

検査路設置の有無・設置位置の変化による若戸大橋の耐風性に関する検討

九州工業大学 学生会員 ○中山諭 非会員 本多亜佑美
九州工業大学 フェロー 久保喜延 正会員 加藤九州男 木村吉郎
北九州市道路公社 福本英一郎

1. はじめに

本研究の対象橋梁は北九州市洞海湾に架かる若戸大橋である(図1)。昭和37年に架設された本橋は、日本の吊橋の先駆的な役割を果たした橋であり、その技術は関門橋、本州四国連絡橋と大規模な吊橋へとつながっている。今年、この若戸大橋に塗装やケーブルハンガーを点検するための検査路の設置が計画された。今後の日本では長大橋の老朽化や新設により、このような維持管理や耐風性向上のための付加部材を取り付ける機会が増えてくることが予想される。そこで、検査路設置前と設置後で橋の耐風安定性にどのような変化が起きるのか、また、検査路の設置位置や迎角の変化によって橋の耐風安定性にどのような影響がみられるのかを検討することを本研究の目的とした。

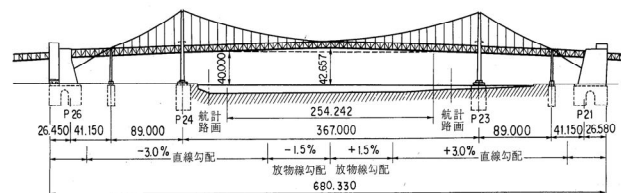


図1 一般図

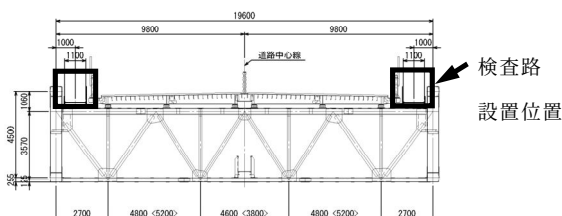


図2 橋梁断面図

2. 実験概要

応答実験は、回流式空力弾性試験用風洞(測定断面: 1070 mm × 1070 mm)を使用し、図2に示す断面の2次元剛体模型(縮尺率 $1/n=1/70$)を弾性支持し、一様流中・一部乱流中において、ねじれ・たわみ2自由度振動応答実験を行った。実験ケースは、検査路を設置していない基本断面と検査路設置高さ0, 2, 4, 5, 6, 7, 9, 11, 14mmの10ケースにおいて、それぞれ迎角 $\alpha=0^\circ$, 3° と変化させて計18ケースとした。

可視化実験は、可視化実験用小型風洞(測定断面: 400 mm × 400 mm)を使用し、応答実験で用いた主構と検査路のみを用いて実験を行った。実験ケースは、基本断面と検査路設置高さ0mmにおいて、それぞれ迎角 $\alpha=0^\circ$, 3° と変化させた4ケースと迎角 $\alpha=3^\circ$ において、検査路設置高さ2, 6, 9, 14mmと変化させた4ケースの計8ケースとした。

3. 実験結果および考察

測定した応答は、横軸に換算風速 ($V_r=V/f_m D$)、縦軸にねじれ倍振幅 2ϕ (deg.) とした応答図で示す。ただし、 V : 風速 (m/s), f_m : 模型の鉛直たわみ固有振動数 (Hz), D : 代表長[桁幅]とする。また、たわみの応答実験結果では目立った応答が見られなかったため、ここでは示さないこととする。

(1) 検査路の有無と迎角による違い 迎角 0° と 3° の場合の応答図を図3に示す。迎角 0° では、基本断面に比べて検査路付断面の方がフラッター発現風速は大きくなり、耐風安定性が良好であるといえる。ところが、

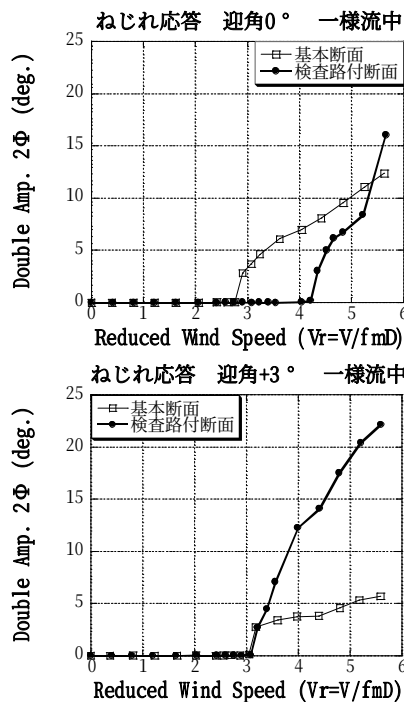


図3 応答図

迎角 $+3^\circ$ では、フラッターの発現風速はほぼ同じであるが、検査路付断面では振幅の発達率が大きくなっている。そこで迎角 $+3^\circ$ でのそれぞれの場合の空力減衰率を比べてみると、値はほぼ変わらなかった。次に、実環境に近い条件として構造減衰率 0.03, 乱流中での応答実験結果を図 4 に示す。最大値に関しても RMS 値に関しても検査路を付けることによる影響はほとんど見られなかった。

