K3-39

大型低速風洞の風洞特性

Characteristics of turbulence intensity and velocity distribution of Large Low Speed Wind Tunnel

○安武嶺[1]，森川大地[1]，菊池崇将[2]，大竹智久[2]，村松旦典[2]
*Ryo Yasutake[1], Daichi Morikawa[1],Takamasa Kikuchi[2],Tomohisa Ohtake[2], Akinori Muramatsu[2]

Abstract: We measured turbulence intensity and velocity distributions to investigate characteristic of large low speed wind tunnel of Nihon University. Turbulence intensity were measured by a hotwire anemometer, velocity distributions were measured by a pitot tube. Turbulence intensity was less than 0.45％ at velocity range from 5 m/s to 40 m/s. There was velocity decreasing area around wind axis in the measurement section from x = 0 mm to x = 2505 mm. The velocity distributions show more uniform distributions in the measurement section at x = 4300 mm than the section from x = 0 mm to x = 2505 mm.

１．はじめに

日本大学理工学部空気力学研究センターに設置された水平閉鎖回流型大型低速風洞は，乱流境界層や伴流に代表される流体力学の基礎研究，航空機や車両の空力的特性，建築構造物に働く風力，そして疑似自然風の中におかれた建築模型の環境風に関する問題など，航空関係およびそれ以外の広い範囲にわたる研究を行うため，測定部断面 2 m×2 m，長さ 5.3 m，最大風速 50 m/s のものを，1971 年に故木村秀政日本大学名誉教授を中心とした風洞計画委員会によって計画・設計が行われ，1975 年 5 月に完成した．

今回，風洞の完成から 40 年が経ち実験結果の精度保証に必要な性能，すなわち測定部における乱れ度と風速分布が維持できているかを確認するため性能試験を行った．

本稿は風洞性能試験で得られた風洞特性について報告する．

２．実験方法及び実験装置

本実験では，日本大学理工学部空気力学研究センター所属の水平閉鎖回流型大型低速風洞(測定部 2 m×2 m×5.3 m)を使用し，乱れ度と風速分布の計測した．

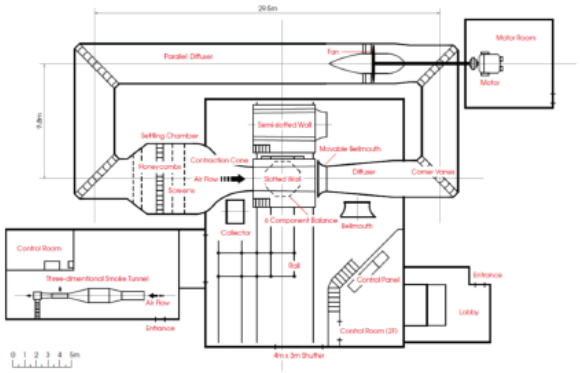

Figure 1. 水平閉鎖回流型大型低速風洞

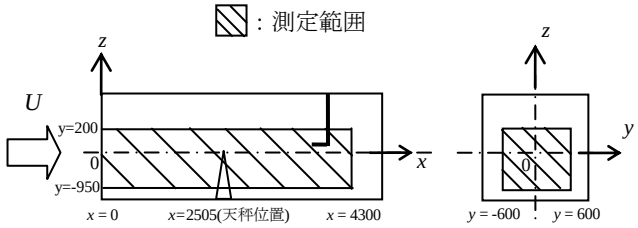

Figure 2. 測定に用いた座標系

２－１）乱れ度計測

乱れ度は，I 型熱線風速計ショートプローブ(Kanomax 0251R-T5)を使用して計測した．測定位置は(x,y,z) = (2505,0,0)，サンプリング周波数は 2 kHz，サンプリングタイムは 30 s として各風速での乱れ度を測定した．測定風速は 4～40 m/s とした．

２－２）風速分布

ピトー静圧管とピトー総圧管を使い，差圧から風速を算出した．風速は 4 m/s でサンプリング周波数は 2 kHz，サンプリングタイムは 30 s，測定断面は Figure 2 に示した範囲で代表的な断面を選択した．

境界層付近では境界層内に入ったと思われる測定値が急激に変化した部分を境界層遷移位置とした．

３．実験結果及び考察

３－１）風速と乱れ度の関係

Figure 2 に風速 U と乱れ度 u'/U の関係を示す．乱れ度は 5 m/s ~ 25 m/s まではほぼ線形に減少していき，25 m/s，40 m/s で最も乱れ度が小さくなる．これに対し，4 m/s になると乱れ度が急激に増加する．5 m/s～40 m/s では乱れ度は 0.45%以下で風洞の性能としては良好である．風速 30 m/s では I 型プローブがロックイン現象を起こし乱れ度が大きくなっていると考えられる．

