

C-S-H系早強剤の舗装コンクリートへの適用検討

BASF ジャパン(株) 正会員 ○小山 広光
 BASF ジャパン(株) 正会員 大野 誠彦
 BASF ジャパン(株) 正会員 佐藤 勝太
 BASF ジャパン(株) 正会員 土谷 正

1. はじめに

コンクリート舗装はアスファルト舗装に比べ強度および耐久性が高く、補修の頻度を低減することが可能であるが、所定の強度を得るためには一定期間の養生を必要とするため交通解放に時間を要する。このような問題点を解決するため、近年、一般的な材料を用いて一日以内の養生期間で交通解放が可能となる早期交通開放型コンクリート舗装 (1 DAY PAVE) の研究開発¹⁾ が行われ、その適用事例が増えてきている。一方、コンクリートの初期強度発現性を向上させる手段としてC-S-H系早強剤は有効であることが確認されており²⁾、上述のような舗装コンクリートへの適用した際においても効果が期待できると考えられる。

本報では、舗装コンクリートにC-S-H系早強剤を適用した場合における各種性状に及ぼす影響について、室内試験および施工試験の結果を報告する。

2. C-S-H系早強剤を用いた舗装コンクリートの性能確認試験 (室内試験)

セメントに普通ポルトランドセメント (以下、普通セメント、記号 : N, 密度 3.15g/cm³) と早強ポルトランドセメント (以下、早強セメント、記号 : H, 密度 3.15g/cm³)、細骨材に大井川水系陸砂 (表乾密度 2.59g/cm³)、粗骨材に青梅産硬質砂岩碎石 (密度 2.66g/cm³, 最大寸法 20mm)、および混和剤に高性能 AE 減水剤 (ポリカルボン酸エーテル系化合物, 記号 : SP) と C-S-H 系早強剤 (C-S-H ナノ粒子のサスペンション, 記号 : AC) を用いた。表-1 にコンクリート配合およびフレッシュコンクリート試験結果を示す。スランプフローが 40~50cm となるように高性能 AE 減水剤の使用量を調整した。C-S-H 系早強剤は練混ぜ水に混入させて添加し、使用量は普通セメントの場合は C×0%, 2%, 4% (以下, N-0, N-2, N-4), 早強セメントの場合は C×0%, 1%, 2% (以下, H-0, H-1, H-2) とした。試験の環境温度は 20°C とした。

表-1 コンクリート配合およびフレッシュコンクリート試験結果

配合名	W/C (%)	s/a (%)	単用量 (kg/m ³)				SP (C×%)	AC (C×%)	スランプ (cm)	スランプフロー (cm)	空気量 (%)	Con 温度 (°C)
			W	C	S	G						
N-0	35.0	42.0	160	457 (N)	705	1003	1.0	-	21.0	40.0	4.8	21
N-2							0.9	2.0	21.0	41.0	4.3	21
N-4							0.9	4.0	21.0	42.0	3.2	21
H-0			160	457 (H)	704	1002	1.0	-	22.5	44.5	4.6	20
H-1							1.0	1.0	23.0	43.5	4.1	20
H-2							1.0	2.0	23.0	46.0	3.4	20

図-1 に圧縮強度試験結果, 図

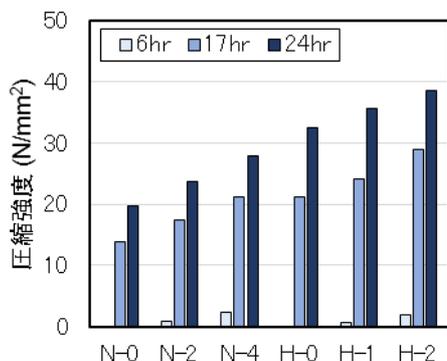


図-1 圧縮強度試験結果

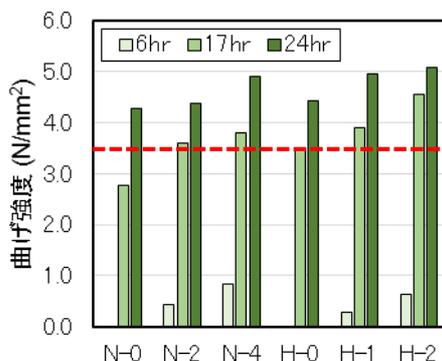


図-2 曲げ強度試験結果

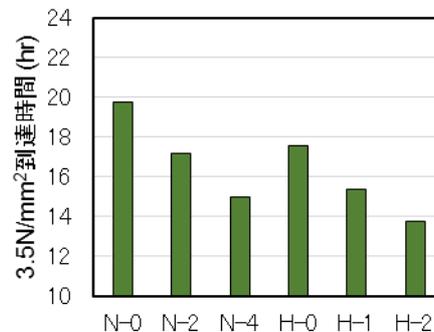


図-3 曲げ強度が 3.5N/mm² に到達する時間

キーワード : C-S-H 系早強剤, 舗装コンクリート, 早期交通解放, 曲げ強度,
 連絡先 〒253-0071 神奈川県茅ヶ崎市萩園 2722 BASF ジャパン(株) 茅ヶ崎技術開発センター tel.0467-59-5182

ー2に曲げ強度試験結果を示す。

曲げ強度は目標値 3.5N/mm²に対して材齢 24 時間ではいずれの場合も上回り、材齢 17 時間ではN-0を除いてすべて上回る結果となった。また、N-2はH-0と同程度で、N-4、H-1およびH-2はH-0を上回る強度であった。図-3に、試験結果から曲げ強度が 3.5N/mm²に達

