

橋梁マネジメントシステムにおける劣化度評価手法に関する一考察

Study on Evaluation Method for Deterioration Rating of Bridge Management System

室井 智文*, 窪田 賢司**, 紫桃 孝一郎***, 稲葉 尚文****, 横山 和昭*****, 山根 立行*****

Tomofumi MUROI, Kenji KUBOTA, Kouichirou SHITOU, Nofumi INABA, Kazuaki YOKOYAMA, Tatsuyuki YAMANE

*日本道路公団 試験研究所 橋梁研究主幹 (〒194-8505 東京都町田市忠生 1-4-1)

**日本道路公団 技術部 構造技術課 (〒100-8979 東京都千代田区霞が関 3-3-2)

***日本道路公団 東北支社 構造技術課 課長 (〒980-0021 仙台市青葉区中央 3-2-1)

****日本道路公団 試験研究所 橋梁研究室 主任 (〒194-8505 東京都町田市忠生 1-4-1)

*****日本道路公団 試験研究所 橋梁研究室 (〒194-8505 東京都町田市忠生 1-4-1)

***** (株)建設技術研究所 社会システム部 アセットマネジメント室 (〒103-8430 東京都中央区日本橋本町 4-9-11)

The soundness of bridge elements is evaluated and their deterioration is predicted at the time of inspection based on the inspection data and the environmental and use conditions corresponding to the deterioration mechanism. Bridge Management System developed by Japan Highway Public Corporation (JH-BMS) is a bridge repair or reinforcement planning support system. JH-BMS uses a bridge maintenance database integrating the bridge specifications and inspection data to evaluate the soundness of bridge elements and to predict deterioration. It selects optimal timing and method of repair or reinforcement and it calculates repair or reinforcement cost.

This paper discusses the study themes for building evaluation method for deterioration rating of JH-BMS such as deterioration prediction curves calibrated based on the results of visual inspection data and of detailed inspection data.

Key Words : Bridge Management System, Deterioration Rating, Inspection Data

キーワード: 橋梁マネジメントシステム, 劣化度, 点検データ

1. はじめに

日本道路公団 (以下, 「JH」という) が管理する高速道路の開通延長は図-1 の棒グラフに示すとおり経済成長とともに年々増加し, 平成 16 年 3 月末では 7,311km となり, 一般有料道路 68 路線 921km を合わせると 8,232km となっている¹⁾. そのうち, 橋梁構造物の延長は約 1,300km (約 15,600 橋) となっている. また, 近年では, JH の管理する高速道路の平均年齢は図-1 の折れ線の平均経年数に示すとおり 18 年を超え, 車両の大型化や道路構造物の老朽化によるコンクリート構造物のはく離・はく落や鋼製橋脚の隅角部疲労損傷事例等から, 道路構造物の信頼性が揺らいでおり, 「荒廃するアメリカ」と呼ばれた 1980 年代当初のアメリカの状況を教訓とするよう示唆されている. このことから, 既設構造物の適切な補修による延命化や新設構造物の長寿命化, さらに補修補強費用の平準化や最小化を図ることが必要であり, 維持管理の重要性は増大している.

一方, 高速道路の維持管理費は事業の効率化に努めた

こともあり平成 9 年度をピークに減り平成 15 年度は約 3,300 億円, そのうち橋梁の維持管理費は約 570 億円を占めているが, 今後は構造物の老朽化の進展とともに橋梁の維持管理費は増大していくものと考えられる. したがって, JH では増大する維持管理業務に対する懸念から, 業務の効率化や省力化に向けて, 断片的であった維持管理関係の基準を系統的に整備するなどの努力が続けているが, 実質的には「対症療法」的な部分が多く, 「事後保全」を脱却できていないのが現状である.

そこで, JH では, 「予防保全」あるいは「計画保全」を行うためには, 効率的で確実なデータの収集, 整理, 蓄積が重要であると考え, 保全業務の基礎的なデータを効率的に管理運営する部分と, 劣化予測や LCC を考慮した判断手法など業務上の判断を支援する部分を中心とする「道路保全情報システム」に橋梁関係の業務遂行や判断を支援する JH 版の橋梁マネジメントシステム (以下, 「JH-BMS」という) などの関連システムを加えて, 同時構築中である²⁾.

