

## 第 部門

## 早期開放を目指した舗装用コンクリートのフレッシュ性状および初期強度に関する研究

立命館大学大学院理工学研究科 学生員 ○長川善彦  
立命館大学理工学部 正会員 岡本享久・児島孝之・武田字浦  
日産化学工業株式会社 正会員 須藤裕司

## 1. はじめに

一般に、防凍剤や防錆剤として用いられている亜硝酸系混和剤(以下、混和剤 A とする)をコンクリートに多量に混入すると、硬化が促進される反面、コンクリートの流動性と可使時間を確保できなくなる。

本研究では、混和剤 A と各種減水剤を組み合わせることで、目標曲げ強度（設計曲げ強度の 70% =  $3.7\text{N/mm}^2$ ）を短時間で確保できる、早期交通開放可能な舗装用コンクリートの開発を目指して、流動性（目標スランプ  $10.0\pm 2.5\text{cm}$ ）と可使時間（混和剤 A 無添加の場合と同等以上を目標）の改善方法を検討した。

## 2. 既往の研究

著者らの研究<sup>\*1</sup>から、混和剤 A と各種減水剤を併用すると、減水剤の種類によってモルタルやコンクリートの流動性や流動性経時変化に大きな差異が生じることが判明した。

混和剤 A とメラミン系高性能減水剤(以下、Am とする)を用いた場合、練混ぜ直後の流動性確保は難しいが可使時間確保の点では優れていた。一方、ポリカルボン酸系高性能 AE 減水剤(以下、Apc とする)を用いた場合には、練混ぜ直後の流動性は確保できるが 5 分も経たないうちに硬化が進み可使時間を確保できなかった。また、一般に Am と Apc を併用すると減水性能が大幅に低下することが知られている。

そこで、混和剤 A に Am と Apc を加えることで、早期強度と流動性、可使時間の全てを確保できないか検討した。

## 3. モルタル試験

W/C を 35,40,50%、混和剤 A 添加量を 0,10,15%としたモルタルを用い、練混ぜ直後の流動性（モルタルフロー）、練混ぜ 30 分後までの流動性経時変化と、材齢 12 時間の強度（曲げ強さと圧縮強さ）を測定した。なお、これまでの研究成果から、各減水剤の添加量は練混ぜ直後のモルタルフローが  $200\pm 20\text{mm}$  となるよう調整した。表 1 にモルタルの配合を、表 2 に試験結果を示した。

表 2 から、モルタルフロー、可使時間、曲げ強さの 3 条件全てを満足する配合はなかった。しかし、W/C=40%、混和剤 A 添加量を 10%としたときが、最も目標に近い値となった。

表 1. モルタル配合

| 配合名   | %   | kg/m <sup>3</sup> |     |      | C×%   |     |     |
|-------|-----|-------------------|-----|------|-------|-----|-----|
|       | W/C | W                 | C   | S    | 混和剤 A | Am  | Apc |
| 35-0  | 35  | 258               | 736 | 1271 | 0     | 0.0 | 0.8 |
| 35-10 |     |                   |     |      | 10    | 2.0 | 3.0 |
| 35-15 |     |                   |     |      | 15    | 3.0 | 3.0 |
| 40-0  | 40  | 257               | 644 | 1353 | 0     | 0.0 | 0.7 |
| 40-10 |     |                   |     |      | 10    | 0.8 | 1.5 |
| 40-15 |     |                   |     |      | 15    | 2.0 | 2.5 |
| 50-0  | 50  | 225               | 450 | 1350 | 0     | 0.0 | 0.1 |
| 50-10 |     |                   |     |      | 10    | 0.1 | 0.6 |
| 50-15 |     |                   |     |      | 15    | 0.8 | 0.8 |

表 2. 流動性経時変化と材齢 12 時間の強度

| 配合名   | モルタルフロー(mm) |       |       | N/mm <sup>2</sup> |       |
|-------|-------------|-------|-------|-------------------|-------|
|       | 練混ぜ直後       | 15 分後 | 30 分後 | 曲げ強さ              | 圧縮強さ  |
| 35-0  | 207         | 155   | 133   | 2.25              | 7.40  |
| 35-10 | 169         | 測定不能  |       | 2.88              | 8.22  |
| 35-15 | 136         | 測定不能  |       | 4.89              | 15.25 |
| 40-0  | 193         | 181   | 174   | 1.78              | 5.29  |
| 40-10 | 193         | 185   | 167   | 3.07              | 9.10  |
| 40-15 | 173         | 測定不能  |       | 3.97              | 12.18 |
| 50-0  | 198         | 181   | 169   | 0.80              | 2.00  |
| 50-10 | 212         | 205   | 187   | 1.54              | 3.39  |
| 50-15 | 205         | 191   | 167   | 1.97              | 5.02  |

## 4. コンクリート試験

モルタル試験の結果をふまえて、舗装用コンクリートでも試験を行った。

試験には、W/C=40%、混和剤A添加量を0,10,15%としたコンクリートを用い、練混ぜ直後の流動性(スランプ)、練混ぜ60分後までの流動性経時変化と、材齢12、24時間の強度(曲げ強度と圧縮強度)を測定した。なお使用材料は、予め20に調整してから使用した。表3にコンクリートの配合を、表4、図1、図2に試験結果を示した。

