

# 増粘剤添加型・従来型高性能 AE 減水剤の 添加量がモルタルの流動性低下の緩和効果に 及ぼす影響

学籍番号：1130099 氏名：田中一徳 指導教員：大内雅博

高知工科大学システム工学群建築都市デザイン専攻

要旨：低い単位セメント量であっても自己充填性を付与することが可能な増粘剤添加型高性能 AE 減水剤による、モルタルの流動性低下の緩和効果を明らかにした。この流動性低下の緩和効果を模擬粗骨材によるロート速度低下度割合の比較から明らかにした。さらに、その効果の程度が、添加量に影響されていることが明らかになった。

*Keywords*：自己充填性，流動性低下度，高性能 AE 減水剤，添加量，模擬粗骨材

## 1. はじめに

自己充填コンクリートは、単位セメント(粉体)量を大きくし骨材量を小さくすることで自己充填性を得ている。そのため、コストが高くなるというデメリットも存在する。

近年、増粘成分を添加した新型高性能 AE 減水剤が開発された。この混和剤を用いることにより、普通コンクリートと大差ない配合で自己充填性を付与できると言われている。

本研究の目的は、増粘剤を添加した高性能 AE 減水剤により、従来の自己充填コンクリートと比較して単位セメント量低減、すなわち骨材量を多くすることが可能であることを明らかにすることである。

## 2. 仮説

### 2.1 既往の研究

本研究にて着目する「粗骨材によるモルタルの流動性低下度」は、粗骨材とモルタル構成粒子間の相互作用により生じるものである。これは、フレッシュコンクリートが狭い間隙を通過するために変形する際に

影響を及ぼす特性である。コンクリートが変形するためにはモルタル相の変形が必要であるが、それと同時に粗骨材どうしの接近が伴う。その際、モルタルに発生する直応力 $\sigma$ がモルタルのせん断変形抵抗性 $\tau$ を増加させる(図-1)。その増加度合いが、フレッシュモルタルを構成する粒子の物理的特性、すなわち、セメントや粗骨材の物理的特性、粗骨材容積比が固体粒子間摩擦に大きな影響を与えることが分かっている。配合上の値で表現すれば、セメント及び細骨材の物理的特性や、細骨材容積比である。

自己充填コンクリートの配合設計では、モルタル中の細骨材容積比を従来のコンクリートよりも少なくするのは、ここで述べた粗骨材によるモルタルの流動性低下度を低減するためである。

大内は、この粗骨材によるモルタルの流動性低下の低減効果をフレッシュモルタルの「圧力伝達特性」の維持と名付けた。フレッシュモルタルには、液体としての特性と固体粒子としての特性が併存している。フレッシュモルタルに生じる直応力によるせん断変形抵抗性の増大の程度が小さいことは、液体としての特