JH-BMS を運用することによって, 橋梁の健全度評価

および劣化予測を定量的に行い、適正な補修補強シナリオを立てることができ、橋梁に関するデータ蓄積およびデータ分析も定量的に行うことができるが、最初に設定する健全度や劣化度を適正かつ定量的に評価することが重要となる。JH-BMS において橋梁の健全度評価を行うためには、橋梁を構成する部材の諸元、環境条件、交通条件等のデータを活用し、劣化予測式を用いて供用開始からの劣化度を推定することが可能であるが、あくまで推定であり、実橋梁の劣化度を適正に評価するためには、劣化予測式の補正が必要となる。

本論文は、橋梁の劣化度を定量的かつ適正に評価するために、点検結果に基づき劣化予測式を補正する手法について記述するものである。

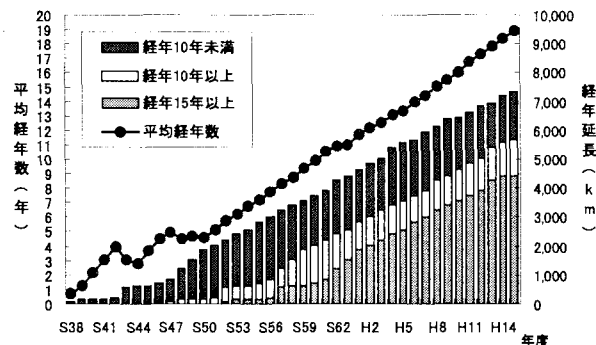


図-1 高速道路の経年別開通延長

2. 橋梁マネジメントシステムの概要と劣化予測手法

JH-BMS の評価単位は、欧米での事例や既往の研究事例³⁾を参考にして、橋梁を構成する各部材毎とした。JH-BMS は、図-2 に示すように橋梁諸元データと点検データを統合した保全情報活用データベースを用いて、橋梁を構成する各部材の健全度を評価し、劣化予測を行い、最適な補修補強の時期および工法を選定し、補修補強費用を算出することによって、橋梁の補修補強計画を支援するシステムである。

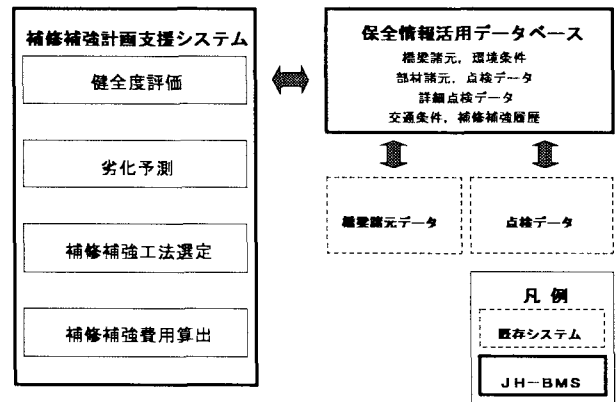


図-2 JH-BMS の構成

2.1 橋梁マネジメントシステムの主な機能

JH-BMS は下記の機能を有している。

- ①健全度評価
点検結果や部材諸元、環境データ等を基に点検時点の各部材の健全度を判定する。
- ②劣化予測
各部材の点検時点の健全度、推定される劣化機構、環境や部材諸元等を基に、将来の任意の時点における劣化予測を行う。
- ③補修補強工法の選定
各劣化機構に対する補修補強工法の効果と単価を設定し、維持管理費が最適となる補修補強時期および対策工法を選定する。
- ④補修補強費用の算出

設計耐用期間中に必要な維持管理費を橋梁単位で算出する。また、路線、管轄範囲など様々な区分で集計処理を可能とし、将来必要となる維持管理費を予測する。

2.2 対象とする橋種と維持管理区分

JH-BMS で対象とする橋種および部材の分類を図-3 に示す。これらの橋種は JH が管理する橋梁の 9 割以上を占めているが、その他の橋種についても、今後、個別に検討する必要がある。

また、各部材を維持管理区分で分類し、劣化予測に基づく維持管理を行う部材を区分 A、定期的な更新を前提とした維持管理を行う部材を区分 B、点検や劣化予測が難しく個別に対応する部材を区分 C とした。なお、横桁および対傾構については、現在のところ維持管理区分は設定していない。

