

高性能 AE 減水剤がモルタル硬化体に及ぼす影響に関する研究

日大・理工 (学部) ○山本 真寿
日大・理工 梅村 靖弘

1. まえがき

現在、高性能性コンクリートには様々な化学混和剤が使用され、また、コンクリート構造物の設計体系が性能照査型へと移行したことで耐久性評価が不可欠となっている。したがって、化学混和剤の種類によるセメントの硬化性状への影響に関する検討が重要と考えられる。そこで、本研究は、高流動コンクリートに用いられている代表的な化学混和剤である高性能 AE 減水剤が高炉スラグ微粉末やフライアッシュを混和したセメントの硬化性状ならびに耐久性と関係する塩化物イオン固定化量に与える影響について検討を行った。

2. 研究概要

2.1 使用材料及び配合：本実験に用いた使用材料とモルタル配合を表-1、表-2 に示す。モルタル配合において、普通ポルトランドセメント (PL 系) に対する混和材置換率は内割り体積置換率とし、高炉スラグ微粉末 (BS 系) は 50%、フライアッシュ (FA 系) は 30% 置換とした。また、各々の高性能 AE 減水剤 (SP 剤) の添加率は、JIS R 5201 に準拠して測定した練混ぜ直後のフロー値が $200 \pm 10 \text{mm}$ となるように決定した。

2.2 圧縮強度試験：JIS A 1106 に準拠し、封緘養生をしたモルタル供試体の材齢 3・7・28・91 日における圧縮強度を測定した。

2.3 細孔径分布測定試験：水銀圧入式ポロシメータを用いて、材齢 3・7・28・91 日におけるモルタル硬化体の細孔径分布を測定した。モノサルフェートならびにフリーデル氏塩の生成状態を粉末 X 線回折 (XRD) により測定した。配合表を表-3 に示す。

2.4 塩化物イオン固定化量測定試験：SP 剤が塩化物イオン固定化量へ与える影響を検討するため、化学分析用セメントを用いたセメント硬化体を 28 日間養生後、粉砕し 3%NaCl 水溶液に 14 日間浸漬させ、モノサル

表-1 使用材料

| 材料 | 略号 | 材料の種類 |
|------|-----|--|
| 水 | W | 蒸留水 |
| セメント | OPC | 普通ポルトランドセメント 密度: $3.16 (\text{g}/\text{cm}^3)$ プレーン値: $3290 (\text{cm}^2/\text{g})$ |
| 細骨材 | S | (社)セメント協会 セメント強さ試験用標準砂 密度: $2.64 (\text{g}/\text{cm}^3)$ |
| 混和材 | BS | 高炉水砕スラグ微粉末 密度: $2.88 (\text{g}/\text{cm}^3)$ プレーン値: $4670 (\text{cm}^2/\text{g})$ |
| | FA | フライアッシュ 密度: $2.28 (\text{g}/\text{cm}^3)$ プレーン値: $4170 (\text{cm}^2/\text{g})$ |
| 混和剤 | PC | ポリカルボン酸系高性能 AE 減水剤 (メタクリル酸を主成分とする) |
| | NS | ナフタレン系高性能 AE 減水剤 (β -ナフタレンスルホン酸を主成分とする) |

表-2 モルタル配合

| 配合名 | 水結合材比 W/B (%) | 単位量 (kg/m^3) | | | | | SP 剤 (B × %) |
|-----|------------------|--------------------------------|-----|-----|-----|------|-----------------|
| | | W | B | | | S | |
| | | | C | BS | FA | | |
| CPC | 40 | 238 | 595 | 0 | 0 | 1350 | 0.18 |
| BPC | | | 297 | 271 | 0 | | 0.16 |
| FPC | | | 416 | 0 | 129 | | 0.22 |
| CNS | 40 | 238 | 595 | 0 | 0 | 1350 | 1.35 |
| BNS | | | 297 | 271 | 0 | | 0.80 |
| FNS | | | 416 | 0 | 129 | | 1.30 |

表-3 塩化物イオン固定化量測定試験配合

| 配合名 | 単位量 (g) | | | | | 添加率 (B × %) | |
|-----|---------|----|----|----|------|-------------|--|
| | W | B | | | SP 剤 | | |
| | | C | BS | FA | PC | NS | |
| CPC | 12 | 30 | 0 | 0 | 0.18 | 0 | |
| BPC | 12 | 15 | 14 | 0 | 0.16 | 0 | |
| FPC | 12 | 21 | 0 | 7 | 0.22 | 0 | |
| CNS | 12 | 30 | 0 | 0 | 0 | 1.35 | |
| BNS | 12 | 15 | 14 | 0 | 0 | 0.80 | |
| FNS | 12 | 21 | 0 | 7 | 0 | 1.30 | |

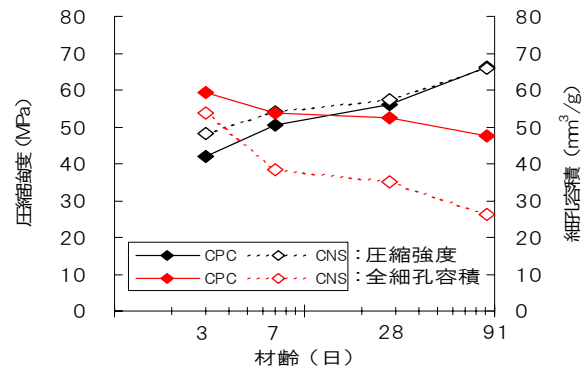


図-1 圧縮強度と全細孔容積との関係 (PL 系)

