

トラス橋斜材の低風速励振に及ぼすアスペクト比の影響

九州工業大学大学院 学生会員 ○三澤恭平 玉井佑典
九州工業大学大学院 正会員 松田一俊 加藤九州男

1. はじめに

本研究の対象橋梁である長崎県の生月大橋は、1991年に完成し、架橋から約18年が経過した2009年12月にトラス橋脚付近の斜材にき裂が発見された¹⁾。調査の結果、き裂の発生原因は風による振動であることが判明し、カルマン渦励振風速域よりも低い風速でも斜材の振動が確認された。これは低風速励振²⁾によるものであると考えられる。そこで、久富ら³⁾は部分模型を用いて生月大橋の斜材を対象とした風洞実験を行い、トラス橋斜材における低風速励振の発生条件の解明に取り組んだ。低風速励振の発生条件として、実橋での振動発生時の風向と斜材配置状態を勘案し、迎角 α (図-1.1 参照)、偏角 ϕ (図-1.2 参照)による影響を比較・検討した。また、対象斜材にはフランジがあるため、フランジのある断面(図-1.3 参照)で実験を行った。しかし、実機に最も近い条件の実験(迎角 30° 、偏角 15°)では低風速励振の発生は見られず、実験条件の再検討が課題として挙げられた。

久富ら³⁾の検討結果を受けて、本研究では実験条件の追加項目としてアスペクト比(図-1.4 参照)に着目し、アスペクト比が低風速励振に及ぼす影響について検討を行った。

2. アスペクト比が低風速励振に及ぼす影響

2. 1 実験概要

久富ら³⁾の実験で用いたアスペクト比($L/D=8.53$)よりもアスペクト比の大きい2種類の模型($L/D=10, 12$)を用いてたわみ一自由度応答実験を行い、応答比較を行った。模型設置角度は、迎角 α を $0^\circ \sim 30^\circ$ まで変化させ、実機に近い状態を再現するために偏角 ϕ は 15° に固定して実験を行った。また、断面形状については久富ら³⁾の実験と同様、フランジのある断面で実験を行った。アスペクト比による影響を比較するために、アスペクト比の異なる模型のスクルートン数 $Sc=2m\delta_s/\rho D^2$ (m : 単位長さ質量, δ_s : 構造対数減衰率, ρ : 空気密度, D : 代表長)はダンパーを用いて δ_s を調節することにより一定の値($Sc=2.81$)とした。

2. 2 実験結果

図-2.1 に迎角 0° の応答比較結果を示す。換算風速 $V_r=2$ 付近で低風速励振が、換算風速 $V_r=8$ 付近でカルマン渦励振の発現が確認できる。低風速励振に着目すると(図-2.2 参照)、アスペクト比10、12の応答振幅よりもアスペクト比8.53の応答振幅が大きくなった。図-2.3 に迎角 10° の応答比較結果を示す。低風速励振に着目すると

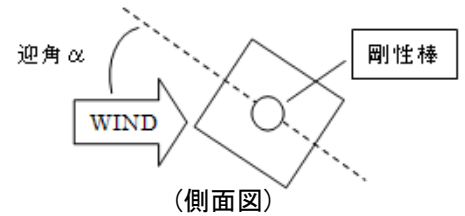


図-1.1 迎角がついた場合の模型

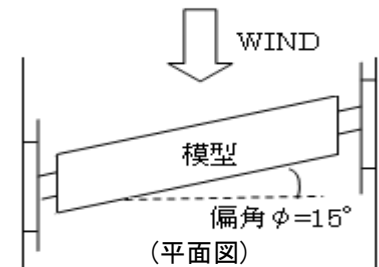


図-1.2 偏角がついた場合の模型

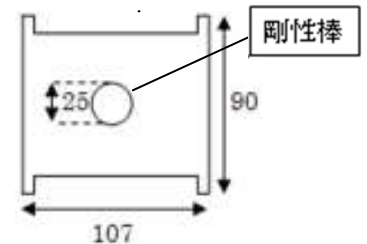


図-1.3 断面形状(単位 mm)

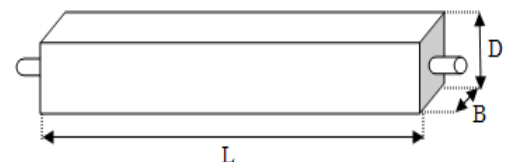


図-1.4 アスペクト比 (L/D) の定義

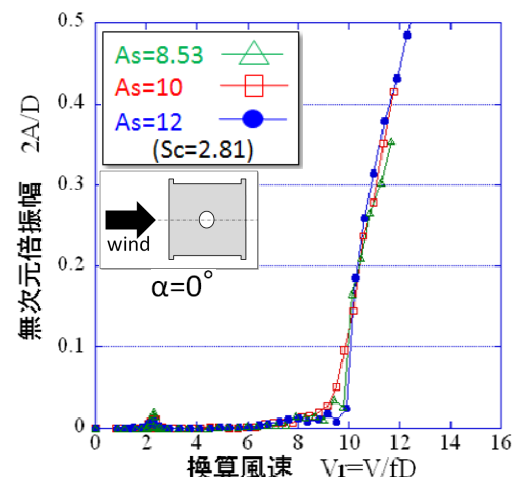


図-2.1 応答比較結果(迎角 0°)

(図-2.4 参照), それぞれのアスペクト比で応答振幅の大きな差は見られず, 迎角 0° と 10° ではアスペクト比の変化による低風速励振応答振幅の傾向に一貫性は認められなかった. 図-2.5 に迎角 17.5° の応答比較結果を示す. 低風速励振は発現せず, カルマン渦励振のみが発生した. この傾向は迎角を 17.5° 以上変化させた場合も同様であり, 最も実機に近い風況条件(迎角 30°)で低風速励振の発現は確認できなかった.

