東名高速道路の舗装健全度に関する一考察

川村 和将¹・神谷 恵三²

¹ 中日本高速道路(株)東京支社 品質検査チーム (〒105-6011 東京都港区虎ノ門 4-3-1 城山トラストタワー)

E-mail : k.kawamura.ac@c-nexco.co.jp

² 正会員 工博 (株)高速道路総合技術研究所 舗装研究担当部長 (〒194-8508 東京都町田市忠生 1-4-1)

東名高速道路は平成 10 年から全面的に高機能舗装を採用している。それにより基層以下への雨水の浸透が促進され、アスファルト層の損傷拡大が懸念されている。舗装の健全性を評価するために、東名高速道路では路面性状調査や FWD 測定などを実施している。その結果、路面ひび割れ評価手法では、高機能舗装の損傷を評価できていないことや、路床の支持力は安定しており、雨水による影響が小さいことなど明らかにした。

Key Words : porous asphalt, road surface characteristics, FWD, damage, repair

1. はじめに

東日本、中日本、西日本高速道路株式会社が管理する高速道路は、延長 9,000km に達しており、名神高速道路・栗東～尼崎間のように供用から 50 年を超える区間がある。また、全延長のうち、供用から 30 年以上経過した区間が約 40%あり、老朽化が著しく進んでいる。そのため、高速道路リニューアルプロジェクトと称し、高速道路のライフサイクルコストの最小化を目的に、高速道路本体構造物の大規模更新、大規模修繕を実施することとした。

高速道路の舗装についても劣化が進行している。

写真-1 東名の損傷例

平成 10 年から標準的に採用された排水性舗装（以下「高機能舗装」という）により、下層への雨水の浸透が促進され、アスファルトと骨材のはく離が原因で損傷している事例や、長期にわたる交通荷重による影響で路盤が損傷している事例も確認されている¹⁾。

中日本高速道路(以下「NEXCO 中日本」という)、東京支社管内における東名高速道路・東京～厚木間は、昭和 43 年 4 月に供用してから 48 年経過している。東名高速道路の高機能舗装化率は 99%に達し、雨水の下層への浸透によるアスファルトのはく離が進み、写真-1 に示すような、基層以下の損傷によるひび割れが多数発生している。この損傷を放置していると、やがてポットホールに進展する。ポットホールが発生すると、道路利用者の走行安全性を確保するために緊急工事を実施することになる。緊急工事が必要な状況になる前に舗装構造物の健全性を把握し、補修を実施することが望ましい。

このような背景から、NEXCO 中日本では、路面性状調査、FWD を使用した舗装構造物の健全度調査等を実施している。

表-1 測定区間の舗装構成

対象区間	横浜	御殿場
インターチェンジ間	横浜町田～厚木 (下り線)	御殿場～裾野 (下り線)
表層-基層-上層路盤-下層路盤厚さ (cm)	4-6-18-17	4-9-15-20
上層路盤材料	アスファルト安定処理	アスファルト安定処理
下層路盤材料	セメント安定処理	粒状材料
2013 年断面大型車交通量	38,849 台/日	10,748 台/日
2011 年断面大型車交通量	36,543 台/日	27,444 台/日
年平均降水量	1780mm	2819mm
FWD 測定 k p	20.20～33.90	89.00～93.05
FWD 測定年	H21, H24, H25, H26	H23
FWD 測定数	204	39

写真-2 路面性状測定車の概観

筆者らは、東名高速道路においても特に重交通区間である横浜町田インターチェンジから厚木インターチェンジ間と、比較的降雨が多く、舗装の損傷が懸念される御殿場インターチェンジから裾野インターチェンジ間に着目した。横浜町田 IC～厚木 IC 間の下層路盤にはセメント安定処理路盤が施工されているが、御殿場 IC～裾野 IC 間は粒状路盤である。

