

タンデム正方形角柱のインライン振動特性に与える アスペクト比及び角柱間隔の影響

九州工業大学 学生会員 ○井上遥奈

九州工業大学大学院 学生会員 中村雄太

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

1968年から1969年ごろ、イギリスで報告された海洋構造物の潮流によるインライン(流れ方向)振動、1995年12月に起こった高速増殖炉「もんじゅ」の二次冷却系配管室におけるナトリウム漏洩事故など、構造物がインライン振動を起こすことが確認されている。しかし、流体力学に関する研究は、主に静特性や流れに直角方向振動に注目したものはあるが、インライン振動に関するものはあまり行われていないため、より知見を重ねる必要がある。角柱単独時のインライン振動に関する既往の研究として、断面比やスクリーン数を変化させた実験¹⁾や、アスペクト比2.44から4.44の風洞実験²⁾(図-1)については行われているが、アスペクト比が複数構造物のインライン振動の応答特性³⁾、⁴⁾に与える影響は明らかになっていない。また、複数構造物の場合、剥離流の干渉等によって単独時に比べ流れ特性が複雑になることや、複数構造物の位置関係によって、応答特性が大きく異なることが予測される。

よって本研究は、複数構造物として最も基本的であるタンデム角柱において、アスペクト比及び角柱間隔がインライン振動の応答特性に及ぼす影響について明らかにすることを目的とした。

2. 実験概要

本研究では正方形角柱をタンデム配置させた水平1自由度ばね支持実験を行う。模型諸元・実験条件及び風洞内模型設置状況を、それぞれ表-1及び図-2に示す。模型は幅 $D=0.18(\text{m})$ 、高さ $B=0.18(\text{m})$ 、模型長 $L=0.80(\text{m})$ の正方形角柱である。風洞測定部における閉塞率(=模型代表長(mm)/風洞断面高さ(mm) $\times 100(\%)$)は10%とする。使用した風洞は、九州工業大学の回流式空力弾性試験用風洞(測定部断面:高さ1.78m $\times$ 幅0.91m)である。付加部材により模型長 L を変化させ、アスペクト比 $L/D=2.44, 3.11, 3.78, 4.44$ の4種類を用いる。また直列に配置した2角柱の間隔 S を変化させ、無次元間隔 $S/D=1.0, 2.0, 3.0$ (図-3)で実験を行う。

表-1 模型諸元・実験条件

幅・高さ $D \cdot B(\text{mm})$	模型長 $L(\text{mm})$	アスペクト比 L/D	固有振動数 $f(\text{Hz})$	無風時対数減衰率 δ	スクリーン数 Sc
180	440-800	2.44-4.44	4.6-4.2	0.003-0.002	1.30-1.50

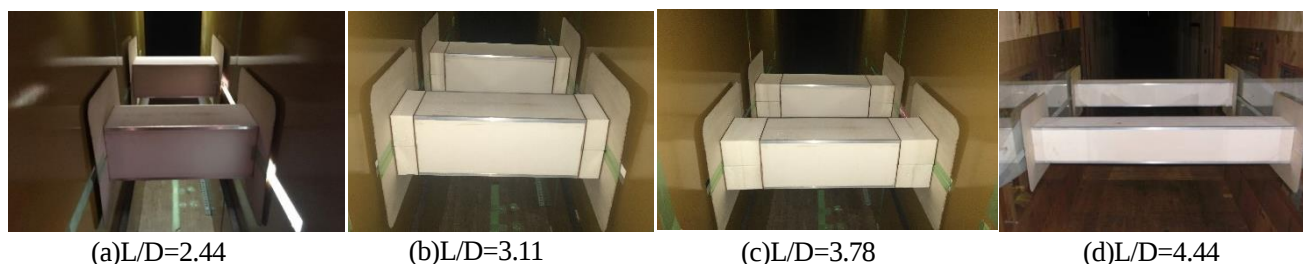


図-2 風洞内設置状況

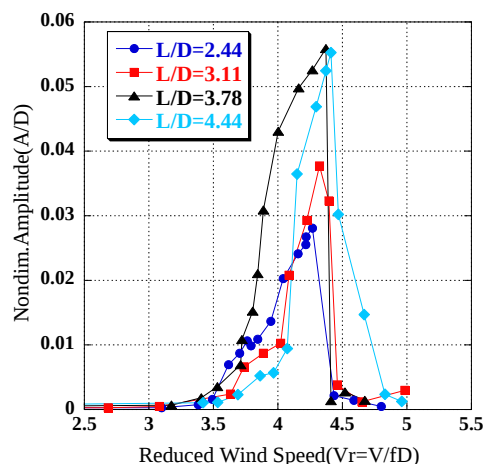
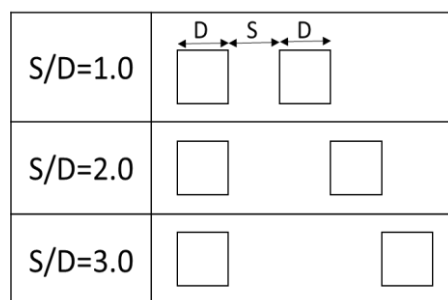
図-1 角柱単独時応答図 (L/D 変化)²⁾

図-3 無次元角柱間隔

3. 実験結果及び考察

3.1 アスペクト比がインライン振動特性に及ぼす影響の検討

図-4は $S/D=2.0$ の場合の実験結果である。角柱単独時と同様に、アスペクト比が増加するに伴って最大振幅も増加する傾向にある。よってタンデム角柱においてもアスペクト比の影響があることがわかる。これはアスペクト比が増加することによって、模型全体の作用空気力に対する、端板の影響により模型両端部付近に作用する乱れた空気力の割合が減少するためと考えられる。

