

高性能特殊増粘剤を用いたモルタル配合に関する基礎実験

(株)熊谷組 野中 英 佐藤孝一 金森誠治
(株)ファテック 石口真実

1. はじめに

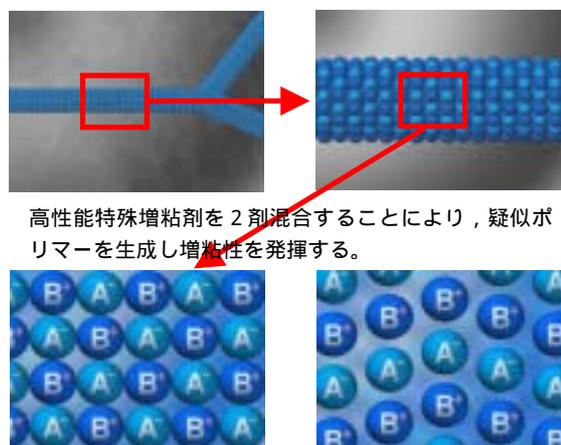
本来、コンクリート構造物は適切に材料を選定し、配合設計を行い、施工を行えば、高耐久性を有するものである。しかし、設計当時には知識が十分ではなかった劣化メカニズムが作用した場合や、工期やコストの制約から十分な施工が行われなかった場合も皆無とはいえなかった。上記のような材料や施工により作製されたコンクリート構造物は、劣化の進行および老朽化により、補修・補強工事が必要なものも多い。そのため補修・補強工事は増加する傾向にあり、それに伴い工法も多様化してきている。特に、耐震補強などでは、コンクリートの周囲に埋め込み型枠の敷設や高密度ポリエチレン等の樹脂を周囲に巻き付け、その周囲の隙間を流動性の高いモルタルで注入する工法が多く見られるようになってきている¹⁾。

本報告では、既存の流動性の高いモルタルをさらに高機能化(セルフレベリング性、自己充填性、材料分離抵抗性、高流動性)することを目的に、既存の増粘剤とは種類および作用機構の異なる高性能特殊増粘剤を用いてモルタルを練り混ぜ、水セメント比の違いによる初期性状および強度特性等を把握するものである。

2. 高性能特殊増粘剤

本実験に用いた高性能特殊増粘剤は、アルキルアリルスルホン酸ナトリウム(MxA)とアルキルアリアンモニウム塩(MxB)の2種類の界面活性剤により構成されている。高性能特殊増粘剤の粘性発揮のメカニズムは、図-1に示すように、ペースト中で分子会合を起こし、

高分子状の大きな高次構造体を形成する。この高次構造体によってペーストあるいはモルタルに高い材料分離抵抗性を付与することができる。また、通常の水溶性高分子がせん断力によって切断されるのに対し、本剤は分子間力によって構造体を形成しているため、切断されても容易に再結合・再融合し、安定した増粘効果を発揮する²⁾。



高性能特殊増粘剤を2剤混合することにより、疑似ポリマーを生成し増粘性を発揮する。

水中で、A剤がマイナス、B剤がプラスの荷電を帯び、磁石のように、互いに引きつけ合いながら結びついている。

図-1 高性能特殊増粘剤のメカニズム概念図

3. 実験概要

3.1 使用材料、モルタル配合および練混ぜ

モルタルの配合は、水セメント比を30, 40, 50, 60, 70%, 単位水量 400kg/m³, 高性能特殊増粘剤(MxA, MxB)の添加率を単位水量に対して各々0.5, 1.0, 1.5%, 高性能特殊分散剤(Ad)をセメントに対して0.5, 1.0, 1.5%とした配合とした。

モルタルの練混ぜは、砂およびセメントを投入し20秒空練りした後、混和剤(Ad, MxA)を

混ぜた水を投入し 30 秒練混ぜ、その後、混和剤 (MxB) を投入して 60 秒練混ぜた。練り上がったモルタルは、10 分間静置した後、各種試験に供した。表 - 1 に、使用材料を、表 - 2 に配合表を示す。

