

高速道路における橋梁保全の取り組み  
Approaches of Bridges Maintenance in Japan Expressway

本間淳史\* , 緒方辰男\*\* , 酒井修平\*\* , 和田圭仙\*\*  
Atsushi HOMMA, Tatsuo OGATA, Shuhei SAKAI and Yoshinori WADA

**ABSTRACT** The extension of the expressway that NEXCO group(Expressway Co. Ltd. in Japan) manages exceeds 8,000km, and the oldest route Meishin-Expressway will reach in 45 years soon. There are about 13,500 bridges, the extension is about 1,250km(12%). About 1,500 staff are managing these road maintenance with some group companies at about 100 offices now. The bridge engineer should advance efficient and intelligent maintenance work, because bridge maintenance is important more and more as the superannuation bridge increases. This report is described about the approaches of the bridge maintenance for corrosion of the steel bridge and deterioration of slab etc. in the NEXCO group.

**KEYWORD** : 高速道路, 橋梁保全, 点検, 橋梁マネジメント, 腐食対策, 床版劣化  
Expressway, Bridge Maintenance, Inspection, Bridge Management, Corrosion protection, Deterioration Slab

## 1. まえがき

NEXCO 3 会社の管理する高速道路等の供用延長は 8300km を超えており, その平均経過年数は平成 20 年現在で 20 年程度, 初期に開通した路線では供用 45 年に達しようとする路線も見られる。

橋梁延長は全体の約 15% (1250 km) であり, 数にして約 13500 橋となっている。上部構造の種類では, 鋼橋が約 4 割, コンクリート橋が約 6 割であり, コンクリート橋の内訳としては, 波形鋼板ウェブ橋に代表される一部の複合構造を除けば, RC 橋と PC 橋がほぼ半々である。

言うまでもなく, 従来から橋梁の保全業務は NEXCO の重要な使命の一つであり, これらの膨大な数の橋梁に対して, 保全業務を行う 101 の事務所において約 1,000 人の技術系社員で行っている。特に近年の国内外における落橋事故や橋梁部材の破断事故等, 橋梁の安全性に関する社会的な注目度はさらに高まっている。このため今後ますます増大する維持管理業務に関して, 限られた技術者でより一層の業務の効率化や省力化を図りつつ安全な橋梁を維持していく必要がある。

本文では, NEXCO の管理する高速道路における橋梁保全の取り組みについて, 特に鋼橋の腐食対策および床版の劣化対策を中心に, その実態を述べるものである。

## 2. 橋梁マネジメントシステム

### 2.1 高速道路の点検要領

構造物の耐久性及び耐用期間については, 建設時の初期欠陥の状態等により大きく左右されるため, 維持管理の維持管理の第一歩として供用開始以前に初期点検を, 既設構造物においては, 最初の点検

---

\* 正会員 東日本高速道路株式会社 関東支社 (〒110-0014 東京都台東区北上野 1-10-14)

\*\*正会員 株式会社高速道路総合技術研究所 橋梁研究室 (〒194-8508 東京都町田市忠生 1-4-1)

を初期点検とし、構造物に関する情報を収集する必要がある。さらに点検、調査、劣化予測、診断、対策、記録を合理的に組み合わせた維持管理を行う必要があり、これらのことは、道路施設を計画的及び効率的な維持管理を行うための出発点であり、特に重要なことと考えている。

また、構造物の点検は、安全で円滑な交通を確保するとともに第三者被害の発生を未然に防止するため、構造物の状況を的確に把握するとともに、構造物の計画的な補修を行うための基礎資料を得ることが可能である。

(1) 点検の種別

点検は次の種別に区分する。点検業務の流れを図-1に示す。

1) 初期点検

構造物の完成後の初期状況を把握するために、近接目視および打音により行う点検である。

2) 日常点検

日常点検の代表的なものは、構造物の現状の安全性を日常的に確認するための安全点検である。安全点検の頻度は、交通量に応じて2週間に4日(25,000台/日未満)から7日(80,000台/日以上)の四段階に区分されており、本線内から主に車上目視、車上感覚により行う。ただし、第三者被害の想定される場所については車上目視だけでなく降車目視を2回/年以上実施する。

日常点検には、この他にも構造物の変状を日常的に把握するために、経過観察や簡易診断により、構造物の機能状態を確認する点検(変状診断点検)、構造物の変状の比較的短期的な進行状況を把握するために、本線内から車上目視および降車による遠望目視、近接目視により行う点検(経過観察)、ならびに構造物の変状の比較的中長期的な進行状況を把握するために、管理区間の構造物に対し遠望目視、近接目視、打音などにより行う点検(簡易診断)が必要に応じて行われている。

3) 定期点検

定期点検としては、構造物の劣化、老朽化等の状況を全般的に把握するために、本線外から遠望目視を主体に1回/年以上実施している(定期点検A)。加えて、損傷メカニズムが比較的複雑でない構造物を対象に、近接目視・打音等により詳細な診断を行う点検(定期点検B)を10年に一度(第三者影響のある箇所等は5年に一度)の頻度で実施している。

