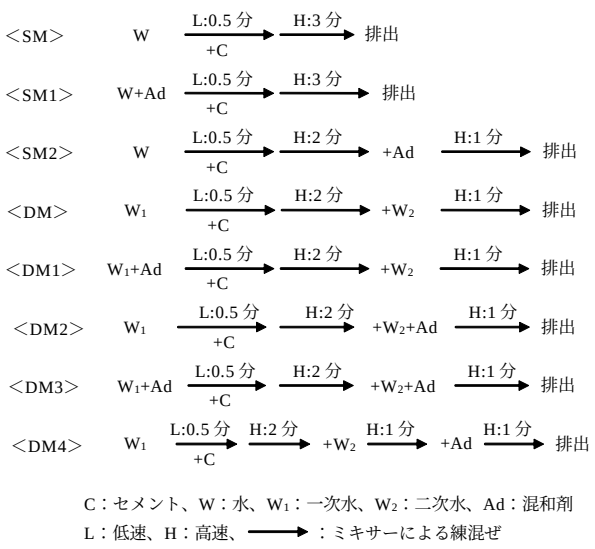
化学混和剤を添加したセメントペーストのダブルミキシング効果

東海大学大学院　学生員　○磯貝　寛幸
フェロー　田澤　榮一
東海大学工学部　正会員　笠井　哲郎

1 はじめに

練混ぜ水を最適比率で分割し，セメントペーストを練り混ぜるとそのブリーディングは大幅に低減する。この練り混ぜ方法は従来の練り混ぜ方法(シングルミキシング(SM))に対し，ダブルミキシング(DM)と呼ばれている。著者らの一部は，セメント－水系およびこれにナフタリン系高性能減水剤を添加した系のDM効果について検討を行い，ブリーディングの低減現象とその機構を明らかにした[1)]。しかし，近年の主要混和剤であるポリカルボン酸系高性能AE減水剤などを添加した系については殆ど検討されておらず，その効果は未だ明らかにされていない。

本研究では，セメントペーストの DM 効果に及ぼす化学混和剤の影響に関し，ブリーディング特性やセメントの水和特性等について実験的検討を行った。



図－1 練混ぜ方法

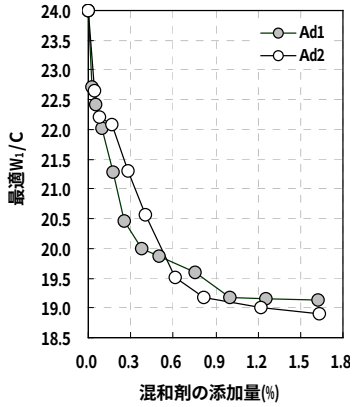
2 実験概要

セメントは普通ポルトランドセメント(密度 3.16g/cm^3，N)，高炉セメントB種(密度 3.04g/cm^3, BB)を使用した。細骨材は静岡県大井川産山砂(表乾密度 2.59g/cm^3)を使用した。混和剤はポリカルボン酸系高性能AE減水剤(Ad1)，ナフタリン系高性能減水剤(Ad2)を使用した。練混ぜ方法を**図－1** に示す。混和剤を添加しないSM，DM，一次水(W_1)に混和剤を添加したDM1，SM1，二次水(W_2)に添加したDM2，混和剤をW_1とW_2に同一濃度となるように添加したDM3，全量を後添加したDM4，SM2 である。水セメント比は 50%，混和剤添加率は 0.7(C×%)と一定にした。また，試験にモルタルを用いる場合，細骨材はセメントペーストの練混ぜ終了後に投入し，さらに 90 秒間の練混ぜを行った。なお，本研究では，一次練混ぜ時の攪拌トルクが最大となる一次水セメント比(W_1/C)を最適W_1/Cとした。試験項目はセメントペーストによるブリーディング試験，水和収縮試験，モルタルによる凝結試験を土木学会基準，JIS等に準拠して行った。

3 実験結果および考察

図－2 はDM1 における最適W_1/Cと混和剤添加量の関係を示したものである。Ad1，Ad2 ともその添加量の増加に伴い，最適W_1/Cが低下するが，Ad1 はAd2 に比べ少量で最適W_1/Cが急激に低下し，ある量以上になると最適W_1/Cの低下は緩慢となった。

図－3，**図－4** はNセメントを用いた場合について，各種練混ぜ方法で製造したセメントペーストの最大ブリーディング率を示したものである。両図より，各DMにおいて，最大ブリーディング率はW_1/Cの変化に伴い大幅に変化し，混和剤の種類によらず，最適W_1/C(21～24%)で最小値を，W_1/C=9%で最大値を示した。こ



図－2 混和剤添加量と最適W_1/Cの関係

キーワード　ダブルミキシング，化学混和剤，ブリーディング特性，水和収縮特性，凝結特性
連絡先　〒259-1292　神奈川県平塚市北金目 1117　東海大学　TEL 0463-58-1211　FAX 0463-50-2045

