

V-515

乾燥及び水分の供給を受けるモルタルの水和特性

新潟大学大学院 学生員 田口 浩司
新潟大学工学部 正会員 佐伯 竜彦
大豊建設 野上 摂理

1. はじめに

コンクリートの耐久性評価の一手法として、各種劣化促進試験が一般的に行われている。しかし、それらの試験においては、劣化の進行は促進させるものの、試験中のセメントの水和の進行による劣化に対する抵抗性の変化は必ずしも考慮されていない。一般のコンクリート構造物は乾燥や水分の供給を受け、内部の水分状態は常に変化している。従って、条件により水和の進行に違いが生じ、それに伴い劣化に対する抵抗性も異なってくると考えられる¹⁾。そこで本研究では、初期養生以降に乾燥や水分の供給を受けるモルタルの結合水量の経時変化について検討を加え、水和の進行予測を試みた。

2. 実験概要

実験は供試体内部の含水状態が均一になるよう3×4×0.5cmの薄板状のモルタルで行った。配合は、結合材として普通ポルトランドセメントを使用し、水セメント比を45, 55及び65%の3種類とした。初期養生期間は1, 3, 7, 28, 91及び154日の6種類である。試験項目は初期養生終了後、水分の出入りがないよう密封養生する密封試験、所定の乾燥を与えた後密封養生する乾燥試験（乾燥時間4種類）、乾燥後1日目に吸水させ、その後密封養生する吸水試験（吸水時間3種類）の3項目で、密封後3, 5, 9週目に結合水量を測定した。密封養生時の温度は20℃及び40℃の2種類である。また、圧縮強度測定用として4×4×16cm供試体を作製し、40℃、50%RHの環境に暴露する気中暴露試験、気中暴露試験中に1日3時間の浸漬を行う乾湿繰り返し暴露試験を行った。

3. 実験結果及び考察

(1) 乾燥を受けない場合

本研究では単位セメント量当たりの結合水量を指標として水和の進行を検討した。また、結合水量の経時変化は次式で表すこととし、実験データの範囲内から終局結合水量と係数 a を決定した²⁾。

$$W_n = \frac{W_{n \cdot T}}{\frac{1}{a \cdot W_n} + T} \quad \begin{array}{l} W_n: \text{終局結合水量} \\ a: \text{水和の進行のしやすさを表す係数} \end{array}$$

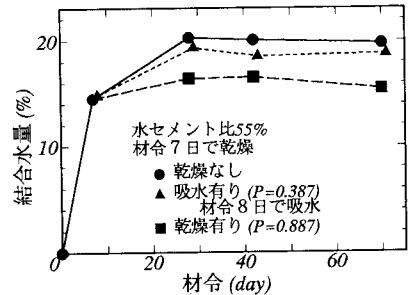


図1. 結合水量の経時変化

(2) 乾燥を受ける場合

乾燥を受けた場合にはモルタル内部の水分量が減少することにより水和が抑制され、終局結合水量も小さくなる。そこで、乾燥による水分量の変化を乾燥度 (P)、終局結合水量の変化を終局結合水量低減比 (Q) で表すこととした²⁾。

$$P = \ln \frac{W_{ek}}{W_{ek} - W_{dk}} \quad \begin{array}{l} W_{ek}: (\text{水分量}) - (\text{乾燥時の結合水量}) \\ W_{dk}: \text{乾燥量} \end{array}$$

$$Q = \ln \frac{W_n - W_{nk}}{W'_n - W_{nk}} \quad \begin{array}{l} W_n: \text{乾燥を受けない場合の終局結合水量} \\ W'_n: \text{乾燥を受けた場合の終局結合水量} \\ W_{nk}: \text{乾燥時の結合水量} \end{array}$$

