

# 細骨材に含まれる微粒分が高性能AE減水剤の効果に与える影響

学籍番号1070539 前田 恵佑

高知工科大学 社会システム工学科

要旨：高性能AE減水剤を添加したフレッシュモルタルの細骨材に含まれる微粒分(150 $\mu\text{m}$ 以下)が流動性に与える影響を明らかにすることを目的とし、石灰砕砂中の微粒分の有無、海砂にて実験を行った。粗粒率の小さな細骨材を使用した場合、粒子の凝集を分散させるために所要高性能AE減水剤添加量が増加した。また、使用材料に関わらず高性能AE減水剤吸着率はほぼ一定となることが判明した。高性能AE減水剤残存量が多いほど吸着速度が上昇することで経時保持性が良くなるものと思われる。

**Key Words**：微粒分、高性能AE減水剤、フレッシュモルタル、流動性、経時保持性

## 1. はじめに

コンクリートに使用される骨材は、海砂・川砂の採取規制により岩石を砕いて製造する砂岩・砕砂が主流となっている。砂岩・砕石はその製造過程や運搬により、微粒分が発生しやすい。骨材中の微粒分の増加はコンクリートの粘性を増加させることが既存の研究から明らかとなっている<sup>1)</sup>。高性能AE減水剤を使用する自己充填コンクリートにおいて粘性の増加は分離抵抗性を高める上で重要であるが変形性抵抗に繋がる危険性があり、微粒分の影響を無視出来ない。また、高性能AE減水剤はセメント粒子や骨材中の微粒分に吸着することから細骨材に含まれる微粒分の影響を明確に必要がある。

本研究は細骨材に含まれる微粒分が高性能AE減水剤の分散・反発作用に及ぼす影響について自己充填モルタルを用いて実験を行い、変形性・粘性に対し検討した。さらに、フレッシュモルタル中の高性能AE減水剤残存量が変形性・粘性の経時変化に与える影響を検討することにより、微粒分の影響を報告するものである。

## 2. 実験概要

本研究では石灰砕砂のふるい分け試験を行い、微粒分を除去した細骨材(以下、CS-F)と微粒分を含む細骨材(以下、CS-C)また海砂(以下、SS)を用いて実験を行う。また、細骨材の粒度分布を図-1に示す。高性能AE減水剤を使用したフレッシュモルタルを用い、練り上がり(以下、0分)から90分後までの粘性及び変形性の経時変化を測定する。また、0分、30分、90分

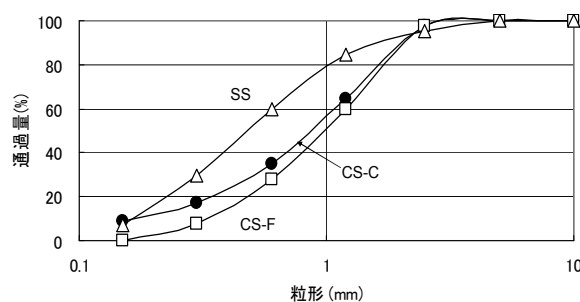


図-1 細骨材の粒度分布

表-1 使用材料

使用材料	種類	記号	物性
セメント	低熱ポルトランドセメント	C	比重：3.24
細骨材	高知県白木谷産石灰砕砂	CS-C	比重：2.68, 粗粒率：2.76 吸水率：0.37, 微粒分9%
	石灰砕砂(150 $\mu$ 以上)	CS-F	比重：2.68, 粗粒率：3.06 吸水率：0.37, 微粒分0%
	高知県産海砂	SS	比重：2.58, 粗粒率：2.22 吸水率：2.27, 微粒分6%
水	上水道水	W	-
混和剤	高性能AE減水剤	SP	ポリカルボン酸エーテル系

表-2 モルタルの配合

タイプ	配合種別		単位量 (kg / m <sup>3</sup> )				SP添加量 (C×%)
	W/C(%)	s/a(%)	W	C	CS	SS	
1	27.8	45	261	938	1206	-	1.00
2	27.8	45	261	938	-	1161	2.00

後に試料を採取し遠心分離(10000rpm, 7分)により濾液を抽出する。全有機炭素量測定装置を用いて残存炭素量を測定し高性能AE減水剤に含まれる炭素量との差を高性能AE減水剤見掛け吸着量とする。使用した材料を表-1に、配合を表-2に示す。

#### [練り混ぜ]

ミキサ：ハイパワーミキサ(Model No CB-34)

練混ぜ量：2.5l

セメント+細骨材を投入し30秒練混ぜ、一次水投入後60秒練混ぜ、搔落し、二次水+高性能AE減水剤を加入し60秒間練混ぜる。その0分、30分、60分、90分後にフロー試験、ロート試験を行う。

