

舗装全層打換えにおける路面変状の原因調査結果と再発防止策について

西日本高速道路（株）正会員 ○山口 明子
高田 克也
正会員 本松 資朗

1. はじめに

平成28年7月、九州自動車道（下り線、走行車線、 $L=79\text{m}$ ）において、舗装全層打換え（以下、厚層施工）を実施し、供用直後に表層の流動わだち掘れと思われる路面変状が発生した。本報文は、路面変状の原因究明のために実施した調査・試験・構造解析の結果と再発防止策についてとりまとめたものである。

2. 施工内容

九州自動車道は重交通区間であることから夜間交通規制を実施し、切削オーバーレイ（ $t=30$ or 34cm ）で基層用混合物（最上層、ストアス 60/80+中温化剤入、 $t=10\text{cm}$ ）、大粒径混合物（下層、改質Ⅱ型+中温化剤入、 $t=10\text{cm} \times 2$ 層）を施工して交通開放を行った後、表層に生じる初期わだち掘れを後日 4cm 切削し、高機能舗装Ⅰ型でオーバーレイするものである。

3. 路面変状の発生状況

3.1 目視観察結果

交通開放直後に生じた路面変状の発生状況を図-1に示す。路面変状は著しい箇所（以下、変状箇所）と比較的少ない箇所（以下、通常箇所）が見られた。変状箇所は、橋梁の踏掛版上（ $L=5\text{m}$ ）と C-BOX 上（ $L=10\text{m}$ ）で、最大わだち掘れ量は 115mm、通常箇所は最大わだち掘れ量が 6mm であった。また目視観察より写真-1に示すとおり、変状箇所は①タイヤ走行位置にダブルタイヤのわだち掘れが発生、②OWPの外側およびBWPに、舗装表面に縦断クラックが発生、③IWPの端部がやや盛り上がり、側方流動していた。図-2に示すとおり、FHからOWPは 40mm 沈下、IWPは 27mm 沈下、BWPは 75mm 盛り上がっていた。

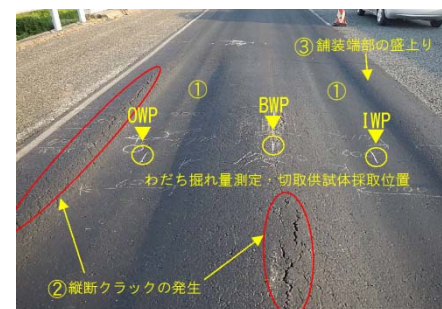
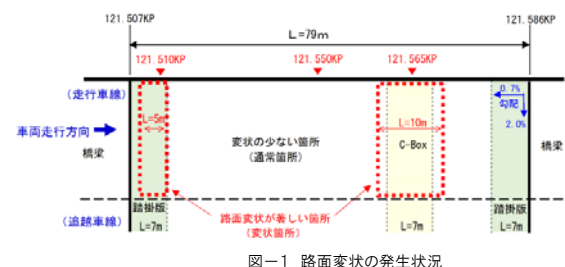


写真-1 変状箇所の状況 (KP121.565)

3.2 切取供試体採取について

切取供試体の厚さは、IWPは 320mm、BWPは 310mm であり、ほぼ設計厚さ（ $t=300\text{mm}$ ）以上であり、基層混合物（最上層）は、BWPは 100mm、IWPは 105mm で沈下しているにも係わらず設計厚（ $t=100\text{mm}$ ）以上であった。

4. 路面変状の原因究明調査

4.1 開削調査結果

切取供試体の抽出試験結果より混合物性状は、規定値を満足していたことから、原因究明のため変状箇所と通常箇所を開削調査を行った。変状箇所の開削断面状況を写真-2に示す。タイヤ走行位置であるIWP及びOWPは下方へ、BWPは上方へ撓んでおり、撓みは下層路盤から生じていた。また、OWP、BWP、IWPの各層の厚さはほぼ等厚で、ホイールパス以外へ

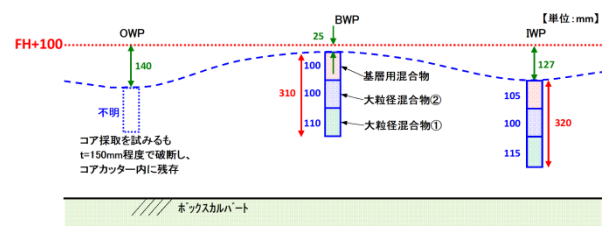


図-2 わだち掘れ量及び切取供試体採取結果 (KP121.565)



写真-2 変状箇所開削断面 (KP121.565)

