

# 舗装の予防保全に向けた NEXCO-PMS による実態分析

神谷 恵三<sup>1</sup>・滝 友宏<sup>2</sup>・洲崎 尚樹<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 中日本高速道路株式会社 技術支援部 (〒511-0865 名古屋市中区錦 2-18-19)  
E-mail: k.kamiya.ab@c-nexco.co.jp

<sup>2</sup> 高速道路総合技術研究所 舗装研究室 (〒194-8508 東京都町田市忠生 1-4-1)  
E-mail: t.taki.aa@ri-nexco.co.jp

<sup>3</sup> 高速道路総合技術研究所 舗装研究室 (〒194-8508 東京都町田市忠生 1-4-1)  
n.susaki.aa@ri-nexco.co.jp

壊れる前に直すという予防的保全の実践は、道路舗装マネジメントの理想的な姿である。しかし、同一の舗装プロジェクトであっても、壊れ方は一様ではないため、これを現実的に行うことは容易ではない。

NEXCO-PMS は路面性状データのみならず、開通から現在に至るまでの補修工事履歴を包括しているの  
で、修繕サイクルの実態把握が可能である。高機能（排水性）舗装を使い始めた 30 年間の補修履歴を有  
する中央自動車道八王子支社管内の実態分析を試みた結果、以下の知見が得られた。

高機能舗装の修繕サイクルは、9.3年であると共に、その標準偏差は3年程度であることが確認された。  
しかしながら、修繕サイクルは基層の健全度に大きく委ねられることが再認識された。さらに、損傷が深  
層に至る前に2層補修で留めることの重要性が確認された。

**キーワード：** 予防保全, PDCA, 舗装マネジメントシステム, 補修履歴, 実態分析

## 1. はじめに

都市間の高速道路を担う東日本・中日本・西日本高速  
道路会社（以下、NEXCO）では、排水性舗装を標準の  
路面として採用している。この舗装は雨天時の交通事  
故を大幅に削減できるほか、車両騒音も吸音できる等の優

れた機能を有することから、平成 10 年から高機能舗装  
という名称に改名している。高機能舗装は現在では路面  
の 8 割を超えており、安全と安心を提供する NEXCO の  
顔として広く行きわたっている（図-1）。

しかしながら、雨水を表層から通水させるポーラスの  
構造となるため、これまでの密粒度舗装とは全く異なる



図-1 雨天時の高機能舗装



図-2 舗装損傷形態の変化

壊れ方を呈している。図-2は、損傷形態の変化を説明したものである。密粒度舗装が全盛であった昭和の時代までは損傷は表層のみで済んでいたが、高機能舗装を採用した平成以降は損傷が深層化しつつある。

高速道路舗装に求められる要求性能は、安全・快適な路面を提供しつつ、費用対効果に優れた耐久的な舗装構造の確保、さらには環境に優しい材料の使用と考えられる。舗装の種別に拘わらず、これらの要件を達成させるには、図-3に示すような舗装マネジメントを当てはめるべきである。これは、道路管理者による舗装の予算フローでもあるが、PDCAの局面を明示している。例えば、Planに位置する補修計画と補修設計では、舗装構造と材料配合が決定される。次に、補修工事の実施を意味するDoでは、設計を具現化するための品質確保が重要となる。工事が終了すると、週間単位の日常点検が開始され、必要に応じてポットホール補修等の小補修が記録の上実施される。その後、5年以内に実施される路面性状調査までがCheckとして見なされる。ActはCheckの総合評価を基に、次回の補修計画へ反映される。この時、次回のPDCAサイクル期間を如何にして長く持たせるかという判断が求められる。

NEXCO舗装資産の8割を超える高機能舗装のライフサイクルを如何にして伸ばして行くかは、今後の大きな課題である。国土交通省の舗装点検要領<sup>9)</sup>が提唱しており、路盤損傷の防止という予防保全の導入が要として理解されるが、高機能舗装にこれを当てはめることは容易ではない。その理由の一つとして、この舗装の難点は、ひび割れやポンピング等の路面損傷が顕在化する前に内部から壊れることが多いということである。また、下層の支持力や構造的な健全性の低下により離散的かつ局部的に壊れることが一般的であるので、路面評価を主体とするCheck自体が困難となっている。

