

FWDと小口径ボーリングを組み合わせたアスファルト舗装の詳細調査事例

(国研) 土木研究所 正会員 ○永塚 竜也, 渡邊 真一
前川 亮太, 藪 雅行

1. はじめに

供用中のアスファルト舗装が構造破損に至った場合には、詳細調査により損傷原因を特定し適切な措置を施すことが重要である。詳細調査のひとつである FWD 調査は、非破壊で効率的に舗装の支持力や各層の弾性係数を把握し、構造破損の可能性を判断するものである。これに対して開削調査は直接、舗装内部の状態観察や材料試験等を行い原因特定に必要な様々な情報を得ることができ、より確かな措置の選択に繋げることができる。しかし、開削調査は長時間の交通規制や重機が必要となる等、大がかりな調査となるため数多くの調査は困難である。このため、筆者らは開削調査の規模を最小化し、損傷原因の特定に必要な情報を得る簡易な調査手法の確立が望ましいと考えた。そこで本件では、その第一歩として FWD 調査と小口径ボーリング調査を組み合わせた詳細調査を試行した結果について報告する。

2. 調査概要

2.1 調査対象

調査対象は、(国研) 土木研究所構内の荷重車による促進载荷を行う舗装走行実験場において、路面の沈下や亀甲状のひび割れが発生し構造的な破損が疑われる2つの工区を選定した。この2工区の荷重車走行輪数は、5t 換算輪数でおよそ 200 万輪を超えている。いずれの工区も表-1 に示す項目と頻度で追跡調査を実施した。舗装構成は、いずれも設計 CBR3 の路床上に N5 交通相当の舗装断面で等値換算厚 $T_A=26$ (設計期間 10 年, 信頼度 90%) となるように、アスファルト混合物層 (以下、アスコン層) は表基層の二層、上層路盤は粒度調整砕石 (以下、M30)、下層路盤はクラッシュラン (以下、C40) からなる設計で構築されている。ただし、工区 2 については CBR3 の粘性土の路床上に CBR20 の砂質系の路床土が 15cm 施工されている。

2.2 詳細調査方法

小口径ボーリング (以下、小口径 B) は、 $\phi 5\text{cm}$ のコアカッターで舗装路面から路床の一部までを湿式で削孔した後に、専用のカメラを孔内に挿入し削孔壁面を撮影することでアスコン層と路盤層の厚さを把握するものである。撮影画像の例を図-1 に示す。従来の小口径 B 調査の多くは、舗装履歴等が不明な場合に既設舗装の各層厚を確認する目的で使用されてきた。本件においては、損傷原因の特定を目的として輪跡部 (OWP, IWP) のいずれか一方と非輪跡部 (BWP) の2箇所以小口径 B を実施した点に特徴がある。具体的には、促進载荷試験後における輪跡部と非輪跡部の各層厚の違いと FWD 調査の結果を勘案し損傷原因の特定を試みた。また、小口径 B はアスコン層のひび割れ状況を確認するためひび割れの直上で削孔した。なお本件では、撮影画像から路盤の M30 と C40 の識別は困難であったため、M30 と C40 をまとめて路盤層の厚さとした。

3. 調査結果

3.1 工区 1 : 路床の圧縮変形に伴う路面の沈下ひび割れ

(1) 舗装路面の状態

载荷試験終了時点において、OWP 側の輪跡部に沈下を伴う亀甲状のひび割れが確認された。横断形状の測定結果を図-2 に示す。荷重促進開始から 120 万輪载荷まで徐々に路面の沈下が発生し 120 万輪から 200 万輪にかけて沈下の進行が加速している。路面のひび割れは 110 万輪まで確認されず、わだち掘れが先行し 110 万輪以降に発生した。

