

アスファルト混合物の加圧透水試験に関する検討

(株) 佐藤渡辺 技術部 ○齊藤 欣哉
(国研) 土木研究所 舗装チーム 寺田 剛

1. はじめに

アスファルト混合物の防水性・遮水性を評価する方法として、加圧透水試験がある。試験方法は、舗装調査・試験方便覧の「B017T：アスファルト混合物の加圧透水試験方法（以下、加圧透水試験）」によって行われ、加圧した水によりアスファルト混合物の透水量を測定し、透水係数を求める。透水量を正確に測定するために供試体側面からの漏水を防止する対策として、シーリング法とゴムスリーブ法の二つの方法がある。シーリング法は供試体側面に瀝青材料などでシーリングして漏水を防ぐ方法（以下、シーリング法）である。ゴムスリーブ法は供試体を上方と下方で支える透水円柱をゴムスリーブで包み込み、供試体側面に外部からの水圧によりゴムスリーブを密着させ漏水を防止する方法（以下、ゴムスリーブ法）である。現在、ゴムスリーブ法による試験が主流となっているが、加圧力、側圧力および測定時間などの試験条件についての詳細は規定されていない。そこで、つくば舗装技術交流会（以下、TPT）では、加圧透水ワーキンググループ（以下、WG）を設置し、ゴムスリーブ法の試験条件の検討¹⁾を行ったので、その結果について報告する。

2. 検討課題への取り組み

文献調査や TPT 所属機関のアンケート調査から課題を抽出後、WG 内で共通試験を行った。第 1 回共通試験は、アンケート調査から一般的に行われている試験条件でゴムスリーブ法およびシーリング法による透水係数の比較試験を実施し、第 2 回共通試験はゴムスリーブ法の試験条件の設定に関する検討を行った。

3. 第 1 回共通試験

3. 1. 第 1 回共通試験

アスファルト混合物は碎石マスチック混合物 (13)（以下、SMA）とし、空隙率 3 水準 (3, 6, 9%程度) で供試体を作製し、表-1 の条件によりゴムスリーブ法で加圧透水試験を実施した。ゴムスリーブ法による試験終了後、全供試体をシーリング法によって加圧透水試験を実施した。シーリング法の試験条件は、ゴムスリーブ法と同条件とした。

表-1 試験条件（ゴムスリーブ法）

供試体種類	マーシャル
加圧 (kPa)	150
側圧 (kPa)	200
測定条件	側圧200kPaで24h加圧後、10分間の透水量を測定

3. 2. 第 1 回共通試験 試験結果

空隙率の異なるマーシャル供試体の透水試験結果を表-2 に示す。既往の研究²⁾によれば、空隙率を 3.0%以下にすれば透水係数はおよそ $1 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 以下を満足するとされているが、表-2 の結果では、空隙率 2.6~2.8%の 4 つの供試体 (①、④、⑦、⑧) の透水係数は $1 \times 10^{-4} \sim 1 \times 10^{-6} \text{cm/s}$ であり、 $1 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ を満足しなかった。一方、シーリング法では上記の 4 供試体において、すべて“透水なし”という結果となった。シーリング法では、溶融した瀝青材料でシーリングする際に、供試体側面の半有効空隙部も埋められるが、ゴムスリーブ法ではゴムスリーブを水圧で圧着して止水するため、側面の状態によっては半有効空隙部が水路となり、漏水しているのではないかと考えられた。そこで、ゴムスリーブ法における供試体側面からの漏水について検証するため、追加試験を行った。

表-2 第 1 回共通試験 試験結果

供試体No		①	②	③	④	⑤	⑥
空隙率(%)		2.7	3.6	5.0	2.7	4.9	7.1
ゴムスリーブ式	透水係数	8.46E-07	2.48E-06	6.46E-05	3.00E-05	5.46E-04	1.60E-03
シーリング式	(cm/s)	透水なし	2.20E-06	3.90E-05	透水なし	1.51E-04	1.32E-03
供試体No		⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫
空隙率(%)		2.6	2.8	5.4	3.1	6.3	8.6
ゴムスリーブ式	透水係数	7.96E-06	5.39E-05	1.22E-03	1.32E-07	7.02E-04	1.62E-03
シーリング式	(cm/s)	透水なし	透水なし	7.33E-04	透水なし	1.47E-06	1.26E-03

