

コンクリート構造物の外観目視評価と詳細調査結果の比較

芙蓉コンサルタント 法人会員○米澤貴司, 法人会員 徳永清昭, 正会員 須賀幸一
愛媛大学 正会員 森伸一郎

1. はじめに

橋梁などのコンクリート構造物を管理する地方自治体などでは、構造物の点検、診断データを基に、適切な時期に措置を講じるとともに、その記録を保存する「メンテナンスサイクル」を有効に機能させて、構造物の維持管理を進めている。合理的なコンクリート構造物の維持管理を継続していくためには、点検・診断の精度向上が重要である。補修、補強の措置が必要な構造物においては、詳細な点検調査（復元図作成、ひび割れ損傷図の作成、コンクリートの強度試験、中性化試験、塩化物イオン含有量試験、鉄筋の腐食状態の確認試験など多岐にわたる調査、試験）が実施され、データが蓄積されている。これらの詳細点検データを整理し、分析することは、近接目視が主体の点検による健全度判定（診断）の精度向上には欠かせない。即ち、コンクリート構造物の主な損傷要因である中性化、塩害、鉄筋腐食に関する詳細調査のデータを分析し、目視点検の結果と比較することにより、健全度判定の精度向上が期待される。本論文においては、既設橋梁のコンクリート部材(主桁、床版)における詳細調査データと近接目視における損傷度評価を比較し、その相関関係について報告するものである。

2. 詳細調査データと近接目視における損傷度評価の比較方法

(1) 既設橋の詳細調査データ

既設橋の詳細点検データの分析として橋梁（RC 橋（15）、鋼橋（5：床版）の 20 橋）の主桁、床版における詳細調査データ（中性化試験結果、塩分含有量試験、鉄筋腐食度調査）及び外観目視結果について分析を行った。

(2) 外観目視調査と詳細調査結果の比較方法

既設橋 20 橋の詳細調査により測定した中性化深さ、最大塩化物イオン含有量、鉄筋腐食度の実測データについて下記の表-1 にまとめる。外観目視評価は、内部鉄筋の腐食に起因し生じる可能性が高い「ひびわれ」、「剥離・鉄筋露出」に絞り、「愛媛県橋梁定期点検マニュアル(R4.8)」²⁾の損傷程度の評価要領に基づいて損傷程度の評価(a~e 判定)を(1~5)に数値化した。その値に基づき「ひびわれ」と「剥離・鉄筋露出」の最悪値を部材の外観目視評価とした。外観目視評価(1~5)を縦軸に、各種詳細調査結果(中性化深さ、最大塩化物イオン含有量、鉄筋腐食度)を横軸にとり、外観目視調査と詳細試験データをプロットし、その相関について検討する。

表-1 既設橋の外観目視と各種詳細調査実測データの集計表

橋梁名諸元				外観目視			鉄筋腐食度調査		中性化試験		塩分含有量試験	
No.	竣工年次 (西暦)	橋梁の 種類	部材名 (主桁・横 桁:G、床 版:S)	ひびわれ 損傷程度 (1~5)	剥離・鉄筋露出 損傷度 (1~5)	傷程度 最悪値 (1~5)	最小かぶり:C(m m)	判定 1:腐食なし 2:表面錆 3:腐食(一部孔食) 4:断面欠損	中性化進行深さ (mm)	中性化残りmm)	最大塩化物イオン 含有量(kg/m ³)	コンクリート中の 塩化物イオンの 種類と状況(推定)
1	1996	鋼橋	S	1	1	1	62.0	1	9.1	52.9	0.44	内在塩
2	1966	RC橋	G	1	1	1	36.0	1	23.4	12.6	0.02	内在塩
3	1967	RC橋	S	4	1	4	31.0	3	24.1	6.9	1.96	内在塩
4	1970	RC橋	G	4	3	4	33.0	2	23.7	9.3	4.09	内在塩
5	1970	鋼橋	S	3	1	3	36.0	2	24.7	11.3	2.04	内在塩
6	1973	RC橋	S	5	5	5	35.0	2	24.0	11.0	3.37	飛散塩分
7	1979	鋼橋	S	4	1	4	37.0	2	26.7	10.3	1.33	内在塩
8	1969	鋼橋	S	5	5	5	23.0	3	34.4	-11.4	1.70	内在塩
9	1992	鋼橋	S	4	0	4	29.0	1	26.0	3.0	0.13	内在塩
10	1960	RC橋	S	5	3	5	42.0	2	41.4	0.6	1.40	飛散塩分
11	1963	RC橋	G	5	5	5	32.0	2	40.6	-8.6	0.31	飛散塩分
12	1963	RC橋	S	1	1	1	44.0	1	9.9	34.1	0.08	内在塩
13	1967	RC橋	S	3	3	3	151.0	1	18.6	132.4	0.33	飛散塩分
14	1963	RC橋	S	1	4	4	39.0	1	11.8	27.2	0.24	内在塩
15	1956	RC橋	S	1	5	5	41.4	3	83.4	-42.0	6.96	飛散塩分
16	1964	RC橋	S	3	5	5	15.0	2	24.9	-9.9	4.01	内在塩
17	1964	RC橋	S	3	4	4	11.2	2	27.8	-16.6	2.39	内在塩
18	1964	RC橋	S	1	5	5	17.3	3	24.3	-7.0	0.33	内在塩
19	1931	RC橋	S	3	4	4	10.0	2	2.8	7.2	0.18	内在塩
20	1972	RC橋	S	3	4	4	22.3	2	26.6	-4.3	2.58	内在塩