性がより強いということである。よって、これを「圧力伝達特性」と定義した。

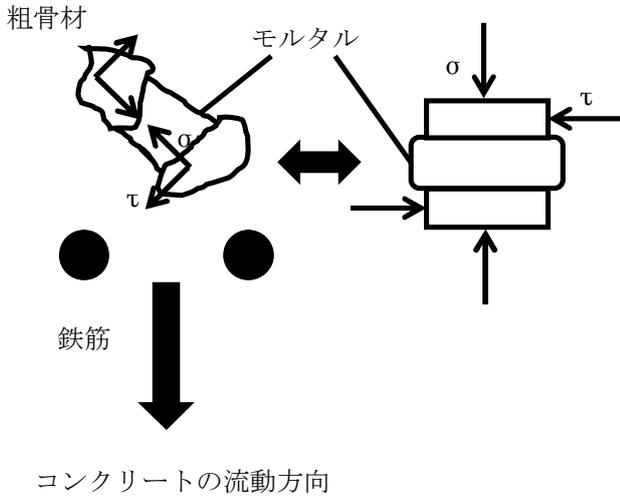


図-1 直応力 $\sigma$ とせん断変形抵抗 $\tau$

## 2.2 増粘剤添加型高性能 AE 減水剤の効果と仮説

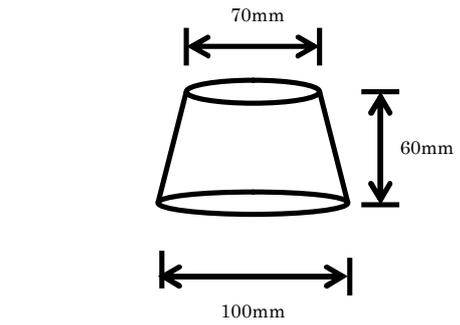
増粘剤添加型高性能 AE 減水剤を用いれば、普通コンクリートと同じ配合で自己充填性を付与できる。増粘剤添加型高性能 AE 減水剤が従来の高性能 AE 減水剤に比べて異なっている点は、増粘剤が一体となっている点である。すなわち、増粘剤の付与により、フレッシュモルタル中の自由水が拘束され、細骨材容積比及び水セメント比が高くても、モルタルの適切な粘性・変形性を保つことが出来る。それ故に、粗骨材によるモルタルの流動性低下の緩和が可能である。

そこで、粗骨材によるモルタルの流動性低下の緩和効果のメカニズムが増粘剤添加型高性能 AE 減水剤の添加量に左右されていると仮説を立てた。

## 3. 変形性、粘性及び圧力伝達特性の試験方法

### 3.1 変形性の試験方法

変形性とはモルタルまたはペーストが変形可能な量である。フロー試験の結果を利用した指標により表す。フローコーンにモルタルを詰め、振動を与えずにフローの広がり方を測定し相対フロー面積比( $G_m$ )を変形性の指標とする(図-2)



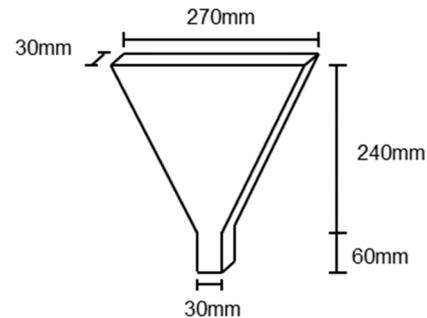
相対フロー面積比： $G_m = (d_1^2 - d_0^2) / d_0^2$   
 $d_1$ =モルタルフローの直径(mm)  
 $d_0$ =フローコーンの直径(100mm)

図-2 フローコーンと相対フロー面積比

### 3.2 粘性の試験方法

粘性とは、モルタルまたはペーストの変形中の状態である。変形速度が大きいほど粘性が小さい。ロートの流下時間を利用した指標により表す(図-3)。

V ロートにモルタルを投入し、流下時間を測定し相対ロート速度比( $R_m$ )を粘性の指標とする。



相対ロート速度比： $R_m = 10/t$

$t$ =ロート流下時間(秒)

図-3 ロート試験機と相対ロート速度比

### 3.3 コンクリートにより自己充填性試験の問題点と本研究で用いたフレッシュモルタルの圧力伝達特性試験

フレッシュモルタルの圧力伝達特性は、粗骨材との相互作用によるものであるため、フレッシュモルタルだけではなくコンクリート試験を行う必要がある。通常はボックス試験が行われる。しかし、材料・時間ともに手間が大きい。また、粗骨材の特性が一律でない

という問題もある。そこで、模擬粗骨材としてのガラスビーズを用いたロート試験が開発された。

まず、フレッシュモルタルのロート速度  $R_m$  を求める。そして、そのフレッシュモルタルにガラスビーズを混入してロート試験を行う。ビーズ入り相対ロート速度比を  $R_{mb}$  とし、 $R_{mb}/R_m$  をフレッシュモルタルの圧力伝達特性の指標とした。すなわち、 $1-R_{mb}/R_m$  の値が大きいほど粒子間の摩擦が大きいことになる。ビーズの混入率は閉塞の余裕を見込み、モルタル容積(ビーズを含む)の20%に設定した。