当該区間の舗装構成などを表-1 に示す。路盤種類、気象条件や交通量が異なる 2 区間の路面性状、FWD によるたわみ量を比較検討した結果から舗装健全度を以下に考察する。

図-1 わだち掘れ量の相対度数

図-2 ひび割れ率の相対度数

2. 東名高速道路の路面性状

東名高速道路の路面性状調査は、2 年に 1 回の頻度で実施している。調査には写真-2 のような 100km/h で連続的な測定が可能な路面性状測定車を使用している。調査項目は、わだち掘れ量、ひび割れ率、IRI である。平成 26 年に東名高速道路・横浜町田 IC～厚木 IC 間（以下、横浜区間という）測定延長 96.7km・車線、御殿場 IC～裾野 IC 間（以下、御殿場区間という）測定延長 55.9km・車線において実施した測定結果について報告する。わだち掘れ量とひび割れ率は 100m 評価値、IRI は 200m 評価値である。IRI の評価延長は、一般に 160m または 320m ごとに算出されており、NEXCO では他の基準項目および補修工事の施工ロットを勘案し 200m としている²⁾。

図-1 は横浜区間及び御殿場区間のわだち掘れ量の測定結果を相対度数で示した。両区間とも、わだち掘れ量 15mm 未満が 99%程度を占めており、補修目標値 25mm を超える箇所はなかった。また、各区分の相対度数は延長に拘わらず、ほぼ同程度であったことから、両区間とも同様な傾向といえる。図-2 は両区間のひび割れ率の測定結果である。ひび割れが無い延長が、横浜区間の 42%に対し御殿場区間

図-3 ひび割れ率の算出メッシュ

表-2 ひび割れ率の評価延長による違い

区間 (kp)	ひび割れ率(%)
31.00～31.01	0
31.01～31.02	0
31.02～31.03	3.0 (10m 評価値)
31.03～31.04	0
31.04～31.05	2.9 (10m 評価値)
31.05～31.06	24.6 (10m 評価値)
31.06～31.07	0
31.07～31.08	0
31.08～31.09	0
31.09～31.10	0
31.00～31.10	3.1(100m 評価長)

が54%であった。両区間のひび割れ率とも、NEXCO中日本が補修目標値としている20%と比較すると問題視するレベルのひび割れ率ではない。

高機能舗装が採用される以前では、ひび割れが原因で補修した面積は20%程度あった。しかし、現在は、ひび割れ率が補修目標値に達することはないほど高機能舗装のひび割れ率は小さい傾向にある。ひび割れ率の算出は図-3に示すように車線幅を1/4に分割、延長方向には1mのメッシュを配置し、そこにどのようなひび割れが発生しているかどうか確認し算出するものである。図-3は評価延長を10mとした場合を示したものである。表-2は横浜区間の31.0kpから31.10kpにおけるひび割れ率を10mごとに算出したものとその区間100mで算出したものである。100mとした場合は3.1%であるが、31.05～31.06区間は24.6%と大きくなっており、評価延長により異なる。写真-1のようにわだち部に局所的にひび割れが発生し、ポットホール化する高機能舗装の損傷は現状のひび割れ率の評価延長では評価で

図-4 IRIの相対度数

きていないと考えられる。高機能舗装はわだち部にひび割れが発生し、それが拡大する傾向にあることから、わだち部分に評価用のメッシュを設けることなどにより、評価面積を小さくする方法が有効である。

図-4は横浜区間及び御殿場区間のIRIの測定結果である。横浜区間はIRIが2mm/m未満の延長が、測定延長の約55%であったが、御殿場区間の2mm/m未満は約43%である。また、3.5mm/m以上が横浜区間では1.0km、測定延長の1%程度であるのに対し、御殿場区間は1.9km、3%であった。

