

中心間隔比 4 のタンデム配置正方形角柱周辺の気流特性

日本大学	正会員	○長谷部 寛	日本大学	(研究当時)	名取 信彦
日本大学	(研究当時)	原嶋 崇太	日本大学	フェロー	野村 卓史

1. はじめに

流れの中に複数の物体が近接して配置されたタンデム配置構造物・構造要素は数多く存在する．その中でも，多導体の送電線や斜長橋の並列ケーブルなどの並列ケーブル構造では，ウェイクギャロッピング¹⁾のようなタンデム配置構造特有の振動現象が生じることから，風洞実験や数値解析により数多くの研究がなされてきた．しかし，タンデム配置構造周辺の気流を詳細に測定した研究は数少ない．そこで本研究では，タンデム配置正方形角柱を対象とした風洞実験を実施し，スプリットフィルムプローブを用いて角柱周辺の風速を面的に測定した．そして，これまでに著者らが実施した角柱間の風速測定結果と併せて²⁾，タンデム配置正方形角柱周辺の気流特性を検討した．

2. 実験概要

本研究では，長さ 800mm，幅 400mm の測定部を有する押し出し型風洞を用いた．測定部の断面形状は 400mm×400mm の正方形断面である．図 1 に示すように，辺長 $D = 60\text{mm}$ の正方形角柱を測定部始端から 300mm の位置に設置し，そこから下流側に中心間隔比 $L/D = 4$ (L : 中心間距離) として，もう 1 本の角柱を設置した．風洞風速 U_{in} は $U_{in} = 6.0\text{m/s}$ とした．一様流の乱れ強さは 1.5% である．

図 1 に示す格子点の位置で，スプリットフィルムプローブ（以下 SFP と略記）を用い，風速の主流方向成分 (U 成分) および主流直交方向成分 (V 成分) を測定した．角柱間の風速測定にはストレート型 SFP (55R55 : ダンテック社) を用い，主流方向に 20mm ピッチ，主流直交方向に 6.7mm ピッチで計 72 点計測した²⁾．角柱周辺の風速測定には軸平行型 SFP (55R57 : ダンテック社) を用い，主流方向，主流直交方向ともに 10mm ピッチで計 386 点計測した．位相平均の基準信号に用いるため，上流側角柱上面の表面圧力を風速と同時に測定した．風速，圧力ともサンプリング周波数は 500Hz，測定時間を 30s として測定した．

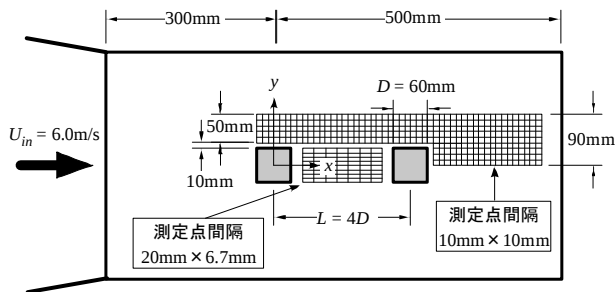


図 1 正方形角柱および風速測定点の配置

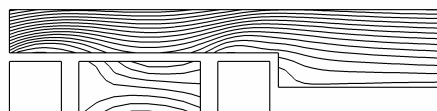
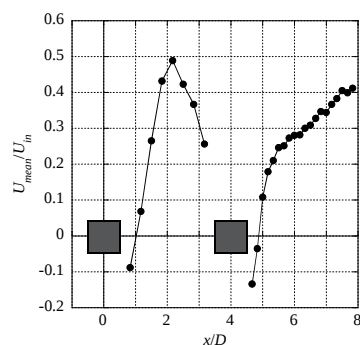
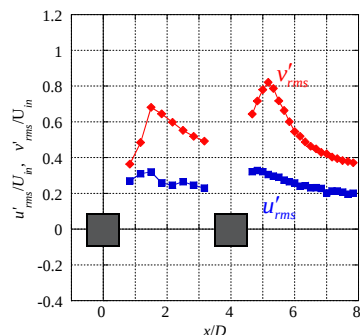


図 2 正方形角柱周辺の時間平均流線

図 3 中心軸上の時間平均風速 (U 成分) 分布図 4 中心軸上の変動成分の実効値 u'_{rms} , v'_{rms} の分布

3. 時間平均流れ場の特性

測定結果に対して平均化時間を 30s として時間平均風速を求めた．時間平均風速から得られた流線を図 2

キーワード：タンデム配置，正方形角柱，スプリットフィルムプローブ，位相平均

連絡先：〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台 1-8-14 E-mail : hasebe@civil.cst.nihon-u.ac.jp

に示す．2つの角柱とも背後に明確な双子渦は見られないが，それぞれの角柱の背後には逆流域が存在している．

図3, 4は，図1に示す角柱中心を通る水平軸（ x 軸）に沿った風速の主流方向成分の時間平均値 U_{mean} および変動成分の実効値 u'_{rms} , v'_{rms} の分布である．時間平均風速 U_{mean} に着目すると，後方よどみ点位置は上流側角柱側で $1D$ ，下流側角柱側で $0.8D$ と，下流側角柱の後方よどみ点の方が角柱に近い．変動成分の実効値に着目すると， u'_{rms} は上流側角柱後流と下流側角柱後流で大きな差は見られないが， v'_{rms} は下流側角柱後流の最大値が上流側角柱後流に比べ 10%程度増加しており，下流側角柱後流の方が流れの変動が大きい．

