

塩害で撤去されたコンクリート桁を用いた非破壊試験について

琉球大学研究生 正会員 ○本田博幸 琉球大学 正会員 下里哲弘
 (株)中央建設コンサルタント 正会員 砂川章次 琉球大学 正会員 有住康則

1. はじめに

本研究は、膨大な飛来塩分量、高温・多湿という鋼材腐食にとって厳しい環境である亜熱帯島嶼環境の沖縄において、その厳しい塩害環境下に約 40 年曝され、1)鉄筋腐食によるかぶりコンクリートの剥離、2)内部鉄筋の断面欠損、破断などの損傷を受け、撤去されたコンクリート桁（以下：RC 桁）を研究対象としている。本稿は、その撤去された RC 桁の材料試験、静的・疲労載荷試験および解体調査に先立ち、塩害により腐食した鉄筋による浮きなどのコンクリート内部欠陥を対象に非破壊試験^{1) 2)}を行い、各種の試験特性について確認した結果を報告する。

2. 調査概要

調査は、沖縄県本島の東海岸に位置し、撤去された A 橋（1972 年竣工、3 径間連続 5 主桁 RC T 桁橋、太平洋から約 200m）に対して、各種の非破壊試験を行った。写真-1～3 に調査橋梁の状況を示す。

1) 外観目視調査：実橋の損傷状況に対して、外観目視観察を行った。なお、それらの評価基準は参考文献 3) によった。2) 赤外線法：表面の温度差を検知可能な赤外線カメラで熱画像を撮影し、温度差を評価することで内部欠陥を検知した。3) 打音法：異常音を人の聴覚で記録する従来の方法と、コンクリートをハンマで打撃し、発生する打撃音をマイクロフォンで測定し、測定された打撃力や打撃音の比（部材厚）から内部欠陥を検知した。（図-1）4) 超音波法：コンクリートを透過する弾性波伝搬時間により内部欠陥を検出した。なお、それらの評価基準は参考文献 4) によった。5) 自然電位法：土木学会基準「コンクリート構造物における自然電位測定方法」（JSCE-E 601-2000）により測定を行った。6) 反発度法：テストハンマー（NSRⅢ型）を用いて反発度の測定を行った。JIS A 1155、JSCE-G 504-1999 と異なり、測定容易な反発度を利用し、打音法と同様に内部欠陥の検知が可能かどうか試験的に行った。なお、測定箇所ごとに、1 回のみ反発度を記録した。



写真-1. 撤去前状況



写真-2. 撤去作業状況



写真-3. 撤去後保管状況

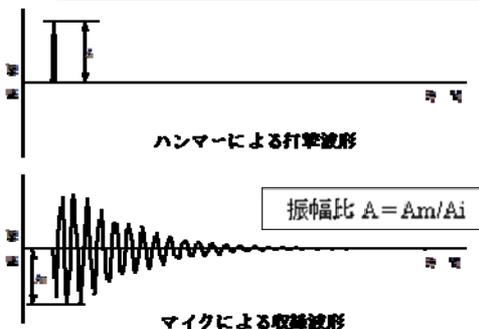
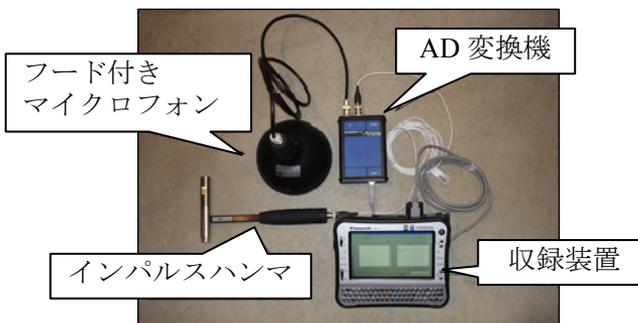


図-1. 打音法（インパルスハンマー）

キーワード：非破壊試験，飛来塩分，塩害，コンクリート桁，撤去桁

連絡先：〒903-0129 沖縄県中頭郡西原町字千原1番地 TEL:098-895-8641 FAX:098-895-8677

3. 調査結果

1) 外観目視調査：全ての主桁（写真-1, 3）主鉄筋のかぶりコンクリートの剥離による鉄筋の露出・スターラップの破断が確認でき、損傷状況に応じた判定区分は⑤³⁾と判定され、対策方針は安全確保のための早急な対策の実施と更新を含めた恒久対策検討が求められるグレードIV³⁾に分類される。

2) 赤外線法：写真-4, 5に赤外線法による熱画像（写真左）、従来の打音法により検知した内部欠陥範囲（写真右着色部）を示す。両調査の検知範囲はよく一致しており、G4桁（起点海側）は写真-3（写真右）からも判るとおり、桁撤去時の切断面から目視にて確認可能な浮きの範囲とよく一致している。

