

舗装の長寿命化に資する HWT による耐水性評価の提案

日本道路（株）技術研究所 ○遠藤 桂
同 朴 希眞
同 児玉 健

1. はじめに

交通荷重の増加、温度、雨水や地下水の影響などにより、舗装には様々な損傷が発生する。舗装の長寿命化のためには、損傷の発生要因別に対応した材料や工法を採用することが重要である。高速道路のようにポーラス系混合物が表層の場合、基層面に雨水が一定時間滞水し、交通荷重が繰返し作用して、基層以下のアスファルトがはく離する例が報告されている¹⁾。密粒度系混合物の場合でも、ひび割れが発生して雨水が舗装体内部に浸透して、いずれ同様の状態になるため、耐水性の評価は極めて重要である。

アスファルト混合物の耐水性に係る試験と指標には、マーシャル安定度試験の残留安定度、水浸ホイールトラッキング試験による剥離率またははく離率（以下、はく離率）、アスファルト混合物の加圧透水式はく離促進試験による圧裂強度比などがある。残留安定度と圧裂強度比は、水浸後と非水浸時の試験値の比であり、水浸後の混合物強度よりも水による影響程度を評価する試験指標である。よって、非水浸後の強度があまり大きくない場合、耐水性に優れるのかの判断は難しい。はく離率については、はく離しない場合に 0% という試験結果となるため、現道の状況を鑑みてさらに耐水性が要求される場合などに最適な選択ができない。

筆者らは 2015 年に導入した HWT (Hamburg Wheel Tracking) 試験機を用いて、様々なアスファルト混合物を中心に、主に AASHTO T324 に準じた水浸試験を行って耐水性に係る試験結果を報告してきた²⁾。本報告は、試験結果の追加報告であり、長寿命化に資するアスファルト混合物の耐水性を評価できる試験としての HWT と混合物の耐水性を判定するための目安を提案する。

表-1 主な試験条件

2. 試験条件および試験結果の整理方法

主な試験条件は、表-1 のとおりである。試験温度は、通常のホイールトラッキング試験に合わせている。供試体は、直径 150mm、厚さ 60mm、空隙率 $7.0 \pm 0.5\%$ の円柱供試体をジャイレトリコンバクタで作製した一部を切断し、切断面を向かい合わせてモールドに収納したものである（写真-1）。

項目	条件
試験輪走行速度	50 回/分
試験輪	直径 203mm 幅 47mm の鉄輪
載荷荷重	705N
試験条件	水浸
試験温度	60°C

試験対象は、密粒度アスファルト混合物(13)のバインダを変えたものとした。ポリマー改質アスファルトは、過去の報告²⁾と異なる製品を用いることで、同一種類で製品による差について確認するとともに、特殊バインダを用いたときの試験結果と比較した。

走行試験は、最大で 10,000 往復とし、供試体の変形が激しく試験の継続が困難な場合は途中で打ち切る。試験結果は、走行回数と供試体中央位置の累積変形量との関係として整理し、混合物がはく離を起こすと現れる変曲点があれば、そのときの走行回数を SIP (Stripping Infection Point) とする。HWT による試験では、混合物の耐流動性が高ければ累積変形量は単純に小さく、耐水性が優れているほど SIP が大きく、そして、耐水性が極めて優れていると SIP が現れず、耐流動性と耐水性をわかりやすく判定できる。

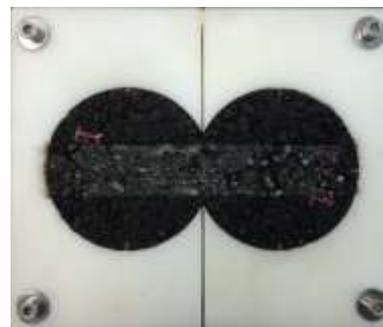


写真-1 モールド内の供試体

3. 試験結果と考察

(1) 一般的なバインダによる試験結果

一般に入手できるストアス 60/80、ポリマー改質アスファルト II 型、III 型、III 型-W および H 型を用いた試験結果を図-1 に示す²⁾。ストアスは一気に変形が進んで試験自体が成り立たない。改質アスファルトは III

型-Wを除いて似たような変形曲線を示している。III型-Wは耐水性が強化されているためIII型より変形は小さいが、いずれも変形量が4mmを超えたあたりでSIPが出現しており、最大粒形13mm、供試体厚さ60mm、試験温度60℃水浸という条件下では、耐水性を評価できる目安の可能性はある。

(2) 改質アスファルトの製品による試験結果の差

ポリマー改質アスファルトII型、III型、III型-Wについて、(1)で報告したものと異なる製品で試験を行った結果の例を図-2に示す。いずれも(1)で用いた製品より耐水性が良い結果となった。II型とIII型には変形量が約4mmを超えるとSIPが観察され、III型-WではSIPは観察されず最終変形量は4mm未満である。耐水性の面では製品により差があり、III型はII型と同等かそれ以下の耐水性であり、III型-Wは耐水性を強化していることが再確認された。

