

タンデム配置正方形角柱の配置間隔と閉塞率に関する検討

日本大学理工学部 正会員 ○長谷部 寛
日本大学理工学部 (研究当時) 渡邊 尚斗

日本大学理工学部 非会員 苗木 智久
日本大学理工学部 正会員 野村 卓史

1. はじめに

超長大橋の桁断面構造として検討されている二箱桁や、送電線や斜張橋の並列ケーブルに代表されるタンデム配置構造物周りの流れは、上流側構造物から剥離した流れが下流側構造物に衝突し、その周辺に複雑な流れ場を形成することが知られている。しかし、タンデム配置構造物に関する研究は、その多くが円形断面を対象としたもので、矩形断面を対象とした研究は少ない。そこで著者らはこれまで、タンデム配置した正方形断面周辺に形成される複雑な流れ場の特性を把握することを目的として検討を行ってきた¹⁾。本報告では、角柱配置間隔と閉塞率の影響に主眼を置いて検討を行ったので報告する。

2. 実験方法

本研究では、風路が正方形断面(400×400mm)の風洞を用いた。角柱配置間隔の影響を検討する際は、図-1に示すように、縮流部端部から $5D$ の位置に1本目の正方形角柱(辺長 $D=60\text{mm}$, 軸長 $S=356\text{mm}$)を設置して固定し、2本目をその風下側に配置し、角柱中心間隔比 L/D を $L/D=2, 3, 4, 5$ として実験を行った。閉塞率の影響を検討する際は、縮流部端部から $13.5D$ の位置に1本目の正方形角柱(辺長 $D=30\text{mm}$, 軸長 $S=356\text{mm}$)を設置し、角柱中心間隔比 L/D を $L/D=2, 4$ として実験を行った。風洞風速 U_∞ は 12.0m/s とした。表面圧力は角柱のスパン方向中央部に圧力孔を16点設置し、32ch差圧式同時圧力測定器を用いて測定した。風速測定にはI型プローブの熱線流速計を用いた。なお、表面圧力および風速の測定ともに測定時間は30秒、サンプリング周波数は 500Hz とした。

3. 角柱配置間隔に応じた表面圧力の変化

図-2に角柱模型中心間隔比 $L/D=2, 3, 4, 5$ における平均圧力係数 $\overline{C_p}$ と変動圧力係数 $\widetilde{C_p}$ の分布を示す。 $L/D=2, 3$ および $L/D=4, 5$ はそれぞれ定性的に一致した分布となり、 $L/D=3$ と4の間で流れのパターンが大きく変化している。特に下流側角柱前面の平均圧力係数に着目すると、 $L/D=2, 3$ で負値を示しているのに対し、

