

桁幅桁高比および底面隅角部形状が及ぼす鋼箱桁の対風挙動

九州工業大学大学院 学生員 永田琢哉 野田辰徳
 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
 倉測建設コンサルタント株式会社 非会員 恒富智子

1. はじめに

今日、100m以上の径間では、鋼箱桁橋形式が採用されている。しかし、耐風安定性を確保するためにはフラップやスカート等の付加部材を設置しているのが現状で、構造部材のみでの耐風制振対策に関する検討は詳しくなされていない。これまでの研究において、図1の破線部のように底面隅角部の面取形状を変化させて応答実験を行ってみると、面取化が無い基本断面ではギャロッピングのみが生じ、面取化が有る断面では渦励振のみが生じるという結果が得られた。この結果より、面取形状を変化させることによって、ギャロッピングと渦励振の境となる断面や応答が生じにくい断面があるのではないかと考えられる。よって本研究では、鋼箱桁において面取形状を変化させることでギャロッピングと渦励振の両現象を抑制できる断面を作り出せるかどうかの検討を目的とし、2次元応答実験を行った。

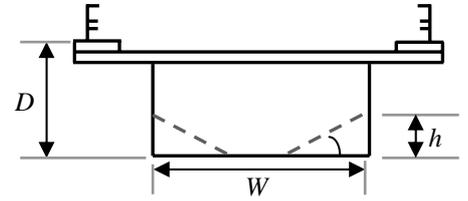


図1 模型断面図

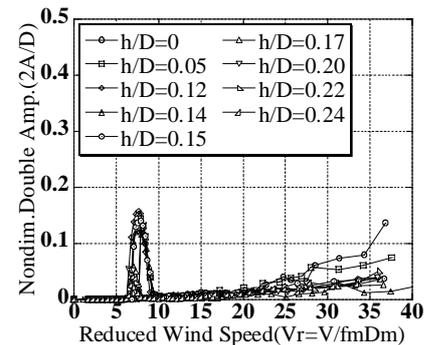


図2 W/D=2.4の応答図

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: 1780 mm × 910 mm)を使用し、図1に示す2次元剛体模型(縮尺率 1/n=1/78)を弾性支持し、一様流中において1自由度応答実験を行った。実験ケースは、桁幅桁高比 W/D=1.7, 1.8, 2.0, 2.2, 2.4の5ケースにおいて、それぞれ面取桁高比 h/Dを変化させて計41ケースとした。なお測定は、迎角 =0°、面取角度 =30°とした場合について行った。

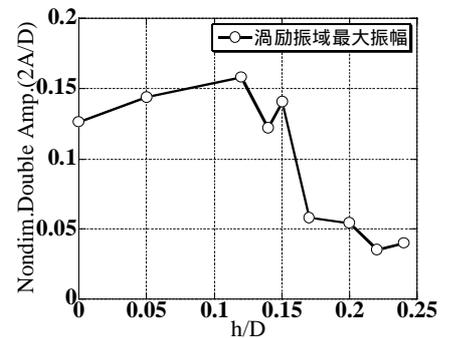


図3 渦励振域最大振幅(W/D=2.4)

3. 実験結果および考察

測定した応答は、横軸に換算風速 ($V_r=V/fD$)、縦軸にたわみ無次元倍振幅 ($2A/D$)とした応答図で示す。空力減衰率については、横軸に無次元倍振幅 ($2A/D$)、縦軸に空力減衰率 (α)とした空力減衰率図に示す。ただし、 V : 風速 (m/s)、 f : 模型の鉛直たわみ固有振動数 (Hz)、 D : 代表長 [桁高+地覆高]とする。