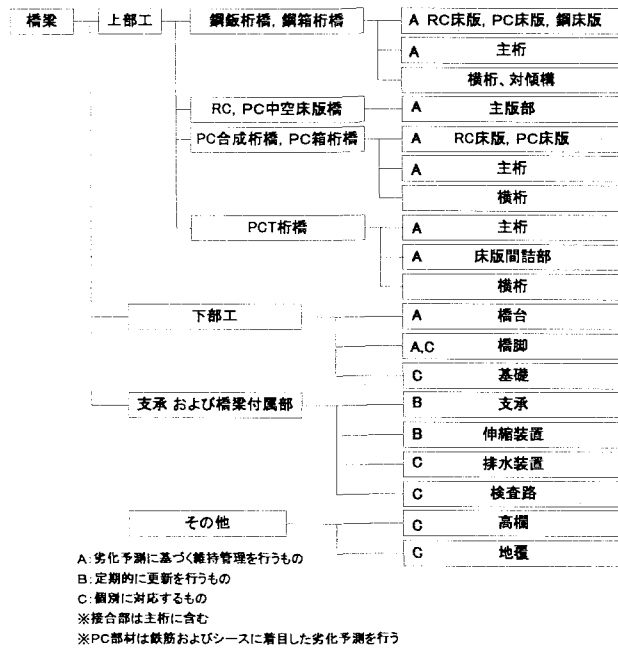


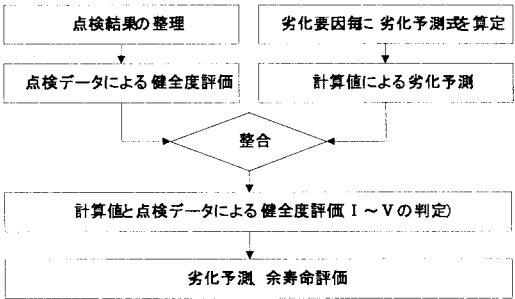
図-3 対象とする橋種および部材

2.3 健全度評価および劣化予測の方針

JH-BMS における部材の健全度評価については、表－1 に示すように変状グレードによる評価指標を設定している。現在の橋梁保全対策は、変状が著しくなった段階（グレードⅣ）で、深刻な変状が発生する（グレードⅤ）直前に補修補強対策を実施しているが、JH-BMS を運用することによって、劣化予測を定量的に行い、グレードⅠ～Ⅲの段階で予防保全を含む計画的な保全対策を実施することを目指している。具体的には、ある時点における各部材の健全度評価は、点検データを用いて判定することとし、図－4 に示すように、必要に応じて計算による劣化予測を整合させて行うこととしている。例えば、対象とする劣化機構が塩害であれば、鉄筋位置の塩化物量と鉄筋の腐食量、ひび割れの状態等のデータを点検によって求め、これらの結果から健全度を評価する。これらのデータが少ない場合には、環境条件等から予測する計算値も参考にして塩害に対する健全度を評価する。将来の劣化予測は、劣化機構に応じた計算値や点検データの蓄積による劣化進行の実績等により判定するものとする。現在の点検方法では健全度を評価するのに必要なデータは必ずしも十分ではないが、今後の点検は健全度評価と劣化予測に必要なデータを提供するという位置付けで、点検項目や点検手法を発展させる必要がある。

表－1 変状グレードと対策の方向性

変状や劣化の進行		対策の方向性		
グレード	状態	継続観察	計画的な保全	事後保全
Ⅰ	問題となる変状がない	対象期間		
Ⅱ	軽微な変状が発生している		対象期間	
Ⅲ	変状が発生している			対象期間
Ⅳ	変状が著しい			対象期間
Ⅴ	深刻な変状が発生している			対象期間



図－4 点検と計算による健全度評価と劣化予測の流れ

2.4 対象とする劣化機構と劣化予測方法

橋梁の各部材において対象とする劣化機構および劣化予測式は表－2 に示すとおりとした。コンクリートの中性化と塩害については、土木学会式³⁾を用いて算出した中性化深さおよび塩化物イオン濃度と詳細点検結果の

各々の値とを比較し、土木学会式を補正することとした。RC床版の疲労は、松井式⁴⁾を用いて算出した健全度と点検結果を反映した遊離石灰法による判定との整合を試みた。鋼橋の主部材については、(社)日本道路協会の疲労評価式⁵⁾を適用することとした。

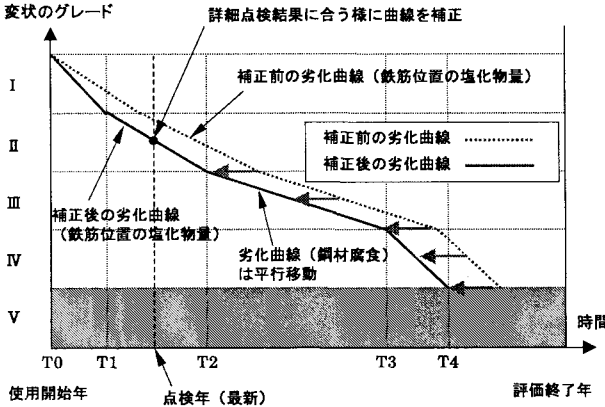
なお、凍害、化学的侵食およびアルカリ骨材反応については、将来的に劣化予測式を確立することとし、当面は変状が顕在化した場合に定期的に詳細調査を行うこととした。

表－2 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〕	〃

2.5 点検による劣化予測の補正

現在は、実務に活用できる劣化曲線を作成するために理論式に基づく劣化曲線（中性化、塩害、RC床版の疲労等）と目視による定期点検結果（スケッチ図、変状写真等）を比較して、図－5 に示すように技術者が補正する仕組みになっており、その補正には高度な技術知識が必要となる。



