

V-158

高性能減水剤を添加したフレッシュモルタルの流動性に及ぼす練混ぜ方法の影響

東京大学 学生員 大住道生

東京大学 正会員 小澤一雅

1. はじめに

コンクリートの練混ぜは、その品質を決める重要な要素のひとつである。本研究では、モルタル練混ぜ時の材料の投入順序と練混ぜ時間を変化させて、モルタルのフロー試験とロート試験を行うことにより、練混ぜ方法の違いによるフレッシュ性状の変化のメカニズムの解明を試みた。

2. 投入水の分割が流動性に及ぼす影響

材料の投入順序の変化が、モルタルの相対フロー面積比（以下 Γ_m と記す）、相対ロート速度比（以下 R_m と記す）に及ぼす影響を調べた。ここで Γ_m とは、磨きガラス板上でフローコーンを抜き、モルタルの広がった面積をコーンの面積で正規化したものである。また R_m とは、Vロートに詰めたモルタルの流下時間で10を割ったものである。

使用したセメントは中庸熱ポルトランドセメント（ $\rho=3.21$ 、ブレン値 $3100\text{cm}^2/\text{g}$ 、 $\beta_p=0.993$ ）細骨材は富士川砂（表乾比重2.58、粗粒率=3.01、表面水率約2.0%）ポリカルボン酸系高性能AE減水剤、混練水は水道水である。ここではトータル練混ぜ時間は両練混ぜ方法とも等しいが、混練水の分割による練混ぜ効率の変化と、高性能減水剤（以下SPと記す）投入後の練混ぜ時間が異なる。3種類のSP添加量で、水セメント比を変化させて実験を行った。

Γ_m と水セメント比の間には、図2に示すように線形関係がみられる。このSPの標準添加量である1.25%では一括と分割の差は見られないが、SPを投入しないものでは差が見られ、SP投入量がその中間のものでは、両者に顕著な差がみられる。図2の傾き及び切片とSP添加量の関係を図3、図4に示す。傾きはSPを添加しないときには差が大きいが、SP添加量が増えるに従って同一になる。そして切片は一括と分割で下がってくる添加量がずれていることが分かる。そしてどちらもSPを十分多く添加すれば差はなくなる。これらのことから、混練水分割による影響はSP投入後の練混ぜ時間の変化による影響に比べて小さく、十分量のSPが投入されていれば、混練水分割による影響は十分小さくなる。そこで次にSP投入後の練混ぜ時間を変化させて実験を行った。

3. 高性能減水剤投入後の練混ぜ時間が流動性に及ぼす影響

SP添加後の練混ぜ時間の変化がモルタルの Γ_m 、 R_m に及ぼす影響を調べた。練混ぜ方法は先の一括練りと同じ方法で、最後の高速で練混ぜる時間を変化させた。試験はSP添加後30分に行った。

まず $W/W_c=0.8$ SP=1.25%のモルタルで実験を行った。SP添加後の練混ぜ時間と Γ_m の関係を図5に示す。これを見ると、SP添加後4分までは Γ_m は増大し、その後は練混ぜが進むほど Γ_m は減少し、19分後には0になってしまう。一方 R_m についても Γ_m の時と同じ傾向を示すが、それぞれのピークがずれてい

