

早期交通開放可能型舗装用コンクリートの混和剤作用メカニズムに関する一考察

立命館大学 学生会員 ○瀧井 秀一, 増山 直樹, 坂本 恭裕
 日産化学工業(株) 正会員 須藤 裕司
 東京工業大学 正会員 新 大軌
 立命館大学 フェロー会員 岡本 享久

1. 目的

コンクリート舗装では長期養生が必要となること
 が、普及への最大の弊害となっている。そこで、早
 期強度を得つつ、良好な作業時間を確保できるコン
 クリートの開発を行った。これまでに早強ポルトラ
 ンドセメントを使用し、亜硝酸系の硬化促進剤、ポ
 リカルボン酸系高性能減水剤とメラミン系高性能減
 水剤の3種混和剤を加えることで、作業性・強度発
 現性を共に確保できることが明らかとなっている。
 ここでは、3種の混和剤を併用した際の反応メカニ
 ズムの詳細について考察を加える。

2. 従来研究による成果

本研究の一環で、2011年2月に京都府宇治川堤防
 道路舗装工事で試験的実施工を行い、作業性・強度
 発現性について検討し、実用化についても評価され
 た¹⁾。実施工では冬季で低温条件であったため材齢
 1日での交通開放であったが、20℃室内試験では材齢
 12時間で交通開放可能となる強度を達成できてい
 る²⁾。試験的実施工で使用した混和剤特性および舗装用
 コンクリート配合をそれぞれ表-1、表-2に示す。

表-1 混和剤特性

混和材料	主な特性
硬化促進剤	亜硝酸系, 密度: 1.26~1.33g/cm ³
高性能減水剤	主成分: ポリカルボン酸エーテル系化合物
高性能減水剤	主成分: メラミンスルホン酸
AE剤	変性ロジン酸化合物系

表-2 舗装用コンクリート配合

W/C (%)	s/a (%)	Air (%)	単位量(Kg/m ³)				SP添加量 (C × %)			
			W	C	S	G	Me	Pc	A	AE
40	40	4.5±1.0	170	425	688	1068	1.5	2.3	7.5	4A

3. コンクリート用化学混和剤

3.1 硬化促進剤の性能

今回使用した硬化促進剤は亜硝酸系混和剤であり、
 通常鉄筋コンクリート中の鉄筋の防食(防錆)に効
 果を発揮する防錆剤や、寒冷地におけるコンクリー
 ト施工時の防凍剤(耐寒剤)の成分として使用されて

いる。一方で、コンクリートに多量に混入すること
 により凝結時間を短縮できるという効果が得られる。

3.2 減水剤種類の併用性能

表-3に減水剤の主成分の相性について示す。

表-3 減水剤の主成分の相性³⁾

	リグニン系	オキシカル ボン酸系	ナフタリン 系	ポリカルボ ン酸系	メラミン系	アミノスル ホン酸系
リグニン系	○	○	○	○	○	○
オキシカルボン酸系	○	○	○	○	○	○
ナフタリン系	○	○	○	×	△	○
ポリカルボン酸系	○	○	×	○	×	×
メラミン系	○	○	△	×	○	△
アミノスルホン酸系	○	○	○	○	△	○

○: 問題なし △: 注意が必要 ×: 混合した場合、異常あり

このように、通常ポリカルボン酸系減水剤(以下、
 ポリカル系減水剤)とメラミン系減水剤を2種併用
 すると減水性能が極端に低下することが知られてい
 る。

3.3 混和剤を3種併用した際の性能

亜硝酸系の硬化促進剤を添加すると硬化促進効果
 が得られ、また用いる減水剤や添加量により練混ぜ
 後の性状に大きく違いが現れた。使用する混和剤を
 亜硝酸系硬化促進剤、ポリカルボン酸系減水剤およ
 びメラミン系減水剤の3種併用とすることにより所
 定の可使時間(90分のアジテータ車による運搬時間
 -日本工業規格 JIS A 5308「レディーミクストコンク
 リート」)を確保でき、かつ早期に強度発現可能なも
 のとなった。

図-1に各種混和剤使用における性能評価を示す。

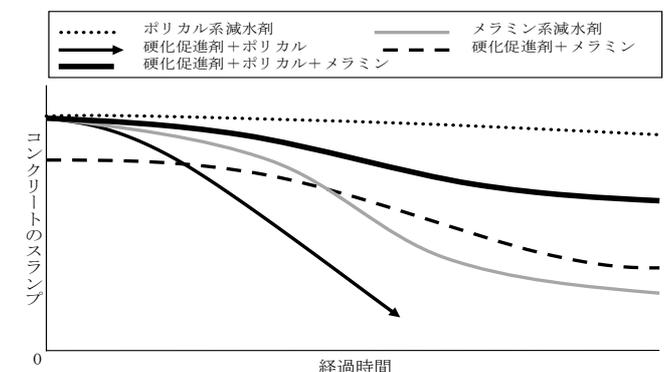


図-1 各種混和剤使用における性能評価

キーワード: コンクリート舗装, 早期強度, フレッシュ性状, 硬化促進剤, 混和剤

連絡先 〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1 イーストウィング 2F 環境マテリアル研究室 TEL: 077-561-2666