### 3.4 練り混ぜ方法

材料の練り混ぜにはパドルミキサを用い、練混ぜ速度は低速(自転速度：毎分  $140 \pm 5$  回転、公転速度：毎分  $62 \pm 5$  回転)にて行った。最初に空練りを30秒行った後、本練りを120秒行った。本研究での自己充填モルタルの練り混ぜ方法を図-4に示す。

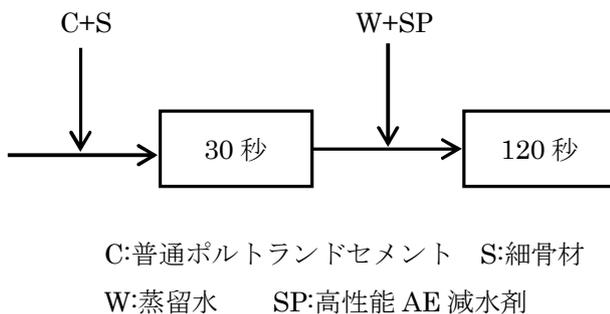


図-4 練り混ぜ手順

### 3.5 試験手順

外気温によるフレッシュモルタルの自己充填性への影響を除外するため、室温  $20^\circ\text{C}$  の恒温室内で実験を行った。また、使用材料は予め恒温室に24時間以上静置した。さらに、実験によるばらつきを明らかにするために、本研究ではすべての実験を1種類につき3回行った。

空練りをして水を投入し、ミキサの羽を回し始めた瞬間を0秒として、5分後と20分後にフロー試験を行い、その直後にロート試験を行う。20分後のロート試験の後、容器にガラスビーズを投入し、スプーンで20

回かき混ぜた後、同様のロート試験を再度行う。経時変化による影響を最小にするため、ロート試験機は2台用いる。使用するデータは20分後のデータとする。これは、20分後のデータが比較的安定しているからである。

### 3.6 使用材料

使用材料を表-1に示す。

表-1 使用材料

セメント (C)	普通ポルトランドセメント 密度 $3.15\text{g}/\text{cm}^3$
細骨材 (S)	石灰石砕砂 密度 $2.68\text{g}/\text{cm}^3$ 粗粒率 2.72
模擬粗骨材	ガラスビーズ 直径 10mm 密度 $2.55\text{g}/\text{cm}^3$
混和材	石灰石微粉末 密度 $2.70\text{g}/\text{cm}^3$
増粘剤添加型 高性能 AE 減水剤 (SP1)	グレニウム 6550 (ポリカルボン酸系+増粘剤) 密度 $1.058\text{g}/\text{cm}^3$
従来型高性能 AE 減水剤 (SP2)	SP-8RV (ポリカルボン酸系) 密度 $1.095\text{g}/\text{cm}^3$
従来型高性能 AE 減水剤 (SP3)	SP-8SBs (ポリカルボン酸系) 密度 $1.044\text{g}/\text{cm}^3$
水 W	蒸留水

### 3.7 配合条件

本研究では、18種類の配合で自己充填モルタルを練った。水セメント比を高くすると、粒子間の距離が広くなり、変形性が増加し、粘性が低下する。

前提条件として、モルタル中の細骨材容積比を45%に設定した。また、変形性の指標である相対フロー面積比( $G_p$ )が一定になるように高性能 AE 減水剤の添加量を調整した。

#### 4. ロート試験による流動性低下の緩和効果の比較

高性能 AE 減水剤の添加量による粗骨材によるモルタルの流動性低下の緩和効果の大きさを比較するため、モルタルの相対フロー面積比( $G_m$ )をほぼ同じにして、セメントの一部を石灰石微粉末に置換することにより、高性能 AE 減水剤の添加量を調整した。(高性能 AE 減水剤の添加量を SP/P (%) で表す)

今回の実験では、ベースとなるモルタルの他に、セメントを石灰石微粉末に 25% と 50% 置換したモルタルで比較を行った。

実験結果をグラフに示したものが図-5 と図-6 である。一点につき 3 回ずつ試験を行い、平均値と標準偏差を示した。

増粘剤添加型高性能 AE 減水剤 (SP1) は添加量が多いほど粗骨材によるモルタルの流動性低下度が小さくなった。一方で、従来型高性能 AE 減水剤 (SP2, SP3) は図-5 では増粘剤添加型高性能 AE 減水剤と同様の傾向が見られたが、増粘剤添加型高性能 AE 減水剤ほど大きな差はなく、図-6 ではほぼ一直線となった。(エラーバーが重なっている)

