

## 鉄筋コンクリート梁の超音波測定による曲げによるひび割れと不可視損傷の評価

愛媛大学 学生会員 ○三浦 夢乃  
 愛媛大学 学生会員 田村 健悟  
 愛媛大学 学生会員 長井 春希  
 愛媛大学 フェロー 森 伸一郎

## 1. はじめに

コンクリートのひび割れは、鉄筋コンクリート構造物の防水性・耐久性の観点から安全性を低下させる要因であり、様々なひび割れ補修工法がある<sup>1)</sup>。コンクリート中に損傷があると見かけの弾性波速度は低くなる<sup>2)</sup>が、注入工法による補修はひび割れ充填により速度回復が期待されるため、超音波試験による補修効果の検証が可能と考えられる。そこで、その可能性を検証するため、曲げ载荷を受け、曲げひび割れが生じているRC梁試験体を対象に梁軸直交方向と斜交方向の2方向超音波試験を行った。

## 2. 実験試験体

実験に用いたのは、終局荷重の約64%に相当する荷重までの多段階曲げ载荷したRC梁試験体(全長5.5m、载荷時単純梁支間長5.0m)<sup>3)</sup>であり、曲げひび割れが生じている。载荷試験の前後での一次固有振動数は23.2 Hzと21.4 Hzであった。図-1にRC梁試験体の断面図と側面図を示す。図-2に超音波測定点を示す。梁の水平方向に測線(0から54)と鉛直方向に測線M,Lを設け、それぞれの交点を測点とした。図-3に可視ひび割れ分布を示す。梁中央にひび割れが集中し、多くが正面から背面まで貫通している。また、ひび割れは断面方向にほぼ平行に生じている。

## 3. 超音波試験

超音波測定には、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。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。

今回の実験では、透過法により梁の前面側・背面側にプローブを当て測定した。発信器・受信器を接触させた位置は図-2上に示している。測線Lでの測定は超音波伝播経路

近くに鉄筋があり、干渉の影響を考慮して、ひび割れの多い測定番号19から28までに絞った。見かけの伝播速度に影響があると考えられるひび割れとの交差関係を検討するため、梁軸直交・斜交の2方向を採用し

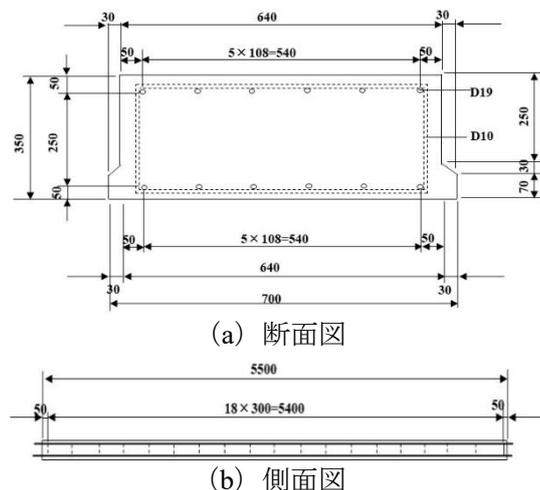


図-1 RC梁供試体の図面(単位:mm)

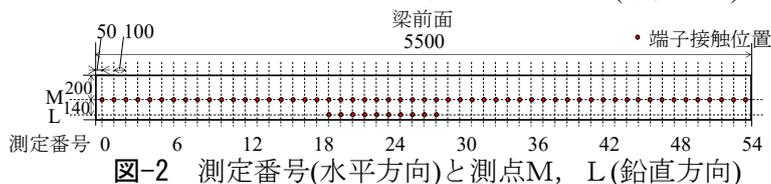


図-2 測定番号(水平方向)と測点M, L(鉛直方向)

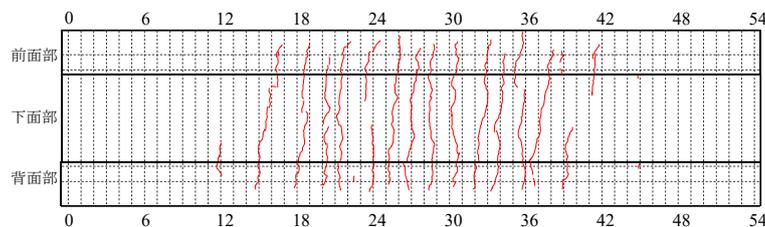


図-3 梁表面の可視ひび割れの展開図

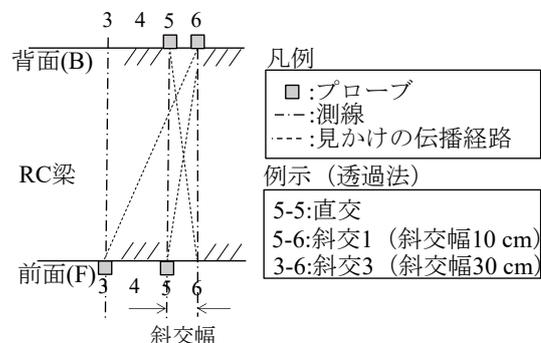


図-4 超音波試験の測定方向

た。直交方向はF/B面で鉛直水平とも同測線を結び、ひび割れとほぼ平行な方向であり、斜交方向は、F/B面で異なる測線を結び、ひび割れを交差する伝播経路である。測線Mでは、直交方向1・斜交3の4方向、測線Lでは、直交1と斜交1の2方向を測定した。直交・斜交方向の伝播速度を比較するため、図-4に超音波試験の測定方向を示す。斜交幅を10cmと30cmとし、測定を行った。斜交幅10cmは、両側直交方向の平均と10cmずらしの斜交方向の平均、斜交幅30cmは直交方向3側線の平均と30cmずらしの斜交方向で比較する。