3. 比較結果

(1) 外観目視評価と中性化残り深さ

外観目視評価と内部鉄筋までの中性化残り深さの関係性を図-1に示す。相関係数は-0.52と比較的高い負の相関を示す。

また、中性化残りが腐食発生限界値10mm以下となった橋梁は外観目視評価が概ね4以上なるなど妥当な結果を示す。

(2) 外観目視評価と最大塩化物イオン含有量

外観目視評価と最大塩化物イオン含有量の関係性を図-2に示す。相関係数は0.44とやや高い相関を示す。

腐食発生限界値 $1.2\text{kg}/\text{m}^3$ 以上の塩分量が検出された橋梁については、外観目視評価4以上であり、妥当な結果を示す一方、低い塩分量であっても外観目視評価が高い場合も見られた。これは、塩害以外の要因（例えば中性化）による損傷を示しているものと考えられる。

(3) 外観目視評価と鉄筋腐食度

外観目視評価と鉄筋腐食度との関係性を図-3に示す。相関係数は0.68とかなり高い相関があることがわかる。従って、簡易な非破壊調査等により鉄筋腐食度を推定することができれば、精度の高い点検・診断が可能となると考えられる。

4. まとめと今後の活用

本論文では、既設橋における詳細点検データと外観目視評価とを比較し、その関係性を分析した。中性化、塩分、鉄筋腐食それぞれに外観目視評価との相関関係があることが確認できた。特に鉄筋腐食度と外観目視評価との間には強い相関があり、簡易な非破壊調査において鉄筋腐食度を推定する手法の開発が望まれる。

今後はさらに詳細データの分析数を増やし、架設環境や条件を絞るなど行い、相関性の高いデータの分析を進め、今後の点検における健全度評価（診断）の精度向上に役立つ技術の開発を目指したい。

【参考文献】

- 1) 非破壊試験を用いた土木コンクリート構造物の健全度診断マニュアル、土木研究所
- 2) 愛媛県橋梁点検マニュアル（R4.8改訂）、愛媛県土木部

図-1 外観目視評価と中性化残り深さ

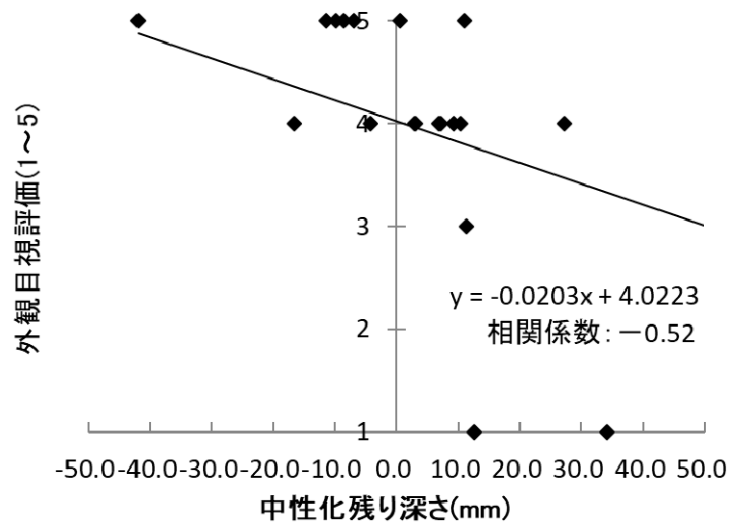


図-2 外観目視評価と最大塩化物イオン含有量

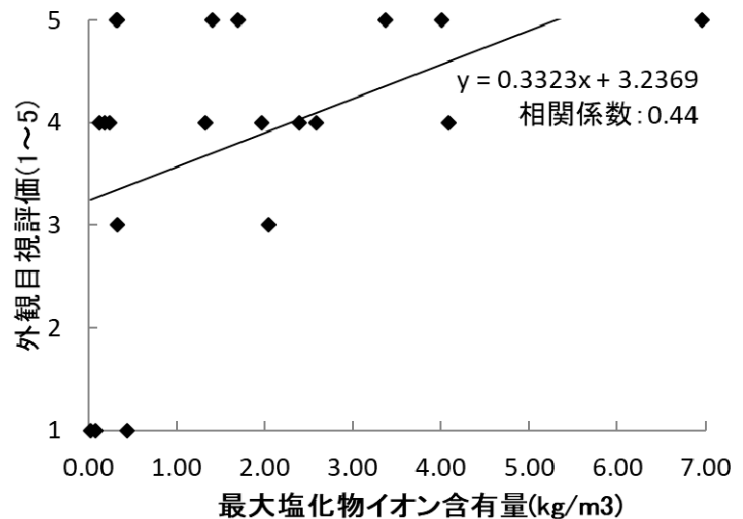


図-3 外観目視評価と鉄筋腐食評価

