

## 辺長比の小さい矩形断面柱の自己励起型渦励振に及ぼすフランジ突起の影響

九州工業大学大学院 学生会員 ○有瀬 公貴  
 九州工業大学 非会員 江尻 和史  
 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

辺長比  $B/D=1.18$  の生月大橋トラス斜材で発現した空力振動を契機に、研究例の少ない  $B/D=2$  以下の自己励起型渦励振について研究が行われた<sup>2)</sup>。図1にその研究の応答測定結果を示す。フランジ突起のある断面の自己励起型渦励振最大無次元倍振幅  $2A/D$  が、フランジ突起のない断面の  $2A/D$  より迎角  $\alpha=0^\circ$  で1.1倍、 $\alpha=10^\circ$  で1.5倍大きい応答結果を示した。よって、迎角をつけた方が、応答に与えるフランジ突起の影響が大きい。そこで本研究は、風洞実験において迎角をつけた場合のフランジ突起再現の重要性を明らかにすることを目的とした。

### 2. 実験概要

フランジ突起の有無が自己励起型渦励振応答特性に与える影響を明らかにするため、鉛直たわみ1自由度応答実験を行った。表1および写真1にそれぞれ実験条件および実験状況を示す。

次に、応答実験結果を踏まえ、スモークワイヤー法による流れの可視化実験を行った。表2および写真2にそれぞれ実験ケースおよび実験状況を示す。

### 3. 実験結果および考察

図2に迎角  $\alpha=3^\circ$ 、 $4^\circ$  および  $5^\circ$  の自己励起型渦励振風速域における応答測定結果を示す。いずれの迎角  $\alpha$  においても自己励起型渦励振発現風速  $V_{cr}=1.67B/D^3=1.67 \times 1.18 \div 1.97$  から自己励起型渦励振の発現を確認できた。また、フランジ突起のある断面の最大無次元倍振幅  $2A/D$  は、フランジ突起のない断面の  $2A/D$  より迎角  $\alpha=3^\circ$  で1.0倍、 $\alpha=4^\circ$  で1.2倍、 $\alpha=5^\circ$  で1.6倍大きい応答結果を示した。この結果より、 $\alpha=3^\circ \sim 4^\circ$  付近からフランジ突起の影響が大きくなると考えられる。

表3に換算風速  $V_r=3.0$ 、加振振幅  $2A/D=0.10$  における可視化実験結果を示す。フランジ突起のある模型下面を

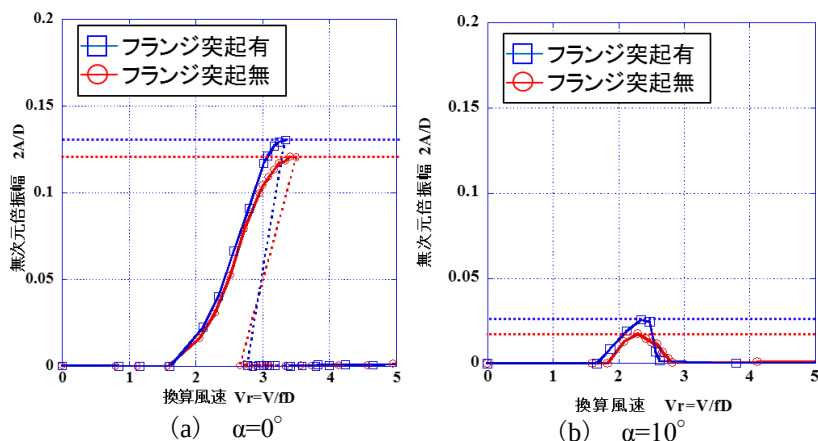


図1 自己励起型渦励振域応答測定結果<sup>2)</sup>( $B/D=1.18$ ,  $Sc=1.3$ )