### 3. 微粒分による高性能AE減水剤の効果への影響

#### 3.1 流動性の定義

フレッシュモルタルにおける変形性及び粘性の評価はモルタルフロー試験、モルタルロート試験にて行う。大内ら<sup>2)</sup>によって提案されたモルタルフロー値dとフローコーンの直径 $d_0$ から得られる相対フロー面積比 Gmと、ロートの流下時間t(秒)から得られる相対ロート速度比 Rmを用いることで評価する。Gmの値が大きいほど変形性が大きく、Rmが大きいほど粘性が低いことを示す。モルタルフロー試験器を図-2にモルタルロート試験器を図-3に示す。

相対フロー面積比 Gmと相対ロート速度比 Rmは以下の式より算出した。

$$Gm = (d_1 \times d_2 - d_0^2) / d_0^2 \quad (1)$$

$$Rm = 10/t \quad (2)$$

また、高性能AE減水剤の粒子分散効果をGm/Rmで示し、自由水の分散効果をRm/Gm<sup>0.4</sup>で示す。

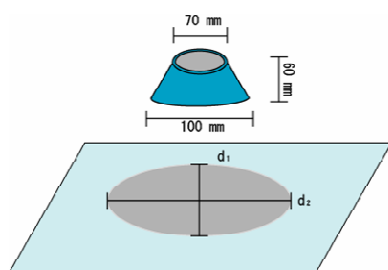


図-2 モルタルフロー試験器

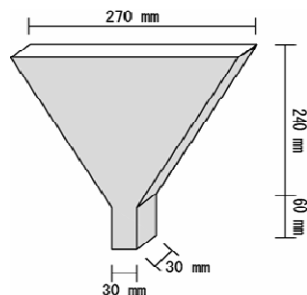


図-3 モルタルロート試験器

#### 3.2 流動性に及ぼす影響

GmとRmの関係を図-4に示す。Gm, Rmの値が0に近づくにつれフレッシュモルタルの流動性が低下していることを示している。微粒分の有無により0分から30分までの流動性の経時変化の割合が大きく異なっている。SSの流動性が増加した後、低下している現象は高性能AE減水剤添加量の違いにより残存量が異なるためと考えられる。

#### 3.3 変形性(Gm)に及ぼす影響

Gmの経時変化を図-5に示す。CS-FでのGmは経時と共に緩やかに低下している。しかし、CS-Cでは0分から15分まで急激に低下し、その後緩やかになっている。これは微粒分の凝集を分散させるため高性能AE減水剤が多く消費されたことにより高性能AE減水剤残存量が低下したためと考えられる。また、これにより経時変化における変形性の急激な低下が起こると考えられる。

SSは0分から30分まで大きく増加しその後90分まで緩やかに低下している。海砂と石灰砕砂において同程度の変形性を持たせるためには高性能AE減水剤添加量を増加する必要がある。そのため経時と共に効く高性能AE減水剤の分散効果が高いと考えられる。

#### 3.4 粘性(Rm)に及ぼす影響

Rmの経時変化を図-6に示す。Rmの経時変化は微粒分の有無による初期値の違いはあるが、経時変化においてその傾向はほぼ同じである。つまり、粘性に対して微粒分はその経時において影響を及ぼさないと考えられる。また、初期値の違いは微粒分が細骨材の間隙を埋める働きをしたためフレッシュモルタルのプラスチックシーが増加したことによるものと考えられる。

#### 3.5 高性能AE減水剤の分散効果(Gm/Rm)

Gm/Rmと経時変化の関係を図-7に示す。CS-Cのフレッシュモルタルは0分から15分までで約40%高性能AE減水剤の分散効果が減少し、その後緩やかに低下している。CS-Fでは0分から90分まで高性能AE減水剤の効果は緩やかに低下している。SSは高性能AE減水剤添加量に違いにより増加していると考えられる。

#### 3.6 自由水の分散効果(Rm/Gm<sup>0.4</sup>)

Rm/Gm<sup>0.4</sup>の経時変化を図-8に示す。使用材料に関わらず0分での自由水の影響が90分後まで続いており経時変化はほぼ一定となっている。これにより、自由水を拘束できる微粒分量が経時保持性を支配していると考えられる。