(2) FWD の調査結果

FWD の各調査結果を図-3,4 に示す。D0 たわみ量はいずれも基準値¹⁾以下であり、10 万輪載

キーワード 点検, 診断, 詳細調査, FWD, 小口径ボーリング, 長寿命化

連絡先 〒305-8516 つくば市南原 1-6 (国研) 土木研究所 道路技術研究グループ舗装チーム TEL 029-879-6789

表-1 追跡調査項目

調査手法	調査項目	追跡調査頻度
目視	ひび割れ発生状況	走行輪数
MRP	横断形状, わだち掘れ量	10, 20, 30, 50, 60, 70, 85, 90, 110, 120, 200[万輪]
FWD	D0たわみ, 路床CBR, 路盤弾性係数	※FWD: 載荷前も実施

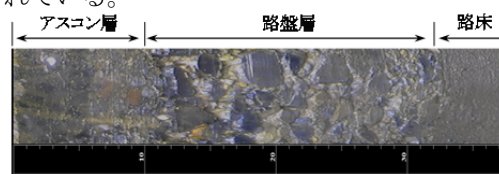


図-1 小口径 B 孔壁撮影画像例

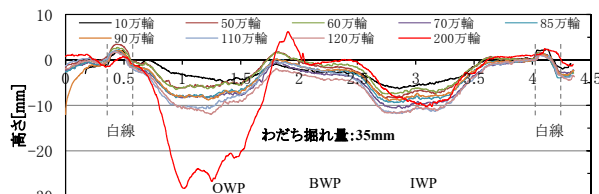


図-2 横断形状測定結果

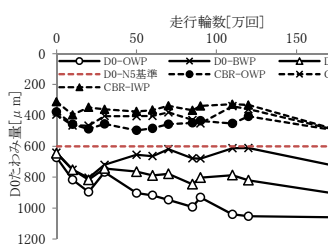


図-3 D0 たわみと路床 CBR

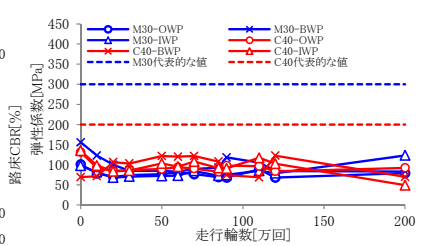


図-4 路盤 (上層 M30 と下層 C40) の弾性係数

荷付近から路面の損傷が著しい OWP が IWP よりも大きくなり、50 万輪載荷付近からさらにその差が開いた。路床の CBR は、いずれも 200 万輪載荷時点で CBR の低下が顕著になった。路盤 M30 と C40 の弾性係数はいずれも全体を通して代表値²⁾以下であった。

(3) 小口径ボーリングの調査結果

小口径 B の結果を表-2 に示す。表-2 より、OWP と BWP でアスコン層と路盤層の厚さに違いはなかった。また、アスコン層の採取コアより、貫通ひび割れと表層基層界面の剥離が確認された(写真-1)。なお、アスファルトの剥離は確認されなかった。

表-2 小口径B結果

調査手法	各層の厚さ[cm]	
	輪跡部(OWP)	非輪跡部(BWP)
アスコン層	10	10
路盤層	55	55

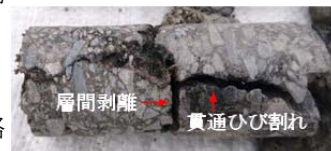


写真-1 採取コア

(4) 損傷原因の推察

FWD と小口径 B の結果より、路盤の弾性係数はいずれも代表値以下ではあるものの路盤の層厚に変化はないことから、路面沈下の主な原因は路床の圧縮変形によるものと推察される。考えられる損傷メカニズムは促進載荷開始後、疲労が路盤以下の層に蓄積し、120 万輪以降に下層路盤が荷重を支えきれなくなり軟弱な路床土の圧縮変形が急激に進行し路面が沈下、わだち掘れが発生したことで輪跡部にひび割れが生じ、亀甲状のひび割れに至ったと推察される。

