

超小型多目的簡易風洞試験ツール (S-VFD) 開発の試み (その3)

三菱重工業(株) 正会員 ○四條利久磨 正会員 本田明弘
 正会員 平井滋登 正会員 杉山真人
 三菱重工鉄構エンジニアリング(株) 正会員 古田大介
 三菱エンジニアリング(株) 正会員 斎藤 通 岩下 誠

1. はじめに

著者等は、全径間模型などによる最終確認風洞試験の前に、橋桁断面の耐風性の目処付けを素早く安価に行える超小型の多目的簡易風洞試験ツール(以下S-VFD*と呼ぶ)を開発し、単独橋および並列橋のたわみ振動に対してはその有効性について報告した^{1),2)}。

一方、合理化橋梁である少数主桁橋や細幅箱桁橋は、下横構の省略や構造の単純化によって従来の一般的な鋼箱桁橋に比べねじれ剛性が低下するものと考えられ、ねじれ振動に対する耐風安定性についても留意する必要がある。さらに、それら橋梁が並列状態になった場合、空力的な干渉の影響により単独橋とは異なる複雑な挙動を示すことが知られているが、並列状態におけるねじれ振動試験例も過去に少ないことから、推定式等により事前にその応答を予測して耐風性を評価するのは困難である。本研究では上記を受け、S-VFDのねじれ振動への適用の可能性を検討した。

*Super-Visualized Fluid Dynamics

2. 試験装置概要

既存の装置²⁾にねじれ振動機構を追加することで以下の条件下での試験を可能とした。

- ・ 模型支持機構を軽く、装置の減衰を小さく工夫することで既存の二主I桁橋の減衰パラメータ³⁾を再現
- ・ 図1で示す並列橋の上流側、下流側桁の中心間隔、相対高低差を
 $W/B=1 \sim 4$, $h/D=0 \sim \pm 1$ の範囲内で任意に設定
- ・ 上流側、下流側桁をねじれのバネで独立に支持でき任意の振動数比を設定可能
- ・ 1/100 ~ 1/400 の模型縮尺

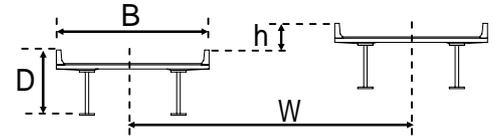


図1 並列配置の定義

3. 過去の大型模型試験との比較

S-VFDによる二主I桁橋の試験結果と過去の大型模型試験結果³⁾とのねじれ振動応答比較を図2に示す。S-VFDでは、図2で示す二主I桁橋断面において、無次元風速 $U/fB=2.0 \sim 2.5$ で大振幅のねじれ渦励振が発生した後、 $U/fB=4$ 付近でフラッターが発生する。上記は一般的に二主I桁橋で報告されている特性であり、大型模型風洞試験と比較しても二主I桁橋のねじれ振動応答特性を概ね再現できるものと考えられる。

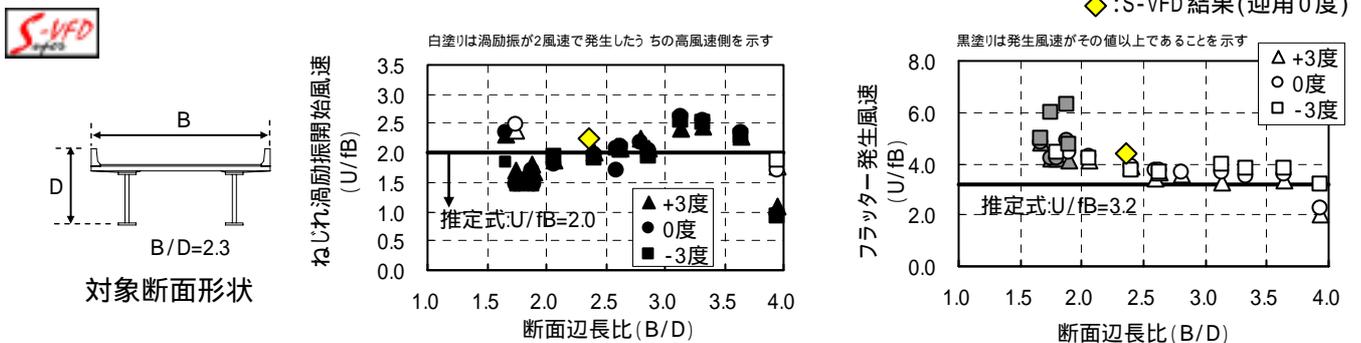


図2 二主I桁橋の大型模型試験結果との比較(ねじれ振動)

