

五角形断面の耐風性に与えるウェブ傾斜角の影響に関する研究

九州工業大学大学院 学生員 ○辻栄治 (株) ケイ・ティ・システム 山崎香織

九州工業大学 正会員 久保喜延 木村吉郎 加藤九州男

1. はじめに

空力弾性振動は構造物に風が作用した際に生じる振動現象である。振動抑制策の一つとして、フェアリング等の空力的付加部材を設置する方法がある。しかし、経済性やメンテナンスを考えると付加部材の使用は好ましくない。そこで、本研究室で開発してきた複数の剥離点を設けて剥離渦を互いに干渉させる剥離干渉法を用いることで、耐風性の検討を行った。本研究では五角形断面を用いて流れの可視化実験を行い、五角形断面のウェブ傾斜角を変化させ、部材形状や位置を最適化することで、五角形断面に作用する風の流れの特性を明確にし、耐風性を検討することを目的とした。

2. 実験概要

2-1 可視化実験 実験は測定断面 $400\text{mm} \times 400\text{mm}$ の小型風洞を使用し、図-1 に示す断面についてウェブ傾斜角 $\theta = 10^\circ, 13^\circ, 16^\circ, 19^\circ, 22^\circ$ と変化させ、流れの可視化実験を行った。風速は白煙の可視化に最も適した速度 $V = 0.6 \text{ m/s}$ で測定した。また、剥離干渉法を用いて、第一剥離点と第二剥離点を結ぶ角度 β を (I) $h = 3.6\text{mm}$, $b = 7.0\text{mm}$ ($\beta = 27^\circ$), (II) $h = 3.0\text{mm}$, $b = 5.0\text{mm}$ ($\beta = 30^\circ$), (III) $h = 3.6\text{mm}$, $b = 5.0\text{mm}$ ($\beta = 35^\circ$) と変化させて実験を行った。測定ケースを表-1 に示す。

2-2 2自由度応答実験 実験には、測定断面が $1070\text{mm} \times 1070\text{mm}$ の回流式風洞を使用し、一様流中において、たわみ、およびねじれの2自由度応答実験を行った。模型は縮尺 $1/n = 1/74$ の剛体模型を用いた。可視化実験と同様に θ , β および迎角 α を変化させ、その応答特性を検討した。

3. 実験結果および考察

3-1 可視化実験 ここでは Case①～Case⑤の結果のみを写真-1 から写真-5 に示す。写真-1 から写真-5 より、模型上面の剥離渦に着目すると、その発生位置は、ウェブ傾斜角が大きくなるにしたがって上流側に移動している。これより、五角形断面において桁上面の断面形状が一定であっても、ウェブ傾斜角が変化すると流れ特性も変化すること、つまり桁高の支配を大きく受けることが確認できた。剥離渦の発生位置とウェブ傾斜角との関係を図-2 に示す。さらに、ウェブ傾斜角の違いによる剥離流の変化を比較すると、ウェブ傾斜角が増加するにしたがって剥離流は模型上面から離れるように流れて渦を形成している。このため、ウェブ傾斜角が大きくなるほど、地覆による制御が難しくなると考えられる。したがって、ウェブ傾斜角が小さくなるに従

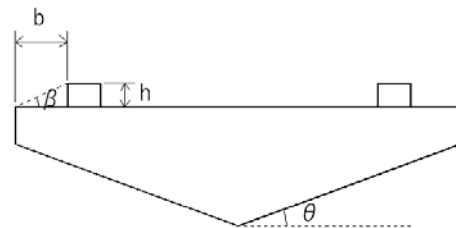


図-1 模型断面

表-1 可視化実験測定ケース

$\theta \backslash \beta$	27°	30°	35°
10°	①	⑥	⑪
13°	②	⑦	⑫
16°	③	⑧	⑬
19°	④	⑨	⑭
22°	⑤	⑩	⑮

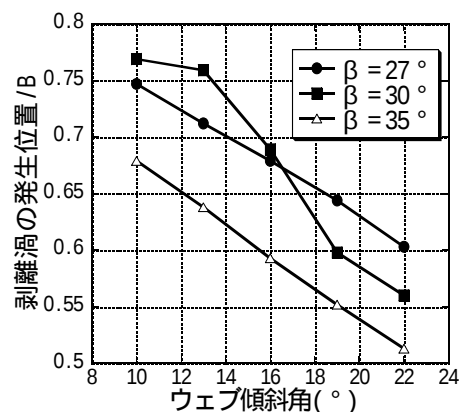
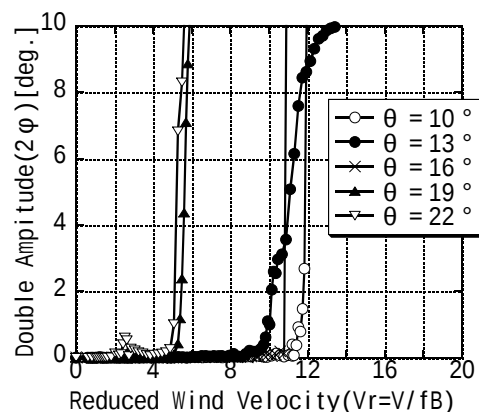