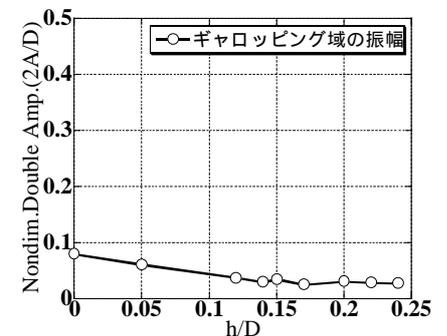


図4 ギャロッピング域の振幅 (W/D=2.4)

(1)W/D=2.4の実験結果 W/D=2.4においては、h/D=0, 0.05, 0.12, 0.14, 0.15, 0.17, 0.20, 0.22, 0.24の9ケースについて実験を行った。応答図を図2に示す。どのケースにおいても $V_r=7$ 付近で渦励振の振幅が大きくなっているため、その最大振幅の比較を行った。また、ギャロッピング域の振幅の比較も行うために、 $V_r=25$ での振幅の比較を行った。結果を図3、図4に示す。渦励振域については、面取を大きくするに従って振幅は大きくなり、h/D=0.14あたりから小さくなり、h/D=0.17ではさらに小さくなる。またギャロッピング域の振幅は、面取を大きくするとともに小さくなる。

キーワード 桁幅桁高比、底面隅角部、面取形状、渦励振、ギャロッピング、空力減衰率

連絡先 〒804-8550 北九州市戸畑区仙水町1-1 九州工業大学 TEL093-884-3109 FAX093-884-3100

実構造物において空力的に安定であると判断されるのが、 $2A/D=0.05$ 時に $\delta_a = -0.02$ 以上であるとして、この条件で空力的に安定であると考えられる断面について考察する。振幅 - 空力減衰率図を図 5、渦励振時の $2A/D=0.05$ 時の h/D に対する空力減衰率を図 6 に示す。図 6 より、 $h/D \geq 0.17$ の断面が空力的に安定であると考えられる。

以上の結果より、空力的に安定であると考えられる断面は、 $h/D=0.14, 0.15, 0.17, 0.20, 0.22, 0.24$ の 6 ケースとなる。

(2) 全ての実験結果 $W/D=0.24$ と同様に、 $W/D=0.17, 0.18, 0.20, 0.22$ の場合についても空力的に安定な断面について考察する。

h/D に対して、図 7 に渦励振域最大振幅、図 8 に換算風速 $V_r=25$ におけるギャロッピング域の振幅、図 9 に渦励振時の $2A/D=0.05$ 時の空力減衰率を示す。まず渦励振、ギャロッピングについては、どの桁幅桁高比においてもおよそ $h/D \geq 0.15$ で、両現象での振幅はともに小さくなる傾向にある。

さらに $W/D=2.2$ の断面については、 h/D のどのケースにおいても振幅は小さくなっており、特に他のケースとは異なった空力的に安定な断面であると考えられる。次に、空力減衰率より空力的に安定な断面は、図 10 に○印で示す 25 ケース ($W/D=0.24$: 上記述、 $W/D=0.22$: $h/D=0.10 \sim 0.20$ の 9 断面、 $W/D=0.20$: $h/D=0.16, 0.18, 0.22$ 、 $W/D=0.18$: $h/D=0.17 \sim 0.20$ の 4 断面、 $W/D=0.17$: $h/D=0.18, 0.19, 0.23$) であると考えられる。図 10 より、空力的に安定となるためには、桁高が大きくなるに従って、面取高も大きくする必要がある。また、 W/D と h/D の間には空力的に安定な断面と不安定な断面の境界が存在し、特に空力的に安定であると考えられる $W/D=2.2$ の断面を除けば、箱桁が扁平になると面取りの量が減る傾向にあるといえる。

4. 結論

応答実験より、鋼箱桁において面取形状を変化させることによって、ギャロッピングと渦励振の応答が変化すること、両現象が起きにくく空力的に安定する断面があることが確認できた。

