

衝撃弾性波法による鋼板とコンクリート間の接着剥離箇所の評価

立命館大学 学生会員 ○康田 雄太
立命館大学 正会員 川崎 佑磨
立命館大学 正会員 伊津野 和行

1. はじめに

1995年の兵庫県南部地震では、多数の橋梁に甚大な被害を受けた。それに伴い、多くの橋脚に耐震補強が施された。補強工法としてRC巻き立て工法、鋼板巻き立て工法および炭素繊維巻き立て工法などが代表的なものとして挙げられる。既設RC橋脚の耐震性を向上させるための有効な方策として、鋼板巻き立て工法による補強が多く実施されている¹⁾。しかし、近年では、鋼板巻き立て工法が施された橋脚において、鋼板とコンクリート間で腐食が発生している事例も報告されている²⁾。このように、経年劣化や地震動による影響から、内部に劣化や腐食が生じた場合、鋼板とコンクリート間の接着状態を外部から把握することは困難である。

そこで本研究では、非破壊試験法の衝撃弾性波法を用いて、鋼板とコンクリート間の接着剥離面積が弾性波の諸特性に与える影響について確認した。

2. 実験概要

2.1 供試体

本研究では鋼板巻き立て工法を想定した供試体を作製し、鋼板とコンクリート間に空洞を設けた。コンクリート供試体(900×900×300mm)を作製し、鋼板(800×800×9mm)を表面と裏面の2面に接着させた。供試体の種類は健全タイプ(S)、剥離タイプ(del)の2タイプとした。鋼板を400×400mmに4分割して計測を

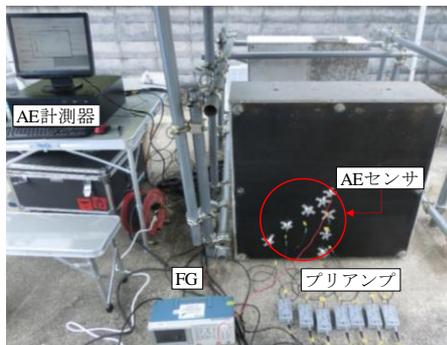


写真-1 実験状況

行った。その4分割された断面の中心に、面積の異なるアクリル枠をエポキシ樹脂層(コンクリートと鋼板の間)に設置して空洞を模擬した。空洞の大きさは表-1に示す。

2.2 測定方法

衝撃弾性波法の実験状況を写真-1に、AEセンサの配置位置を図-1に示す。1つの検査領域(400×400mm)内で、AEセンサの励起点は供試体中央、計測センサは空洞を通る直線状と健全部を通る直線状に配置させ、励起点から等距離の位置に対応するセンサを配置した。本実験では各AEセンサの弾性波初動部到達時間を明確にするため、TRAモードという計測方法で実験を行った。TRAモードとは、励起点から一番近いAEセンサが弾性波を検知すると同時に、その他のAEセンサの計測を開始する計測方法である。本研究では物理的な衝撃を与えず、ファンクションジェネレータによる励起を採用した。励起させる弾性波は、振幅値2.5V、周波数50kHzの正弦波で1波長とした。

表-1 空洞の大きさ

空洞箇所	高さ (mm)	幅 (mm)	割合
検査断面	400	400	100%
del.1	100	20	1%
del.2	100	40	3%
del.3	100	80	5%
del.4	100	160	10%

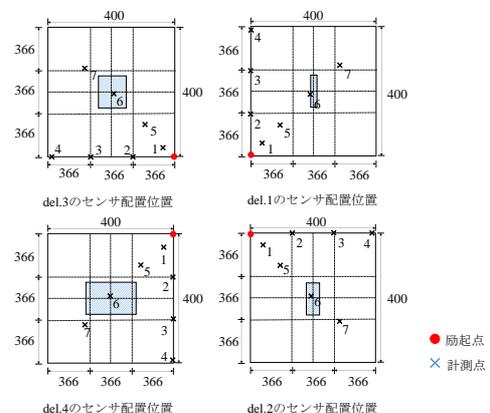


図-1 各検査領域のセンサ配置位置

キーワード 非破壊試験, 衝撃弾性波法, 鋼板巻き立て工法, 周波数解析

連絡先 〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1 インフラマテリアル研究室 TEL077-561-2666

