

一様流中の静止斜円柱模型後流側の流れの特性

東京理科大学大学院 学生会員 ○原尾 勇輝 東京理科大学大学院 学生会員 笹川 一磨
 東京理科大学 フェロー 木村 吉郎

1. はじめに

斜張橋ケーブルに生じる空力振動現象のうち、雨なし振動の発生要因は、ケーブル後流域に形成される軸方向流、臨界レイノルズ数において空気力が変化することなどが指摘されているが、そのメカニズムが完全に説明できているとは言い難い。そこで、スプリットファイバースローブを用いて、一様流中の斜円柱模型後流側の風速を計測した。その中でも特に軸方向流に着目し、流れ場の特性を明らかにし、現象の理解に役立てることを目的とした。

2. 実験方法

本実験で使用した模型は外径 D が 11.4cm、高さが 180cm、偏角(図 2 に定義)が 30° の塩ビ管の斜円柱模型である。斜円柱模型を天井と床面に固定して風洞内測定部に設置した。風洞風速は、12m/s とした。軸は、主流方向を x 、鉛直上向きに z 、右手系となるように主流直角水平方向に y 、また、模型軸方向下向きに ax と定義した。原点は床面から 90cm 高さの位置の斜円柱模型断面の最下流位置とした。計測点は、 x は $0.1D$ から $2.0D$ まで $0.1D$ 間隔、 y は $-0.5D$ から $0.5D$ まで $0.1D$ 間隔、 z は 0cm、 -45 cm、位置と、これらに加えて斜円柱模型近傍の 16 点でも計測した。計測方法は、スプリットファイバースローブ(R0551, DANTEC DYNAMICS 社製)を用いた。サンプリング周波数は 2kHz で、計測時間は 60 秒とした。本実験では、東京大学工学部の強風シミュレーション風洞を使用した。測定部の寸法は、15m(W)×1.8m(H)×11m(L)である。

3. 実験結果

(1) 風洞中央高さでの流れ：まず、 u 成分について考察する(図 3)。 x 軸に関してほぼ対称で、 $y/D = -0.1 \sim 0.1$ のとき $x/D = 0.5$ 付近で逆流となっている。一方 v 成分についてみると(図 4)、特に $x/D < 0.5$ のように斜円柱模型に近い点では、 x 軸に関して逆対称かつ外向きの特性が明確で、それより遠い点では、全体的に偏っているものの x 軸に向かうような流れとなっている。図 5 より、軸方向流 ax 成分は $x/D = 0.1$ において、すべての点で大幅に増加している。その後、 $x/D = 0.5 \sim 0.6$ にかけて $y/D = -0.5, 0.5$ のように斜円柱模型の



図1 風洞内の模型(下流側より)

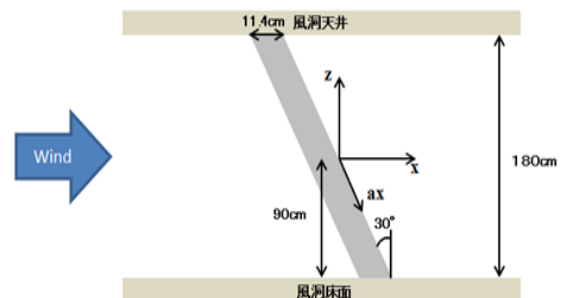
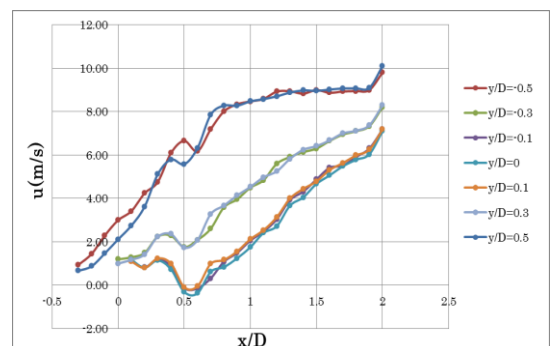
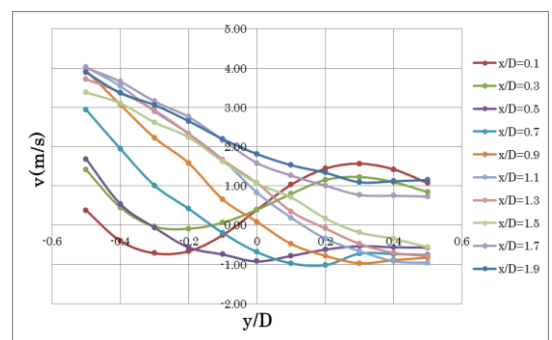


図2 斜円柱模型(側面図)

図3 平均風速の x 軸方向分布(u 成分)図4 平均風速の y 軸方向分布(v 成分)

キーワード 斜円柱, 雨なし振動, 軸方向流, スプリットファイバースローブ, 熱線流速計

連絡先 〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 東京理科大学 TEL 04-7124-1501 (4070)

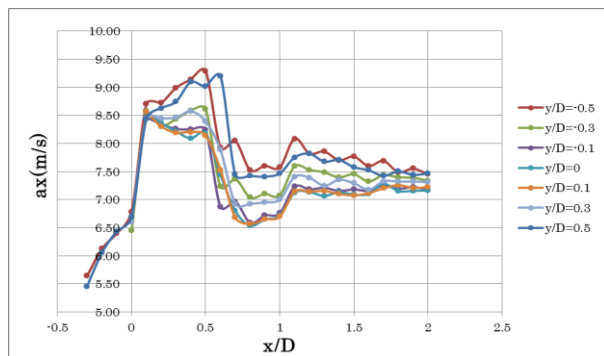


図5 平均風速の x 軸方向分布
(ax 成分, $z=0\text{cm}$)

