

橋梁の複合劣化機構について

岐阜大学工学部

○張 青

岐阜大学工学部

戸原 治

岐阜大学工学部 正会員

森本 博昭

1. はじめに

橋梁などの社会基盤施設は、建設後年数の増加にともない、損傷、劣化が進行していく。橋梁の劣化現象は、単一の劣化機構によるものよりむしろ2つ以上の機構が、複合的、相乗的に作用して進行しているケースの方が多いと考えられる。構造物の長寿化のための設計、施工法を検討するために、複合劣化機構の分析が必要である。

本研究では、橋梁の劣化機構を解明するために、岐阜県高山地区H橋を対象として、現場調査を実施し、目視点検、鉄筋探査、自然電位測定およびコンクリート塩分の測定などを行った。この調査と実験の結果を整理することで、橋梁など構造物の劣化機構の実態把握と今後劣化進行に関する参考資料にしたいと考える。

2 研究対象と方法

2. 1 調査対象

昭和53年9月に完成した岐阜県高山地区のH橋は24年間を経たが、損傷、劣化が非常に重篤な状態であった。今回、調査対象とするH橋に対して橋梁全体を目視点検して、鉄筋腐食の可能性を判断するために、フーチング側面、上面および堅壁の11箇所で鉄筋探査および自然電位の測定を実施した。また、フーチング側面の左側、右側及び堅壁の左側計3箇所でもコアを採って、コンクリート塩分の測定を行った。

2. 2 調査、実験概要

① 目視点検 点検は岐阜県橋梁健全度調査の点検マニュアルに従って行い、損傷状況の把握および劣化機構の推定を行った。H橋の橋台、橋脚の損傷は重篤であった。コンクリートの変色、剥離、欠損、漏水、遊離石灰、亀甲状ひび割れが認められた。図-1に示すように、鉄筋露出、腐食、断面欠損が発生している。フーチング側面と堅壁の左側では橋面からの漏水痕跡が多く残っていた。

② 鉄筋探査と自然電位測定 まず、鉄筋探査器を用いて、H橋フーチングの側面、上面および堅壁に鉄筋を探査し、計11の測定箇所を決定した。次に、鉄筋腐食診断器を用いて、①～⑪の順番に従って自然電位を測定した(図-2参照)。自然電位法による判定標準は自然電位 $E \leq -350\text{mv}$ が鉄筋腐食可能性大で、 $-250\text{mv} \geq E > -350\text{mv}$ は腐食性がやや大、 $-150\text{mv} \geq E > -250\text{mv}$ は腐食性が軽微、そして、 $E > -150\text{mv}$ では腐食性がないとなっている。

③ コンクリート塩分の測定 現場から採取したコアを用いて、塩化物イオン選択性電極を用いた電位差滴定法によってコンクリート塩分を測定した。試料採取箇所は図-2の測点①、⑤、⑨の3箇所である。使用機器はK社電位差自動滴定装置AT-500N型である。試料に硝酸溶液(2N)を加えて溶液のPHを3以下とし、加熱煮沸して全塩分を溶解した後、不溶分を濾過洗浄した。濾液を分取し、塩化物イオン選択電極を用いた電位差滴定