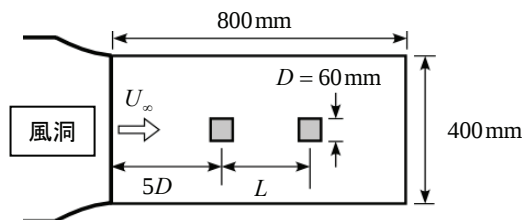


図-1 角柱配置平面図

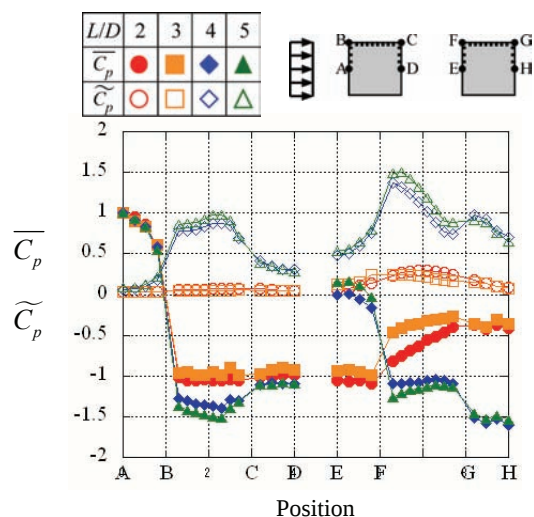


図-2 角柱配置間隔に応じた圧力係数の変化

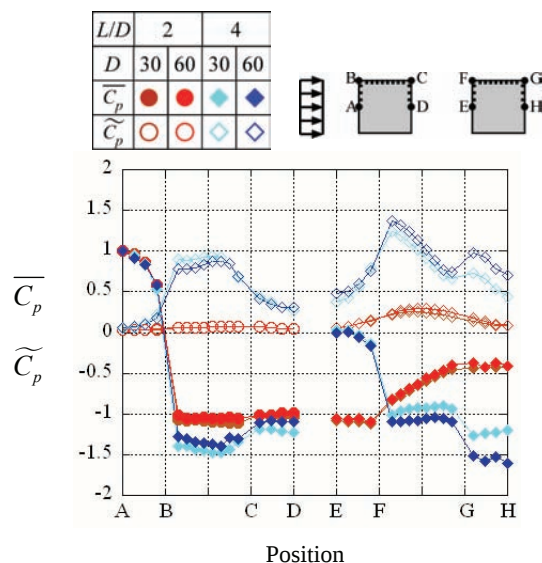
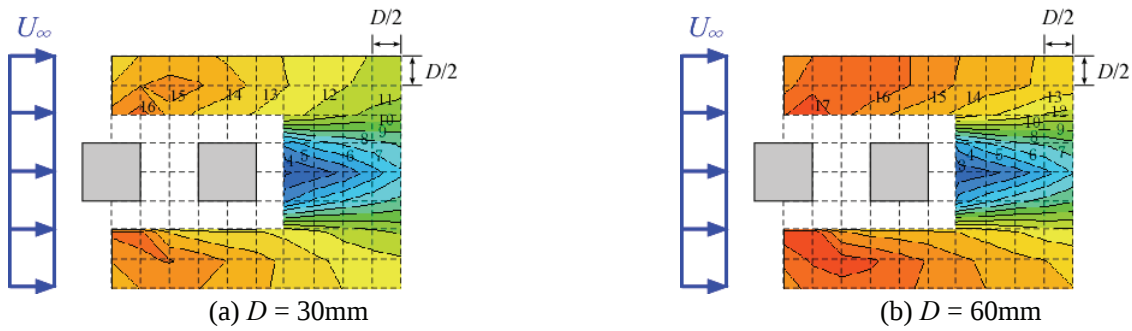
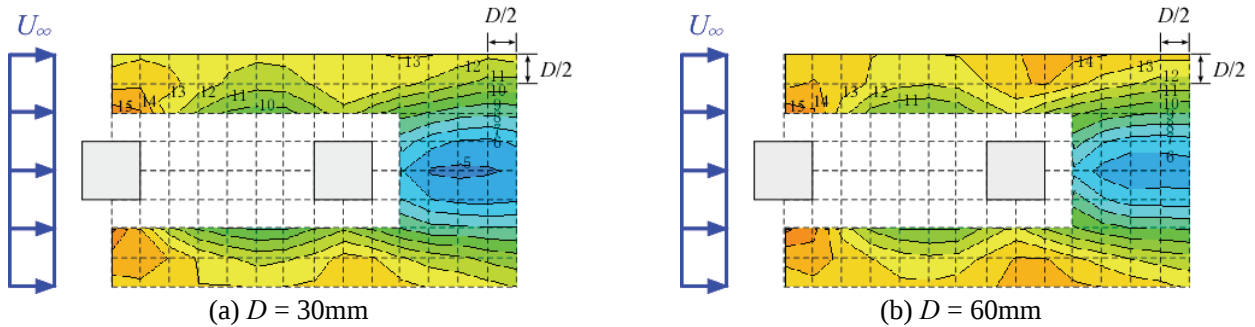


図-3 角柱辺長に応じた圧力係数の変化

キーワード：タンデム配置構造物，正方形角柱，表面圧力，閉塞率

連絡先：〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台 1-8-14 日本大学理工学部土木工学科 TEL：03-3259-0411

図-4 角柱配置間隔 $L/D = 2$ における角柱周辺の主流方向周辺風速分布図-5 角柱配置間隔 $L/D = 4$ における角柱周辺の主流方向風速分布

$L/D = 4, 5$ では値がゼロに近くなった. $L/D = 2, 3$ では負圧しか測定されなかったのに対し, $L/D = 4, 5$ では負圧だけでなく正圧も測定されたため, 平均圧力係数が大きく変化した. この結果より, $L/D = 4, 5$ では下流側角柱前面に衝突する流れが生じていると考えられる.

4. 閉塞率の影響の検討

閉塞率の影響を確認するために, 角柱模型の辺長を 60mm から 30mm に変えて実験を行い, 閉塞率 15%および 7.5%の結果を比較した. 図-3 は $L/D = 2$ および 4 の圧力係数の分布である. $L/D = 2$ では閉塞率の影響がほとんど見られないのに対し, $L/D = 4$ では特に下流側角柱背面の平均圧力係数が, 閉塞率の低下に伴い低下した. これは, 閉塞率が大きい場合, 下流側角柱から剥離した流れが風路壁に妨げられ, 背面に形成される渦の中心が角柱側に移動したためと考えられる. 図-4(a), (b)および図-5(a), (b)に周辺の風速分布を示す. コンター上の数値は風速を表す. 風速に違いはあるものの, 閉塞率の影響によって流れパターンが大きく変化することはなかった. $L/D = 2$ では, $D = 30, 60\text{mm}$ とともに角柱側面で一様に風速が減速しており, あたかも二つの角柱が一つの角柱であるような分布となっている. よって下流側角柱からの剥離も大きくないと考えられ, そのため圧力係数に変化が生じなかったものと解釈できる.

5. まとめ

本報告ではタンデム配置正方形角柱の角柱配置間隔と閉塞率の影響に関する検討を行った. その結果, 角柱配置間隔比 $L/D = 3, 4$ の間で流れパターンが大きく変化することが確認された. これは Liu らの実験²⁾と一致する結果である. また, 閉塞率の影響に関しては, $L/D = 2$ については, 下流側角柱から剥離する流れが大きいため, 影響がほとんど無く, $L/D = 4$ では $D = 60\text{mm}$ において下流側角柱から剥離した流れが風路壁に妨げられ, 後方の渦の中心が角柱側に近づき, 背面の圧力係数が低下したと考えられる. 今後は数値流体解析との比較を実施する予定である.

謝辞 本研究を実施するにあたり科学研究費補助金(若手研究(B): 17760380)の補助を受けた. ここに記して謝意を表す.

参考文献 1) 長谷部, 野村, 金子, 関戸: 土木学会第 61 回年次学術講演会講演概要集, 1-096, 2006

2) C. H. Liu, et al.: Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, Vol.90, pp1019-1050, 2002