

## 舗装ひび割れからの下層路盤への劣化アスファルト流出の調査事例

(国研) 土木研究所 正会員 ○佐々木 巖  
 正会員 川島 陽子  
 正会員 新田 弘之

## 1. はじめに

アスファルト舗装は供用に伴い劣化が進行してひび割れが生じるほか、施工目地の不連続部に生じる割れ等もあり、これらを経路として舗装内部へ水が浸入する。そして、この水の作用で、アスファルト混合物のはく離による損傷や、層間の接着破壊などを生じ、路盤の支持力低下にもつながる。アスファルト混合物や瀝青安定処理路盤材にはく離が生じると、アスファルト被膜が剥がれて粗骨材の素地が見える、いわゆる砂利化した状態になり、アスファルトが抜けたような状態になることが知られている。路面に白塵が滲み出すポンピングは水による路盤材の細粒分流出を示す舗装損傷の指標であるが、水によるアスファルト分の脱離に伴う噴出や沈降も重要な舗装損傷の一つである。

はく離現象の評価検証や対策技術、現場でははく離損傷の実態等については、数多くの研究調査がなされてきている。一方、はく離したアスファルト分の形態や消失経路について調査された事例は皆無である。今般、舗装の開削調査にて、アスファルトが下層路盤（粒状材料）に沈降し堆積したとみられる現象を確認したため、材料試験により検証した結果を報告する。

表-1 調査箇所の舗装状況 (修繕記録より推定)

表層	改質密粒 20	t=50mm	交通区分	N5
基層	粗粒 20	50mm	現舗装のTA	25.1~26.4
上層路盤	瀝青安定処理	80mm	前回修繕履歴	平成12年
下層路盤	切込碎石	350mm	開削調査	令和2年10月

## 2. 舗装開削調査における路盤材の黒色変化

アスファルト舗装の破損原因とその調査診断法の検討として、秋田県内の国道46号において開削調査が行われた。開削箇所の舗装の状況は表-1に示すとおりであり、切削オーバーレイがなされているが、路盤は道路改良に伴う新設時から長期間使用されている。道路縁端に近い左側わだち部(OWP)では、亀甲状のひび割れが生じ、クラックシールが施されている。開削調査では、支持力が低下し路面沈下もみられる箇所をブロック状に切出す形で調査を行った。開削調査の前日は雨天で、舗装表面や内部には水が十分に供給されている状況であった。

表層から瀝青安定処理路盤までのアスファルト混合物層を撤去し、その直後に下層路盤の表面を見た様子を図-1に示す。亀甲状のひび割れを生じたOWP下である外側線から1.5mの範囲で、下層路盤材の表面が他の箇所に比べ黒色度の強い色調に変色していた。貫通ひび割れ直下は水分の浸透が多いため含水率による路盤材の色調変化もあるが、上部のアスファルト混合物のはく離損傷も進んでおり、そのアスファルト分が路盤材に移行し混入したことが想起された。そこで、黒変した路盤材を採取し材料試験により確認することとした。

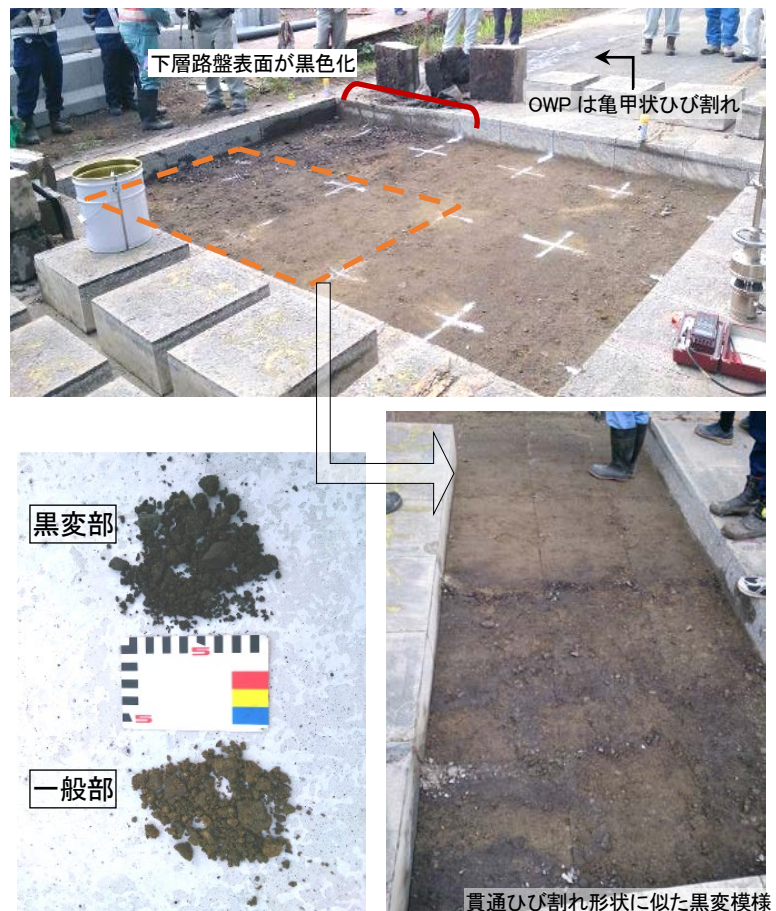


図-1 舗装開削調査における路盤材の黒色変化

キーワード アスファルト舗装, 開削調査, ひび割れ, はく離, 赤外吸光分析  
 連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原1番地6 TEL:029-879-6763