4) 詳細点検

損傷メカニズムが比較的

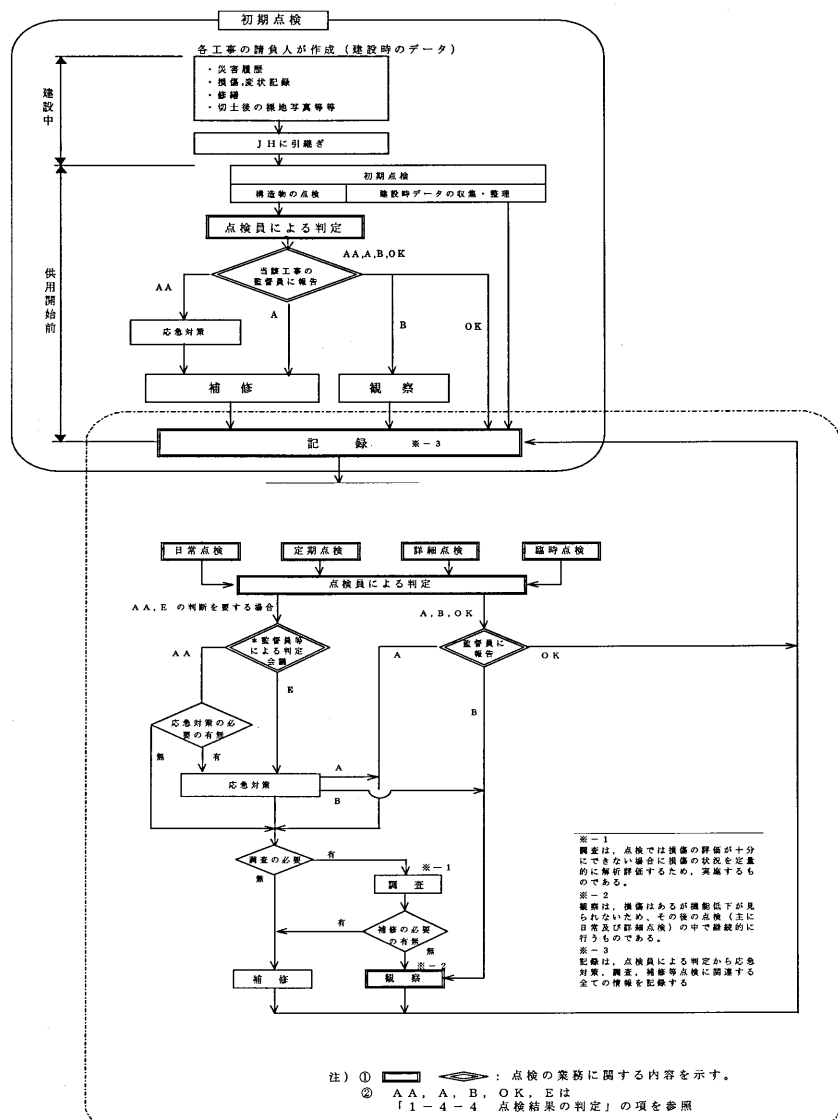


図-1 点検業務の流れ

複雑な構造物を対象として、構造物の健全性を把握するために、近接目視・打音等により詳細な診断を行う。頻度は前記定期点検 B に同じ。

5) 臨時点検

日常点検の補完や異常気象時等に、必要に応じて行う点検。

(2) 点検結果の判定

点検の結果は、表－1 に示す判定区分により判定する。点検結果は所定の様式に記録し報告するとともに、記録を適切な方法で保管し、必要な時に随時利用できるようにすることが重要である。NEXCO では、「点検データ管理システム」に記録した点検結果を利用し、点検結果の共有や統計処理の効率化、損傷原因の分析、追跡点検の管理、点検や補修・補強計画の立案等に活用している。

表－1 判定区分

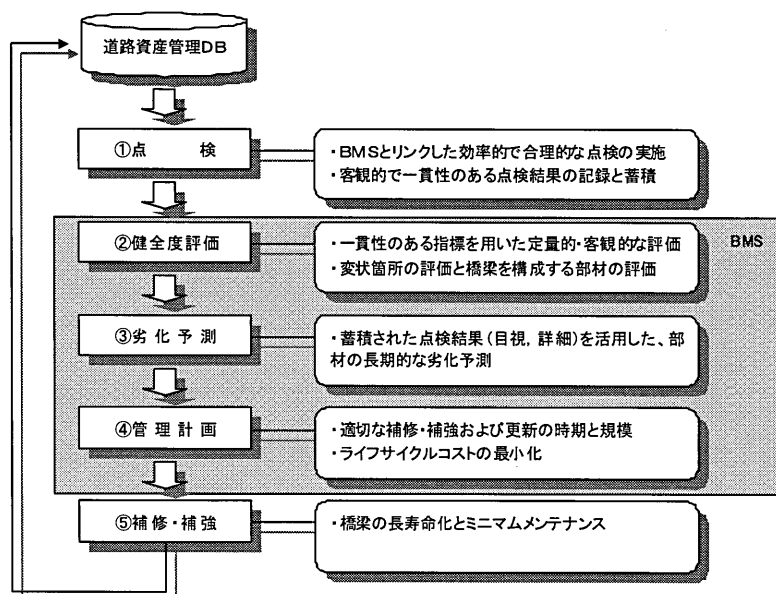
判定区分	一般的状況		
機能面に対する判定	AA	損傷・変状が著しく、機能面からみて速やかに補修が必要である場合。	
	A	A	損傷・変状があり、機能低下が見られ補修が必要であるが、速やかに補修を要しない場合。
		A1※	速やかに補修を要しないが、機能低下が見られるとともに、損傷の進行が早いと予想され、概ね2年以内に補修が必要になると判断される場合。
		A2※	速やかに補修を要しないが、機能低下が見られるとともに、緩やかに損傷が進行すると予想され、概ね5年以内に補修が必要になると判断される場合。
		A3※	機能低下が見られるが、損傷の進行は遅く、今後5年以降若しくは継続的な観察により適時補修判断を要する場合。
	B	損傷・変状はあるが機能低下が見られず、損傷の進行状態を継続的に観察する必要がある場合。	
	C	機能面に対する判定を行うために、調査を実施する必要がある場合。	
OK	損傷・変状がないか、もしくは軽微な場合。		
第三者等被害に対する判定	E	安全な交通または第三者に対し支障となる恐れがあり、緊急的な対応が必要な場合。	