１：日大理工・学部・航宇　２：日大理工・教員・航宇

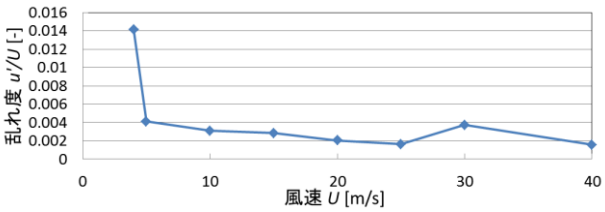

Figure 3.　風速と乱れ度の関係

３－２）風速分布

Figure 4 に各断面の風速分布を示す.風速分布は設定風速の 4 m/s を使い無次元化した．x = 0 mm，1000 mm の断面では測定可能範囲の中では境界層と思われる速度低下領域は認められなかった．これは境界層が十分に発達していないためだと考えられる．x = 2505 mm, 4300 mm の断面で床付近に境界層と思われる速度低下領域が認められるようになった．x = 0 mm，1000 mm, 2505 mm では境界層付近である z = -400～-800 mm の範囲で最も設定風速に近い結果となった．これは縮流胴の影響で壁面付近の流れが加速されているためだと考えられる．x = 4300 mm の断面では z = ±800 mm の範囲では設定風速に近い結果となった．

Figure 5 に z = 0 mm での各断面の風速分布を示す．x = 0mm では壁面に向かうほど流速が増加している．この結果も，同様に縮流胴の影響で壁面付近の流れが加速されているためだと考えられる．

Figure 6 に風軸中心における各断面での風速を示した．x = 0 mm から x = 2505 mm にかけて流速が減少しているが x = 4300 mm では加速しており，最も設定風速に近い結果となった．

Figure 7 に境界層厚さの理論値[1)]と実際に計測された測定値を比較したものを示した．x = 0 mm，1000 mm では境界層の厚さは確認できなかったが，x = 2505 mm, 4300 mm と測定部下流に向かって境界層が発達しており，この範囲ではすでに乱流境界層に遷移しているものと考えられる．

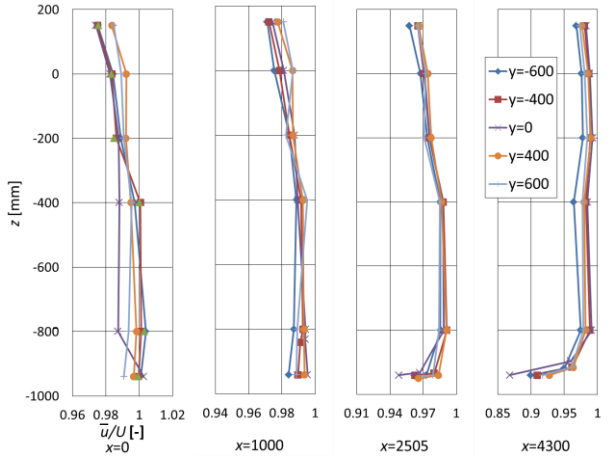

Figure 4.　各断面における風速分布

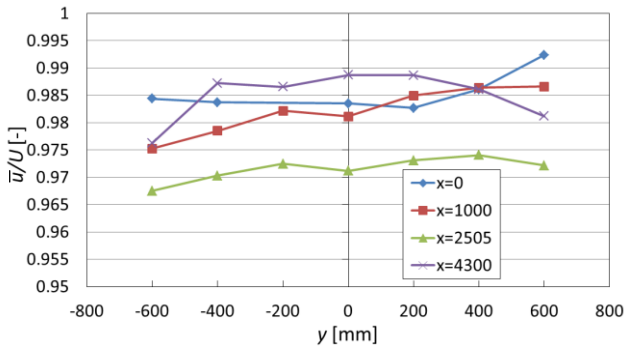

Figure 5.　z = 0 mm における各断面の風速分布

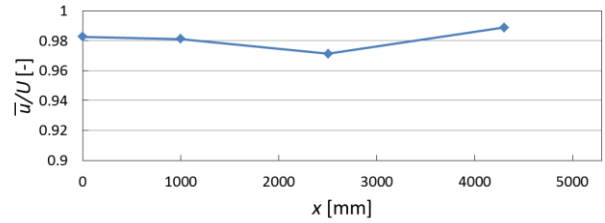

Figure 6.　風軸中心での風速変化

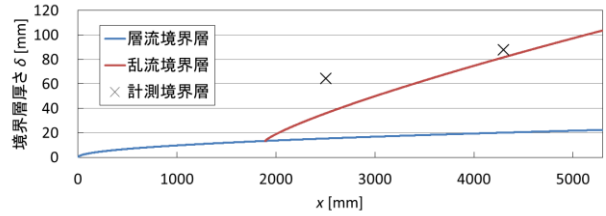

Figure 7.　境界層厚さの理論値と計測値の比較

４．まとめ

5 m/s～40 m/s の範囲では乱れ度はおおむね良好であり，本風洞を用いた実験に関しては信頼性のあるデータが取れることがわかった．

x = 0 mm～2505 mm は風軸よりも下方で実験を行った方がより信頼性の高い実験データが取れ，x = 4300 mm ではほぼ全域で設定風速が出せているので大型の供試体を使用する実験ではこの付近で行うと信頼性の高い実験データが取れるということが確認された．

x = 4300 mm で理論値の乱流境界層厚さに近づいている．

参考文献

[1] 藤川重雄, 他:工学の基礎　流体力学, 培風館, 2005, pp176-178,205-207

[2] 伊藤英覚，他：“東北大学高速力学研究所附属気流計測研究施設低乱熱伝達風洞の各部特性について”, 東北大学高速力学研究所報告，第 54 巻第 450 号，1985, pp74-81