劣化要因の分類に基づく下部工の劣化予測に関する一考察

金沢大学大学院　学生会員　○菊池　創太　金沢大学　正会員　久保　善司
石川工業高等専門学校　正会員　福留　和人

1. はじめに

現在，わが国における橋長 2m 以上の橋は約 70 万橋といわれており，そのうち約 94%が地方自治体によって管理されている [1]．限られた予算の中で効果的な橋梁維持管理を行うため，5 年に 1 回の定期点検が義務付けられ，部位ごとに健全度の判定が行われている．定期点検により，橋梁の損傷を早期発見するとともに，健全度の推移から劣化予測を行い，予算の平準化や合理的な維持管理が試みられている．

一方，劣化速度（健全度の低下速度）は塩害や ASR といった劣化要因によって異なり，複数の劣化要因が複合することで，さらに複雑に劣化速度が変化することが考えられる．そのため，劣化速度の算定を劣化要因ごとに行うことで，維持管理計画の合理化につながるものと考えられる．

本研究では，地方自治体の橋梁定期点検データに対し，劣化要因を簡易的に推定し，その組合せによってカテゴリ分類を行い，それぞれのカテゴリによる劣化速度への影響について検討を行った．

2. 調査概要

(1) 調査対象

橋梁定期点検データとして，今回は石川県のデータを使用した．補修による健全度回復の影響を除くため，今回は補修の優先度が低い下部工のデータ 1887 橋を対象とした．それぞれについて，定期点検によって健全度が 5 段階で評価されている [2]．健全度の評価基準を**表-1** に示す．一般に健全度 3 以下で補修対象となる．

表-1　健全度の判定基準 [2]

健全度	一般的な状況
5	劣化損傷が認められない．
4	ささいな劣化損傷のみで，点検記録を継続する．
3	軽度の劣化損傷があり，計画的に維持管理，補修をする．
2	重度の劣化損傷があり，早急な保守対策が必要．
1	甚大な損傷で，安全確保に支障となる恐れがあり，緊急対応が必要．

(2) 劣化要因によるカテゴリ分類

本県における主な劣化要因として，飛来塩分，ASR，凍結防止剤が挙げられる．今回はこの 3 つの要因の有無によって橋梁を分類した．分類方法は既往の方法 [3] を参考とし，以下の通り実施した．

飛来塩分および凍結防止剤の影響の有無は GIS を用いて推定した．飛来塩分については，GIS によって海岸からの距離を求め，表面塩化物イオン濃度を推定し，拡散計算によって 100 年以内に腐食が発生するものを影響ありとした．凍結防止剤については，GIS で凍結防止剤散布区間上にある橋梁を抽出した．ASR については，定期点検と別に行われた ASR 調査結果より，影響の有無を判定した．飛来塩分が上記の塩害を生ずるレベルに達していない橋についても，表面塩化物イオン濃度が 0.3kg/m^3 以上のものは塩害リスクがあるとして，カテゴリ名に h を付け，リスクがないものと区別した．分類後の橋梁数を**表-2** に示す．

3. 調査結果

供用年数と健全度の関係を分析するため，供用年数

表-2　劣化要因の分類結果

	A	B	C	D	E	Eh	F	Fh	G	Gh	H	Hh
飛来塩分による塩害発生	有	有	有	有	無	無	無	無	無	無	無	無
ASRの発生	有	有	無	無	有	有	有	有	無	無	無	無
凍結防止剤の影響	有	無	有	無	有	有	無	無	有	有	無	無
塩害のリスク	無	無	無	無	無	有	無	有	無	有	無	有
下部工の数(橋)	16	23	85	99	66	17	100	46	467	186	594	188
割合(%)	0.85	1.22	4.50	5.25	3.50	0.90	5.30	2.44	24.75	9.86	31.48	9.96

キーワード　下部工，健全度，劣化要因，劣化速度，カテゴリ分類
連絡先　〒920-1192　石川県金沢市角間町　金沢大学理工学域土木材料学研究室　TEL 076-264-6365

