

FWDによる舗装損傷診断の精度向上の一考察

東日本高速道路(株) 東北支社 法人会員 皆方 忠雄
 東日本高速道路(株) 東北支社 法人会員 高橋 良昭

1. はじめに

NEXCO東日本東北支社(以下「NEXCO東北」)では、東北地方の高速道路等 1,278km を管理している。お客さまが高速道路を走行する際に直接接する舗装表層部は、走行快適性・安全性の観点から『高機能舗装』を標準としており、平成 21 年 3 月末時点で高機能舗装化率は約 54%となっている。この高機能舗装の採用に伴い、これまで水の影響が軽微であった高機能舗装下の基層部においては、直接水の影響を受けることとなる。基層以深が劣化している場合、上層からの浸透水により舗装の劣化・損傷が促進されて構造的損傷に至るため、舗装補修計画を立案するにあたっては、従前以上に基層以深の健全度診断が重要となっている。

NEXCO東北では、舗装の健全度診断として、従前手法(開削調査、コア採取等)に比べ非破壊で効率的な「FWDによる構造評価手法(以下「FWD損傷診断」という)」を用いており、舗装補修に先立ち調査・診断を行い、補修計画を立案している。FWD損傷診断により、補修深さとその範囲を判定しているが、診断結果と実際の損傷が乖離しているケースが認められている。このような場合は、補修前に改めて、コア採取等による直接的な調査により補修深さを判定しており、結果的には非効率な調査となる。

そこで、FWD損傷診断の診断精度を検証し、補修計画立案のための精度向上の方策について検討を行なった。

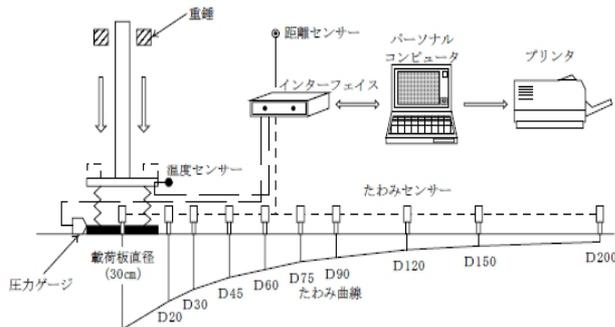


図1 FWDの構造

2. FWDによる健全度診断手法

FWD (Falling Weight Deflectometer) は、舗装に動的な衝撃荷重を作用させたときの応答たわみを計測し、そのたわみ値から舗装の構造を評価するものである。¹⁾ たわみセンサーはD0～D200の10点あり、載荷直下のD0は『表層部』、載荷部より150cm離れたD150は『路床上面部』の支持力の指標となる。衝撃荷重は、アスファルト舗装の場合49kN、コンクリート舗装の場合98kNとしている。FWDの構造を図1に示す。

表1 表面たわみ値の指標(目安値)

表面たわみ値 (D0)	健全度評価	補修範囲
0.2mm以下	舗装構造として健全	表層のみ (損傷がある場合)
0.3mm以上	舗装構造として損傷有り	基層以深 (損傷層まで)
0.5mm以上	下層路盤まで損傷	舗装全層

FWD損傷診断による舗装の健全度評価は、『表面たわみ値(D0)による直接的評価』と、『逆解析による舗装各層の弾性係数での評価』があるが、今回は解析作業での影響因子が少なく、より簡易なで行なうこととした。健全度評価における表面たわみ値の指標は、一般に維持・補修が必要となるD0の目安値0.3mm²⁾の他、FWDによるたわみ値と損傷実態の関係より分析された健全、損傷の目安値³⁾を用いた。健全度評価の指標を表1に示す。

3. 診断精度の検証結果

診断精度の検証として、FWD損傷診断結果と実際の損傷状態について相対比較した。実際の損傷状態は、FWD測定箇所の近傍(前後10m以内)で採取した切取コアを用いて、表2に示すひび割れ深さより判定した。検証は、平成18年度から20年度にNEXCO東北管内で測定したFWDデータ1,298のうち、切取コアデータとの比較が可能な245データをサンプルとした。なお、統計処理上の必要サンプル数は125データであり、今回のサンプル数は母集団全体を十分検証するものとなっている。診断精度の検証結果を図2に示す。

表2 ひび割れ深さからの損傷層判定

ひび割れ深	損傷層
50mm以下	表層
51～100mm	表層、基層
101mm以上	表層、基層、上層路盤(Aba)

キーワード FWD、舗装損傷、構造的損傷、健全度診断

連絡先 住所: 仙台市青葉区中央3-2-1 電話: 022-217-1746 FAX: 022-217-1791

表面たわみ値(D0)0.3 mmを指標とし、「D0=0.3 mm未満は表層のみ損傷」、「D0=0.3 mm以上は基層以深まで損傷」と損傷診断した場合、全データ(n=245)での診断精度は約 70%であった。特に損傷層が表層のみ(図2の× n=134)のケースでは、ほぼ 100%の精度であり、かつ、表1で示す「舗装構造として健全」のD0=0.2 mm以下となっている。