次に, カルマン渦励振に着目すると, 迎角 0° (図-2.1 参照)では応答振幅に大きな差は見られないものの, 迎角 10° (図-2.3 参照)ではアスペクト比 8.53 の応答振幅が小さく, アスペクト比が大きくなると応答振幅も大きくなる傾向となった. また, アスペクト比 10 と 12 の応答振幅には大きな差が見られないことから, アスペクト比を大きくすることによる応答振幅の増加はアスペクト比 10 付近で収束すると考えられる. これらの傾向は迎角 10° 以上変化させた場合も同様であり, アスペクト比 10 以上の模型を用いることで耐風設計上安全側の評価を与えることが示された.

また, アスペクト比の変化によって低風速励振, カルマン渦励振の発現風速は変化せず, アスペクト比は渦励振発現風速に影響を及ぼさないことが明らかになった.

3. 結論

アスペクト比 8.53, 10, 12 の 3 つの模型を用いて応答比較実験を行った. アスペクト比の変化による低風速励振応答振幅の傾向に一貫性は確認できず, 迎角 17.5° 以上の実験では低風速励振の発現は確認されなかった. カルマン渦励振に及ぼす影響として, アスペクト比が大きくなると応答振幅も大きくなり, アスペクト比 10 付近で応答振幅の増加が収束する傾向が確認された. また, アスペクト比は渦励振発現風速に影響を及ぼさないことが明らかになった.

4. 今後の課題

迎角が 0° , 10° の実験において低風速励振応答振幅の傾向に一貫性が見られなかった原因, 及び実機に最も近い風況条件(迎角 30°)で低風速励振が発生しなかった原因について考察を進めていく予定である.

<参考文献>

- 1) 中村聖三ら：生月大橋の風況調査, 土木学会第 67 回年次学術講演会, 2012.9.
- 2) 社会法人日本鋼構造協会：構造物の耐風工学, 東京電機大学出版局, 1997.
- 3) 久富圭悟ら：矩形断面の低風速励振に関する実験的検討, 平成 24 年度土木学会西部支部研究発表会, I-026, 2013.3.

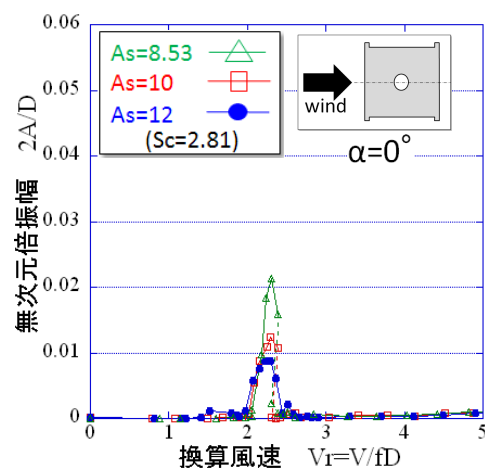


図-2.2 拡大図(迎角 0°)

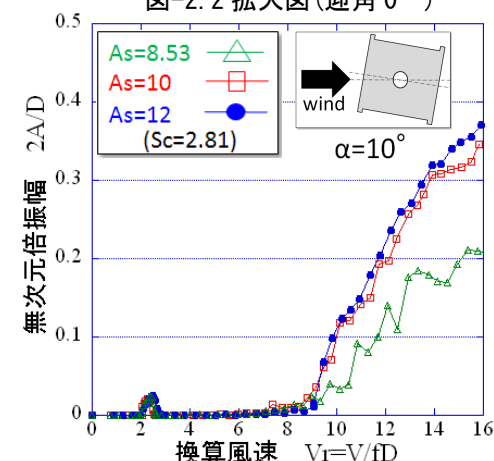


図-2.3 応答比較結果(迎角 10°)

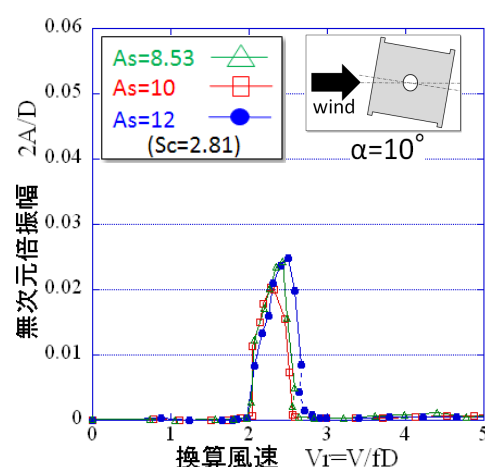


図-2.4 拡大図(迎角 10°)

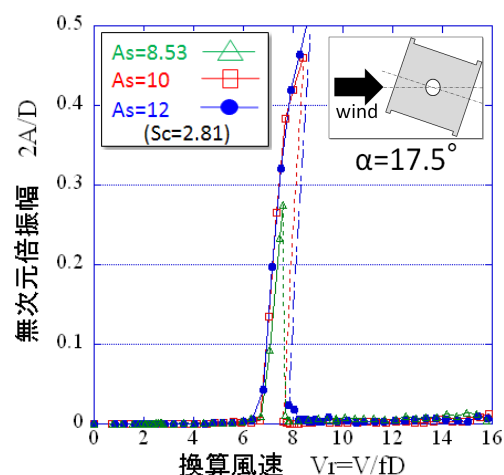


図-2.5 応答比較結果(迎角 17.5°)