

セメントの水和初期における養生温度と湿度の違いが水和率に与える影響 The Influence of Relative Humidity and Curing Temperature on Hydration Ratio

岡嶋 梨央*, 兵頭 正浩**, 緒方 英彦**, 新 大軌***

Rio OKAJIMA*, Masahiro HYODO**, Hidehiko OGATA**, Daiki ATARASHI***

1. はじめに

乾燥地は温度と湿度の1日の変化量が大きく(表1), それぞれがコンクリートの性質に影響を及ぼす可能性がある。実際に, 乾燥地でコンクリートを打設する際には, 現地研究者へのヒアリング結果によると, 気候による強度発現低下などの影響を軽減するために養生マットや塗膜養生材の利用や, 練混ぜ水を冷却することで初期欠陥対策を講じている。しかし, これらの対策は経験的なものであり, 対象地域一律の適用性やその効果には限界があると考えられる。既往の研究では, 材齢初期の養生温度が高温である場合, 材齢28日における圧縮強度は標準養生の0.8~0.85程度であること²⁾が明らかになっている。また, 材齢初期の養生湿度が低湿である場合, 早期材齢で水和が停止すること³⁾が明らかになっている。これらから外部環境条件の一つである温湿度は, コンクリートの水和反応の進行を左右することが知られている。ただし, 材齢初期の養生における温度と湿度の両方を考慮したコンクリートの物理化学的性質についての検討は十分ではない。そこで本研究では, 養生温度と養生湿度の両者を複合的に変化させた際のセメントペーストの水和率について検討した結果を報告する。

表1 1日の温湿度差¹⁾
Differences in daily temperature and humidity

気温	最高	38°C	湿度	最高	51%
	最低	26°C		最低	9%

2. 試験概要

2.1. 試料の作製方法

図1に試料の作製方法の概要を示す。試験体は, 普通ポルトランドセメントを使用したセメントペースト(水セメント比0.5)である。JIS R 5201:2015「セメントの物理試験方法」を参考にして練り混ぜ, φ100×200mmの円柱用型枠に打設後, 20°C環境下で封緘養生を実施した。打設翌日に脱型し, 気中4条件(80°C80%, 80°C30%, 30°C80%, 30°C30%), 水中3条件(20°C, 30°C, 80°C)で養生を開始した。試験体は材齢1, 2, 3日で厚さ50mm

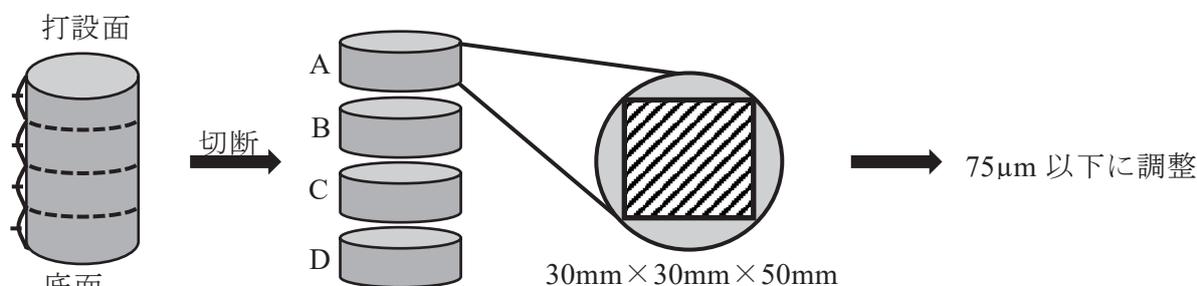


図1 試料作成手順 Sample preparation procedure

*鳥取大学大学院持続性社会創生科学研究科, Graduate School of Sustainability Science, Tottori University,
鳥取大学農学部, Faculty of Agriculture, Tottori University, *島根大学大学院総合理工学研究科,
Laboratory of synthesis science and engineering, Shimane University, セメントペースト, 水和, 温湿度

に切断し，中心部分を試料として切り出した．試料名は，打設面から順に面 A，面 B，面 C，面 D とした．作製した 30mm×30mm×50mm の試料は，ハンマーで砕いた後，ワンダーブレンダー（小型粉碎機）を用いて微粉碎し，アセトンで水和停止を行った．水和停止後，ふるい分けにより粒径を 75μm 以下に調整したものを測定試料とした．

