

矩形断面の低風速励振に関する実験的検討

九州工業大学大学院 学生会員 ○久富 圭悟 非会員 原田健太郎
九州工業大学大学院 正会員 松田 一俊 正会員 加藤九州男

1. はじめに

矩形断面に働く流体力や応答に関する研究は、現在までさまざまな観点から行われてきた。その中の溝田らによる角柱まわりの非定常流体力に関する研究^{1), 2)}において、共振風速の約半分の風速で空力的に不安定な領域が存在することが明らかとなっており、その領域において低風速励振と呼ばれる振動が発生することが指摘されている³⁾。この現象は前縁で剥離した渦の物体側面への再付着によるものと考えられている。これらの既往の研究では迎角 0° の場合のみ実験を行っているが、実際の構造物では風況などのさまざまな条件が存在する。そこで本研究では、低風速励振の応答特性に影響を与える要因として迎角だけでなく、トラス橋斜材を想定し、断面形状、偏角を取り上げ、それらを変化させた風洞実験を行った。

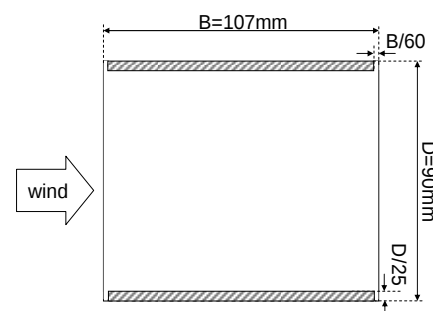


図1 模型断面図

2. 実験概要

2.1 検討断面形状

断面形状については図1に示すような断面比 $B/D=1.2$ の矩形断面を想定し、また $D/25$ となるフランジを想定した断面も検討した。なお図1の斜線部分は取り外し可能となっている。

2.2 たわみ1自由度応答実験

実験は測定断面が $900\text{mm} \times 1800\text{mm}$ の九州工業大学回流式空力弾性試験用風洞を使用し、図1に示す断面の模型を弾性支持したたわみ1自由度応答実験を行った。模型のスクルートン数 $Sc=2m\delta_s/\rho D^2$ (ここで、 m : 単位長さ質量、 δ_s : 構造対数減衰率、 ρ : 空気密度) については応答の変化を見るため小さい値、つまり揺れやすい状態で実験を行った。

断面形状はフランジの突起の有無で2パターン、迎角 α は $0^\circ \sim 30^\circ$ 、偏角 ϕ (図2)は 0° と 15° で変化させた。なお、風洞気流は一様流を用いた。

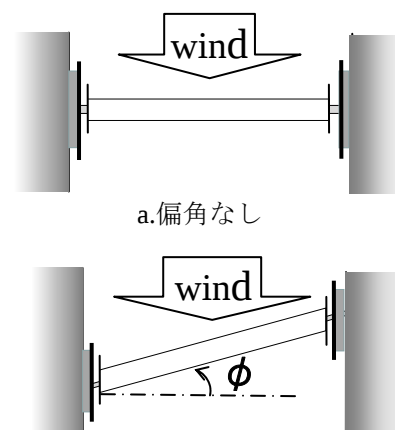


図2 模型設置図

3. 実験結果および考察

3.1 断面形状の影響

$Sc=1.32$, $\alpha=0^\circ$, $\phi=0^\circ$ で断面形状を変えて測定した結果を図3に示す。両断面とも無次元風速 $Vr=8$ 付近から大きな振動が発生している。 $Vcr=1/St$ であることから、この振動は渦励振であると考えられる。この振動が発散した理由としては Sc が小さいため渦励振からそのままギャロッピングへ移行したものと推察される。また、共振無次元風速の半分以下の $Vr=2$ 付近から振動が発生しており、この振動が低風速励振であると考えられる。応答を比較すると低風速励振の無次元倍振幅のピークがフランジ突起なしが0.120であるのに対して、フランジ突起ありが0.130と若干大きいもののほぼ同様であり、断面形状の影響は小さいものと考え

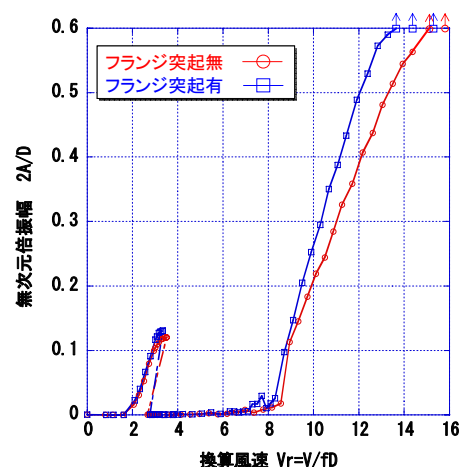


図3 迎角 0° 断面形状の影響

キーワード たわみ1自由度応答実験 トラス橋 斜材 低風速励振 渦励振 風洞実験 スクルートン数

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 TEL093-884-3466 FAX093-884-3100

えられる。しかしながら図 4 に示した $Sc=1.75$, $\alpha=10^\circ$, $\phi=0^\circ$ で断面形状の影響を見ると渦励振の応答振幅に差異が見られており、低風速励振についてもフランジ突起なしのピークが 0.017 であるのに対し、フランジ突起ありのピークが 0.026 と 1.53 倍となっている。つまり迎角がつくとフランジ突起が応答に影響を及ぼすことになる。これは模型前縁からの剥離流れの違い、再付着パターンの違いに起因するものと考えられる。

