

無補剛人道吊橋の現地振動計測

駒井鉄工(株) 正会員 幽谷栄二郎

" 正会員 細見 雅生

東北鉄骨橋梁(株) 正会員 小俣 静男

1. まえがき

本橋は、蔵王連峰の山麓に位置する宮城県刈田郡七ヶ宿町の横川砂防公園内に架設された人道吊橋である。本橋は、無補剛吊橋としては大規模な支間長 120m を有している。本橋の形式、規模、および現地の風環境の条件を用いて、道路橋耐風設計便覧を用いて照査を行い、動的耐風安定性の照査が必要と判断した。そこで、風洞実験を行い、桁断面に対して耐風対策を施すこととし、耐風安定性の向上を図った。架設完了後、風洞実験結果の検証を行うための固有振動数、構造減衰の計測および構造全体系の剛性に大きな影響を与える耐風索の初期張力の計測を現地にて実施した。本稿では、架設後に行った現地振動計測結果および風洞実験の再評価の結果を報告する。

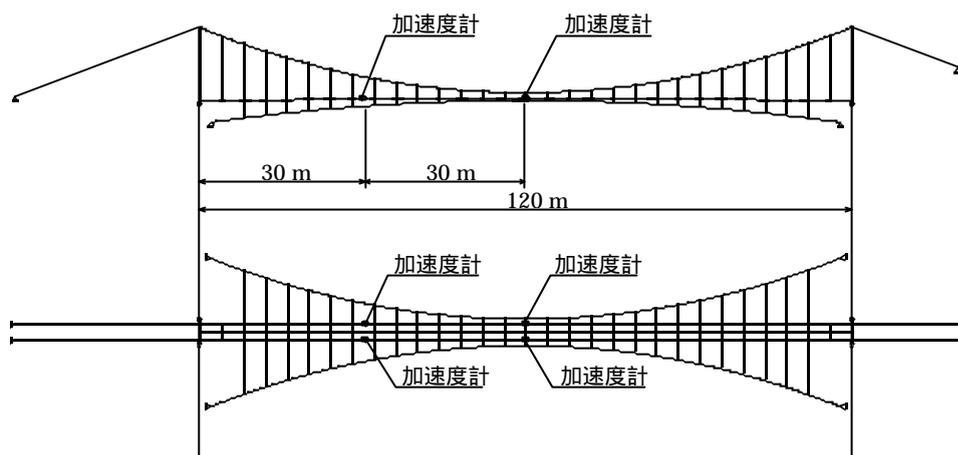


図 - 1 加速度計設置位置図

2. 計測方法

低次モードのたわみ振動とねじれ振動が検出できるように、支間中央と支間の 1/4 点の歩廊面両脇に 2 カ所ずつ、計 4 カ所で加速度を計測した。加振は人力で行った。加速度計の設置位置を図 - 1 に示す。

3. 計測結果

各加速度計から得られた時系列データを、支間 1/2 点、1/4 点それぞれでたわみ振動成分とねじれ振動成分に変換してから計算などの処理をしている。強制加振後自由減衰させたときの時系列データをグラフ化したものを図 - 2 に示す。人力による加振で一定した周期の外力を与えられないため、たわみ 2 次、ねじれ 1 次モードは、他の周期が混在しており波形が乱れている。波形が乱れているので、パワースペクトルの値から固有振動数および構造減衰率 δ_s を計算すると、表 - 1 のようになる。構造減衰についてはハーフパワー法で計算している。構造減衰については、風洞実験時の $\delta_s=0.02$ よりも大きくな

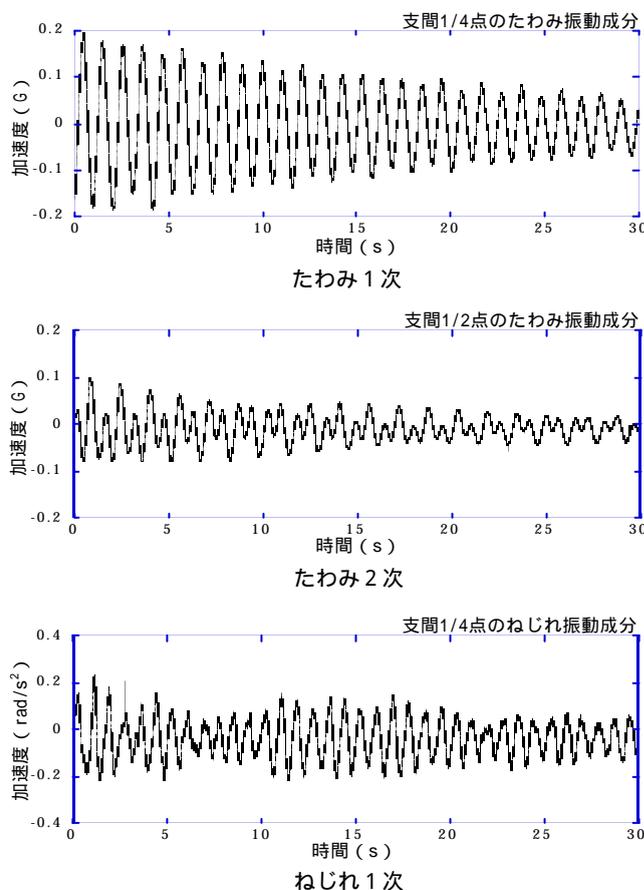


図 - 2 各モードの時系列

キーワード：無補剛吊橋，現地振動計測，風洞実験再評価

連絡先：〒555-0041 大阪市西淀川区中島 2-5-1 駒井鉄工株式会社 tel:06-6475-2112, fax:06-6475-2132

っており、耐風安定性上安全側となっている。

設計時に行った固有振動解析結果も併せて表 - 1 に示す。実橋計測値 / 解析値は、たわみで 2.8、ねじれで 2.4 とかなり固有振動数に差がある。

当初解析条件として、歩廊部分の剛性は、連続している部材は縦桁断面のみと考えていたため、縦桁の剛性のみ考慮していた。実際には、鋼製高欄や木製部材(ボンゴシ材)が剛性に寄与していることが考えられたので、これらの影響を考慮に入れて歩廊部分の曲げ剛性およびねじり剛性を再度計算し、振動解析を行った。

