

I-A372

もみじ谷大吊橋の静的特性および振動特性

川田工業 正会員 大野 克紀 塩原町 柳崎 修造
 富貴沢建設コンサルタンツ 正会員 高橋 昌宏 川田工業 島田 清明

1. まえがき

もみじ谷大吊橋は、耐風索を有する支間長 320m の無補剛吊橋であり、同形式では日本一の支間長を有する橋である。本橋の構造的特徴として、①耐風安定性を考慮し、支間 320m の中央部 220m 区間に幅 500mm のグレーチング床版が設置されていること、②現地の地形上の制約から耐風索角度がレベルに近いことの 2 点が挙げられる。①に関しては、風洞試験による耐風安定性の検証を行い、本橋の安全性を確認している。本文では、②に着目し、耐風索角度の違いによる静的構造特性の比較について述べるとともに、完成後に行った実橋での振動試験結果と固有振動解析結果の比較から本橋の振動特性について報告する。

2. 耐風索角度の違いによる静的特性の比較

本橋の一般図を図-1 に示す。図-1 に表すように本橋においては耐風索角度 θ が 4° 程度でありレベルに近いものとなっている。一般に、横たわみと横座屈の両者に対し同時の効果を上げるためには、耐風索角度を 45° 付近にするのが有利である²⁾とされている。ここでは耐風索角度の違いによる静的特性を把握するため、表-1 に示すような、耐風索角度の異なる 3 種類 ($\theta=0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$) の吊橋モデルを対象として検討を行った。ここでの仮定条件として、耐風索の初期張力およびサグは全タイプ一定とした。ただし、耐風索角度の違いにより鉛直方向成分の荷重に差が生じることになるが、この差異については、各タイプに反映することとした。これら 3 タイプについて、静解析を実施することにより比較検討を行った。

静解析結果として、鉛直・ねじれ・面外の各荷重作用時における桁の変位を図-2 に示す。鉛直およびねじれ荷重時においては、耐風索角度が大きくなるにつれて桁変位は小さくなるのに対し、面外荷重時には、耐風索角度が小さいほど桁変位も小さくなり、TYPE00 では TYPE90 の 35% 程度の値まで減少している。この結果から、鉛直およびねじれ荷重時には TYPE90 が、面外荷重時には TYPE00 が最も効果的であることがわかる。つまり、耐風索は各荷重の向きに対して平行に設置した場合に最も効果が顕著にあらわれるといえる。全ての荷重に対して効果的な耐風索角度というのは、総合的にみれば 45° 付近であるといえよう。ただし、本橋のように耐風索角度がレベルに近い場合は、面外荷重時に非常に効果的であると同時に、鉛直やねじれ荷重時についても耐風索角度 45° の場合と比較しても大差ない静的特性を有することが確認できた。

3. 振動特性

本橋の完成後に、実橋において振動試験を行い、代表的な振動モードについて振動数および対数減衰率を

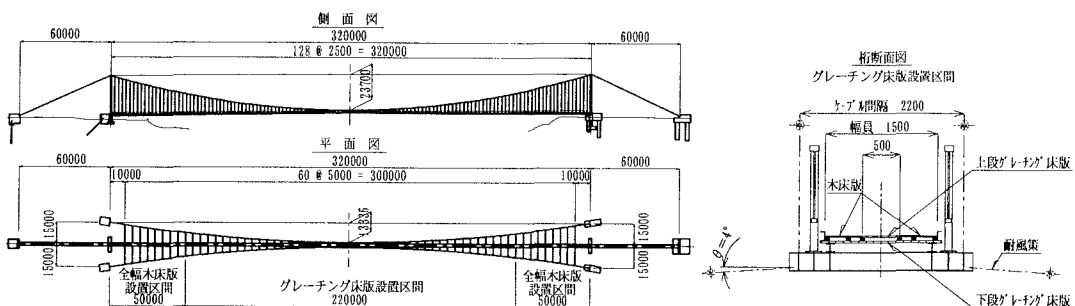


図-1 もみじ谷大吊橋一般図

キーワード：無補剛吊橋、耐風索、構造特性、振動試験

〒114-8562 東京都北区滝野川 1-3-11

TEL 03-3915-3301 FAX 03-3915-3771

表-1 橋梁諸元

対象モデル	TYPE00 (耐風索角度 0°)	TYPE45 (耐風索角度 45°)	TYPE90 (耐風索角度 90°)
			
