

高強度半たわみ性舗装の厚層施工への適用検討

日本道路(株)技術研究所 ○松本祥平
 日本道路(株)技術研究所 弓木宏之
 日本道路(株)技術研究所 児玉 健

1. はじめに

近年、経済活動の活発化に伴い物流量が増加している。物流施設の舗装面は、重車両の長時間の駐車やアウトリガの使用により集中荷重などを受けるため、局所的な沈下やひび割れが生じ、舗装の損傷が散見される。この課題に対し、弊社では従来の半たわみ性舗装と同等の浸透性を有し、より高強度な半たわみ性舗装用セメントミルクを開発した。本材料を用いた半たわみ性舗装（以下、高強度半たわみ）は、優れた塑性変形抵抗性・耐水性を有しており、耐久性が求められる箇所への適用性は良好である¹⁾。また、物流施設における舗装補修工事では、日々の積卸し作業を止めることが難しく、舗装の長寿命化かつ工程の短縮が求められるため、高強度半たわみの厚層施工は有効な手段である。しかし、最大粒径 13mm の骨材を使用した混合物の場合では、厚層施工により品質や平坦性の確保が難しくなるため、二層に分けて施工する必要がある。さらに、二層施工の場合は、上下層間で空隙が連続とならないため、下層部分へのセメントミルクの充填不足が課題である。

以上のことから、本文では、最大粒径 20mm の骨材を使用した高強度半たわみ性舗装の厚層施工への適用性を検討した結果について報告する。

2. 厚層施工の有効性の検討

高強度半たわみの厚さによる舗装構造体としての破壊回数を多層弾性理論（GAMES）により算出した。計算は、アスコン層の総厚を同一とし、高強度半たわみ厚を変更した。また、各水準ともに、路盤以下の条件を同一に設定した。

表-1 に、仮定した舗装断面モデルとアスコン層下面に生じるひずみから算出した破壊回数を示す。一般的な表層厚 5cm（通常）と 8cm（厚層 I）、10cm（厚層 II）を比較すると、破壊回数は 8cm が 1.4 倍、10cm が 2.0 倍となり、厚層施工による高強度化が期待できる。

表-1 アスファルト混合物層の破壊回数

モデル	通常	厚層 I	厚層 II	弾性係数	ポアソン比
高強度半たわみ	5 cm	8 cm	10 cm	27000 MPa	0.25
既設舗装	5 cm	2 cm	—	6000 MPa	0.35
A S 安定処理	10 cm	10 cm	10 cm	3000 MPa	0.35
粒調碎石	20 cm	20 cm	20 cm	200 MPa	0.35
路床	—	—	—	60 MPa	0.40
A S 弾性係数	3,000 MPa	3,000 MPa	3,000 MPa	比較	
引張ひずみ ϵ	1.55.E-04	1.40.E-04	1.25.E-04	厚層 I / 通常	1.43
破壊回数	700万回	1000万回	1400万回	厚層 II / 通常	2.00

3. 高強度半たわみの概要

表-2 に母体混合物の粒度を、表-3 にセメントミルクの性状を示す。母体混合物の粒度は、舗装施工便覧の中央粒度とした。また、使用骨材の最大粒径は 20mm、連続空隙率 20% を目標とした。なお、使用するセメントミルクは、無機系混和材、高性能減水剤などを配合し、W/PC を大きく低減させることで高強度化を図ったものである。P ロート法によるフロー値は 20sec 程度であるが、充填性が確保できる特徴を有している。

表-2 母体混合物の粒度

ふるい目の開き	最大粒径20mm	
	粒度範囲	合成粒度
26.5mm	100	100.0
19.0mm	95~100	99.3
13.2mm	35~70	58.0
4.75mm	7~30	16.7
2.36mm	5~20	15.1
600 μ m	4~15	11.4
300 μ m	3~12	8.8
75 μ m	1~6	4.2

4. 室内検討

4-1. 試験概要

供試体は ϕ 10cm、厚さは 10cm を一層で作製した。全体空隙率は 22.8~23.9% となり、連続空隙率は 20.7~21.8% であった。また、施工条件の違いによるセメントミルクの浸透性を比較するため、母体および雰囲気温度を 20℃、40℃ に設定した。なお、セメントミルクの注入条件は無振動とし、目標とする充填率は 90% とした。

