

PC橋の劣化要因に関する分析的検討

(株)高速道路総合技術研究所 工修 ○横山 貴士
(株)高速道路総合技術研究所 正会員 工修 青木 圭一

1. はじめに

NEXCO3社における橋梁資産は、平成23年度末現在で18,000橋を超え、平均経過年数は25年以上になっている。これらの橋梁の変状・劣化には、供用後の経過年数の影響、交通量・飛来塩分量・凍結防止剤散布量などの供用環境の影響、荷重・応力度・構造・材料・施工方法などの設計・施工時の基準による影響など、種々の要因が影響を与えている。

そこでPC橋について構造形式を大別し、NEXCO3社における橋梁マネジメントシステムであるNEXCO BMS登録データおよび健全度評価データを用いて、劣化要因と健全度との相関性について統計分析的な検討を行った。本報告は、上記検討に関する傾向把握結果の報告である。

2. NEXCO3社のPC橋現況

2.1 経過年数ごとの橋梁数

NEXCO3社における、平成23年度末現在の経過年数ごとのPC橋資産数を図-1に示す。全PC橋資産数は、約7,500橋である。

構造形式は、NEXCO3社における橋梁マネジメントシステムであるNEXCO BMS登録データから、プレテン桁、ポステンT桁、合成桁、中空床版、箱桁、版桁、その他（斜張橋、アーチ、エクストラードズド橋など）に大別した。

経過年数30年以上の橋梁では、ポステンT桁、合成桁、中空床版がその大部分を占めるが、NEXCOにおける設計基準の変遷などから、近年ではその割合は減少している。

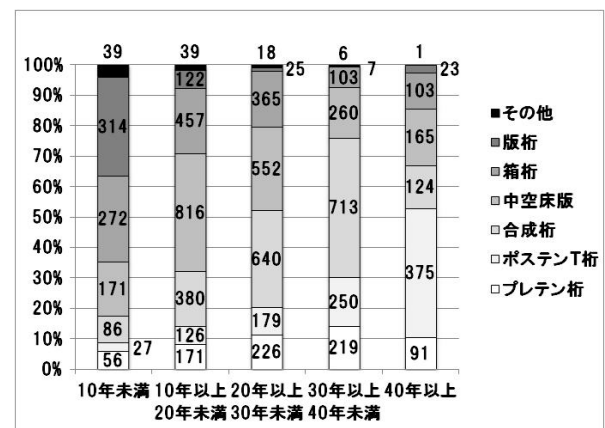


図-1 経過年数・構造種別ごとのPC橋資産数

2.2 構造形式別の経過年数ごとの健全度評価状況

健全度評価は、平成21年度より順次橋梁点検に合わせて実施し、5年に1回頻度で実施していくもので、橋梁の健全度を桁・床版・橋脚などの部材ごとに評価している。表-1に健全度評価の指標を示す。平成23年度末現在のPC橋の健全度評価実施率については、約7割の実施状況となっている。

表-1 健全度評価の指標

健全度	変状や劣化の進行	構造物の性能
I	問題となる変状がない	劣化の進行が見られない。
II	軽微な変状が発生している	劣化は進行しているが、耐荷性能または走行性能は低下していない。
III	変状が発生している	劣化がかなり進行しており、耐荷性能または走行性能の低下に対する注意が必要である。
IV	変状が著しい	耐荷性能が低下しつつあり、安全性に影響を及ぼす恐れがある。または、走行性能が低下しつつあり、使用性に影響を及ぼす恐れがある。
V	深刻な変状が発生している	耐荷性能の低下が深刻であり、安全性に問題がある。または、走行性能の低下が深刻であり、使用性に問題がある。

図-2に、「その他」を除く構造形式別の経過年数ごとの健全度状況について示す。

いずれの構造形式においても、経過年数の増大により健全度が悪化する傾向が窺えるが、経過年数が40年以上では改善傾向が見られる。これは、経過年数が40年以上の橋梁においては、橋梁修繕率が向上しているため、補修等により健全度が向上しているものと思慮される。

また、プレテン桁は、年数経過後も比較的高い良好な健全度状況であるが、合成桁、中空床版については、30年以上経過しているグループについて、50%程度の橋梁が健全度Ⅲ～Ⅴになっている。工場や現場製作ヤードなどで製作されたプレテン桁本体については、PCグラウトや場所打ち施工部などを有さないことが、経年劣化に対して高い性能を有していると思慮される。

