

早期開放型半たわみ性舗装用セメントミルク (ハイシールパウダーJ)

尾崎 浩司

大林道路株式会社中国支店 工事部 (〒730-0051広島市中区大手町4-1-1)



半たわみ性舗装は、空隙率21～25%の開粒度タイプの半たわみ性舗装用アスファルト混合物に浸透用セメントミルクを浸透させたもので、耐流動性、明色性、耐油性等の性能を有する舗装である。浸透用セメントミルクの種類には、普通タイプ、早強タイプ、超速硬タイプの3種類がある。ハイシールパウダーJは、早期開放（養生時間1.5時間）、高温注入性（母体As温度80℃）および高浸透性（空隙率17～20%）等の性状を改良した材料であり、強度発現までの養生時間を短縮することにより、作業時間を含めた交通規制時間等の時間的損失を抑えることができ、工期短縮が図れる材料である。

キーワード 超寿命化、工期短縮、ライフサイクルコスト

1. はじめに

半たわみ性舗装は、空隙率21～25%の開粒度タイプの半たわみ性舗装用アスファルト混合物に浸透用セメントミルクを浸透させたもので、耐流動性、明色性、耐油性等の性能を有する舗装である。浸透用セメントミルクには、養生時間によって普通タイプ、早強タイプ、超速硬タイプの3種類があり、カラー化も可能である。

交通開放までの一般的な養生時間は、普通タイプで約3日、早強タイプで約1日、超速硬タイプで約3時間とされている。また、セメントミルクの注入は母体アスファルト混合物の温度が50℃程度以下になってからであり、舗設後時間的ロスが発生する。

ハイシールパウダーJは、早期開放（養生時間：1.5時間）、高温注入性（母体アスコン温度80℃）および高浸透性（空隙率：17～20%）を改良した材料であり、強度発現までの養生時間を短縮することにより、作業時間を含めた交通規制時間等の時間的損失を抑えることができ、工期短縮が図れる材料である。

本報文は、早期開放型半たわみ性舗装用セメントミルク用パウダー（以下、ハイシールJと称す）の概要と、実施工の一例について報告するものである。

2. ハイシールJの概要

(1) 試験項目

浸透用セメントミルクの流動性および強度発現時間の

指標はそれぞれフロー値、圧縮・曲げ強度で表される。セメントミルクの試験項目と試験方法を表-1に示す。

表-1 試験項目と試験方法

試験項目	試験方法
フロー値	Pポートにて流下時間を測定
充填性	空隙率17%（連続空隙率14.8%）温度80℃のアスファルト混合物に充填し、目視により充填性を確認
強度	材齢1時間、1.5時間の圧縮・曲げ強度を測定 40×40×160mm
硬度	C型スプリング式硬度計による硬度を測定し、硬度と圧縮強度の関係から交通解放時間を推定
半たわみ性混合物曲げ試験	セメントミルクを注入した混合物の曲げ強度測定 50×50×300mm

(2) 試験結果

ハイシールJの混合直後からの経時変化とフロー値の関係を図-1に示す。混合直後のフロー値は9秒台であり、経過時間20分までは一定の10秒程度を確保する。なお、経過時間20分程度までは外気温5～30℃程度であればフロー値はほぼ同じ傾向となる。

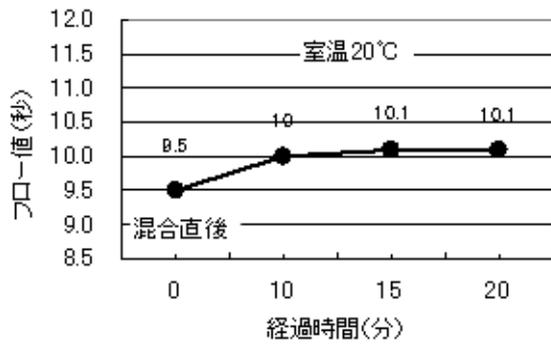


図-1 経過時間とフロー値の関係

図-2に養生時間と圧縮強度の関係を示す。養生1時間、1.5時間の圧縮強度はそれぞれ5.2MPa、6.7MPaであり、交通開放可能な圧縮強度5MPaを満足している。

