高耐久アスコンの超重交通路線への適用性における一検討

大成ロテック㈱技術研究所　　正会員　○中尾　信之
同　　正会員　　チャン　タンニャット
同　　　　　　　正会員　　中塚　将志

１．はじめに

重要物流道路制度が創設され、最大輪荷重が 5.75 t となる国際海上コンテナ車(40ft 背高)の交通量の増加から、舗装の耐久性向上や長寿命化が求められている。しかしながら、供用中の舗装を路盤や路床から改良する場合、工事期間の長期化による工事コストの増加や渋滞損失が懸念される。そのため、筆者らは、アスコン層で超重交通に対応することが重要と考え、表層・基層の材料で超重交通に対応可能な高耐久アスコンを開発した。高耐久アスコンは弾性係数が大きく、優れた塑性変形抵抗性を有しており、これまでに室内性状や物流倉庫内での実施工 1 年後の追跡調査結果を報告してきた[1)2)]。本報告では、重要物流道路などの超重交通路線に高耐久アスコンを適用した場合の耐久性について検討した室内実験結果を報告する。

２．高耐久アスコンの概要

開発した高耐久アスコンは，ポリマー改質Ⅱ型を使用したアスファルト混合物（以下、改質Ⅱ型アスコン）にプラントミックスタイプの特殊添加材を加えることで、塑性変形抵抗性の向上や、弾性係数の増大による舗装構造の強化によってひび割れ抵抗性の向上を図った混合物である。本検討では表層用として密粒度（20）、基層用として粗粒度（20）混合物を用いた。

３．室内実験

３－１　実験概要

高耐久アスコンの超重交通路線への適用性を検討するために、塑性変形抵抗性および疲労破壊抵抗性について改質Ⅱ型アスコンと比較し評価した。各々の実験概要を以下に示す。

（１）塑性変形抵抗性

塑性変形抵抗性については、検討断面での有効性を評価するため、従来のホイールトラッキング試験(以下、WT 試験)を応用し、表層 5cm+基層 5cm の 2 層式 WT 試験を実施した。なお、高耐久アスコンの供試体に対しては、接地圧を従来の試験条件 0.63MPa に加え、輪荷重 5.75t 相当の接地圧として、コンクリート舗装の理論的設計方法に用いられている輪荷重応力の算定式における輪荷重とタイヤ接地半径の例[3)]から算出した 0.65MPa でも試験を実施した。試験条件を**表-1** に示す。

表-1　2 層式 WT 試験条件

混合物	改質Ⅱ型アスコン	高耐久アスコン
試験輪接地圧	0.63MPa(従来)	0.63MPa(従来)
		0.65MPa（輪荷重5.75t相当）
供試体	表層5cm：密粒(20) 基層5cm：粗粒(20)	
試験輪走行速度	42±1回/分	
試験温度	60°C	

（２）疲労破壊抵抗性

疲労破壊抵抗性を評価するため、アスファルト混合物の弾性係数をレジリエントモデュラス試験（以下、Mr 試験）で求め、多層弾性理論を用いた理論的設計方法により､N7 交通量の舗装断面のうち表層・中間層に高耐久アスコンと改質Ⅱ型アスコンをそれぞれ適用した場合の疲労破壊輪数および供用可能年数を算出した。各種設定条件を以下に列記する。

表-2　Mr 試験条件

載荷条件	波形	ハーバーサイン波
	周波数	1Hz
	載荷時間	0.1秒（0.9秒休止）
	載荷荷重	関節引張試験で求まる引張強度の10%
	載荷回数	120回（予備載荷115回後、本試験5回）
供試体寸法		直径101.mm、厚さ63.5±1.3mm
試験温度		20°C

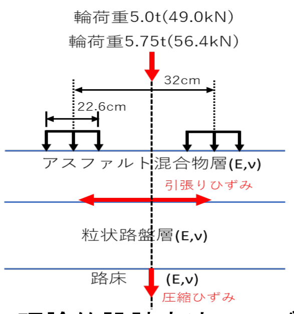
・疲労破壊輪数の算出は舗装設計便覧の暫定破壊基準式[4)]による
・アスファルト混合物層下面に発生する引張ひずみは解析ソフト「GAMES」により算出

キーワード　高耐久，2 層式 WT 試験，弾性係数，理論的設計方法
連絡先　〒365-0027　埼玉県鴻巣市上谷 1456　大成ロテック(株)技術研究所　ＴＥＬ048-541-6511

© Japan Society of Civil Engineers

・交通条件は大型車の輪荷重 5.0 t と 5.75t の 2 種類
・検討断面は TA 法による（計画交通量 N7、設計期間 20 年、信頼度 90%）
・各材料のポアソン比および基層以下の弾性係数は、舗装設計便覧平成 18 年版を参考に数値を仮定（相対比較のため舗装全層を新設で設定）