このような現状に鑑みて、高機能舗装の実質的な修繕サイクルは何年であるかという実態把握は予防保全への布石になるものと判断した。そして、Actにおいて予防保全の視点を導入することが出来れば、長寿命化へ貢献できるものとする。本文は、舗装マネジメントシステムのデータ活用により、高機能舗装の補修実態分析を試みたものである。

## 2. 舗装マネジメントシステムの活用

### (1) NEXCO-PMSの概要

PMSはその概念が欧米で紹介されて以来、世界中の道路組織において活用されている。道路管理者が受け持つ道路クラスの予算、人材、技術等により、その使用方法は異なるが、与条件の中で最大の費用対効果を実現させるべく、PMSは道路管理者の意思決定支援ツールとして位置づけられている<sup>2)</sup>。

NEXCOが保有するPMS(以下、「NEXCO-PMS」という)は、中長期的なネットワークレベルの予算管理に使用される場合もあるが、翌年度のプロジェクト管理のために使用されることが一般的である。NEXCO-PMSは道路の路線名、上下線区分、車線区分、IC間名、1m単位のKP位置情報ごとに、建設時点の設計データから現在に至るまでの舗装データを包括している。例えば、設計CBRや舗装構成といった初期のデータ緒言をはじめ、5年以内に実施されるひび割れ率等の路面性状データのほか、いつでもどの様な補修をしたかという修繕履歴データを1m単位で管理している。さらに、舗装パフォーマンスが大きく異なるトンネル区間や橋梁部等の道路構造区分によるデータ検索も可能である。このような詳細データの活用により、様々な解析が可能となる。

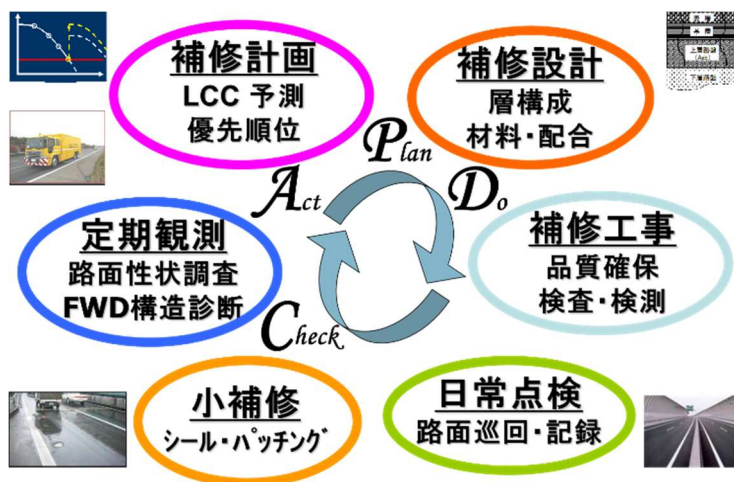


図-3 舗装のライフサイクル

(2) NEXCO-PMS の帳票

図4は、舗装修繕計画に向けた将来予測という活用の一例である。経年変化の予測に際しては、過去2点の路面性状データを基にして路面劣化予測式を得るという一般的なPMSの活用を示している。しかしながら、NEXCO-PMSは過去の修繕履歴を蓄積しているので、修繕間隔の実態を知ることが可能である。これの利便性は、補修工事の投資効果を直接的に評価できることである。予測式は、補修履歴の異なる路面から得られる路面性状データを基本としているので、一般的には長い評価区間にわたる平均的な劣化進行量を与えるものの、ある補修工法の限定的な投資評価には適さない。

図5は、NEXCO-PMSデータ帳票例である。補修延長毎に1レコードを持たせているので、KP、延長、補修日、補修方法等の履歴が独立している。このため、例えば、任意の補修区間において、表層のみの補修方法がどれくらい長持ちしたのかという実態分析が可能である。或いは、