4. 位相平均流れ場の特性

測定結果に対し，上流側角柱上面の表面圧力を基準信号として位相平均²⁾を施し，位相平均風速を求めた．図5(a)～(e)に位相 $\phi = 0 \sim \pi$ の位相平均風速ベクトルと位相平均風速から求まる流線を示す．

位相 $\phi = 0$ [図5(a)]のとき，上流側角柱の背後には，下面側からの流れの巻き込みによる渦Aが形成される．渦Aは $\phi = \pi/4$, $\pi/2$ [図5(b),(c)]と位相が進むにつれ，徐々に上方へ移流する．それに伴い，角柱間を下方から上方へ斜めに横切る流れが形成される．その流れが下流側角柱背後で巻き込み， $\phi = \pi/2$ のとき，下流側角柱背後に渦Bを形成し始める．

$\phi = 3\pi/4$ [図5(d)]では，角柱間を斜めに横切る流れと，上流側上面から巻き込む流れにより，角柱間には曲率の大きな流れが形成される．また，角柱間を斜めに横切る流れが流下し，下流側角柱前縁で剥離する．その結果，下流側角柱背後の渦Bは成長する．

$\phi = \pi$ [図5(e)]では，上流側角柱背後に，上面側からの流れの巻き込みによる渦Cが形成される．角柱間を斜めに横切る流れがさらに流下し，下流側角柱前縁での剥離をさらに強めた結果，角柱上面の剥離域の厚さは最大となる．このとき角柱上面には循環領域が見られる．また同時に，角柱背後の渦Bも最大の大きさに成長する．その直径は $1.5D \sim 2D$ と，上流側角柱背後に形成される渦(A, C)よりも大きい．

5. まとめ

本研究では，タンデム配置正方形角柱周辺の風速を，スプリットフィルムプローブにより面的に測定し，測定結果に時間平均および位相平均を施すことでタンデ

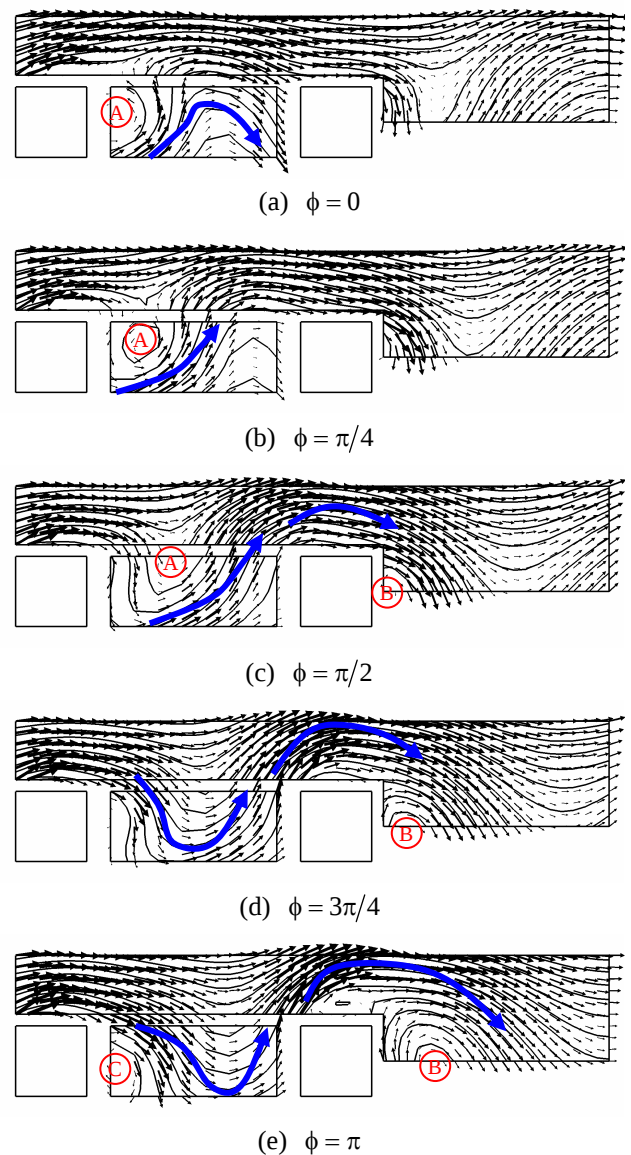


図5 位相平均風速ベクトルおよび流線

ム配置正方形角柱周辺の気流特性を検討した．時間平均流れ場に着目した結果，上流側角柱後流よりも下流側角柱後流の方が，流れの変動が大きいことがわかった．位相平均流れ場に着目した結果，角柱間には角柱間を斜めに横切る流れと，曲率の大きな流れが形成されることがわかった．また，角柱間を斜めに横切る流れが下流側角柱前縁で剥離することで，下流側角柱背後には，上流側角柱背後よりも大きな渦が形成されることがわかった．

謝辞：本研究を実施するにあたり，平成20年度日本大学学術研究助成金の補助を受けた．ここに記して謝意を表す．

参考文献：1) S.Tokoro et al., J. Wind Eng. Ind. Aerodyn., Vol.88, pp.247-261, 2000. 2) 長谷部寛，他3名，第20回風工学シンポジウム論文集, pp.379-384, 2008