

建設後 56 年経過した RCT 桁橋における直交・斜交法による高密度超音波測定

愛媛大学 学生会員 ○長井春希 愛媛大学 正会員 森伸一郎 愛媛大学 学生会員 三浦夢乃
芙蓉コンサルタント 法人会員 徳永清昭 正会員 須賀幸一 愛媛大学 正会員 中畑和之

1. はじめに

超音波試験は、コンクリート内部にあるひび割れ・空洞・他の欠陥を検出でき¹⁾、見かけの伝播速度は低くなる²⁾ために、超音波測定の方法論開発は、相補的な損傷評価を可能とする。直交斜交法による超音波測定は、不可視損傷の検出・評価や補修効果の検証に有効である^{3,4)}が実橋梁を高密度に超音波測定して定量的に評価している事例は少ない。そこで、愛媛県にある建設後 56 年経過した RCT 桁橋を対象に超音波測定を実施し、その方法と結果について報告する。

2. 橋梁の概要

愛媛県松山市にある橋梁で、1966 年に架設された RCT 桁橋で建設後 56 年が経過している。(2022 年測

定実施)旧橋に拡幅部が増設されているが拡幅部の建設年は不明である。橋長は旧橋 8.6 m, 拡幅部 9.0 m である。図-1 に側面図および主桁のひび割れ展開図と超音波測定点を示す。主桁は下流側(図上側)から G1~G7 で 7 本あり、G1, G2 は拡幅部、G3~G7 は旧橋である。

3. 超音波測定の方法

超音波測定は直交斜交法^{3,4)}で実施した。測定には超音波測定器 ESI-10 (東横エルメス製)を用いた。この装置は、発信器から出た超音波が受信器に到達するまでの伝播時間を 1 秒間に 10 回測定し、その平均を 1 秒ごとに表示する。測定条件は、発信器のパルス電圧を高い 1.0 kV とし、受信感度は最高の 0.5 とした。測定点は水平方向におおよそ 50 cm 間隔であり、鉛直方向には下縁から 6 cm を L 測線、22 cm を U 測線とした。ひび割れの状況に応じて間隔を狭めた。各点、原則 3 回測定し、3 個の伝播時間の平均を各点の伝播時間とし、伝播速度を求めた。