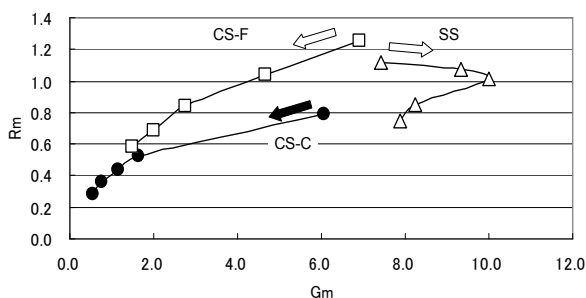


図-4 流動性変化

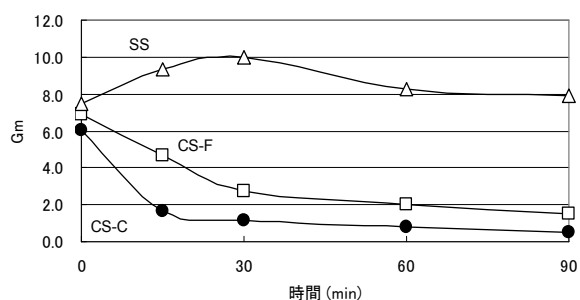


図-5 変形性の経時変化

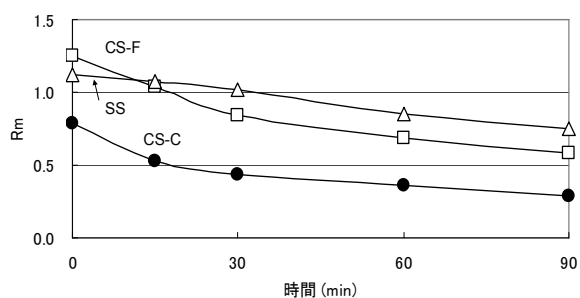


図-6 粘性の経時変化

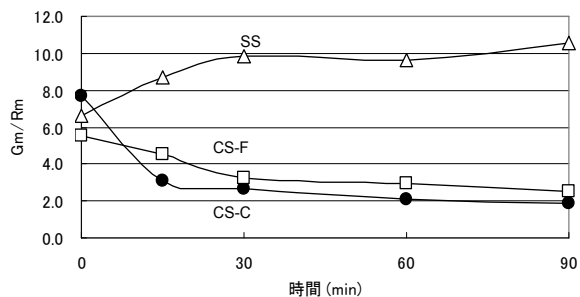


図-7 分散効果の経時変化

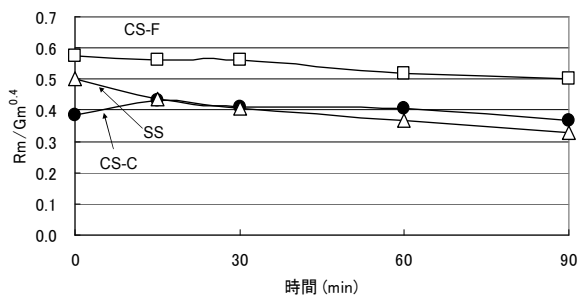


図-8 自由水の経時変化

#### 4. 炭素量測定

##### 4. 1 プレーンモルタルの炭素量

高性能AE減水剤無添加では、0分から90分後までの炭素量は微粒分の有無や使用細骨材の種類に関わらずほぼ一定であった。これにより、測定された炭素量の残存量を高性能AE高性能の見掛けSP残存量と考えて差し支えないと考えられる。

##### 4. 2 フレッシュモルタルの炭素量

高性能AE減水剤を添加したフレッシュモルタルのSP吸着量を図-9に、SP吸着率を図-10に示す。CS-CではCS-Fに比べ、0分でのSP吸着量がフレッシュモルタル中で3,000mg/l増加している。これは微粒分が練り上がり後、初期に高性能AE減水剤を吸着したためと考えられる。CS-CのフレッシュモルタルではSP吸着量が初期に多く、図-5で示されるように変形性に対する経時保持性が小さいことから、経時により効いてくる高性能AE減水剤の量少ないと考えられる。これにより、微粒分は練り上がり初期の流動性及びその後の経時保持性に対し大きく影響すると考えられる。

また、SSのSP吸着量が石灰砕砂に比べ多いことは表-2で示すように高性能AE減水剤添加量の違いによるものである。しかし、SP吸着率では石灰砕砂と同じく約50%を示している。これにより、高性能AE減水剤の吸着率は添加量にそれほど支配されないと考えられる。

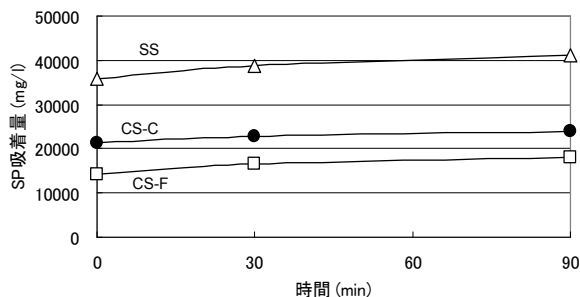


図-9 SP 吸着量の経時変化

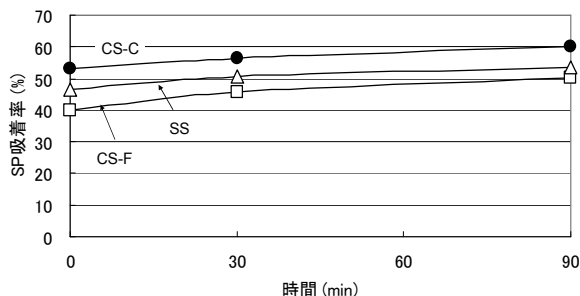


図-10 SP 吸着率の経時変化

#### 4. 2 吸着炭素量とGm/Rmの関係

S P吸着量と高性能AE減水剤の効果の指標の関係を図-11に示す。S P吸着量とGm/Rmはその変動に明確な相関は確認されなかった。よって、流動性の経時変化はS P吸着量に影響を受けるのではなく、経時によるS P吸着量の増分に影響を受けると考えられる。