表-3 セメントミルクの性状

セメント種類	W/PC	フロー値	単位容積質量
高強度半たわみ用	21 %	20 sec未満	2.14 g/cm ³

4-2. セメントミルクの充填性

写真-1 にセメントミルク充填後（フェノールフタレイン溶液で赤紫色に着色）の切断面と充填率（対全体空隙率）を示す。充填するセメントミルクは、温度 27.2℃、フロー値 16.0sec、単位容積質量 2.168 g/cm³ の品質を使用した。セメントミルクの充填率は、浸透量、単位容積質量、全体空隙の容積から算出した。結果からセメントミルクの充填率は、20℃で 92.8%、40℃で 88.7%であった。セメントミルク注入時の母体および雰囲気温度が高くなることで、セメントミルクの充填性は若干低下傾向を示したものの、目標の 90%を概ね満足している。どちらも無振動であったが、下層部分まで充填されていることが目視で確認できる。

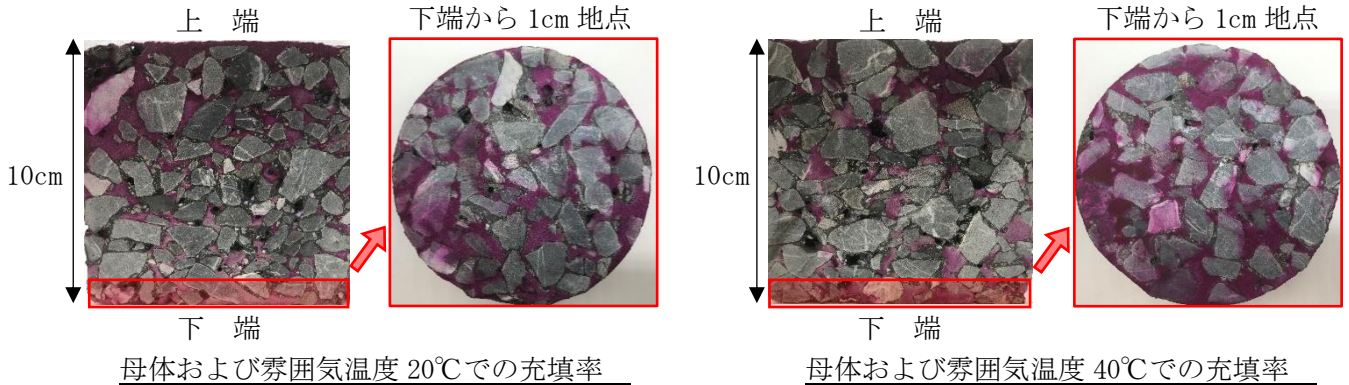


写真-1 セメントミルク充填後の切断面

上記より、高強度半たわみを最大粒径 20mm とすることで、厚層施工でも満足のいく充填性を確保できることが確認できた。

5. 現場適用

5-1. 施工概要

耐久性が求められる箇所（物流施設）で 9 月に施工（最大粒径 20mm、舗装厚 8cm）を行った。施工は、切削オーバーレイ工で行い、機械編成は通常施工と同じである。



写真-2 母体混合物施工状況

5-2. 施工結果

- ・母体混合物施工は、舗装厚 8cm の一層での施工であったが良好な仕上がりとなった。また、舗装表面の空隙つぶれは確認されなかった。
- ・セメントミルク注入工時の条件は、外気温 31.8℃、路面温度 43.2℃で、セメントミルク温度 27.4℃、フロー値 18.3sec であったが、良好な施工性（写真-2、3）と充填性（使用材料数量より）（写真-4）を確認した。また、注入後の仕上がりも良好であった。



写真-3 セメントミルク注入状況

6. まとめ

本検討結果から高強度半たわみの厚層施工への適用についてまとめる。

- ・舗装厚を厚くすることで長寿命化が期待できる。
- ・最大粒径 20mm の骨材を使用した母体混合物へのセメントミルク注入は、母体および雰囲気温度が 40℃でも、十分な充填性が確保できる。
- ・実施工より、最大粒径 20mm の骨材を使用した場合は、セメントミルクの充填性も確保でき、厚層（8cm）での施工が可能である。



写真-4 切取コア

今後は、仕上がり厚 10cm での一層施工を行い、この厚層施工の施工性・充填性・供用性を明らかにする。

〈参考文献〉

- 1) 弓木宏之 他：高強度半たわみ性舗装の開発とその適用性、第 32 回日本道路会議論文集 NO. 3045（2017 年度）
- 2) 土木学会：多層弾性理論による舗装構造解析入門～GAMES を利用して～ p128（2005 年度）