する時間を推定したものを示す。いずれのセメントにおいても、C-S-H系早強剤の添加により目標値に達する時間が大幅に短縮されることが示唆された。

3. C-S-H系早強剤を用いた舗装コンクリートの施工試験

レディーミクストコンクリート製造工場にてコンクリート1配合につき1.0m³/バッチを2バッチ練り混ぜ、アジテーター車にて施工試験現場まで運搬した。運搬後に現場でC-S-H系早強剤を添加し、高速攪拌を90秒間行った後に、フレッシュ試験、供試体採取、および打ち込みを行った。表-2にコンクリート配合およびフレッシュコンクリート試験結果を示す。C-S-H系早強剤の使用量はC×0%、2%とし、早強剤分の水量を予め減じて練混ぜた。試験施工は、コンクリート舗装を模擬した縦3m×幅2m×厚さ0.3mの試験体を作製し、試験体硬化後に試験体からコア供試体(φ10×20cm)を採取し、型枠形成供試体(φ10×20cm)と圧縮強度を比較した。

図-4に凝結時間を示す。いずれのセメントにおいてもC-S-H系早強剤により凝結時間は約1時間短縮され、NC-2はHC-0よりも凝結は早い結果であった。図-5に圧縮強度試験結果を、図-6に曲げ強度試験結果を示す。C-S-H系早強剤の添加により圧縮および曲げ強度は増進され、コア供試体の圧縮強度は型枠形成供試体よりもやや大きくなる傾向にあることを確認した。また、コンクリート舗装の試験施工においては、いずれのセメントにおいても早強剤の有無にかかわらず作業性は良好であり、硬化後の試験体表面にひび割れなどは認められなかった(図-7)。

4. まとめ

舗装コンクリートにC-S-H系早強剤を添加することにより、普通セメントでは早強セメントと同程度の強度発現性を有すること、早強セメントでは更なる養生時間短縮の可能性が示唆された。

【参考文献】

- 1) 野田ほか: 早期交通開放型コンクリート舗装(1 DAY PAVE)の開発に関する研究報告, コンクリート工学, vol. 50, No. 2, 2012. 2
- 2) 井元ほか: C-S-H系早強剤を用いたコンクリートの初期硬化性状とブリーディング抑制効果, コンクリート工学年次論文集, Vol. 36, No. 1, pp. 2248-2253, 2014. 7

表-2 コンクリート配合およびフレッシュコンクリート試験結果

配合名	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)					SP (C×%)	AC (C×%)	スランブ (cm)	スランブ フロー (cm)	空気量 (%)	Con 温度 (°C)
			W	C	S1	S2	G						
NC-0	35.0	43.0	170	486	504	220	994	1.2	-	21.0	40.5	3.1	28
NC-2				(N)				1.4	2.0	20.5	41.0	3.2	29
HC-0				486	502	219	994	1.2	-	23.0	49.0	4.0	28
HC-2				(H)				1.4	2.0	23.5	46.0	3.0	29

[使用材料] C: 普通ポルトランドセメント(N, 密度 3.15g/cm³), 早強ポルトランドセメント(H, 密度 3.13g/cm³)
 S1: 足柄上郡中井町産山砂(表乾密度 2.59g/cm³), S2: 足柄上郡山北町産川砂(表乾密度 2.64g/cm³)
 G: 足柄上郡山北町 2005 砕石(密度 2.70g/cm³)
 SP: 高性能 AE 減水剤(ポリカルボン酸エーテル系化合物), AC: C-S-H系早強剤

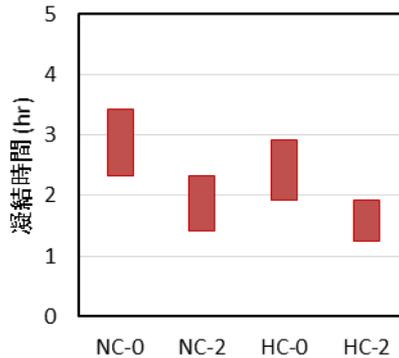


図-4 凝結時間

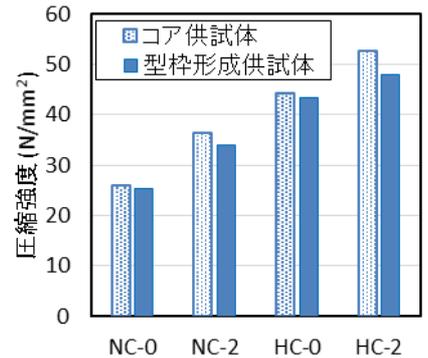


図-5 圧縮強度試験結果 (材齢 24 時間)

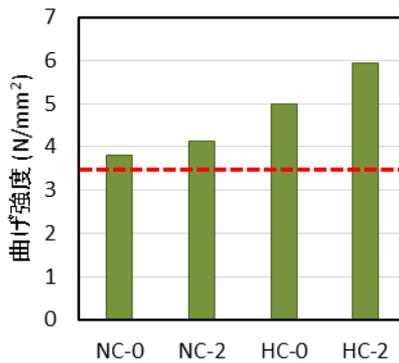


図-6 曲げ強度試験結果 (材齢 24 時間)



図-7 試験施工状況