

川田が手掛けた吊形式人道橋

～ 振動特性（固有振動数と構造減衰）～

Cable Supported Pedestrian Bridges Based on the KAWADA's Technique

柳澤 則文 Norifumi YANAGISAWA 川田工業㈱技術開発本部 技術研究室	大野 克紀 Katsunori OHNO 川田工業㈱橋梁事業部 東京技術部技術課	吉岡 昭彦 Akihiko YOSHIOKA 川田工業㈱技術開発本部 技術研究室	畠中 真一 Shin-ichi HATAKENAKA 川田工業㈱技術開発本部 技術研究室
------------------------------------------------------	---------------------------------------------------	---------------------------------------------------	-------------------------------------------------------

川田グループでは、これまでいくつかの吊形式人道橋について設計・製作・施工を行ってきました。なかでも今回ここに紹介するものは、景観への配慮と振動特性の向上を目的として、種々の工夫がなされています。

斜めハンガーの採用（剛性や減衰の付加）

補助ケーブルの採用（剛性や減衰の付加）

グレーチング床版の採用（空力安定性を考慮）

耐風索の省略・取付け角度（景観、地形上の制約を考慮）

また、歩行者による振動を意図的に誘起させるため、構造減衰を極端に低くした、非常にユニークなもの（あやとりはし）もあります。

そこで、今後、類似した人道橋の振動特性を検討するうえで少しでも有効な資料となるよう、各々の振動試験結果について簡単にまとめることとしました（表1）。

人道橋における振動特性の検討ポイント

<ポイント1> 歩行者の最頻歩調（2 Hz付近）を避ける

人道橋では固有振動数（たわみ振動）が2 Hz付近にある場合、歩行者の歩調と共振することから振動振幅が大きくなり、歩行者に不快感¹⁾などを与えることがあります。そこで、構造物のもつ固有の揺れが歩行者の最頻歩

調である2 Hz付近にならないよう、 \cdot などの構造を採用することも一手法として考えられます。

図1に鉛直たわみ振動数と最大支間長との関係を示すことにします。ほぼ、どの人道橋でも歩行者の最頻歩調である2 Hz付近を避けていることがわかれると思います。

<ポイント2> 耐風安定性の確保

人道橋は、道路橋に比べて幅員や桁高が小さく、たわみやねじれに対する剛性も低いことから、特に耐風索を省略した場合などは、風に起因した振動が誘起されやすくなることもあります。そこで、 \cdot などの手法を用いて揺れにくくすることも一手法として考えることができます。

図2に構造減衰と最大支間長との関係を示すことにします。意図的に構造減衰を低くした場合を除き、耐風設計便覧で規定されている構造減衰（対数減衰率） $= 0.02^2)$ をほぼ確保していることがわかれると思います。

