

V-38 P C 斜 張 橋 斜 材 の 制 振 試 験

東日本旅客鉄道㈱ 正会員○京屋 重成
東日本旅客鉄道㈱ 高田 泰昇
東日本旅客鉄道㈱ 正会員 大庭 光尚

1. はじめに

青森ベイブリッジは、JR青森駅を挟んで東西に発展してきた臨港地区の、物流の円滑化のため計画された臨港道路である。JR青森駅構内を跨ぐ主橋部に、幅員25m、中央径間240m、橋長498mの国内最大級の3径間連続PC斜張橋が建設され、平成4年7月供用開始（暫定2車線）した。

本文では、PC斜張橋の斜材の制振試験について報告する。

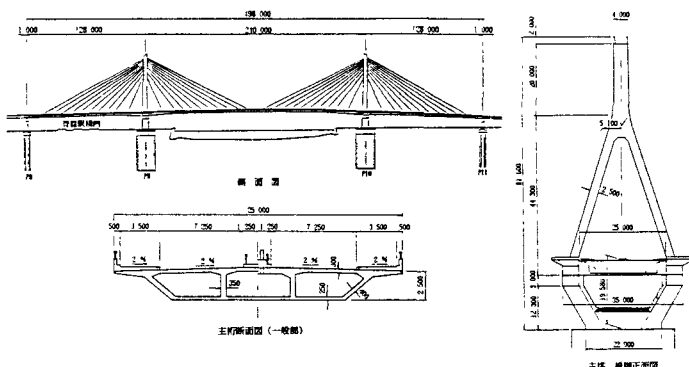


図-1 青森ベイブリッジ一般図

2. 振動の発生

斜材（全40段）の架設中は振動が発生しなかったが、斜材グラウトが終了した平成3年10月、初めて振動が発現し、その後も数回にわたって観測された。振動は鉛直振動で、振幅は目視で片振幅20～40cm程度であった。その際の仮制振として、1段ごとに橋面からロープで斜材を緊結して対応した。今回観測された振動は、風速が10～15m/s程度で、降雨または降雪があり、斜材外套管の上側に流水路または着雪がみられることから他橋の振動報告例より「レインバイブレーション」と考えられた。完成後も風況等の気象条件によって振動の発生が予想されたため、制振対策をすることとした。制振方法として、ワイヤー連結方式、ダンパー方式の2通りについて実橋において試験を行った。

(1) ワイヤー連結方式

・連結位置

ケーブル相互連結の効果としては、振動数の向上、振動エネルギーの蓄積、減衰の付加であるが、これらに関する定量的な評価は確立されていない。このため、3次モードまでの振動を対象にした場合、効果的な連結位置は0.2L程度であること、およびメンテナンスをも考慮するとできるだけ低位置が好ましいことから、最上段ケーブルにおいて0.2Lの位置で水平配置とした。

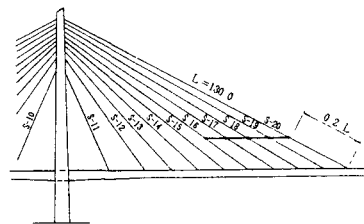


図-2 ワイヤー連結位置

・連結材料

連結材は他のケーブルにエネルギーを伝達することにより、ある1本のケーブルに働く空気が他のケーブルの振動を起し、等価質量が大きくなることにより振幅が小さくなる可能性がある。また、連結による構造減衰は、連結材料の摩擦力、および連結材の伸び剛性に影響される。このため、本橋では伸び剛性の違いを考慮し、φ26mm鋼棒とアラミド繊維φ12mmの2種類を用いた。

・試験概要

人力にて加振し、加振後の自由振動波形から減衰を求めた。試験結果を表-1に示す。

試験の結果、試験ケースにより対数減衰率は異なるものとなったが、いずれの連結材料とも顕著な減衰効果は得られず、目標付加減衰 $\delta=0.02$ には至らなかった。

