

高濃度 CaCl_2 水溶液がコンクリートの圧縮強度の発現におよぼす影響の検討

木更津工業高等専門学校 学生会員 ○佐久間活機 木更津工業高等専門学校 正会員 原田健二

1. はじめに

コンクリートは早期乾燥すると乾燥ひび割れを誘発し、さらに、水和反応に必要な水がなくなり、強度発現が十分でなくなる。そのため、コンクリートが硬化するまで乾燥しないように養生をするのが一般的である。

水溶液に溶質が含まれると蒸気圧降下により水溶液が示す飽和水蒸気圧が低下し、水より蒸発しづらくなる。そのため、練混ぜ水に蒸気圧降下が顕著に発生している高濃度水溶液を用いれば、コンクリートは乾燥しづらくなる。

原田らの研究¹⁾より練混ぜ水に飽和 CaCl_2 水溶液を用いると、コンクリートの保水性が向上し、空中養生でも封かん養生と同程度の圧縮強度が発揮することが確認されている。 CaCl_2 は硬化促進剤であるため、本来はコンクリートの保水性だけでなく水和反応の促進も圧縮強度におよぼす影響も考えなければならない。しかし、高濃度な CaCl_2 水溶液がコンクリートの水和反応の促進におよぼす影響は明らかになっていない。

以上のことから本研究では CaCl_2 水溶液がコンクリートの保水性、水和反応の速度の変化が圧縮強度の発現におよぼす影響を検討する。

2. 練混ぜ水に混入した CaCl_2 がコンクリートの水和反応におよぼす影響の検討

2.1 実験概要

練混ぜ水に CaCl_2 水溶液がコンクリートの水和反応におよぼす影響を検討するために簡易断熱温度上昇試験を行った。

図-1に示すように発泡スチロールで断熱した空間(100×100×100mm)を作成し、モルタルを空間内に打込み、T 熱電対を用いてモルタル中心温度の経時変化を測定した。モルタルの配合は w/c (体積比) = 1.575, s/c = 3.0 となるようにし、練混ぜ水として水道水(0%)および CaCl_2 水溶液濃度 10%, 30%, 42.7% (飽和濃度) (比重 1.080, 1.265, 1.395) を使用した。

2.2 実験結果

図-2にモルタル中心温度の経時変化を示す。30%までは、練混ぜ水の CaCl_2 水溶液の濃度が高くなるにつれてモルタルの温度上昇は速くなる。一方、30%と 42.7%を比較すると、30%のほうが温度上昇は多少速い。この結果より練混ぜ水に CaCl_2 水溶液を用いるとある濃度までは、濃度の増加に伴い水和反応が促進されることがいえる。30%が 42.7%より温度上昇が速い理由は定かではないが、42.7%が CaCl_2 水溶液の飽和濃度であることが関係していると考えられる。飽和濃度の場合、水和反応で水が消費されると、練混ぜ水が過飽和状態になり、結晶塩を発生し、それが水とセメントの接触を阻害しているためと考えられる。

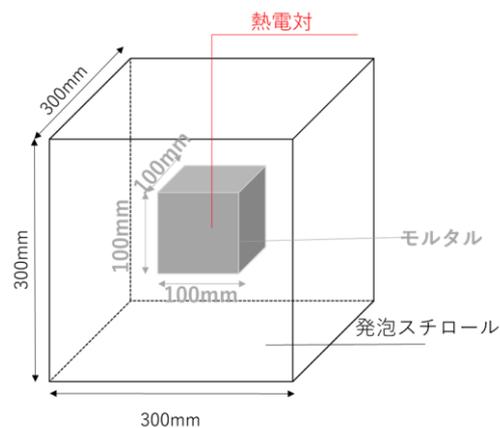


図-1 断熱容器形状概要

	0%	10%	30%	42.7%

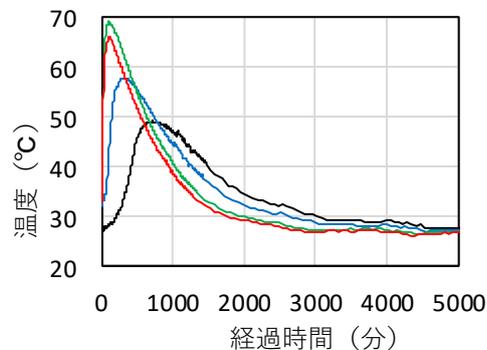
凡例の%は CaCl_2 水溶液濃度を示す

図-2 簡易断熱温度上昇試験結果

キーワード 練混ぜ水、蒸気圧降下、保水性、 CaCl_2 、水和反応

連絡先 〒292-0041 千葉県木更津市清見台東 2-11-1 木更津工業高等専門学校

3. 練混ぜ水に混入した CaCl_2 がコンクリートの保水性および強度発現におよぼす影響の検討

3.1 実験概要

CaCl_2 水溶液がコンクリートの保水性および強度発現におよぼす影響を検討するために、温湿度一定の環境下で供試体を暴露し、供試体の質量と圧縮強度の経時変化を確認する実験を行った。