表層と基層を含めた2層以上の補修ケースはどれくらいの延長比率であるのかといった資産量の実態を知ることが可能である。年々老朽化が進む中で、このような舗装パフォーマンスを把握することは今後の道路管理にとって極めて重要なことである。

NEXCO-PMSによる修繕履歴の実態分析を試みた事例を以下に示す。

3. 中央道舗装路面の補修概要

図6の円グラフは、NEXCO八王子支社が統括する中央自動車の舗装路面の補修頻度を集計したものである。ここでのデータは、NEXCO-PMSから、高機能舗装を使い始めた1990年代以降の補修履歴を抽出しているため、約30年間の補修実態を包括している。

橋梁部とTN部を除く土工区間の総延長は690.362kmである。このうち、左図によると、未補修区間を除く約

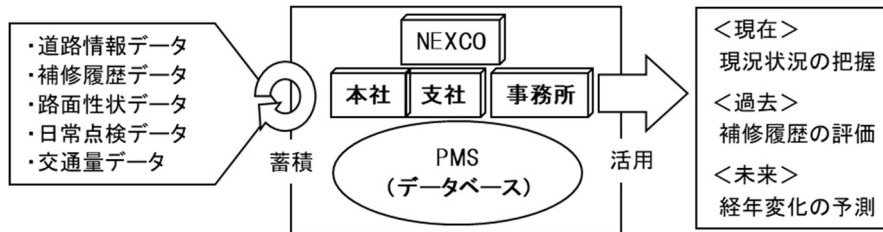


図4 NEXCO-PMSのデータ管理と機能

車線名	KP(自)	KP(至)	延長(km)	舗装・第1層・補修	舗装・第2層・補修
本線(第一走行)	3.885	4.010	0.125	2005/4/1	2005/4/1
本線(第一走行)	4.010	4.110	0.100	2004/4/1	1976/5/1
本線(第一走行)	4.110	4.240	0.130	2005/4/1	2005/4/1
本線(第一走行)	4.919	4.930	0.011	2017/5/22	2017/5/22
本線(第一走行)	4.930	5.000	0.070	2017/5/22	2017/5/22
本線(第一走行)	5.000	5.798	0.798	1998/4/1	1976/5/1
本線(第一走行)	5.874	5.890	0.016	2017/5/25	2017/5/25
本線(第一走行)	5.890	6.000	0.110	2017/5/25	2017/5/25
本線(第一走行)	6.000	6.085	0.085	2010/5/26	2010/5/26
本線(第一走行)	6.135	6.185	0.050	2018/11/27	2018/11/27
本線(第一走行)	6.185	6.220	0.035	2010/5/26	2010/5/26

図5 NEXCO-PMSデータ帳票の一部(土工区間)

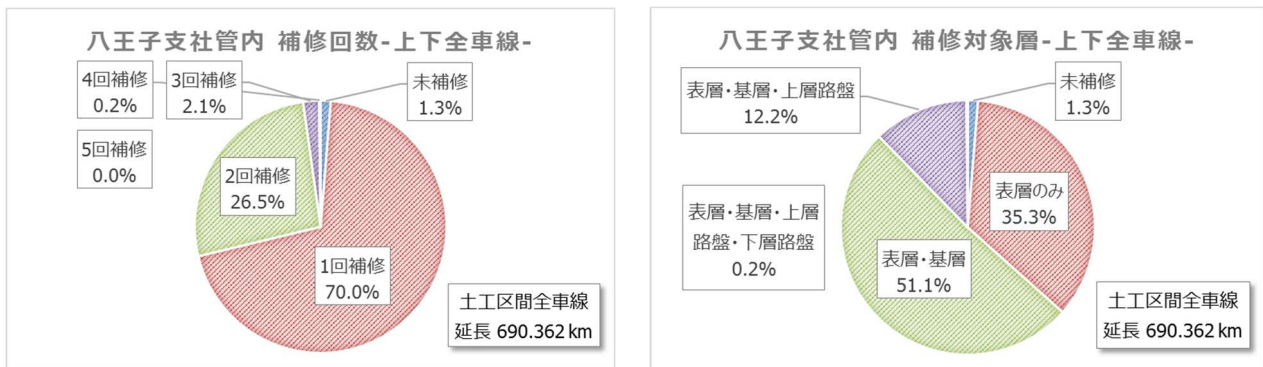


図6 八王子支社管内の舗装補修頻度(上下線, 土工部)