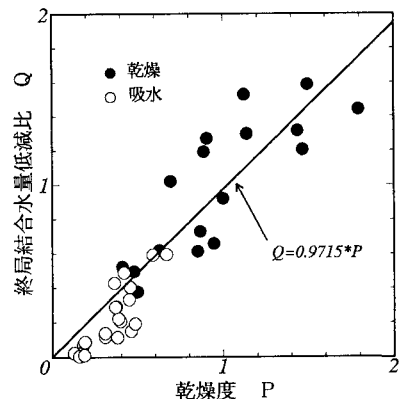


図2. 乾燥度と終局結合水量低減比の関係

（３）水分の供給を受ける場合

図１に乾燥後、吸水を受けた場合の結合水量の経時変化を示す。図より、水分の供給によりモルタル内部の水分量が増加し、乾燥の影響が軽減されている。本実験では吸水前に一度乾燥を与えているが、吸水により乾燥前の水分量に戻れば終局結合水量も乾燥を受けなかった場合と同等になると仮定して、乾燥前と吸水後の供試体の含水率の差より乾燥度を求めることとした。図２に乾燥及び水分の供給を受けた場合の乾燥度と終局結合水量低減比の関係を示す。図より、乾燥度と終局結合水量低減比の関係は、乾燥、吸水及びそれらの履歴によらず一律に評価できると考えられる。

（４）結合水量の予測

以上の結果を基に終局結合水量、係数 a 及び乾燥度を用いて結合水量の予測を試みた。図３に結合水量の実験値と計算値の関係を示す。図より、実験値と計算値はほぼ一致している。乾燥度とは乾燥を受けない場合と比較してどれだけ水分を失ったかということであるから、供試体内の含水状態を把握することにより、任意の条件における結合水量の経時変化を予測できると考えられる。そこで一例として、水分移動解析³⁾によって求めた供試体中の含水率から結合水量を計算し、結合水量と細孔量の関係を用いて圧縮強度の予測を行った。具体的な手法を図４に示す⁴⁾。図５に気中暴露及び乾湿繰り返し暴露試験を行った供試体の圧縮強度の経時変化と予測結果を示す。図より、計算値は実験値の傾向をよくとらえており、任意の環境下における水和の進行を考慮することにより圧縮強度の予測が可能であると考えられる。

４．まとめ

本研究では、乾燥及び水分の供給を受けるモルタルの水和特性について検討を行った。その結果、乾燥度と終局結合水量低減比の関係を定式化し、水分移動解析を組み合わせることにより、任意の条件におけるセメントの水和の進行を予測することができた。また、水和進行予測手法を用いることにより、セメントの水和の影響を考慮した、より適切な耐久性評価が可能であると考えられる。

《参考文献》

- 1) 佐伯、大賀、長滝：暴露中のセメントの水和の進行がコンクリートの中酸化速度に及ぼす影響、コンクリートの炭酸化に関するシンポジウム論文集、pp. 39～46、1993. 4
- 2) 永松、竹田、佐藤：乾燥を受けるセメント硬化体の水和の進行を表す式、日本建築学会構造系論文報告集第361号、pp. 21～30、1986. 3
- 3) 佐伯、大賀、長滝：コンクリートの中酸化の機構解明と進行予測、土木学会論文集、第414号、pp. 99～108、1990. 2
- 4) 佐伯、米山、長滝：中性化によるモルタルの強度変化、土木学会論文集、No. 451、pp. 69～78、1992. 8

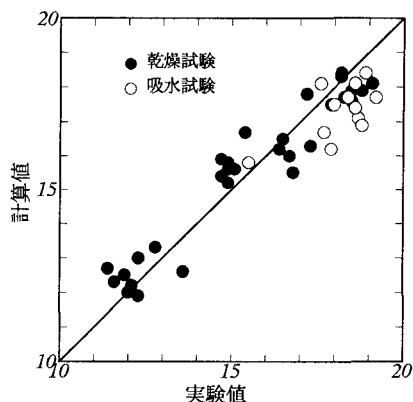


図３．結合水量の実験値と計算値の関係

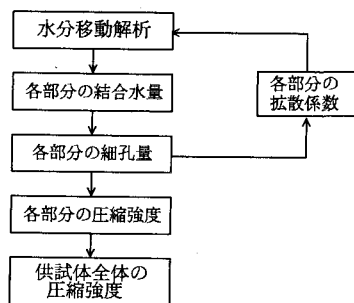


図４．強度予測のフローチャート

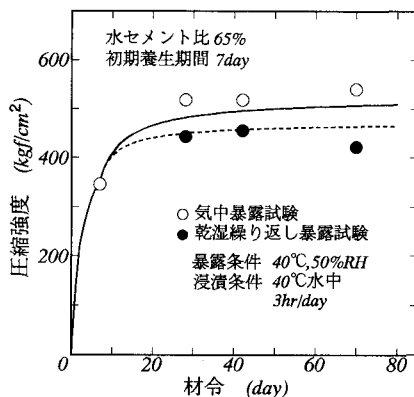


図５．圧縮強度の経時変化と予測結果