

自己充填性能の経時変化抑制のための フレッシュコンクリートの炭酸水練混ぜ手順

佐藤 京香

要旨

自己充填コンクリート（SCC）は、密な鉄筋を有する型枠内の隅々にまで重力の作用により充填されるため、型枠内での流動性を活かして施工効率の向上や作業負担の軽減に役立つ。フレッシュコンクリートはセメントの水和反応の進行により、練上がり時点から徐々に軟度が低下し、施工の妨げとなる可能性がある。コンクリートは通常、建設現場から離れた生コンクリート工場にて製造されるため、その運搬時間や現場での打ち込み時間を考慮し、振動締固めによる自己充填性能を補うことの不可能な自己充填コンクリートの場合、製造から2時間、出来れば3時間は自己充填性能を維持するのが望ましい。セメントの水和反応の進行に伴う軟度の低下を防止する技術として、ポリカルボン酸系の高性能 AE 減水剤が開発され、自己充填コンクリート用として一般的に使用されている。

高知工科大学では、ショ糖の添加によるセメントの水和反応を抑制作用に着目し、時間経過によるフレッシュコンクリートの自己充填性能の低下を抑制する効果を確認した。しかし、ショ糖の添加により、材齢一日の強度が発現しない問題点が明らかとなった。一方、高知工科大学では、練混ぜ水として市販高濃度炭酸水を用いることにより、時間経過による自己充填性能の低下の抑制効果の一方で、初期強度発現に影響しないことを確認した。

本研究では、ショ糖の代替として練混ぜ水に炭酸水を使用することで、初期強度発現に影響を与えずに自己充填性能の時間経過による低下を抑制する新たな方法を探索した。自己充填性能を構成するフレッシュモルタルの軟度の指標である相対フロー面積比と、粘性の指標である漏斗流下速度比に対して、時間経過に対して自己充填性能の変化を最小にする炭酸水練混ぜの手順を探索した。

炭酸水練混ぜによりフレッシュモルタルの軟度の経時低下が抑制されるのは、練上がり直後の所要の軟度を得るための高性能 AE 減水剤添加量が2倍程度に大きくなることによるものであることを確認した。所要の添加量が大きくなることで練上がり直後にセメントに吸着されずに残る量も大きくなり、それが時間経過と共に徐々に吸着することで軟度が維持されたと推察した。

練混ぜ時間を長くすることによりセメント粒子間の分散が進み、セメント粒子の合計の表面積が大きくなると、所要の高性能 AE 減水剤添加量が大きくなり、軟度の経時低下量を小さくすることが可能になった。季節や増粘剤添加量の違い、炭酸水使用の有無にかかわらず、練上がり時に所定の軟度を得るための高性能 AE 減水剤添加量と、練上がり3時間後までの軟度の低下量との関係がほぼ一定になることを見出した。この関係を用いることにより、実製造において、練上がり時に所定の軟度を得るための高性能 AE 減水剤添加量を指標として、効率的な配合決定法を構築した。

A mixing procedure for mitigating the change in self-compacting performance over time of fresh concrete with carbonated water

Kyoka SATO

ABSTRACT

Self-Compacting Concrete (SCC) is useful for improving construction efficiency and reducing workload by taking advantage of its fluidity in the formwork, since it is filled by the action of gravity to every corner of the formwork with dense reinforcing bars. Fresh concrete gradually loses softness from the time of kneading due to the progress of cement hydration reaction, which may hinder construction. Concrete should normally maintain its self-compacting performance for 2 hours after production, preferably 3 hours in the case of self-compacting concrete, which cannot compensate for self-compacting performance by vibratory compaction, considering transportation time and time for placing on site. As a technique to prevent the softening of cement as the hydration reaction progresses, Poly carboxylic acid-based high-performance AE water reducers have been developed and are commonly used for self-compacting concrete.

Kochi University of Technology has focused on the effect of sucrose addition to inhibit the hydration reaction of cement and has confirmed the effectiveness of sucrose addition to inhibit the decline in self-compacting performance of fresh concrete with the passage of time. However, it was found that the addition of sucrose did not result in the development of strength at the age of one day. On the other hand, it was confirmed that the use of commercially available carbonated water as mixing water had no effect on the initial strength development, while it suppressed the decline in self-compacting performance over time.

In this study, we explored a new method to suppress the decline of self-filling performance over time without affecting the initial strength development by using carbonated water as mixing water instead of sucrose. The procedure of mixing with carbonated water to minimize the change of self-compacting performance over time was explored for the relative flow area ratio, which is an index of softness of fresh mortar that constitutes self-compacting performance, and the funnel flow velocity ratio, which is an index of viscosity.

It was confirmed that the decrease in softness of fresh mortar over time is suppressed by carbonated water mixing because the amount of high-performance AE reducer added to obtain the required softness immediately after mixing is about twice as large as the required amount. The increase in the required amount of additive may increase the amount remaining in the cement immediately after kneading, which is gradually adsorbed over time to maintain the softness.

As the kneading time increases, dispersion between cement particles increases and the total surface area of the cement particles increases, the required amount of high-performance AE thickener added becomes larger and the amount of softness decrease over time can be reduced. We found that the relationship between the amount of high-performance AE reducer added to obtain the specified softness at the time of kneading and the amount of decrease in softness up to 3 hours after kneading is almost constant, regardless of the season, the amount of thickener added, or whether or not soda water is used. By using this relationship, it is possible to establish an efficient formula determination method in actual production using the amount of high-performance AE water reducer added to obtain the specified softness at kneading as an indicator.