

炭酸水練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

高知工科大学 システム工学群 建築・都市デザイン専攻 1230145 福田 龍大
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不可欠である。本研究では、二酸化炭素を活用した自己充填コンクリートの軟度維持性能の向上を目指し、炭酸水練混ぜによる軟度と粘性の時間経過に対する維持性能を調べた。炭酸水練混ぜにより、セメントの水和反応により生成した水酸化カルシウム(Ca(OH)₂)が二酸化炭素(CO₂)と反応し、炭酸カルシウム(CaCO₃)が生成され、これが軟度と粘性の維持に役立つことを想定した。

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。増粘剤は286g/m³(粗骨材容積比0.3のコンクリート中の添加量200g/m³に相当する量)を添加した。気泡の影響をなくするため、消泡剤をセメント質量に対して0.01%添加した。炭酸水は市販品を使用した。濃度は隔膜式ガラス電極法によるポータブル炭酸ガス濃度計(東亜 DKK 製)により1.6×10³ppmであった。石灰石微粉末は粗骨材容積比0.3のコンクリート1m³あたり90kgの石灰石微粉末を外割添加した際のモルタル中の単位量を示した。

モルタル材料の練混ぜには JIS R5201 に規定されたモルタルミキサを用い、1 バッチ当たりの練混ぜ量は1.8Lとした。練混ぜ手順を示す(図-1)。練混ぜ手順は、材料を一度に投入する「一括練り」(空練り30秒+本練り120秒)とした。さらに各配合のモルタルでフロー、ロート試験および熱分析を行った。

表-1 使用材料

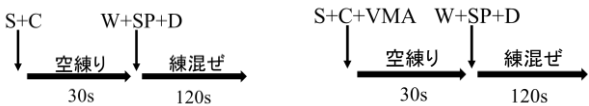
材料	概要	記号
水道水	上水道水	W
炭酸水	「ウィルキンソン炭酸」(アサヒ飲料)	CW
セメント	普通ポルトランドセメント(密度3.15g/cm ³)	C
細骨材	石灰砕砂(密度2.68g/cm ³ , 吸収率0.81%, 粗粒率2.63)	S
高性能 AE 減水剤	ポリカルボン酸エーテル系化合物(ポゾリス SP-8SV)	SP

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
石灰石微粉末	密度2.71g/cm ³ ; 比表面積3530cm ² /g	LS

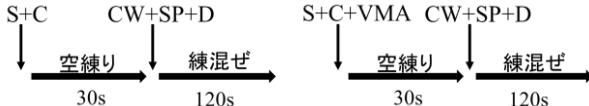
表-2 モルタルの基本配合

	W/C	細骨材容積比	単位量(kg/m ³)			
			W	C	S	LS
石粉無	45%	55%	264	586	1474	0
石灰90	45%	55%	260	578	1454	127

・水道水練り(VMA 無添加) ・水道水練り(VMA 添加)



・炭酸水練り(VMA 無添加) ・炭酸水練り(VMA 添加)



・水道水練り(VMA+石灰石微粉末添加)

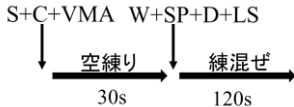


図-1 練混ぜ手順

3. 炭酸水練混ぜがフレッシュモルタルの軟度や粘性におよぼす影響

炭酸水で練り混ぜることにより、VMA 添加の有無にかかわらず時間経過に対する Gm の低下が抑制された。Rm についても同様であった(図-2)。VMA 添加の有無や炭酸水練混ぜの有無を含め、練上がり時の所定フロー値を得るための減水剤添加量が大きくなるに従って Gm と Rm の低下量が小さくなった(図-3)。

炭酸水練混ぜにより、軟度と粘性の両方の時間経過に対する維持性能が高くなったが、その直接の原因は減水剤の所要添加量の増加によるものである可能性を得た。

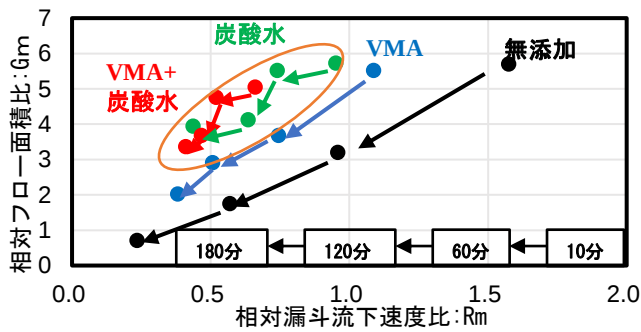


図-2 炭酸水を練混ぜると軟度経時安定性が向上した
(各系列とも時間経過とともに右から左に推移)

