

V-63 コンクリートの品質改善のための石灰石粉の使用効果について

大林組技術研究所 正会員 近松竜一
 大林組技術研究所 正会員 青木 茂
 大林組技術研究所 正会員 十河茂幸

1. まえがき

コンクリート用細骨材として海砂を用いた場合には、微粒分不足に起因したプラスチックの欠如やブリージング増大等の問題が生じることが多く、この効果的な改善策として石灰石粉(以下、石粉と略称)を用いた報告がなされている¹⁾²⁾。また、分離抵抗性を高めた良好な充填性を示す高流動コンクリートとするために石粉を多量に混入して微粉末量を増大させる検討も行われており³⁾、化学的に不活性とされている岩石微粉末についても今後はさらに積極的な活用が期待される。しかしながら、セメントと同程度かさらに細かい不活性微粉末の石粉を多量に用いた場合の使用効果については不明な点も多く、コンクリートの諸特性に及ぼす影響について十分に検討しておく必要がある。本文は、コンクリート用微粉末材料としての石粉の活用に関する研究の一環として、市販されている舗装用石粉を混入した場合の試験結果についてとりまとめたものである。

2. 実験概要

実験に用いた微粉末材料を表-1に示す。細骨材には木更津産陸砂(比重:2.60,粗粒率:2.58)、粗骨材には青梅産碎石(G_{max} :20mm,比重:2.65,粗粒率:6.82)を使用した。混和剤には、高性能AE減水剤(SPA)(ナフタリン系)および補助AE剤を使用した。

実験は、石粉を結合材の一部と置換した場合(最大30%容積置換)および石粉を細骨材の一部と置換した場合(最大石粉混入量:200kg/m³)の2シリーズに分けて行った。各シリーズの配合条件を表-2に示す。コンクリートの練りまぜには二軸強制練りミキサを用い、骨材および各種微粉末を投入して60秒間空練りした後、予め混和剤を溶解させておいた練りまぜ水を加えて120秒間練りまぜた。コンクリートの各試験は、それぞれのJISに準じて行った。また、フレッシュコンクリートの流動性を調べるために、 θ ロート流下試験器⁴⁾(図-1)を用いて所定量の試料がロートから流出する時間を測定した。

表-1 実験に用いた微粉末材料

| 略号 | 種類 | 比重 | 比表面積 (cm ² /g) | 主成分・その他 |
|----|----------|------|------------------------------|--|
| NP | 普通ポルトランド | 3.15 | 3460 | CaO:64.1%,SiO ₂ :20.9%,R ₂ O:0.55% |
| Sg | 高炉スラグ微粉末 | 2.90 | 6240 | SiO ₂ :33.7%,Al ₂ O ₃ :14.3%,塩基度:1.87 |
| Fa | フライアッシュ | 2.27 | 3760 | SiO ₂ :53.4%, <i>メソゲル</i> -吸着量:0.25mg/g |
| Lf | 石灰石粉 | 2.73 | 4600 | 石灰純度:94.5%,水分:0.1% |

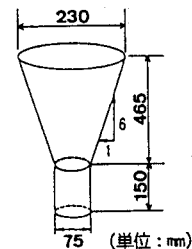


図-1 θ ロート流下試験器⁴⁾

表-2 各シリーズの配合条件

| NO | 配合条件 |
|----|--|
| I | スランパ ^o :60±3cm 水:160ℓ/m ³ 微粉末:140ℓ/m ³ 粗骨材:330ℓ/m ³ |
| II | スランパ:18±2cm W/C*:55% s/a:50% C*:260kg/m ³ |

C*: NP:Sg:Fa=20:50:30%

表-3 実験シリーズIにおけるコンクリートの各種試験結果

| NO | 微粉末容積比率(%) | | | | 所要 SPA量 (kg/m ³) | 流下 時間 (sec) | カーブ 率 (%) | 凝結時間 (h-min) | | 圧縮強度 (kgf/cm ²) | | | |
|----|------------|----|----|----|------------------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-------|--------------------------------|-----|-----|-----|
| | NP | Sg | Fa | Lf | | | | 始発 | 終結 | 7日 | 28日 | 91日 | |
| 1 | 100 | - | - | - | 12.2 | 14.2 | 0.4 | 16-50 | 19-00 | 479 | 630 | 740 | |
| 2 | 20 | 50 | | 30 | 0 | 8.9 | 6.2 | 1.8 | 11-20 | 15-50 | 286 | 429 | 578 |
| 3 | | | | 25 | 5 | 9.1 | 6.7 | 1.1 | 12-30 | 15-35 | 321 | 432 | 521 |
| 4 | | | | 20 | 10 | 9.3 | 7.0 | 1.2 | 12-20 | 16-25 | 318 | 428 | 505 |
| 5 | | | | 0 | 30 | 10.4 | 7.4 | 0.2 | 9-40 | 14-20 | 308 | 412 | 480 |