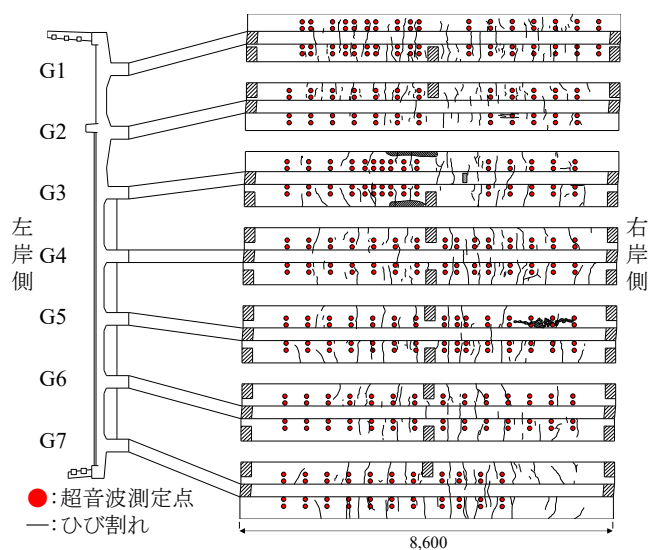


図-1 主桁のひび割れ展開図と超音波測定点

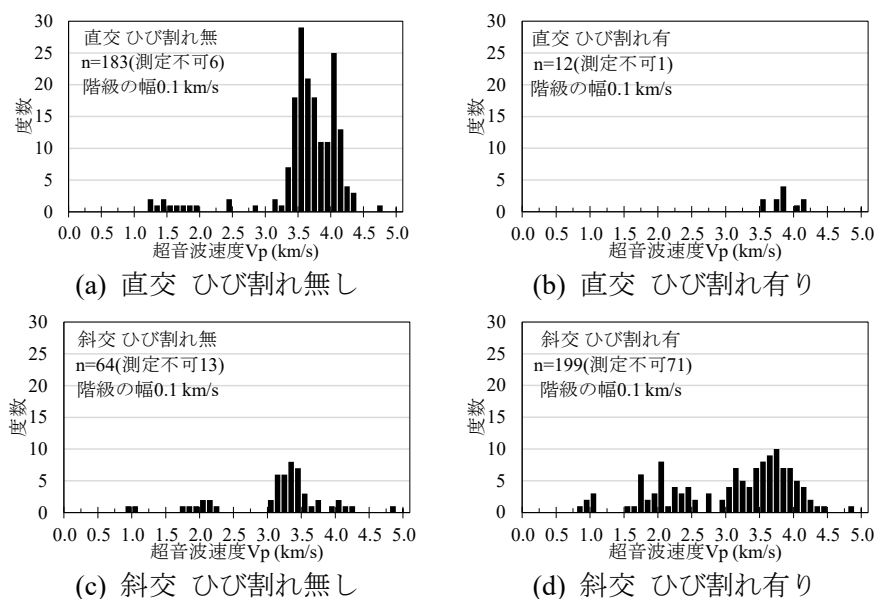


図-2 直交斜交・ひび割れ有無の場合分けヒストグラム

表-1 超音波速度 (Vp) の基本統計量

ひび割れ	直交		斜交	
	無し	有り	無し	有り
平均(km/s)	3.617	3.845	3.147	3.072
標準偏差(km/s)	0.595	0.191	0.769	0.905
中央値(km/s)	3.684	3.839	3.350	3.361
サンプル数	183	12	64	199
(測定不可)	(6)	(1)	(13)	(71)

キーワード 超音波, ひびわれ, 鉄筋コンクリート, 橋梁

連絡先 〒790-8577 愛媛県松山市文京町3 工学部2号館503

理工学研究科 構造数理工学研究室 長井春希 Mail:nagai.haruki.18@cee.ehime-u.ac.jp

4. 超音波測定の結果

4. 1 超音波速度 (V_p) の分布

図-2 に V_p のヒストグラムを示す。また、表-1 に基本統計量を示す。平均値は直交（ひび割れ無）で 3.617 km/s、直交（有）で 3.845 km/s、斜交（無）で 3.147 km/s、斜交（有）で 3.072 km/s であった。標準偏差は直交に比べ斜交が大きい。また、ひび割れがあると超音波が伝播せず測定不可が多くなっていることがわかる。斜交でひび割れが無い場合にも、直交に比べ V_p が低いことやばらつきが大きいことから表面からは見えない内部に損傷があると推察される。

4. 2 橋梁全体の物性

図-3 に桁ごとの平均 V_p を示す。ここでは斜交法で得られた V_p を除いた平均を求めている。拡幅部 G1, G2 は約 4.0 km/s であり、旧橋よりも良好なコンクリートであることが確認できた。旧橋の G3~G5 は約 3.5 km/s、G6, G7 は約 3.2 km/s であった。橋梁の端部ではひび割れから降雨が染み込むことで内部損傷の進行を促進している可能性がある。G6, G7 では低強度コンクリートであることが懸念された。図-4 に変動係数と超音波速度の関係を示す。超音波速度が大きいほど変動係数が小さくなっていることがわかる。また、直交に比べ斜交は変動係数が大きく、とくにひび割れがある場合にはその傾向が顕著にわかる。

4. 3 超音波速度の水平分布

図-5 に V_p の水平分布を示す。本論文ではページ数の制約から G2 のみ示す。G2 は直交の伝播経路にひび割れが無いが、斜交にはほぼ全ての測線でひび割れがある。直交よりも斜交の V_p が小さい傾向にあること、L 測線より U 測線の V_p が小さい傾向にあることがわかる。旧橋と拡幅部の継ぎ目から降雨の漏れが確認されており、その影響を受けやすい U 測線の損傷が進展していることが懸念される。

