

広島大学 正員 田沢栄一  
 学生員 〇 丹 義幸

### 1. まえがき

練り混ぜ水を2回に分割投入するダブルミキシング(DM)によって、練り混ぜ水を一括投入する通常の混練方法(シングルミキシング, SM)に比べ、ブリージング現象などの諸性質が異なるセメントペーストが製造されることが報告されている。DM効果を生じさせる機構についての種々の提案もなされているが、まだ確定的なものではなく、不明な点も多い。よって、本研究は、ダブルミキシングのメカニズムを解明するための手がかりとするために、セメントペーストにおいて、水セメント比、高性能減水剤の添加量および添加条件などを変化させて実験を行ない、その実験結果に検討を加えたものである。

### 2. 実験方法

使用したセメントは、普通ポルトランドセメントで、混和剤には、ナフタリンスルホン酸塩系の高性能減水剤を用いた。セメントペーストの練り混ぜには、容量10ℓのモルタルミキサーを使用した。練り混ぜ方法は、図-1に示す。なお、ミキサーの攪拌翼の回転数は、低速100 rpm, 高速200 rpmである。

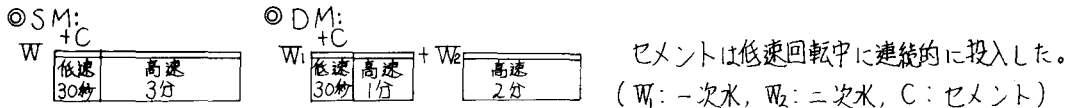


図-1. 練り混ぜ方法

ペーストの練り上がり温度は、約20℃とした。ブリージング率の測定は、土木学会規準「プレパックドコンクリート、注入モルタルのブリージング率および膨張試験方法」に準拠して行なった。圧縮強度の供試体には、ブリージング率の測定に使用した試料を切断し、φ5×10cmのシリンドーにしたものを用いた。

### 3. 実験結果および考察

図-2に、ブリージング率と圧縮強度の関係、図-3に、ブリージング水を差し引いた実質の水セメント比(以下 $W_1/C$ と呼ぶ)と圧縮強度の関係を示す。同じ $W/C$ のセメントペーストでは、ブリージングが多い程、つまり、 $W_1/C$ が小さい程、圧縮強度は大きくなっている。同一 $W_1/C$ においては、SMとDMの圧縮強度は、ほぼ等しい値となっており、セメントペーストの圧縮強度は、実質の水セメント比により決定されると思われる。S.E.Cでは、ブリージングが減少し、圧縮強度も増加するとされているが、DMのペーストについては強度の増加はなかった。

図-4は、高性能減水剤を一次水に添加しダブルミキシングしたペーストおよび無添加のものについて、 $W_1/C$ とブリージング率の関係を示したものである。一次水に高性能減水剤を添加することにより、ブリージングを最小とする $W_1/C$ は小さくなり、ブリージングをより減少させることが認められる。また、無添加の場合、 $W_1/C = 20 \sim 26(\%)$ の範囲では、ブリージング率の変化は小さいが、高性能減水剤を添加した場合には、ブリージング率は、 $W_1/C$ の変化により敏感に変化する。高

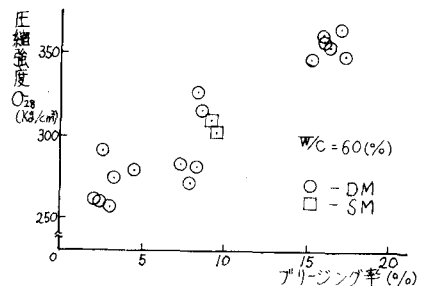


図-2. ブリージング率～圧縮強度

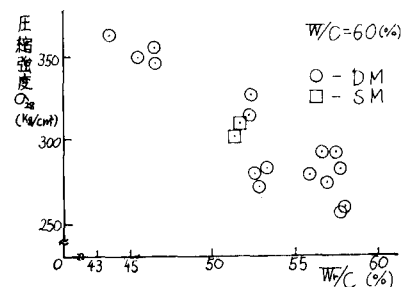


図-3.  $W_1/C$ ～圧縮強度

性能減水剤を二次水にセメント重量の0.25(%)添加した場合、 $W/C = 24(%)$ においても、ブリージング率が16.2(%)となり、非常に増大することも認められた。図-5に、 $W/C = 21.5(%)$ において、高性能減水剤の添加率とブリージング率の関係を示す。高性能減水剤を添加することにより、無添加のものに比べ、ブリージングを減少させることができるが、過剰に添加した場合にはブリージングを増加させる。高性能減水剤をセメント重量の0.25(%)添加した場合にブリージング率は最小となり、添加率には最適値が存在することが認められた。適量の高性能減水剤を一次水に混入するとセメント粒子の分散がよくなり、水を取り囲むフロックを分解するため、より少量の一次水で一樣な濡れ状態になると思われる。よって、一次水中の高性能減水剤がその効果を発揮するこの事実は、減水剤を使わない一次練りにおいても、DM効果がセメントの分散と関係していることが示されたことになる。一次練り混ぜ時間を延ばすことが有効な事実もこれで説明できる。

