

ダブルミキシング工法における一次練混ぜ時間短縮に関する研究

東海大学 学生会員 中西 成明
 東海大学 学生会員 山下 実穂
 (株) IHI 建材工業 山本 光彦
 東海大学 正会員 笠井 哲郎

1. はじめに

コンクリートの分割練混ぜ工法(Double Mixing, DM)では、ブリーディングの低減やセメントの初期水との向上などの改善効果が報告されている^{1),2)}。これらの品質向上のメカニズムに関しては様々な検討が行われ、有力な説の一つは、セメントペースト（以下CPと示す）の練混ぜにおいてセメントと一次水(W₁)をキャピラリー状態となる量で練り混ぜた後（一次練り）、残りの水（二次水：W₂）を加え練り混ぜて製造した場合には通常の練混ぜ（一括練混ぜ：Single Mixing, SM)に比べ、セメント粒子の分散・凝集構造が大幅に変化し、水を保水しやすい構造となり、ブリーディングを大幅に低減するとしている²⁾。しかし、この工法の総練混ぜ時間は通常の練混ぜ時間より長くなる。このことは本工法の適用範囲を広げる上での課題となる。

そこで、DM練混ぜの優れた特性を維持しながら、練混ぜ時間を短縮し一括練混ぜと同等のコンクリート生産性を得られる練混ぜ技術を見出した。具体的には、水酸化カルシウムCa(OH)₂（以下CHと示す）の供給で実現し、その効果を確認した。

2. 実験概要

2.1 使用材料および練混ぜ方法

普通ポルトランドセメント(C)（密度3.16g/cm³）、水道水(W)、混和剤は「食品添加物用CH」を用い、水セメント比55%のCPを図-1に示す練混ぜ方法で製造した。CHは練混ぜ直前にセメントと混合して添加した。DMでは一次練混ぜ時間を0.5, 1, 2, 3分と変化させて製造した。二次練混ぜ時間は1.5分と一定とした。

2.2 ブリーディング試験方法

JSCE-F 522-2018 に準拠した。

2.3 ゼータ電位測定方法

ゼータ電位測定装置は電場におけるコロイド粒子の移動速度を測定することによりその粒子のゼータ電位を算出するものである。この装置は二つの電極室と泳動室から構成され、二つの電極間に電圧をかけることで泳動室内に電場が発生し、荷電粒子は一方または他方の電極に向かって移動する。この移動速度からゼータ電位が算出される。本実験では顕微鏡電気泳動法である「LAZER ZEE METER Model 501」(P社製)を使用し、以下の手順でゼータ電位を測定した。

300mlの蒸留水に図-1で混ぜた2mlのCPを加え、ビーカー内でかき混ぜる。シリンジを使用し、希釈したCPをセルに注入する。セルを測定機に取り付け、セメント粒子が観察できるように顕微鏡の焦点を合わせる。電圧を100mVに設定し、セルに電圧をかける。電位を調整してセメント粒子が静止するように調節し、その時の値を記録した。セルはCP練上り後2分で設置し、ゼータ電位測定は3分間で行った。

キーワード ダブルミキシング, ブリーディング, 水酸化カルシウム

連絡先 〒259-1292 神奈川県平塚市北金目4-1-1 東海大学 TEL:0463-58-1211 FAX:0463-50-2045

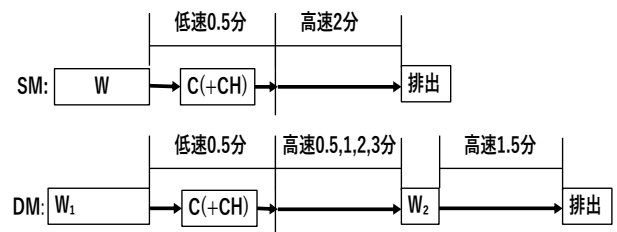


図-1 CPの練混ぜ方法

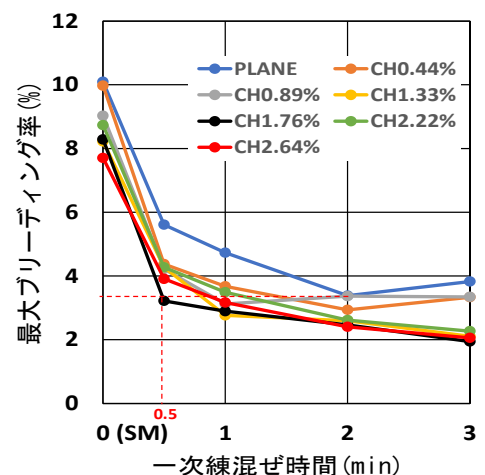


図-2 最大ブリーディング率と一次練混ぜ時間の関係

3. 実験結果および考察

3.1 ブリーディング試験

図-2 は CH の添加率を変化させた場合に関し、SM および DM における一次練混ぜ時間と最大ブリーディング率の関係を示したものである。SM では、CH の添加率の増加に伴い最大ブリーディング率は低下し、CH 添加率で、無添加に比べ 10.09 から 7.70% に低下している。DM では、一次練混ぜ時間増加に伴い最大ブリーディング率は低下し、無添加の場合一次練混ぜ時間 2 分で最大ブリーディング率が最小 (3.38%) となっている。