5. 今後の課題

可視化実験により風上側と風下側の面取化が流れにどのような影響を及ぼしているのかについて検討する。

[参考文献] 久保喜延, 山内一朗他: 並列変断面箱桁橋の耐風性能改善について, 第 60 回年次学術講演会講演概要集, 第 I 部門, 1-301

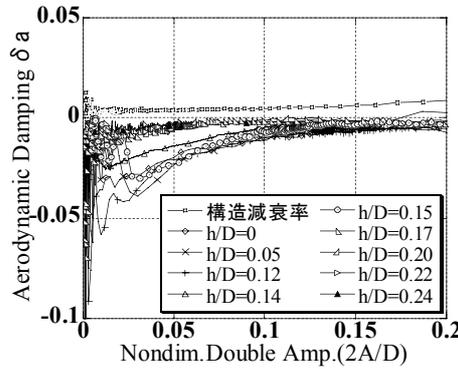


図 5 渦励振時の振幅 - 空力減衰率図

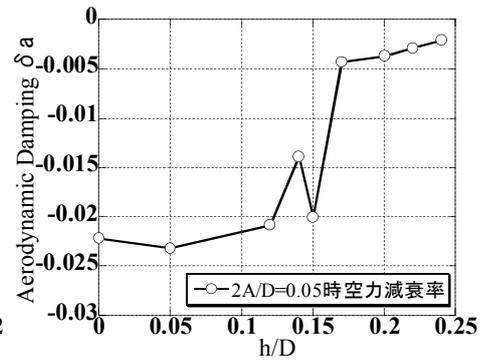


図 6 2A/D=0.05 時の空力減衰率

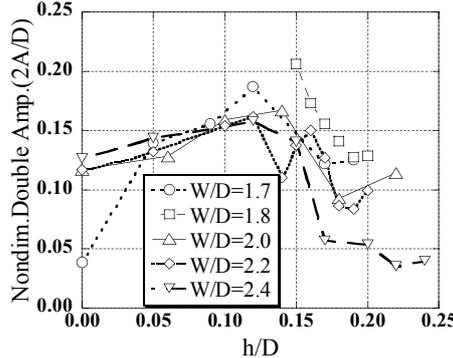


図 7 渦励振域最大振幅

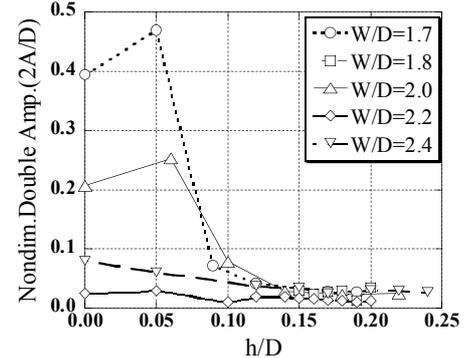


図 8 ギャロッピング域の振幅

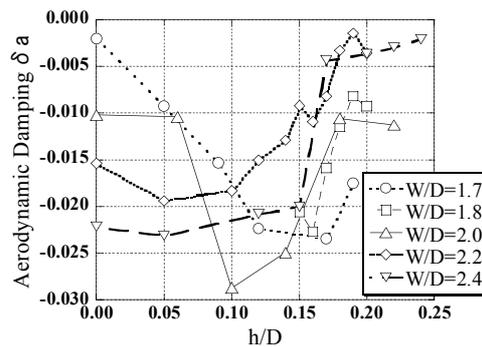


図 9 2A/D=0.05 時の空力減衰率

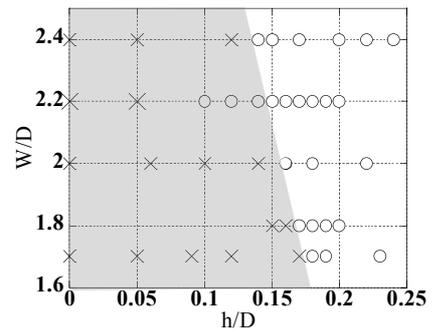


図 10 W/D と h/D の関係