図－5 劣化曲線の補正のイメージ

2.6 実橋梁に対する試算例

上述した健全度評価および劣化予測について、ある損傷した橋梁を対象に、補正の有無若しくは補正度合いについて以下に示すとおり具体的に試算した。

(1) 試算条件

試算対象としたのは、表－3 に示す諸元の橋梁についての劣化度である。

表－3 試算橋梁の諸元

供用年月	1968年4月
橋梁諸元	RC中空床版橋、6径間連続
部材諸元	かぶり厚：35mm、W/C：50%
環境条件	海岸からの距離：500m

(2) 試算結果および考察

①理論式に基づく劣化曲線の作成 (STEP 1)

海岸からの距離が 500m であるため、主な劣化機構を塩害と判定し、目視による定期点検結果を考慮せずに劣化曲線を作成した (図-6 の破線)。

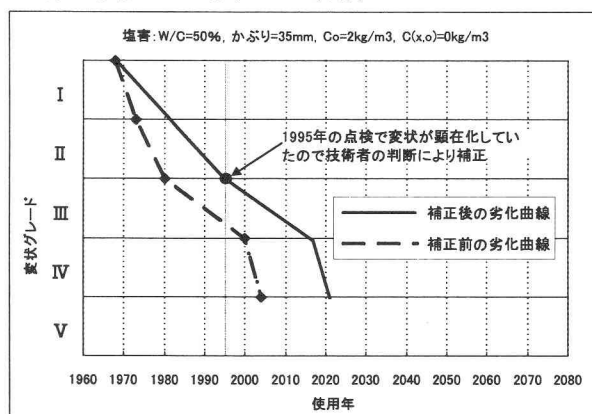


図-6 対象橋梁主版部の劣化曲線

②技術者による損傷状態の評価 (STEP 2)

表-4 に示す点検結果 (1995 年) および写真-1 に示す損傷写真等より、点検時の健全度をグレードⅢと判定した。

表-4 目視による定期点検結果 (1995.9)

点検年月日	変状部位	損傷項目	判定	箇所数	数量	備考
1995/09/29	主版部	ひびわれ・角落	B	1	0.03	P20~P21
1995/09/29	主版部	ひびわれ・角落	B	1	0.03	P21~P22
1995/09/29	主版部	ひびわれ・角落	B	1	0.03	P22~P23
1995/09/29	主版部	漏水・遊離石灰	A	1	0.09	P22~P23 (中分側)
1995/09/29	主版部	ひびわれ・角落	B	1	0.03	P23~P24
1995/09/29	主版部	ひびわれ・角落	B	1	0.03	P24~P25
1995/09/29	主版部	漏水・遊離石灰	A	1	0.01	P24~P25 (中分側)

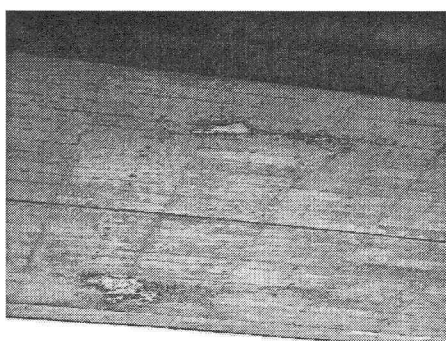


写真-1 対象橋梁の損傷写真

③劣化曲線の補正 (STEP 3)

理論式に基づく劣化曲線では、現地固有の環境要因や施工時の要因を考慮することに限界があるため、劣化曲線の精度を向上させるためには、現地の点検結果を用いて劣化曲線を補正する必要がある。

本試算例では、①で作成した劣化曲線を②で判断した健全度 (1995 年にグレードⅢ) を用いて図-6 の実線に示すように補正した。

図-6 に示すように、表-4 および写真-1 から健全度

評価をいかに適切かつ精度良く行うかにより、劣化曲線の補正の度合いが変わることがわかる。

それぞれの橋梁を個々に評価するには、先にも記述したが、高度な技術知識が必要となるのと同時に、各技術者によりばらつきが出ることは否めない。

したがって、ある程度のルール作りをすることにより劣化度評価が客観的かつばらつきを少なくすることが可能であると考えられる。その手法として次章では点検結果を用いた部材の健全度評価手法について記述する。

3. 点検結果を用いた部材の健全度評価手法

現在、JHにおいては、目視による定期点検時の点検結果を基に変状に対して定性的な判定を行っているが、床版や主桁等の部材 (連単位) に対する評価は、マニュアル化および体系化が難しく各点検者もしくは技術者が記述により記録しており、点数評価等は一般化されていない。したがって、JH-BMS に対応した 5 段階の変状グレードに変換するためのルールを、技術者に対する意見照会結果等を参考にして作成した。

3.1 健全度評価の手順

図-7 のフローに示す手順により、目視点検結果に基づく部材の健全度評価 (変状グレードの判定) を行う。

変状が部材の健全度に与える影響度は、変状の広がり、全体的であるか、局部的であるかを考慮して評価する。全体的または局部的かの判定は対象部材内の変状箇所数の合計により行う。