これにより、交通開放強度に達する時間を3時間としている一般的な超速硬タイプのセメントミルクに対してハイシールJは、1~1.5時間で交通開放強度に達するため、養生に必要なとされる時間を半分に短縮することが可能となる。

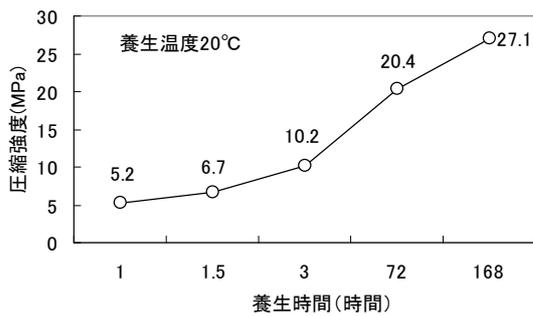


図-2 養生時間と圧縮強度の関係

ハイシールJを混合物温度80°Cで、空隙率17%および20%のポーラスアスファルト混合物に充填した結果、写真-1(空隙率17%)に示すように、全層にわたり十分にセメントミルクが充填されていることが確認できた。



写真-1 セメントミルク充填状況(空隙率17%)

図-3に、標準温度20°Cにおけるセメントミルクの圧縮強度とショア硬度計(C型スプリング式硬度計)との関係¹⁾を示す。両者には非常に高い相関があり、ショア硬度計により初期材齢におけるセメントミルクの圧縮強度の推定が可能で、圧縮強度が5MPa以上となるのはショア硬度計の測定値がおおむね60以上あれば良いことがわかる。

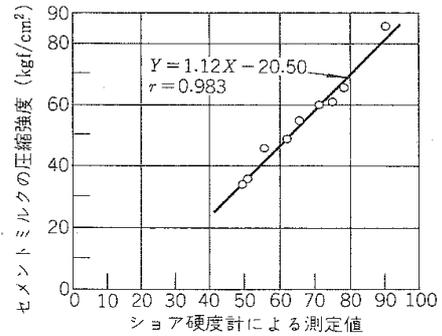


図-3 ミルクの圧縮強度とショア硬度計の関係

ハイシールJを混合物温度80°Cで注入した場合の経過時間とショア硬度計による表面硬度の関係を図-4に示す。経過時間に伴い硬度は増加し、経過時間30分以上で硬度は60以上となる。

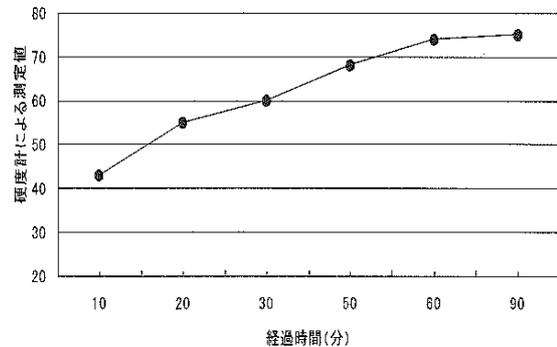


図-4 経過時間と硬度の関係

3. 試験施工

実施工に先立ち、施工性、充填性および早期強度発現を確認するために試験施工を実施した。ポーラスアスファルト混合物は空隙率20%、シーロフレックスH型使用、施工厚さ40mmとした。