3. 2 試験方法

(1) フロー試験

JASS 15 M103「セルフレベリング材の品質規格」に準じて測定した。

(2) ロート試験

上部直径 10cm、下部直径 2cm、高さ 10cm の円錐状のロートにより測定した。

(3) 空気量の測定

JIS A 1128「フレッシュコンクリートの空気量の圧力による試験方法 (空気室圧力法)」に準じて測定した。

(4) 沈下量の測定

モルタル強度試験用供試体上面の沈みを材齢 1 日で計測した。

(5) 圧縮強度試験

JIS A 1108「コンクリートの圧縮強度試験方法」により測定した。

表 - 3 に、試験方法の詳細を示す。

4. 実験結果

本試験結果では、高性能特殊分散剤の傾向が Mx 添加率により同じであった。そのため試験結果は、Mx の添加率毎に平均値として示している。

(1) フロー試験

図 - 2, 3 に 1 分フロー、5 分フローを示す。目視の状況は、Mx が 0.5% のとき材料分離が認められたが、Mx の添加量を 1.0% 以上とした場合には材料分離は認められない。1 分フロー、5 分フローは、Mx が 0.5% では水セメント比の違いにより、変化は認められないが、Mx が 1.0% 以上では水セメント比 50% まで水セメント比の増加に伴いフロー値は大きくなり、水セメント比 50% 以上ではフロー値に変化は認められ

表 - 1 使用材料

使用材料		使用材料の詳細
セメント	C	普通ポルトランドセメント (比重 3.16)
細骨材	S	岐阜県瑞浪産珪砂 (3, 4, 5 号混合, 比重 2.59)
水	W	つくば市水道水 (比重 1.00)
高性能特殊増粘剤	Mx	アルキルアリルスルホン酸塩系高性能特殊増粘剤 (MxA) アルキルアンモニウム塩系高性能特殊増粘剤 (MxB)
高性能特殊分散剤	Ad	ポリカルボン酸系高性能特殊分散剤

表 - 2 配合表

W/C %	単位量 (kg/m ³)						
	単位水量	セメント	細骨材	Mx	Ad		
30	400	1333	461	0.5	0.5		
40		1000	733			~	~
50		800	899	1.5	1.5		
60		667	1008			W × %	C × %
70		571	1085				

表 - 3 測定方法

	試験項目	試験方法
初期性状確認試験	フロー試験	JASS 15 M103「セルフレベリング材の品質規格」に準じて行うものとし、50mm (内径) × 100mm (高さ) の塩ビパイプを用いて測定した。また、フローが 20cm となる時の時間も同時に計測した。また、目視により材料分離等の観察を実施した。
	空気量の測定	JIS A 1128「フレッシュコンクリートの空気量の圧力による試験方法 (空気室圧力法)」に準じて、容量 1 リットルのモルタルエアメータにより測定した。
	沈下量の測定	直径 50mm、高さ 100mm のモルタル強度試験用供試体上面の沈みを材齢 1 日で計測した。
	ロート試験	上部直径 10cm、下部直径 2cm、高さ 10cm の円錐状のロートにより、モルタルを流下させ、200cc 流下するときの時間を計測した。
強度確認試験	圧縮強度	JIS A 1132「コンクリートの強度試験用供試体の作り方」(試験体寸法: 直径 50mm、高さ 100mm) および JIS A 1108「コンクリートの圧縮強度試験方法」により材齢 1 日、28 日で測定した。