3.2 角柱間隔がインライン振動特性に及ぼす影響の検討

$L/D=3.78$ の場合の応答結果を図-5に示す。角柱間隔が減少するに伴って、上流、下流共に応答も減少していることが確認できる。これは、 $S/D=2.0$ では測定時応答に大きく変動がみられたことから、角柱間隔が小さいことで角柱間の流れ場が複雑となっていると推察できる。

4. まとめ

本研究で得られた結果をまとめると以下のとおりである。

- (1) タンデム角柱では角柱単独時と同様に、アスペクト比の増加に伴い最大振幅の増加がみられた。
- (2) タンデム角柱では、角柱間隔の増加に伴い、最大振幅の増加がみられた。

また、角柱間隔 $S/D=1.0$ やアスペクト比 $L/D=4.44$ のケースの実験結果については、当日発表する。

参考文献

- 1) 岡島厚ら：円柱および矩形柱の流れ方向流力振動特性，日本機械学会論文集(B編)，73巻，725号，pp.76-84，2007。
- 2) 佐藤誠：タンデム角柱のインライン振動特性に与えるアスペクト比及び固有振動数相対誤差の影響に関する実験的検討，平成25年度土木学会西部支部研究発表会公演概要集，pp. 63-64，2014。
- 3) K. Matsuda et al.: In-Line Oscillation Characteristics of Two Square Cylinders in a Tandem Arrangement in Flow Hysteresis Region, Proceedings of 11th International Conference on Flow-Induced Vibrations, 2016。
- 4) K. Matsuda et al. :In-Line Oscillation Characteristics of Two Square Cylinders in a Tandem Arrangement, Proceedings of 7th European-African Conference on Wind Engineering, 2017。

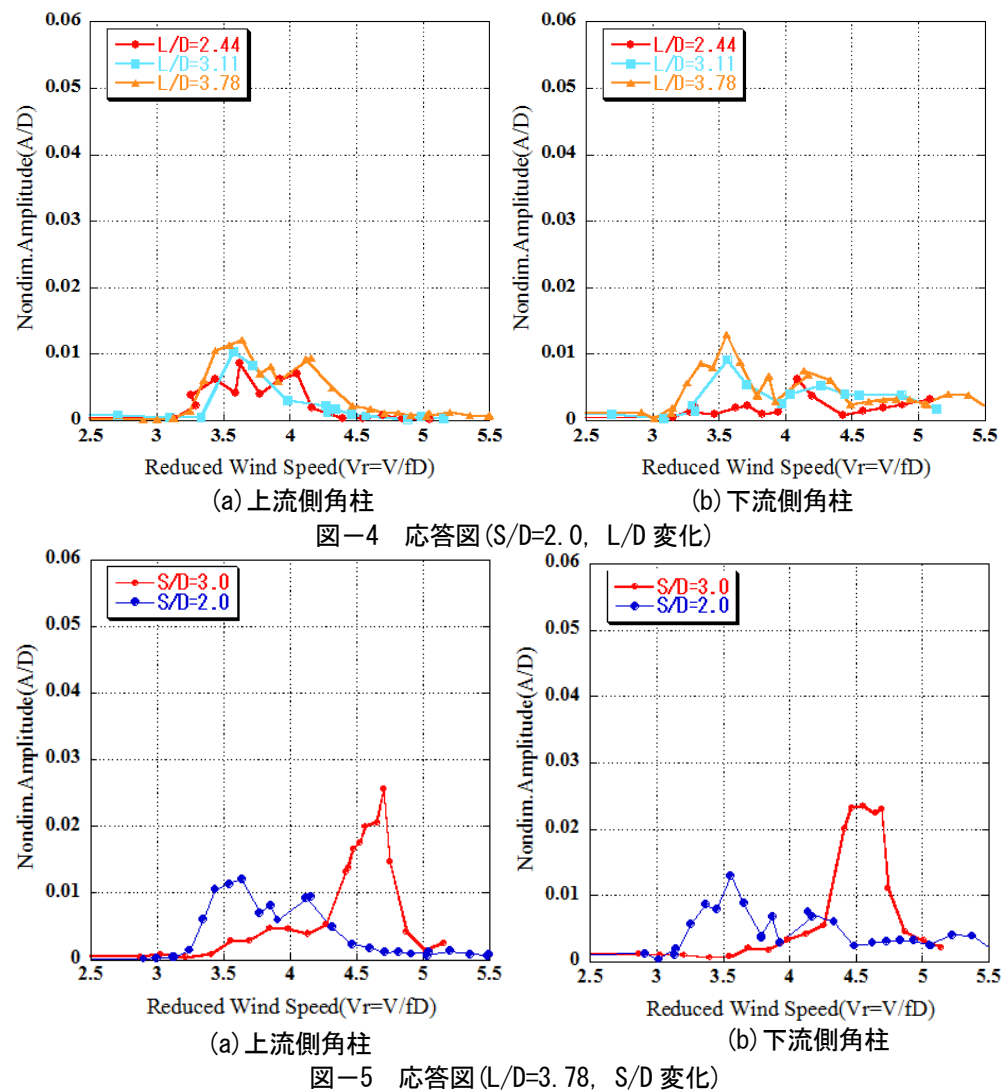


図-4 応答図 ($S/D=2.0$, L/D 変化)

図-5 応答図 ($L/D=3.78$, S/D 変化)