4. 実験結果

図-5に斜交幅10cm、斜交幅30cmの直交・斜交方向の伝播速度の分布(測線Lは斜交幅10cmのみ)を示す。斜交方向の見かけの伝播経路が可視ひび割れを交差した箇所に印をつけている。斜交幅10cmでは、ひび割れ交差があった31測点のうち16測点で斜交方向の伝播速度が減少、斜交幅30cmでは、ひび割れ交差があった29測点のうちすべての測点で減少した。ひび割れにより、超音波の伝播経路が長くなり、斜交方向の見かけの伝播速度が低下したと考えられる。また、斜交幅30cmの方が斜交幅10cmより斜交方向の伝播速度が大きく減少している。斜交幅が広いとひび割れの有無が効率よく判別できると考えられる。

また、直交方向と斜交方向の平均伝播速度の差の検定を行った。表-1に検定の結果を示す。ひび割れのある区間では、平均の差が大きくなったが統計的有意差があると判別できたのは、30cm区間のみであった。斜交幅が狭い場合には、明確な差として検出できない可能性がある。

5. 結論

鉄筋コンクリート部材を透過法による超音波測定で、直交方向と斜交方向を組み合わせることによって、可視ひび割れのある場所では、ひび割れに対しおおよそ平行な直交方向に比べ、ひび割れを交差する斜交方向の伝播速度が小さくなること、斜交幅が広い方が効率的にひび割れによる低下が検出できることを明らかにした。

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, 小林 巧: 段階的損傷進展に伴う鉄筋コンクリート梁のAE発生状況, 土木学会第73回年次学術講演会講演概要集 CD-ROM, 第I部門, 2018.

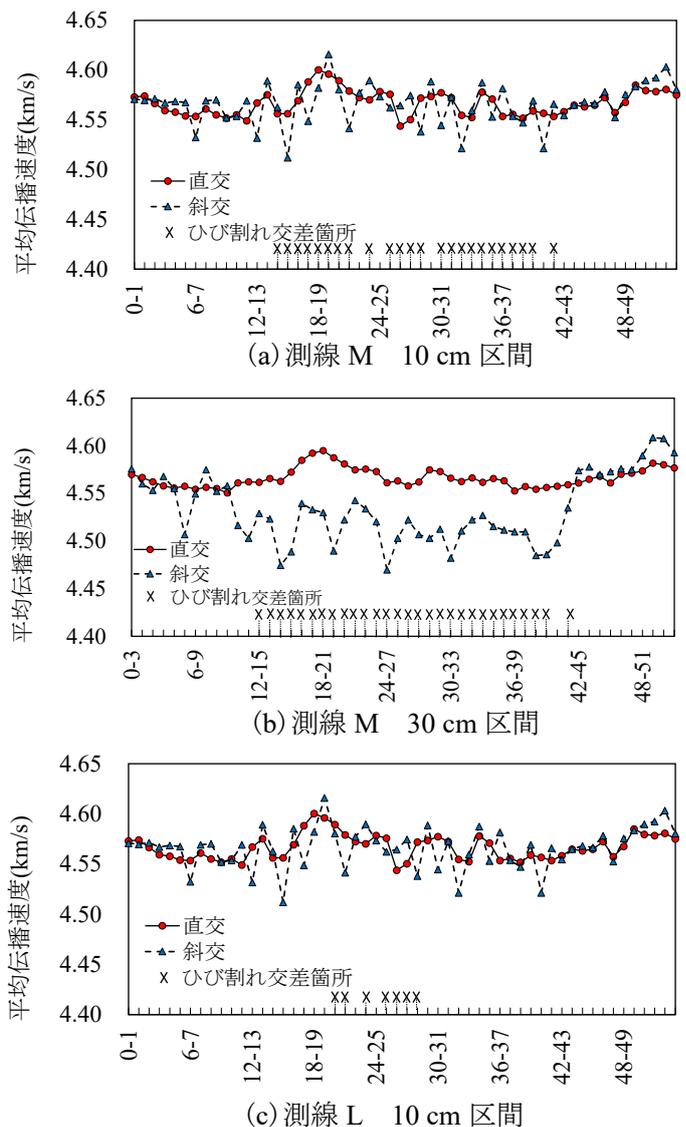


図-5 透過法による超音波伝播速度の分布

表-1 超音波伝播速度平均の差の検定

クラックあり		直交	斜交	統計的有意差
10cm区間	伝播速度(km/s)	4.57	4.57	
	変動係数(%)	0.39	0.63	
	サンプル数	31	31	
30cm区間	伝播速度(km/s)	4.57	4.51	あり
	変動係数(%)	0.29	0.44	
	サンプル数	29	29	
クラックなし		直交	斜交	統計的有意差
10cm区間	伝播速度(km/s)	4.57	4.57	
	変動係数(%)	0.23	0.45	
	サンプル数	33	33	
30cm区間	伝播速度(km/s)	4.56	4.56	なし
	変動係数(%)	0.23	0.67	
	サンプル数	23	23	