表1 応答実験条件

|                                         | フランジ突起有   | フランジ突起無         |
|-----------------------------------------|-----------|-----------------|
| 幅B[m]                                   | 0.107     |                 |
| 高さD[m]                                  | 0.0900    |                 |
| 辺長比B/D                                  | 1.18      |                 |
| 質量m[kg/m]                               | 3.01      | 3.32            |
| 構造減衰(対数減衰率) $\delta$                    | 0.00364   | 0.00328~0.00332 |
| 空気密度 $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]        | 1.19~1.20 | 1.18~1.20       |
| スクレーン数 $Sc(=\frac{2m\delta}{\rho D^2})$ | 2.3       |                 |

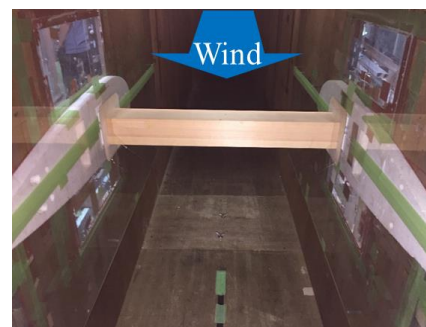


写真1 応答実験状況

表2 流れの可視化実験ケース

|                   | フランジ突起有                  | フランジ突起無 |
|-------------------|--------------------------|---------|
| 幅B[m]             | 47.2                     |         |
| 高さD[m]            | 40.0                     |         |
| 辺長比B/D            | 1.18                     |         |
| 換算風速 $V_r(=V/UD)$ | 2.0, 2.5, 3.0, 4.0       |         |
| 風洞風速V[m/s]        | 0.6                      |         |
| 加振振動数f[Hz]        | 3.75, 5.00, 6.00, 7.60   |         |
| 加振振幅2A/D          | 0.025, 0.050, 0.10, 0.15 |         |



写真2 可視化実験状況

流下する前縁剥離渦が、フランジ突起のない場合に比べて大きいことを確認した。また、図3に示す迎角  $\alpha=10^\circ$  における非定常空気力測定結果<sup>2)</sup>より、フランジ突起のある断面の非定常空気力係数は正となっており、フランジ突起のない場合に比べて励振力が大きいことを示している。

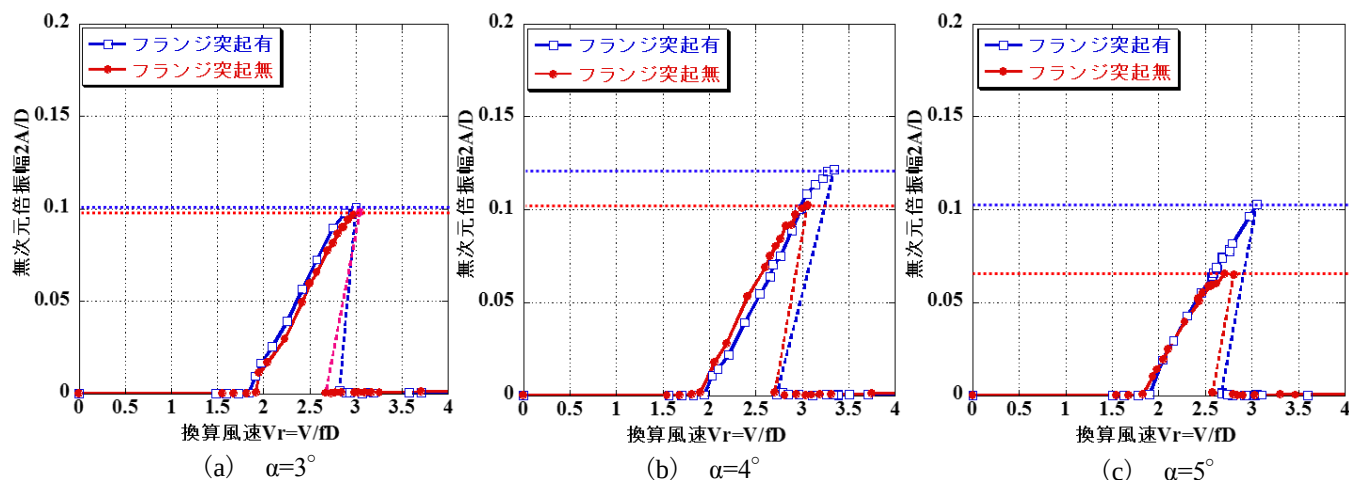
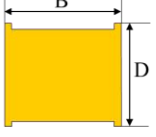
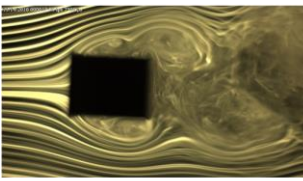
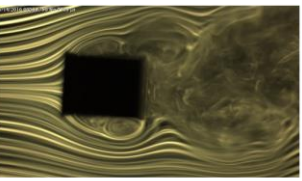
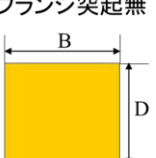
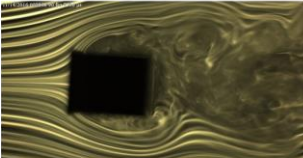
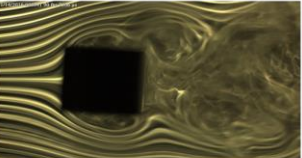


