

鉄筋コンクリート構造物の健全度評価手法に関する検討

首都高速道路公団
同

正会員 飯古 道則
正会員 ○田口 絢子

同 正会員 岡田 知朗

1. 目的

首都高速道路公団では、道路構造物を定期的に点検し補修・補強することで、その安全性の確保に努めてきた。しかしながら、一般的な点検だけでは損傷原因の特定や評価が困難で詳細な調査を必要とする損傷もみられ、そうした場合の詳細な調査内容の選定や健全度の評価手法については、個々の技術者の判断によっているのが現状である。ここでは、RC 橋脚のひび割れに着目した詳細な調査結果に基づく損傷要因の推定と健全度の評価手法について考察する。

2. 損傷原因の推定

今回対象とした RC 橋脚は、目視点検でそのひび割れの損傷原因度を特定し得なかった 8 基である。まず、損傷原因を特定するために、ひび割れの種類と特徴の整理を行った。表-1 に損傷要因推定のための基本表を示す。損傷タイプとして形状や外観のひび割れ発生パターンを整理し、損傷要因を A：材料、B：施工、C：環境条件、D：設計、E：他の 5 パターンとした。調査項目は基本・詳細・追加を設け、基本調査は損傷状況の確認、中性化深さの測定等、詳細調査は反応性骨材の調査、配合推定試験等、追加調査は残存膨張量試験、応力頻度測定、静的載荷試験とした。今回、目視点検を基に基本表を用いて損傷要因をあらかじめ推定し、基本調査は全橋脚を対象とし、詳細調査が必要と判断された 6 脚について反応性骨材の調査、配合推定試験、応力照査、レベル測量を選定して実施した。

3. 健全度の評価

評価方法は個々のカテゴリー（ひび割れ幅、ひび割れ位置、ひび割れ間隔、剥離・鉄筋露出、漏水、遊離石

表-1 損傷要因推定のための基本表

種類	部位	発生パターン	損傷要因																	
			A:材料		B:施工								C:環境条件		D:設計			E:他		
			材料	配合	鉄筋	型枠		コンクリート打設				養生	外部環境		荷重	設計	支持			
			反応性骨材の使用	水セメント比が大きい	かぶり厚さの不足	型枠の早期除去	支保工の沈下	運搬時間が長い	急速な打込み	不十分な締固め	不適切な打継ぎ処理	不十分な熱対策	不十分な養生	都市部(炭酸ガスの浸入)	海岸付近(飛来塩分の浸入)	設計荷重の超過	断面・鉄筋量の不足	構造物の不等沈下	伸縮装置等からの漏水	
ひび割れの損傷タイプ	梁	水平			◎				◎	◎	◎				◎	◎				
		鉛直			◎		◎					◎			◎	◎	◎	◎	◎	
	柱	斜め					◎					◎					◎	◎	◎	
		水平			◎				◎	◎	◎	◎			◎	◎	◎	◎	◎	
		鉛直			◎								◎		◎	◎				
	斜め										◎					◎	◎	◎		
	沓座	鉛直			◎		◎					◎			◎	◎	◎	◎		
全般	配筋に沿った亀甲	◎	◎	◎												◎	◎			
	部分的な網目状					◎		◎				◎	◎							
外観調査	全般	浮き・剥離		◎	◎						◎				◎	◎				◎
		遊離石灰			◎							◎					◎	◎		◎
		錆汁		◎	◎										◎	◎				◎
		鉄筋露出		◎	◎						◎				◎	◎				◎
		ポップアウト							◎	◎										
		変色			◎										◎	◎				◎
		変位・変形	◎	◎	◎												◎	◎	◎	
		ゲルの滲出	◎																	◎
基本調査項目			損傷状況の確認、中性化深さの測定、塩化物イオン含有量調査、ひび割れ変動調査、鉄筋腐食量、かぶり厚さ、配筋ピッチの測定																	
詳細調査項目			反応性骨材	配合推定試験	-											応力照査		レベル測量		-
追加調査項目			残存膨張量試験	-											応力頻度測定、静的載荷試験			-		