(1) 試験項目・試験方法

試験施工工区割りを図-5に示す。母体アスファルト混合物温度80°Cにてセメントミルクの注入を行った。比較工区として2工区に一般的な超速硬タイプ

プの半たわみ性舗装用セメントミルクを施工した。
試験項目および試験方法を表-2に示す。

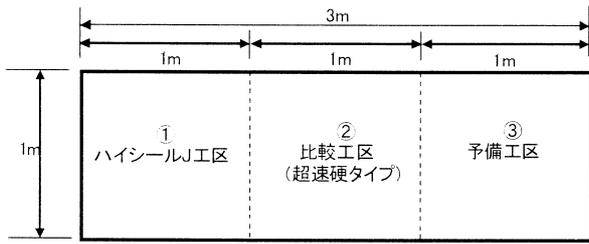


図-5 試験施工工区割り

(2) 試験結果

a) フロー値

表-3に混合直後のフロー値を示す。

表-3 フロー試験結果

	フロー値(秒)	
	ハイシールJ	超速硬タイプ
測定1回目	8.8	10.1
測定2回目	9.0	10.1
測定3回目	9.6	9.9
平均	9.1	10.0

ハイシールJのフロー値は室内試験と同様に9秒台であり超速硬タイプは10秒台で流動性の差が認められる。

NEXCO 基準の9~11±1秒の範囲を満足しているが注入(浸透)性はフロー値が小さいほど良好とされており、浸透性能は良い。

b) 施工性および注入(浸透)性

実際の注入作業では、ハイシールJの方は初期の浸透性に優れプレートで2回程度振動をかけることによってほぼ規定量を充填することができた。

超速硬タイプはプレートで6~8回程度振動をかけるとほぼ充填することはできるが、作業に時間を要することが確認できた。写真-2に示すとおり、ハイシールJはセメントミルクの浸透性が良好であり、超速硬タイプは写真-3に示すとおり表面に厚く残る感じである。



写真-2 ハイシールJ



写真-3 超速硬タイプ

表-2 試験項目および試験方法

		試験方法	試験頻度等	規格値 (目標、参考値)	備考
セメントミルク	フロー試験	ポート法	水試料比 46% 3回/1条件	9~13秒 (Jタイプは9秒台目標)	試験施工時に現地で実施
	曲げ強度 MPa	JISR5201に準拠 養生温度20°C	材齢:1時間、1.5時間、7日 3個/1条件	参考値	材齢7日用は現地で作製。 材齢1、1.5時間用は研究所 で作製。強度試験は研究所 で実施。
	圧縮強度 MPa		材齢:1時間、1.5時間、7日 6個/1条件	5MPa以上(材齢1.5時間以内)※ 15~36MPa以上(材齢7日)	
半たわみ性混合物	曲げ強度 MPa	設計要領 第一集 舗装編 (2. 半たわみ性舗装 設計・施工マニュアル)	材齢:7日 3個/1条件	2.5MPa以上(材齢7日)	供試体は現地で作製、 試験は研究所で実施
	曲げ破断ひずみ		材齢:7日 3個/1条件	3 × 10 ⁻³ 以上(目標値)	

※交通開放に必要な圧縮強度は5MPa

使用量から計算したセメントミルクの充填率はハイシールJは 97%程度であり、超速硬タイプは 94%であった。この点からも高浸透性、高温注入性の改良効果が確認できた。

写真-4 にセメントミルク注入後の表面状況を示す。ハイシールJの方は、注入後 10 分程度から灰白色に変化し、超速硬タイプの方は 30 分経過しても湿潤状態のままであった。



写真4 30分経過後の状況

写真-5 にハイシールJを注入した箇所から採取したコアの断面を示す。全層にわたりセメントミルクが充填されていることが確認できる。



写真5 コアによる充填状況

c) 硬 度

ショア硬度計による硬度測定結果を図-6 に示す。図-3 圧縮強度と硬度の関係図によれば硬度 60 以上（圧縮強度 5MPa）で交通開放が可能であり、今回の試験施工によれば 30 分程度の養生で交通開放可能となり、格段に早期交通開放が可能であることが確認できた。

