

複合斜張橋・新湊大橋(仮称)のA型主塔の空力振動特性

国土交通省 北陸地方整備局 正会員 新保 修, 石山幸夫, 柳 幸一
日立造船(株) フェロー 植田利夫, 正会員 畑中章秀, 正会員 山口映二

1. まえがき

日本海側の広域国際交流拠点となる伏木富山港の臨港道路富山新港東西線で計画されている新湊大橋は図-1に示すような中央支間360m, 全長600mの複合斜張橋(中央径間:鋼桁, 側径間:PC桁)である。本橋の主塔は, 図-2に示すように高さ120mのA型タイプ鋼構造である。塔柱はほぼ正方形で天頂方向に辺長が変化するとともに, 塔柱間隔が変化している。斜張橋のA型タイプ主塔では, 斜張ケ-ブルが架設される直前の架設時独立状態の耐風性が問題となる場合がある。とくに, 橋軸直角方向からの風に対してはタンデム柱としての空力振動応答が予測された。その空気力学的耐風対策としては隅切りが考えられた。ここでは, タンデム柱として適切な隅切りを決定するために実施した風洞試験結果を述べる。

2. 風洞試験要領

塔柱断面の隅切りを検討する基本的な風洞試験であるので, ケ-ブル架設足場のない状態で, 空力振動に支配的な塔上部1/2を図-2のように3分割し, 各々の1/2点を代表断面, 断面A, B, Cとして2次元部分模型ばね支持試験を実施した。縮尺は1/50で, 表-1に実機諸元と風洞試験条件を示す。

3. 原設計案の空力振動特性

一様流中, 橋軸直角方向の風 $\beta = 0^\circ$ の断面A, B, Cの各空力振動応答を図-3に示す。断面Aは, 2塔柱間につなが材があり, 純粋なタンデム柱ではないが, $W/D=2.5$ の純粋のタンデム柱と同様, 約10m/sで約25cmの自己励起型渦励振, 架設時照査風速46m/s以下の35m/sでギャロッピングが発生している。断面Bは $W/D=3.4$ のタンデム柱で, 約10m/sで約20cmの自己励起型, 約20m/sで約40cmの加マン型渦励振, また, 断面Cは $W/D=4.2$ のタンデム柱で, 約20m/sで約80cmの加マン型渦励振が発生している。また, 断面Bについて風向を $\beta = 5^\circ, 10^\circ, 15^\circ$ と変化させたが, $\beta = 10^\circ$ で約20m/sからギャロッピングが発生している。

