

## V-421

## 増粘剤を添加したセメントペーストの硬化性状に関する基礎的研究

京都大学工学部 学生会員 小野 賢太郎 東洋建設鳴尾研究所 正会員 松本 典人

京都大学工学部 正会員 服部 篤史 フェロー会員 宮川 豊章 フェロー会員 藤井 學

**1.はじめに** 本研究は、セルロース系増粘剤を用いた高流動コンクリート中におけるセメントペーストと骨材との界面性状について調べることを目的として、セルロース系の増粘剤および増粘剤と高性能 AE 減水剤の両者を添加したセメントペーストの微細構造について、普通セメントペーストと比べて検討したものである。

**2.実験概要**

表1 ペーストの配合

| 配合<br>No. | 記号        | W/C<br>(%) | VA<br>(W×%) | SP<br>(C×%) |
|-----------|-----------|------------|-------------|-------------|
| 1         | 45VA00    | 45         | —           | —           |
| 2         | 45VA02    | 45         | 0.2         | —           |
| 3         | 50VA00    | 50         | —           | —           |
| 4         | 50VA02    | 50         | 0.2         | —           |
| 5         | 50VA10    | 50         | 1.0         | —           |
| 6         | 50VA2SP20 | 50         | 0.2         | 2.0         |
| 7         | 55VA00    | 55         | —           | —           |
| 8         | 55VA02    | 55         | 0.2         | —           |

2.1 セメントペーストの使用材料および配合 使用材料は、セメントは普通ポルトランドセメント(比重 3.15、比表面積 3380cm<sup>2</sup>/g)、増粘剤が低界面活性型水溶性セルロースエーテル(2%水溶液、粘度 10,000cp)、高性能 AE 減水剤はポリカルボン酸系のもの、粗骨材は兵庫県明鹿産の砕石(Gmax=20mm、比重 2.61、吸水率 1.42%)を用いた。セメントペーストの配合を表1に示す。水セメント比(W/C)は 45%、50%、55%の3種類とした。セルロース系増粘剤を用いた高流動コンクリートおよび水中不分離性コンクリートの一般的な配合を参考にして、増粘剤添加量を W×0%(通常のコンクリート)、0.2%(増粘剤系高流動コンクリート)、1.0%(水中不分離性コンクリート)の3種類、および増粘剤と高性能 AE 減水剤をそれぞれ添加量 W×0.2%、C×2.0%で併用したケースを設定した。

2.2 微小硬度 40×40×160mm のセメントペースト中に粗骨材を埋設して作製した供試体を材齢 1、4 週間標準養生した後、粗骨材面が表れるように 40×40×20mm 程度に切断したものを試料とした。微小硬度の測定は、マイクロビッカース硬度計(荷重 3g)を用いて、粗骨材の上面、側面、下面の硬化セメントペースト部のビッカース硬度を粗骨材とペーストとの境界面から 100μm まで 10μm 間隔で測定した。

2.3 細孔径分布 セメントペーストの 40×40×160mm の供試体を材齢 1、4 週間標準養生した後、約 10×10×10mm の立方体に切断したものを試料とした。細孔径分布の測定は、水銀圧入法により行った。

**3.実験結果および考察**

3.1 硬化セメントペーストの物性 硬化セメントペーストの物性を表2に示す。増粘剤を添加したセメントペーストは、普通セメントペーストに比べてバルク部の硬化セメントペーストの微小硬度が若干低く、同一水セメント比の条件で圧縮強度が低下する傾向を示した。

表2 硬化セメントペーストの物性

| 配合     | 0打フロー<br>(cm) | ブリーディング率<br>(%) | 微小硬度 |      | 毛細管空隙量(cc/g)<br>(6nm~2μm) |       | 圧縮強度(MPa) |      |
|--------|---------------|-----------------|------|------|---------------------------|-------|-----------|------|
|        |               |                 | 7日   | 28日  | 7日                        | 28日   | 7日        | 28日  |
| 45VA00 | 19.7          | 3.2             | —    | 27.1 | 0.113                     | 0.12  | 32.8      | 47.4 |
| 45VA02 | 17.1          | 2.1             | —    | 25.6 | 0.164                     | 0.126 | 29.9      | 46.1 |
| 50VA00 | 22.2          | 5.4             | 26.4 | 27.3 | 0.183                     | 0.121 | 28.9      | 40.0 |
| 50VA02 | 20.3          | 2.9             | 22.7 | 23.6 | 0.192                     | 0.137 | 25.1      | 39.4 |
| 50VA10 | 26.4          | 0.0             | 23.0 | 20.7 | 0.227                     | 0.158 | 20.6      | 31.7 |
| 50V2S2 | 39.4          | 3.2             | 23.6 | 26.9 | 0.112                     | 0.042 | 34.5      | 48.2 |
| 55VA00 | 25.7          | 6.2             | —    | 25.2 | 0.196                     | 0.145 | 24.0      | 37.7 |
| 55VA02 | 24.4          | 5.2             | —    | 23.4 | 0.228                     | 0.159 | 20.1      | 33.6 |

