

I-172

あやとりはし(S字形曲線トラス歩道橋)の振動実験

川田工業(株) 正会員 ○ 柳澤 則文  
 川田工業(株) 正会員 鴨野 一夫  
 川田工業(株) 正会員 町田 文孝  
 川田工業(株) 正会員 米田 昌弘

1. まえがき

あやとりはしは、石川県江沼郡山中町の山中温泉でも随一の景勝地である鶴仙溪に架けられた三弦トラス歩道橋である。本橋は、図-1に示すように平面線形がS字曲線をなしており、また、歩行者が通行によって伝わる振動を楽しめるように、歩廊部は主構部から吊り下げられた揺れやすい構造となっている。

このように、本橋は、非常にユニークな思想のもとで設計・架設された歩道橋であることから、供用開始にあたり、振動実験を実施して歩行者によって誘起される振動の程度を把握することとした。

2. 実験概要

本実験では、固有振動数、構造減衰および歩行者によって誘起される振動振幅に着目し、次の8種類の載荷状態で振動加速度を測定した。なお、測定にはサーボ型加速度計を使用し、図-1に示すように主構部では支間の1/4点、1/2点、3/4点に、また歩廊部では1/2点、3/4点にそれぞれ配置した。

- 1) 1人走行(3.1m/sec)
- 2) 2人走行(3.1m/sec)
- 3) 1人歩行(2歩/sec)
- 4) 2人歩行(1m間隔で、2歩/sec)
- 5) 3人歩行(1m間隔で、2歩/sec)
- 6) 8人歩行(1m間隔で、2歩/sec)
- 7) 1人ジャンプ(1/2点・3/4点)
- 8) 4人足踏み(2Hz)

3. 実験結果と考察

1) 固有振動数

トラス部材のみをモデル化した固有振動解析結果と主構部で測定された固有振動数の実測値を比較して表-1に示す。表より、全支承を固定とした解析結果と測定値は比較的近いが、これは歩行者の通行程度では支承が設計条件通りの挙動を示さなかったことによると考えられる。なお、1次固有振動数は、約2.1Hzであり、歩行者が不快感を感じる固有振動数の範囲内(1.5Hz~2.3Hz)<sup>1)</sup>に入っており、不快感に対する詳細な検討が必要と判断された。参考までに、FFTで解析したパワースペクトル図を図-2に示す。

2) 構造減衰

ジャンプ試験で得られた代表的な減衰自由振動波形を図-3に示す。算定した1次振動の構造対数減衰率 $\delta$ は $\delta = 0.0056 \sim 0.0078$ であり、他の一般的な歩道橋と比べ非常に小さい。

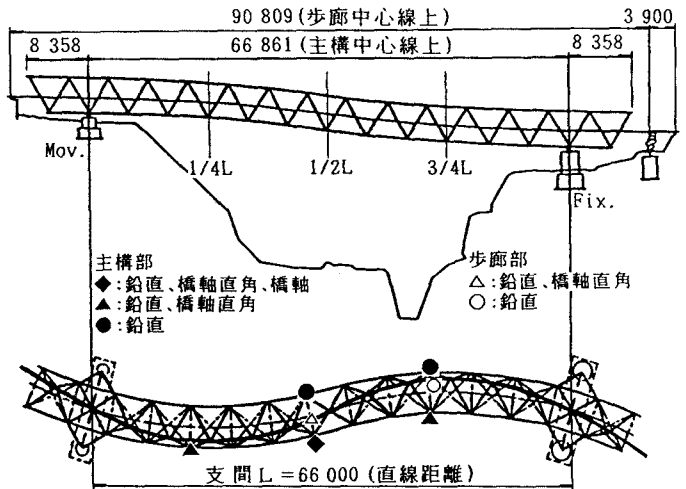


図-1 あやとりはしの概略図と測定位置

表-1 固有振動数

振動モード	測定値 (Hz)	解析値 (Hz)	
		設計条件	全支承固定
1次	2.128	1.482	2.128
2次	2.376	2.539	2.638
3次	3.740	3.263	3.514