支間長	320 m		
主 ゲ ー ブ ル	サグ	23.4 m	
	間隔	2.2 m	
	断面積	0.007 m ² /片側	
耐 風 索	死荷重時水平張力	162 tf/片側	219 tf/片側
	サグ	13.335 m	
	断面積	0.00476 m ² /片側	
死 荷 重	初期張力	100 tf/片側	
	吊橋造部(耐風索含む)	0.462 tf/m/Br.	0.668 tf/m/Br.
	ケーブル	0.132 tf/m/Br.	
活 荷 重	活荷重 ³⁾	0.2 tf/m ²	
	風荷重 ³⁾	0.45 tf/m ²	

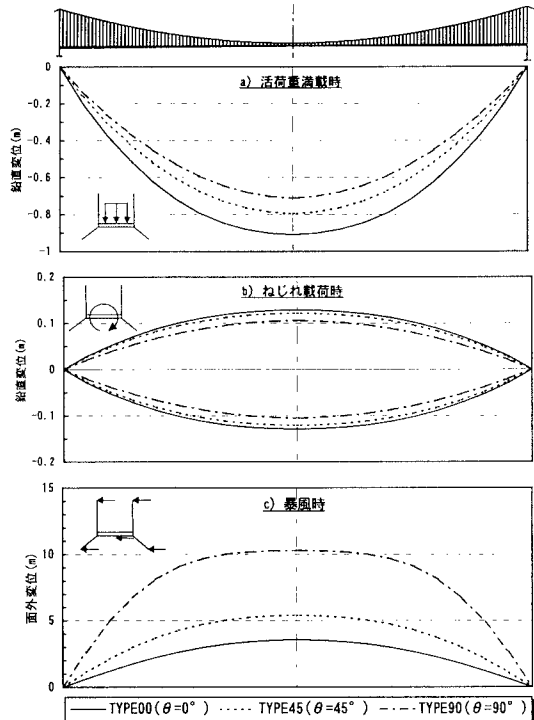


図-2 静解析結果

計測した。試験は、支間の 1/4 点、1/2 点および 3/4 点にサーボ型加速度計を設置し、人力で強制的に加振することにより着目モードを誘起させ、振動加速度を計測する方法で行った。解析的には、実橋諸元にに基づく立体骨組モデルを使用した FEM 解析により、固有振動数を求めた。なお、ここでの解析結果は、高欄（笠木）剛性の 5 割を考慮して計算を行ったものである。着目モードについての、解析結果と実測結果をあわせて表-2 まとめる。表-2 からわかるように、振動数の解析値と実測値を比較すると、前述のように解析値は高欄剛性の 5 割を考慮した結果であるにもかかわらず、実測値の方が 1~2 割程度上回る値となっている。

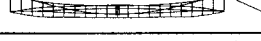
この要因として、本橋の場合、橋床部と比較して高欄部が大きく、高欄剛性が吊橋全体としての剛性になり寄りしているものと考えられる。また、対数減衰率については、着目モードによっては計測できなかったものもあったが、面外対称 1 次モードで $\delta=0.021$ 、鉛直対称 1 次モードで $\delta=0.032$ という値が得られた。本橋については、前述したように風洞試験による耐風安定性の検証を行っており、その風洞試験に反映した振動数および対数減衰率の各値に比べ、実橋ではより大きい値が得られたことから、本橋の安全性の裏付けとなった。

4. まとめ

支間 320m の無補剛吊橋「もみじ谷大吊橋」を対象に、耐風索角度の違いによる静的特性の比較検討、また実橋における振動試験を実施し振動特性に関する検討を行った。検討の結果、本橋のような耐風索角度がレベルに近い場合においても、実用上は問題のない静的特性を有することが確認できた。また、振動特性については、耐風安定性の検証として行った風洞試験に反映した振動数および対数減衰率よりも実橋における各値の方が上回る結果が得られたことから、本橋の安全性を検証することができた。

【参考文献】1) 大野ほか：もみじ谷大吊橋の耐風安定性，土木学会第 53 回年次学術講演会，1998 年 10 月。
2) 平井 敦：鋼橋Ⅲ，技報堂，1967 年 9 月。3) (社)日本道路協会：小規模吊橋指針・同解説，1984 年 4 月。

表-2 振動特性

着目モード	解析結果		実測結果	
	モード図	振動数	振動数	減衰率
面外 対称1次		0.243 Hz	0.269 Hz (1.107)	0.021
鉛直 逆対称1次		0.285 Hz	0.342 Hz (1.200)	—
鉛直 対称1次		0.357 Hz	0.391 Hz (1.095)	0.032
ねじれ 対称1次		0.534 Hz	0.586 Hz (1.097)	—

注) 表中のカッコ内は、解析値を 1 とした場合の比率を示す。