3) 打音法（インパルスハンマー）：鉄筋位置を基本とし100mm程度以下の格子状に測定点を設定し、計測した結果を表-1, 2に示す。なお、写真-4, 5（写真右）の赤線は鉄筋位置を示す。この結果から、主桁部材厚 350mm と計測値はあまり一致しておらず、これは従来の打音法や赤外線法で検知できない内部欠陥が全体的に存在する可能性を示している。また、赤外線法にて検知した内部欠陥範囲は、表-1 から表面付近の浮きの範囲とよく一致しており、表-2 では2~4列は内部欠陥の境界付近であるため計測値の傾向が異なるが、G, H行ではよく一致している。ただし、それ以外の自由端近傍は振動しやすいため、計測値が200mm程度以下で部材厚より小さく評価されている。

4) 超音波法：超音波法の結果を表-3に示す。表面コンクリートの状態から赤外線法で得られた内部欠陥範囲の測定ができなかったが、計測可能な範囲では、1ヶ所を除き3.7km/s以上であり、コンクリート品質として「良」⁴⁾である。これは打音法（インパルスハンマー）との計測結果と異なる傾向を示している。

5) 自然電位法、反発度法：自然電位法は-250mv vs cse程度の計測値であり、鉄筋腐食の可能性が「不確定」で、試験的に行った反発度法は内部欠陥を示す顕著な傾向は見受けられなかった。

4. まとめ

本研究から得られた結果を以下にまとめる。

- 1) 赤外線法、従来の打音法および打音法（インパルスハンマー）では比較的、表面付近の内部欠陥が精度よく検知可能である。
- 2) ただし、打音法（インパルスハンマー）と超音波法では調査結果の傾向が異なり、自然電位法の結果とあわせて、今後、解体調査を行い、内部状況の確認後、評価が必要である。

参考文献

- 1) 本田, 下里, 有住, 他: 塩害で撤去されたコンクリート桁の劣化度調査(その1), 土木学会西部支部沖繩会第1回技術研究発表会, 2011.10
- 2) 本田, 下里, 有住, 他: 塩害で撤去されたコンクリート桁の劣化度調査(その2), 土木学会西部支部沖繩会第1回技術研究発表会, 2011.10
- 3) 塩害橋梁維持管理マニュアル(案), 橋梁塩害対策検討委員会, 2008.4
- 4) 日本コンクリート工学協会: コンクリートの非破壊試験法, 研究委員会報告書, 1992

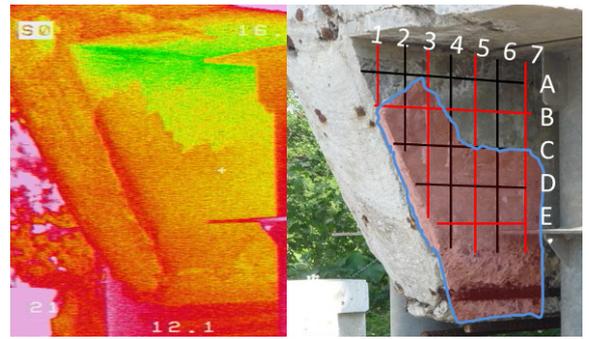


写真-4. G4桁（起点海側）

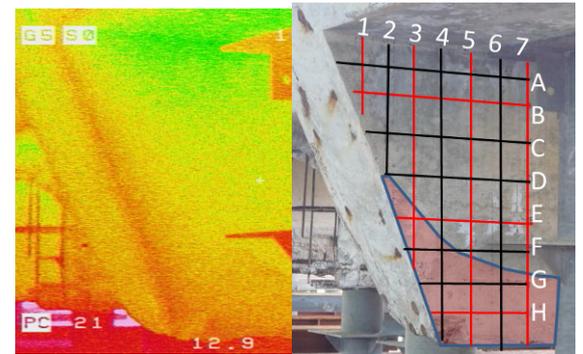


写真-5. G4桁（終点山側）

表-1. 打音法（G4桁（起点海側））

	部材厚						
	単位(mm)						
	1	2	3	4	5	6	7
A	203	274	256	212	223	189	218
B	-	19	18	170	211	156	153
C	-	21	22	19	144	135	194
D	-	-	-	26	50	28	25
E	-	-	-	52	50	48	33

表-2. 打音法（G4桁（終点山側））

	部材厚						
	単位(mm)						
	1	2	3	4	5	6	7
A	175	159	179	197	210	235	266
B	148	166	161	165	168	172	234
C	--	142	170	176	169	207	252
D	--	142	168	168	209	243	206
E	--	--	130	171	182	229	212
F	--	--	161	163	146	214	241
G	--	--	--	140	79	49	39
H	--	--	--	87	71	-	52

表-3. 超音波法（G4桁（終点山側））

	超音波伝搬速度						
	単位(km/s)						
	1	2	3	4	5	6	7
A	4.0	4.0	-	4.0	3.8	-	3.8
B	4.0	4.2	4.0	4.1	4.0	3.9	4.0
C	--	3.7	4.0	4.0	4.1	4.3	4.3
D	--	3.6	3.9	4.0	4.1	4.3	4.4
E	--	--	4.1	4.1	4.3	4.2	4.5
F	--	--	-	-	-	-	-
G	--	--	--	-	-	-	-
H	--	--	--	-	-	-	-