※日常点検の安全点検以外は、A判定区分を3区分に細分化した判定を実施する。

2.2 NEXCO-BMS の概要

橋梁マネジメントシステム（以下、BMS）は、橋梁を構成する部材の健全度を定量的かつ客観的に評価し、長期的な劣化を予測し、最適な対策工法と対策時期を選定することにより、橋梁の計画的かつ効率的な維持管理計画を策定することを目的として活用するものである（図－2）。

NEXCO-BMS は、旧日本道路公団(JH)内外の有識者による「橋梁の劣化予測・評価に関する検討委員会」の基本方針に基づき平成13年度より開発に着手した。BMS に求める主な機能は、①道路資産の



図－2 橋梁の保全業務におけるBMSの位置付け

把握，②構造物の変状箇所の把握，③劣化予測と健全度評価，④補修補強工法の選定，および⑤補修補強費用の算出である。この検討委員会においてプロトタイプの BMS を構築し，それをもとに平成 14～16 年度にかけて全体のシステム構築，そして平成 16 年より運用を開始した。平成 17 年には概ね全国のデータ入力作業が完了している。

NEXCO-BMS では，橋梁の詳細点検結果に基づき，橋梁を構成する部材の変状や劣化の進行を 5 段階のグレード（Ⅰ～Ⅴ）に区分することにより管理水準の設定が可能である。表-2 に BMS における管理水準の設定と対策の方向性を示す。BMS を活用することにより，これまでの事後保全が主体であった橋梁の保全対策から予防保全を含む計画的な保全対策への移行を目指している<sup>1)</sup>。

表-2 BMSにおける管理水準の設定と対策の方向性

変状や劣化の進行		対策の方向性		
グレード	状態	BMSの利活用後		BMSの利活用前
		継続観察	計画的な保全	事後保全 (速やかに実施)
Ⅰ	問題となる変状がない	↕	↕	↕
Ⅱ	軽微な変状が発生している			
Ⅲ	変状が発生している			
Ⅳ	変状が著しい			↕
Ⅴ	深刻な変状が発生している			

BMS では，橋梁を構成する各部材の劣化機構に着目して，ある時点における各部材の健全度評価および将来の劣化予測を行う。ある時点の健全度評価は，点検データを用いて技術者が判定することとし，必要に応じて計算による劣化予測を整合させて行う。将来の劣化予測は，目視を中心とした点検および詳細点検（中性化深さ，塩化物量など）の結果を反映させ，技術者の判断で劣化曲線の補正を行う。表-3 に橋梁を構成する各部材の劣化機構と劣化予測式を，図-3 に劣化曲線の補正イメージ（塩害の例）を示す。

BMS は，技術者の判断に基づく橋梁の維持管理計画を客観的に説明するためのツールであり，システムの出力結果を技術者の判断で補正していくことが肝要である。

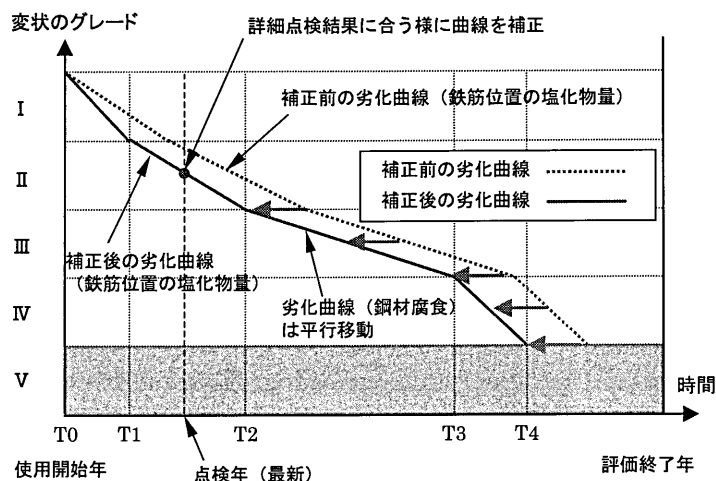


図-3 劣化曲線の補正イメージ（塩害の例）

表-3 劣化機構と劣化予測式

劣化機構	劣化予測式	備考
中性化	中性化深さ[土木学会式]，鋼材腐食量	詳細点検結果より補間
塩害	塩化物イオン濃度[土木学会式]，鋼材腐食量	〃
疲労（RC床版）	疲労損傷度[松井式]	遊離石灰法の判定とリンク
凍害	変状が顕在化した場合，定期的に詳細調査	将来的に劣化予測式を確立
化学的侵食	〃	〃
アルカリ骨材反応	〃	〃
疲労（鋼橋の主部材）	疲労評価式[(社)日本道路協会]	詳細点検結果より補間

### 2.3 BMS の課題

BMS を活用した橋梁保全業務は、点検結果をもとに橋梁の健全性を評価（変状グレードによる評価）することにより、適切な劣化予測、LCC 比較等を行い、補修補強計画を策定するのが一般的である。