流動性の経時変化を示した表4から、Amを1.5%、Apcを2.0%添加したc-2の場合、練混ぜ直後の流動性と可使時間を確保できた。

混和剤Aの添加量が曲げ強度の発現に与える影響を示した図1から、混和剤Aを添加すると初期強度が高くなる傾向があり、目標強度を確保できたのは、混和剤Aを添加したc-2とc-3では材齢18時間で、添加していないc-1の22時間よりも、4時間程度早かった。

また、コンクリートの温度変化を示した図2から、混和剤Aを添加していないc-1のコンクリート温度が常に23前後を推移したのに対し、混和剤Aを添加したc-2とc-3では最高温度が29を超えた。特に添加量15%のc-3では、練混ぜ直後にコンクリート温度が約27まで上昇し、一度下がった後再び上昇するという傾向を示した。このグラフの形状はセメントの水和発熱速度曲線<sup>\*2</sup>に似ていることから、混和剤Aの添加量が増えるほど、初期水和が早く始まっていることが推測できる。一方、c-2よりも混和剤A添加量が多いc-3の方が、材齢24時間での強度が低かったのは、急激なコンクリート温度の上昇に起因すると思われる。

## 5. 結 論

亜硝酸系混和剤とメラミン系高性能減水剤、ポリカルボン酸系高性能AE減水剤を同時に用いることにより、練混ぜ直後の流動性と可使時間を確保しつつ、目標曲げ強度を確保するのに必要な時間を短縮できるので、早期の交通開放が可能となる。

## 【参考文献】

\*1: 長川善彦ほか: モルタル試験による硬化促進剤の舗装用コンクリートへの適用可能性の評価, 土木学会関西支部年次学術講演会, V-4, 2008

\*2: 笠井芳夫, 坂井悦郎: 新セメント・コンクリート用混和材料, 技術書院, p237, 2007

表3. コンクリート配合

| 配合名 | 単位量 (kg/m <sup>3</sup> ) |     |     |      |       | C×%   |     |     |
|-----|--------------------------|-----|-----|------|-------|-------|-----|-----|
|     | W                        | C   | S   | G    |       | 混和剤 A | Am  | Apc |
|     |                          |     |     | 5-13 | 13-20 |       |     |     |
| c-1 | 150                      | 375 | 722 | 575  | 575   | 0     | 0   | 1.1 |
| c-2 | 161                      | 402 | 671 | 575  | 575   | 10    | 1.5 | 2   |
| c-3 | 161                      | 402 | 671 | 575  | 575   | 15    | 1.5 | 1.6 |

表4. 流動性、流動性経時変化と強度

| 配合名 | スランプ(cm) |      |      | N/mm <sup>2</sup> |      |       |       |
|-----|----------|------|------|-------------------|------|-------|-------|
|     | 練混ぜ直後    | 30分後 | 60分後 | 曲げ強度              |      | 圧縮強度  |       |
|     |          |      |      | 12h               | 24h  | 12h   | 24h   |
| c-1 | 10.5     | 1.5  | 0.0  | 1.94              | 4.24 | 7.92  | 15.18 |
| c-2 | 11.0     | 4.5  | 1.5  | 2.77              | 4.65 | 13.24 | 24.02 |
| c-3 | 6.0      | 測定不能 |      | 3.23              | 4.26 | 13.83 | 23.25 |

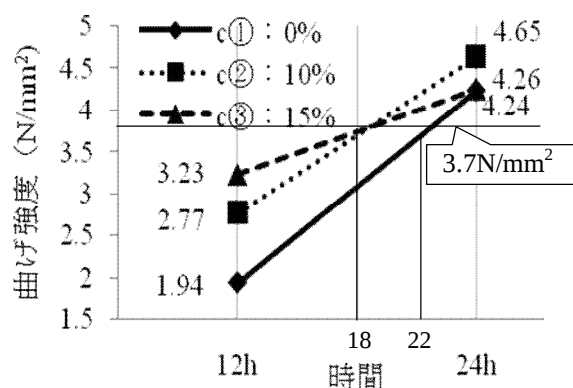


図1. 曲げ強さと経過時間の比較図

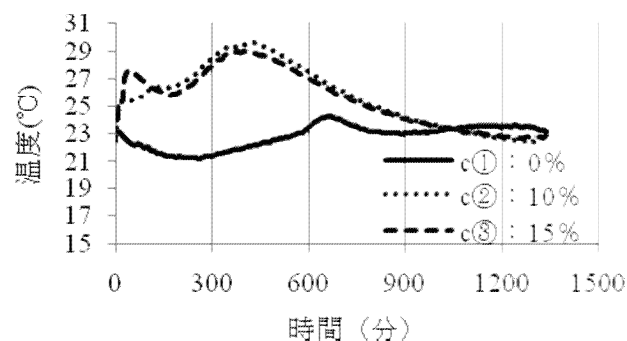


図2. コンクリート温度の経時変化