Mr 試験条件を表−2 に、理論的設計方法のモデルおよび設計条件を**図−1**、**表−3** に示す。Mr 試験の試験温度は気象庁が公開している東京都の年平均気温 15.8℃(1991 年〜2020 年)および舗装設計便覧の舗装平均温度と月平均気温の関係 5)からアスファルト混合物層の温度を 20℃と仮定した。



図−1 理論的設計方法のモデル

表−3 理論的設計方法の条件

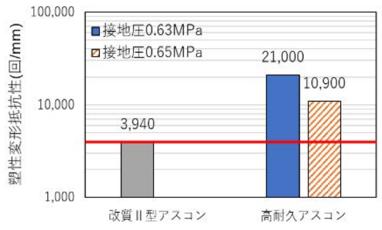
舗装断面	使用材料	弾性係数E	ポアソン比ν
表層5cm	密粒度AS(20)	Mr試験	0.35
中間層5cm	粗粒度AS(20)	結果による	
基層5cm	粗粒度AS(20)	5,000	
上層路盤10cm	瀝青安定処理	3,500	
上層路盤15cm	粒度調整砕石	300	0.35
下層路盤20cm	クラッシャラン	200	0.35
路床	(設計CBR＝12)	120	0.4

３－２ 実験結果

（１）塑性変形抵抗性

2 層式 WT 試験結果を**図−2** に示す。高耐久アスコンの塑性変形抵抗性は、接地圧 0.63MPa で 21,000 回/mm、0.65MPa で 10,900 回/mm であった。

一方で、改質 II 型アスコンは、接地圧 0.63MPa で 3,940 回/mm であった。これらの結果から、超重交通路線の輪荷重（5.75t）を想定した高耐久アスコンの塑性変形抵抗性は、通常の輪荷重 5.0t を想定した改質 II 型アスコンよりも優れており、舗装の長寿命化に期待が持てる。

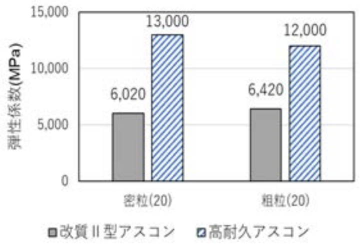


図−2 2 層式 WT 試験結果

（２）疲労破壊抵抗性

①弾性係数

Mr 試験結果を**図−3** に示す。試験条件 20℃において、高耐久アスコンは、改質 II 型アスコンと比較して約 2 倍の弾性係数を示した。



図−3 Mr 試験結果

②疲労破壊輪数

GAMES で解析したアスファルト混合物層下面に生じる引張ひずみと、破壊基準式から算出した疲労破壊輪数および N7 交通量における供用可能年数の算出結果を**表−4** に示す。**表−4** より、輪荷重 5.75t の時、高耐久アスコンは改質 II 型アスコンより、ひずみを約 11%抑制し（1.07E-04→9.50E-05）、疲労破壊輪数および供用可能年数は約 65%増加した（13.0 年→21.4 年）。このことから、高耐久アスコンが長寿命化に寄与することが確認できた。

４．おわりに

本実験から得られた知見を以下に記す。

①高耐久アスコンは改質 II 型アスコンと比較して、塑性変形抵抗性に優れることが確認できた。

②表層や中間層に高耐久アスコンを適用することで、輪荷重によりアスファルト混合物層下面に発生する引張りひずみが抑制され、舗装の疲労破壊輪数が増加することが確認できた。

表−4 疲労破壊輪数算出結果

表層・中間層	改質Ⅱ型アスコン		高耐久アスコン	
想定輪荷重	輪荷重5.0t	輪荷重5.75t	輪荷重5.0t	輪荷重5.75t
アスファルト混合物層下面に発生する引張ひずみ	9.27.E-05	1.07.E-04	8.26.E-05	9.50.E-05
疲労破壊輪数(回)	8.35.E+07	4.54.E+07	1.38.E+08	7.50.E+07
供用可能年数（年）	23.9	13.0	39.4	21.4

今後さらに舗装構造の長寿命化に向けて検討の幅を広げ、現場に即した舗装構造の提案を進めていきたい。

≪参考文献≫

１）中尾ら，超重量交通に対応した高耐久アスファルト混合物の開発，第 76 回年次学術講演会，V433、2021
２）中塚ら，耐流動性および耐油性・耐水性に優れる高耐久アスファルト混合物の開発，第 34 回日本道路会議，No.3076，2021
３）社団法人日本道路協会，舗装設計施工指針平成 13 年版，pp222，2001
４）社団法人日本道路協会，舗装設計便覧平成 18 年版，pp124，2006
５）社団法人日本道路協会，舗装設計便覧平成 18 年版，pp117， 2006

© Japan Society of Civil Engineers