高次振動法によるＰＣ外ケーブルの張力測定

川田建設(株)　正会員　○石橋亜希子
中日本高速道路(株)　金崎　孝行
中日本高速道路(株)　小林　大助
川田建設(株)　正会員　今井　平佳

１．はじめに

従来，定着済みＰＣ外ケーブルの張力測定は振動法により行っていたが，曲げ剛性値が既知であることが前提であるため，事前に実物大試験等により曲げ剛性値を計測しておく必要があった．それに対し，事前にケーブルの曲げ剛性値を計測することなく，高次までの複数の固有振動数を用いることでＰＣ外ケーブルの張力測定が可能な工法が開発された．本報告は，緊張定着後のＰＣ外ケーブルに高次振動法により測定された結果を設計値と比較して報告する．

２．高次振動法を用いた張力測定システムとは

高次振動法を用いた張力測定システムは，ＰＣ橋の外ケーブルやエクストラドーズド橋の斜材において，施工時もしくは供用時のケーブル緊張力が確認できる手法である．複数の高次振動数とモード次数の関係（**図-1**）より，ケーブル長とケーブル単位質量がわかれば，ケーブルの張力と曲げ剛性値が同時に求めることができる．張力と曲げ剛性値が同時に算定できるため，テストピースでの事前実験や実橋でのキャリブレーション等での曲げ剛性の把握は不要である．

測定方法は，ケーブルに加速度計を取り付け，ハンマーで打撃を加えて加振し，振動波形を計測しパソコンで張力を算定する．

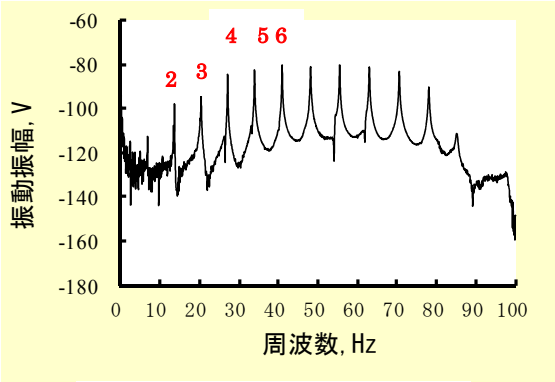

図-1　固有振動数測定結果

３．測定ケーブルと緒元

測定ケーブルは，ＰＣ5 径間連続箱桁橋の外ケーブルであるエポキシ被覆の 19S15.2 とする（**表-1**）．張力を測定したケーブルは緊張完了している 14 本とし，**図-2** に示す．測定箇所は支間中央付近の下側に偏心している箇所で行った．

表-1　ケーブルの仕様

項目		断面図
ケーブル外径（mm）	82	
規格破断荷重（kN）	4,959	
規格降伏荷重（kN）	4,218	
鋼材断面積（mm²）	2,635.3	
ケーブル単位質量（kg/m）	21.945	

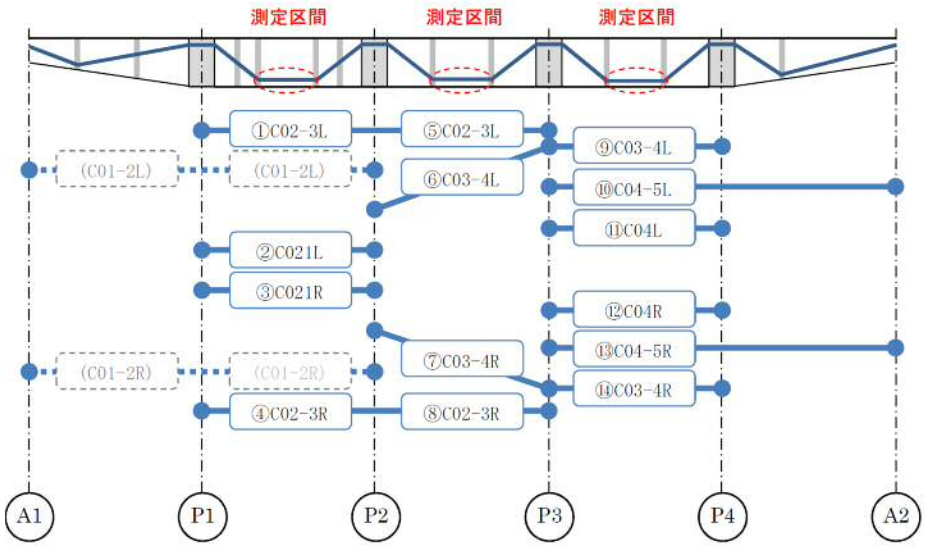

図-2　対象ケーブルと測定区間

キーワード　高次振動法，外ケーブル，張力測定，曲げ剛性，加速度計
連絡先　〒114-8505　東京都北区滝野川 6-3-1　川田建設（株）TEL. 03-3576-5321 E-mail：hirayoshi_imai@kawadaken.co.jp

４．測定機材と測定状況

高次振動法による測定には**表-2** に示す機材を使用する．測定状況を**写真-1** に示す．

表-2　測定機材

機材名	用途	数量
① 加速度計	：振動測定	2 個
② データロガー	：振動測定	1 台
③ 周波数解析ソフト	：固有振動数検出	1 台
④ 張力解析用ソフト	：張力算定	1 台
⑤ プラスチックハンマー	：ケーブル加振	1 個
⑥ ホースバンド、保護ゴム	：加速度計取付治具	適量

写真-1　測定状況

５．測定結果

測定結果を**表-3** に示す．

表-3　測定結果

径間	測定 No.	ケーブル No.	測定結果 (kN)	設計値 (kN)	設計値との差 (%)	
P1-P2	①	C02-3L	2949	2904	101.6	+1.6
	②	C021L	2928	2912	100.5	+0.5
	③	C021R	3008	2912	103.3	+3.3
	④	C02-3R	2986	2904	102.8	+2.8
P2-P3	⑤	C02-3L	2949	2876	102.6	+2.6
	⑥	C03-4L	2928	2879	101.7	+1.7
	⑦	C03-4R	2811	2879	97.6	−2.4
	⑧	C02-3R	2956	2876	102.8	+2.8
P3-P4	⑨	C03-4L	2792	2880	97.0	−3.0
	⑩	C04-5L	2873	2873	100.0	±0.0
	⑪	C04L	2774	2881	96.3	−3.7
	⑫	C04R	2753	2881	95.5	−4.5
	⑬	C04-5R	2786	2873	97.0	−3.0
	⑭	C03-4R	2821	2880	98.0	−2.0

６．まとめ

高次振動法を用いた張力測定システムにより，緊張定着後のＰＣ外ケーブルを測定した結果，設計値との差が概ね 5%以下となった。このことから，エポキシ被覆外ケーブルの張力測定に有効であるといえる．

参考文献

1)特許番号 3313028「張力のかかっているケーブルの曲げ剛性および張力の測定方法」
2)特許番号 3550296「構造物の張力および曲げ剛性の測定方法」
3)NETIS　TH-140005-A　「橋梁用ケーブルの張力測定・モニタリング技術(高次振動法)」