3. 2 迎角・偏角の影響

迎角を $0^\circ \sim 12.5^\circ$ まで変化させて行った実験結果を図 5 に示す。迎角が大きくなるにつれて応答が小さくなっており、また低風速励振についてもピーク値が $\alpha=0^\circ$ で 0.130, $\alpha=10^\circ$ で 0.028, $\alpha=12.5^\circ$ で 0.021 と迎角が大きくなるにつれて小さくなっている。また図 6 に示すように 15° から 30° の間についても測定を行ったが、渦励振は発現風速域が縮小し、低風速励振の発現は見られなかった。偏角をつけた場合もすべての迎角で同様の傾向が見られた。

3. 3 制振対策

次に低風速励振に関する制振対策として、既往の研究²⁾において渦励振に対してピーク振幅を抑制する効果が得られているスクルートン数を大きくする、つまりダンパー等による構造減衰の付加を想定した実験を行った。スクルートン数を変化させて実験した結果を図 7 に示す。これを見ると渦励振についてはあまり大きな効果が見られないが、低風速励振においてスクルートン数が大きくなるにつれてピーク振幅が小さくなっている。この傾向は偏角をつけた場合も同様に見られたため、スクルートン数を大きく、つまり構造減衰を大きくすることにより低風速励振を抑制することができると思われる。

4. 今後の課題

断面形状について、迎角 10° のとき影響を確認したがさらに大きな迎角をつけた際に影響が出るか検討が必要であると考えられる。なお、低風速励振について、応答測定のみでなく非定常揚力係数等の観点からも検討していく予定である。

(参考文献)

- 1) Nakamura, Y., T. Mizota, Unsteady Lifts and Wakes of Oscillating Rectangular Prisms, Journal of the Engineering Mechanics Division, December 1975.
- 2) 溝田武人, 岡島厚, 振動する角柱まわりの流線と非定常流体力に関する実験的研究, 土木学会論文報告集, 第 327 号, 1982.11.
- 3) 社会法人日本鋼構造協会, 構造物の耐風工学, p105, 1977.
- 4) Miyata, T., et al. : Pressure Distribution Measurements for Wind Induced Vibrations of Box Girder Bridges, 1983.

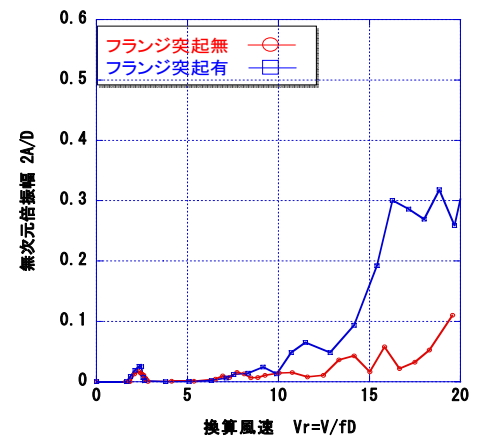


図 4 迎角 10° の断面形状の影響

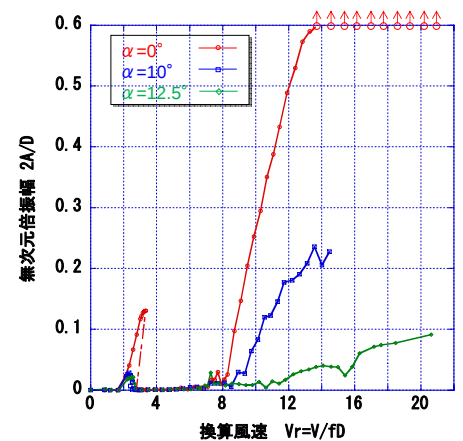


図 5 迎角の影響($0^\circ \sim 12.5^\circ$)

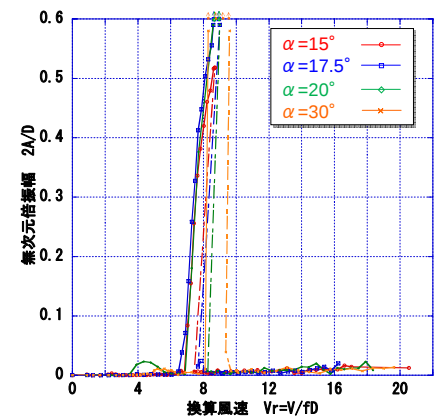


図 6 迎角の影響($15^\circ \sim 30^\circ$)

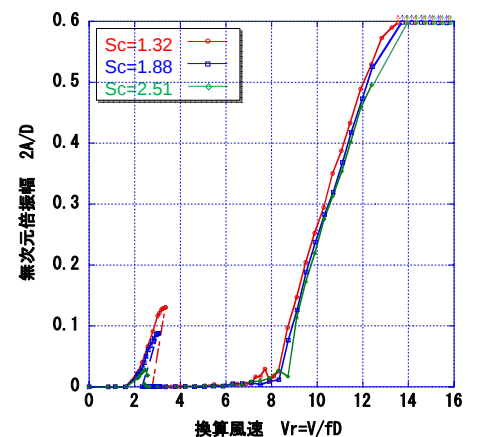


図 7 スクルートン数の影響