

アスファルト舗装の設計に関するスティフネスと永久変形特性の検討

(株)NIPPO 正会員 ○岩間 将彦
同 上 正会員 尾本 志展
グリーン・コンサルタント(株) 保坂 龍太

1. はじめに

平成 13 年に定められた「舗装の構造に関する技術基準」¹⁾により、舗装の基本的考え方は仕様規定から性能規定へと転換された。これにより、舗装構成の設定が自由となり、新材料や新施工技術の採用も容易となった。しかし、舗装の設計法に関しては経験に基づく方法に依存しており、理論設計法も十分活用されていない状況にある。この要因として、設計時に設定する材料定数の確認方法が国内で確立されていないことが挙げられる。そこで本研究では、アスファルト舗装の理論設計法で使用する材料定数について、スティフネスと永久変形に着目し、その両者を併せて評価できる Nottingham Asphalt Tester (NAT)を用いて基本的検討を実施した。

2. 使用材料と混合物性状

本検討では、最大粒径 20 mm と 13 mm の密粒度アスファルトコンクリート供試体を作製し、バインダーは針入度 60/80 のストレートアスファルトとポリマー改質Ⅱ型アスファルトを使用した。混合物の配合および性状を表-1 に示す。

3. アスファルト混合物のスティフネス

(1) 測定方法

舗装材料は車両の交通荷重を分散させ、As 層下面と路床上面に生じるひずみを低減させなければならない。アスファルト舗装において、この荷重分散性能はスティフネス (Stiffness) と関連しており、断面構成に影響を及ぼす重要な指標である²⁾。

本検討では供試体のスティフネスを測定するため、Cooper Research Technology 社製の試験機 (NAT) を使用し、英国で主に行われている Indirect Tensile Stiffness Modulus (ITSM) 試験を実施した。これは非破壊の間接引張り試験であり、試験条件は①試験温度:20℃、②荷重載荷時間:124 ms、③最大横方向変位: 5μm (直径 100mm、高さ 60mm 供試体)とした。

(2) 試験結果

マーシャル供試体 (以下、マーシャルコア) とホイールトラッキング供試体の抽出コア (以下、ホイールコア) に対し、試験を実施した。結果を表-2～表-3 に示す。結果より、検討した混合物のスティフネスはマーシャルコアで 2300～3700MPa、ホイールコアで 1800～3100MPa の範囲にあった。

キーワード アスファルト舗装, スティフネス, 永久変形特性, 締固め方法, 理論設計法

連絡先 〒331-0052 埼玉県さいたま市西区三橋 6-70 (株)NIPPO 総合技術部 技術研究所 TEL 048-624-0755

表-1 本研究で使用した混合物の配合と性状

項目		密粒度アスコン(13)		密粒度アスコン(20)	
		StAs60/80	改質Ⅱ型	StAs60/80	改質Ⅱ型
配合割合（％）	5号碎石	—		22.0	
	6号碎石	35.5		22.5	
	7号碎石	19.5		10.5	
	スクリーニングス	13.5		13.5	
	粗砂	27.5		27.5	
	石粉	4.0		4.0	
	アスファルト量（％）	5.9	5.6	5.3	5.0
混合物性状	密度（g/cm ³ ）	2.351	2.368	2.393	2.379
	安定度（kN）	11.3	13.7	14.2	16.5
	フロー値 （1/100cm）	31	35	30	38
	飽和度（％）	76.1	77.2	79.0	73.8
	動的安定度（回/mm）	680	5290	1080	9750

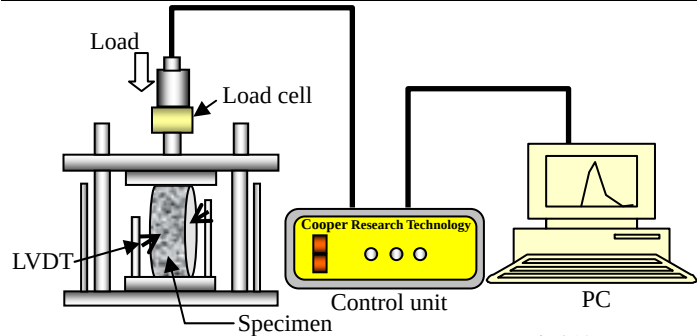


図-1 Indirect Tensile Stiffness Modulus 試験機

表-2 スティフネス測定結果 (マーシャルコア)

混合物種	密粒度アスコン(13)		密粒度アスコン(20)	
	StAs60/80	改質Ⅱ型	StAs60/80	改質Ⅱ型
空隙率 (%)	5.3	5.3	5.0	4.9
スティフネス (MPa)	2363	2688	2957	3666
標準偏差				
スティフネス (MPa)	275	91	204	195

表-3 スティフネス測定結果 (ホイールコア)

混合物種	密粒度アスコン(13)		密粒度アスコン(20)	
	StAs60/80	改質Ⅱ型	StAs60/80	改質Ⅱ型
空隙率 (%)	1.9	2.6	2.7	2.1
スティフネス (MPa)	1794	2606	2206	3113
標準偏差				
スティフネス (MPa)	112	141	222	163

4. アスファルト混合物の永久変形特性

(1) 繰返し載荷試験 (RLA 試験)

アスファルト混合物の永久変形特性は、舗装のわだち掘れと関連があるため、配合設計の際に重要な要素となる。また、車両の交通荷重から路床を保護することを考慮すると、耐流動性に優れた材料を選定した上で、構造設計することが望まれる。そこで本検討では、アスコンの永久変形特性を把握するため、図-2 に示す Repeated Load Axial (RLA) 試験 (BSI 226) を実施した。試験条件は①試験温度:50℃, ②載荷荷重:100 kPa, ③載荷回数:3600 回とし、試験を実施した。