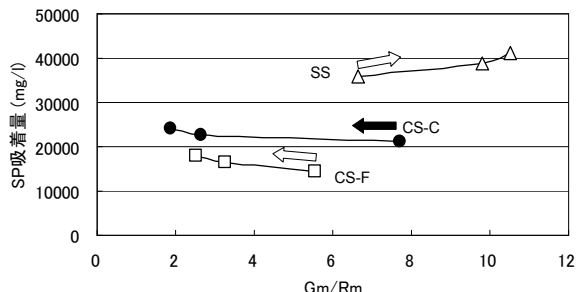


図-11 SP吸着量とGm/Rmの関係

#### 6. まとめ

細骨材に含まれる微粒分が高性能AE減水剤の粒子分散効果に与える影響について検討した。以下にまとめを記す。

- (1) 同じ添加量で比較した場合、細骨材中の微粒分の存在がモルタルの流動性が低下させた。
- (2) 石灰砕砂と海砂を比較した場合、粒形の細かい海砂は粒子の凝集を分散させるために所要高性能AE減水剤添加量が増加した。しかし、同程度の流動性を得る為に海砂へ高性能AE減水剤添加量が大きくなったメカニズムの解明には至らなかった。
- (3) 添加した高性能AE減水剤の吸着率は使用材料に関わらずほぼ一定となった。
- (4) 高性能AE減水剤残存量が大きいほど経時変化に強い。これは、高性能AE減水剤残存量が吸着速度に影響したためと思われる。

#### 7. 今後の課題

0分から30分における高性能AE減水剤吸着量の増分とGm/Rmの経時変化を図-12に示す。高性能AE減水剤の効果は高性能AE減水剤吸着量の増分に大きく影響を受けると考えられる。また、この0分から30分の高性能AE減水剤吸着量の増分は0分におけるS P残存量と相関があるものと思われる(図-13)。

これらの関係を証明することで、高性能AE減水剤の効果の経時変化のメカニズム解明につなげる予定である。

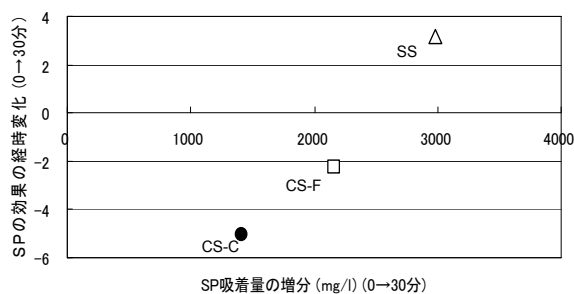


図-12 0~30分におけるSP残存量変化とGm/Rmの経時変化

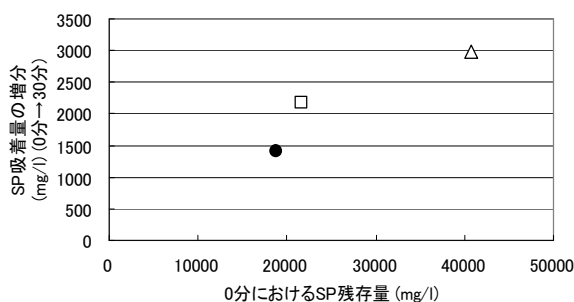


図-13 0分におけるSP残存量と30分後までの経時変化量

#### 参考文献

- 1) 中村秀三, 小島明, 鶴田昌宏 : 太平洋セメント研究報告, 第148号(2005)
- 2) 大内雅博, 日比野誠, 菅俣匠, 岡村甫 : 自己充填コンクリート用高性能AE減水剤の効果の定量評価法, コンクリート工学年次論文集, Vol.20, No.2, pp355-360, 1998
- 3) 太田晃, 魚本健人 : 各種結合材粒子に対するポリカルボン酸系分散剤の分散効果に関する検討, コンクリート工学年次論文集, Vol.20, No.2, pp85-90, 1998
- 4) 谷川恭雄 : フレッシュコンクリートの流動特性とその予測, セメントジャーナル社, 2004
- 5) 菅俣匠, 枝松良展, 大内雅博 : 高性能AE減水剤の分散保持作用に関する定量評価, コンクリート工学年次論文集, Vol.22, No.2, pp163-168, 2000