CH 添加の場合において、この値 (無添加の最大ブリーディング率の最小値) と同等となる一次練混ぜ時間を図より求めると

(図中の赤線との交点)、CH 添加率 1.76% では約 0.5 分となる。このことは、DM において CH を添加することで一次練混ぜ時間を大幅に短縮できることを示している。

3.2 ゼータ電位

図-3 に CH 添加による一次練混ぜ時間とゼータ電位の関係を示す。無添加の SM ではゼータ電位は負電荷であるが、一次練混ぜ時間増加と共に正電荷に移行している。また、CH 添加に伴い正電荷が大きくなっている。無添加では負であった SM が CH 添加により正に移行している。これより、ゼータ電位は CH 添加で無添加に比べより早い段階で正に移行していることが考えられる。

図-4 に最大ブリーディング率とゼータ電位の相関関係を示す。ゼータ電位上昇に伴い、最大ブリーディング率が減少している。これよりゼータ電位が正側に大きいほど DM 効果が強く表れていることが分かる。

以上のことより、DM 効果は、練上がり直後のセメントペースト中のセメント粒子のゼータ電位に依存するものと考えられる。

図-5 に無添加の一次練混ぜ時間 2 分の最大ブリーディング率に相応する各 CH 添加率のゼータ電位と一次練混ぜ時間の関係を示す。この図よりゼータ電位上昇に伴って、一次練混ぜ時間が減少している。このことは、CH 添加等により一次練混ぜ初期のゼータ電位上昇を正側に大きくさせる条件で、一次練混ぜ時間の短縮化が可能であることを示唆している。

4. まとめ

- (1) CH の添加により、DM における一次練混ぜ時間の大幅な短縮が可能である。
- (2) 練上がり直後のセメントペースト中のセメント粒子のゼータ電位が正側に大きいほど DM 効果が強く現れることから、DM 効果はセメント粒子のゼータ電位に依存することが明らかとなった。このことはゼータ電位の測定により DM 効果を向上させる添加材等の評価が可能であることを示唆している。

参考文献

- 1) 田澤榮一, 笠井哲郎: フレッシュセメントペーストのダブルミキシング効果, 土木学会論文集, 第 396 号/V-9. pp135-142(1988)
- 2) 田澤榮一ほか: セメントペーストのダブルミキシング効果とレオロジー特性, セメント技術年報 42, pp160-163(1988)

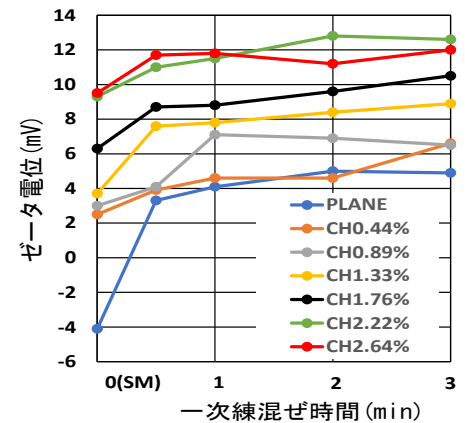


図-3 一次練混ぜ時間とゼータ電位の関係

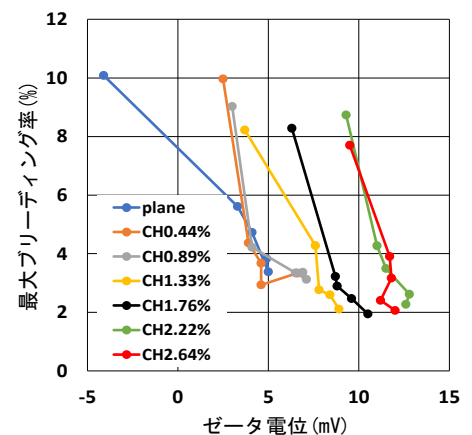


図-4 最大ブリーディング率とゼータ電位の相関図

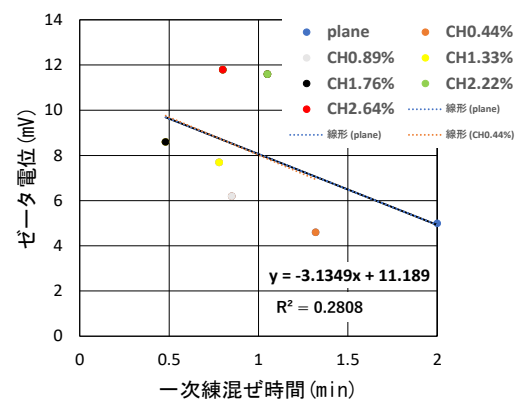


図-5 無添加 2 分に相当するゼータ電位と一次練混ぜ時間の関係