(2) 検査路設置位置による違い 検査路設置位置を変えての迎角 $+3^\circ$ で振動応答実験を行ったところ、応答の傾向としてはどのケースでも同じようにねじれのフラッターのみ発生したが、フラッターの発現風速に違いが現れたので図 5 に示す。基本断面のフラッター発現風速が換算風速の 3.93 であったのに対して、検査路を付けることにより若干フラッター発現風速は低くなり、検査路の設置位置を上げていくと一度高くなるが 4mm を越えたあたりから低くなり 7mm で最小値をとった後また高くなっていく。ここでフラッター発現風速の違いがなぜ起こるのかを説明するために模型の主構と検査路のみを取り出して、主構と検査路の関係性で流れがどのように変化するかをみるための可視化実験をおこなった。実験で得られた静止画を図 6 に示す。検査路取り付け位置が 0, 2mm の場合は (i) のように検査路の下面が主構の下側から来た流れを乱して全体の流れは安定していた。6, 9mm の場合は (ii) のように検査路の下面がちょうど主構に隠れる形となり、主構で剥がれた流れから後流側でカルマン渦となっていた。14mm の場合は (iii) のように検査路下面が主構の上側の流れを乱している。主構のみの場合は (ii) のようなはっきりしたカルマン渦が見られた。このように、検査路設置位置 0mm の場合を除き、図 5 で基本断面より低いフラッター発現風速が得られたケースで渦が発生した。以上の結果より、空力的に安定であると考ええる断面は、 $h/D=0.14, 0.15, 0.17, 0.20, 0.22, 0.24$ の 6 ケースである。

4. まとめ

検査路設置前と設置後では若戸大橋の耐風安定性はほとんど変わらず、迎角 0° の場合においては耐風安定性が向上することがわかった。また、検査路設置位置については検査路と主構の位置関係がフラッター発現風速に大きく影響し、検査路を主構からの流れを乱す位置に設置することで耐風安定性が良くなったといえる。特に検査路の位置を主構の端から 2mm(実橋で 14cm)程度ずらした位置がより耐風安定性に優れていた。

5. 今後の課題

若戸大橋以外の橋梁断面でも今回と同じような結果が得られるのかを確認し、他の橋梁でも検査路を設置することによって耐風性を向上することができるのかを検討すること。

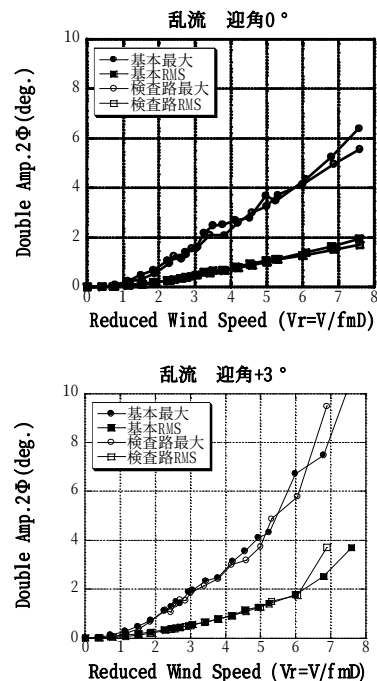


図 4 応答図

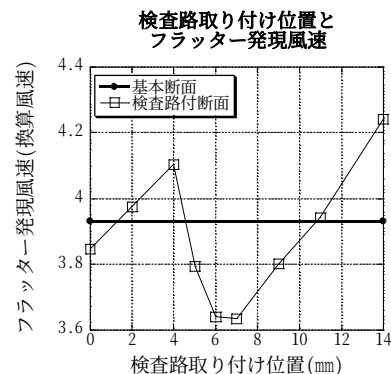
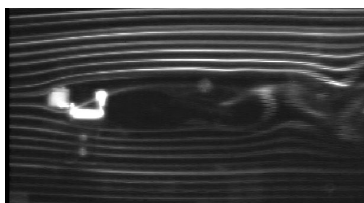
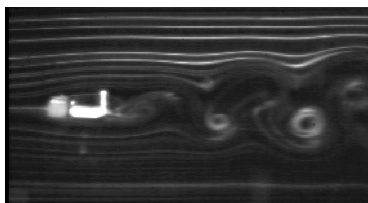


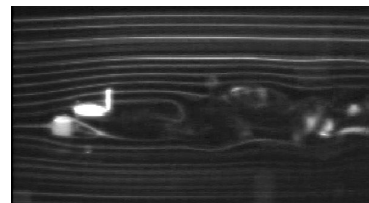
図 5 フラッター発現風速



(i) 検査路位置 2mm



(ii) 検査路位置 6mm



(iii) 検査路位置 14mm

図 6 可視化実験映像静止画