### 3. 黒変した路盤材の溶媒抽出と性状試験

黒色に変化した粒状路盤材の試験手順を図-2に示す。黒変した下層路盤表層部を乾燥1)させたのち、約1.5gを分取しトルエンで溶媒展開2)すると、ただちに黒色に溶出した。その上澄みをシリンジフィルタでろ過3)して乾燥4)させることにより、トルエン可溶分を抽出回収した。

約10mgの黒色物質が得られ、かなり硬い状態であったが凝集性を呈するアスファルト様の試料として扱える残渣を得た。定量分析としての操作法や試料量ではないため概数であるが、アスファルト量として0.5%以上に相当する可能性があるトルエン可溶分を含むことがわかった。

これを同定するための試験として赤外吸光測定を行った結果を図-3に示す。簡易抽出でみられる珪酸や炭カル由来の吸収が3300や1100 $\text{cm}^{-1}$ 付近にあるが、一般的なアスファルトに酷似した結果であった。さらに、1700 $\text{cm}^{-1}$ 付近の酸化ピークが認められ1600 $\text{cm}^{-1}$ に対する比も大きく、前述の様態とあわせて、かなり劣化したアスファルトであるとわかった。なお、695 $\text{cm}^{-1}$ にスチレンと見られる小ピークを持つことから、ポリマー改質アスファルトを含む可能性も示唆される。

### 4. ひび割れ間隙水のアスファルト分析事例

ひび割れ間隙の水中のアスファルト有無を調べるため、土木研究所前の国道408号にて降雨の翌日に減圧式の透気試験を行った

ところ、茶灰色の間隙水を吸引回収できた。その蒸発乾固物を赤外吸光分析した結果を図-4に示す。路盤材抽出物よりも信号強度が低いうえ、未ろ過乾固物で強い鉱物由来の吸収を持つが、有機物に特有のC-HやC=Cを確認できる。採取位置からアスファルト以外の物質は考え難く、微量だがアスファルトを含むとみられ、ひび割れ間隙をポンピング移動する水分にアスファルト分が連行する可能性が示された。ひび割れや層間剥離箇所等に浸み込んだ水中に、輪荷重による動的変形に伴う擦り磨きが作用すると、アスファルト分が脱離して水中に分散し移動しうることがわかった。

### 5. まとめと今後の課題

ひび割れを主な経路として、アスファルトが下層路盤に移行して蓄積することが確認できた。アスファルト混合物がはく離する要因は、骨材との接着性に応じ、アスファルトの材料劣化による粘稠性等の低下が複合的に作用して生じると考えられている。粘性を保つアスファルトが舗装構造内で沈降移動をすることはないので、路盤へのアスファルトの移行は、劣化して微粉化した状態で水分とともに少しずつ動くものと考えべきである。多くの場合、アスファルトははく離しても原位置(アスコン内部)に留まると考えられるが、次の全ての条件が揃ったところに降雨と繰返し輪荷重を受けると、路盤への沈降と堆積が生じると推測する。

- アスファルト混合物(瀝青安定を含む)の広範囲に、はく離現象が生じている
- アスファルトバインダの劣化脆化が進行し、水中に微粉分散しうる状態である
- 貫通ひび割れが面的に生じて、アスコン層内に水/空気がポンピング移動する

今回の開削調査の知見検証を続け、水浸破損の程度や範囲等を診断する手法に展開することが期待される。たとえば、コアと路盤材の採取からはく離やアスファルトの沈降堆積を判定できれば、有効な措置を選定できる。さらに、路盤材中のアスファルトの分散や品質等の分析から、はく離主要因の特定と時期や範囲を推定する技術開発も望まれる。

本調査試験は、当該開削調査に同行する機会を得て、その際の観察結果ならびに採取試料から試験分析を行ったものである。御便宜を頂いた国土交通省 秋田河川国道事務所ならびにNPO法人 舗装診断研究会の各位に謝意を表す。



図-2 路盤材の抽出試験手順

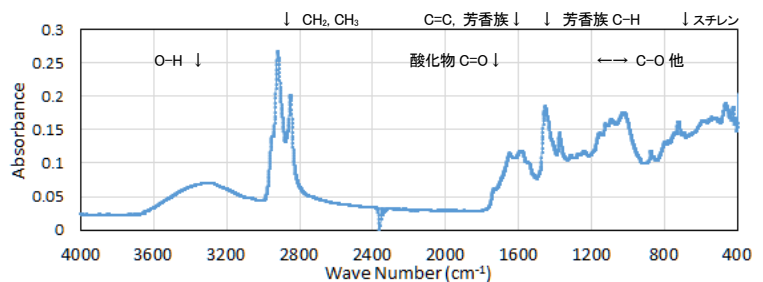


図-3 黒変路盤材のトルエン可溶分の赤外吸光スペクトル

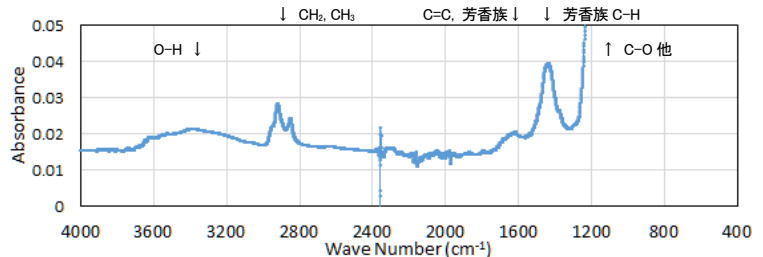


図-4 ひび割れ間隙水乾固物の赤外吸光スペクトル