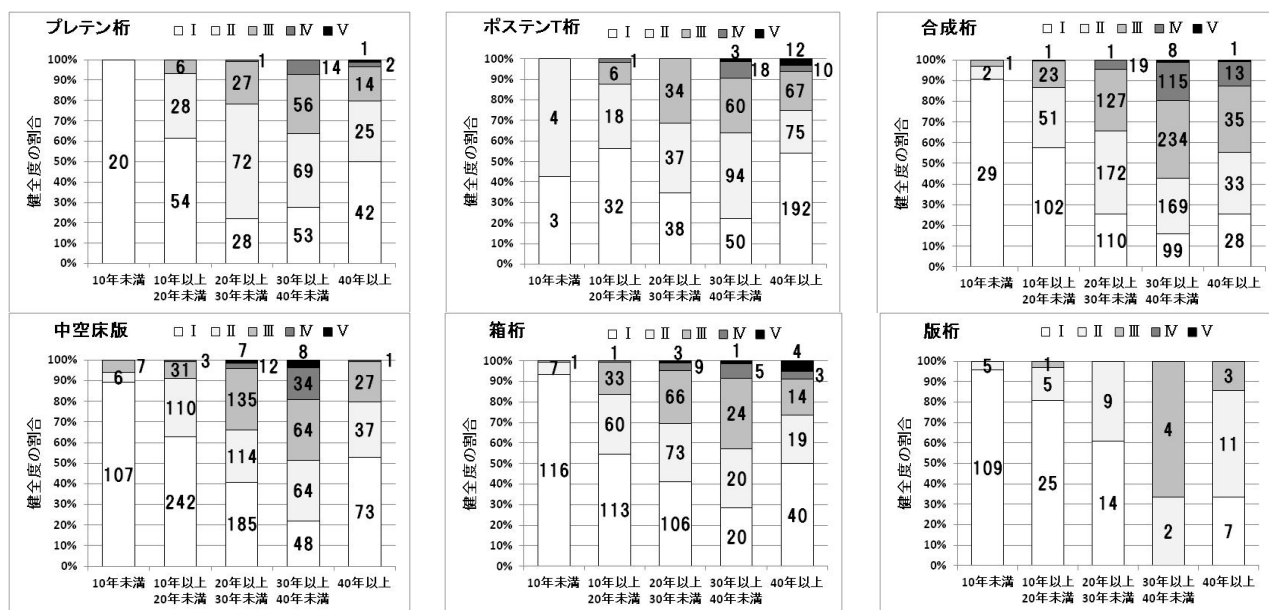


図-2 経過年数ごとの主桁形式別健全度状況

3. 橋梁の劣化要因と健全度の相関性分析

3.1 橋梁の劣化要因

高速道路の橋梁の変状・劣化に対し、供用後の経過年数の影響以外に大きな影響を与えると推測される要因は、交通量・飛来塩分量・凍結防止剤散布量などの供用環境の影響が考えられる。

これらの供用環境の影響に関する劣化要因のうち、PC橋に関する劣化要因を大別して表-2にまとめる。

表-2 検討分析を実施した橋梁の主な劣化要因

要因	指標
① 凍結防止剤の影響	累積凍結防止剤散布量 1, 000t/km 以上のPC橋
② 飛来塩分の影響	離岸距離が道路橋示方書に示す塩害対策区分範囲内のPC橋
③ 内在塩分の影響	海砂使用地域かつ塩化物物量総量規制（1986）以前のPC橋
④ ASRの影響	アルカリ反応性骨材使用の影響がある・懸念されるPC橋（下部工調査結果）

定量的なしきい値の設定が必要な、累積凍結防止剤散布量については、PC橋全体において健全度との相関を検討した結果から、1, 000t/km以上をしきい値として設定した。

