

(株) 鴻池組 正員 大橋 昭
同 上 正員 川上正史
同 上 正員 松生隆司

1. まえがき

1) 2) 3)

前報においては各種のコンクリート練り混ぜ方法として、配合量の水を一括して混練する通常の方法（以後、普通方式と呼ぶ）、配合量の水を分割して混練する方法（以後、分割方式と呼ぶ）、ならびに配合量の水を分割し、かつ1次水の混練後に振動を加える方法（以後、Vibrated Cement-Pasteを略しVCP方式と呼ぶ）で作製したセメントペーストの構造粘性を精査し、各方式がもつ特徴をレオロジカルな観点から比較検討した。筆者らはこれらの特殊な練り混ぜ方法に関する研究過程において、セメントを粉体のまま振動を加えた後に配合量の水を分割して混練する方法（以後、Vibrated Cementを略しVC方式と呼ぶ）で作製したコンクリートが、VCP方式によるものと同等の優れた強度特性、および同等以上の流動性、分離抵抗性を備えていることを新たに見出した。本研究ではVC方式で作製したセメントペーストのレオロジー特性を前報と同様に明らかにすると共に、各方式で作製したモルタルの流動性について比較検討する。

2. 実験装置および方法

セメントペーストに対するBingham 流動の粘性解析については、二重円筒型回転粘度計(内筒半径13mm, 外筒半径15mm, 内筒回転数5~400r.p.m., 6段変速)を用いた。試料の作製手順は表1に従い、また粘度測定については前報と同じ方法を適用し厳密な時間管理のもとで実験を行った。試料の1次水添加後の W_1/C は0.25, 練り上り後の W/C は0.40, 0.45, 0.50であり, 新鮮なポルトランドセメントを標準量として100gf使用した。粘度測定において試料には予め所定の攪はん(せん断速度 $D_0=8.42\&168s^{-1}$, 1min)と静置(2.5min)を施し同じせん断履歴状態に仕上げており、また各回転数毎に一定の測定インターバルを与えて測定値の再現性を高めている。なお、測定値は5ケースの平均を用い、試料温度は $22\pm 1^{\circ}C$ である。

表1 セメントペーストの作製フロー

普通方式	$\xrightarrow{W \quad 3 \text{ min}}$ $\xrightarrow{C \quad \text{混練}}$
分割方式	$\xrightarrow{W_1 \quad 3} \xrightarrow{W_2 \quad 3 \text{ min}}$ $\xrightarrow{C}$
VCP方式	$\xrightarrow{W_1 \quad 3} \xrightarrow{5.5} \xrightarrow{W_2 \quad 3 \text{ min}}$ $\xrightarrow{C \quad \text{加振, 他}}$
VC方式	$\xrightarrow{C \quad 3.5} \xrightarrow{W_1 \quad 3} \xrightarrow{W_2 \quad 3 \text{ min}}$ $\xrightarrow{\text{加振, 他}}$

次にモルタルの流動実験については、Pロートおよび村田らの考案による傾斜管流動試験装置⁶⁾(SUS製管, 管内径20mm, 管長880mm, 管傾斜角 15°)を用いて実施した。使用材料には粒径1.2mm以下の徳島県吉野川産(比重2.58, 吸水率1.82%)の川砂を用い, 150μ 以下の微粒分の混入率(5wt%)を一定に調整した。モルタルの配合は, $C=3kgf$ を用いて $C:S=1:1.3$, $W_1/C=0.30$ および $W/C=0.55$ とし, 表1に従いセメントペーストを作製した後に砂を2min間混練した。なお、測定値は3ケースの平均である。

加振作業には全て既報⁴⁾で詳述した特殊な加振装置(加振条件; 加速度 $\pm 20 \cdot g$, $g \cdots$ 重力加速度, 時間2.5min)を使用した。

3. 実験結果および考察

VC方式におけるセメントペーストの流動曲線(せん断速度 D ~せん断応力 τ)の結果例を図1に示す。VC方式ではVCP方式に比べてより大きな τ 値が得られており、1次水混練時の攪

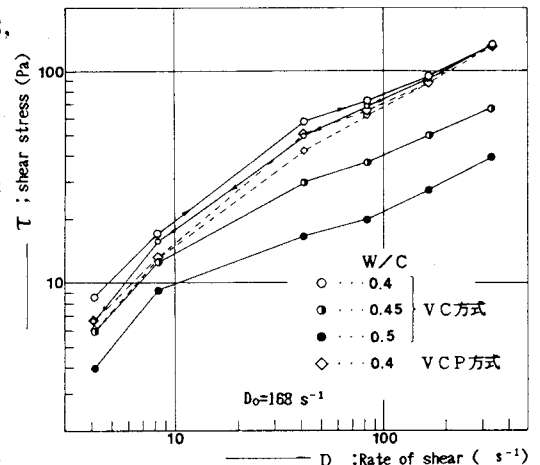


図1 流動曲線 ($D \sim \tau$ 曲線)

