

I - B 251

白鳥大橋の常時微動計測に関する報告

北海道開発局 室蘭開発建設部 正 員 柳原優登 北海道開発局 開発土木研究所 正 員 佐藤昌志
 東京大学 工学系研究科 フェロー 藤野陽三 新日本製鐵㈱ 正 員 坂本良文
 北海道開発局 室蘭開発建設部 後藤浩之 北海道開発局 室蘭開発建設部 正 員 島田 武

1. はじめに

白鳥大橋は、平成 10 年 6 月に供用した箱桁形式の補剛桁を有する吊橋である。本橋では、供用開始直前の完成系において起振機を用いた強制加振実験と常時微動計測から実橋における振動性状の把握を行った。

起振実験については別稿¹⁾で報告しているため、本報文では、常時微動計測についての報告を行う。本常時微動計測は、起振実験時に実施した共振点の目安を求めるための常時微動計測とは異なり、補剛桁および主塔に着目しセンサーを密に配置することで風による振動状態を詳細に把握する目的で起振実験終了後に実施した計測である。

主な検証・確認項目は①起振実験では得られない高次モードの固有振動数を把握する。②密に配置したセンサーより振動モード形状の確認を行い固有振動数と振動モード形状の検証を行う。③風速と振動振幅の関係を把握し風洞試験との対比を行う。以下に結果概要を示す。

2. 計測概要

計測は、補剛桁に着目した場合と主塔に着目した場合の 2 ケース実施し、それぞれ図-1 に示すセンサー配置とした。センサーはサーボ型加速度計を使用し上下、水平、ねじれ計測時にそれぞれ Z、Y 方向に向きを変え実施した。また、補剛桁計測時の主塔センサーは am7～am10 を取り除いた配置とした。

風のデータは、中央径間中央に設置した風向風速計から読みとった。また、風速レベル

による卓越振動数の違い、最大加速度の関係を把握するため、風速レベルを設定し各風速レベルに着目したデータ解析を行った。風速（10 分間平均風速）レベルは 5 m/s 刻みを目安とし、可能な限り高風速の計測を実施した。

解析に用いた対象時間は、風速レベルに対応した発生周波数およびその周波数に対応するスペクトル解析を行う場合は 409.6 秒とし、モード解析を行う場合は 819.2 秒を対象とした。なお、データサンプリング周波数は 100 Hz とした。

3. 固有振動数の評価

起振実験では、上下対称 1 次モードの固有振動数が解析値と比較的離れていたことから、高次モードの確認と共に上下対称 1 次モードの再確認を行った。上下逆対称 1 次モードの特定は、強風時(15 m/s)のデータを用いてフーリエスペクトル解析を行い着目した周波数で時刻歴モード図を作成し判断した。その結果、上下対称 1 次モードの振動数として 0.115 Hz が確認できた。上下対称 1 次の周波数別時刻歴モードを図-2 に示す。モード図は、0.115 Hz が最も綺麗なモード形状と考えられ 0.125 Hz は中央径間部分でラインがクロスしており、

キーワード：吊橋、箱桁形式補剛桁、振動、常時微動

連絡先：北海道開発局 室蘭道路事務所 登別市大和町 2 丁目 3 4 - 1 (TEL 0143-85-3135/FAX 0143-85-9104)

