

東京工業大学 正 氏家 勲  
 “ 正 長 滝 重 義  
 “ 正 戸 矢 栄 一

1. まえがき

従来、コンクリートの練り混ぜは各材料をほぼ同時にミキサーに投入してコンクリートを練り混ぜているが、近年、材料（特に混練水）を分割して練り混ぜることによりコンクリートの諸性質を向上させるという報告がされている。その一例としてSECコンクリートと呼ばれるものがあり、多くの研究がなされるとともにその実用化もなされている。しかし、その機構や有用性については不明な点も多い。本研究ではこれらのことを明らかにするためセメントペーストおよびモルタルにおいて混練水を分割して練り混ぜ（以下、分割混練と呼ぶ）ブリージングおよび流動性について検討を加え、またコンクリートに適用した時の性状についても検討を加えた。

2. 実験概要

セメントは普通ポルトランドセメントを使用し、細骨材は富士川産の川砂（比重2.63，F.M.2.90），粗骨材は西多摩産の碎石（比重2.65，F.M.6.62），高性能減水剤は芳香族スルホン酸塩系のもを使用した。各々の配合を表-1に示す。練り混ぜ方法は図-1に示す通りであり、コンクリートの場合細骨材と粗骨材を同時に投入し高性能減水剤は二次混練水の後に添加して練り混ぜた。また、一次混練水のセメント重量に対する割合（以下 $W/C$ と呼ぶ）は15, 20, 25, 30, 35%とした。ブリージング試験は、セメントペーストおよび

| セメントペースト   |  | モルタル    |         | コンクリート                                 |             |         |              |                   |
|------------|--|---------|---------|----------------------------------------|-------------|---------|--------------|-------------------|
| W/C (%)    |  | W/C (%) | S/C (%) | 高性能減水剤 (固形分) (%)                       | 目標スランプ (mm) | 空気量 (%) | 単位水量 (kg/m³) | 高性能減水剤 (固形分) (%)  |
| 40, 50, 65 |  | 50      | 1       | $C \times 0.15\%$<br>$C \times 0.30\%$ | 50          | 48      | 18 ± 1       | 1.0               |
|            |  |         |         |                                        |             |         | 179          | $C \times 0.30\%$ |

時に投入し高性能減水剤は二次混練水の後に添加して練り混ぜた。また、一次混練水のセメント重量に対する割合（以下W/Cと呼ぶ）は15, 20, 25, 30, 35%とした。ブリージング試験は、セメントペーストおよびモルタルの場合φ10 cm x 20 cmの円柱型わく、コンクリートの場合φ24 cm x 22 cmの鋼製容器を使用しJISA 1123に準じて行なった。またセメントペーストおよびモルタルの流動性は管式粘度計を使用した。

```

graph LR
    subgraph Type_I [Type I]
        S1[セメント] --> Mix1[ ]
        FA[細骨材] --> Mix1
        Mix1 --> W1[水 + 高性能減水剤]
        Mix1 --> T1[2分]
        Mix1 --> T2[2]
    end
    subgraph Type_II [Type II]
        PW[一次混練水] --> Mix2[ ]
        C[セメント] --> Mix2
        Mix2 --> SW[二次混練水 + 高性能減水剤]
    end
  
```

3. 実験結果および流動性

3-1. 分割混練したセメントペーストおよびモルタルのブリージング性状および流動特性

図-2はセメントペーストにおける $W/C$ とブリージング率の関係を示す。これからわかるように分割混練することによりブリージング率が減少しており特に $W/C=25$ で最小となっている。このような傾向は水セメント比が変化しても同様である。図-3はセメントペーストの圧力勾配と流量の関係を示す。 $W/C$ の変化に伴い流動曲線、特に降伏値が大きく変化していることがわかる。即ち $W/C$ が変わっても塑性粘度はあまり変化していないが降伏値は $W/C=25$ で最も小さくなっている。図-4はモルタルにおける $W/C$ とブリージング率の関係と各混練方法別に $S/C=1$ および3の場合について示す。高