IRIと交通量の関係は、平成13年度に全国の高速道路の約4200km・車線においてIRIを測定した結果、大型車交通量が多いほどIRIが大きい傾向を確認した³⁾。横浜区間の方が大型車交通量が多いにも関わらず、御殿場区間の方が平坦性が悪いのは、御殿場区間が比較的降水量が多く、下層路盤に粒状材料を用いていることが影響していると考えられる。粒状路盤はセメント安定処理路盤と比較するとたわみ量が多いことは過去の調査から明確になってい

図-5 IRI の経年変化

図-6 D₀、D₁₅₀ の平均値および標準偏差

る 4)。加えて、粒状路盤はセメント安定処理路盤よりも含水比の変化により強度が低下する傾向にある。路盤強度の低下により、アスファルト混合物層にひび割れが発生し、IRI が悪化したと考えられる。

図-5 は横浜区間下り (20.0kp～34.0kp) における IRI である。平成 22 年、平成 24 年、平成 26 年に同一箇所にて測定した値をプロットしている。●が平成 26 年データであるが、38 データ中 5 箇所を除いて、経年とともに大きくなっている。33.2kp 付近の IRI は 3.5 から 1.7 に回復している。この箇所は、平成 24 年度に約 300m 切削オーバーレイ工を実施しており、それにより IRI は回復可能であることが確認できた。

3. FWD 測定による健全度評価

NEXCO 中日本・東京支社は東名高速道路の構造的な健全度を把握するために、全 IC 間において FWD 測定を実施している。1 年間では全延長の測定は不可能であるため、数年 (およそ 5 年間) で測定する計画である。横浜、御殿場両区間とも開通以来アスファルト層は補修しているが、下層路盤、路床までおよぶ大規模な補修は実施していない。安

価な地方産材料の有効活用、工程などを勘案し、横浜区間は下層路盤にセメント安定処理路盤を、御殿場区間は下層路盤に粒状路盤を採用している。御殿場区間の 2013 年交通量は 2012 年に供用した新東名高速道路の影響で、2011 年と比較して減少している。FWD 測定は土工部 (橋梁前後 20m を除く)、第一走行車線左側わだち部 (OWP: 外側線から 75cm の位置) において、50m 間隔で実施した。

(1) たわみ量の評価

図-6 は両区間の最大たわみ量 D₀ 及び D₁₅₀ の平均値と標準偏差を示したものである。

両区間とも路床以下の強度を示す D₁₅₀ たわみ量は、大きな変動もなく 0.07mm 程度である。この値は神谷らが報告した過去の同区間の調査結果⁵⁾とほぼ同じ値である。以上のことは、供用から 50 年程度経過したことにより路床強度が安定し、平成 10 年から採用された高機能舗装化による影響も小さいことを示している。

図-7 は横浜区間、図-8 は御殿場区間の測定結果である。横軸に測定箇所 (kp)、縦軸は D₀ たわみ量、D₉₀ たわみ量、D₁₅₀ たわみ量である。横浜区間の路面のたわみ量を示す D₀ はおよそ 0.2mm 程度で分布しているが、一部個所で 0.3mm を超えているなど、舗装体の強度が低下している個所が確認された。図-1、図-2 から分かるように表層には大きな損傷が見られないことから、基層や路盤の雨水による脆弱化が経年とともに進行している可能性がある。

御殿場区間の D₀ たわみ量は平均 0.24mm であった。表層にひび割れが発生している状態を不良部と定義すると、過去の舗装損傷調査結果から得られた舗装の健全と不良部の境界が、およそ D₀ たわみ量 0.2mm であった⁴⁾。御殿場区間は、それを超える傾向にあり、過去の調査では路面にひび割れが発生す

図-7 横浜区間下りの FWD 結果

図-8 御殿場区間下りの FWD 結果

図-9 御殿場下りの損傷指標

るほど支持力が低下した状態である。御殿場区間の D_0 は横浜区間と比較して値が大きいことは、下層路盤が粒状であることや、降雨量が多い、寒暖の差が大きいなど舗装にとって厳しい気候が原因であることが考えられる。これは、先述の IRI が大きい理由と同様である。