しかし、補修計画で最も必要とする基層以深の損傷(n=111)に対しては、診断精度が 22%と極端に低下する。基層まで損傷しているケース(図2の n=32)では3%、上層路盤(ABa)まで損傷しているケース(図2の n=79)は30%の診断精度であり、構造的損傷が発生しているにもかかわらず、D0 が 0.2 mm未満となっているものが約 7 割ある。なお、D0 が 0.3 mm以上の領域(図2の[A] n=25)においては、診断精度が 100%であり、的確に診断されている。この傾向は、アスコン層(表層・基層・上層路盤)のたわみ値(D0-D90)で検証した場合も同様であった。

4. 診断精度への影響因子と精度向上の一考察

以上のとおり、現行のFWD損傷診断は、的確に診断できる領域と、診断できていない領域が判明した。舗装補修計画の立案のための診断手法としては、基層以深の損傷に対しての診断精度を改善する必要がある。そこで、診断精度に影響を及ぼす因子について検証を行なった。

影響因子として「FWDの個体差」、「舗装体温度」、「舗装構成」、「載荷荷重」などが考えられるが、ここでは、舗装体温度と舗装構成の影響について述べる。

舗装体温度の影響

FWDで測定されるたわみ値は、アスファルト舗装の場合、舗装体温度の影響を大きく受けるため、路温 20 を基準として補正を行なっている。診断精度が低い「基層以深まで損傷」しているデータ(n=111)を対象に、路温別の診断精度を検証したところ、**図3**に示すとおり路温の低い領域ほど診断精度が高い傾向が認められた。これは、一般に言われていることと¹⁾合致するものであり、診断精度を保証するためには、測定時の条件として、路温も重要な因子となる。

舗装構成の影響

今回の検証は、アスコン層厚(表層・基層・上層路盤)が 200~340 mmと広範囲となっていることから、アスコン層の厚さ別の診断精度を検証した。その結果を**図4**に示す。アスコン層が厚くなるほど診断精度が低下する傾向にあり、アスコン層が 200 mm以下では診断精度がほぼ 100%と高いものの、250 mm以上では 7%と極端に低下する。このことより、FWD損傷診断にあたっては、舗装構成についても補正対象として反映させる必要がある。

以上の診断精度の検証および影響因子の分析結果を基にして、現在、FWDの特性を勘案した『舗装構造診断手法(案)』の策定を行なっているところである。

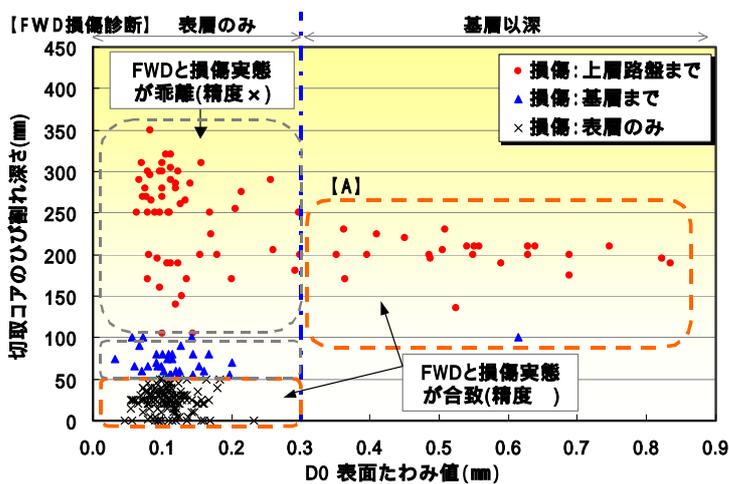


図2 表面たわみ値(D0)と損傷実態の関係 (n=245)

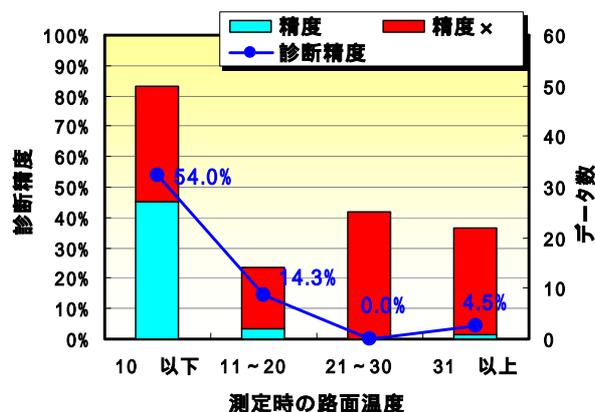


図3 路面温度別の診断精度

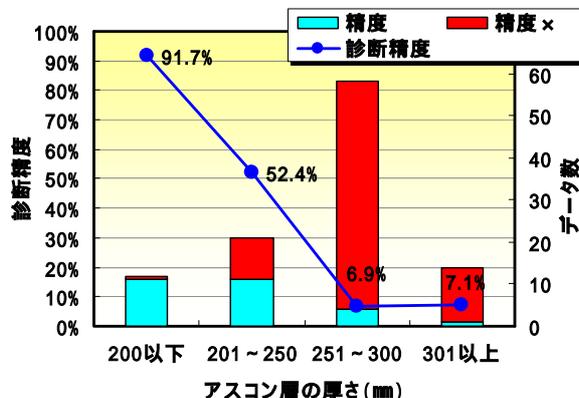


図4 アスコン層の厚さ別の診断精度

参考文献 1) FWDおよび小型FWD運用の手引き, (社)土木学会, 2002.10 2) 舗装標準示方書, (社)土木学会, 2007.3
3) 阿部, 神谷, 佐藤: 高速道路舗装の構造的損傷に関する一考察, 土木学会舗装工学論文集 2004.12