キーワード 厚層、路面変状、側方流動、わだち掘れ、CBR、下層路盤

連絡先 〒839-0809 福岡県久留米市東合川 5-11-57 西日本高速道路（株）久留米高速道路事務所 Tel. 0942-43-4612

流動変形するわだち掘れとは異なっていた。

開削時に既設下層路盤面において、簡易支持力試験機(キャスボル)による支持力確認試験及び既設下層路盤材を採取し、性状試験を実施した。試験結果を表-1に示す。

変状箇所については、既設下層路盤の支持力が通常箇所の約6割程度であり、自然含水比が7.2%で最適含水比より1.5%高い状態であった。既設下層路盤材の性状は、塑性指数が5.6%と比較的高い値で、水分を含むことで性状が変化しやすい材料であった。開削箇所復旧時に、下層路盤の温度推移を交通開放直前まで確認したところ、C-BOX 上の下層路盤の内部温度は56℃まで上昇し、通常箇所の土工部は46℃であった。

4.2 下層路盤材の含水比と温度を変化させたCBR試験結果

切削完了時や舗設時に下層路盤の撓みは確認されなかったことから、舗設後に何らかの影響で著しく変状したものと考えられた。そこで変状箇所の下層路盤は含水比が高いこと及びアスファルト混合物を舗設することで下層路盤が高温になることが確認されたことから、既設下層路盤材の含水比と温度を変化させてCBR試験を実施した。試験結果を図-3に示す。自然含水比の常温時(20℃)の92回突固めCBRは、変状箇所19.6% (◆実線)、通常箇所231.9% (▲実線)であり、変状箇所は下層路盤の基準値

(修正CBR30%以上)を満足出来ない結果であった。既設路盤材の温度が60℃の高温(各点線)になると、両箇所ともCBRが低下する。これらのことから、変状箇所の下層路盤材は、0.425mm以下の材料に粘土やシルト分が多く含まれ、塑性指数が5.6(通常箇所はNP)と高い材料であったことから、含水比と温度が高くなることで、著しく支持力が低下したことが判明した。

4.3 有限要素法(FEM)による構造解析

開削調査及び室内試験で得られた結果をもとに、各材料の定数(弾性係数)を推定し、有限要素法(以下FEM解析)による構造解析にて路面変状発生を検証を行った。その結果、既設下層路盤材の含水比と温度が高くなり、支持力が著しく低下すると、変状箇所の実現象と同様の結果となることが確認された。

5.路面変状の発生原因のとりまとめ

以上の検討結果より路面変状の発生原因は、含水比と塑性指数が高い下層路盤上に、アスファルト混合物を舗設したことで、下層路盤が高温になり著しく支持力が低下したことであるとの結論に至った。

6.再発防止策

再発防止策は、発生原因である含水比と温度に重点をおいた対策とし、①厚層施工は、舗装体の内部温度が下がりにくいため、最高気温が真夏日(30℃以上)と予測される日は、原則として施工しない。②事前調査にて、ひび割れ深さを確認し、全層貫通している場合は、雨水が浸透し下層路盤の含水比が高い可能性がある。特に土被りが比較的薄いC-BOX上や踏掛版上は、下層路盤に滞水しやすいので注意を要す。切削完了後、下層路盤の含水比が高い場合は、石灰等による改良を行う。③施工延長は、各層毎の養生時間を考慮した延長とする。特に一週間施工の場合は、交通開放に影響がでるため、試験施工にて、一層毎の内部温度、冷却方法、養生温度を確認し、施工延長等を決定する。④日常の路面の維持管理において、表層にひび割れが見られた場合は、早期に当社で開発した浸透型クラックシール材等を注入し、下層路盤に水の浸入を防止する。

表-1 既設下層路盤の支持力及び性状試験結果

項 目	変状箇所	通常箇所	基準値
支持力試験 (キャスボル)			
CBR (%)	21.2	35.9	—
K ₃₀ (MN/m ²)	101.4	178.7	—
自然含水比 (%)	7.2	4.7	—
最適含水比 (%)	5.7	5.8	—
塑性指数	5.6	NP	6以下
修正CBR (%)	33	57	30以上
下層路盤材 性状試験			
通過質量百分率 (%)			
53 mm	100	100	100
37.5	100	100	80 ~ 100
19	82.3	82.6	55 ~ 100
4.75	53.9	54.4	30 ~ 70
2.36	43.4	42.5	20 ~ 55
0.425	22.5	22.2	5 ~ 30
0.075	11.6	10.6	2 ~ 10

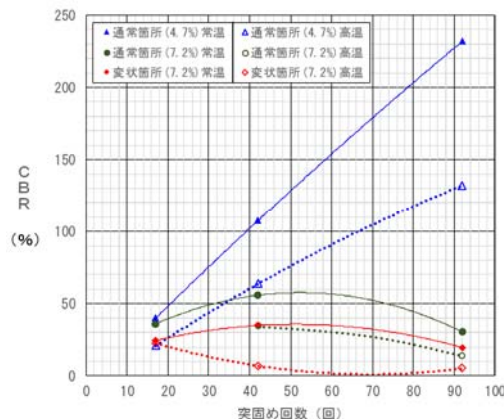


図-3 温度変化によるCBRの関係図