99%の路面が1回以上の補修を経験している。1回補修が7割、次いで2回補修が3割未満として、補修回数は順次減少している。

一方、補修深さの実態を示した右図によると、表層のみ補修よりも表・基層といった2層補修の方が頻度は多く、2層補修が1層補修を大きく上回っていることが分かる。このことは、舗装は表面からではなく、基層を含めた2層で壊れていることを意味しているが、これは驚くことではない。事実、高機能舗装がNEXCO路面の標準的な表層工種として採用して以来、各所でこのような現象が報告されている。これは、基層上面に雨水の滞留を容認するため、2層目から傷みやすいという損傷のメカニズムによるものである。

しかしながら、1層補修よりも2層補修の方が多いという実態は、FWDによらず路面性状評価を主流とする現行の舗装評価方法において大きなネックとなっている。このため、高機能舗装の路面にポットホール等の損傷が出始めた段階で補修をし始めることとなり、壊れてから直すことを余儀なくされる場合が多い。

先述したとおり、NEXCO-PMSは補修工事データを包括しているので、補修時期からその施工方法に至るまで

の情報が詳細に蓄積されている。何時、何処で、どれだけの延長をどのように直したかという情報が得られているので、補修区間ごとに次の補修に至るまでのサイクル期間を知ることが可能である。

#### 4. 中央道舗装路面の修繕分析

前章を踏まえ、中央道を管理する保全・サービスセンター（以下「保全SC」という）ごとに補修実態分析を試みた。比較分析を容易にするために、下り線の第一走行車線に焦点を置くこととした。以下には、八王子保全SCを例として舗装修繕履歴の分析結果を示す。

東京近郊に位置する八王子保全SCは、高井戸ICから上野原ICに至る約50km区間の管理を担っている。図-7に示すとおり、この管内の下り第一走行車線の土工区間総延長は30.036kmである。このうち、1回補修の総延長は、46.9%に相当する14.097kmとなる。

図-8は、この1回補修の履歴を图示したものである。ここでは1990年以降の約30年の間に、1回補修を実施したKP位置と補修日付をプロットしている。1回補修のパターンは、表層のみ補修と表・基層補修が大半を占

