

I - 354

白鳥大橋主塔の動態観測

北海道開発局 正員 西本 聡 北海道開発局 正員 高橋守人
北海道開発局 正員 橋本 幸 石川島播磨重工 正員 上島秀作

1. はじめに 白鳥大橋は一般国道37号白鳥新道の主橋梁として、室蘭港の湾口部に位置する、橋長1380mの3径間2ヒンジ補剛箱桁吊橋である。同主塔は、ラーメン形式を採用し、現場継手に溶接を採用するなど景観に対して配慮している（図-1）。一方、耐風安定性に関しても検討を行い¹⁾、風洞実験の結果、塔柱に隅切り断面を採用している。

同主塔では、独立状態にある主塔の対風挙動特性を把握する目的で動態観測を行った。今回、この観測結果を報告する。

2. 動態観測方法 観測は3P主塔で行い、風向・風速、主塔の応答および制振装置の稼働状態を計測した。図-1に示すように、風向・風速はプロベラ型および超音波型風速計、主塔の応答はサーボ型加速度計により計測した。一回の計測時間は10分間とした。

3. 気流特性 白鳥大橋では、計画段階で架設地点における風の観測を行っているが、今回の気流観測結果では、以下に示すように前回の観測結果²⁾とほぼ同様の傾向が確認できた。

図-2はプロベラ型風向風速計を用いて得られた平均風向・風速分布の一例である（平成5年1月計測分）。西～北西、次いで北東～東からの風が多く観測されている。特に西～北西風は冬期の季節風であり、平均風速 20m/sを越すような強風も観測されている。

図-3に平均風速の鉛直分布についての観測結果の一部を示す。前回の観測では、2点において風速観測を行っている。この結果をべき乗法則にあてはめた結果、べき乗数は $\alpha=1/11$ となり風速の鉛直勾配は大きな傾向にあることを確認している。今回の観測では4点における風速観測を行なったが、図より分かるように、前回と同様な傾向となり、べき乗数の小さい風速の鉛直分布特性を再確認する結果となった。

図-4は塔頂において観測された気流の主流方向の乱れ強さの分布である。

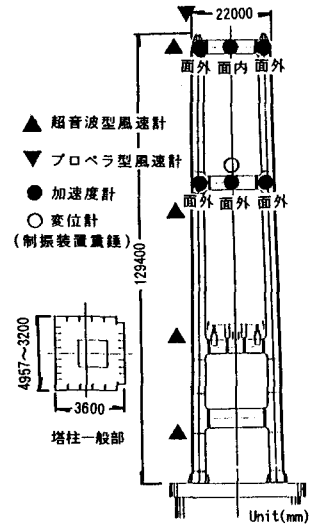


図-1 白鳥大橋主塔（3P）動態観測状態

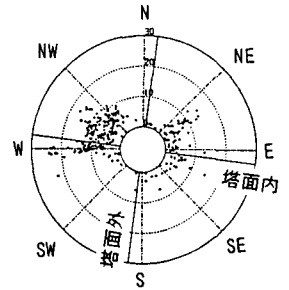


図-2 平均風向・風速
（平成5年1月分）

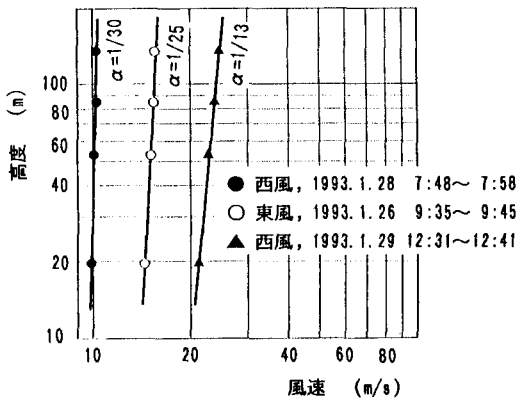


図-3 平均風速鉛直分布

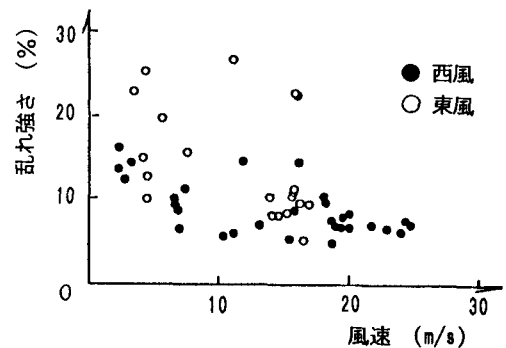


図-4 主流方向乱れ強さ（塔頂）

全般的に西風に比べて東風の方が乱れている傾向にあり、前回結果と同様の傾向を示している。この原因として、西風に比べて東風は市街地等の粗度の大きなところを吹送して来ることが考えられる。