この場合、橋梁の実際の健全度評価とシステム入力されたデータが整合していない場合は、適切な補正作業を行い整合を図る必要がある。

BMS では、上部構造の場合“1 連”を評価単位とし、その健全性を変状グレード I ～ V の 5 段階で評価するが、各グレードの程度は、状態と対策の方向性が定性的に示されているのみで、具体的評価にあたっては個々の現場技術者判断によるところが大きい。例えば図-4 に示す RC 中空床版の詳細点検において、掛違い部の床版張出し部の漏水跡や遊離石灰を変状グレード V と判定したために、システム上で“早急に架替え必要”との LCC 計算結果が出てしまい、実態と乖離することとなってしまう。また、劣化曲線補正の際にも詳細点検等に基づく健全度評価結果により、劣化曲線を補正することから、LCC 算出や劣化曲線の精度向上のため、技術者判断によらない客観的な健全度評価手法の整備が必要と考えられる。

NEXCO では、その対応として健全度判定図の作成に取り組んでいる（図-5）。これは橋梁の各部材の変状について、その劣化の程度、変状の広がり・位置などについて、現地でよく見られる劣化とその発生箇所、変状の程度に着目し、それらの健全度評価事例を図集形式にまとめるものである。これらの参考資料を整備することにより、BMS の有効な活用を今後とも検討していく必要がある。

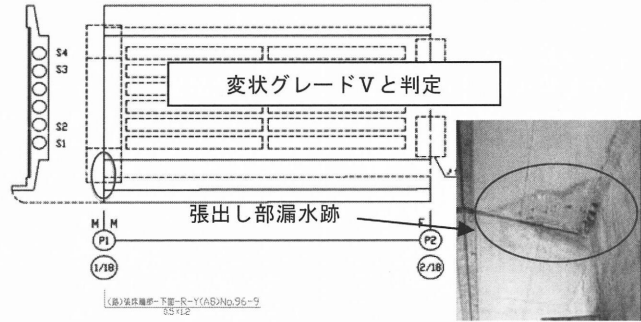


図-4 RC 中空床版の点検結果と健全度評価結果

橋梁形式	鋼1桁橋
部位	主桁
主な劣化機構	漏水（凍結防止剤がある場合も含む）による劣化
変状グレード	III
着目箇所	桁端部周辺の主桁（下フランジなどの角部）、支点補剛材、ガセット、横桁や対願橋などの二次部材、添接板や高力ボルトなど（劣化要因の進入などからの着目点）伸縮装置・排水装置からの漏水や伝い水、砂塵などの堆積、湿気がこもりやすい環境、下部工天場の滞水など
着目する変状	腐食による部分的な断面減少、欠損など

◎この段階での劣化は、部材の部分的な腐食による断面減少・欠損が見られる。桁端部周辺の主桁や支点補剛材の角部からの断面減少や欠損、支点補剛部のウェブ下端の欠損、高力ボルトの腐食などの劣化が部分的に見られる。

桁端部

フランジの角部、ウェブ下端やこぼ面が部分的に断面減少や欠損が見られる。

添接部・高力ボルト

高力ボルトや添接板などの角部やこぼ面の腐食が部分的に見られる。

支承部

砂塵などの堆積が見られ、下フランジや支点補剛材、ウェブ下端が腐食により部分的に断面減少や欠損が見られる。

ガセット及び二次部材

ガセットや部材角部などに腐食による断面現象が部分的に見られる。

図-5 健全度判定図の例

## 3. 腐食対策

### 3.1 NEXCO における鋼橋の塗装防食技術の動向

現在の NEXCO の鋼橋の腐食対策として用いられる防食方法は、塗装を基本としている。

新設橋梁の塗装では、表-4 に示すように一般環境では I 塗装、厳しい環境や重交通箇所、塗替えが困難な大規模橋梁では C 塗装が用いられる。

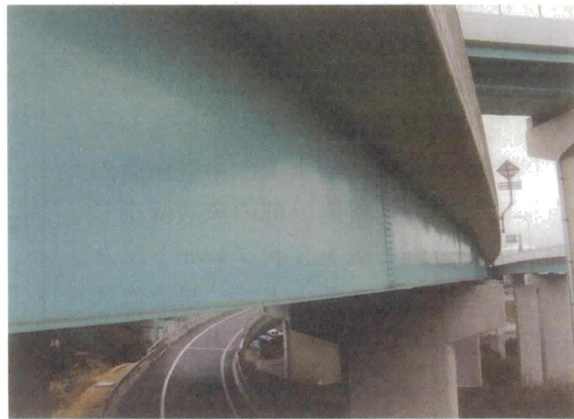


表－4 NEXCO の塗装仕様（一般外面）

塗装系	工程		塗料または素地調整程度	標準膜厚
I 塗装 (薄膜重防食塗装系)	前処理	素地調整	G-a	—
		プライマー	無機ジンクリッチプライマー	17
	工場塗装	2次素地調整	スリーブブラスト (プライマー損傷部は G-a)	—
		下塗	有機ジンクリッチペイント	75
中塗		ポリウレタン樹脂塗料用中塗	30	
	上塗	ポリウレタン樹脂塗料上塗	25	
C5 塗装 (重防食塗装系)	前処理	素地調整	G-a	—
		プライマー	無機ジンクリッチプライマー	15
	工場塗装	2次素地調整	G-a	—
		下塗 第1層	無機ジンクリッチペイント	75
		ミストコート	エポキシ樹脂塗料下塗	—
		下塗 第2層	厚膜形エポキシ樹脂塗料下塗 (120 μm)	120
	中塗	ふっ素樹脂塗料用中塗	30	
	上塗	ふっ素樹脂塗料上塗	25	