増粘剤、セメントペースト、遷移帯、微小硬度、毛細管空隙量

〒606-01 京都市左京区吉田本町 TEL:075-753-5102 FAX:075-761-0646

したセメントペーストに比べて全細孔量は著しく減少し、同一水セメント比の条件で圧縮強度が20%程度増加した。これは、高性能 AE 減水剤がセメントの分散作用を持つことから、水和反応をするセメントの表面積が多くなり、より密実なセメントペーストとなるためと考えられる。

### 3.2 微小硬度

微小硬度の測定結果の一例を図1に示す。普通セメントペーストの場合、上面および側面の遷移帯幅は水セメント比の相違に関わらず約60 $\mu\text{m}$ 程度であるのに対して、下面の遷移帯幅は水セメント比の増加に伴い大きくなる傾向を示した。また、増粘剤添加量 $W \times 0.2\%$ のセメントペーストの場合、測定位置に関わらず $W/C=45\%$ の遷移帯幅は約50 $\mu\text{m}$ 程度であり、 $W/C=50, 55\%$ では明瞭な遷移帯領域は認められなかった。これは、増粘剤を添加するとブリーディングが抑制されセメントペーストの実質の水セメント比が大きくなり、バルク部分が遷移帯と同様に多孔質となったためと考えられる。微小硬度の

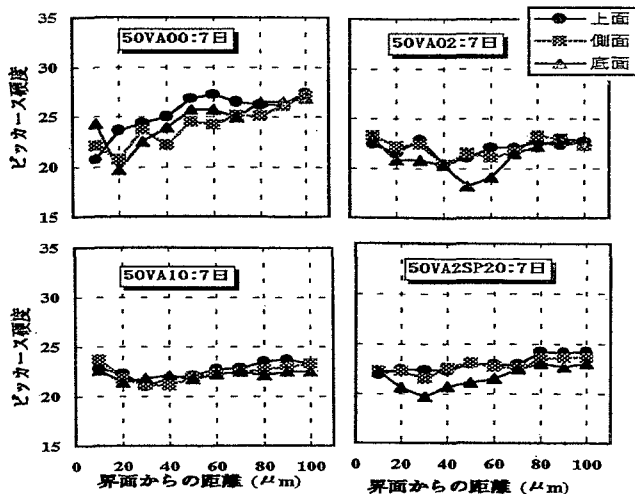


図1 微小硬度測定結果の一例

測定位置(上面・下面・側面)の相違については、いずれのケースも下面の微小硬度が低くなる傾向を示した。これは、粗骨材の下面にブリーディング水が溜まりポーラスな領域が形成されたためと考えられる。増粘剤と高性能 AE 減水剤を併用したセメントペーストは、他のセメントペーストと比べて、材齢4週で上面および側面の遷移帯領域の幅が狭くなった。これは、高性能 AE 減水剤の添加によりセメント分散性が向上し水和組織が緻密になったためと考えられる。下面では、ブリーディングが生じたこと、フレッシュのセメントペーストが若干分離傾向を示したことから骨材とセメントペーストの界面近傍に脆弱な領域が広がったものと考えられる。

### 3.3 微小硬度、毛細管空隙量および圧縮強度の関係

硬化セメントペーストのバルク部分の微小硬度、毛細管空隙量(細孔径6nm~2 $\mu\text{m}$ )およびセメントペーストの圧縮強度(材齢1、4週)の関係を図2、3に示す。圧縮強度と細孔径6nm~2 $\mu\text{m}$ の毛細管空隙量との間に相関があるとの報告[1]があり、本実験でも両者の間に高い相関関係が認められた。圧縮強度とバルク部の微小硬度の間にも相関関係が認められた。

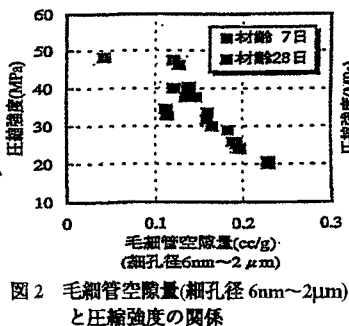


図2 毛細管空隙量(細孔径6nm~2 $\mu\text{m}$ )と圧縮強度の関係

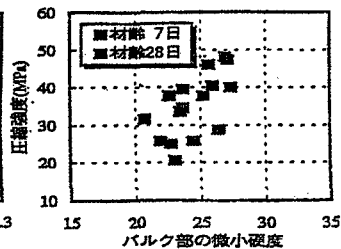


図3 バルク部の微小硬度と圧縮強度の関係

**4.まとめ** 本実験結果から、増粘剤を添加したセメントペーストおよび増粘剤と高性能 AE 減水剤の両者を併用したセメントペーストの硬化性状がある程度明らかになった。今後、増粘剤系高流動コンクリートの硬化後の耐久性を評価する上で、増粘剤および高性能 AE 減水剤を用いることで生じるセメントペーストと骨材界面性状の相違が物質透過性などの耐久性に与える影響について検討を行う必要があると考えられる。

**参考文献** [1]管谷ほか：骨材-セメントペースト界面、セメント・コンクリート、No.567、pp.46-47