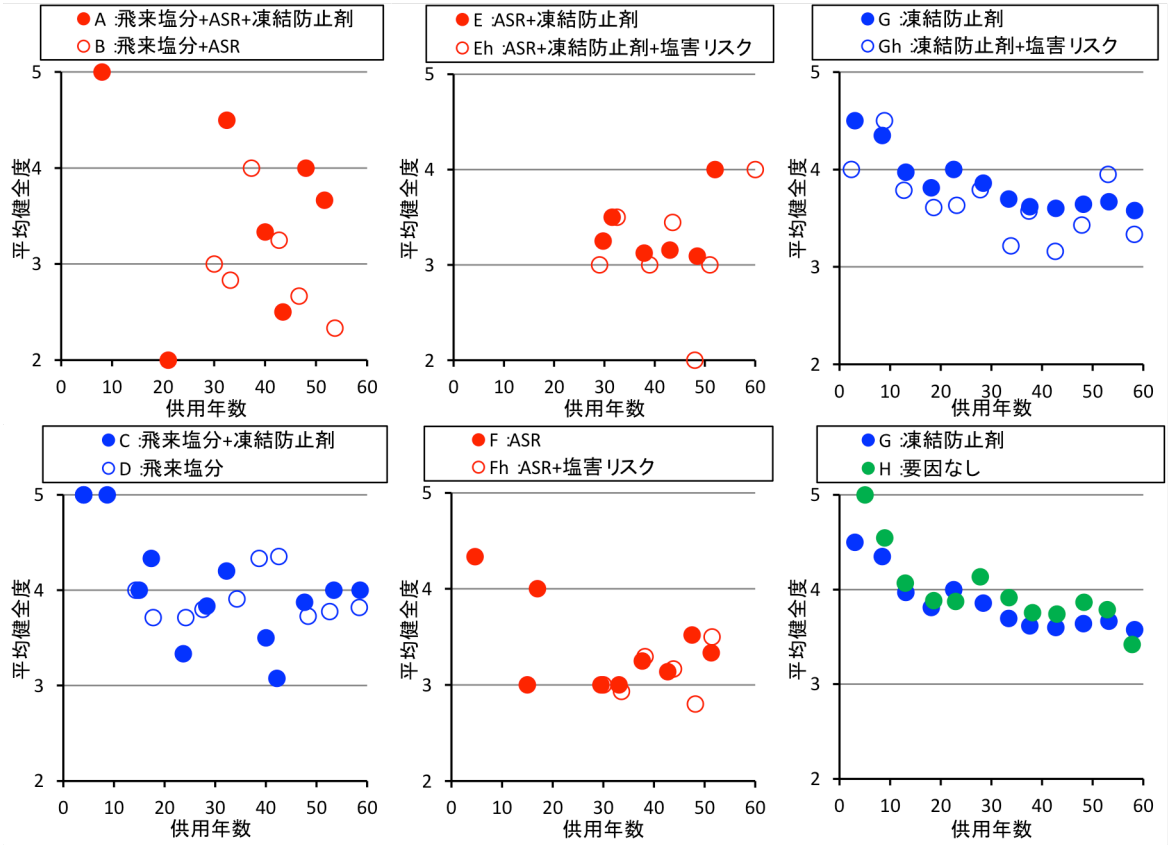

図-1　健全度と供用年数

を 5 年ごとに区切り，それぞれ平均供用年数と平均健全度を算出した．カテゴリ分類後の供用年数と健全度の関係を**図-1** に示す．

飛来塩分の影響を受けるカテゴリ A,B,C,D を比較すると，ASR の影響も受ける A,B では C,D より早期に健全度の低下を生じ，また補修対象となる健全度 3 を下回るものも多かった．ASR ひび割れによって塩分が浸透しやすくなり，腐食が早期に発生したと考えられる．他方，C と D を比較すると，凍結防止剤の影響も受ける C の方が健全度が低い傾向にあった．凍結防止剤を含む漏水によって塩分浸透が促進されたと考えられる．

飛来塩分の影響を受けず ASR のみの影響を受けるもの（E,Eh,F,Fh）では，健全度 3 に留まるものが多かった。A, B よりも健全の低下傾向が緩やかであることが確認された．

凍結防止剤の影響を受けるカテゴリ G,Gh と劣化要因なしのカテゴリ H を比較する．H に比べて，凍結防止剤の影響を受ける G の健全度の低下傾向は若干大きい．凍結防止剤散布により塩分が供給され，塩害発生を助長しているものと考えられる．他方，G と Gh を比較すると，飛来塩分のリスクがある Gh の方が健全度が低い傾向にあった．凍結防止剤と飛来塩分によりコンクリート表面の表面塩分濃度が高くなることで，より腐食発生リスクが高まっているものと考えられる．

4. まとめ

橋梁点検データに対し，劣化要因の組合せによって橋梁を分類した結果，それぞれのカテゴリで劣化速度に違いが生じていた．劣化要因が複合しているものは，単独での劣化より劣化速度が速い傾向にあった．また，飛来塩分単独では塩害を生じないレベルであっても，他の劣化要因と複合し劣化を早めることが示唆された．橋梁の維持管理を行う上で，劣化要因による分類を行うことは，より合理的な劣化予測を行う上で重要であることが確かめられた．

謝辞：本研究は，SIP「インフラ維持管理・更新マネジメント技術」の支援の元に実施した．

参考文献

1) 国土交通省：道路統計年報 2016, http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-data/tokei-nen/2016/pdf/d_genkyou03.pdf
2) 石川県：石川県橋梁点検要領，2014
3) 菊池創太ほか：劣化要因の分類に基づくコンクリート橋の健全度評価に関する一考察，コンクリート工学年次論文集，Vol.38，No.1，pp.921-926，2016