(2) 補修に関する評価

アスファルト層の損傷を評価する指標として以下の式(1)が NEXCO の設計要領で規定されている⁶⁾。

$$\text{アスファルト層の損傷指標} = \frac{D_0 - D_{90}}{t} \quad (1)$$

$D_0 - D_{90}$: たわみ差 (mm)

t : アスファルト層の厚さ (mm)

式(1)を用いて損傷指標を算出し、値によってどの層まで打換えるか計画する。粒状路盤区間では、損傷指標が $500 (\times 10^{-6})$ 以上でアスファルト層全層を打換えることが、NEXCO 中日本の設計要領第一集（舗装編）では推奨されている。式(1)を用いて御殿場区間の損傷指標を算出すると、図-9 になった。

当区間の下層路盤は粒状路盤であるため、 $500 (\times 10^{-6})$ 以上でアスファルト層全体を打換えることになっている。本区間は平成 18 年以降に上層路盤からの大規模な補修を実施している。しかし、 $500 (\times 10^{-6})$ 以下に回復していない個所も多く、アスファルト層の損傷が十分に回復されていないと考えられる。

4. まとめ

は言えない。下層路盤からの打換えや材料の改良などを行う必要がある。

今回の研究で得られた考察を以下に示す。

1. わだち部にひび割れが発生し、そこから損傷が急速に拡大していく高機能舗装については、既存のひび割れ率算出方法では健全度が評価できていないと考えられる。わだち部分を評価対象とすることが有効である。
2. IRI は経年によって漸増する傾向にあり、交通量よりも下層路盤種類、気象条件に影響を受ける。
3. 横浜区間、御殿場区間の路床は、たわみ量が小さく、過去の調査結果とほぼ同値であることから、高機能舗装化による影響は小さい。
4. 横浜区間は路面たわみ量の平均値が 0.2mm 以下と比較的健全であるが、局所的に 0.3mm を超える箇所もある。雨水によるアスファルトのはく離により、基層以下の強度が低下したことが原因であると予想される。
5. 御殿場区間はアスファルト層の打換えを実施しているものの、支持力が十分に回復したと

参考文献

- 1) 高橋茂樹,小野義道,佐藤正和：高速道路におけるアスファルト舗装の「解体新書」プロジェクト, 土木学会論文集 E1 (舗装工学),Vol71,No.3 (舗装工学論文集第 20 巻) (2015)
- 2) 熊田一彦,佐藤正和,神谷恵三：高速道路における路面の平坦性評価技術,土木技術 59 巻 pp40-46,2004.7
- 3) 熊田一彦,大野滋也,佐藤正和：高速道路の構造・交通緒元と IRI の関係について,土木学会舗装工学論文集第 7 集,論文番号 10,2002.12
- 4) 川村和将,七五三野茂,小松原昭則：高速道路における舗装構造の実態調査および分析,日本道路公団試験研究所報告 第 36 巻,pp10-17,1999.11
- 5) 神谷恵三,内藤政男：高機能舗装の下層損傷に関する一考察,土木学会舗装工学論文集 第 10 巻,pp17-22,2005.12
- 6) 中日本高速道路(株)：設計要領第一集舗装編,2015.7

A STUDY ON SOUNDNESS OF PAVEMENT IN TOMEI EXPRESSWAY

Kazumasa KAWAMURA and Keizo KAMIYA

Porous asphalt has been entirely covered on Tomei Expressway since 1998. Rainfall water has so far immersed into underlying binder layers, making its road operators long concerned about the AC layers' damages being propagated. In order to evaluate soundness of the pavement, road surface characteristics survey and FWD's measurement has periodically been conducted. Based on those results, the structural distress including subgrade condition is presented. Problematic issues on the current procedures of crack survey, repair methods and others are also suggested in the paper.