4. 各種混和剤作用メカニズム

4. 1 ポリカル系減水剤

ポリカル系減水剤は主鎖がセメント粒子表面に吸着し、側鎖が水中に広がり立体的な分散保護膜を形成した形態をとっている。ポリカル系減水剤は立体障害効果によって高い初期流動性を持ち、通常はスランプロスしにくい。しかし、亜硝酸系硬化促進剤と併用すると15~30分程度で流動性が失われた。これは図-2のように硬化促進剤添加に伴って、セメント粒子表面に過剰に水和物が生成されたため、減水剤粒子が水和物に包囲されてしまったと考えられる。

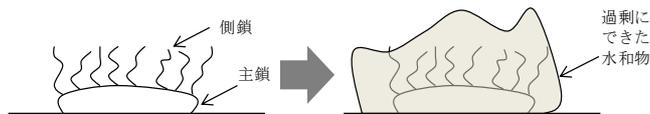


図-2 ポリカル系+硬化促進剤の作用モデル

4. 2 メラミン系減水剤

メラミン系減水剤を使用すると、図-3のように通常使用だと直鎖型・剛直な構造で、かつ減水剤分子が比較的小さく吸着力が強いため、初期流動性が得られるものの、水和物に減水剤分子が取り込まれ易く、減水効果を維持できないと考えられており、そのためスランプロスし易い。しかし、図-1のようにメラミン系減水剤を多量添加すると亜硝酸系硬化促進剤を用いても流動性を維持することが出来るようになった。これは、メラミン系減水剤を多量に添加したことによりセメント粒子に減水剤が被覆し、水和反応が阻害されたことや液相に残存している原子剤が効果的に作用することによって流動性が維持されているものと考えられる。

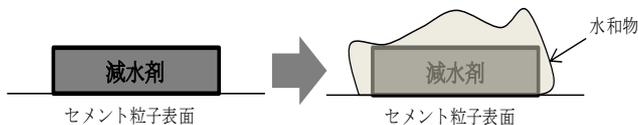


図-3 メラミン系減水剤の作用モデル

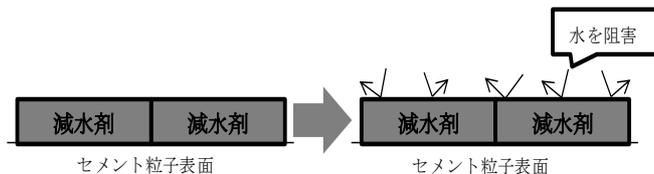


図-4 メラミン(多量)+硬化促進剤の作用モデル

4. 3 混和剤3種併用

2種類の減水剤を併用することで互いの長所を活かすことになり、高い流動性を確保しつつスランプロスの起こりにくいものを得ることが可能になった。

亜硝酸系硬化促進剤、ポリカルボン酸系減水剤およびメラミン系減水剤の混和剤3種併用した際の作用モデルについて、現在のところ以下の図-4のように考察している。

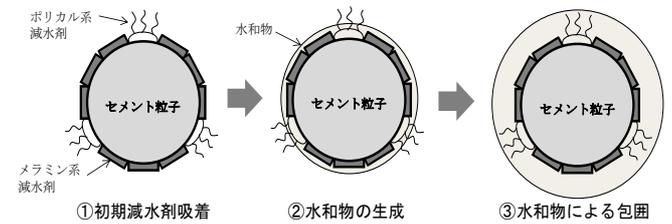


図-4 混和剤3種併用した際の作用モデル

- ①初期減水剤吸着の段階では、図-1より硬化促進剤+メラミン系と3種類併用したスランプ経時変化の傾向が類似していることから、初期減水剤吸着でセメント粒子にはポリカル系減水剤よりメラミン系減水剤の方が吸着量は多いと考えられる。
- ②水和物の生成の段階ではセメント粒子表面に水和物が生成されるも、ポリカル系減水剤の立体障害効果が未だ作用しているため流動性保持が可能である。
- ③水和物による包囲の段階では、完全に水和物内に減水剤分子が取り込まれるため、流動性を失われる。さらに硬化促進剤によってセメント中のエーライトやビーライト等の水和反応が促進され、凝結の指標となる溶液中のCa²⁺が過飽和となるまでの時間が早まる。よって誘導期を短縮させ凝結が始まり、初期強度を発現させることが可能となると考えられる。

5. まとめ

- 1) 減水剤単体使用した場合と亜硝酸系の硬化促進剤を添加した場合とでは、練混ぜ後の性状に大きく違いが現れた。
- 2) メラミン系減水剤であっても、添加率を変化させることにより高い流動性を確保しつつ、スランプロスの起こりにくいものを得ることが可能になる
- 3) 3種類の混和剤を併用した場合のメカニズムについても考察を加え、今後の汎用性の道筋を開いた。

参考文献

- 1) 瀧井秀一ほか：早期交通開放可能な舗装コンクリートの実施工、土木学会第66回年次学術講演会公園概要集、V-5, 2011, p.639-640
- 2) 増山直樹ほか：早期交通開放可能な舗装コンクリートの実用配合、土木学会第66回年次学術講演会講演概要集、V-5, 2011, p.637-638
- 3) 全国生コンクリート工業組合連合会資料：高性能AE減水剤の留意事項—標準化に向けて、1997, p.12