5. おわりに

愛媛県にある建設後 56 年経過した RCT 桁橋を対象に超音波測定を実施し、その方法と結果について報告した。直交・斜交法を用いた超音波測定により、近接目視だけでは難しい内部の空隙やひび割れを評価することができた。今後は、ひび割れ幅やひび割れとの距離、ひび割れと接する角度などが V_p に及ぼす影響や、統計的な検定など、より詳しい検討を行うことで直交・斜交法の有効性を検証する。

参考文献

- 1) 日本コンクリート工学会:「非破壊手法を用いたコンクリート構造物の補修効果」に関するシンポジウム, 3-4p, 2018.
- 2) 日本建築学会: コンクリート強度推定のための非破壊試験方法マニュアル, 34-36p, 1983.
- 3) 森 伸一郎, 長井 春希, 三浦 夢乃, 江見 和泰, 田村 健悟: 超音波測定による鉄筋コンクリート梁の曲げひび割れと不可視損傷の評価, 日本非破壊検査協会 2021 年度秋期講演大会
- 4) 長井 春希, 森 伸一郎, 須賀 幸一: 直交・斜交透過法による超音波試験に基づくコンクリート部材の損傷と注入補修効果の評価, 日本非破壊検査協会第 29 回超音波による非破壊評価シンポジウム

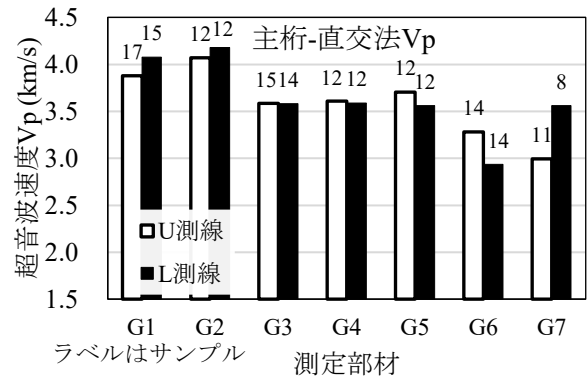


図-3 主桁の平均超音波速度

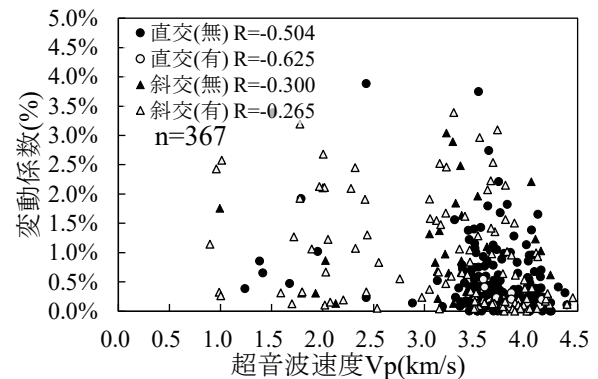


図-4 変動係数と超音波速度の関係

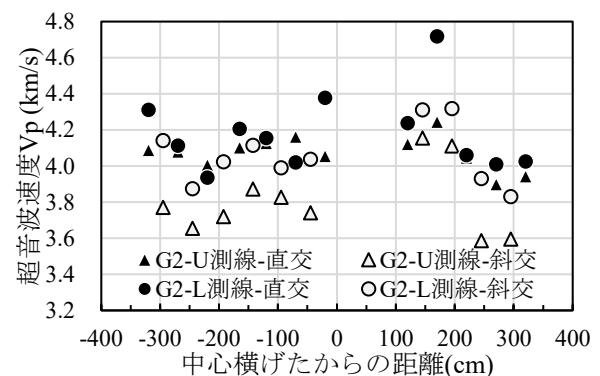


図-5 超音波速度の水平分布 (G2)