はん抵抗も大きくなる。図2ないし図3には各方式における流動曲線から導かれる低D域(8.42~42.1s⁻¹)および高D域(84.2~168s⁻¹)のBingham粘性(降伏応力 τ_0 と塑性粘度 η_B)をまとめている。VCP方式ないし分割方式におけるBingham粘性上の特徴は、構造粘性の強化に起因して低D域の τ_{B-LOW} が増大し、高D域の η_{B-HIGH} が減少する点にある。すなわち、前者はセメント粒子ならびに骨材の分散性の良化につながり、後者は圧送管内における優れた流動性を現している。VC方式ではこれらの特徴が一層強められ、より均質な分散構造体が形成されていることが分かる。次に表2では各方式におけるヒステリシス特性として、図1における $W/C=0.40$ の流動曲線で示されるように粘度計の簡単な回転制御プログラムに従って得られるヒステリシスの面積率²⁾を対比している。VC方式はVCP方式より少し大きな値を示しているが、ヒステリシス流動曲線の τ レベルが全体にわたりVCP方式を上回っており、構造破壊に対する耐力ないし再生力は極めて強い。

一方、各方式で作製したモルタルの流動実験の結果については表3に

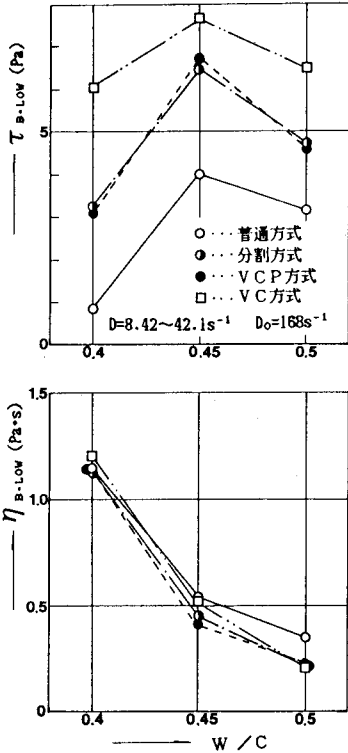


図2 低D域のBingham 粘性
表2 ヒステリシス面積率

セメントペースト 作製方法 (W/C=0.40)	普通方式を基準とした ヒステリシス面積率 α	
	せん断履歴 $D_0=8.42\text{ s}^{-1}$	せん断履歴 $D_0=168\text{ s}^{-1}$
普通方式	1.00	1.00
分割方式	0.41	0.36
VCP方式	0.20	0.28
VC方式	0.36	0.32

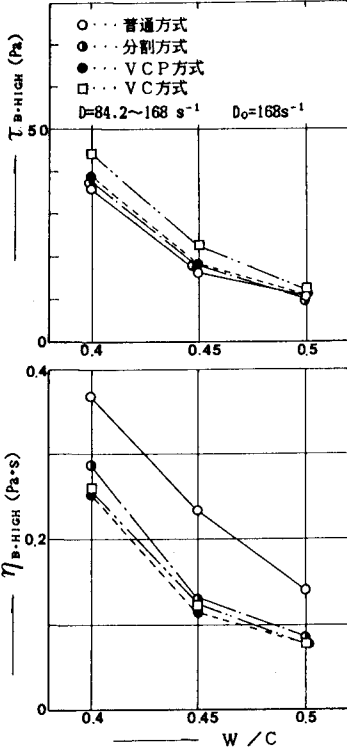


図3 高D域のBingham 粘性
表3 モルタルの流動特性

モルタル作製方法 $W/C=0.55$ $S/C=1.30$	Pルート試験 時間 s	傾斜管流動 試験 流量 cm³/s
普通方式	24.4	40.2
分割方式	18.4	56.0
VCP方式	18.5	55.5
VC方式	18.5	54.8

表している。測定結果によると分割方式、VCP方式、VC方式には差異は認められず、普通方式に比べ大幅に流動性が向上する。これらの実験で実現されるせん断速度域は比較的小さなものであるため、Bingham粘性の直接的な効果よりはむしろ骨材の分散性が流動性の向上に寄与しているものと考えられよう。ちなみに、VCP方式によるモルタルをプレバクトコンクリートに適用した場合、一層顕著な流動効果が得られて

いる。

以上の結果よりVC方式を特色づける基本プロセスとして、粉体セメントを加振することによってセメントが再粉化ないし微粉化され比表面積が増大し、また粉体粒子群の相互励起に基づき粒子界面の電気現象が変化を受け、配合水を分割することによって得られるセメント粒子の分散効果をさらに良化させることが推論される。またVC方式においては加振工程が通常のコンクリート作製工程の前処理段階として行われるため、加振工程と混練工程が密着しているVCP方式に比較して実用性に優れ、加振作業も容易である。

参考文献；(1)松生,他2名,土木学会年次講概集,昭59 (2)大橋,他2名,土木学会年次講概集,昭59 (3)川上,他2名,土木学会年次講概集,昭59 (4)大橋,川上,土木学会年次講概集,昭57 (5)川上,川崎,土木学会年次講概集,昭56 (6)村田,岡田,コンクリート技術選書1,PP.54,山海堂,昭56