(3) 特殊バインダの試験結果

最も耐水性の高いIII型-Wと2種の特殊バインダ（ポリエステル樹脂添加、エポキシ樹脂添加）の試験結果を比較した結果を図-3に示す。いずれもSIPは出現せず高い耐水性を示す。10,000往復走行後の変形は、それぞれ3.4mm、2.5mm、1.4mmであり、最終変形量3mmを目安に一般的な改質アスファルトと特殊バインダを耐水性に関して差別化ができる。

(4) 海外の規格例との比較

アメリカのテキサス州では、バインダのPGグレードに応じて、HWTによる変形量が12.7mm(=1/2inch)に達するまでの走行回数を規定している。最も厳しい規定は温度50℃、10,000往復走行時で12.7mm未満としている³⁾。以上の結果は60℃でもこれより良好であり、国内の改質および特殊バインダが耐水性に優れていることが確認できる。

4. おわりに

HWTによる試験は、10,000往復走行させると7時間弱かかる。既存試験ではく離率を得るには、6時間の走行試験に加えて供試体断面を観察する時間が必要で、圧裂強度比を得るには4時間の加圧時間に加えて1時間の水浸と圧裂試験の時間が必要である。このように、混合物の耐水性を評価するための試験時間は総じて長い。HWTによる試験は、試験開始から終了までコンピュータ制御されており、既存の耐水性評価試験より手軽である。これまでの試験条件では、10,000往復走行でSIPが出現せずに最終変形量が4mm以下、さらに耐水性を高める必要がある場合は3mm以下が耐水性評価の目安であるといえる。国内で数機関がHWT試験機を導入して検討を重ねているようである。国内の実情に見合う試験方法や規格値などを検討する必要があるが、本報告などを参考にHWT試験機が適切に活用され、舗装の長寿命化につながることを望んでいる。

参考文献

- 1) 例えば、風戸ら：高速道路舗装の補修設計に関する研究、土木学会舗装工学論文集第15巻、pp.73-79、2010年12月
- 2) 例えば、朴ら：長寿命化に寄与する高耐久性舗装の適用性および供用性に関する検討、舗装 Vol.55 No.5、2020年5月
- 3) TRB: NCHRP Report 673, 'A Manual for Design of Hot Mix Asphalt with Commentary', p.144, 2011年3月

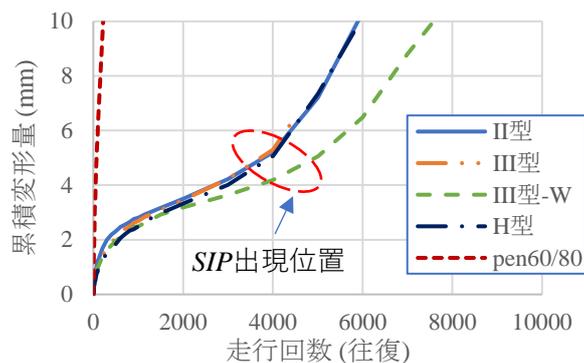


図-1 HWT 試験結果

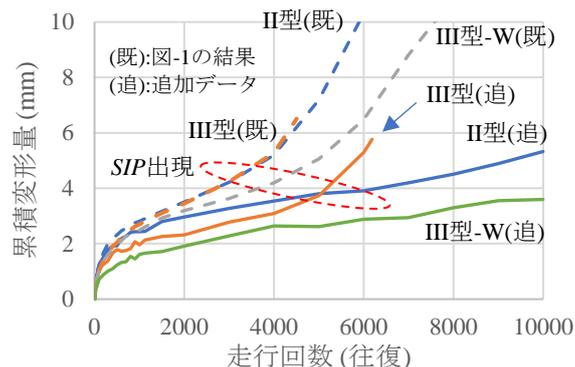


図-2 改質アスファルト製品による差

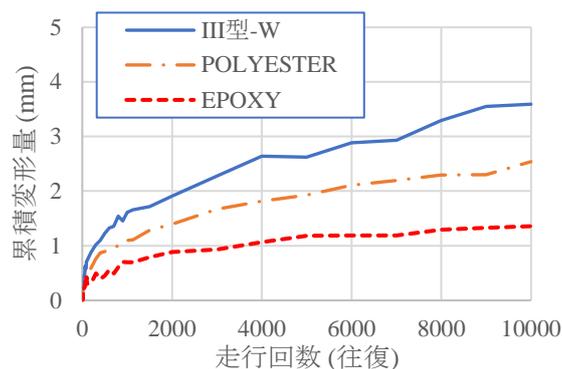


図-3 特殊バインダの試験結果