

衝撃弾性波によるRC中空床版橋の現況評価

(株)フジエンジニアリング 正会員 ○元井邦彦

(株)フジエンジニアリング 村山康雄

株式会社 富士技建 フェロー 石崎 茂

金沢工業大学環境・建築学部 正会員 宮里心一

西日本高速道路(株) 正会員 松田哲夫

1. はじめに

本対象橋梁は4径間連続のRC中空床版橋であり、現在供用後約32年が経過している。供用開始15年以降、コンクリート構造物の代表的な劣化現象である白華現象、中性化、塩害ならびにアルカリ骨材反応等に着目した継続的な詳細調査を実施するとともに、ポットホールや陥没などの舗装劣化が頻繁に発生したため、スチールファイバー混入の上面増厚対策工を実施した経緯がある。その後の舗装劣化の再発に対しても詳細調査を継続し、その結果マクロセル腐食が主要因と判定された。そこで、この劣化に対して、劣化コンクリートをウォータージェット（以下WJと略す）により全て撤去し、新規コンクリートに打ち替える補修工事を実施するに到った。本補修工事に際しては、現状構造物のコンクリートの劣化程度や範囲を評価する事前調査と補修工事前の静的載荷試験、さらに補修効果確認を目的とした補修後の静的載荷試験を実施している。事前調査工は、コンクリートの物性値をコア採取、鉄筋状況を部分ハツリによる目視観察により行なった。しかし、コンクリートの浮き、剥れ、ボイド深さ測定は、既設増厚コンクリートにスチールファイバーが混入されており、電磁波による調査が不可能なため、衝撃弾性波を適用して行ない、劣化部を評価することとした。本報告は、この事前調査工の内、特に、衝撃弾性波法による劣化部の範囲特定結果について述べたものである。

2. 衝撃弾性波を用いた内部診断結果

衝撃弾性波測定(Concrete Thickness Measurement : CTM)は、舗装表面に加速度計を設置し、その近傍にハンマー打撃により衝撃波を入力し、コンクリート内部の水平クラックやボイド境界面での反射波を検出することによりコンクリート内部の診断を行なうものである。図-1に測定位置図と図-2に測定結果を示す。図-2に示す舗装上面からの反射波は最も浅い箇所でも178mmに出現し、設計ボイド深さ225mmに比べて全体的にCTM測定結果が20～50mm浅い結果となった。一方、劣化程度の把握を目的とした鉄筋状況観察、コンクリート物性確認用のコア採取、既設舗装切削深さ確認用のコア採取結果を総合的に判断すると、ボイド深さよりも主版コンクリート内部に水平クラックや剥れが全体的に発生していることを確認した。この水平

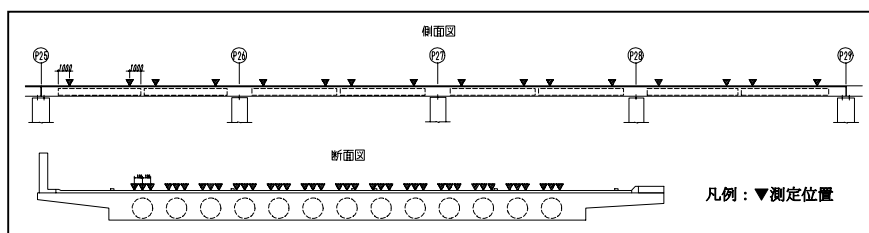


図-1 CTM測定位置図

単位:mm																		
			P25	P26		P27		P28		P29								
本線	追越車線	S13	183	195	187	189	194	186	186	187	191	186	183	185	193	183	182	182
		S12	185	187	192	191	187	189	187	193	198	182	185	188	188	182	196	192
	走行車線	S11	197	192	200	187	188	190	184	190	200	202	178	178	190	186	196	188
		S10	194	189	185	185	194	188	183	185	181	190	184	195	183	191	195	190
		S9	193	193	189	181	200	195	184	189	187	200	195	195	189	188	186	191
		S8	195	189	189	183	194	192	188	189	195	203	185	183	188	188	186	185
ONランプ	追越車線	S7	188	194	192	194	184	183	203	204	202	200	187	200	201	194	183	182
		S6	194	186	195	185	188	189	196	204	195	189	187	196	188	196	182	183
		S5	187	184	192	187	182	188	186	189	185	184	197	197	198	183	200	186
		S4	195	187	187	200	196	192	193	190	189	181	188	200	182	186	187	187
	走行車線	S3	181	185	188	190	189	188	192	190	189	192	185	202	189	185	204	200
		S2	188	190	193	200	190	198	183	182	186	182	198	202	187	200	204	190
		S1	185	189	195	200	188	183	187	183	186	185	202	201	187	181	201	190

:200～210mm

:190～200mm

:180～190mm

:170～180mm

200～210mm
 190～200mm
 180～190mm
 170～180mm

図-2 CTM測定結果

クラックの深度とCTM結果がほぼ一致しており、測定した反射波はこれら水平クラック部で反射であると推定で
 キーワード：衝撃弾性波、ウォータージェット、非破壊検査手法、断面修復、RC中空床版橋
 連絡先：〒532-0002 大阪市淀川区東三国 5-5-28, Tel 06-6350-6130, Fax 06-6350-6140