3. 実験結果および考察

石粉を結合材の一部と置換した場合のコンクリートの配合および各種試験結果を表-3に示す。結合材容積を一定とした場合、同一スランプフローを得るための所要高性能AE減水剤量は、結合材の種類や混合比率によって顕著に異なり、スラグやフライアッシュなどの混和材を併用した場合には添加量が相当に減少する結果が得られた。

θロート流下試験による所要流下時間に関しては、スラグやフライアッシュを併用した場合および石粉を混入した場合には、セメントを単独で用いた場合の1/2程度となり、粒形や粒度の異なる混和材の混入によって流動性が大きく左右されることを示す結果が得られた(表-3)。また、結合材量を一定とし、石粉を細骨材の一部と置換した場合には、石粉量の増加(微粉末量の増加)によりコンクリートの粘性が増大する傾向が流下時間の増大として表されることが明らかとなった(図-2)。

石粉を結合材の内割で置換して用いた場合のブリージングは、無混入の場合よりも減少する傾向が認められた。また、凝結時間に関しても石粉置換による顕著な遅延は認められず、石粉を30%混入した場合にはむしろ促進される結果が得られた。

結合材中のフライアッシュを石粉で置換した場合の石粉の置換率と石粉無混入に対する圧縮強度比の関係を図-3に示す。長期材令では、フライアッシュと石粉の活性の有無に起因した強度発現の差異が認められるものの、初期材令(7日)では石粉を混入した場合の方が無混入の場合よりも約10%程度強度が増大する結果が得られた。また、細骨材の一部を石粉で置換した場合の強度試験結果を示した図-4においても、石粉量が200 kg/m³程度までの範囲では若干の強度増進が認められた。

以上の結果は、石粉の混入による結合材粒子の分散状態の変化によって保水性や水和活性が向上したこと⁵⁾に起因するものと考えられる。微粉末粒子の分散性については、石粉の品質(粉末度)や練りませ方法等の要因によっても大きく左右されることから、コンクリート用微粉末材料としての石粉の使用効果をより明確なものとするためには、石粉の粉末度や混入率等の影響も含め今後さらに詳細な検討が必要と思われる。

【参考文献】

- 1) 金沢ほか：超低発熱セメントの橋梁マスコンクリート構造物への適用性，コンクリート工学 Vol.27, No. 5, pp. 31-37, 1989.
- 2) 宮崎ほか：微粉末石粉を添加した海砂コンクリートの品質，セメント技術年報Vol. 35, pp. 178-181, 1981.
- 3) 坂田昇ほか：高流動コンクリートの充填性に関する研究，コンクリート工学年次論文報告集12-1, pp. 301-306, 1990.
- 4) 近松ほか：高流動コンクリートの流動性評価方法，セメントコンクリート, NO.530, 1991.
- 5) 山崎：鉱物質微粉末がコンクリートの強度におよぼす効果に関する基礎研究，土木学会論文集 No. 85.

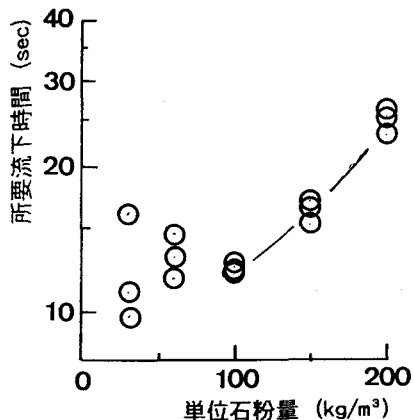


図-2 単位石粉量と所要流下時間

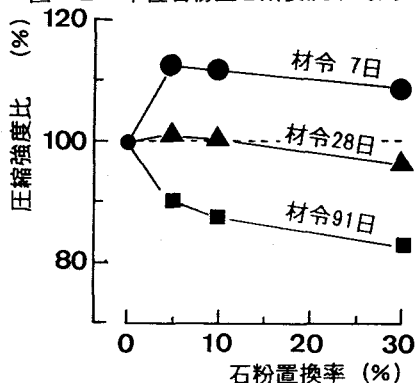


図-3 石粉置換率と圧縮強度比

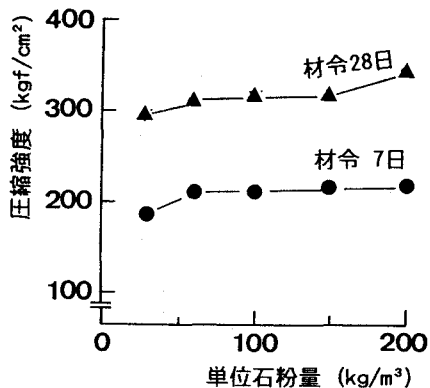


図-4 単位石粉量と圧縮強度