

高濃度炭酸水練混ぜによるフレッシュモルタルの軟度と粘度の経時変化の抑制

高知工科大学 システム工学群 建築・都市デザイン専攻 1240141 細川 昌樹
高知工科大学 システム工学群 教授 大内 雅博

1. はじめに

時間経過に対してフレッシュコンクリートの自己充填性能を維持するためにはモルタルの軟度の維持が必要である。市販炭酸水練混ぜにより、練上がり後の軟度の低下を抑制できる可能性が示された¹⁾。本研究では、市販品よりも高濃度の炭酸水を自製し、これを練混ぜに使用して軟度と粘度の経時安定性向上効果を調べた。

2. 材料・配合と試験方法

モルタルの使用材料と基本配合を示す(表-1, 2)。モルタル中の空気を除いた細骨材容積比(s/m)を55%, 水セメント比を45%に固定し、減水剤添加量は練上がり直後のフロー値が250±10mmとなるように調整した。炭酸水は、市販品または自製炭酸水を使用した。自製のものは、上水道水をペットボトルに入れ、1日間冷蔵庫で冷やしたものに液化ボンベから4, 6, 9気圧で注入して十分に振とうしたものを使用した。これによるモルタルの練上がり温度は10℃前後であった。炭酸濃度は体積膨張方式によるCarboQC(Anton Pear 製)を用いて測定した。フレッシュモルタルの軟度と粘度は、それぞれ、練上り10分、60分、120分、180分後にモルタルフロー試験およびSCC用ロート試験により測定した。

表-1 モルタルの基本配合

W/C	細骨材 容積比	単位量(kg/m³)		
		W _{Ca}	C	S
45%	55%	264	586	1,474

表-2 使用材料

材料	概要	記号
市販炭酸水	「ウィルキンソン炭酸」(アサヒ飲料)	W _{Ca}
自製炭酸水	炭酸濃度約10~18 g/L	W _{SCa}
セメント	普通ポルトランドセメント(密度3.15 g/cm³)	C
細骨材	石灰砕砂(密度2.68 g/cm³, 吸水率0.81%, 粗粒率2.63)	S
高性能 AE 減水剤	ポリカルボン酸エーテル系化合物(ポゾリス SP-8SV)	SP

増粘剤	水溶性セルロースエーテル系(信越化学製)	VMA
消泡剤	ポリエーテル系(粉体)	D

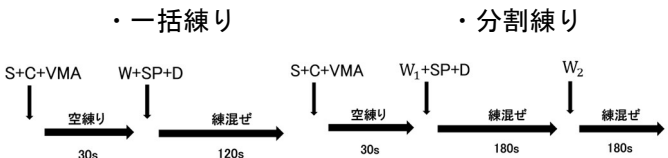


図-1 練混ぜ手順

3. 炭酸水の炭酸濃度がフレッシュモルタルの軟度や粘性におよぼす影響

自製した炭酸水の濃度を示す。今回の実験で使用した練混ぜ水の炭酸濃度は、市販品の3本平均値は9.57g/L、4気圧では11.1g/L、9気圧は最大で16.9g/Lであり、いずれも市販品よりも高い値であった(図-2)。水道水は0.03g/Lであった。これらをそれぞれ練混ぜ水として用いたフレッシュモルタルの相対フロー面積比 Gm と相対ロート速度比 Rm の経時変化を求めた。市販品よりも高濃度の炭酸水を用いたものは経時安定性が高いことが確認できた(図-3)。

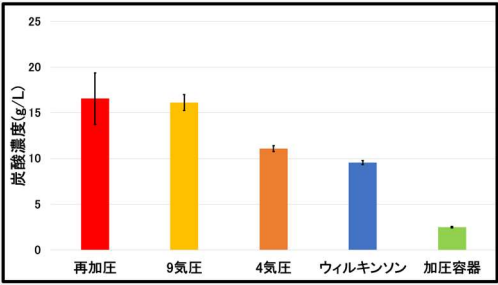


図-2 CarboQC による炭酸濃度

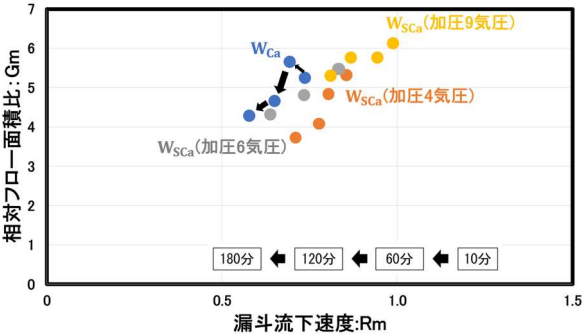


図-3 高濃度炭酸水練混ぜによる軟度と粘度の経時変化(各系列とも時間経過とともに右から左に推移)

4. 軟度と粘度の低下抑制の安定化

最も軟度と粘度の低下を抑制できた「9 気圧」炭酸水を用いて 3 回の練混ぜと試験を行ったところ、軟度と粘度の経時変化がばらついた。製造して冷やしている間に高濃度炭酸水が抜けた可能性がある。

そこで、練混ぜ 1 時間前に再度 9 気圧で加圧した高濃度炭酸水での練混ぜを行った。その結果、再加圧した自製炭酸水で練ったモルタルは Gm, Rm 共にバラツキが小さくなった (図-4)。