(2) 試験結果

試験結果は、図-3 に示すように載荷回数と軸ひずみのグラフで表される。本検討では英国規格に準拠し、アスコンの永久変形特性を 3600 回載荷後の軸ひずみ ε_{3600} (%) とグラフの傾きである軸ひずみ変化率 ε (%/回) で評価した。表-4～表-5 に示す結果より、ホイールコアの試験結果は各種混合物の永久変形特性の差異を明確に表すことを確認した。一方マーシャルコアでは、このような差異が確認されなかったことから、試験結果が供試体作製時の締固めに依存していると推察される。

5. 供試体の締固め方法

マーシャルコアとホイールコアの試験結果を比較することで締固め方法の違いが試験結果に及ぼす影響を検討した。図-4 に示す結果より、締固め方法の違いにより試験結果が異なることがわかる。特に軸ひずみに関しては、この影響が顕著である。既往の研究³⁾では、ホイールコアが現場抽出コアと試験結果が近いという報告もあり、構造設計の際は現場コアと近い条件で供試体を作製し、材料定数を決定することが望ましいと考える。

6. まとめ

本研究では、アスファルト舗装の設計に関するスティフネスと永久変形特性の検討を実施した。今後は理論設計法の適用に向け、これらの材料定数について更なる検討を進めていきたい。

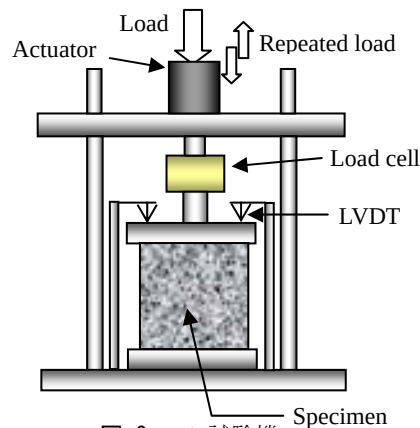


図-2 RLA 試験機

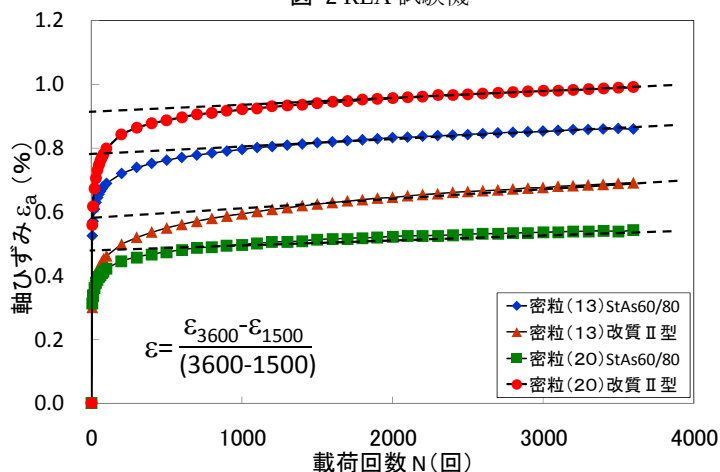


図-3 RLA 試験の結果例

表-4 3600 回載荷後の軸ひずみ ε_a (%)

軸ひずみ ε_a (%)	密粒度アスコン(13)		密粒度アスコン(20)	
	StAs60/80	改質II型	StAs60/80	改質II型
マーシャルコア	0.74	0.76	1.07	0.93
ホイールコア	2.89	2.64	1.91	1.64

表-5 軸ひずみ変化率 ε (%/回)

軸ひずみ変化率 ε (%/回)	密粒度アスコン(13)		密粒度アスコン(20)	
	StAs60/80	改質II型	StAs60/80	改質II型
マーシャルコア	2.18E-05	2.24E-05	1.73E-05	2.38E-05
ホイールコア	3.70E-04	3.86E-04	5.18E-05	3.19E-05

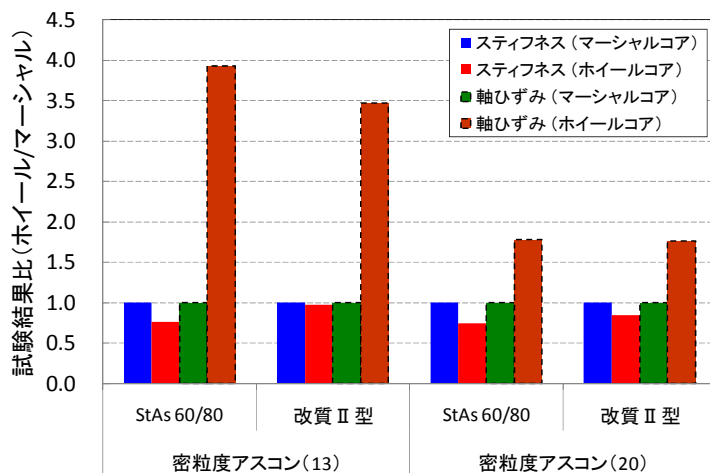


図-4 締固め方法の違いによる試験結果比

参考文献: 1) (社)日本道路協会, 舗装の構造に関する技術基準・同解説, 2001. 2) Brown, S.F. "An Introduction to Asphalt Pavement Design in the UK". *Proceedings of the Institution of Civil Engineer, Transport*, London. 2012. 3) Airey, G.D., Collop, A.C., Zoorob, S.E. and Hunter, A.E. "Comparison of Field and Laboratory Compacted Asphalt Mixtures". *Proceedings of 10th International Conference on Asphalt Pavements*, Quebec, 2006.