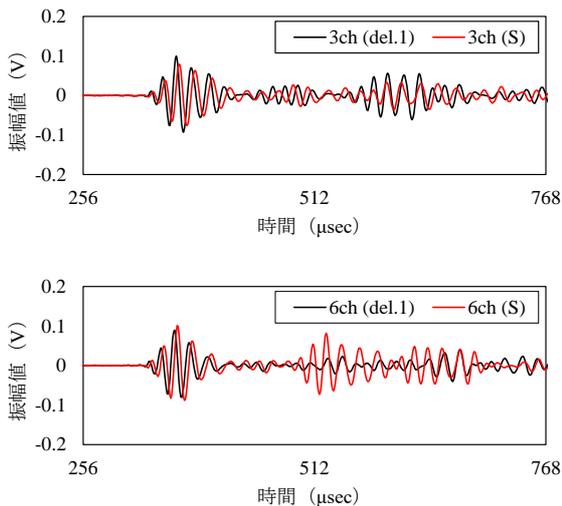


図-2 del.1 の 3ch と 6ch の検出波形

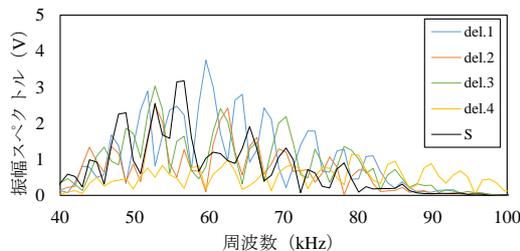


図-3 各供試体の 3ch の振幅スペクトル

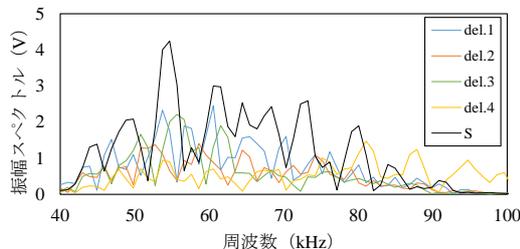


図-4 各供試体の 6ch の振幅スペクトル

3. 実験結果

3. 1 検出波形の比較

励起点から等距離の位置にあるセンサの検出波形について比較した。図-2 は、一例として、検査領域 del.1 の 3ch および 6ch の検出波形を示している。図-2 の健全タイプと剥離タイプの検出波形の第 1 波は大きな変化がなく、第 2 波は健全タイプと剥離タイプに相違が確認された。3ch の検出波形の第 2 波は剥離タイプの振幅値が大きくなっている。これは空洞による反射により第 2 波が大きくなったと考えられる。6ch の剥離タイプと健全タイプの検出波形の第 2 波に相違が確認された。これは、樹脂層で増幅される波の影響により、剥離タイプの検出波形の第 2 波が小さくなったと考えられる。6ch は空洞直上に配置しているため、樹脂層の波が 6ch に伝達されにくいと推測した。

3. 2 周波数解析による評価

周波数解析では、代表波形に対して、フーリエスペクトル解析を行い、その波形の周波数特性について検討した。入力波形の周波数 50kHz に近い領域における卓越周波数を比較した。各供試体の 3ch および 6ch のフーリエ解析した振幅スペクトルを図-3 および図-4 に示す。健全周辺 3ch と空洞周辺 6ch の振幅スペクトルを比較すると、健全周辺 3ch では、50~100kHz 周辺で剥離タイプの振幅スペクトルが高くなっている。これは空洞の反射波による干渉の影響により、剥離タイプの振幅スペクトルが高くなっていると考えられる。空洞周

辺 6ch では、健全タイプの振幅スペクトルが高くなっている。空洞周辺は弾性波が伝搬しにくいとため、空洞直上にある 6ch の振幅スペクトルが低くなったと考えられる。また、伝搬経路は明確になっていない点もあるため、数値解析などで確認する予定である。

4. まとめ

衝撃弾性波を用いて鋼板とコンクリート間の空洞箇所の評価の可能性について検証した。得られた結果を以下に示す。

- (1) 剥離タイプと健全タイプの検出波形の第 2 波に相違が確認された。これは、空洞の反射が原因ではないかと考えている。すなわち、検出波形の第 2 波により、欠陥部を評価できると考えた。
- (2) 空洞の反射によって振幅スペクトルが高くなると示唆した。しかし、空洞の大小による変化が見られなかったため、今後、励起波の周波数や励起方法を変更して検討する予定である。

参考文献

- 1) 鈴木直人, 幸左賢二, 藤井康男, 澤田吉孝: 鋼板巻き立て補強橋脚の変形性能に関する検討, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.21, No.3, 1999.
- 2) 岡本典之, 斎藤博行, 知崎桂三, 富松泰秀: 報告 震災を受けた補強済橋脚の鋼板撤去調査, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.21, No.3, pp.1363-1368, 1999.