図-2 剥離渦の位置とウェブ傾斜角の関係

図-3 $\beta = 30^\circ$, $\alpha = 0^\circ$ のねじれ応答図

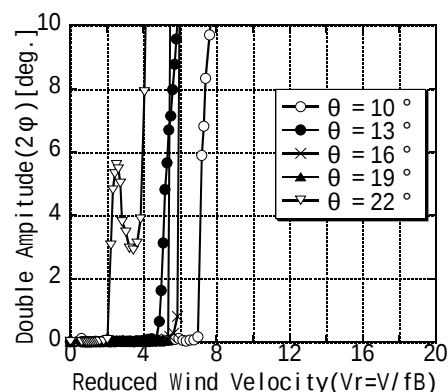
キーワード：五角形断面，ウェブ傾斜角，剥離干渉法，可視化，応答

連絡先：〒804-8550 福岡県北九州市戸畑区仙水町 1-1 九州工業大学 TEL 093-(884)-3109

写真-1 Case①($\theta = 10^\circ$) 写真-2 Case②($\theta = 13^\circ$) 写真-3 Case③($\theta = 16^\circ$) 写真-4 Case④($\theta = 19^\circ$) 写真-5 Case⑤($\theta = 22^\circ$)

い、五角形断面は流線型に近づいていると言え、応答が制御されるものと考えられる。

3—2 2自由度応答実験 ここではねじれ振動応答の剥離角 $\beta = 30^\circ$ ，迎角 $\alpha = 0^\circ$ ， 3° の結果を図-3，図-4 に示す．図-3 の $\alpha = 0^\circ$ の場合， θ が 10° ， 13° ， 16° においては高風速域で， θ が 19° ， 22° においては低風速域でフラッターが発生している．これより，五角形断面ではウェブ傾斜角が大きくなるに従って，その耐風安定性が悪くなると言える．また，図-4 の $\alpha = 3^\circ$ の場合、いずれの θ においても低風速域でフラッターが発生しており、迎角が正の方向に増加すると，ウェブ傾斜角が小さい断面においても耐風性が悪くなると考えられる。

図-4 $\beta = 30^\circ$ ， $\alpha = 3^\circ$ のねじれ応答図

3—3 可視化実験と2自由度応答実験との比較 ここで応答実験におけるフラッターの発現風速と可視化実験の結果とを比較すると，応答実験では $\theta = 13^\circ$ のとき良好な応答を示したものの，可視化実験において剥離渦の発生位置が上流に移動するに従ってそのフラッター発現風速は概ね低くなった．顕著な例として $\beta = 27^\circ$ と $\beta = 30^\circ$ を比較すると，可視化実験では $\theta = 16^\circ$ を境に剥離渦が交差するように発生位置が変化している．また応答実験においても $\beta = 27^\circ$ と $\beta = 30^\circ$ とを比較すると，フラッター発現風速は $\theta = 16^\circ$ を境にフラッター発現風速が交差するように変化している．これより，五角形断面においては剥離渦の発生位置と応答特性との間には何らかの強い関係があると考えられる。

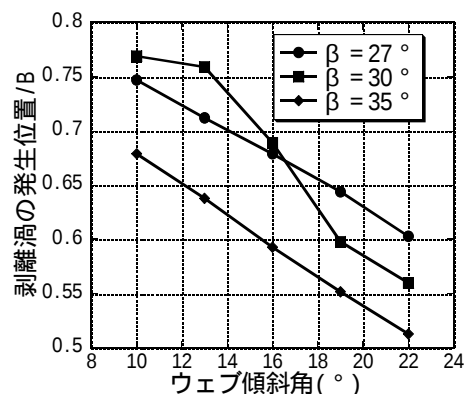


図-5 可視化実験結果

4. まとめ

(1) 五角形断面において桁上面の断面形状が一定であっても，ウェブ傾斜角が変化すると流れ特性も変化すること，つまり桁高の支配を大きく受けることを確認した．ウェブ傾斜角の違いによる剥離流の変化を比較すると，ウェブ傾斜角が増加するにしたがって剥離流は模型上面から離れるように流れて渦を形成していた．したがって，ウェブ傾斜角が小さくなるに従い，五角形断面は流線型に近づいていると言え，応答が制御されていると考えられる．(2) 五角形断面では概ねウェブ傾斜角が大きくなるに従ってその耐風安定性は悪くなり，また迎角が正の方向に増加すると，ウェブ傾斜角が小さい断面においても耐風性が悪くなると考えられる．(3) 2自由度応答実験と可視化実験を比較すると，五角形断面において剥離渦の発生位置との間には何らかの強い関係があると考えられる。

5. 今後の課題

応答実験において $\theta = 13^\circ$ において良好な応答を示しており，ウェブ傾斜角 $\theta = 13^\circ$ 付近における五角形断面の応答特性を今後の課題として追求しなければならない。

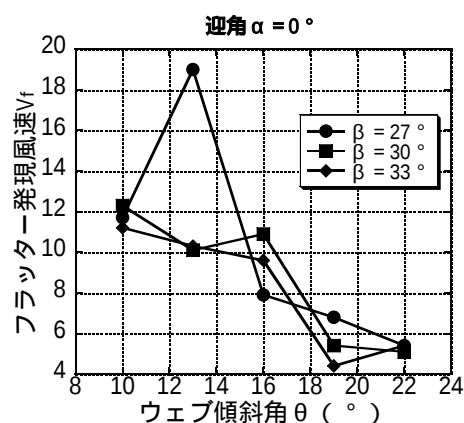


図-6 応答実験結果