

斜角を有する長大箱桁橋（清幌橋）の耐風検討

中央コンサルタンツ(株) 正会員 野田 勝哉 北海道土木現業所 菊池 俊
 中央コンサルタンツ(株) 正会員 ○小島 朋樹 石川島播磨重工業(株) 正会員 上島 秀作
 北海道土木現業所 山本 文昭 石川島播磨重工業(株) 正会員 松田 一俊

1. はじめに 本報告は、計画中の中央支間 156m を有する長大箱桁橋（清幌橋）について、その耐風性の検討を風洞実験によって行ったものである。検討では、主に、本橋の構造的特徴である橋梁斜角（約 50° ）と架橋位置の自然条件である積雪の影響に着目した。また、実験で確認された振動現象のうち、実橋での発現が有害と予想されるものに対しては、実橋に即した耐風対策工の選定を行った。

2. 清幌橋の概要 清幌橋は、空知郡南幌町において夕張川を跨ぐ橋梁であり、現橋の架け替えが計画されている。架け替え後は、橋長 692(m)の橋梁となり、低水路部を跨ぐ中央径間部は図-1 に示すように 109.7(m)+156.0(m)+109.7(m)の支間を有する 3 径間連続鋼床版箱桁橋となる。橋梁計画上、橋軸方向と河川流下方向（橋脚軸方向）が約 50° で交わる、斜角の小さい橋梁となっている。

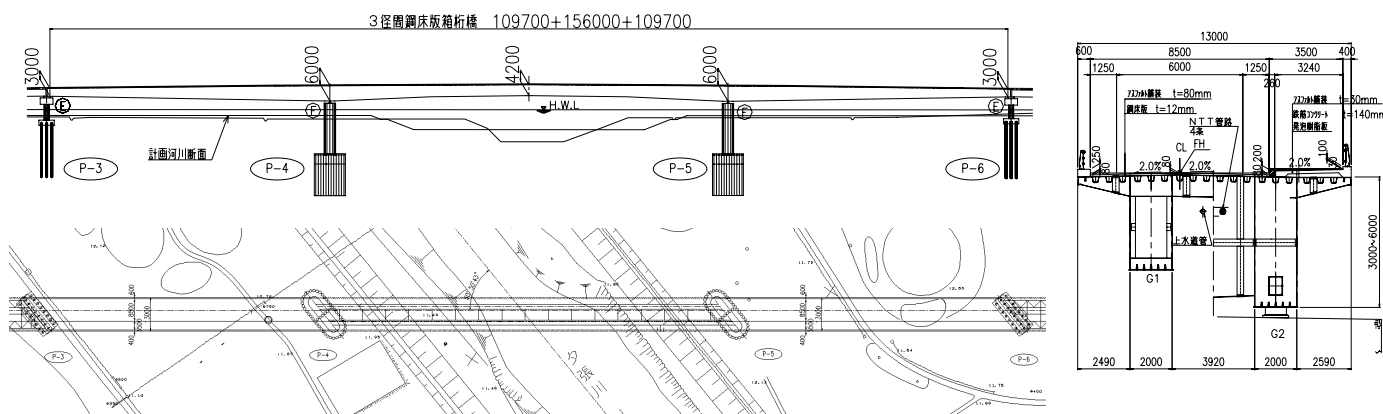


図-1 清幌橋概要図

3. 風洞実験条件 実橋に対して 1/70 の 3 次元弾性模型を製作し、風洞実験を実施した。実橋と模型の振動特性を表-1 と図-2 に示す。構造減衰は対数減衰率で 0.02 を設定した。その他の実験条件を表-2、図-3 に総括した。風向は、歩道が片側のみに設けられている非対称性断面を持つことと、橋脚の向きが橋軸に対して斜角を有していることから、図-3 に示すように 6 方向を考慮した。

4. 対風応答特性 風向に着目した応答実験結果を図-4 に示す。橋軸直角方向風の下では、実橋風速=20m/s 強の風速でギャロッピングが発現するが、斜風下においては照査風速 $V_{rg}=44.6(m/s)$ 以下でギャロッピングは発現しない。