キーワード：風洞試験, 並列橋, ねじれ振動, 耐風性, 簡易ツール

連絡先：〒851-0392 長崎県長崎市深堀町5-717-1 三菱重工業(株) 長崎研究所 流体研究室 TEL095-834-2820

4. 試験結果例

試験結果の一例として $B/D=2.3$ の並列二主桁橋の間隔比 W/B を1~4に変化させた試験結果を図3に示す。

- 1) 渦励振特性：
 - Ⓐ 単独橋で発生する渦励振が並列橋の $W/B=1\sim 1.5$ では抑制される。
 - Ⓑ $W/B=2\sim 4$ では渦励振が発生する。特に $W/B=3, 4$ では上流側，下流側桁とも単独橋を上回る振幅の振動が発生し，一般に並列橋下流側桁で観察される現象が確認された。下流側桁に着目すると， $W/B=4$ 以下の範囲では上流側，下流側桁の間隔が広がるに従い不安定化する傾向にある。
- 2) フラッター特性：
 - Ⓒ 並列状態では $W/B=1.5$ 以下で，上流側，下流側桁とも単独橋よりも低い風速で発生する。ただし，単独橋の渦励振発生風速よりは高風速である。

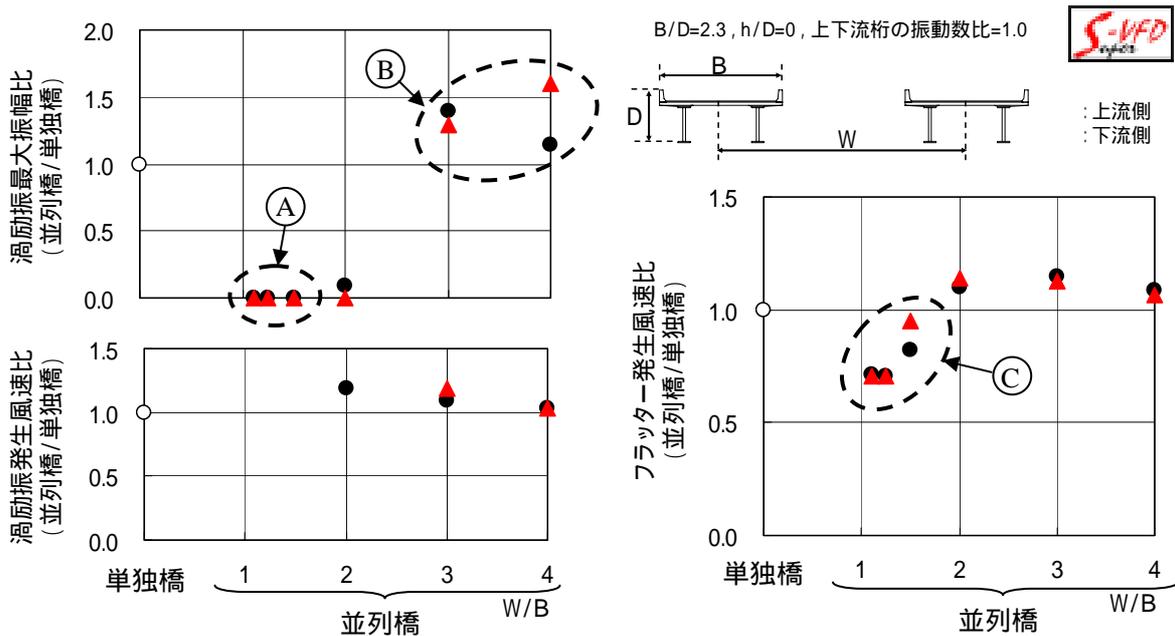


図3 並列間隔比 W/B と応答特性(ねじれ振動)

並列橋のねじれ振動応答検討事例を上述したが，これらの結果は計画時に並列橋を耐風設計する上で重要なデータの1つであり，S-VFDは少数主桁橋や細幅箱桁橋などのねじれ振動に対する注意が必要な橋梁に対しても，有効な耐風検討手段になり得るものと考えられる。

5. あとがき

これまでの検討により，たわみ振動に加えねじれ振動についても，単独橋および並列橋状態双方においてS-VFDの目標とする機能(「流れ」「力」「応答」の同時ビジュアル化)の1つである応答のビジュアル化の適用性の目処を得た。引き続き，本ツールの適用範囲を明らかにした上で，「流れ」「力」「応答」の同時ビジュアル化を図るとともに，CFDの組み込み等への適用拡大を進める予定である。

本S-VFDツールにより，現象のメカニズム検討および制振対策や耐風設計のアイデア出しを容易にすることができ，また，大型風洞試験を組み合わせることで，精度を確保した「素早い」「安価な」耐風設計が期待される。

参考文献

- 1) 斎藤，岸，本田，杉山，四條，岩下：“超小型多目的簡易風洞試験ツール(S-VFD)開発の試み”，土木学会第61回年次学術講演会，2006
- 2) 四條，本田，平井，杉山，古田，斎藤，山下：“超小型多目的簡易風洞試験ツール(S-VFD)の開発”，土木学会第63回年次学術講演会，2008
- 3) 芦塚，斎藤，本田，平井：“PC床版少数主桁橋の耐風安定性について”，土木学会第60回年次学術講演会，2005