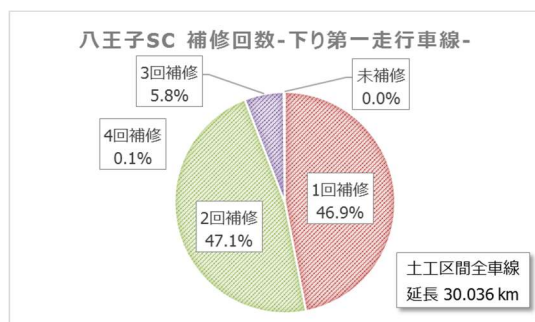


図-7 八王子保全SC管内の舗装補修頻度（土工区間）

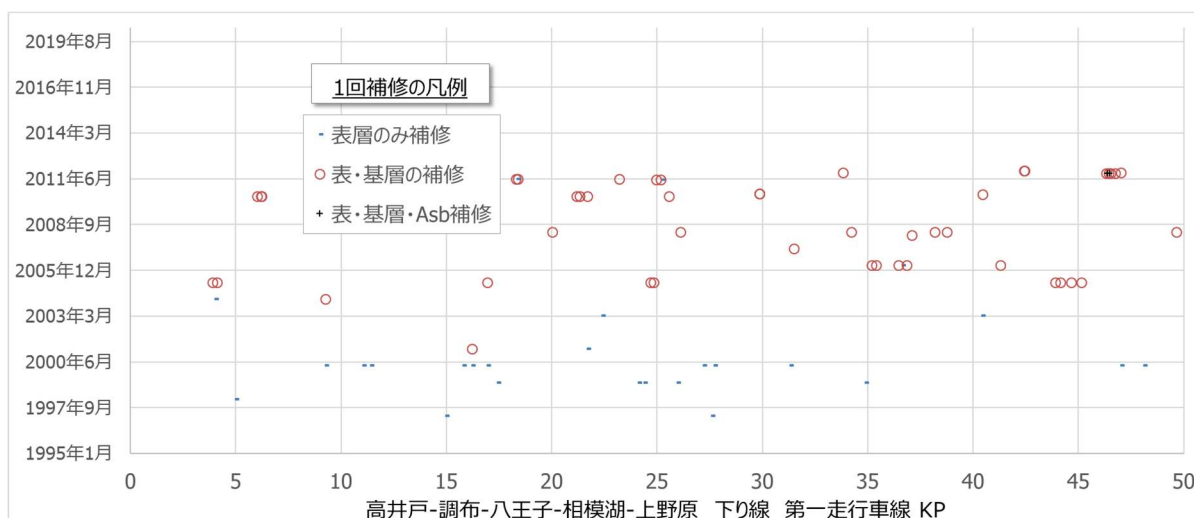


図-8 八王子保全SC舗装修繕履歴（下り線、第一走行車線、土工部、1回補修）

めている。前者の1層補修は西暦2000年前後に、後者の2層補修は2010年前後にそれぞれ実施されている。

特に前者については、密粒度の表層混合物を高機能系に置き換えたのみであることから、旧基層を残存させたままとなっている。このため、基層を含めた早期の補修実施が必要ではないかと危惧されるところである。一方、表・基層の補修については10年が経過しているので、次の補修を迎える時期を推測しておきたい。

このような事情から、同管内における2回補修ケースを振り返ることにより、今後の舗装マネジメントに資する考察を試みた。

図-9は2回補修の全パターンを描いている。すなわち図中の凡例は、表層のみの補修から、表・基層の補修#2という5パターンとしており、これらの5つの凡例によ

り全ての2回補修ケースを表現している。そして、同一KP上には、2点の補修時系列が必ず存在している。

総括すると、1回目から2回目への補修ケースの延長は、表-1に分類される結果となった。6ケースの総延長は14.159kmである。

各ケースは2回の補修日付を有しているので、ケース①を例として、図-10に示すような修繕サイクルとその標準偏差(STDEV)を計算することができる。この修繕サイクルとは、ここでは補修日付の日数差を持ってこれを定義することとした。このように各補修ケースを計算することにより、表-2のように整理した。なお、時系列の目安のために平均的な補修日付も付している。