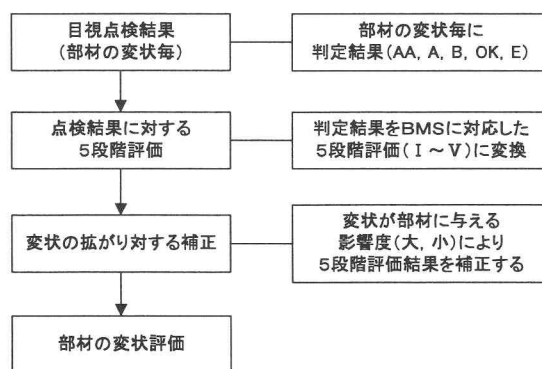


図-7 健全度評価の手順

3.2 点検結果に対する 5 段階評価

現在の点検要領では、部材の変状を機能面での評価から AA, A, B, OK, E で判定 (表-5) しており、JH-BMS における劣化度評価による変状グレード (表-6) と直接的に合致していない。本研究では、点検結果をグレードに変換するためのルールを作成するために技術者に対して意見照会を行い、その結果を用いて変換ルールを作成した。表-7, 8 に、コンクリート構造物および鋼構造物における判定指標例を示す。

表－5 定期点検による変状の判定基準

判定	状態
AA	損傷・変状が著しく、機能面からみて緊急補修が必要である場合。
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、緊急補修を要しない場合。または調査が必要な場合。
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。
OK	損傷・変状がないか、もしくは軽微な場合。
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、緊急補修の必要がある場合。

表－6 JH-BMS における部材の変状グレード

グレード	状態	対策	対策案	対策工法例
I	問題となる変状がない	対策無し	—	—
II	軽微な変状が発生している	予防観察(10年内)	予防保全	表面被覆、床版防水
III	変状が発生している	計画的対策(5年内)	補修	ひび割れ注入、電気防食
IV	変状が著しい	早期対策(2年内)	補強	増厚、大断面修復
V	深刻な変状が発生している	緊急対策(1年内)	更新	打換え、構造改良

表－7 コンクリート構造物の判定指標例

グレード	ひび割れ状態	応力状態
I	ひび割れ無し	問題なし
II	局所的な一方向のひび割れ(漏水、遊離石灰)	問題なし(継続観察)
III	①or②のどちらかに該当 ①全域で二方向のひび割れ+錆汁を含んだ遊離石灰、帯鉄筋の露出 ②主版部の部分的な陥没・剥離(10箇所未満、10%未満)	許容応力以内(補修設計)
IV	①or②のどちらかに該当 ①亀甲状のひび割れ、主鉄筋の露出および腐食 ②主版部の大規模な陥没・剥離(10箇所以上、10%以上)	許容応力付近(補強設計)
V	構造上問題となる貫通ひび割れ・剥離	許容応力以上(構造改良)

表－8 鋼構造物の判定指標例

グレード	ひび割れ状態	応力状態
I	塗膜割れ無し、亀裂無し	問題なし
II	塗膜割れ無し、亀裂無し、ボルトの脱落(10本未満)	問題なし(継続観察)
III	二次部材に初期亀裂または塗膜割れ、ボルトの脱落(10本以上)	許容応力以内(補修設計)
IV	主部材に塗膜割れ(亀裂の恐れ有り)、二次部材に進展性の亀裂	許容応力付近(補強設計)
V	主構造に問題となる亀裂	許容応力以上(構造改良)

3.3 変状の拡がりに対する評価方法

各部材における変状の拡がりを表す指標として、部材の変状箇所数の累計を用いることとし、変状の拡がりに対する評価方法について以下に示す。

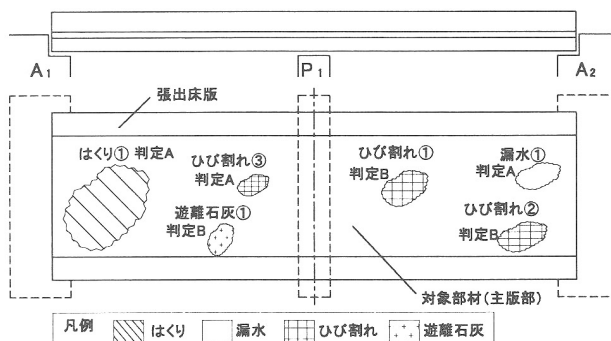
例えば、図－8 に示す変状例について変状箇所数を算出する場合、はくり(1箇所)+ひび割れ(3箇所)+漏水(1箇所)+遊離石灰(1箇所)=6箇所となる。

次に、個々の変状に対する評価(5段階)および変状箇所数により、表－9 に示すような健全度評価基準に従って、部材の変状グレード判定を行う。図－8 の変状例から5段階評価を行うと表－10 の結果が得られる。