NEXCO では、塗装の耐久性が施工の質による  
ところが多いという観点から、塗膜が硬く傷つ  
きにくい I 塗装の導入により、全工場塗装を採用  
することで品質向上の図り、塗装の耐久性向上に  
取組んできた。

現在、更なる長寿命化を目的に、ライフサイク  
ルコストの評価について研究しており、標準で用  
いている塗装仕様について約 10 年間経過した実  
橋および暴露試験片を調査している。今のところ  
は I 塗装も C 塗装も一般環境において、外観目視  
調査結果からは有意な差は見られていない (写真  
－1 東九州道 宮河内 IC 橋)。また、塗膜の劣化  
はマクロ的な環境のみならず、外桁・内桁や部材・



写真－1 東九州自動車道 宮皮内インターチェンジ橋 (1998年施工/2006年調査)



画像処理  
劣化部抽出



写真－2 ペイントビューによる塗膜劣化部の抽出状況

部位、一般部と添接部などの局所的に厳しい環境や施工上塗膜厚が  
薄くなる箇所では、ウェブなどの一般部と劣化速度が異なる。その  
ため、下フランジや添接部等では増塗りを行っており、I 塗装でも  
顕著な塗膜劣化が見られていないと考えられる。しかしながら、更  
なるライフサイクルコストとメンテナンス最小化の観点から、塗装  
のみならず金属溶射などの防食方法を含め、長期的な促進試験や実  
橋調査等を実施し耐久性についてさらに検討していく予定である。

既設橋梁の塗装は、塗膜劣化診断システム (ペイントビュー) を  
用いた維持管理をしている<sup>2)</sup>。これは、劣化塗膜を定量的に評価す  
ることで、これまであいまいさを有する現地判断にもとづき行って  
いた塗替え判断を、定量的な評価により判断することで、適切な塗  
替え塗装を実施させることを目的に採用している。原理としてはデ  
ジタル画像の色の濃淡により塗膜の劣化状況を定量的に把握するも  
ので、併せて過去の劣化推移や塗装履歴なども記録している (写真  
－2 ペイントビューの判定画像)。近年、この塗膜劣化診断システ  
ムと現地判断とを併用し塗替え判断を実施し、点検の効率化と適切  
な塗替え判断によるコスト削減を実現してきた。しかし、近年の塗  
替え塗装の事業執行計画策定においてシステムの結果を鵜呑みにし



ている場合に一部問題が生じている。塗膜劣化診断システムは、撮影場所の間違いやごみ付着、ピントのずれなどの撮影誤り、システム内で行う補正作業の誤差、さらには劣化が進みすぎて画像判定できない状態での誤った利用などの理由で、現地判断との乖離がある場合も少なくない。最近では現場技術者が自ら塗膜調査や診断する機会が少なくなっていることなどから、システムの結果を鵜呑みにすることも少なくない。このような状況から、システムの誤差により、現地ではかなりの腐食が進み、気がついたときには錆の除去のため大掛かりなブラストでのケレンが必要な状態となっている事例も少なくなく、システムの運用面で一部見直しが必要と考えられている。

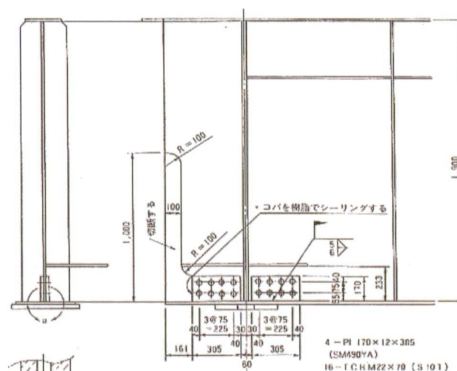
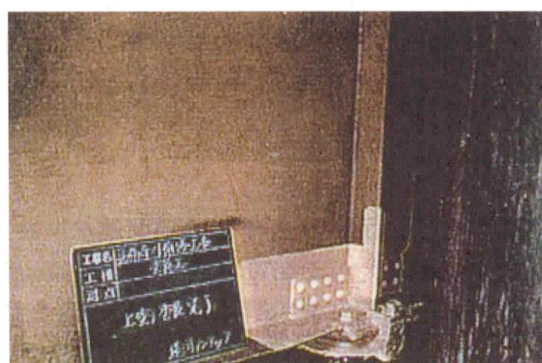
塗替塗装の仕様は、新設橋梁の塗装と同様に、ライフサイクルコストやメンテナンス最小化が期待できる仕様について暴露試験片や促進試験、実橋梁調査などを実施し検討しているところである。さらに、30～40年供用している橋梁では3～4回目の塗替え塗装を実施している橋梁もあり、塗重ねられた既存塗膜の劣化が進行により耐久性が徐々に落ちることや施工時の不具合がでる場合もあることから、1種ケレンが今後さらに必要になると考えられ、各種の施工条件に適した確実に低コストなブラスト技術の開発が望まれる（写真－3 塗重ねによる不具合事例）。



写真－3 塗替え塗装での不具合事例  
過膜厚であることや塗重ねた新しい塗料の影響による既存膜の損傷が原因と思われる例。

### 3.2 ジョイント部の漏水対策

鋼橋の腐食損傷は、桁端部の事例が多い。これは、桁端部が湿気や砂塵が溜まりやすい環境であるとともに、ジョイント部からの漏水の影響があるからである。NEXCOにおいては冬季の通行確保のため凍結防止剤が多く使われ、局地的な雪が降る区間（名神の関ヶ原など）などでは50t/km以上もの凍結防止剤が使用される。塩化物イオンの影響を受ける腐食は、局部的で急速な腐食となることから塗替え塗装だけでは補修できずに、部材交換や部分補強などの事例も少なくない（図－6 腐食補強事例）。また、このような補修工事は、支承などのとりあいから容易ではない。