4. 対風挙動特性 図-5に主塔独立状態における風洞実験結果（面外曲げ，ねじれモード）を示す。実験で用いられている気流は一樣流である。実験結果より実橋換算風速 $U=6\sim 8\text{ m/s}$ において面外曲げ一次モードの限定振動の発生が予想された。このため良好な作業性を確保する目的で制振装置を設置している。

図-6は今回観測で得られた結果の一部（平成5年1月計測分）で、風速と塔頂応答加速度（最大値）の関係を示したものの、図-7は面外一次振動およびねじれ一次振動発生時刻歴波形の一例を示したものである。図-6より、風向：西～北西、風速： 20 m/s 付近の強風時においてねじれ振動の発生が確認されたが、これは図-5の $U=20\text{ m/s}$ 付近においてみられる限定振動に対応するものであると考えられる。振幅は実験値に比べて小さく、この要因として構造減衰および気流特性の相違等が考えられる。

面外曲げ一次振動に関しては、基本的に制振装置稼働時における観測であることから（ $\delta=0.230^{31}$ ），明確な限定振動の発生は観測されていない。尚，制振装置を停止させた状態においても観測を行っているが（平成5年1月後半），やはり風洞実験から予想されるような振幅の限定振動は観測されなかった。

5. まとめ 気流特性は，設計段階に実施された風観測の結果と，概ね同様の傾向を示した。すなわち，冬の季節風である西風が卓越しており，この西風は乱れが比較的小さく，べき乗数 α が小さな海風の特性を示した。主塔の対風挙動に関して，実際に観測された振動現象は風洞実験から予測されたレベルより小さな振幅であった。最後に，本観測結果が今後の長大橋建設の一助となれば幸いである。

<<参考文献>> 1)和田ら：白鳥大橋補剛桁・主塔の対風安定性について，第44回土木学会年講概要集，平成元年10月
2)広瀬ら：白鳥大橋架設地点における風の特性について，第29回北海道開発局技術研究発表会論文集，昭和60年
3)高橋ら：白鳥大橋主塔独立状態の振動実験，第48回土木学会年講概要集，平成5年10月

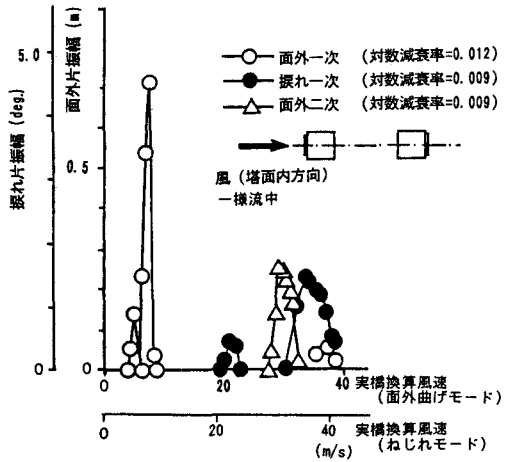


図-5 風洞実験結果（主塔独立状態）

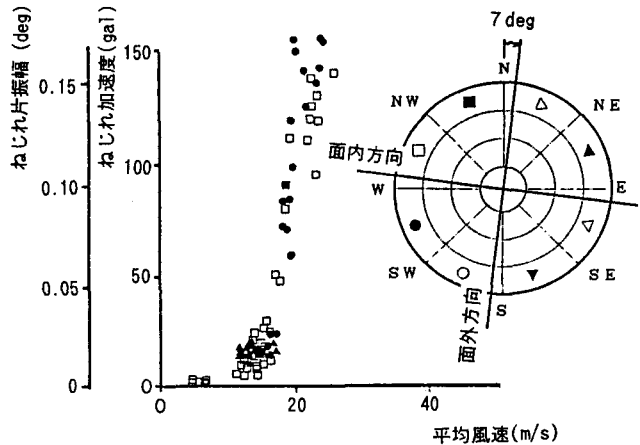


図-6 主塔応答観測例（平成5年1月分）
（ねじれ応答加速度-風速曲線）

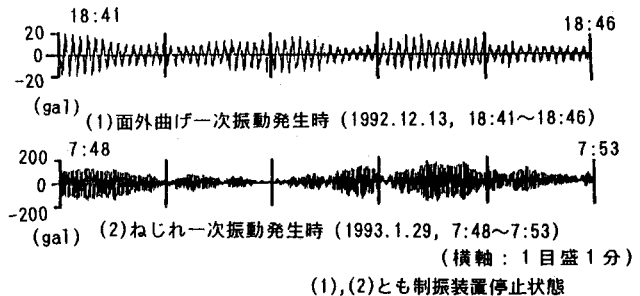


図-7 主塔応答加速度の時刻歴の時刻歴波形