ここで、表－10 の変状グレードを算用数字としているが、これは定量的な評価手法を採用したことを示す目的

で、あえて算用数字としている。なお、グレード区分については、今まで記述していたローマ数字と同じである。

さらに、点検結果の変状部材、変状種類、変状に対する記述、変状例(写真orスケッチ図)より、その変状に対する判定(I～V)を記入するうえでの意見照会を実施し、点検判定写真集等の変状写真およびスケッチ図を基に、変状毎に図－9 に示すフォーマットに整理した。



図－8 変状例(RC中空床版主版部下面の場合)

表－9 部材の健全度評価基準

部材名	変状の拡がり大	変状の拡がり小
RC部材(上部工)	[変状箇所数]≥10箇所 [部材中で最も厳しいグレード]	[変状箇所数]<10箇所 [部材中で最も厳しいグレード]－1.0
PC部材(上部工)	[変状箇所数]≥10箇所 [部材中で最も厳しいグレード]	[変状箇所数]<10箇所 [部材中で最も厳しいグレード]－0.5
鋼部材(上部工)	[変状箇所数]≥10箇所 [部材中で最も厳しいグレード]	[変状箇所数]<10箇所 [部材中で最も厳しいグレード]－0.5
RC部材(下部工)	[変状箇所数]≥10箇所 [部材中で最も厳しいグレード]	[変状箇所数]<10箇所 [部材中で最も厳しいグレード]－1.0

注) ただし、変状箇所数で補正した結果≥2.0とする。

表－10 健全度評価例

変状種類	判定	変状グレード RC部材(上部工)	部材の健全度評価	部材のグレード
はくり①	A	3.0	変状箇所の合計 =6箇所 (10箇所未満) よって、[最も厳しいグレード]－1.0	部材のグレード 3.0－1.0=2.0 ただし、 [部材のグレード]≥2.0
ひび割れ①	B	2.0		
ひび割れ②	B	2.0		
ひび割れ③	A	2.5		
漏水①	A	3.0		
遊離石灰①	B	2.0		

No.1	
コンクリート構造物(上部工)	RC桁
①漏水・遊離石灰	
変状 A: 主版下面全域にわたって、二方向のひびわれから著しい錆汁を含んだ遊離石灰が発生している。	
[変状例]	
判定: III (グレードI～Vを記入)	
備考	詳細な判定には鉄筋腐食量などのデータが必要。

図－9 意見照会用の変状データ集(抜粋)

4. 提案する評価手法の検証

3 章で提案した劣化度評価手法を用いて、東名高速道路および北陸道路の 2 路線について変状グレードを判定し、劣化度評価手法の実用性について検証を行った。以下にその検証結果を示す。

4.1 東名高速道路

(1) 変状グレードの判定に用いた点検の整理

平成 10 年度の点検結果を用いて、構造種別毎に判定個数の合計（表－11）および平均（表－12）を整理した。表－11 および表－12 は、損傷が発生している部材について整理したものであり、損傷が全く発生していない部材は含まれていない。

表－11 および表－12 より、鋼橋 RC 床版の損傷箇所数が圧倒的に多く、部材当たりの平均判定個数も 14.83 箇所と高い数値であった。なお、鋼桁は損傷判定 A の損傷箇所数が多いが、大部分は塗膜割れに対する判定結果であった。

表－11 構造種別ごとの判定個数

構造種別	損傷部材数	判定個数			
		AA	A	B	合計
RC桁	139	21	47	1,780	1,848
RC床版	33		1	110	111
PC桁	467	2	24	269	295
PC床版	58		61	254	315
鋼桁	262		2,506	164	2,670
鋼橋RC床版	423	2	1,092	5,178	6,272

表－12 構造種別ごとの平均判定個数

構造種別	損傷部材数	判定個数(平均)			
		AA	A	B	合計
RC桁	139	0.15	0.34	12.81	13.29
RC床版	33	0.00	0.03	3.33	3.36
PC桁	467	0.00	0.05	0.58	0.63
PC床版	58	0.00	1.05	4.38	5.43
鋼桁	262	0.00	9.56	0.63	10.19
鋼橋RC床版	423	0.00	2.58	12.24	14.83

