

衝撃弾性波法によるひび割れ補修結果の評価方法の検討

リック(株) 正会員 岩野 聡史
(独) 土木研究所 正会員 森濱 和正

1. はじめに

コンクリート構造物の維持管理対策として、様々な工法による補修が実施されている。補修はコンクリートの劣化進行を抑制すること等を目的とした対策であることから、コンクリート構造物の維持管理において、必要不可欠な手段であると考えられる。しかし、実際の補修施工が計画通りに実施されなければ、維持管理対策として不十分となることから、補修結果を評価し、確認することは有効であると考えられる。今回は、注入工法によるひび割れ補修において、目視では確認できないコンクリート内部の充填状況を非破壊試験である衝撃弾性波法により確認する方法について、実物大の供試体に発生したひび割れを利用して実験した。

2. 実験内容

2. 1 実験方法

供試体のひび割れ状況を写真1に示す。ボックスカルバート状の供試体で、幅4100mm×高さ1950mm×厚さ600mmの壁部に発生したひび割れを実験対象とした。ひび割れは壁の下端から上端まで発生し、表面での幅は最大で0.25mmであった。このひび割れに対して、補修の実施前後に「2. 2」に示す衝撃弾性波法による測定を実施し、補修前後での測定結果の比較、および、健全部での測定結果との比較を行った。これらの比較結果とコアを採取して目視で確認したひび割れの充填状況から、ひび割れ補修結果の確認方法について検討した。衝撃弾性波法による測定点は注入位置、注入位置から上側に55mm, 150mm, 285mm, 335mm, 注入位置から下側に50mm, 100mm, 158mm, 255mm, 以上の9点である。コア採取は3本として、衝撃弾性波法による全9測点中6測点を目視で確認した。

なお、ひび割れの補修方法は注入工法とし、図1に示すとおり、1箇所のみからの注入とした。注入材料は円状に充填されることから、注入口から離間した位置では、表面のみが充填され内部は未充填となる。この様な、目視では確認できない内部の充填状況の確認方法を実験目的とした。

2. 2 測定内容

測定状況を写真2に示す。コンクリート表面に加速度計を200mm間隔でひび割れ部を挟んで2点設置し、鋼球打撃により発生するレイリー波の到達時間差を測定し、速度を測定した。到達時間差は2点の加速度計の測定波形での相互相関関数から求めた。サンプリング間隔は0.5マイクロ秒である。測定に使用した鋼球は直径5mm, 10mm, 20mm, 30mmとし、1測定点で3回測定し、平均値を測定値とした。

3. 測定結果

測定波形の例を図2に、相互相関関数の測定によるレイリー波速度の測定例を図3に示す。相互相関関数で相関係数が卓越する時間差をレイリー波の到達時間差として速度を決定した。図3では測定位置：注入位置、測定位置：注入位置から下側に158mmとも補修前の速度は1200m/s程度であるが、補修後の速度は

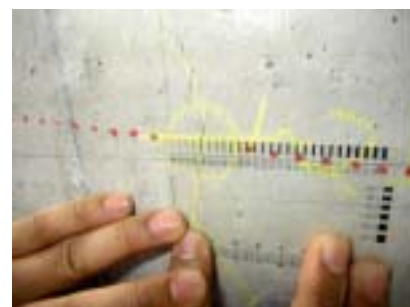


写真1 供試体ひび割れ状況

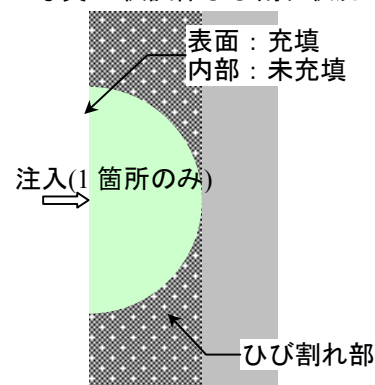


図1 ひび割れ注入状況



写真2 レイリー波速度測定状況

キーワード：非破壊検査, 衝撃弾性波法, ひび割れ補修, レイリー波速度

連絡先：〒143-0015 東京都大田区大森西 1-19-1 TEL 03-5762-2058 FAX 03-3765-5190 E-mail siwano@ri-k.co.jp

1878m/s, 1476m/s と測定位置によって異なることが分かる。

レイリー波速度の測定結果について、補修前後での比較、健全部での測定結果との比較、これらとコアを採取して目視で確認したひび割れの充填状況との比較を表1、図4に示す。以下の傾向が確認された。

- ①鋼球 5mm では、表面、内部とも充填されていない未充填の位置（上側 335mm）であっても、レイリー波速度が健全部と同等となるなど、充填状況による測定結果の変化は確認されなかった。
- ②鋼球 10mm, 鋼球 20mm では表面が充填され内部が充填されていない内部未充填の位置（上側 150mm, 下側 158mm）であっても、レイリー波速度の補修前後での比率（補修後／補修前）、健全部との比率（補修後／健全部）は、完全に充填された位置と同様である。
- ③鋼球 30mm では、補修前後の比率は、未充填の位置では0.95, 内部未充填の位置では1.25程度、完全に充填された位置では1.37以上となり、また、健全部との比率は、未充填の位置では0.75, 内部未充填の0.92程度、完全に充填された位置では0.95以上となり、充填状況によって異なる測定結果となった。