凡例) ◎:劣化要因としての可能性が高いもの

キーワード 鉄筋コンクリート構造物, 損傷要因推定, 健全度評価

連絡先 〒221-0044 横浜市東神奈川区東神奈川 1-3-4 首都高速道路公団神奈川管理局 TEL 045-451-7934

表－2 個別橋脚健全度評価基本表

評価項目		判定時		評価1（原因特定で詳細調査が不要なもの）						評価2（原因特定で詳細調査が必要なもの）						重み係数αの 設定				
		ランク	C		B3		B2		B1		C		B3		B2			B1		
			健全	定期監視	要対応		要対応		要対応		健全	定期監視	要対応		要対応			要対応		
					要監視	要補修	早期補修	要監視	要補修	早期補修			要監視	要補修	早期補修			要監視	要補修	早期補修
			配点範囲	5～4.0	4.0～3.0	3.0～2.5	2.5～2.0	2.0～1.0	5～4.0	4.0～3.0	3.0～2.5	2.5～2.0	2.0～1.0	5～4.0	4.0～3.0			3.0～2.5	2.5～2.0	2.0～1.0
PI値		4.0	3.0	2.5	2.0	1.0	4.0	3.0	2.5	2.0	1.0									
										</										

※重要部位とは、RC橋脚の隅角部、梁張出部付根、梁支間中央部、沓座周辺部、打継目部をいう。

※PI値の算出式は以下のとおり。

評価1

$$PI = (PI(1) \times \alpha(1) + \dots + PI(11) \times \alpha(11)) / (\alpha(1) + \dots + \alpha(11))$$

評価2(基本調査のみ)

$$PI = (PI(1) \times \alpha(1) + \dots + PI(17) \times \alpha(17)) / (\alpha(1) + \dots + \alpha(17))$$

評価2(基本調査+詳細調査)

$$PI = (PI(1) \times \alpha(1) + \dots + PI(24) \times \alpha(24)) / (\alpha(1) + \dots + \alpha(24))$$

表－3 健全度評価結果

判定 ランク	橋脚	対象 部位	健全度判定		ワースト No	今後の対応
			耐用性	耐久性		
B2	P-1	横梁	2.02	2.07	1	追加調査の実施
	P-2	横梁	2.04	2.29	2	追加調査の実施
	P-3	脚柱	2.52	2.15	3	補修実施(候補)
	P-4	脚柱	2.73	2.49	4	補修実施(候補)
B3	P-5	脚柱	2.73	2.52	5	要監視
	P-6	横梁	2.76	2.61	6	要監視
	P-7	横梁	2.77	2.76	7	要監視
	P-8	横梁	2.96	2.93	8	要監視

灰等)について各々評価点を求め、構造物(橋脚単体)としての評価点を算出した。調査結果(基本調査、詳細調査)を評価した各値には、それが耐用性、耐久性に及ぼす影響度を考慮した重み係数を設定し、健全度の総合的な評価点は、耐用性と耐久性の評価点のうち

低い方の値を用いている。表－2に個別橋脚健全度評価基本表を示す。損傷の判定ランクは4段階を設定し、B1ランク(評価値1.0～2.0):早期補修、B2ランク(2.0～2.5):要補修、B3ランク(2.5～3.0):要監視、Cランク(3.0～4.0):定期監視とした。また、表には管理する全てのRC橋脚に対応できるよう判定時に評価1(原因特定で詳細調査が不要なもの)、評価2(原因特定で詳細調査が必要なもの)を設けた。今回対象とした8基は全て損傷原因の推定で詳細調査が必要とされた橋脚であったため、評価2で判定した。今回対象とした8橋脚の評価点と判定結果を表－3に示す。8基のうちB2ランク:4基、B3ランク:4基であった。

今回実施した方法については、今後、評価項目、重み係数の値についてフォローアップし、より精度を高めていく予定である。

4. まとめ

各橋脚毎の調査結果をもとに、RC橋脚におけるひび割れの損傷度評価を行い、橋脚の健全度を把握するためのマネジメントシステムの基礎的な検討を行った。今後、対象橋脚を増やしつつ、健全度評価方法の見直しも行いながらその精度を高め、適切かつ効率的な維持管理手法の確立を目指したい。