中心から離れた点で高い値を示している。一方 $y/D = -0.3 \sim 0.3$ といった位置では, $x/D = 0.6$ で値が急減している。図3の結果と合わせて考えると, 軸方向流が支配的となる流れは, $x/D = 0.5$ かつ $y/D = -0.1 \sim 0.1$ を中心として生じていると考えられる。w 成分は (図6), $x/D = 0.1 \sim 1.1$ では模型の後流で下向きの流れで, 模型の中心に近いほど風速の絶対値は大きい。概ね $x/D = 1.3$ 以降は, 逆にやや上向きの流れとなっている。つまり, $x/D = 1.1$ が軸方向流の発生する限界値であると思われる。

(2) 風洞 1/4 高さでの流れ: 模型の鉛直方向の高さ位置の違いで流れに変化があるか, 軸方向成分の図5, 図7を比較する。 $z = -45\text{cm}$ でも $z = 0\text{cm}$ と同様に $x/D = 0.1$ において, すべての点で風速が増加しているが, その値は全体的に小さい。また, より後流位置における風速の変化の傾向は, 両者で異なっている。これらは, $z = -45\text{cm}$ の位置でも, 風洞床面の影響を受けて, 軸方向流をはじめとする流れの特性が, 風洞中央位置とは異なっていることを示していると考えられる。

(3) 標準偏差: 図8より ax 成分は, $x/D = 0.5, 1.1$ の二点で大きな値をとっている。これらは, 軸方向流の中心と, 限界の位置に対応している可能性がある。標準偏差は, u, w 成分はいずれも, y/D が大きな位置ほど大きくなった。一方 ax, v 成分は, 図9の $y/D = 0$ のように斜円柱模型中心に近い点で大きい。模型中心軸における近傍の変動風速は, v 成分が支配的であると考えられる。

4. まとめ

軸方向流れは, $y/D = -0.1 \sim 0.1$ の $x/D = 0.5$ 付近を中心に生じ, また, その変動成分は v 方向成分が支配的であると考えられた。

謝辞 風洞実験に際しては, 東京大学大学院工学系研究科の石原孟教授ならびに老川進氏に大変お世話になりました。ここに記して感謝の意を表します。

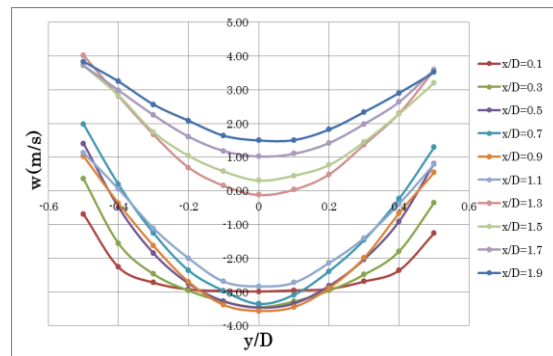


図6 平均風速の y 軸方向分布 (w 成分)

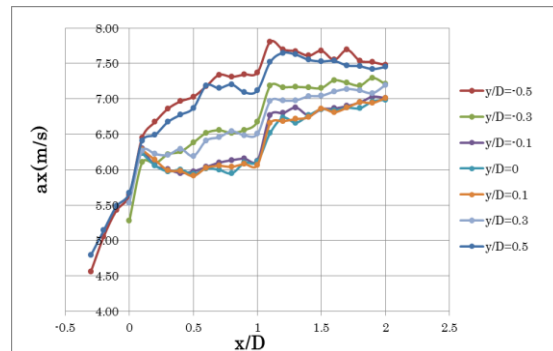


図7 平均風速の x 軸方向分布
(ax 成分, $z = -45\text{cm}$)

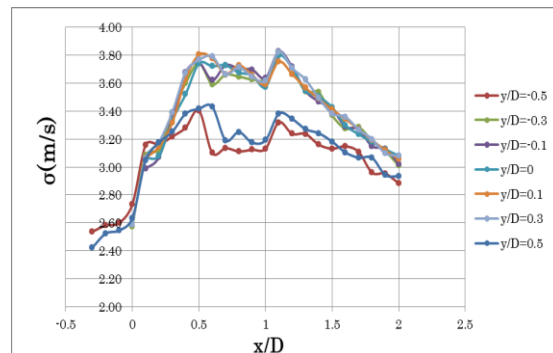


図8 標準偏差の x 軸方向分布
(ax 成分, $z = 0\text{cm}$)

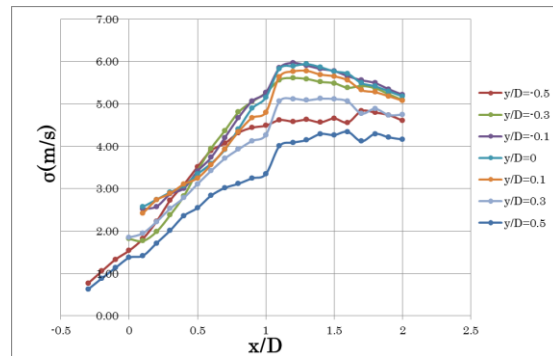


図9 標準偏差の x 軸方向分布 (v 成分)