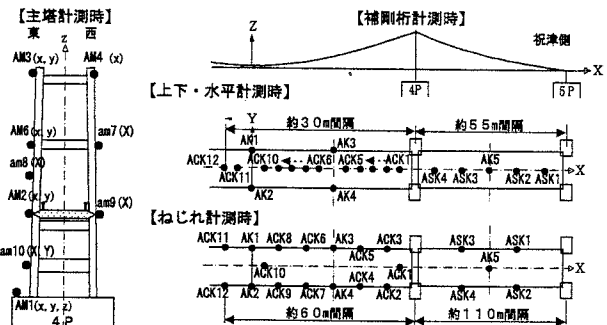


図-1 センサー配置

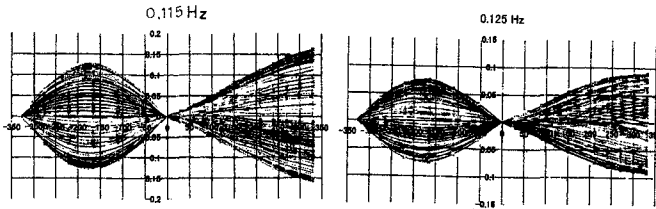


図-2 時刻歴モード図

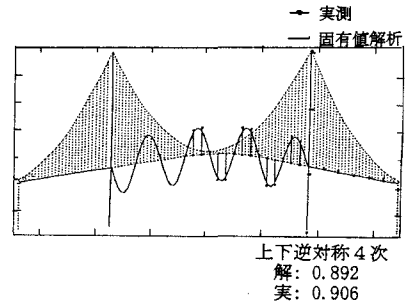


図-3 高次モード図

4. 風洞試験との対比

最大鉛直振幅と平均風速の関係を求め風洞実験の結果と比較したのが図-4である。計測時の平均風速は風洞実験時の風速域に比べ低めであるものの、鉛直たわみ応答について両者は良く対応している。水平たわみ応答については図-5に示すとおり風洞試験結果が大きな評価を与えており、実橋の振動レベルは設計照査に用いた風洞試験結果と同等かそれ以下であり、安全性には問題がないと考えられる。

5. 主塔の振動

主塔については、本実験で計測した風速領域において主塔の限定振動は発現せず、補剛桁の振動振幅に伴う面外振動が確認された。風速 15m/s 以上での主塔面外変位に支配的な補剛桁モードは、上下対称1次モード、上下逆対称1

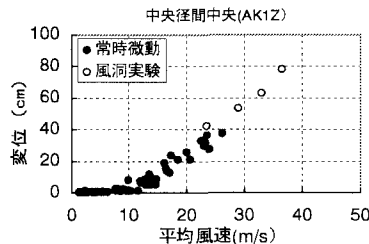


図-4 最大鉛直振幅と風速の関係

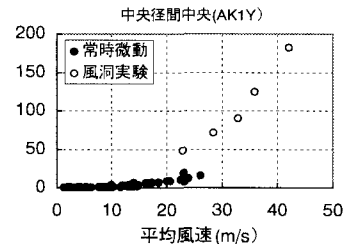


図-5 最大水平振幅と風速の関係

次モード、および水平対称1次モードであり、その時の塔頂最大変位は約 3.0cm であった。また、風速の増加に伴う振幅増を考えても安全性には問題がないことが確認できた。

6. 平均風速と卓越振動数

フーリエスペクトル図から読み取った各計測点の主要な卓越振動数を、10 分間平均風速をパラメータとして図化したものを図-6に示す。これは、風速の変化に伴い卓越振動数がどの様に変化するかを調べたものである。卓越振動数は、起振実験の結果とほぼ近いところにあるが必ずしも一致せず、また、風の強さによってもピークが変動する測定点もあることから、起振実験と数値解析の結果を参考にして主要なピーク周波数とその振幅を読みとった。上下対称1次、上下逆対称1次、ねじれ対称1次、ねじれ逆対称1次については、他のモードに比べ風速の増大と共に周波数が若干小さくなる傾向にあることが確認できた。

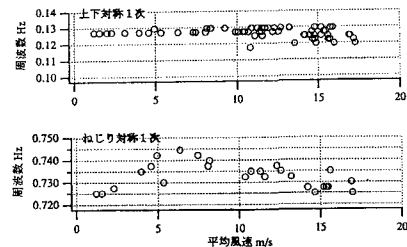


図-6 風速と卓越振動数の変化

7. まとめ

本常時微動計測から次のことが確認できた。①上下対称1次モードの振動数は設計値と一致している。②高次モードの振動数とモード形状は解析値と一致している。③風速の増加に伴う補剛桁・主塔の変位は風洞試験時と同等かそれ以下であり、安全性には問題がない。④風速の増加に伴い特定モードの卓越振動数は低下する傾向がある。

〔参考文献〕

- 1) 高田・渋谷・藤野ほか：白鳥大橋の起振実験に関する報告，土木学会年次学術講演会講演概要集 1999.9