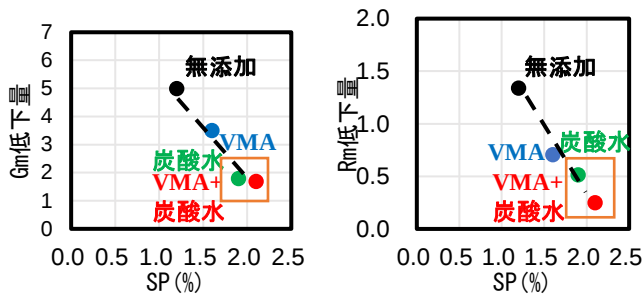


図-3 炭酸水練混ぜにより減水剤の所要添加量が
大きくなり、GmとRm低下量が減少した

4. 炭酸水練混ぜにより生じた物質の検証

各配合のモルタルについて熱分析を行い、試料 1 mg に対する炭酸カルシウム量を求めた(図-4)。その結果、VMA 無添加の炭酸水練混ぜでは炭酸カルシウムが生成されたが、軟度の経時安定性が大きく向上した VMA 添加の炭酸水練混ぜでは、炭酸カルシウム量は VMA 無添加の炭酸水練りよりも小さかった。時間経過に対する軟度や粘性の維持性能の向上のメカニズムは単に炭酸カルシウムの生成量に依存していない可能性を得た。

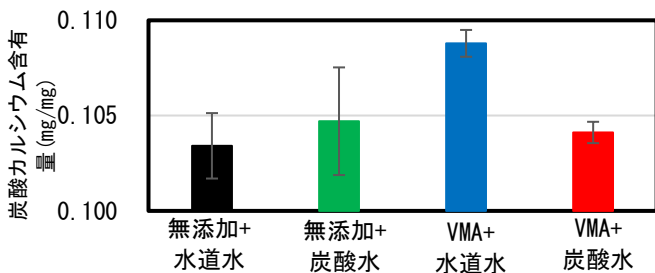


図-4 炭酸水練混ぜによる炭酸カルシウム生成量が
VMA 添加の有無により異なった

5. 石灰石微粉末添加による再現の可否の検討

炭酸水練混ぜにより生成した炭酸カルシウムの代用として石灰石微粉末を外割添加したモルタルの Gm の経時安定性は、水道水練り混ぜのものと同程度に低かった。練上がり 10 分後の Rm は小さくなり、炭酸水練混ぜのものと同程度となったが、同程度の経時安定性は得られなかった(図-5)。所要の減水剤添加量は、VMA 添加の炭酸水練混ぜのもの程度には大きくならなかった(図-6)。

以上、石灰石微粉末には、炭酸水練混ぜのような、所

要の減水剤添加量増加によるフロー値、漏斗流下速度の経時安定効果は無かった。炭酸水練混ぜは石灰石微粉末の添加とは異なる作用を生じさせると言える。

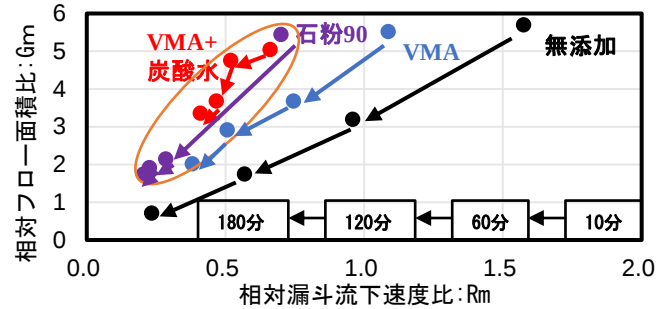


図-5 石灰石微粉末を添加による軟度と粘性の関係の
経時変化を炭酸水練混ぜ比較(各系列とも時間経過と
ともに右から左に推移)

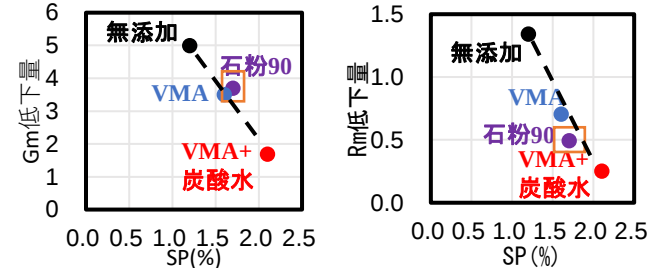


図-6 石灰石微粉末による SP 増加は少なく、Gm と Rm
低下量が小さくなかった

6. 結論

- 1) 炭酸水練混ぜによりモルタルフロー値の経時低下やローット流下速度が抑制され、経時安定性が向上した。特に増粘剤を添加したものは経時安定性が大きく向上した。その直接の原因は減水剤の所要添加量の増加によるものである可能性を得た。
- 2) 熱分析により、炭酸水練混ぜにより炭酸カルシウムが生成されたことを確認した。ただし、増粘剤添加の有無により、生成した炭酸カルシウムによる軟度の維持効果のメカニズムが異なっている可能性を得た。
- 3) 炭酸カルシウムを主成分とする石灰石微粉末を練混ぜ時に外割添加したが、時間経過に対する軟度の維持性能の向上効果は見られなかった。

参考文献

- 1) 菅俣 匠, 日比野 誠, 大内雅博, 岡村 甫: セメント粒子の分散性に及ぼすポリカルボン酸ポリマーの分子構造の影響, 土木学会論文集, No. 662/V-49, pp17-27, 2000. 11
- 2) 八木利之ら: エコタンカル CO2 を原料とした環境にやさしい軽質炭酸カルシウム, 土木施工, Vol.62, No.11, pp.87-90, 2021.11.
- 3) 藤原敏弘, 井戸勇二, 阿部哲良, 大村隆一郎, 瀬尾正幸: 石灰石微粉末を用いた高流動コンクリートの流動性と諸性状, 五洋建設技術年報, Vol.28, pp45-52, 1998