

高強度モルタル断面の微視的考察

大阪産業大学 正 員 山路 文夫  
大阪産業大学 正 員 ○ 高見 新一

1. まえがき

近年のコンクリート構造物は高性能を有する巨大・高強度化と急速施工など多様化する傾向が著しい。また、コンクリート構造物は所要の強度と耐久性の向上の要求に対して均等質で高密度モルタルの製造に関わる、モルタル断面の空隙と水和生成物の充填機構およびモルタル断面の適正化について内部組織を微視的に観察し検討したものである。

2. 実験概要

本研究は普通に用いられる高強度コンクリートの材令1日圧縮強度が300Kg/cm<sup>2</sup>(標準供試体の標準養生)以上を有する示方配合を決定し、そのモルタル組織の性状はフレッシュモルタルの練りませ方法与コンシステンシーおよび硬化モルタルの力学的挙動におよぼすモルタル組織の微視的観察を電子走査顕微鏡(SEM)によって行った。

1) 使用材料とコンクリートの示方配合

実験に用いた使用材料は表-1に示した。コンクリートの高強度化は高性能減水剤とシリカフューム(単位セメントの重量比 15%を外割り)を用いた示方配合表(表-2)である。SFモルタル(シリカフュームを混合したモルタル)はコンクリート示方配合表の粗骨材を除いたものである。

2) モルタルの練りませ方法与流動特性

練りませ方法は図-1に示す [1]~[4]の4種類の方法によった。コンシステンシーはモルタルのフロー試験方法(JIS R5201)によって判定した。

3) 硬化モルタルの性状

モルタル供試体成形はφ5x10cmと4x4x16cmの2種類を用い、硬化モルタルの力学試験は材令が1日について比較を行い、その断面の組織を電子走査顕微鏡によって微視的考察を行った。

3. 実験結果(表-3)と考察

1) モルタルの練りませ方法与コンシステンシーの挙動

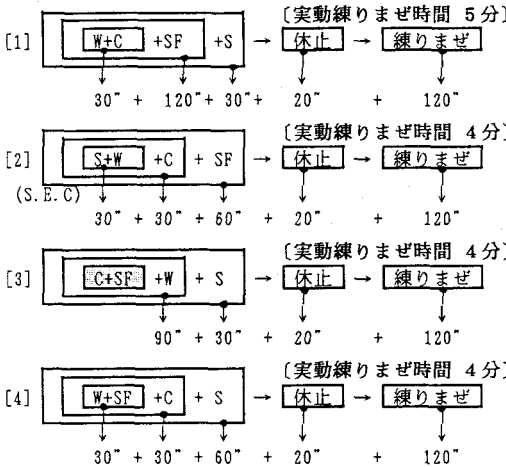
モルタルの練りませ方法は混和剤を2.4%添加したSFモルタルが標準モルタルに比べフロー値が10~21%増加した。配合が同じでも練りませ方法によりフロー値に差異が現れ、フロー値の最も大きい練りませ方法は[4]であった。これはシリカフュームを高性能減水剤の添加した練りませ水で30間秒練りませたペーストに

表-1 使用材料

|        |                                                   |
|--------|---------------------------------------------------|
| セメント   | A社 普通ポルトランドセメント                                   |
| 細骨材    | 木津川産砂 比重2.56 吸水率 1.6 % F.M=2.93                   |
| 粗骨材    | 高機産硬質砂岩砕石 比重 2.69 吸水率 0.7 % F.M=7.15 粗骨材最大寸法 25mm |
| 高性能減水剤 | βナフタリンスルホン酸ホルマリン高縮合物                              |
| 混和剤    | シリカフューム 主成分:シリカ 比重2.2 比表面積 約20m <sup>2</sup> /g   |

表-2 コンクリートの示方配合表 SF:シリカフューム

| シリ<br>カ<br>f'c | Gmax<br>(mm) | スラン<br>P <sub>1</sub><br>(cm) | Air<br>(%) | W/C<br>(%) | s/a<br>(%) | 単 位 量 (kg/cm <sup>3</sup> ) |     |     |     |      |             | 材令1日<br>f'c<br>kgf/cm <sup>2</sup> |
|----------------|--------------|-------------------------------|------------|------------|------------|-----------------------------|-----|-----|-----|------|-------------|------------------------------------|
|                |              |                               |            |            |            | W                           | C   | S F | S   | G    | WRA<br>Cx % |                                    |
| 1              | 25           | 3.0                           | 1.6        | 31         | 38         | 140                         | 450 | —   | 675 | 1111 | —           | 185                                |
| 2              | 25           | 8.5                           | 2.1        | 31         | 38         | 140                         | 450 | 68  | 675 | 1111 | 2.4         | 317                                |