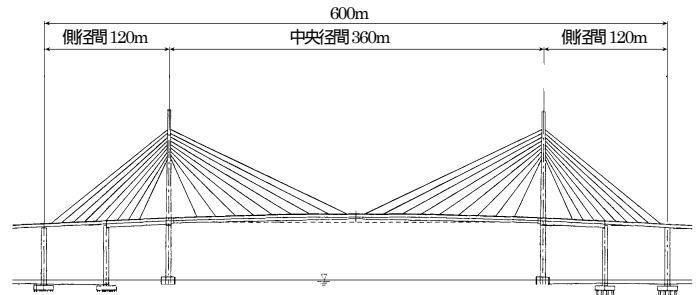


図-1 新湊大橋(仮称)の一般図

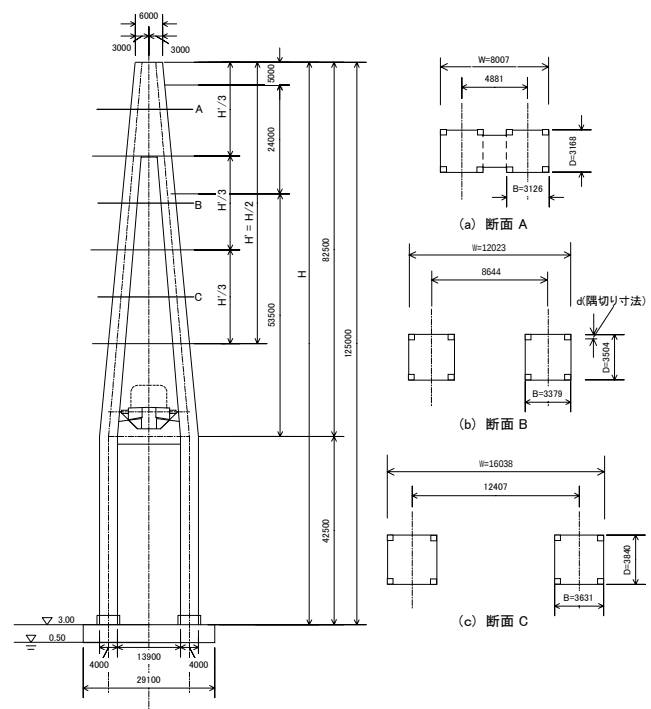


図-2 主塔断面形状

表-1 振動諸元

		単位	実橋諸元値	模型諸元値	模型調整値
固有振動数	鉛直たわみ	Hz	0.533	-	2.36
	ねじれ		3.357	-	5.80
等価質量		$\text{kgf} \cdot \text{s}^2 / \text{m}^2$	1182	0.34	0.34
等価質量慣性モーメント		$\text{kgf} \cdot \text{s}^2$	31152	0.0050	0.0049
構造減衰 (対数減衰率)	鉛直たわみ	-	0.01	0.01	0.010
	ねじれ				0.010

キーワード：複合斜張橋, 主塔自立時, 渦励振, ギャロッピング

日立造船(株) 〒551-0022 大阪市大正区船町 2-2-11 TEL06-6551-9239, FAX06-6551-9841

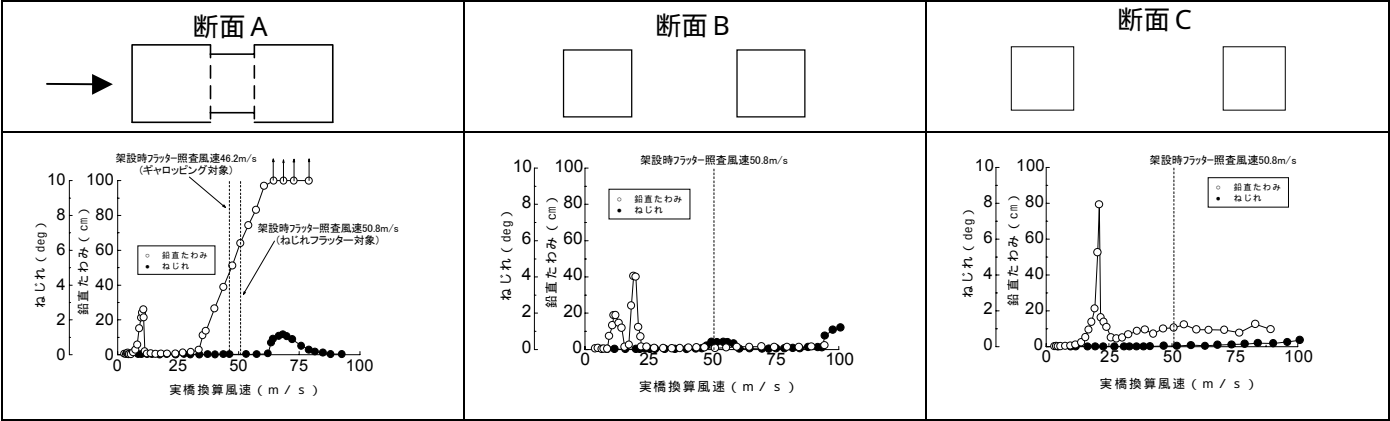


図-3 矩形断面柱のパネ支持試験結果（一様流・風向偏角 0°）

4．隅切りによる耐風対策

正方形断面単柱では、隅切り率 14/100 程度が渦励振，ギャロピングの発生を抑制する効果が大いというデータがある．ここでは，主塔高の 2/3 高さ位置にある断面 B において隅切り率 14/100 を適用し，隅切り寸法を 475mm とした場合，断面 A は隅切り率 15/100，断面 C は 12/100 となる．このときの各断面の $\beta = 0^\circ$ ，一様流中および乱れ強さ 10% の乱流中の応答を図-4 に示す．一様流中，断面 A ではギャロピングは消滅している．渦励振は断面 A，B，C で発生状態はそれぞれ変化する他，振幅は同程度が低減している．乱流中では，さらに渦励振は低減している．なお，断面 B の $\beta = 10^\circ$ ，約 20m/s で発生していたギャロピングは約 50m/s で約 40cm の渦励振に変化した．また，断面 B につき，隅切り率を 7/100，10/100，11/100，17/100 と変化させた結果，渦励振幅，および，照査風速以上のフラッタ - 発生風速に大きな変化もなく，構造設計面から経済性のある 14/100 の隅切り率，すなわち，隅切り寸法 475mm が選定された．