図－6 桁端部腐食の補修事例

NEXCOの伸縮装置は、従来から非排水構造を採用しており、多くの伸縮装置ではその効果が見られるが、古い伸縮装置のうち後付けで非排水構造としている場合などでは、一部で早期に漏水がみられている。現地では、漏水のみで伸縮装置を取替えるという判断は難しいことから、下部工のコンクリート被覆や樋など設けるなど工夫して漏水対策をしている例も見られているが、桁端部の損傷は増加している。

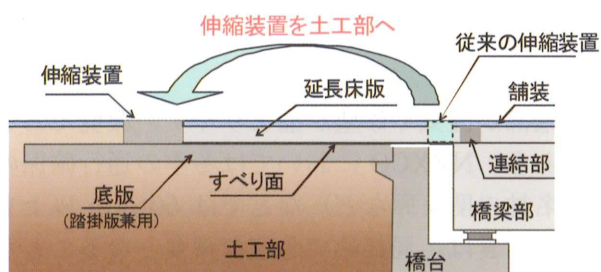


それらの問題を解決するため、NEXCO 総研では非排水構造の性能評価方法について検討しており、これまで材料規定であった非排水材料からシステムとして性能を発揮する製品を評価し、補修で使える新たな非排水構造の技術開発を推進させようと考えている。さらに、現場においてもポリブタジエンフォームなどの新たな止水構造の開発が盛んに行われている（写真－4）<sup>3)</sup>。

また、伸縮装置の位置を遊間部から土工部にずらし、ジョイント部からの漏水を抑制する延長床版システムも新設橋梁から採用する例も出てきている（図－7 延長床版システム概要図、写真－5 北関東道 南指原川橋）。これまで、底版と延長床版のすべり性能を確保するため、プレキャストコンクリート版の平滑な面を合わせた構造が一般的であったが、底版の出来方とすべり性能の関係が最近の研究により明らかになってきたことから、新設橋梁においては経済的な場所打ちコンクリート施工を行う事例も出てきており、今後更なる積極的な採用が期待される<sup>4) 5)</sup>。



写真－4 ポリブタジエンフォームによる桁遊間の漏水対策



図－7 延長床版システム概要図



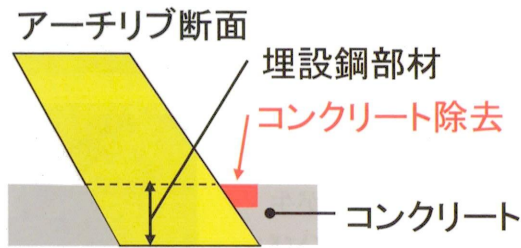
写真－5 北関東自動車道 南指原川橋

### 3.3 局所的な腐食対策

木曾川橋等でのコンクリート埋設鋼部材の破断事故のように隙間腐食などの局所的な腐食事例も少なくない。昨年度行った、コンクリート埋設鋼部材の緊急調査では、破断に至るような腐食はないものの、隙間への水の浸入によるさびや軽微な腐食が見られた（図－8 単弦ローゼ橋の腐食調査）。今後もこのような部材については継続的な点検・調査を実施していくとともに、より合理的な調査方法の開発が期待される。

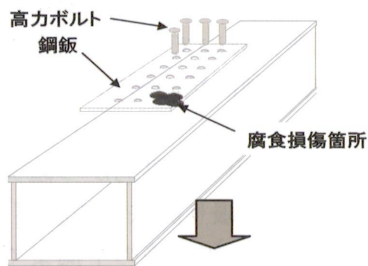
また、局部腐食はそのような場所のみならず、排水不良や付帯施設の添架部などの腐食環境が悪化している箇所から発生する。補修方法は、あて板補強などが一般に考えられるが、高所での作業スペースの確保などの施工上の理由や、部材が閉塞断面であるなどの構造上の理由などから補修が困難な場合がある。そのため、軽量で施工性の良い炭素繊維シートを用いた新たな補修方法について技術開発<sup>6)</sup>を行っており（図－9 炭素繊維補強概要図）、様々な基礎実験を行った後、昨年度は中央道の浅利川橋で試験施工を実施している（写真－6 浅利川橋の補強例）。今後も耐久性などの評価するため継続的な調査が必要であるが、腐食に対する補修技術のひとつとして期待されている。