再解析結果を表 - 2 に示す。表 - 2 より、実橋計測値 / 再解析値は、たわみ、ねじれともに 1.2 程度になっており、この誤差は、歩廊部分の剛性再計算時に考慮に入れていなかった床材などの影響や、ケーブルの張力が当初の設計値よりも大きくなったことが原因と考えられる。

4. 風洞実験再評価

本橋では風洞実験より選定した耐風安定化対策を施した断面(図 - 3 に示す引き出し線の部材)を採用している。

固有振動数の計算値と実橋の固有振動数にずれがあったので、振動実験により得られた計測値をもとに、実橋換算風速の値を再計算し、風洞実験結果を再評価する。風の迎角については、最も動的耐風性が不安定であった迎角 $\alpha = -3^\circ$ のみを示す(図 - 4, 5)。計画当初の断面(全面木床版断面)については、照査風速内での曲げねじれフラッターの発生がみられる(図 - 4)。本橋で採用した対策断面では、照査風速内で有意な振動の発生はみられない(図 - 5)。実橋の振動数が風洞試験前の解析値より高いため、本橋の耐風安定性はさらに安定化していることが確認できた。

5. あとがき

今回の現地振動計測により、高欄も含めた桁の剛性が無補剛吊橋の振動数に大きな影響を与えることがわかった。現地計測より得られた振動数をもとに風洞実験の結果を再評価したところ、本橋の耐風安定性は振動数が高くなったため、さらに安全であることが確認できた。

今回の実験に当たり、ご指導およびご協力いただいた宮城県大河原土木事務所の関係者の方々に感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 日本道路協会：小規模吊橋指針・同解説, 1984.4.
- 2) 幽谷栄二郎・細見雅生・露野公則・加藤庄寿・関場 智：横川砂防公園吊橋の風洞実験, 土木学会第 55 回年次学術講演会概要集, - B65, 2000.9.

表 - 1 固有振動数の比較(解析 - 実橋)

モード	解析値	実橋計測値	
	固有振動数 (Hz)		構造減衰率 s
たわみ 1 次	0.367	1.038	0.086
たわみ 2 次	0.497	1.404	0.032
ねじれ 1 次	0.549	1.343	0.066

表 - 2 固有振動数の比較(再解析 - 実橋)

モード	再解析値	実橋計測値	実 / 解
たわみ 1 次	0.850 Hz	1.038 Hz	1.22
たわみ 2 次	1.146 Hz	1.404 Hz	1.23
ねじれ 1 次	1.143 Hz	1.343 Hz	1.17

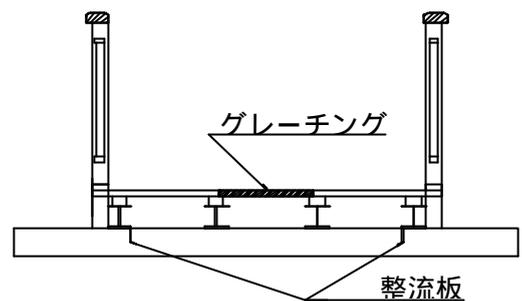


図 - 3 耐風対策断面概略図

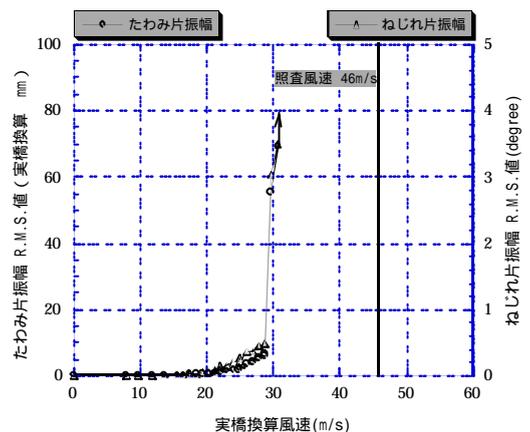


図 - 4 全面木床版断面 (一様流中, 迎角 -3°)

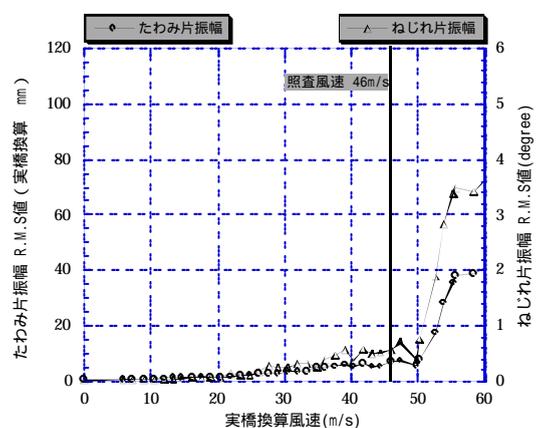


図 - 5 本橋採用断面 (乱流中, 迎角 -3°)