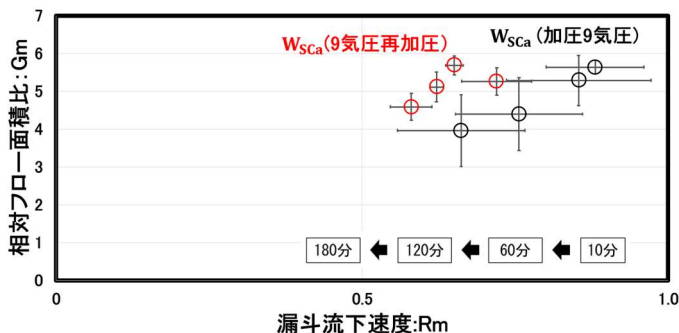


図-4 再加圧した超高濃度炭酸水練混ぜによる軟度と粘度の経時変化の安定化

5. 分割練りによる軟度と粘度の低下抑制

モルタルの分割練りは、自己充填性能向上に有効な微細空気泡比率を高めることが分かっている。そこで、炭酸濃度が最も高かった「9 気圧+再加圧」炭酸水を用いて一括練りと分割練りを行い、経時変化を比較した (図-5)。なお、適切なフロー値を得た減水剤添加量は、一括練りでは 2.05%, 分割練りでは 2.30%であったため、分割練りは Gm 経時変化が小さくなったと言える。一方、Rm の経時変化が大きくなった。

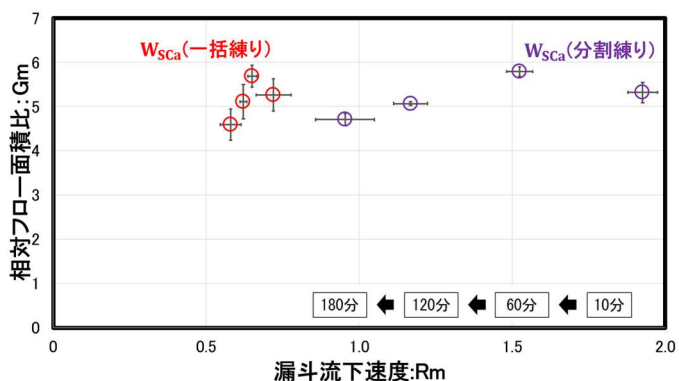


図-5 分割練りによる軟度と粘度の経時安定性

6. 混和剤加圧による経時変化

高濃度炭酸水練混ぜによる軟度と粘度の経時変化抑制効果メカニズム解明のため、単独で二酸化炭素 9 気圧下で振とうしたものをういたモルタルの軟度と粘度の経時変化を、「9 気圧+再加圧」炭酸水で練混ぜてその影響を比較した。その結果、1 時間後まで Gm 経時増加が顕著であった (図-6)。

一方、粉末の増粘剤単体を二酸化炭素 9 気圧下で振とうしたものをういたモルタルには経時安定性向上は見ら

れなかった。

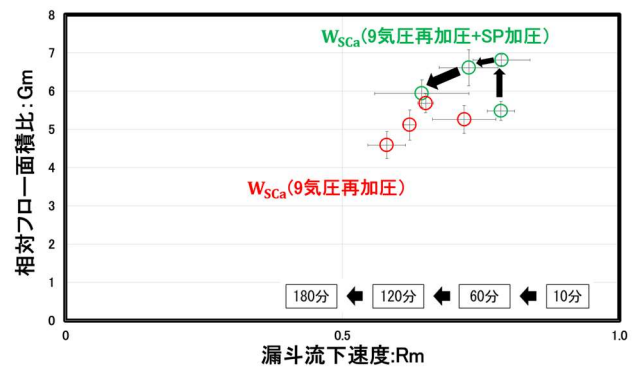


図-6 減水剤加圧と炭酸水練混ぜの併用による軟度と粘度の経時変化

以上、各炭酸水及び練混ぜ手順による経時安定性向上効果、及び SP 添加量と Gm の低下量の関係をまとめて示す (図-7, 8)。

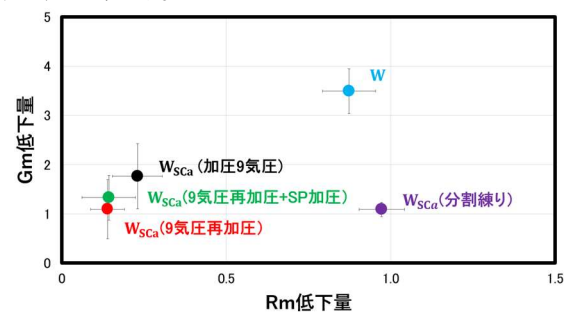


図-7 Gm と Rm の経時安定性向上効果

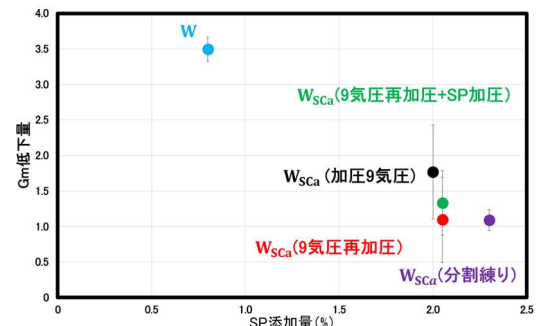


図-8 所要 SP 添加量と Gm 経時低下量との関係

7. 結論

- 1) 炭酸濃度が高いほど減水剤添加量が増加し、練上がり後 3 時間の軟度と粘度の経時低下が小さくなり、経時安定性が向上した。
- 2) 減水剤を加圧したものを高濃度炭酸水と併用することによっても経時安定性が向上した。ただし、練上がり 1 時間後までの軟度の経時増加が顕著になった。

8. 参考文献

- 1) 福田龍大：炭酸水練り混ぜによるフレッシュモルタルの時間経過に対する軟度と粘性の維持性能の向上, コンクリート工学年次論文集, Vol.45, No. 1, pp.802-807, 2023 年 6 月