3. 3. 第1回共通試験（追加） 試験結果

第1回共通試験で使用したマーシャル供試体のうち、空隙率が小さく再試験が可能なものについて、写真-1 に示すように供試体側面の半有効空隙をエポキシ樹脂でコーティングして平滑とし、加圧透水試験を実施した。樹脂コーティングは、樹脂をヘラで凹部を埋めるようにし、直径より厚くなりすぎないようにコーティングした。試験条件は、第1回共通試験と同様とし、ゴムスリーブ法で試験を行い、その後、シーリング法で測定した。樹脂コーティング後の透水試験結果を表-3 に示す。



写真-1 樹脂コーティング状況

マーシャル供試体側面を平滑とした場合、ゴムスリーブ法およびシーリング法のどちらも、ほぼ“透水なし”であった。このことから、マーシャル供試体を用いたゴムスリーブ法による加圧透水試験では、供試体側面の凹凸が水路となり漏水する場合があることが分かった。

表-3 樹脂コーティング後試験結果

No.	試験 空隙	ゴムスリーブ法				シーリング法
		試験装置 ①	試験装置 ②	試験装置 ③	試験装置 ④	
①	2.7	透水なし	透水なし	透水なし	透水なし	透水なし
②	3.6	1.73E-08	透水なし	透水なし	透水なし	透水なし
④	2.7	透水なし	透水なし	透水なし	透水なし	透水なし
⑦	2.6	透水なし	透水なし	透水なし	透水なし	透水なし
⑩	3.1	透水なし	透水なし	透水なし	透水なし	透水なし

4. 第2回共通試験

4. 1. 第2回共通試験

第2回共通試験では、供試体の締固め機構や側圧の違いによる透水係数への影響や供試体側面からの漏水について確認した。アスファルト混合物はSMAとし、空隙率3%以下で供試体を作製し、表-4 の条件によりゴムスリーブ法で加圧透水試験を実施した。試験は、同一供試体をWG内の4機関の加圧透水試験を用いて透水係数を測定した。マーシャル供試体においては、試験後に樹脂コーティングを行い、1機関において加圧透水試験を再度実施した。

表-4 試験条件（第2回）

供試体種類	マーシャル, ホイール切取
加圧 (kPa)	150
側圧 (kPa)	200, 250, 300, 400, 500
測定条件	側圧200kPaで24h加圧後、 各側圧で10分間の透水量を測定

4. 2. 第2回共通試験 試験結果

各供試体の透水試験結果を表-5 に示す。表-5 の結果より、マーシャル供試体は、側圧を高くすることで透水係数が低くなる傾向が見られるが、側圧が500kPaでも、 $1 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 以下とならないものがあつたが、ホイール切取供試体は、全ての側圧で“透水なし”であった。

表-5 第2回共通試験結果

側圧 kPa	透水係数 cm/s	各空隙率における透水係数の分布(件数)														
		マーシャル					マーシャル樹脂コーティング					ホイール切取				
		2.3%	2.4%	2.5%	2.8%	3.0%	2.3%	2.4%	2.5%	2.8%	3.0%	2.3%	2.4%	2.5%	2.7%	2.8%
200	$>1 \times 10^{-7}$	4	3	1	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	$\leq 1 \times 10^{-7}$	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	透水なし	0	1	2	1	1	0	1	1	1	1	4	4	4	4	4
250	$>1 \times 10^{-7}$	4	2	1	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	$\leq 1 \times 10^{-7}$	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	透水なし	0	2	2	1	0	1	1	1	1	1	4	4	4	4	4
300	$>1 \times 10^{-7}$	1	2	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	$\leq 1 \times 10^{-7}$	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	透水なし	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4	4
400	$>1 \times 10^{-7}$	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	$\leq 1 \times 10^{-7}$	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	透水なし	2	3	3	2	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4	4
500	$>1 \times 10^{-7}$	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	$\leq 1 \times 10^{-7}$	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	透水なし	2	3	3	4	2	1	1	1	1	1	4	4	4	4	4

樹脂コーティングしたマーシャル供試体は、側圧を250kPa以上とすることで全ての供試体で“透水なし”となった。

5. まとめ

加圧透水試験のゴムスリーブ法では、供試体側面の凹凸が水路となり漏水する可能性があるため、ホイール切取供試体もしくは樹脂コーティングしたマーシャル供試体を用いることで漏水を防止できると考えられる。試験条件は、供試体とゴムスリーブの圧着状態を確保するため、加圧150kPa、側圧200kPaで24時間の予備加圧を行い、その後、側圧を250kPaとし10分間の透水量を測定することが有効であると考えられる。

参考文献

- 1) TPT Report No. 16「アスファルト混合物の加圧透水試験に関する検討」、つくば舗装技術交流会、2019.2
- 2) 七五三野ほか「砕石マスチックアスファルトの床版防水層への適用性に関する検討」、舗装、1999.10、p.15