

アスファルト混合物における塑性変形と剥離との相互作用

昭和シェル石油(株) 技術商品・事業開発部アスファルト研究課 正会員 ○呉 悦樵
 昭和シェル石油(株) 技術商品・事業開発部アスファルト研究課 正会員 野口 健太郎
 昭和シェル石油(株) 技術商品・事業開発部アスファルト研究課 正会員 瀬尾 彰

1. はじめに

アスファルト舗装は、供用中の交通荷重による変形や、水、紫外線等が相互に作用することで、ひび割れやわだち掘れといった経年劣化が生じる。近年では、様々な改質剤を添加された改質アスファルトバインダの使用によって、舗装の耐流動性が改善され、舗装寿命の延長が図られている。

一方、空港滑走路のような高荷重がかかる舗装体では、わだち掘れは改善されたものの、ポットホールが発生が課題となっている^[1]。その原因として、表層のみの修繕では行き届かない基層以深において、水の浸透によってアスファルトバインダと骨材が剥離し、表層にポットホールなどの損傷として現れることが考えられている^[1]。高速道路においても、基層以深で起きる剥離によって路盤が脆弱化し、表面に向かってひび割れが成長し、新設の基、表層の早期損壊を引き起こしていることが確認されている^[2]。

このように、水の影響で生じる劣化の現象は認知されつつあるが、剥離の発現メカニズム及び、劣化進行過程において他の劣化要因との関連性が未だに究明されていない。空港や高速道路などでの舗装損壊は、多大なる社会損失に繋がるため、長寿命化を実現するには、劣化過程における荷重と水の相互作用を解明するのは大きな意味を持つ。

2. 検討方針

わが国では、経年劣化を再現する室内試験方法として、交通荷重による塑性変形（わだち掘れ）を測定するホイールトラッキング試験（WT試験）や、水の浸入による舗装の破壊を測定する水浸ホイールトラッキング試験（水浸WT試験）が提案され、運用されている。ここで、WT試験は気中において混合物の耐流動性を評価し、供試体表面に現れる塑性変形量のみを測っている。また、水浸WTは、タイヤが供試体全面をトラバース走行しているため、塑性変形の破壊に対する寄与が少ない。すなわち、これらでは上述の複数の劣化要因の関連性を見出すことは難しい。

そこで本報告では、米国AASHTO規格や、BS EN規格で規定されるダブルホイールトラッキング（DWT）試験及び、ハンバーグホイールトラッキング（HWT）試験を用いることで、舗装劣化における塑性変形と水による剥離との相互作用を明らかにすることを目的とした。

3. 実施条件

DWT試験は、BS EN 12697-22に従い、直方体供試体を60℃の水中に浸漬した状態で、700 N負荷されたゴム車輪を10000往復通過させ、走行領域に形成される轍の形成過程を追跡している。HWT試験はAASHTO T324に従い、温度と荷重はDWTと変わらないが、縦に一部切断した2つの円柱供試体の断面を向き合わせて配置し、水に浸漬し鉄輪を走行させることでDWT以上に塑性変形と剥離を促進させている^[3]。本検討では、ストレートアスファルト60/80と、耐流動性及び耐水性が改善された改質Ⅲ型について行った。使用する骨材配合は表-1に示す。

表-1

ふるい目(mm)	26.5	19	13.2	9.5	4.75	2.36	0.6	0.3	0.15	0.075
通過質量百分率(%)	100.0	96.5	76.0	64.8	45.9	36.5	19.7	13.7	9.2	5.2

キーワード：アスファルト，混合物，耐水性，耐流動性，ホイールトラッキング
 連絡先 〒243-0303 神奈川県愛甲郡愛川町中津 4052-2 Tel 046-285-0829