れは著者らが既に報告したAd2 を添加した系だけでなく，Ad1 においても同様のDM効果が現れることを示すものである。また，混和剤を添加した場合，混和剤無添加（DM)の場合に比べ，W_1/Cの変化に伴うブリーディング率の変化が大きく，DM効果がより鋭敏に現れた。Ad1 を添加した系では，最適W_1/Cにおける最小のブリーディング率は各DMともほぼ同一の値を示している。一方，Ad2 を添加した系では，各DMの最適W_1/Cでブリーディング率は異なる値を示した。これらの差は，Ad1 とAd2 の作用機構の相違(静電的反発力と立体障害反発)等が影響していると推察されるが，今後，セメント粒子の凝集構造の観察等を行い検討する必要がある。

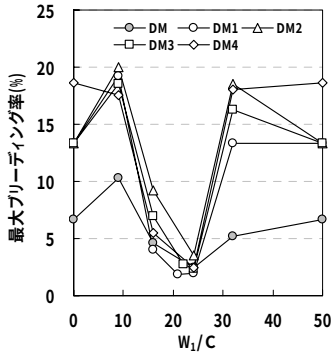


図-3 W_1/Cとブリーデディングの関係 (Ad1.N)

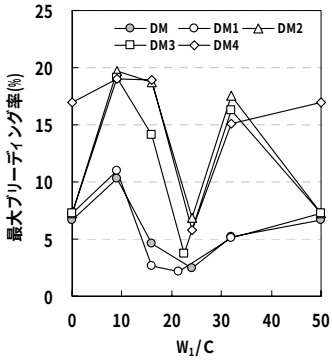
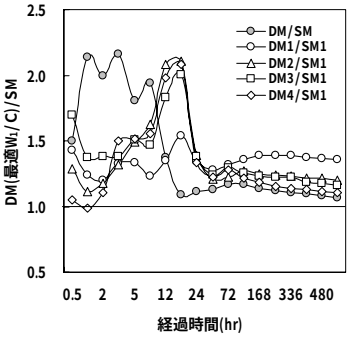
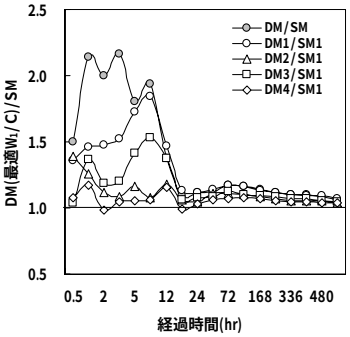


図-4 W_1/Cとブリーデディングの関係 (Ad2.N)

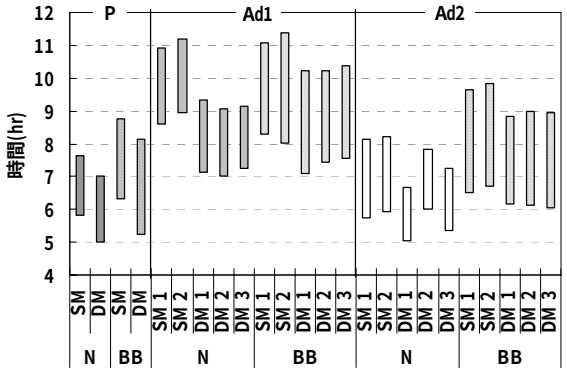


図－5 DM と SM の相対比較 (Ad1.N)



図－6 DM と SM の相対比較 (Ad2.N)

図－5，**図－6** は，各種セメントペーストの水和収縮率の値に関し，SMの値に対する最適W_1/CのDMの値の比(DM/SM)を各材齢ごとに示したものである。水和収縮率は，セメントの水和進行の程度を表すものと考えられ，図の値が 1 より大きい場合はSMに比べ，DMの方が，水和が促進されたと判断できる。両図よりAd1，Ad2 ともに，DMにより極初期材齢から水和が促進されていることがわかる。これはDMにより，セメント粒子の分散性が向上し，セメント粒子の接水面積が増加したためであると考えられる。特に，DM1でその促進効果は顕著に現れた。これは，W_1に添加させた混和剤の影響により，一次練混ぜ時にセメント粒子の団粒が減少し，均一な凝集構造が形成され，二次練混ぜ時に効率的に分散されたことで，他のDMより，セメント粒子の接水面積がより増加したためと考えられる。



図－7 各配合の凝結時間

図－7 はSMと最適W_1/Cで練り混ぜたモルタルの凝結試験の結果を示したものである。どのDMでも，最適W_1/Cで練混ぜを行うことで，SMの場合より凝結が促進されている。これは，**図－5**，**図－6** で述べた通り，DMにより，セメントの水和が促進されたと推察できる。また，BBセメントでもNセメントと同様にDM効果が顕著に現れた。BBセメントを用いたコンクリートは，水密性の向上やアルカリ骨材反応抵抗性等の耐久性が向上する反面，初期の強度発現が遅いという問題点も指摘されている。しかし，BBセメントを用いた場合にDMを適用することで凝結遅延の短縮，強度発現の促進等の改善が期待できる。

4 まとめ

ポリカルボン酸系化学混和剤を用いても DM 効果は現れるが，化学混和剤の種類および添加方法の相違により，その効果は異なる。また，NセメントとBBセメントともDMにおける最適W_1/Cの条件で練り混ぜると，極初期材齢からセメントの水和が促進され，凝結時間が短縮される。

【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.pp.135-142(1998)