また、ASRの影響については、当該橋梁の下部工について、ASRの影響が現れているもしくは影響の懸念が報告されている橋梁である。

3.2 劣化要因ごとの健全度状況

図-3に各構造形式別の劣化要因の影響と健全度との相関を分析した結果を示す。

いずれの構造形式においても、ASRについてはPC橋の劣化にあまり影響を与えていない。

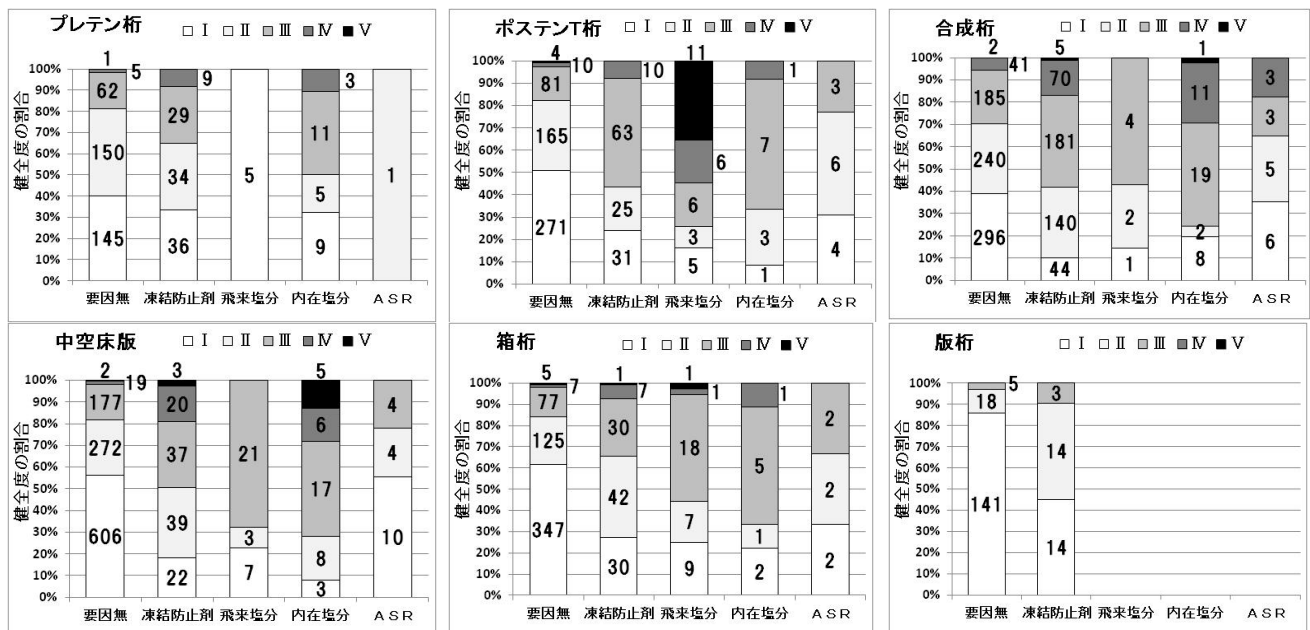


図-3 各構造種別の劣化要因別健全度分布

(1) プレテン桁

凍結防止剤の影響が有る場合、健全度は悪化する傾向にあるが、顕著な傾向は示していない。また、飛来塩分の影響については、対象橋梁数が少ないため傾向の把握は出来なかった。

しかし、内在塩分の影響が有る場合は、約5割の橋梁において健全度がⅢ～Ⅴの状況になっている。

(2) ポステンT桁

ASRを除くいずれかの劣化要因が有る場合は、健全度の悪化が極めて顕著に現れている。内在塩分のみならず、プレテン桁ではあまり顕著な傾向が現れなかった凍結防止剤の影響や飛来塩分の影響など、施工後の環境要因による影響によっても健全度が悪化する傾向が示されている。このことから、後打ちの間詰め部などが弱点となり、塩害劣化による変状が生じ、これが健全度評価に現れているものと思慮される。

(3) 合成桁

劣化要因が有る場合は、健全度の悪化が顕著に現れている。また、ポステンT桁同様に、内在塩分のみならず、凍結防止剤の影響など、施工後の環境要因による影響によっても健全度が悪化する傾向が示されている。このことから、桁と床版の接合部などが弱点となり、塩害劣化による変状が生じ、これが健全度評価に現れているものと思慮される。

(4) 中空床版

劣化要因が有る場合は、健全度の悪化が極めて顕著に現れている。また、内在塩分のみならず、凍結防止剤の影響や飛来塩分の影響など、施工後の環境要因による影響によっても健全度が悪化する傾向が示されている。中空床版は、接合部や後打ち間詰め部は有していないが、埋設型枠付近上下部のコンクリートの変状による鉄筋の露出により塩害劣化による変状が生じ、健全度評価に現れているものと思慮される。