表-1 対数減衰率 δ の測定結果

試験ケース	I段 P.C.鋼橋					加振材料とモード
	S-16	S-17	S-18	S-19	S-20	
I-1	0.008 0.014	0.019 -	0.016 -	0.011 -	0.012 -	S-16 1次
I-2	0.014 0.008 0.007 -	0.012 - 0.007 -	0.013 - 0.007 -	0.003 - 0.007 0.010	0.013 - 0.007 0.010	S-16 2次 S-20 1次
II-1	0.008 -	0.008 -	0.008 0.008	0.008 0.009	0.009 0.009	S-20 2次
II-2	0.014 0.013 0.011 0.015	0.014 0.008 0.011 0.012	0.014 0.011 0.011 0.013	0.014 0.013 0.011 0.013	0.013 0.007 0.011 0.006	S-18~20 の1次 S-18~20 の2次

— 極小振幅により削除

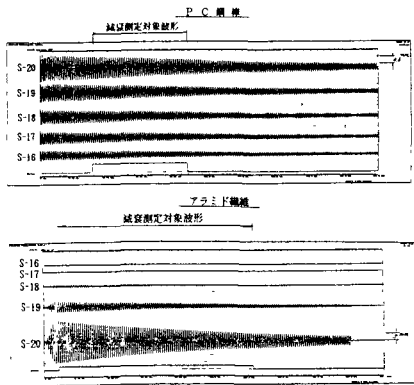


図-3 自由振動波形（試験ケースII-1）

(2) ダンパー方式

ダンパーは、粘性体に入ったケーシング、粘性体に浸される振動子から構成されており、斜材に取付けた振動子が、粘性体の中で振動することで得られる粘性抵抗力によって、斜材に減衰を付加する機構である。

1基のダンパーで並列斜材に減衰が付加できるよう、海側、山側の斜材を橋面から約2.5mの高さ位置で、鋼製パイプでトラス状に結び、トラスの下端をダンパー振動子にボルト結合した。

・試験概要

ダンパーを取付けた斜材を人力で鉛直方向に加振し、加振後の自由振動波形から減衰を求めた。試験は、振動が最も顕著に観測された最上段の斜材（S-40）とし、試験パラメータとしては粘性体の温度やせん断抵抗面積の違いとした。試験の結果を表-2に示す。海側、山側斜材の振動は時間領域によって同位相や逆位相で振動したため、振動子はそれに応じて鉛直振動と水平振動が合成した動きを示した。測定の結果、粘性体の温度やせん断抵抗面積の違いによって斜材の構造減衰が変化するのが確認できた。構造減衰は全部の試験パラメータの範囲で、 $\delta=0.01\sim0.04$ を示した。これより実橋における供用期間中の粘性体の温度変化範囲を $-5^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$ と設定したうえで、せん断抵抗面積 $S=409\text{cm}^2$ とすれば、構造減衰 $\delta=0.02$ 以上の値が得られるものと判断し、実橋に設置することとした。

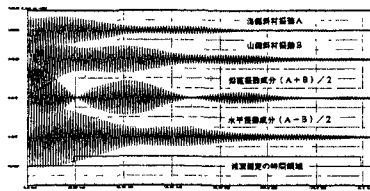


図-4 自由振動波形
(1次振動、 $S=818\text{cm}^2$ 、 $t=8^{\circ}\text{C}$)

表-2 対数減衰率 δ の測定結果

(1次振動、鉛直振動成分)		
温度 $^{\circ}\text{C}$	せん断抵抗面積 cm^2	
	818	409
7	0.023	0.028
20	0.023	0.026
35	0.030	0.022
60	0.025	0.017

〔参考文献〕

- 1) 津吉毅・大庭光商・石橋忠良；プレストレストコンクリート技術協会第3回シンポジウム論文集（92年11月）P.C.斜張橋の耐風対策