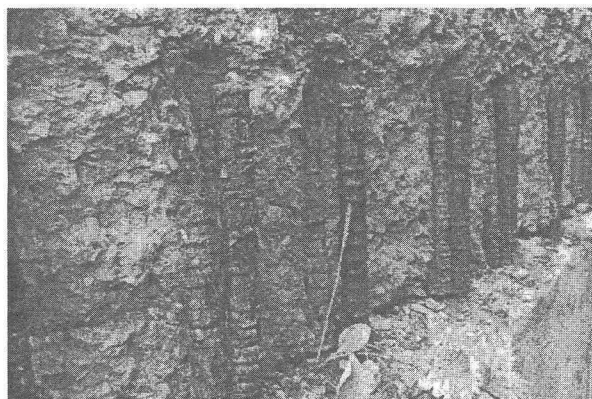


図-1 劣化現象

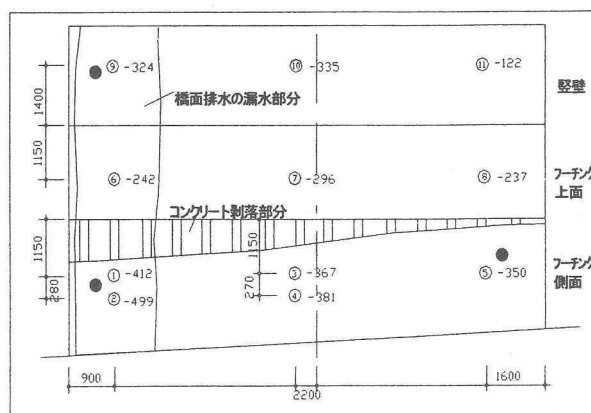


図-2 実験計測位置

装置にセットし、N/200 硝酸銀標準溶液で電位差滴定を行った。

鋼材腐食発生塩化物イオン (Cl^-) の限界濃度は一般的に $1.2\text{Kg}/\text{m}^3$ と考えられている。

3 劣化機構の分析結果

3. 1 目視点検 図-3 に示したように、コンクリートの変色、剥離、脱落、遊離石灰、亀甲状ひび割れなどの膨張性ひび割れの現象があるので、アルカリ骨材反応が発生していると判定される。また、コンクリートの剥離、脱落およびスケーリングなどの現象と現地の気象を考慮すると、H橋の劣化機構には凍害も大きく関与していると判定される。さらに、図-2 に示したように、橋面排水工の不具合により、排水が堅壁およびフーチングの左側部に集中し、この部分の損傷が著しいことから、排水工の不具合が劣化機構の促進要因となっていると考えられる。

3. 2 自然電位 表-1 は自然電位法の判定標準による分析結果である。フーチング側面の左、中と右における鉄筋の腐食性が全て大、フーチング上面では腐食性がやや大と軽微となっている。また、堅壁では腐食性がやや大、右では腐食性がなしということが分かった。すなわち、腐食性大と判定された箇所はいずれも露出部近傍で、その他の内部鉄筋の腐食は少ないと判定された。

3. 3 塩化物イオンの含量 フーチング側面左側の塩化物イオンの含有率は $0.0276\text{Kg}/\text{m}^3$ であり、右側では $0.038\text{Kg}/\text{m}^3$ 、堅壁が $0.023\text{Kg}/\text{m}^3$ である。今回の実験結果では、3箇所コアの塩化物イオンの含量は全て限界濃度の $1.2\text{Kg}/\text{m}^3$ よりかなり低いので、塩害による劣化可能性は小さいと考えられる。

4 おわり

本研究では、橋梁のひび割れなどの劣化現象及び各実験のデータの分析により、H橋の劣化機構はアルカリ骨材反応 (ASR) と凍害であり、橋面排水の不全がこれらの劣化機構を促進した結果、コンクリートの剥落、鉄筋の露出などが発生したとする複合劣化機構を解明した。また、中性化および塩害に関する劣化の可能性は少ないと考えられた。

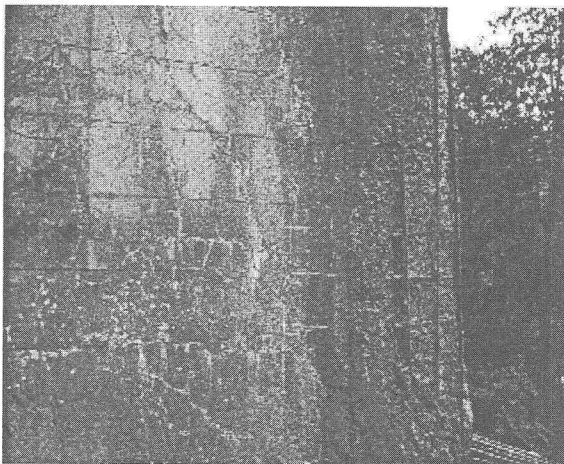


図-3 劣化現象

表-1 自然電位法による腐食判定

位 置			自然電位	腐食性
フーチング 側面	左	1	-412.3	大
		2	-499.3	大
	中	3	-367.4	大
		4	-381.9	大
	右	5	-350.3	大
フーチング 上面	左	6	-242.0	軽微
	中	7	-296.3	やや大
	右	8	-237.8	軽微
堅壁	左	9	-324.6	やや大
	中	10	-335.2	やや大
	右	11	-122.5	なし

謝辞：

点検データを引用させていただいた岐阜県道路維持課、(財)岐阜県建設研究センター、ならびに、資料のまとめに協力いただいた大日コンサルタント(株)に謝意を表します。

【参考文献】

- 1) コンクリート構造物の耐久性照査 pp11
- 2) 建設省土木研究所材料施工部コンクリート研究室・日本構造物診断技術協会：
コンクリート構造物健全度診断技術の開発に関する共同研究報告書、1998.3