きる。さらに、これらの結果に対して、橋梁全体から3箇所を選定し、部分的なハツリ調査によるボイド深さ確認を行った結果、主鉄筋位置ならびに中空床版内ボイドはほぼ設計とおりであることを確認した。このCTM測定結果とボイド深さ確認結果から、水平クラックと剥れ発生位置がボイドと接近していると想定できることから、劣化部分のコンクリートを全て撤去するとの基本方針であったボイド形状を残すことは困難となり、新たな補修施工ならびに全体工程管理への検討を提案することにした。

3. WJ ハツリ後の測量結果との比較

補修工事のWJハツリ時に主版上面コンクリートの状況確認と、品質確認の一環としてWJハツリ完了後に主鉄筋位置やハツリ深さ、ボイド天端の測量を実施し、CTM測定結果との比較検証を行った。WJハツリ完了後の測量結果においても全ボイドに異常な浮き上がりや鉄筋かぶりの異常は確認されなかったが、コンクリート断面内に写真-1に示す水平クラックを確認した。

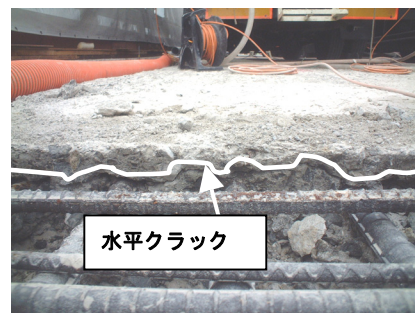


写真-1 WJ ハツリ止端部状況

WJはつり完了後の測量結果とCTM

測定結果の比較評価を表-1に示す。

表中の○印はボイド天端測量結果とCTMによる反射波が10mm未満とほぼ等しい値となった個所を示し、所定の高さとかぶりを有し、健全であると判断した。一方、△印は既設主版上面の主鉄筋位置とCTMによる反射波が10mm未満とほぼ等しい個所を示し、写真-1に代表される水平クラック発生箇所と評価して劣化部と判断した。また、▲印はその中間を示すものと判断した。

表-1 測量結果とCTM測定結果の比較

ボイド番号	S25			S26			S27			S28			P29
	P25	和歌山側	大阪側	P26	和歌山側	大阪側	P27	和歌山側	大阪側	P28	和歌山側	大阪側	
1		△	○		▲	▲		△	○		▲	▲	
2		▲	○		▲	○		▲	○		▲	○	
3		▲	○		▲	○		▲	○		○	○	
4		▲	○		▲	○		▲	○		○	▲	
5		▲	△		△	▲		△	△		○	▲	
6		▲	△		△	▲		△	▲		▲	△	
7		▲	▲		△	○		△	○		▲	△	
8		▲	△		△	▲		▲	▲		▲	△	
9		△	△		○	▲		△	○		▲	△	
10		△	△		○	▲		○	○		▲	▲	
11		△	△		▲	○		○	○		○	△	
12		△	▲		○	○		▲	▲		▲	▲	
13		△	△		▲	▲		▲	▲		▲	▲	

全体判定結果)	▲: 47/104ボイド	45%
	△: 28/104ボイド	27%
	○: 29/104ボイド	28%

したがって、表-1より、本対象径間は、CTMによる非破壊検査結果との比較において全体の28%（○印）は水平クラックや剥離が認められない健全な断面であり、全体の27%（△印）では鉄筋位置にCTMによる反射波が確認できることから、劣化部と評価した。また、残りの45%（▲印）は、剥離発生位置が鉄筋よりさらに深い位置に発生している劣化部と評価した。

4. まとめ

現状コンクリート構造物の評価を目的として実施したCTM結果から、しゅん工図に比べてボイドが若干浅い傾向を示したが、写真-1に示す補修WJ施工中の観察結果ならびに鉄筋状況確認等の事前調査工と一致していた。したがって、CTMによる反射波は、主版コンクリート全体の72%に水平クラックや剥れの発生を検出したものといえる。この水平クラックや剥れ要因の一つは、車輛走行位置等の影響により劣化厚さが異なり、既設床版増厚コンクリートの不均一となり、主鉄筋以深にまで達している部位を多く確認した点が挙げられる。設計断面では主鉄筋上面から20mmで新旧コンクリートを打継ぐよう計画されているが、平成5年当時の上面増厚補修工事においてはコンクリートの劣化部位をブレーカーにより撤去しているものと想定すると新旧打継目以深の旧コンクリート内部にマイクロクラックを多く発生させた可能性も窺われる。さらに、主版コンクリートは内在塩分量の多い海砂や反応性骨材の使用も確認されていることから、部分的なマクロセル腐食が進行し、内部に水平クラックや剥れ現象が多く発生している要因が付加されているものと考えられる。

5. おわりに

本補修工事の当初設計では、ボイド深さまで劣化が進展していないものと予測していたが、今回のCTM測定からボイド深さ近傍まで水平クラックや剥れが発生していることが判明した。この結果に基づき施工方法の見直しを行ない、ロス無く合理的に補修工事が完了したのと考えられる。今後、補修工事計画時においては劣化範囲と程度の評価を本手法により行なうことにより、合理的かつ経済的な施工への活用が可能となると考える。