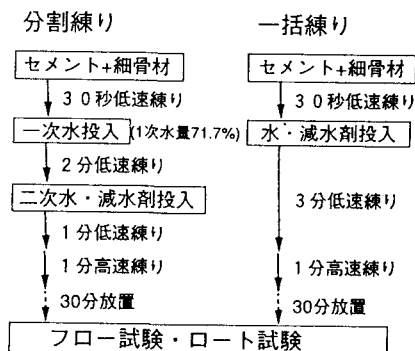


図1 実験方法

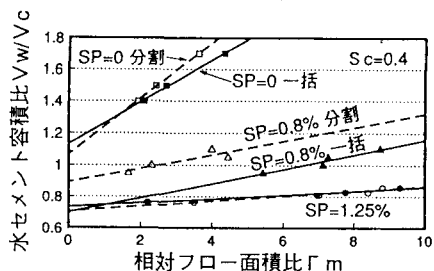


図2 材料投入順序を変化させたモルタル

$$W/C = E_m \cdot \Gamma_m + \beta_m$$

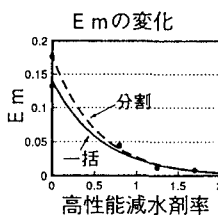


図3 傾き

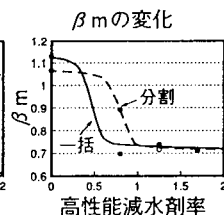


図4 切片

ることからこの現象は Γm 、 $R m$ の増加要因と減少要因が存在することが分かる。さらにこの要因を探るために、 $Vw/Vc=0.9$ SP=1.25%、 $Vw/Vc=0.8$ SP=1.45%として実験を行った。その結果、水セメント比、SP添加量を変化させても練混ぜ時間の増加にともなう Γm 、 $R m$ の増加とその後の減少という現象が見られた。以上の結果から、練混ぜ時間の増加による Γm 、 $R m$ の増加はモルタル構成材料の分散によるものであり、さらに練混ぜ時間を増加させた時の Γm 、 $R m$ の減少は自由水の減少によるものと考えた。そして自由水の減少はセメントの微視的变化によるもの、あるいはSP効果の変化によると考えた。これを確認するために、セメントの替わりに高炉スラグ微粉末（ $\rho=2.89$ 、 $\beta_p=0.968$ ）を用いて実験を行った。スラグを使用した場合にはセメントの時に見られた練混ぜ時間の増加に伴う Γm 、 $R m$ の減少は、練混ぜ後33分までではほとんど見られなかった。

以上の結果より、自由水の減少が起きているとすれば、その要因はセメントの微視的構造の変化によるということが出来る。セメントは接水直後に水和反応を開始し、粒子表面にエトリンガイトが生成する。練混ぜることにより、これがセメント粒子から剥離し、その結果粒子数が増え、さらにエトリンガイトが剥離したところは再び水和するものと考えられる。そして粒子数の増加と水和の進行により自由水が減少する。このことを検証するため、SPを投入しないモルタルについても実験を行い、その結果SPを投入したものと同様の変化が見られ、この仮説を裏付ける結果となった。

4. まとめ

本研究では以下の成果が得られた。SPを添加したモルタルでは、分割練り一括練りの違いによる Γm 、 $R m$ の変化は、SP投入後の練混ぜによるところが大きい。練混ぜ時間の増大に伴い、 Γm 、 $R m$ は最初増加するが、過度の練混ぜにより減少する。高炉スラグのモルタルでは、30分程度の練混ぜ時間の増大による Γm 、 $R m$ の減少は見られない。以上の結果から、練混ぜ時には自由水が減少していると考えられ、モルタル構成粒子の分散状況とともに、そのフレッシュ性状に影響を及ぼしていると考えられる。

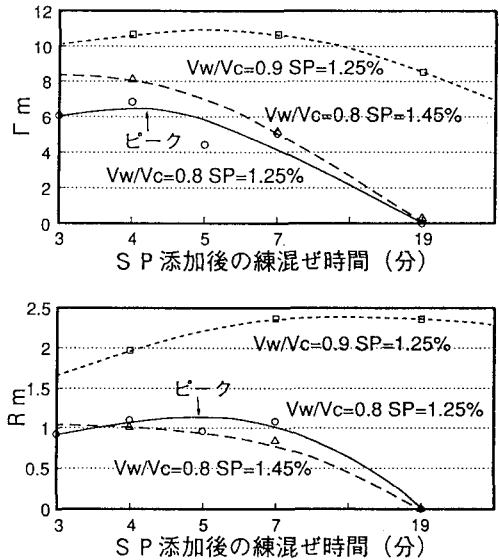


図5 練り混ぜ時間を変化させたモルタル

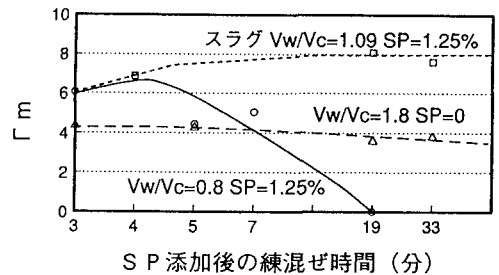


図6 スラグモルタル及び
プレーンモルタルとの比較

[参考文献] 1) 岡村 甫、前川宏一、小澤一雅 ハイパフォーマンスコンクリート 技報堂出版 1993

2) 小澤一雅、白木久、藤木輝己 締固め不要コンクリートの品質に及ぼす練りまぜ因子の影響
コンクリートの製造システムに関するシンポジウム論文集 1992

3) 魚本健人、西村次男 コンクリートの品質に及ぼす練りまぜ時間の影響 フレッシュコン
クリートの挙動とその施工への応用に関するシンポジウム 1989

4) 荒井康夫 セメントの材料化学 大日本図書 1993