図2 自己励起型渦励振域答測定結果( $Sc=2.3$ )

表3 可視化実験結果( $Vr=3.0$ ,  $2A/D=0.10$ , 変位最上点)

|                                                                                                | $\alpha=3^\circ$                                                                    | $\alpha=4^\circ$                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| フランジ突起有<br>  |   |   |
| フランジ突起無<br> |  |  |

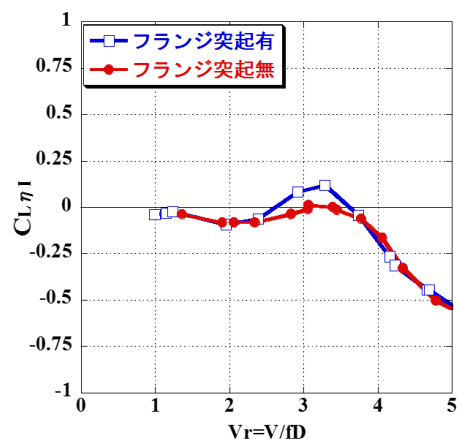


図3 非定常空気力測定結果<sup>2)</sup>  
( $\alpha=10^\circ$ ,  $2A/D=0.10$ )

#### 4. 結論

辺長比の小さい矩形断面柱の自己励起型渦励振に及ぼすフランジ突起の影響は、迎角  $\alpha=3^\circ \sim 4^\circ$  付近から大きくなると考えられる。フランジ突起の有無によって模型下面の前縁剥離渦の大きさが異なることが、原因と考えられる。したがって、トラス橋斜材のような辺長比の小さい矩形断面柱の耐風性を検討する場合、風洞実験模型においてフランジ突起を再現する必要がある。

#### 〈参考文献〉

- 1) 西川貴文, 奥松俊博, 中村聖三, 岡林隆敏: 空力励起振動するトラス部材の遠隔計測の実現と長期運用, 構造工学論文集, Vol.61A, pp.91-100, 2015.
- 2) Kazutoshi Matsuda, Kusuo Kato, Keigo Hisadomi and Kentaro Harada: LOW SPEED INSTABILITY OF TWO-DIMENSIONAL RECTANGULAR PRISMS, Proceedings of the ASME 2013 Pressure Vessels and Piping Conference(PVP2013), 97353, 2013.
- 3) 白石成人, 松本勝: 充腹構造断面の渦励振応答特性に関する研究, 土木学会論文概要集, 第322号, pp.37-50, 1982.