に連続的な乾燥を受けた場合のセメントペーストと模擬骨材を用いた模擬コンクリートを用いて、環境条件と前養生期間が水和進行と水分保持能力にどのように影響を与えるかを検討した。

2. 実験概要

実験は普通ポルトランドセメントを利用して作成した W/C=0.35 のセメントペーストを用いた配合 1、及び骨材を模擬するために配合 1 に直径 6mm のガラ

表 1 実験要因

	環境条件	RH50%		RH85%	水中	真空
	前養生期間	1日間	5日間	1日間		
配合1 (セメントペースト)		○	○	○	○	○
配合2 (模擬骨材混入)		○	○	○	○	-

スビーズ球を体積割合で 1/3 混入した配合 2 の 2 種類を用いた。それぞれ打設後所定の前養生を行った後、脱型してそれぞれの環境条件で連続乾燥を行った。前養生の環境は温度 20、湿度 RH90±5% である。供試体の大きさは乾燥の影響を均一に受けるように 20×20×80mm とし、各測定材齢時にガラスビーズを取り除き、セメントペーストのみを試料として測定を行った。測定項目は強熱減量法による結合水量と水銀圧入式ポロシメータによる細孔径分布、自由水量の測定で、測定材齢は乾燥開始から 0,1,3,7,14,28 日とした。実験要因は表 1 に示すものとし、パラメータとして周囲の環境条件を 4 種類 (RH50%、RH85%、水中、真空) 前養生期間を 2 種類 (24 時間、5 日) としてそれらの影響を把握することとした。

3. 実験結果と考察

3.1 水和率の経時変化

図 1 は結合水量の経時変化を示したものである。これより湿度の低い RH50%、RH85% で連続養生を行うことで水和の進行が阻害されていることが分かる。また、前養生期間が短い方が結合水量が少ない時点で水和停止してしまうことが分かる。また、骨材の有無を比較すると、前養生 1 日においては骨材を混入した配合 2 の方が結合水量の少ない時点で水和停止している。一方、示方書で標準とされている湿潤養生である前養生 5 日では、骨材の有無に関わらず同程度の結合水量で水和停止し、水中養生したものに比べて結合水量が少ないことが分かる。つまり 5 日間前養生しても水中養生したものに比べて少ない水量しか結合できず、水和反応が停止していることが分かる。このことから本実験の範囲では、水分蒸発が水和反応を阻害し、また結合速度よりも蒸発速度の方が早いといえる。

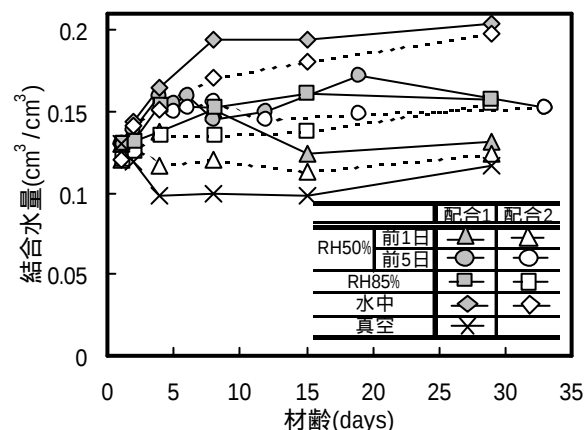


図 1 結合水量の経時変化

3.2 自由水の経時変化

図 2 に自由水の経時変化を示す。真空養生では脱水することから自由水が非常に少なくなっている。一方で RH50%、RH85% での骨材の有無の影響は骨材が混入されている方が早期に水分が蒸発しているが、材齢 14 日程度

キーワード：乾燥，水和反応，自由水量，細孔径分布，自由水占有率

連絡先：〒106-8558 港区六本木 7-22-1 東京大学生産技術研究所 Tel:03(3402)6231, <http://nosho.iis.u-tokyo.ac.jp/index-j.htm>

になると、影響はほとんどなくなっていることが分かる。一方、前養生期間の違いにおいては、1日で乾燥環境に曝したもののほうが5日で曝したものよりも自由水が蒸発していることが分かる。また、前養生期間が5日のものは骨材混入の影響をあまり受けておらず、またRH85%のものと同程度の自由水の保持能力を持っていることがわかる。

そこで、図3にそれぞれのケースにおける乾燥度の経時変化を示した。ここで乾燥度とは蒸発可能水量（蒸発水量 + 自由水量）に対する蒸発水量の割合を示している。図より骨材が混入しているものはしていないものに比べ初期の乾燥度が大きく乾燥の速度が速いことが分かる。特にRH50%では真空養生と同程度の乾燥速度を持っていることが分かる。一方、5日間前養生を行ったものは乾燥の開始が遅いだけで、ほぼRH85%のものと同程度の乾燥度であることがわかる。このことより本研究の供試体の寸法では、標準養生である5日間の養生でもその後連続乾燥を受けると、長期的に見るとRH85%の効果しか見られないと言える。