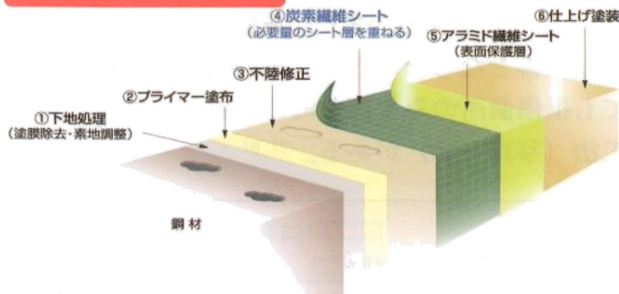


図－8 NEXCO のコンクリート埋設鋼部材調査（単弦ローゼ橋のアーチリブの例）

従来工法



新たな工法



図－9 炭素繊維補強概要図



写真－6 浅利川橋の補強例

4. 床版の劣化対策

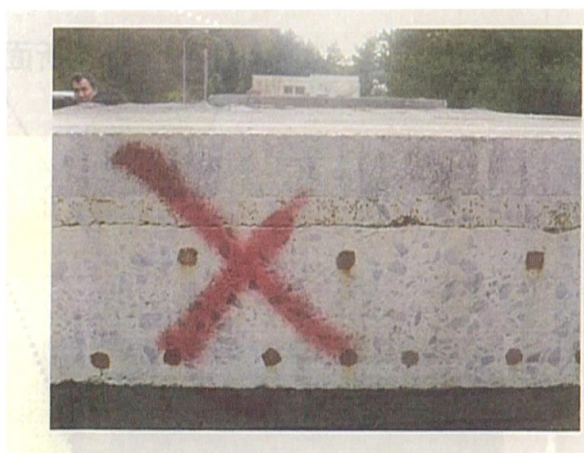
4.1 床版上面増厚

RC 床版は交通荷重の負荷による影響などにより、損傷しやすい部材である。このような損傷に対する床版の補修・補強方法としては、下面に鋼板や繊維シートを張り付ける方法、あるいはコンクリートを吹き付けて増厚する工法があるが、NEXCO では従来から床版上面増厚工法を標準的に採用している。この工法は、既存の床面コンクリートの上面に鋼繊維補強コンクリートを打ち足して一体化することによって、床版部材の曲げ及びせん断耐力の補強を行えることから、最も信頼性のある補強方法として採用している。



床版上面増厚工法は昭和 53 年ごろ鋼橋 RC 床版の損傷対策として提案されたもので、その後、各種の室内試験や試験施工を行い、平成 7 年に設計施工マニュアルを整備したことによって全国に普及し、現在では約 400 橋近い施工実績がある。

近年、一部の増厚された床版において不具合が生じることにより、舗装の損傷（ポットホールやひび割れなど）が生じる事例が確認されている。増厚された床版の損傷の特徴としては、増厚の打ち継ぎ目付近や大型車両の輪荷重載荷位置付近に発生しやすく、損傷した増厚コンクリートを取り除くと増厚コンクリートの下に水が回っていることが多い傾向にあった。また撤去した床版の中には、増厚コンクリートの剥離や上側鉄筋に沿ったひび割れが見られる床版も見受けられた（写真－7）。



写真－7 増厚コンクリートのはく離事例

これらの損傷については、その損傷傾向をもとに、施工打ち継ぎ目付近の防水処理、増厚コンクリート施工前の既設床版の処理、あるいは既設床版の劣化度の影響などに関して、原因究明と対策方法を在検討しているところである。

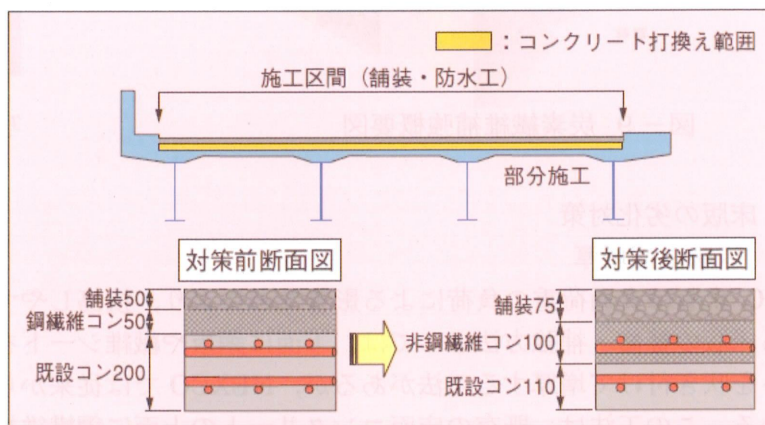
#### 4.2 床版の打ち換えおよび取り換え

中央自動車道などの鋼橋は、経年劣化に加えて車両の大型化による通行荷重の増大や、冬季の凍結防止剤等の影響により RC 床版の劣化進行が著しい状況にある。近年、前述のように上面増厚工法などの床版補強や補修を実施しているが、そのような対策を実施した橋梁においても、床版上下面および舗装路面の損傷が再び進行し、構造上の問題だけでなく維持管理費や規制回数の増加も危惧されて、安全で快適な走行空間の確保も難しくなっている。

今後このように補修を必要とする橋梁の増大が危惧される中、少ない費用で効果的かつ確実に橋梁の延命化を図るために、健全な部位を生かしながら床版の劣化要因を可能な限り除去する必要がある。ここでこのような事象が発生した RC 床版の対策としては、コンクリートを上側鉄筋の下側まで除去して打ち換える上部打ち換え工法があり、この場合、RC 床版のはく離部や劣化・損傷部のみを部分的に換える方法と RC 床版の上部全面を打ち換える工法（図－10）がある。また、床版下面の劣化・損傷が著しい箇所については、上記の補修方法では抜本的な改善とならないため、その部分については、床版全厚を打ち換えることとして、この場合においても損傷箇所のみを部分的に全厚打ち換える工法と床版をすべてプレキャスト床版などに取り換える工法（写真－8）がある。<sup>7) 8)</sup>

上部全面打ち換え工法の施工においてコンクリートの除去については、マイクロラック対策としてウォータージェット（WJ）を用いる。全厚を打ち換える際にも、ブレイカーを使用した後、WJでその周囲のコンクリートを撤去する。

これら対策工の実施にあたっては、WJの施工性確認、ならびに除去するコンクリートの厚さを一定にするための施工速度と水圧の決定、繊維入り早強コンクリートの施工性確認、ブレイカーにより発