要するに、周辺環境に順応した種々の構造的・空力的工夫を通じ、揺れにくくするということが重要なポイントになると考えています。

参考文献

- 1) 日本道路協会：立体横断施設技術規準・同解説，1979．
- 2) 日本道路協会：道路橋耐風設計便覧，平成3年7月．

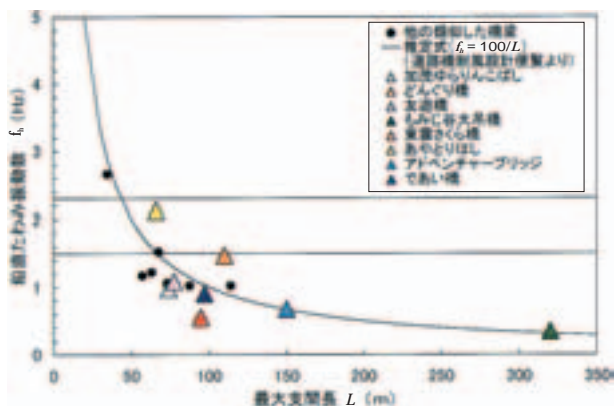


図1 鉛直たわみ振動数と最大支間長との関係

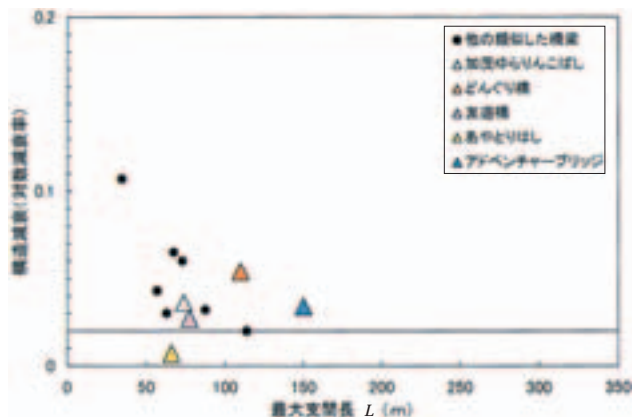

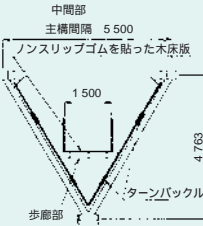

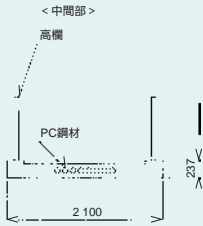


図2 構造減衰と最大支間長との関係

表1 吊形式人道橋の固有振動数と構造減衰

橋梁概要と振動特性			
吊橋, その他			
加茂ゆらりんこぼし		どんぐり橋	
橋梁形式: 単径間モノケーブル吊橋	最大支間長: 73.85m	橋梁形式: 単径間無補剛吊橋	最大支間長: 110m
最低次固有振動数 (Hz): たわみ $f_{H1} = 0.977$, ねじれ $f_{I1} = 2.023$		最低次固有振動数 (Hz): たわみ $f_{H1} = 1.470$, ねじれ $f_{I1} = 1.890$	
構造減衰 (対数減衰率): たわみ $\eta_1 = 0.036$, ねじれ $\gamma_1 = 0.020$		構造減衰 (対数減衰率): たわみ $\eta_1 = 0.054 - 0.060$, ねじれ $\gamma_1 = 0.072 - 0.091$	
			
<特徴>モノケーブル, 斜めハンガー, 耐風索省略		<特徴>景観配慮(木床版・木高欄), 耐候性鋼材	
友遊橋		もみじ谷大吊橋	
橋梁形式: 単純非合成無補剛吊橋	最大支間長: 77.5m	橋梁形式: 単径間無補剛吊橋	最大支間長: 320m
最低次固有振動数 (Hz): たわみ $f_{H1} = 1.083$, ねじれ $f_{I1} = -$		最低次固有振動数 (Hz): たわみ $f_{H1} = 0.342$, ねじれ $f_{I1} = 0.586$	
構造減衰 (対数減衰率): たわみ $\eta_1 = 0.027$, ねじれ $\gamma_1 = -$		構造減衰 (対数減衰率): たわみ $\eta_1 = -$, ねじれ $\gamma_1 = -$	
			
<特徴>斜めハンガー, 耐候性鋼材, 耐風索省略		<特徴>グレーチング床版, 耐風索角度, 長支間	
東雲さくら橋		あやとりはし	
橋梁形式: PC無補剛吊橋	最大支間長: 94.5m	橋梁形式: 単純曲線三弦トラス	最大支間長: 66m
最低次固有振動数 (Hz): たわみ $f_{H1} = 0.550$, ねじれ $f_{I1} = 3.375$		最低次固有振動数 (Hz): たわみ $f_{H1} = 2.128$, ねじれ $f_{I1} = -$	
構造減衰 (対数減衰率): たわみ $\eta_1 = -$, ねじれ $\gamma_1 = -$		構造減衰 (対数減衰率): たわみ $\eta_1 = 0.007$, ねじれ $\gamma_1 = -$	
			
<特徴>桁がコンクリート部材(プレキャスト床版), モノデュオケーブル		<特徴>S字曲線(平面), 主構から吊下げられた歩廊	
吊床版橋			
アドベンチャーブリッジ		であい橋	
橋梁形式: 鋼吊床版橋	最大支間長: 150m	橋梁形式: PC吊床版橋	最大支間長: 97m
最低次固有振動数 (Hz): たわみ $f_{H1} = 0.675$, ねじれ $f_{I1} = 2.500$		最低次固有振動数 (Hz): たわみ $f_{H1} = 0.900$, ねじれ $f_{I1} = 2.750$	
構造減衰 (対数減衰率): たわみ $\eta_1 = 0.034$, ねじれ $\gamma_1 = 0.031$		構造減衰 (対数減衰率): たわみ $\eta_1 = -$, ねじれ $\gamma_1 = -$	
			
<特徴>補助ケーブル, フェアリング(コンクリート充填)		<特徴>景観配慮(高欄)	