※鋼桁のA判定の大部分は塗膜割れに対する判定

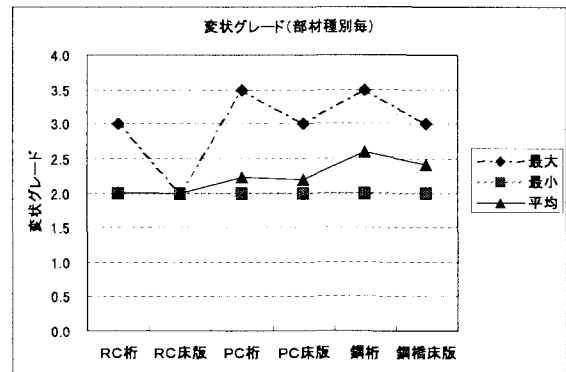
(2) 変状グレードの判定結果に対する考察

点検結果を用いた構造種別毎の変状グレードの最大値、最小値、平均値を図－10 に示し、以下にその考察を述べる。

- ①鋼桁は、変状グレードの最大が 3.5、平均が 2.6 と大きな値となっているが、損傷が塗膜割れの場合、大部分がシステム上で部材のひび割れ（亀裂）として登録してあるため、大きめの評価につながったと思われる。よって、鋼桁の点検においては、塗膜割れとひび割れ（亀裂）とを明確に区別して記録することで、劣化度評価の精度向上を図る必要がある。
- ②鋼桁を除き、変状グレードの最大は PC 桁の 3.5 であった。一部材当たりの発生数は、PC 部材に比べて、RC

部材の方が圧倒的に多いが、PC 部材では、損傷判定結果（AA, A, B）を重く受け止め、RC 部材よりも大きめの変状グレードと判定した意見照会結果を反映した形となった。例えば、同じ鋼材露出でも PC 部材に発生した場合の方が RC 部材の場合より、変状グレードは大きい。

- ③PC 部材（PC 桁、PC 床版）の変状グレードの平均は 2.2 であり、RC 部材（RC 桁、RC 床版）よりも大きめの値となっている。

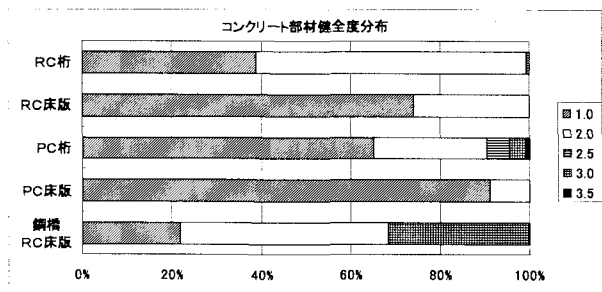


図－10 構造種別毎の変状グレード

(3) 部材毎の変状グレードの判定結果

コンクリート部材を対象に構造種別毎に変状グレードを図－11 に示し、以下にその考察を述べる。

- ①RC 桁（RC 中空床版が大部分）については、半数以上の部材に何らかの変状が発生しているが、大部分がグレード 2 であり変状はそれほど進展していない。
- ②コンクリート橋の RC 床版（PC 合成桁の RC 床版など）については、大部分が変状グレード 1 であり、PC 床版の次に健全な部材といえる。
- ③PC 桁については、全体的に健全な部材が多いが、局部的な変状でも種類によっては全体に与える影響が大きいことから厳しめの評価になっている。
- ④PC 床版（PC 箱桁橋の床版など）については、最も変状グレード 1 の割合が高く、健全な部材といえる。
- ⑤鋼橋の RC 床版については、変状グレード 2 以上が 80% 近くを占めており、変状グレード 3 は 30% を占めている。よって、鋼橋の RC 床版は、東名高速道路の部材の中で最も変状が発生しやすい部材といえる。



図－11 構造種別毎の変状グレード分布

(4) 目視点検結果に基づく変状グレードと劣化予測結果の比較

目視点検結果に基づく変状グレードと理論式による劣化予測結果を比較した結果を図-12に示す。

図-12の比較結果より、劣化予測計算ではグレード1と判定される場合でも、点検結果による変状グレードの判定ではグレード1～3.5の範囲の変状が発生している。

一方、計算ではグレード5と判定される場合でも、実際はグレード1～3の範囲の変状に留まっている結果が得られた。計算でグレード5と判定されている主な部材はRC床版の疲労であり、交通量、輪荷重および床版厚等を反映した劣化予測式による計算結果と点検結果による変状グレードが相違する結果となっており、上記交通量等が十分に計算に反映されていない可能性がある。

よって、部材毎に正確な劣化予測を行うためには、理論式による劣化予測だけではなく目視点検結果により補正を行うことは重要であると考えられる。

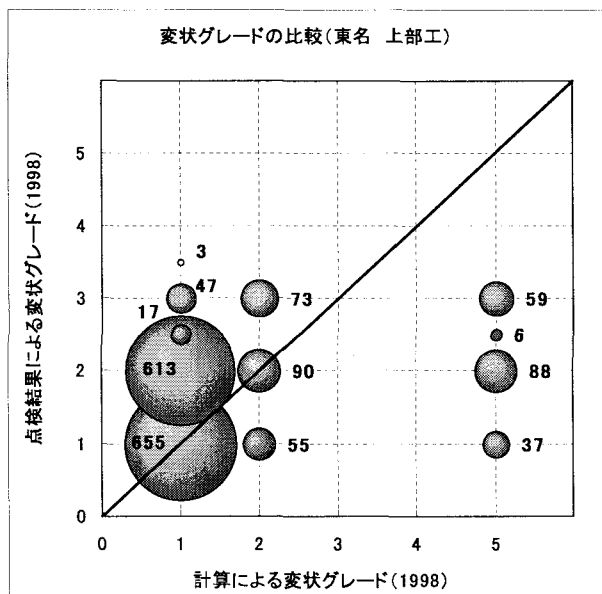


図-12 変状グレードの比較 (上部工)