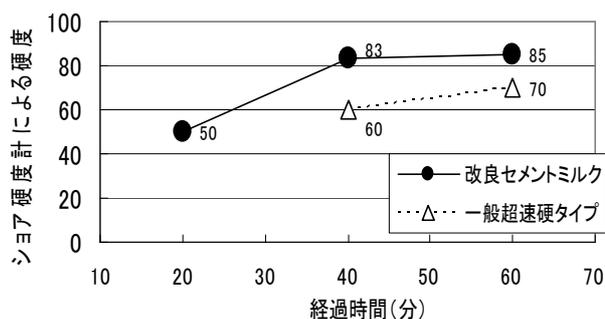


図-6 経過時間と硬度の関係

d) 物理性状

セメントミルクの曲げおよび圧縮強度試験結果を表-4 に示す。

表4 曲げ・圧縮強度試験結果

種別	ハイシールJ			超速硬タイプ
	1時間	1.5時間	7日	7日
曲げ強度 MPa	2.31	2.57	4.24	4.18
圧縮強度 MPa	8.0	9.1	21.9	29.2

セメントミルクの養生時間 1 時間、および 1.5 時間後の圧縮強度はそれぞれ 8MPa、9.1MPa、曲げ強度は 2.31MPa、2.57MPa であり、また、セメントミルクを注入した混合物の曲げ強度は 3.2MPa、曲げ破断ひずみは 5.5×10^{-3} で、半たわみ性舗装の性能を十分満足している。

4. 本施工（高速道路）

名神高速道路の高機能舗装橋梁部ジョイント（伸縮装置前後 1 m 区間）のセメントミルク注入工にハイシールパウダー J を使用した。概要を以下に示す。

(1) 工事概要

工事名：名神高速道路 春日井～関ヶ原間舗装補修工事

施工日：平成 21 年 5 月 15 日（金）AM5:00～AM10:30

工事内容：高速道路橋梁ジョイント部におけるセメントミルク注入工（走行車線）

母体アスコン：高機能舗装（空隙率：20%）

施工内容：L=6m、W=1.0m、9 箇所

(2) 施工結果

ハイシールJのフロー値は9.1秒、開放時のショア硬度計による硬度は82、BPNによるすべり抵抗値は95（温度補正なし）であった。試験状況を写真-6および7に示す。



写真-6 BPN測定状況



写真-7 ショア硬度計による強度確認状況

1箇所当たりの施工時間は約30分で、9箇所の施工に約4.5時間を要した。注入後、約1時間で強度発現があり、その割には仕上げ完了までの施工性は良好であった。

5. まとめ

(1) 特徴

- ・特殊セメントの配合により、交通開放までの養生時間は1～1.5時間で急速施工に優れている。
- ・凝結遅延剤等の配合によりアスファルト混合物内部温度が80℃の高温でも注入を可能とした高温注入性に優れている。
- ・高性能減水剤等の配合により、空隙率17～20%のポーラスアスファルト舗装（高機能舗装）に充填できる高浸透性のセメントミルクである。
- ・従来品と同様に計量するのは水だけのワンパック材である。

(2) 適用箇所

従来の適用箇所に加えて以下の場所が考えられる。

- ・特に時間的制約のある箇所
- ・高機能舗装の骨材飛散対策箇所
- ・高速道路の橋梁ジョイント部（伸縮装置前後1mのセメントミルク注入工）
- ・アスファルト混合物の種別を変更したくない箇所（空隙率：ポーラス 17～20%と半たわみ 24%）

6. おわりに

超速硬タイプの浸透用セメントミルクに比べて養生時間が短くしかも高温で注入できる早期開放型半たわみ性セメントミルク用パウダー：ハイシールJを開発した。併せて、半たわみ性舗装よりも空隙率の小さいポーラスアスファルト舗装（高機能舗装）にも適用できるようにした。

これにより、作業時間の短縮が図れ早期交通開放が可能となると共に、半たわみ性舗装の適用が拡大されると考えている。

参考文献

- 1) 舗装技術の質疑応答 第7巻（上）、鈴木、加藤、奥平：半たわみ性舗装における交通開放時期の管理手法