図－10 床版上部全面打ち換え工法の事例

生ずるマイクロクラックの影響範囲の確認などを目的に、事前に模擬床版による試験施工を実施している。しかしながら、実際の施工においては新たに発見される損傷が予想以上に多く、工法変更に苦勞することが多いので、事前の調査における損傷範囲の特定などが重要であるといえる。

床版取り換え工法の場合、供用中の道路での施工であり、短期間で行うことが求められるため、床版の主たる部位についてはプレキャスト床版を採用し、さらに床版厚を抑制しつつ耐久性を向上させる目的からPC床版とする事例が一般的である。また、プレキャスト床版の継ぎ手としてはRCループ継ぎ手を採用している。



写真－8 プレキャスト PC 床版への取り換え事例

#### 4.3 床版防水

近年の移動輪荷重試験による研究成果などから、防水工の実施が床版の耐久性向上に大きな役割を果たすことが分かっている。床版防水に関する技術資料としては、昭和 62 年に日本道路協会より「道路橋鉄筋コンクリート床版防水層設計・施工資料」が発刊されており、国内ではこれまで約 20 年間にわたり参考とされてきたが、平成 14 年の道路橋示方書 I（共通編）の改訂で「アスファルト舗装をする場合は防水層等を設ける」こととなったことから、大幅な見直し作業が行われて、平成 19 年に「道路橋床版防水便覧」として新しく発刊されたところである。

ここで、床版防水に対しては NEXCO においても独自の研究を進めることにより、要領として取りまとめ運用している。平成 6 年に「床版防水工設計・施工基準（案）」を作成したことにより、鋼橋 RC 床版へ防水工の適用を始め、平成 10 年には要領化を図り、全ての橋種のコンクリート床版へ防水工の適用を開始した。その後、平成 13 年には性能照査型の基準作りと、高機能防水の採用を目標に「防水システム設計・施工マニュアル（案）」を作成しており、これを元に試験施工や研究を進めることにより、比較的安価でより耐久性のある床版防水の導入のため、要領改訂を目指しているところである。

また、供用中の床版に対しては、舗装打ち替えなどの保全工事の実施に合わせて順次、床版防水の施工を行ってきているが、規制時間の制約に考慮して、防水機能のある舗装材料の研究についても着手したところである。

#### 5. おわりに

近年、社会資本の良好な維持の観点から、現在使用されている橋梁の保全に関して、従来になく注目が集まるとともに、そのあり方について活発な議論が行われているところである。その重要なポイントは、①高度経済成長期に代表される多数の橋梁が高齢化し、近い将来に一齐に“更新時期”を迎えようとしていること、②橋梁の劣化機構が一様ではなく、複合劣化も含めて複雑であること、③道路予算の制約、特に維持管理予算の十分な確保が難しいこと、④橋梁の点検・補修のための技術者の不足、体制の不備などがあげられる。

このことは NEXCO においても例外ではなく、むしろ高速道路という特殊性、重交通路線や凍結防止剤散布による厳しい劣化環境であるということに加えて、分割民営化による管理費用の削減および人員の不足、さらなる安全性・快適性の確保など課題は多い。このような中、全国に広がる高速道路ネットワークは我が国の経済活動を支え、国民の快適な生活を維持するために必要不可欠な動脈であることは言うまでもなく、今後ともその使命は変わらない。このために現在供用中の高速道路は、国



民の大事な社会資産として良好に保っていく必要があり、特に橋梁は損傷が発生した場合の影響の大きさと補修の難しさから、重要な構造物と位置づけられる。NEXCOとしては、旧日本道路公団時代から引き継いだ長年の経験と蓄積された技術を最大限に活用して、限られた予算と人員により効率的に橋梁保全を実施していく所存である。本稿が、同様の課題を抱える他の道路管理者の参考になれば幸いである。

#### 【参考文献】

- 1) 横山和昭, 上東泰, 窪田賢司: 新たな保全事業の転換に向けて橋梁マネジメントシステム(JH-BMS)の構築, ハイウェイ技術, No. 26, pp. 32-37, 2003
- 2) 藤原博, 三宅将, 赤井隆晃, 河野幸弘: 画像処理による鋼橋塗膜の劣化度判定法に関する研究, 土木学会論文集, No. 598/I-44, pp. 85-95, 1998. 7
- 3) 和田吉憲, 松田哲夫: コンクリート桁端部の遊間止水の開発, 橋梁と基礎, Vol. 40, No. 10, pp. 30-50, 2006. 10
- 4) 窪田賢司, 紫桃孝一郎, 塩畑英俊: 橋りょうの延長床版システムの要求性能と照査方法, EXTEC, Vol. 19, No. 4, pp. 37-39, 2006. 3
- 5) 酒井修平, 今村壮宏, 薄井王尚: 延長床版システムのすべり性能に関する検討, 土木学会年次学術講演会講演概要集, Vol. 62, No. 1-413, 2007
- 6) 富田芳男, 稲葉尚文, 大垣賀津雄, 杉浦江, 長井正嗣, 小林朗: 炭素繊維シートにより補強された鋼製梁の強度特性に関する実験研究, 土木学会年次学術講演会講演概要集, Vol. 61, No. 1-659, 2006
- 7) 竹内彰隆, 太田勇, 若園宜三郎, 尾辻真紀: 鋼鈹桁橋の床版補修工事—中央道小沢川橋—, EXTEC, Vol. 20, No. 4, pp. 29-32, 2007. 3
- 8) NEXCO 中日本八王子支社松本保全・サービスセンター: 中央道諏訪南～諏訪間におけるコンクリート床版の補修, EXTEC, Vol. 21, No. 1, pp. 39-41, 2007. 6