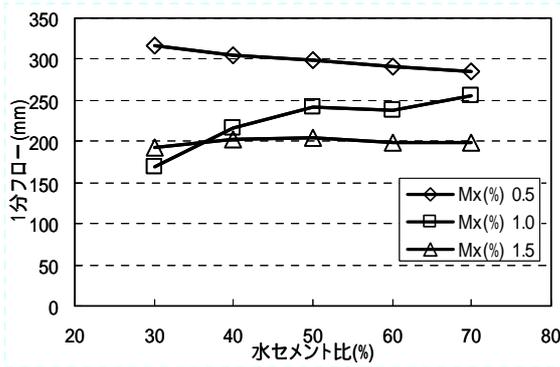


図 - 2 1分フロー

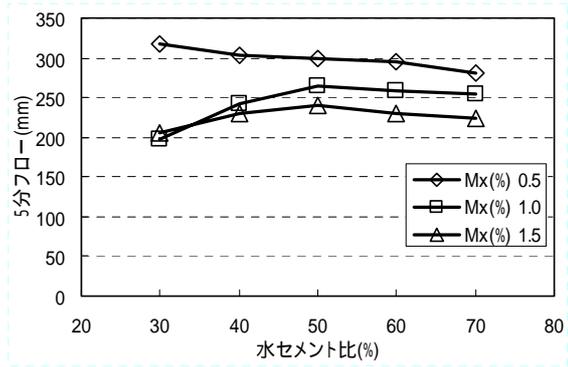


図 - 3 5分フロー

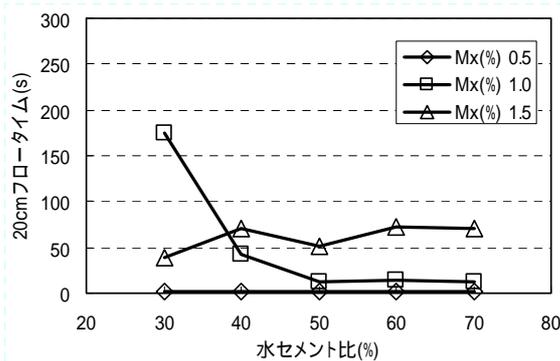


図 - 4 20cm フロー時間

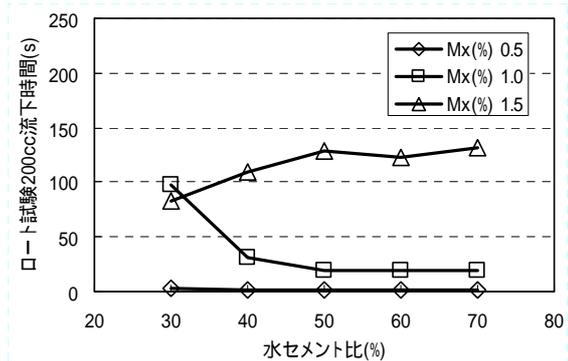


図 - 5 ルート試験 200cc 流下時間

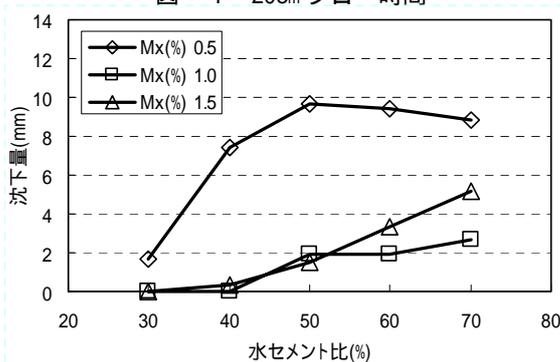


図 - 6 沈下量

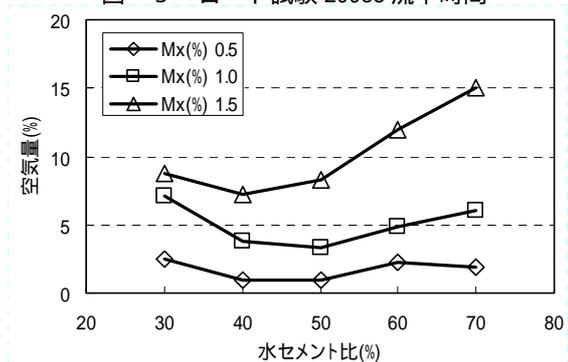


図 - 7 空気量

ない。

(2) 20cm フロー時間, ルート試験

図-4に20cmフロー時間を, 図-5にルート試験200cc流下時間を示す。この試験は, モルタルの粘性を評価する指標で, 20cmフロー時間およびルート試験結果が遅いほど, 粘性は大きくなる。20cmフロー時間およびルート試験200cc流下時間は, Mxが0.5%では水セメント比の違いによる影響は認められず, Mxが1.0%では水セメント比50%まで水セメント比の増加に伴い経過時間が遅くなり, 水セメント比50%以上では水セメント比による変化は認められない。Mxが1.5%では水セメント比30%にお

いて流動性が低下し, フロー値が20cmに到達しないもの, ルート試験で閉塞するものが認められ, それ以外については, 水セメント比による20cmフロー時間, ルート試験200cc流下時間に変化は認められなかった。

(3) 沈下量

図-6に沈下量を示す。沈下は, Mxが0.5%ではブリーディングによるものであり, Mxが1.0, 1.5%の場合には空気層の形成によるものであった。沈下量は, Mxが0.5%のとき水セメント比50%まで水セメント比の増加に伴い沈下量も大きくなり, 水セメント比50%以上では変化は認められなかった。Mxが1.0%以上では