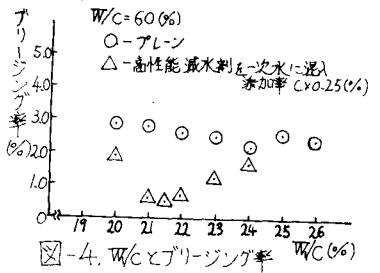


図-4.  $W/C$ とブリージング率

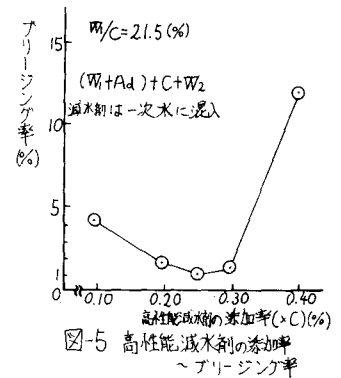


図-5 高性能減水剤の添加率～ブリージング率

図-6は、ブリージングを最小とする $W/C = 24(%)$ でのDMペーストとSMペーストについて、 $W/C$ とブリージング率の関係を示したものである。 $W/C = 140(%)$ ,  $200(%)$ など極端に大きな $W/C$ においても、ダブルミキシングによってブリージングは減少している。 $W/C$ が60(%)以上では、 $W/C$ の大小にかかわらずSMとDMのブリージング率の差はほぼ同じであり、単位ペースト当り同量のブリージングを減少させることが認められた。図-7は、DM効果によるセメント1量当りのブリージング水の減少量と $W/C$ の関係を示したものである。 $W/C$ が増加するに従い、単位セメント量当りのブリージング水の減少は増加している。つまり、薄いサスペンションにする程、DMにより単位セメント量当りで拘束される水の量がふえると言える。この事はダブルミキシングによって、粒子の凝集が少なくなり、釣り合いのつれた内部組織が形成されるとみなすことができ、そのためブリージング水が減少すると思われる。

#### 4. まとめ

- i). セメントペーストの圧縮強度は、ブリージングを差し引いた実質の水セメント比により決定される。
- ii). 最適量の高性能減水剤を一次水に添加してダブルミキシングをすれば、ブリー

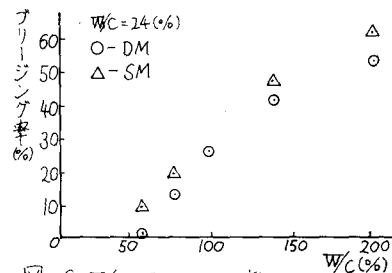


図-6  $W/C$ ～ブリージング率

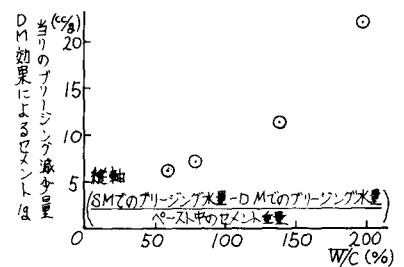


図-7  $W/C$ ～ブリージングの減少量

- ジングをさらに減少できる。しかし、過剰に添加した場合には、ブリージングが増加する。
- iii). 高性能減水剤を二次水に添加した場合には、 $W/C = 24(%)$ であっても、無添加のシングルミキシングされたペーストよりブリージングは増大する。
- iv).  $W/C$ が極端に大きな場合でも、ダブルミキシングによるブリージングの拘束効果は生じる。

#### - 参考文献 -

- 1) 田沢、松岡他：第4回コンクリート工学年次講演会論文集、1982、P.125～128。
- 2) 田沢、丹：土木学会中国四国支部第35回年次学術講演会講演概要集、“ダブルミキシング効果の機構について”
- 3) 田沢、丹：昭和58年度・セメント技術年報“ダブルミキシング効果に関する二、三の実験と考察”(投稿中)