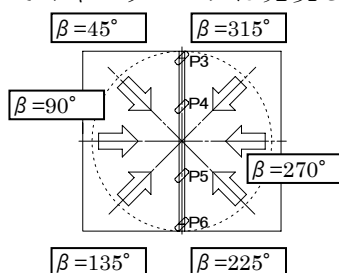


図-3 風向角の定義

表-1 固有振動数

振動モード	実橋 (Hz) (解析値)	模型 (Hz) (実測値)	風速倍率
鉛直曲げ 1 次	0.507	4.90	7.24
鉛直曲げ 2 次	0.853	7.61	7.86
鉛直曲げ 3 次	1.125	9.34	8.43

表-2 風洞実験条件

気 流	一様流 および 境界層乱流 2 種 冬季乱流: $lu=12.1(\%)$, $lw=7.1(\%)$ 夏季乱流: $lu=17.0(\%)$, $lw=9.2(\%)$
積 雪	高欄閉塞あり (冬季), なし (夏季)

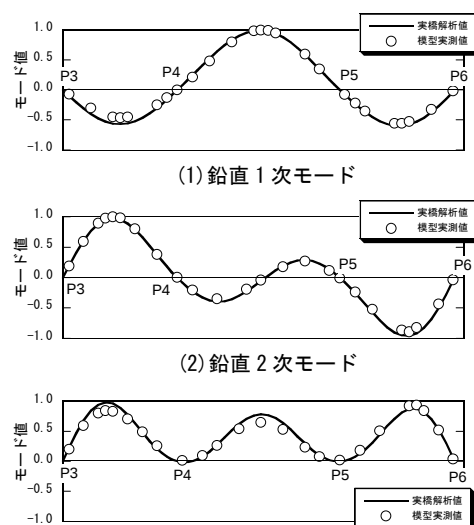


図-2 振動モード

キーワード 耐風安定性調査, 風洞実験, 連続鋼床版箱桁橋, 制振対策

連絡先 〒060-0034 北海道札幌市中央区北 4 条東 1 丁目 2 番地 3 中央コンサルタンツ(株) TEL 011-233-2351

一方、渦励振振幅に関しては、斜風下では橋軸直角方向風に比べて顕著に増大していることが判る。

積雪による高欄閉塞を考慮した場合の実験結果を図-5に示す。高欄が閉塞された場合、ギャロッピング発現風速が若干低下する結果となった。

5. 耐風制振対策 風洞実験においてはギャロッピングと渦励振の発現が確認されたが、特にギャロッピングの発現風速は照査風速以下であり、制振対策の実施が必須であると考えられる。本橋では、箱桁橋のギャロッピング制振対策として実績のある水平プレート（図-6）を採用した¹⁾。水平プレートを設置した場合の応答特性を図-7に示す。水平プレートの効果によりギャロッピングは消滅したが、渦励振振幅は逆に増大し、悪化の傾向を示すことが明らかとなった。図-8は、一様流中および乱流中の渦励振振幅と構造減衰（対数減衰率）との関係である。結果より、 $\delta=0.05$ 程度の減衰が確保できれば渦励振は十分小さいレベルに抑制されることが判った。

6. まとめ 風洞実験の結果、ギャロッピングおよび渦励振に対する制振対策が必要であることが判明し、具体的な対策工として、前者には水平プレートの設置、後者にはTMDなどによる構造減衰の付加が考えられる。また、本橋の実験結果からは、橋軸直角方向風の場合に比べ、橋軸斜方向風の場合に渦励振振幅が大きくなる場合があることが判った。現象は断面形状と橋軸方向の断面変化度合いに影響すると思われる^{2), 3)}が、長大箱桁橋の耐風設計においては注意を払う必要がある。

謝辞 本検討を推進するに際し、横浜国立大学 山田教授、勝地助教授には適宜ご指導を賜った。ここに記して謝意を表する。

参考文献 1) 齊藤通・本田明弘：長大箱桁橋の耐風性および制振対策法について，構造工学論文集 Vol.36A, pp889-894, 1990.3. 2) 宇都宮英彦・浅野浩一・長尾文明・松本達志：斜風が矩形断面の渦励振に及ぼす影響，土木学会第48回年次学術講演会概要集, pp.798-799, 1993.9. 3) 細見雅生・木場和義・小林紘士：長方形断面橋桁の渦励振に対する風向角の影響，第13回風工学シンポジウム論文集, pp.299-304, 1994.12.