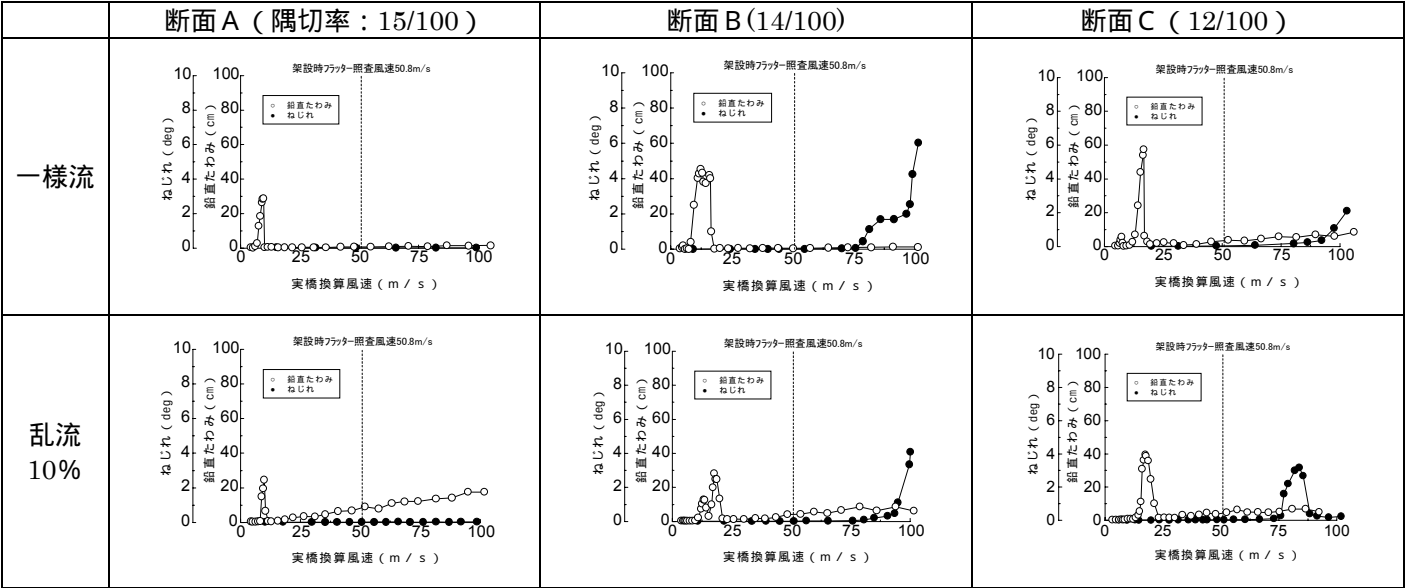


図-4 隅切断面のパネ支持試験結果（一様流 & 乱流 10%，風向偏角 0°）

5．あとがき

タンDEM柱においても隅切りの効果は認められたが，渦励振は 10% の乱流中でも消滅していない．断面 A，B，C の各断面について一様流中の風速と空力減衰のデータを取得した結果から，主塔全体の一様流中の応答を概略的に推定したところ，約 10m/s で塔頂 75cm の渦励振が予測された．しかし，現実には，塔柱の隅切り率，および，W/D が連続的に変化している構造的 3 次元性，平均風速の高度分布があること，塔頂での気流の回り込みなどの気流の 3 次元性，さらには，架設足場や架設機材の形状影響も考えられる．したがって，最終的な空力振動応答の評価は，架設足場を反映した 3 次元空力弾性模型を用いた境界層乱流中の風洞試験により行い，必要ならば制振装置を考慮することになっている．

本業務遂行にあたりご指導頂きました伏木富山港(新湊地区)臨港道路技術検討調査委員会(委員長：長井正嗣長岡技術科学大学教授)の委員各位に感謝致します．