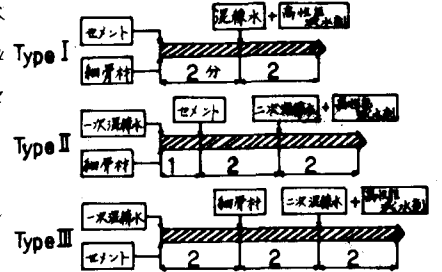


図-1 練り混ぜ方法

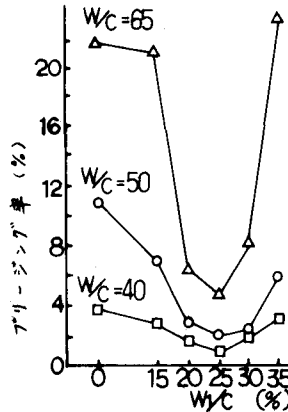


図-2 セメントペーストの $W/C$ とブリージング率の関係

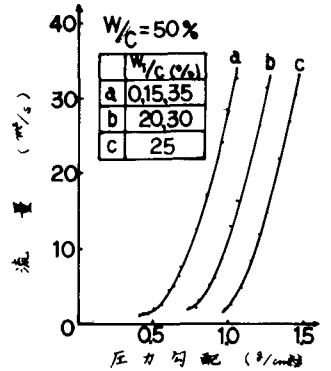


図-3 セメントペーストの圧力勾配と流量の関係

性能減水剤を添加してもまた  $S/c$  を変化させてもセメントペーストと同様な傾向を示し  $W/c = 25$  でブリージング率は最小となっている。図-5は練り混ぜ方法 Type III におけるモルタルの圧力勾配と流量の関係を示したものである。これもセメントペーストと同様な傾向を示している。流動曲線の図-3、5のような現象はセメントペースト、モルタルおよびコンクリートのコンシステンシーの経時変化にもみられ練り混ぜ後の経過時間に伴う流動曲線の変化は水和が活発に行なわれない範囲では流動曲線の勾配は変化せず右方向に平行移動する形となる<sup>1)</sup>。そして経過時間に伴い降伏値が増大するという現象は化学的凝集または物理的な凝集によるものといわれている。特に  $W/c = 25$  で練り混ぜるとブリージング率が最小となり、降伏値が最大となっているが  $W/c = 25$  で練り混ぜるとセメントペーストは液性限界と塑性限界の間にあると思われこのとき最も強く凝集しているので残りの混練水を加えても凝集は破壊されないで残ると思われる。つまり凝集していることによって内部に水が取り込まれてまたネットワークが形成されセメント粒子が沈下しにくくなりブリージングが減少し降伏値が大きくなったと思われる。これまで SEC コンクリートにおいてブリージングを抑制するのは細骨材のまわりの皮殻がブリージング水を閉じ込めてその発生を防ぐといわれている<sup>3)</sup>が、本研究の結果からブリージングを抑制するのは混練水を分割して練り混ぜることによって起こる現象だと思われる。

#### 3-3 コンクリートへの適用

図-6は  $W/c$  とスランプの関係を示す。スランプは降伏値と直線関係にあるといわれているように降伏値と同様な傾向を示している。図-7は  $W/c$  とブリージング率の関係を示す。コンクリートの場合もブリージングは大幅に減少している。図-8は圧縮強度を示す。分割混練したものは、従来の方法で練り混ぜたものより約一割前後の強度増加がみられる。しかし、分割混練を用いると圧縮強度が増加しブリージングが減少する反面、従来の配合では目標のスランプにならないという欠点がある。そこで目標スランプになるように単位水量および高性能減水剤の添加量を増やした場合についても検討したが、元の配合の場合とくらべてブリージングおよび圧縮強度は同等もしくはそれ以上の結果となりスランプを高くしたための悪影響はみられなかった。

#### 一参考文献一

- 1) 村田 コンクリートジャーナル Vol.10・No.12 (1972)
- 2) 服部 材料 第29巻 No.318
- 3) 伊東, 近他 セメントコンクリート No.410 (1981)

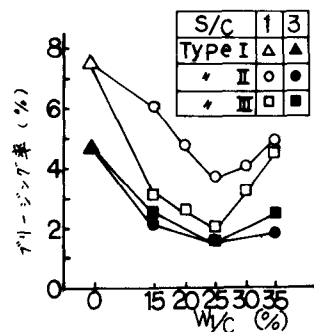


図-4 モルタルの  $W/c$  とブリージング率の関係

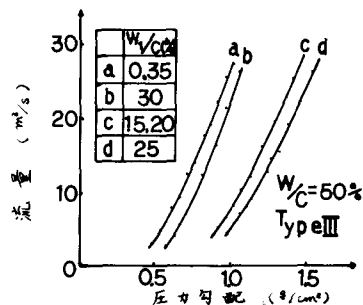


図-5 モルタルの圧力勾配と流量の関係

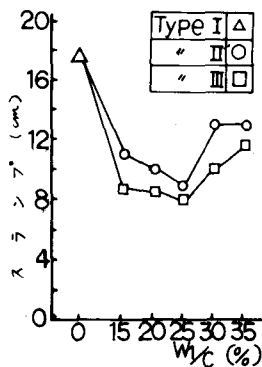


図-6 コンクリートの  $W/c$  とスランプの関係

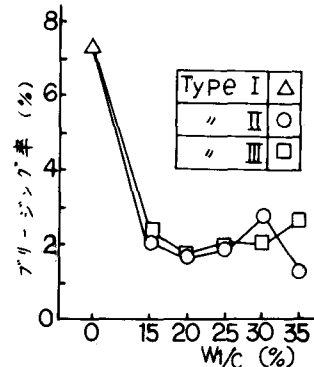


図-7 コンクリートの  $W/c$  とブリージング率の関係

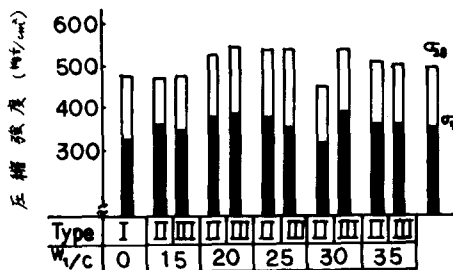


図-8 コンクリートの圧縮強度