4.2 北陸自動車道

東名高速道路と同様に北陸自動車道のコンクリート部材（主桁、床版）について、点検結果による変状グレードと劣化予測計算による変状グレードの比較した結果を図-13に示す。

図-13の比較結果より、劣化予測計算ではグレード1と判定される場合でも、点検結果による変状グレードの判定ではグレード1～3.5の範囲の変状が発生している。

一方、計算ではグレード5と判定される場合においても、実際はグレード1～3.5の範囲の変状に留まっている。計算でグレード5と判定されている主な部材はRC中空床版の塩害であり、海岸からの距離に基づく表面の塩化物量からの塩化物量の拡散や鉄筋の腐食速度等を反映した劣化予測式による計算結果と点検結果による変状グレードが相違する結果となっており、塩化物量の拡散や鉄筋

の腐食速度等が十分に計算に反映されていない可能性がある。

よって、東名高速道路と同様に、部材毎に正確な劣化予測を行うためには、理論式による劣化予測だけではなく目視点検結果による補正を行うことは重要と考えられる。

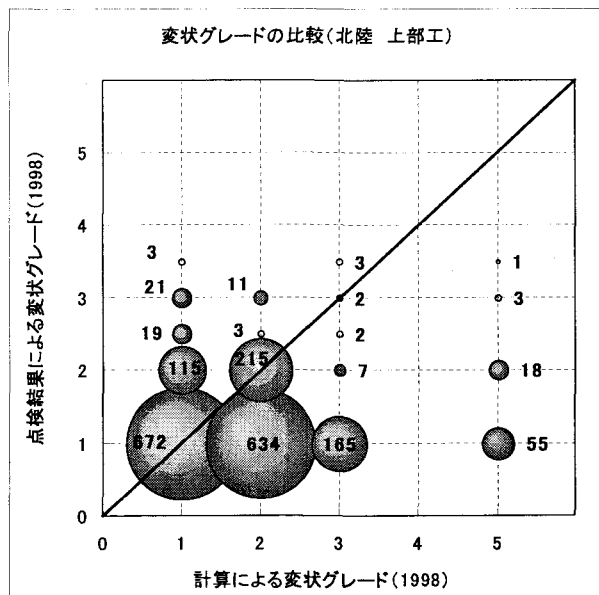


図-13 変状グレードの比較 (上部工)

5. まとめと今後の課題

本研究は、JHでの橋梁マネジメントシステムの実用化に伴い、橋梁を構成する部材の劣化曲線の補正や精度の向上を図る目的で、点検結果を用いた劣化度評価手法について検討したものである。

本研究で提案した劣化度評価手法を用いて、供用から40年近く経過し損傷の大きいと考えられる東名高速道路および塩害による損傷が大きいと考えられる北陸自動車道の2つの路線について変状グレードの判定を実施し、計算による変状グレードとの比較を行い、点検結果を用いた劣化度評価手法の実用性を検証した。その結果、概ね他の路線についても十分適用可能であると考えられる。

しかし、計算による劣化予測に基づく変状グレードの結果と、点検結果を用いた劣化度評価に基づく変状グレードの結果が大きく異なる場合もあり、点検結果の判定手法に何らかの問題があることも懸念される。よって、今後、点検結果のデータについて現地の損傷状態と比較を行い、問題があれば、点検結果の判定手法の見直しを含めた検討を行い精度の向上を図る予定である。

また、劣化度評価手法の更なる高度化を目指して、部材毎の外観変状を考慮した劣化予測を行うために、詳細点検を反映させた劣化予測式と目視点検を用いた部材の変状評価結果の融合方法について検討を行い、実橋梁に対しての適用性についての検証も行う予定である。

参考文献

- 1) 年報－平成 16 年－事業の概要と道路統計 日本道路公団
2004 年
- 2) 横山和昭, 上東泰, 窪田賢司: 橋梁マネジメントシステム
(JH-BMS) の構築, ハイウェイ技術, 日本道路公団, No. 26,
2003. 10
- 3) コンクリート標準示方書〔維持管理編〕 2001 年制定 土木
学会, 2001. 1
- 4) 例えば, 前田幸雄, 松井繁之: 鉄筋コンクリート床版の押
抜きせん断耐荷力の評価式, 土木学会論文集, No. 348, V-1,
pp133-141, 1984. 8
- 5) 鋼道路橋の疲労設計指針 (社) 日本道路協会, 2002. 3

(2004 年 9 月 17 日受付)