Influence of Superplasticizer on the Pore Structure of Hardened Mortar

Masatoshi YAMAMOTO and Yasuhiro UMEMURA

フェートならびにフリーデル氏塩の生成状態を XRD により測定した。配合表を表-3 に示す。

3. 試験結果及び考察

3.1 圧縮強度と細孔構造の関係：各材齢における全細孔容積と圧縮強度の関係を図-1.図-2.図-3 に示す。図-1 の PL 系においては材齢 3~7 日で CPC と比較して CNS は細孔容積が減少し強度も大きくなったが、材齢 28 日以降で強度は CPC と同等になった。次に、図-2 の BS 系において、BNS は BPC と比較して材齢 3 日で細孔容積が大きく減少し、強度も材齢 91 日まで大きくなった。しかし、図-3 の FA 系では材齢 7 日以降 SP 剤の種類による相違は見られなかった。図-4 に圧縮強度と全細孔容積の関係を示す。全細孔容積が同じ場合の圧縮強度は $PC > NS$ となる傾向が見られ、細孔容積のみならず、添加した SP 剤の化学構造の違いがセメント水和生成物の結晶構造に変化を与え、圧縮強度にも影響を与えたものと推察される。

3.2 塩化物イオン固定化量の相違：モノサルフェートとフリーデル氏塩の生成に及ぼす高性能 AE 減水剤の影響を図-5 に示す。フリーデル氏塩の回折強度は SP 剤無添加では $BS > FA > PL$ となった。しかし、SP 剤を添加した場合、無添加と比較して PL 系ではほぼ同等であったが、BS 系および FA 系では強度が低下し、BS 系ではその低下率が大幅に大きかった。一方、モノサルフェートの回折強度は FA 系で大きく、BS 系では小さかった。このことから、FA 系ではモノサルフェートが塩化物イオンと反応し、フリーデル氏塩へ転化する割合が小さく、BS 系では大きいことが分かる。

4. 結論

本研究において次のことが明らかになった。

- (1) 高性能 AE 減水剤の種類の違いは、細孔構造の形成、圧縮強度発現特性に変化をもたらした。特に高炉スラグ微粉末を混和した配合では、その影響が大きい。
- (2) PC 系と NS 系共に全細孔量と圧縮強度には強い相関関係が見られる。また、同じ細孔量で比較した場合は PC 系の方が圧縮強度は大きくなった。
- (3) 高炉スラグ微粉末を混和した配合の場合、高性能 AE 減水剤の添加により塩化物イオンの固定化量は減少した。

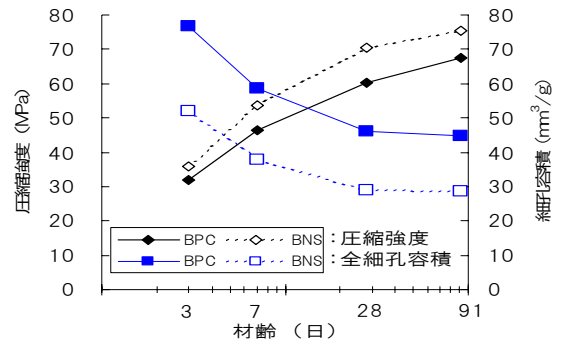


図-2 圧縮強度と全細孔容積との関係 (BS系)

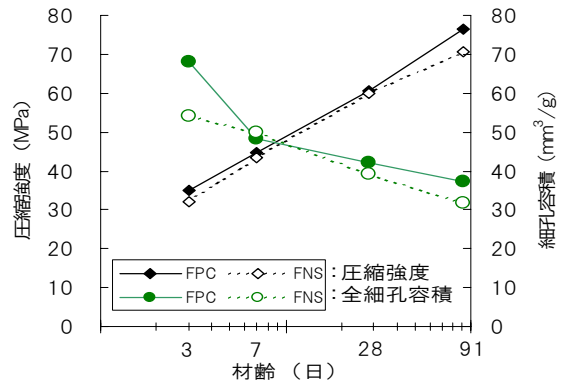


図-3 圧縮強度と全細孔容積との関係 (FA系)

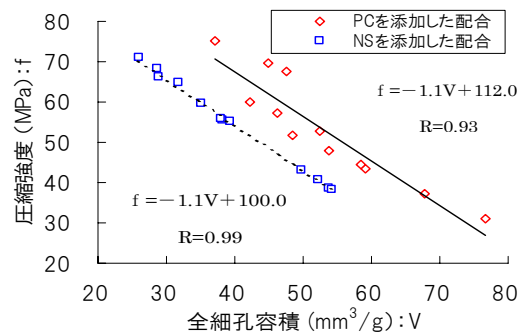


図-4 圧縮強度と全細孔容積との関係

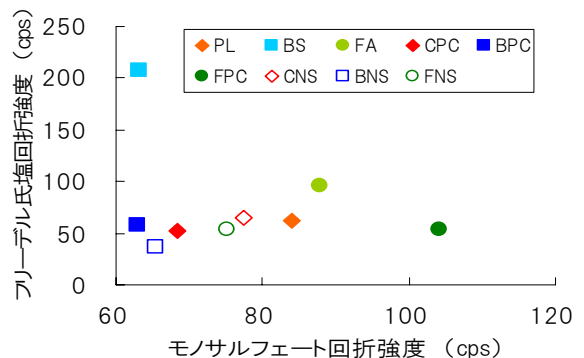


図-5 モノサルフェートとフリーデル氏塩の生成に及ぼす高性能 AE 減水剤の影響