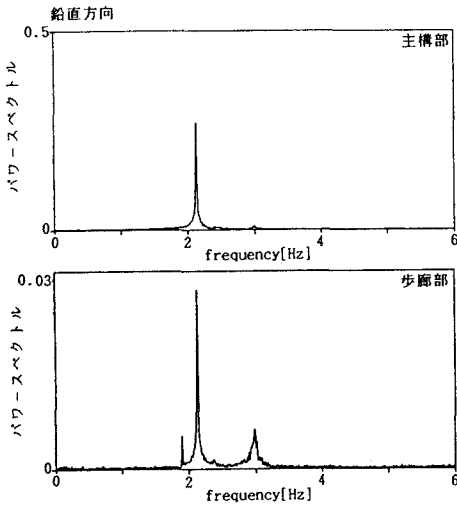


図-2 加速度スペクトル(1人走行試験・1/2L)

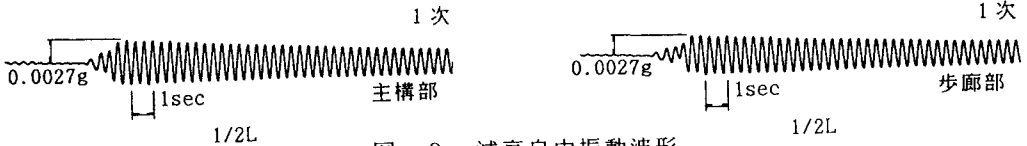


図-3 減衰自由振動波形

3) 不快感に対する検討

加速度波形から算出した応答速度の実効値を表-2に示す。小堀・梶川<sup>2)</sup>によれば、歩行者が振動を感じる始めるのは、応答速度の実効値が0.42cm/sを越えたときで、歩行者の最頻歩調による応答速度の実効値が1.7cm/sを越えると多くの人が少し歩きづらいつ感じるとされ、また、2.7cm/sを越えたとほとんどの人が大いに歩きづらいつ感じるとされている。

本橋の場合、走行時状態でも主構部の速度実効値は0.35cm/s以下であるのに対し、歩廊部では約1.4cm/sとよく感じる程度の振動が誘起されている。

4. まとめ

振動実験の結果、本橋の主構部と歩廊部の1次固有振動数はそれぞれ2Hz付近にあり、歩行者が不快感を感じる固有振動数域(1.5Hz~2.3Hz)内の歩道橋であることがわかった。しかしながら、走行時状態においても歩廊部の速度実効値は1.4cm/s程度であり、歩行者にとって歩きづらいつ感じるほどではなく、よく振動を感じる程度の揺れであった。本橋は、観光拠点となるように「歩行者が振動を楽しめるような歩道橋にする」と言う思想のもとで設計・架設されていることから上述の振動も本橋にとっては適切な範囲にあると考えられる。

最後に、本実験の実施にあたり貴重な御助言をいただきました、金沢大学・梶川康男教授に心より感謝致します。

<参考文献>

- 1) 日本道路協会：立体横断施設技術基準・同解説、1979。
- 2) 小堀為雄、梶川康男：橋梁振動の人間工学的評価法、土木学会論文集、No.230, pp.23-31, 1974。

表-2 不快感の検討

項目	応答速度の実効値 (cm/s)						
	走行		歩行				
	1人	2人	1人	2人	3人	8人	
主構部	鉛直	0.328	0.342	0.128	0.155	0.183	0.262
	水平	0.240	0.261	0.074	0.070	0.101	0.124
歩廊部	鉛直	0.810	0.841	0.175	0.259	0.421	0.537
	水平	1.342	1.255	0.190	0.204	0.338	0.589

注) 応答速度の実効値 0.42cm/s以下…振動を感じない  
 0.42cm/s以上…振動を感じる始める  
 0.85cm/s以上…よく振動を感じる  
 1.70cm/s以上…少し歩きづらいつ  
 2.70cm/s以上…大いに歩きづらいつ