一般に水面の波は水深に対して波長が長い場合には、速さは水深の平方根に比例するが、これと同様に、鋼球直径 30mm と波長を長くしたことにより、レイリー波速度が未充填箇所までの深さ（未充填箇所の有無）によって変化した可能性が考えられる。以上より、直径 30mm の鋼球により測定したレイリー波の速度を、補修の前後および健全部での測定結果と比較すれば、内部を含めた充填状況を確認できるものと期待される。

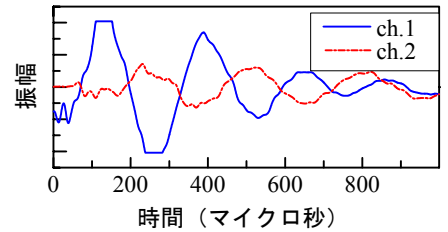


図2 測定波形例（注入位置、補修前）

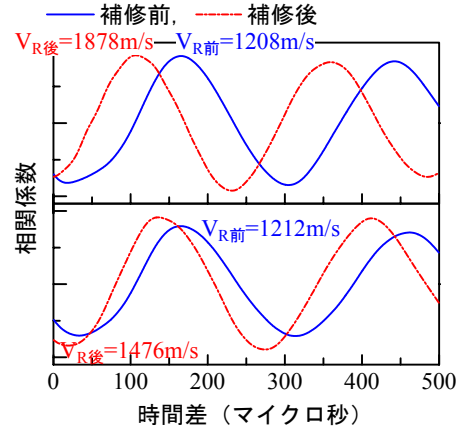


図3 鋼球30mmでの相互相関数測定例（上図：注入位置、下図：下側158mm）

表1 レイリー波速度測定結果とコア採取結果の比較

測定項目		コア採取結果	レイリー波速度測定結果							
厚壁 測定位置			補修後速度／補修前速度				補修後速度／健全部速度			
方向	距離 (mm)		鋼球 5mm	鋼球 10mm	鋼球 20mm	鋼球 30mm	鋼球 5mm	鋼球 10mm	鋼球 20mm	鋼球 30mm
上側	335	—	1.07	1.06	1.04	1.07	1.06	0.94	0.83	0.84
	285	未充填	1.07	0.94	1.08	0.95	1.05	0.84	0.87	0.75
	150	充填, 内部ジャンカ	1.06	1.18	1.37	1.28	1.05	1.07	1.00	0.92
	55	—	1.13	1.18	1.42	1.34	1.01	1.03	1.07	1.03
注入位置	0	完全充填	1.14	1.22	1.28	1.55	1.12	1.15	1.14	1.16
下側	50	完全充填	1.12	1.20	1.19	1.37	1.08	1.10	1.00	0.95
	100	完全充填	1.12	1.16	1.42	1.53	1.08	1.07	1.00	0.96
	158	内部未充填	1.17	1.27	1.20	1.22	1.10	1.09	1.02	0.91
	255	—	0.91	0.86	1.11	1.14	0.89	0.87	0.75	0.82

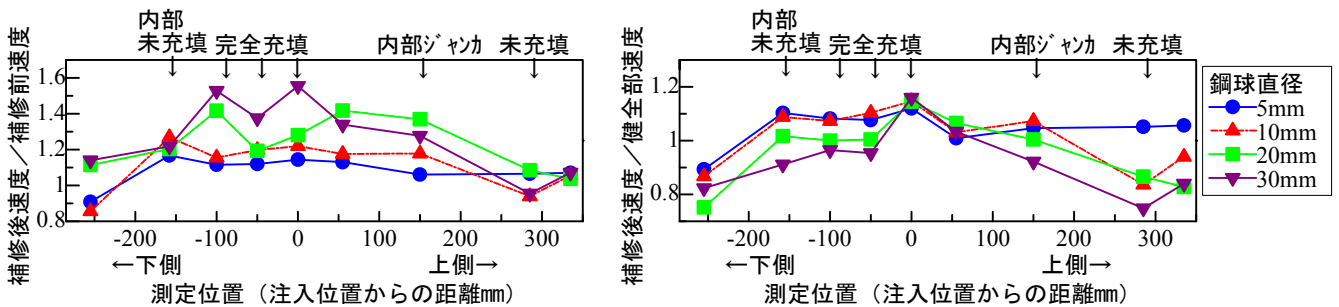


図4 レイリー波速度測定結果とコア採取結果の比較

4. まとめ

注入工法によるひび割れ補修において、目視では確認できないコンクリート内部の充填状況を衝撃弾性波法により確認する方法について実験した。その結果、直径 30mm の鋼球により測定したレイリー波の速度は、内部の未充填箇所の有無など充填状況によって異なる結果となることから、補修の前後および健全部での測定結果との比較により、内部を含めた充填状況を確認できるものと期待される。今後は、対象とするひび割れの深さと適用できる鋼球直径との関係や、未充填箇所までの深さとレイリー波速度との関係などについて実験する。