4. 結果考察

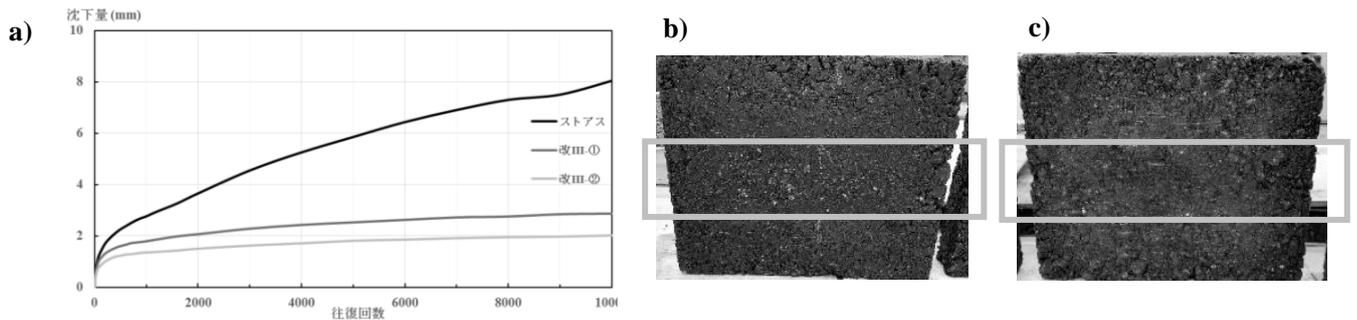


図1 a)DWT 試験走行回数と沈下量の推移；b)ストアス，c)改質 III 型供試体試験後の裏面

まず、ストアス 60/80 と 2 種類のポリマー改質アスファルト III 型について DWT 試験の結果を示す (図 1)。9000 往復走行したところ、ストアスの供試体からは剥離変曲点 (SIP: Stripping Inflection Point) が見られた (図 1a)。すなわち、水による剥離が顕著になり、それ以降沈下量が急激に伸びるようになった。それに対して、改質 III 型はいずれも変曲点が見られず、剥離現象が発生していないと考えられる。さらに、供試体の裏面を観察すると、ストアスの場合、走行部に当たる部分ではむき出しになった骨材 (図では明るい点として見られる箇所) が散在している (図 1b)。改質 III 型の場合、裏面まで荷重走行による影響が及んでいない (図 1c)。

ストアスの供試体において、直接に走行輪と接触していないにもかかわらず裏面でも剥離が見られた原因として、走行部に荷重が集中したことが考えられる。すなわち、剥離変曲点付近では、それまでの塑性変形によって供試体表面及び内部にて剥離が発生し、健全部に荷重が集中することでさらなる深層剥離を引き起こす、という塑性変形と剥離の協奏的な相互作用が確認されたと言える。

また、DWT では剥離現象が確認できなかった改質 III 型について HWT 試験を行うと、わずか 2000 往復で剥離変曲点が現れた (図 2a)。切断面には、放射線状に分散される荷重によってできた下に凸の変形痕跡が明確に認められ (図 2b)、痕跡の上下では混合物粒度が異なる状態にあると考えられる。HWT 試験では切断面の露出によって剥離が促進されるため、塑性変形による剥離がさらなる塑性変形を加速させ、改質 III 型の供試体であっても早期の破壊に至ったと言える。

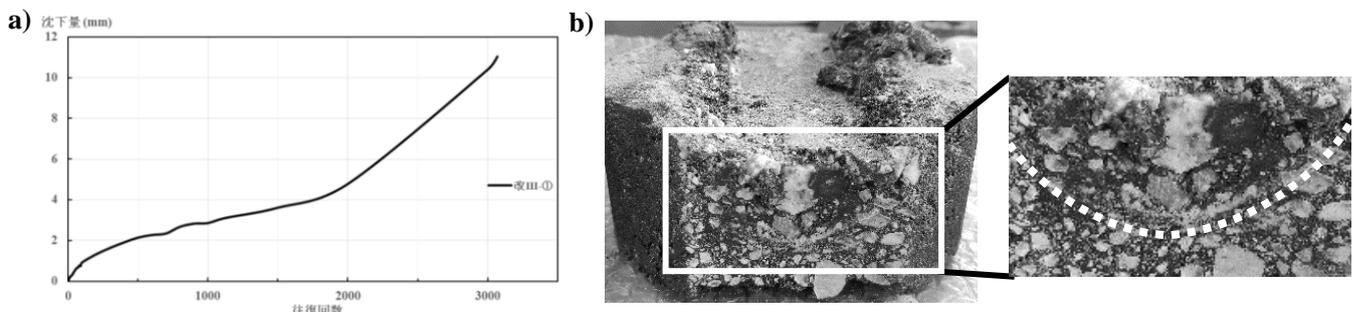


図2 a)HWT 試験走行回数と沈下量の推移；b)改質 III 型供試体試験後の側面の様子。

5. まとめ

本検討では、国内試験法ではそれぞれ単独でしか評価できない荷重による塑性変形と水による剥離について、海外規格試験である DWT と HWT を用いてそれらの相互作用の解明を試みた。DWT 試験では剥離変曲点と共に供試体裏面の剥離が、HWT 試験では切断面から供試体内部の粒度変化が認められた。塑性変形によって剥離が発生し、耐流動性が低下した剥離部によってさらなる塑性変形を引き起こすという協奏的な相互作用の解明は、基層以深での剥離劣化や滑走路での早期破壊といった現実問題の解決に繋がると期待できる。

5. 参考文献

- [1]河村ら，土木学会論文集 E1 (舗装工学)，Vol. 72，No. 3 (舗装工学論文集第 21 巻)，I_87-I_93，2016。
- [2]高橋ら，土木学会論文集 E1 (舗装工学)，Vol. 71，No. 3 (舗装工学論文集第 20 巻)，I_93-I_101，2015。
- [3]遠藤 桂，アスファルト合材，No. 125，p60-65，2018。