増粘剤添加型高性能 AE 減水剤は添加量により粗骨材によるモルタルの流動性低下の緩和効果が大きく左右されたが、従来型高性能 AE 減水剤は添加量に左右されない可能性を含む結果となった。

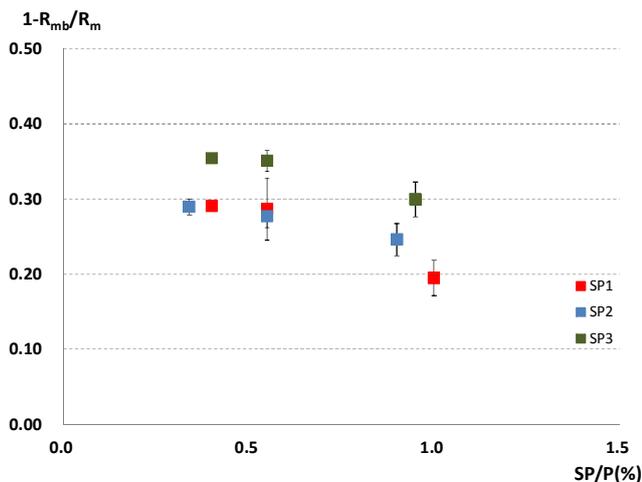


図-5 水粉体容積比 126%, 細骨材容積比 45%における  $1-R_{mb}/R_m$  と SP/P の関係

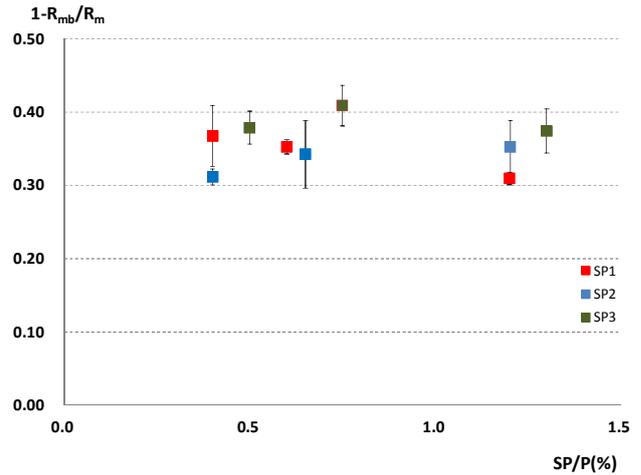


図-6 水粉体容積比 110%, 細骨材容積比 45%における  $1-R_{mb}/R_m$  と SP/P の関係

#### 5. 結論

本研究の結果、以下のことが明らかになった。

- (1) 増粘剤を添加した新型高性能 AE 減水剤は、従来の高性能 AE 減水剤に比べて粗骨材によるモルタルの流動性低下の緩和効果が大きくなった。
- (2) 増粘剤添加型高性能 AE 減水剤は、添加量が粗骨材によるモルタルの流動性低下の緩和効果に影響している。

#### 6. 今後の課題

条件を同じにしたまま添加量を上げることができたら、さらに粗骨材によるモルタルの流動性低下の緩和効果が大きくなるはずである。そこで、増粘剤を別添加することによって、増粘剤添加型高性能 AE 減水剤の添加量を上げて同様の試験を行う必要がある。

#### 謝辞

本研究を進めるにあたり、大内雅博先生、宮地日出夫先生には数多くの御助言・御指導をして頂きました。心より御礼申し上げます。

#### 参考文献

- 1) 岡村 甫：新しいコンクリート技術の開発の方向-自己充填コンクリートの開発と実用化-, 財団法人先端建設技術センター, 2005年9月
- 2) 森實純也：新型高性能 AE 減水剤による自己充填コンクリートの固体粒子間摩擦, 高知工科大学卒業論文, 2012年