補修ケース①の標準偏差が最も大きいのは、他ケースに比べて実施時期が大きくばらついたことが原因である。

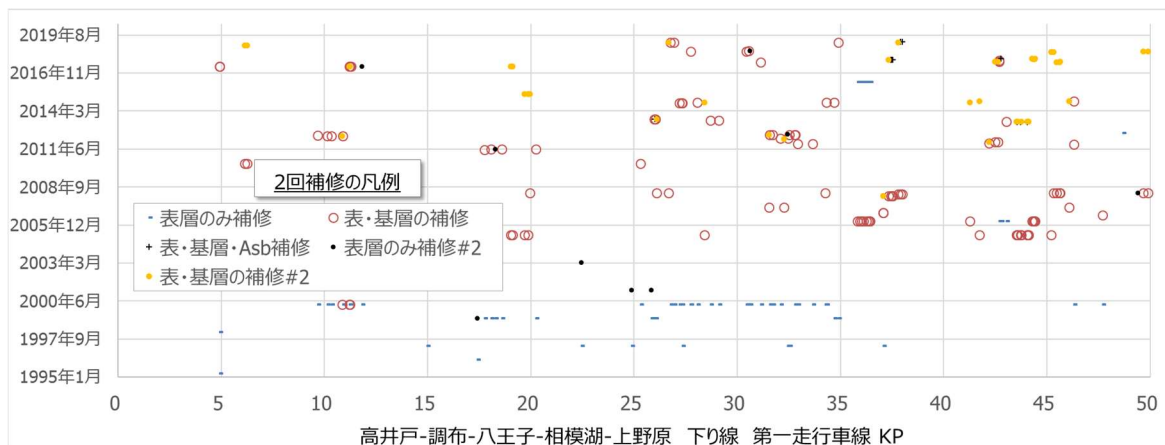


図-9 八王子保全 SC 舗装修繕履歴 (下り線, 第一走行車線, 土工部, 2回補修)

表-1 八王子保全 SC 舗装修繕の分類 (下り線, 第一走行車線, 土工部, 2回補修)

Case	1回目の補修	2回目の補修	延長
①	表層のみ補修 (密粒→高機能)	表層のみ (高機能→高機能)	1.038 km
②	表層のみ補修 (密粒→高機能)	表・基層の補修	7.762 km
③	表・基層 (高機能+基層)	表層のみ (高機能)	1.256 km
④	表・基層 (高機能+基層)	表・基層の補修	3.471 km
⑤	表層のみ補修 (密粒→高機能)	3層補修	0.150 km
⑥	表・基層 (高機能+基層)	3層補修	0.482 km
		2回補修の総延長	14.159 km

KP(自)	KP(至)	延長(km)	補修パターン	表層のみ補修:日付	表層のみ補修#2:日付	修繕サイクル
11.814	11.825	0.011	表層⇒表層	2000/4/1	2017/5/24	6262
14.974	14.979	0.005	表層⇒表層	1997/4/1	2002/4/1	1826
17.410	17.430	0.020	表層⇒表層	1996/4/1	1999/4/1	1095
18.265	18.274	0.009	表層⇒表層	1999/4/1	2011/5/26	4438
22.430	23.210	0.780	表層⇒表層	1997/4/1	2003/4/1	2191
24.880	24.950	0.070	表層⇒表層	1997/4/1	2001/4/1	1461
25.842	25.950	0.108	表層⇒表層	1999/4/1	2001/4/1	731
30.596	30.600	0.004	表層⇒表層	2000/4/1	2018/6/26	6660
32.446	32.460	0.014	表層⇒表層	1997/4/1	2012/6/25	5564
49.400	49.417	0.017	表層⇒表層	1991/4/1	2008/4/1	6210
		1.038	平均の日付	1997/7/19	2007/7/11	3644
			標準偏差	960	2586	2404

図-10 八王子保全 SC 舗装データ帳票 (下り線, 第一走行車線, 土工部, 2回補修)

表-2 八王子保全 SC 舗装修繕の分析 (下り線, 第一走行車線, 土工部, 2回補修)

補修ケース(n)		1回目の平均的補修日付	2回目の平均的な補修日付	修繕サイクル	標準偏差	延長(km)
①	表層→表層(10)	1997/7/19	2007/7/11	10.9年	6.6年	1.038
②	表層→表・基層(48)	2000/1/23	2014/1/9	14.0年	3.4年	7.762
③	表・基層→表層(10)	2003/7/19	2014/4/16	10.7年	3.5年	1.256
④	表・基層→表・基層(42)	2006/9/26	2016/1/3	9.3年	3.3年	3.471
⑤	表層→3層補修(3)	2003/11/30	2016/6/28	12.6年	1.5年	0.150
⑥	表・基層→3層(9)	2006/12/10	2016/8/27	9.7年	1.3年	0.482
						14.159

