

小本川PC斜張橋における現地実験について

日本鉄道建設公団盛岡支社 正員 ○高橋 昇
生馬道紹

はじめに： 小本川橋りょうは 三陸沿岸を縦貫する鉄道新線として建設中の久慈線の小本川に架設された、
 我国初のPC鉄道斜張橋である。本橋はPC斜張橋を将来の新幹線長大橋へ適用することを念頭におき、ステー
 をPC部材とした型式を採用したことを、特徴としている。本報告は今後の発展が期待されているPC斜張橋の
 基本的性状を把握
 することを目的と
 して、本橋におい
 て施工中および完
 成後に行った各種
 の実験、実測のうち、起振機による
 強制振動試験と、
 PCステーの風に
 よる振動の測定に
 ついて報告するも
 のである。

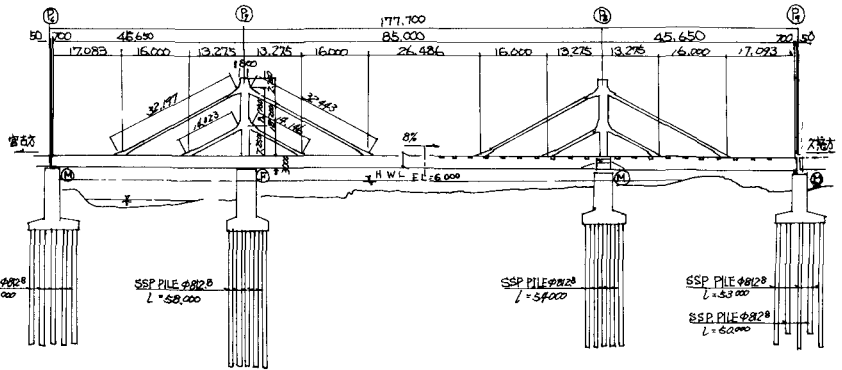


図1-1 小本川橋りょうPC斜張橋全体図

振動試験： 試験は 最大加振力7.5t、最大加振モーメント100kg・mの起振機1台を、主桁中央に設置
 し、橋軸直角方向、橋軸方向、鉛直方向の3方向について実施した。試験の結果得られた、共振々動モードの一
 部を、図-2に示す。この結果を、実橋を3次元多質点バネ系にモデル化して行なった固有振動解析と比較する
 と、長ステーの振動が卓越するモードでは、両者の固有振動数が比較的良好に対応するが、主桁や塔の振動が卓越
 するモードでは、試験結果の方がやや大きくなった。この要因として、解析において使用した 橋脚基礎部の
 付加バネ、即ち地盤の剛性を過小に評価したものと考え、このバネ剛性を当初解析の3倍にして修正解析を行っ
 たところ、主桁、塔についても比較的
 よい対応が得られた。

斜張橋の振動性状は 一般の桁橋の
 場合の振動要素の外に、塔、ステーの
 振動要素が加わり、これらが互に連成
 して複雑なものとなる。本橋の場合、
 実測結果と解析結果を対応させながら
 特徴的な点を列記すると、次のように
 なる。

(1) 塔の橋軸直角方向振動

塔の振動が単純に卓越する1次およ
 び2次では、R側では逆位相、B側で
 は同位相となっているため、R側塔の
 振動が大きくなっており、連成の効果

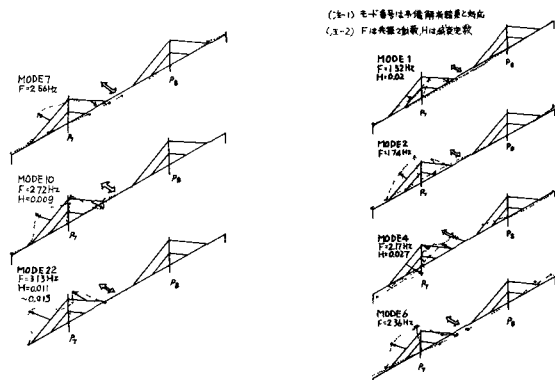


図-2 実測の固有振動モード (橋軸直角方向)

がうかがわれる。

(2) 主桁の橋軸直角方向振動

主桁の1次たわみは、4次のみに卓越しており、2次たわみは高次になることから、主桁では連成の効果はあまり生じていない。

(3) 長スターの橋軸直角方向振動

4次、6次、7次、10次、22次の各種に見られ、特にスターの振動が主体となっているところでは、固有振動数が互に接近して、動的相互作用の著しいことがつかわれる。

以上のよつに、全体振動系を構成する部分振動系が連成し、固有振動数が互に接近して全体系の固有振動モードに影響すると、地震応答としても動的相互作用による増幅効果が伴うことになると考えられる。

長スターの耐風安定性試験： スターの耐風安定上問題となるのは、カルマンの渦発生に伴う風琴振動現象と、自動振動としてのギャロピングであるが、本橋では、事前の解析の結果から、長スターの風琴振動現象が、比較的、低風速領域で発現することが予想された。この風琴振動が構造物に与える影響の程度と、基本的性状を把握するために、長スターについて風速、風向とスターの振動を同時測定する試験を行なった。図-3に平均風速時でのスター中央の垂直方向振動変位を示す。測定の結果をまとめると、

(1) 風速の特定範囲で振動が顕著であり、振幅は限定的で、予想された値よりかなり小さい。

(2) 共振風速と、長スター固有振動数の関係は、一般に認められている、 $V_R = f_n \cdot h / S$ 、(V_R 共振風速、 f_n スター固有振動数 2.9 Hz、 h 断面の高さ 60 cm、 S 正方形断面のストローハル数 0.12) で求めたものとよく一致する。

(3) スターは平均風速にかかわらず、固有振動数付近で振動し、ロッキングイン現象を生じた可能性がある。

となり、これらはいずれも風琴振動の。

特徴を示すものである。以上のことから

風琴振動がスターにおよぼす力学的な影響を、共振風速が定常的に吹いた場合を想定して、共振々幅およびスター端部繰応力を試算すると、共振々幅 γ は、

$$\gamma = P C_{Ld} B \cdot g_w \cdot (H/S)^2 / 16 \pi^2 n$$

(P 空気密度、 C_{Ld} 動的揚力係数、 B 断面の幅、 g 重力加速度、 W 、単位重量、 H 断面の高さ、 S ストローハル数、 n 減衰定数)で $S = 0.12$ 、 $n = 10\%$ 、 $C_{Ld} = 1.0$ とすると

$\gamma = 138 \text{ mm}$ 、この時の端部繰応力度、 $\sigma = \pm 16.1 \text{ kg/cm}^2$ となる。

この値と実測値との差、自然風の風速、仰角等の変動を考えると、本橋の場合、長スターの風琴振動に対する安全性は大きな問題はないものと考えられる。

図-3 V(風速)～A(振幅)曲線 (スター垂直方向)