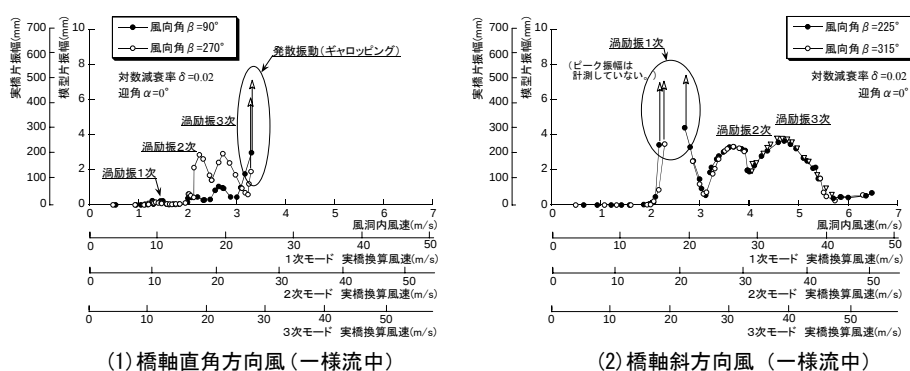


図-4 風向と対風応答性

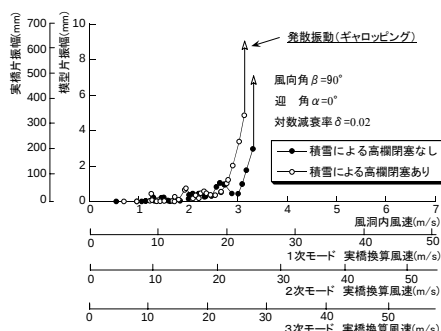


図-5 高欄閉塞状態と対風応答性

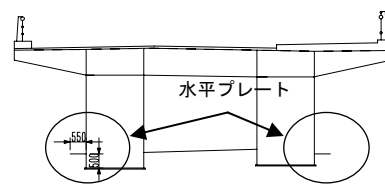


図-6 水平プレート

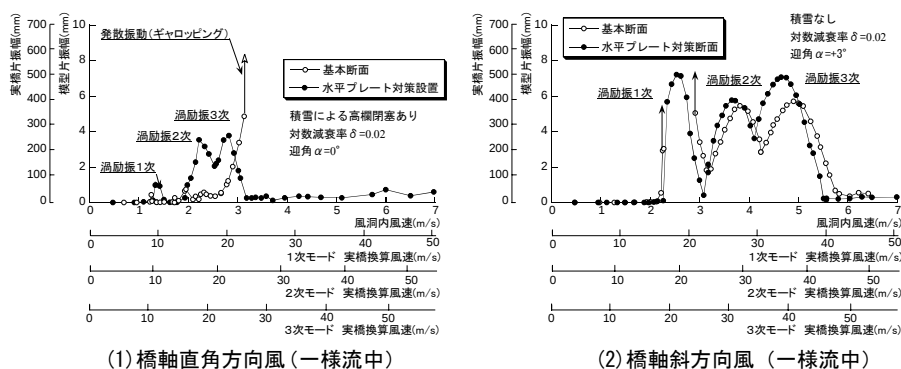


図-7 水平プレート設置・未設置の場合の応答比較

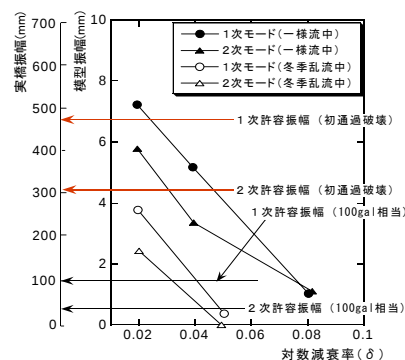


図-8 渦励振振幅と構造減衰