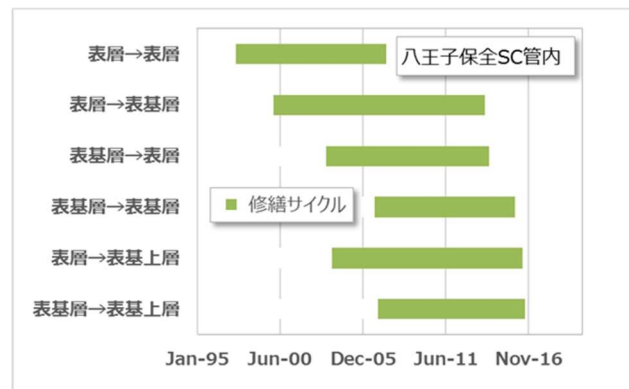


図-11 八王子保全 SC 舗装修繕サイクル (2回補修)

また、3層補修ケースを除けば、②から④の標準偏差は3年程度であるといえる。

補修ケース②の耐用年数が14.0年と最長であったことから、旧基層が耐久的な状態を保持していたことがうかがい知れる。

補修ケース③は、2回目に表層のみを補修するという、高機能舗装としてはあまり一般的でない補修方法であると思われる。しかし、2003年に基層までを打ち換えた以降、2019年度現在まで基層が健全な構造状態を保持していることは特筆すべきである。この事実から、平均的に2014年に基層を置換えたケース②(7.762 km)は、未だ健全な状態にあるとも言えるかも知れない。さらには1回補修である図-8においても、表・基層補修済み資産(11.057 km)があるので、土工区間総延長30.036 kmの約6割が健全であるという推測も成り立つかも知れない。

補修ケース④は②に次いで延長が長いものの、このサイクル(9.3年)には注意を要する。何故なら、この2層補修パターンが今後最も標準的であると期待されるからである。しかしながら、2層補修を施す場合、③のように基層の健全性を期待できる場合と、④のようにそうでない場合があることも明白である。これより、2層補修を行えば当面は安泰であるとして見過ごすことはできない。推測の域を超えないが、③のように3年早い時点

で補修を済ませていれば、修繕サイクルはもう少し延命したのかも知れない。

補修ケース⑤と⑥は、2回目の補修で3層補修に至ったケースである。しかしながら、補修日付が近年であることから、今後はこのパターンが増えていく可能性を呈している。

さいごに、図-11は1回目の補修日付と2回目の補修日付に至る修繕サイクルを時系列で示したものである。高機能舗装を採用し始めた1990年代から今日に至るまでの間に、損傷が徐々に深層化しているのが分かる。これより、深層に至る前に基層の段階で適切に補修を実施しておくことが重要であるといえる。

その他の保全 SC についても同様の分析を試みたが、早期補修の重要性が確認された。特に3層補修が卓越した現場では、2層補修の時期を逸したことが原因であると思慮された。

## 5. まとめ

NEXCO-PMS の活用により、八王子支社管内の中央道の補修修繕履歴を分析した結果、以下の知見が得られた。

- (1) 表・基層を対象とする2層補修の延長は、表層1層のみの補修よりも大きく上回ることが判明した。

これは、NEXCO の標準路面である高機能舗装が基層上面に雨水の滞留を容認するため、2層目から傷み易いという損傷のメカニズムによるものである。

- (2) 2回にわたる補修工事の修繕サイクルを分析した結果、補修ケースは表層から表・基層、そして3層補修へと次第に深層化している傾向が確認された。
- (3) 今後の標準的な補修パターンとなる表基層の補修サイクルは9.3年、そしてその標準偏差は3年程度であることが確認された。しかし、これは基層の支持力に大きく左右されるものであるため、この重要性が再認識された。
- (4) 1990年代から今日に至るまでの間に、損傷が徐々

に深層化していることが確認されたので、深層に至る前に基層の段階で適切に補修を実施しておくことが重要であるといえる。

今後は予防保全的な視点を付すことにより、損傷への早期対応を図る方策を講じて参りたい。

#### 参考文献

- 1) 国土交通省道路局：舗装点検要領。2017.3
- 2) 菊川滋：舗装マネジメントシステム。道路建設。pp46, 1986.10