実験には $\phi 50 \times 100 \text{mm}$ のモルタル円柱供試体を用いた。配合は2章で用いたモルタルと同様とした。供試体を打設後、一日型枠養生をする。その後、脱型し、封かん養生するものはサランラップで巻き、気中養生するものはそのままにし、温湿度一定の環境下 (20°C , R.H.60%) の恒温室内で27日間暴露した。暴露期間中供試体の圧縮強度と質量の経時変化を測定した。

3.2 実験結果および考察

図-3に供試体の質量変化の経時変化を示す。練混ぜ水の CaCl_2 濃度が高くなるにつれて、気中養生と封かん養生の質量変化量の差が小さくなり、保水性が向上していることがわかる。材齢28日の気中養生と封かん養生の差は30%では 0.018g/cm^3 の変化量に対して0%では 0.073g/cm^3 と約4倍の差があることがわかる。また、42.7%では気中養生と封かん養生ともに質量が材齢1日目より増加する。これは既往の研究¹⁾と同じ傾向を示している。

図-2, 図-4より、封かん養生したものについては温度上昇が速い ($30\% \rightarrow 42.7\% \rightarrow 10\% \rightarrow 0\%$) 水準順に初期強度が高くなり、脱型後の強度増大は温度上昇が速いほど緩やかになり、42.7%の結果を除いて28日強度が同程度になることがわかる。42.7%の28日圧縮強度が他の水準より低い理由としては、2章の考察で述べた結晶塩の発生による骨材とペーストの付着の阻害が関係していると考えられる。

図-3, 図-4より、気中養生したものと封かん養生したものを比較すると、気中養生と封かん養生の質量変化の差が大きいほど脱型後の強度増大は小さくなることがわかる。気中養生と封かん養生の質量変化にほとんど差がない30%と42.7%の圧縮強度については封かん養生と気中養生でほぼ差がないため、モルタル中の水分がほとんど乾燥しないような温湿度環境下であれば、気中養生でも封かん養生と同程度の圧縮強度が発揮できると考えられる。具体的には、練混ぜ水の平衡湿度が外気の相対湿度より低い環境下が該当する。

4. まとめ

- (1) 練混ぜ水に CaCl_2 水溶液を用いたモルタルは水和反応が速くなり、それに伴い初期強度の発現が速くなり、その後強度増進が緩やかになり、飽和濃度を除いて材齢28日強度に差がなくなることが明らかになった。
- (2) 既往の研究と同様に練混ぜ水に CaCl_2 水溶液を用いたモルタルは保水性がよくなり、保水性の向上に伴い養生条件による強度増進の差が小さくなり、特に水分の逸散が少ないものは封かん養生と気中養生での圧縮強度の差がないことが明らかになった。

参考文献

- 1) 原田 健二ら:練混ぜ水に高濃度水溶液を用いたモルタルの物性に関する実験的検討, 土木学会全国大会 第74回年次学術講演会概要集, 2019.9

	0%	10%	30%	42.7%
封かん養生	●—	●—	●—	●—
気中養生	○- -	○- -	○- -	○- -

凡例の%は CaCl_2 水溶液濃度を示す

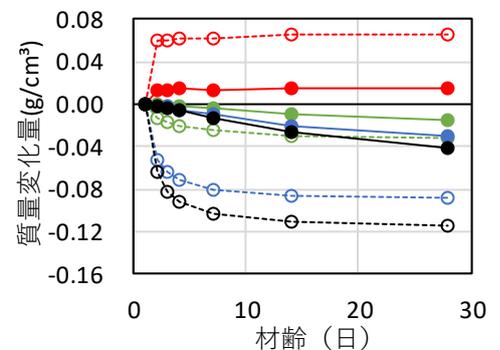


図-3 質量の経時変化

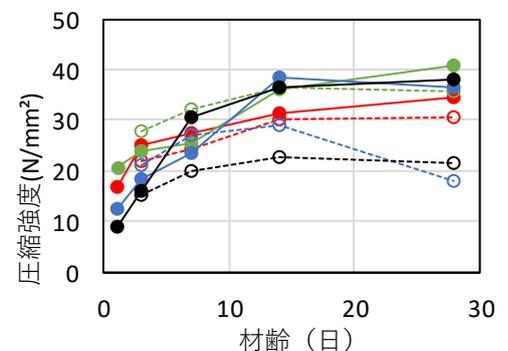


図-4 圧縮強度の経時変化