注) W:水 C:セメント S:細骨材 SF:シリカフューム  
[3] CとSFを十分に粉末混合したもの。

図-1 モルタルの練りませ方法

セメントを加え30秒間  
練りまぜたため双方の  
粒子が十分に分散しコ  
ンシステンシーが良く  
なったものと考えられ  
る。フロー値が小さい  
練りまぜ方法は[2]で  
S.E.C(Sand Enveloped

表-3 材令1日の硬化モルタルの力学的挙動

| シリーズ | 練りまぜ方法 | フロー値 | W/C | 供試体重量 | f' b [4x4x16cm] |     |     | f' c [4x4x16cm] |      |     | f' c [φ5x10cm] |      |     | 強さ比              |                  |
|------|--------|------|-----|-------|-----------------|-----|-----|-----------------|------|-----|----------------|------|-----|------------------|------------------|
|      |        |      |     |       | $\bar{X}$       | S   | C.V | $\bar{X}$       | S    | C.V | $\bar{X}$      | S    | C.V | 4x4x16/<br>φ5x10 | φ15x30/<br>φ5x10 |
| 1    | [4]    | 138  | 31  | 596   | 59              | 1.2 | 2.0 | 370             | 14.2 | 3.8 | 312            | 10.9 | 3.5 | 1.19             | 0.59             |
| 2    | [1]    | 155  | 31  | 602   | 71              | 1.7 | 2.4 | 468             | 3.1  | 0.7 | 423            | 5.1  | 1.2 | 1.11             | 0.75             |
| 2    | [2]    | 152  | 31  | 599   | 69              | 5.9 | 8.6 | 456             | 19.9 | 4.4 | 422            | 5.6  | 1.3 | 1.08             | 0.75             |
| 2    | [3]    | 162  | 31  | 604   | 67              | 2.3 | 3.4 | 483             | 24.0 | 5.0 | 421            | 16.1 | 3.8 | 1.15             | 0.75             |
| 2    | [4]    | 167  | 31  | 602   | 63              | 2.2 | 3.5 | 446             | 6.2  | 1.4 | 431            | 7.9  | 1.8 | 1.03             | 0.74             |
| 2+W  | [4]    | 179  | 33  | 593   | 60              | 5.6 | 9.3 | 377             | 9.5  | 2.5 | 368            | 6.8  | 1.8 | 1.02             | 0.71             |

with Cement)方法であった。

注) W/C: 水セメント比(%) f' b: 曲げ強さ(Kgf/cm<sup>2</sup>) f' c: 圧縮強さ(Kgf/cm<sup>2</sup>)  
 $\bar{X}$ : 平均値(Kgf/cm<sup>2</sup>) S: 標準偏差(Kgf/cm<sup>2</sup>) C.V: 変動係数(%)

## 2) 硬化モルタルの力学的挙動

硬化モルタルの力学的挙動は表-3に示した。4x4x16cmの圧縮強さは標準モルタルが370 Kgf/cm<sup>2</sup>でSFモルタルは446~483Kgf/cm<sup>2</sup>標準モルタルに比べ21~31%大きく得られた。特に練りまぜ方法[3]のSFモルタルは粉末状態で混合したもので力学試験の値が大きく変動係数も大きい。

供試体寸法φ5x10cmの圧縮強さは標準モルタルが312Kgf/cm<sup>2</sup>SFモルタルは421~431Kgf/cm<sup>2</sup>で35~38%の増加であった。また供試体寸法が異なった場合の圧縮強さの強さ比は表-3に示した。

## 3) 硬化モルタルの電子走査顕微鏡(SEM)による観察

硬化モルタルは図-2 ①~⑥に代表的なSEM像観察の結果を示した。SEM像の平面的な測定から実積率の概略値を示した。標準モルタルのSEM像①は、組織に大きな空隙が存在する。②~⑥はSFモルタルのSEM像である。セメント粒子間をシリカフェームの微細な粒子が埋めている組織が観察できる。特に練りまぜ方法[4]のSFモルタル⑤はシリカフェームが適当に分散し実積率が64%と大きく強さの変動が小さく組成が均等質であることが判る。



図-2-① シリーズ 1  
練りまぜ[4] 実積率 52%



図-2-② シリーズ 2  
練りまぜ[1] 実積率 63%



図-2-③ シリーズ 2  
練りまぜ[2] 実積率 57%

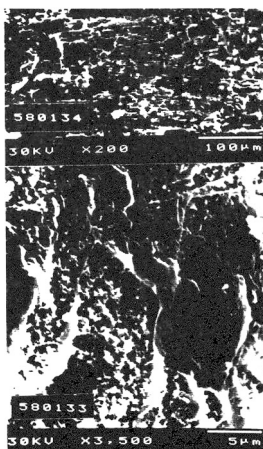


図-2-④ シリーズ 2  
練りまぜ[3] 実積率 55%



図-2-⑤ シリーズ 2  
練りまぜ[4] 実積率 64%



図-2-⑥ シリーズ 2+W  
練りまぜ[4] 実積率 68%

図-2 材令1日のモルタル断面の電子走査顕微鏡(SEM)像