3. 2 工区 2 : 路盤の圧縮変形に伴う路面の沈下ひび割れ

(1) 舗装路面の状態

載荷試験終了時点において、IWP 側の輪跡部に沈下を伴う亀甲状のひび割れが確認された。横断形状の測定結果を図-5 に示す。荷重促進開始から 200 万輪載荷まで徐々に路面の沈下が進行している。路面のひび割れは工区 1 同様に、わだち掘れが先行し 110 万輪以降に発生した。

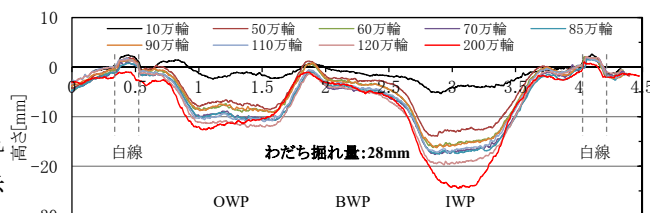


図-5 横断形状測定結果

(2) FWD の調査結果

FWD の各調査結果を図-6,7 に示す。D0 たわみ量は路面の損傷が著しい IWP が全体を通して基準値¹⁾以下であり、載荷初期段階で OWP よりも大きく 50 万輪載荷付近からさらにその差が開いた。路床の CBR は、いずれも 200 万輪載荷時点で CBR の低下が見られた。IWP と OWP における路盤の M30 と C40 の弾性係数は、一部を除き全体を通して代表値²⁾以下であった。

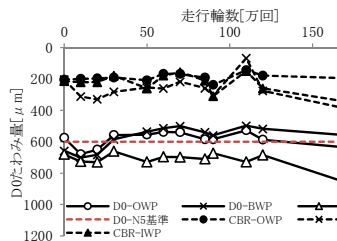


図-6 D0たわみと路床 CBR

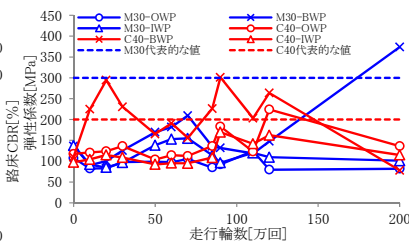


図-7 路盤(上層 M30 と下層 C40)の弾性係数

(3) 小口径ボーリングの調査結果

小口径 B の結果を表-3 に示す。表-3 より、IWP のアスコン層は BWP と比較して 1cm 程薄い状況であった。これはアスコン層のひび割れが進行し、アスコン層底面が砂利化した影響と考えられる(写真-2)。一方、路盤層については IWP で 3cm 程薄くなっている状況であった。また、アスコン層の採取コアより、貫通ひび割れが確認された。

表-3 小口径B結果

調査手法	各層の厚さ[cm]	
	非輪跡部(BWP)	輪跡部(IWP)
アスコン層	9	8
路盤層	59	56



写真-2 採取コア

(4) 損傷原因の推察

FWD の結果から路盤の弾性係数はいずれも代表値以下であったことと、小口径 B の結果から IWP で路盤が 3cm 程薄くなっている状況が確認されたことより、路面沈下の主な原因は路盤にあると推察される。考えられる損傷メカニズムは促進載荷開始後、路盤の圧縮変形が走行輪数の増加にともない進行し路面が沈下、わだち掘れが発生したことで輪跡部にひび割れが生じ、亀甲状のひび割れに至ったものと推察される。路床よりも路盤の圧縮変形が先行した要因は、下層路盤より下の CBR20 の砂質土層が軟弱路床の変形を抑制したことや路盤の締固め不足等が考えられる。

4. まとめ

本件により、FWD 単体では特定することが困難であった路盤・路床の損傷原因について、小口径 B 調査結果を組み合わせることで、損傷原因を絞り込むことができる可能性があることを確認した。今後は小口径 B の改良や他試験との組み合わせを検討し、より具体的な損傷原因の特定に繋がるような調査方法の確立を目指していく。

【参考資料】 1)舗装の維持修繕ガイドブック 2013 H25.11 (公社) 日本道路協会 P.41 表-3.3.3
2)舗装設計便覧 H18.2 (社) 日本道路協会 P.117 表-5.3.1