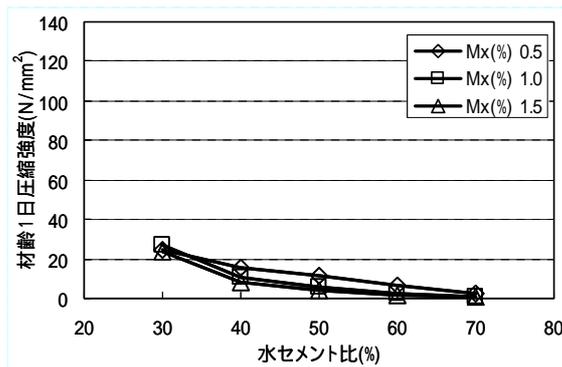


図 - 8 材齢 1 日圧縮強度

水セメント比 30, 40%で沈下は発生しなかったが, 水セメント比 50%以上では, 水セメント比の増加に伴い沈下量は大きくなった。

(4) 空気量

図 - 7 に空気量を示す。空気量は, どの Mx 添加率においても水セメント比 40, 50%付近で最小値を示し, それ以上となっても以下となっても水セメント比の変化に伴い空気量は多くなった。Mx の添加率による空気量の違いは, Mx が多くなるほど空気量は多くなり, 水セメント比による影響も Mx が増加するほど大きくなった。

(5) 圧縮強度

図 - 8, 9 に, 材齢 1 日圧縮強度, 材齢 28 日圧縮強度を示す。圧縮強度は, 試験材齢にかかわらず水セメント比の増加に伴い小さくなる傾向が認められた。材齢 28 日圧縮強度の範囲は, Mx が 0.5%では約 30 ~ 130N/mm², Mx が 1.0%以上では 20 ~ 90N/mm²となった。Mx が 0.5%とした場合に圧縮強度が大きくなった理由としては, プリーディングにより水が抜けたことによると推測される。また, Mx が 1.0, 1.5%による強度の違いは, 空気量の影響によるものと推測される。

5. まとめ

本実験により以下の知見が得られた。

(1) フロー試験の結果, Mx が 0.5%では材料分離が認められたが, 1.0%以上では材料分離は認められない。また, フロー値は水セメント比 50%までは水セメント比の増加に伴いフロー値は

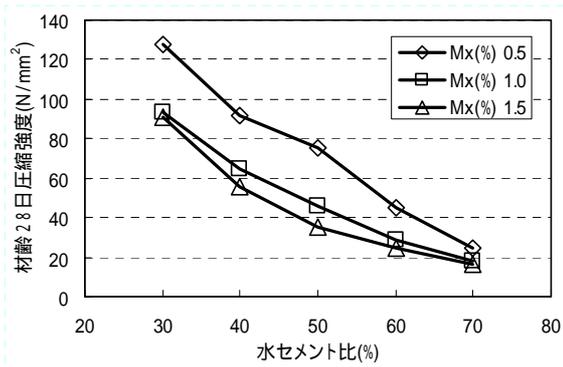


図 - 9 材齢 28 日圧縮強度

大きくなるが, それ以上ではフロー値に変化は認められない。

(2) 水セメント比の違いによる粘性評価の結果, Mx0.5%では変化は無く, Mx=1.0%, 1.5%では水セメント比 30%および 40%で粘性は大きく, 50%以上では変化は少ない。

(3) 沈下は, Mx0.5%でプリーディングによる沈下が発生し, Mx1.0, 1.5%では空気泡による沈下が発生した。また, 沈下量は水セメント比の増加に伴い多くなった。

(4) 空気量は, どの Mx 添加量においても水セメント比 40, 50%付近で最小値を示し, それ以上でも以下でも大きくなる傾向を示した。

(5) 圧縮強度は, 試験材齢にかかわらず, 水セメント比の増加に伴い小さくなる傾向が認められた。

本研究では, 高性能特殊増粘剤を用いたモルタル配合に関して, 水セメント比の違いによる基礎性状を把握した。今後は, 単位水量, 細骨材等が配合におよぼす影響の検討を実施し, 適用対象に応じた適切な配合選定が実施できるようにしたい。

<参考文献>

- 1) 森他: トンネル補強工法の開発(その1) - トンネル補強工法の提案と室内試験概要 -, 土木学会大 59 回年次学術講演会, pp.677-678, 2004
- 2) 山室他: 新規特殊増粘剤を用いたペーストおよび軽量高流動モルタルの基礎物性, コンクリート工学年次論文集, pp.1307-1312, V01.25, NO.1, 2003
- 3) 野中他: 高性能特殊増粘剤を用いたモルタル配合に関する基礎実験 - 水セメント比による影響 -, 土木学会第 60 回年次学術講演会, pp.661-662