3.3 細孔内の自由水占有率

図4は細孔内に占める自由水の占有率の経時変化を示したものである。ここで占有率とは、測定した自由水量を細孔径分布の測定結果から求めた総細孔量で除したものである。結合水量が少ない時点で水和停止しているRH50%や真空養生では細孔量が多く、自由水が少ないため占有率は小さくなっている。5日間前養生したものはここでも骨材の有無は影響しておらず、骨材の有無による細孔径分布の相違が存在しないと考えられる。

4. まとめ

本研究により得られた成果を以下にまとめる。

- (1)周囲の環境条件が低湿度であるほど、結合水量が小さく早期に水和が停止していることが分かる。また、前養生期間が5日間の場合は、乾燥環境がRH85%のものと結合水量、自由水量の経時変化、乾燥度が同程度であるといえる。
- (2)模擬骨材により骨材混入とセメントペーストの比較を行ったところ、若材齢では骨材の存在が水和率や自由水の経時変化に影響を与えた。これは骨材界面に存在する遷移帯が水の通り道になったためと思われる。しかし、材齢の経過とともに骨材の影響は小さくなりセメントペーストで水和率や自由水の変化を評価できる事がわかった。

参考文献

- 1) 伊代田岳史、魚本健人：若材齢で乾燥を受けたセメントの硬化体の水和速度と内部水分量、第54回セメント技術大会 投稿中

謝辞：本研究を行うに当たり、実験等で多大なご助力を頂いた千葉工業大学大学院高羅信彦氏、多くの助言をくださった建設省の加藤佳孝氏に深く感謝致します。

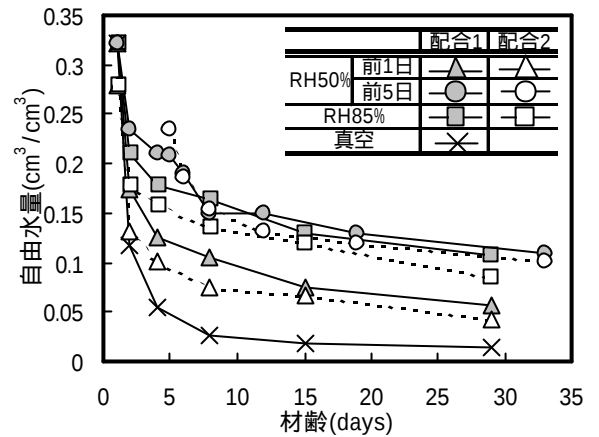


図2 自由水量の経時変化

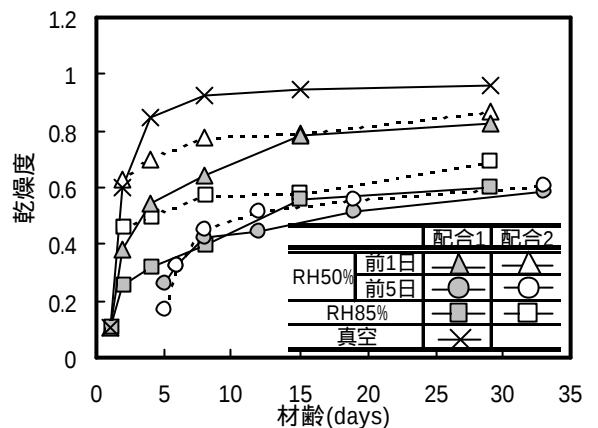


図3 乾燥度の経時変化

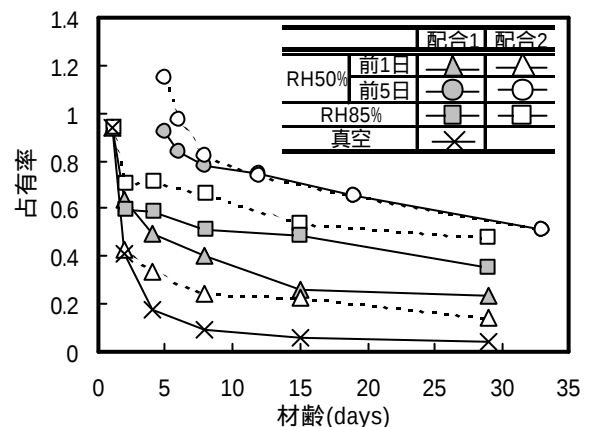


図4 細孔内の自由水占有率の経時変化