2.2. 評価項目

本研究では伊代田らの研究⁴⁾を参考にし，以下の式から水和率を算出した．ここで，結合水量は，試料を 50°C で 24 時間乾燥させ，1000°C で恒量になるまで強熱した際の質量減少量を示す．測定材齢は 1，2，3 日とした．

$$\text{水和率} = \frac{\text{セメント 1g あたりの結合水量 (求めた結合水量から換算)}}{\text{セメント 1g が完全に水和するのに必要な水分量 (理論値 : 0.227)}}$$

3. 試験結果と考察

結合水量から算出した水和率を図 2 に示す．各材齢において，湿度を一定とし温度を変えた条件，つまり 80°C30% と 30°C30%，80°C80% と 30°C80% の水和率を比較すると，両者とも 80°C で養生された方の水和率が大きくなること示された．一方，温度を一定とし湿度を変えた条件，つまり 80°C30% と 80°C80%，30°C30% と 30°C80% の水和率を比較すると，湿度一定とし温度を変えた条件で比較した場合より両者に大きな差異がないことを確認した．

よって，本研究で設定した環境条件に限定すると，水和率の変化は養生湿度依存性よりも養生温度依存性の方が高いものと考えられた．

4. まとめ

本実験では，水和初期の養生温度と湿度を変化させたセメントペーストに対して水和率の評価を行った．その結果，セメントペーストの水和は，養生湿度依存性よりも養生温度依存性の方が高いものと考えられた．今後は，乾燥地での実環境を想定した養生湿度 30% 以下の環境における水和率の評価に加え，物理的性質について評価する予定である．

参考文献：1) WEATHER UNDERGROUND, <https://www.wunderground.com/history/daily/sa/ta/if/OETF/date/2020-7-21>, (2020-12-23), 2)渡部ら (2014)：養生条件および養生温度の違いによって異なる強度発現の予測，コンクリート工学年次論文集，Vol.36, No.1, pp.370-375, 3)伊代田ら (2000)：養生環境の違いによるセメント硬化体の水和進行と内部水分，生産研究，10号，72巻，pp.489-492, 4)伊代田ら (2000)：初期養生時に乾燥を受けるセメント系硬化体の水和反応と水分逸散特性，コンクリート工学年次論文集，Vol.22, No.2

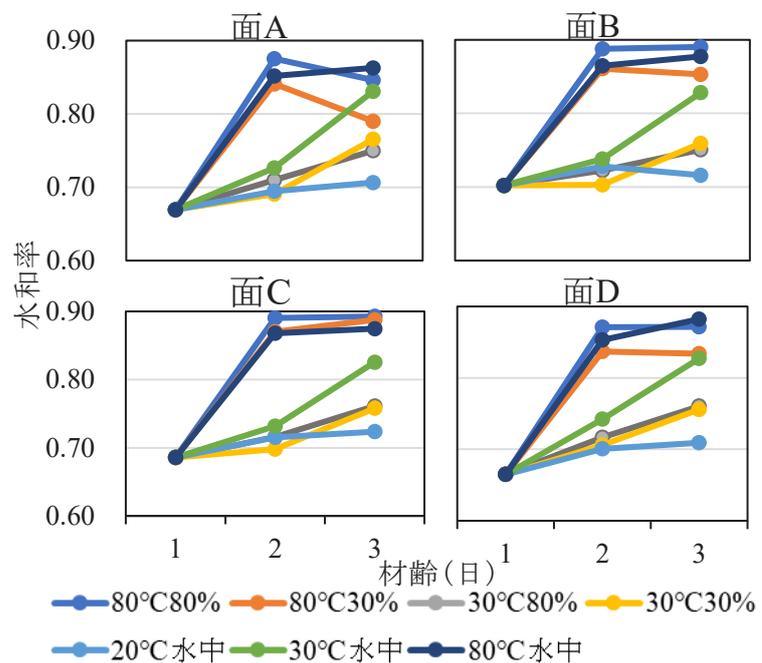


図 2 水和率結果 Result of hydration ratio