(5) 箱桁

劣化要因が有る場合は、健全度の悪化が現れている。また、内在塩分のみならず、凍結防止剤の影響や飛来塩分の影響など、施工後の環境要因による影響によっても健全度が悪化する傾向が示されているが、中空床版ほど顕著には現れていない。

(6) 版桁

施工橋梁数が少なく比較的経過年数の少ない橋梁が多いため、その傾向は顕著ではないが、劣化要因が有る場合は、他の構造形式同様に健全度が悪化する傾向にある。

3.3 劣化要因の有無による健全度の推移と予測

劣化要因が有る場合と無い場合における、経過年数別の健全度の平均値の推移の関係について、中空床版およびプレテン桁について確認した結果を図-3、図-4に示す。

中空床版については、いずれかの劣化要因が有る場合は健全度の悪化の推移が早く、100年間の耐久性の確保が極めて困難な状況になっている。また、劣化要因が無くとも100年以内に健全度Vに到達しているため、今後の維持管理上の問題点となることが憂慮される。一方、プレテン桁については、劣化要因がある場合の方が劣化の推移が早い、中空床版と比較するとその傾向は顕著ではない。また、劣化要因が無い場合においては、健全性を維持する性能が高いことが把握できた。

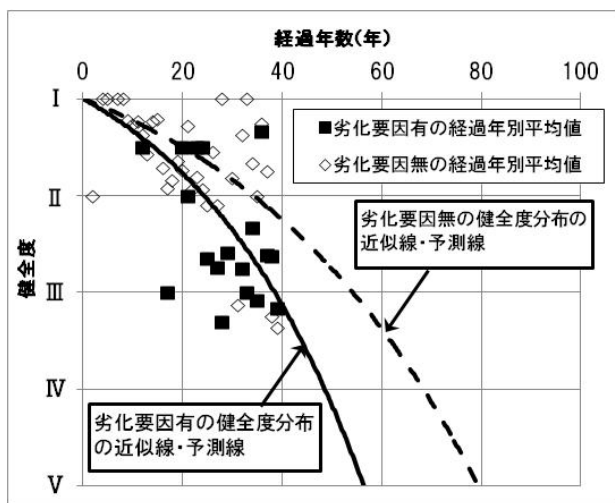


図-4 中空床版の経過年別健全度の推移と予測

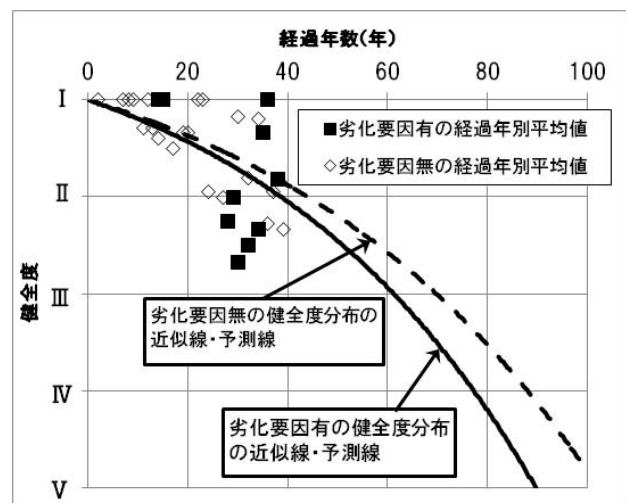


図-5 プレテン桁の経過年別健全度の推移と予測

4. おわりに

本検討では、PC橋の構造形式を大別し、各種劣化要因と健全度の相関性を確認することにより、どのような構造形式に経年劣化が多く生じているか、どのような劣化要因がPC橋の健全度に影響を与えるかについて確認することができた。また、今回の検討結果から、ASRを除くいずれかの劣化要因を有する橋梁においては、現状健全な橋梁においても、長期的な視野に立った予防保全を行っていくことが重要であることが確認された。

一方で、PC構造の特殊性から、目に見えないPC鋼材・PCグラウト部の変状・劣化については、健全度に現れていないことも危惧される。そのため、使用されたPC鋼材種別、定着位置など、より細分化した分析について、今後実施していく予定である。