

II - 281

非定常空気流に及ぼす底面粗度と加速度の影響

東京大学工学部	学生員	江村 敬
東京大学工学部	正員	Tu Haizhou
東京大学工学部	学生員	金子 浩士

1. はじめに

本論文は自然界一般の流れである非定常乱流についてのものである。都市部でのヒートアイランド現象や空気中の汚染物質運搬の問題など、工学におけるさまざまな問題は非定常乱流の問題に帰着される。本研究では風洞内に非定常乱流を起こし流速分布や乱流強度を測定した。この際、底面の粗度を変えて、また非定常流の流速上昇期、下降期に対して測定を行い、それらの影響を検討した。

2. 実験装置、内容

実験には、高さ80cm幅80cm長さ820cmの測定洞を持つ風洞を用いた。底面はフラットな状態であるので、粗度板を挿入することによって底面の粗滑を変化させた。流速の測定には、熱線流速計を使用した。測定洞の入口から530cmの位置において、風洞床から風洞中心まで全40点について平均流速、乱流強度、レイノルズ応力を計5回測定し、アンサンブル平均をとった。風洞はコンピュータから信号を入力することにより、非定常流を流すことができる。今回の実験では流速を次第に大きくしていく加速流と、同じ加速度の大きさを小さくしていく減速流に対して測定を行った。また、乱れを十分に発達させるために測定洞の入口には障害物を置いた。測定は1秒間に100回行い、得られたデータをスムージングすることによってその時刻での値とした。

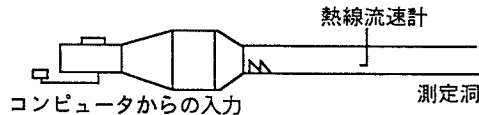


図1 風洞

3. 実験結果

実験結果を図2から図4にまとめた。それぞれの図において、上段は滑面上、下段は粗面上での結果であり、左側は流速の上昇期、右側は流速の下降期におけるものである。また、乱流強度に関しては、定常流におけるデータ [1] も参考にして、定性的な比較図を掲げた。図2は主流速度成分 U の鉛直分布を各時間毎にプロットしたものであるが、上昇期下降期による違いはあまり見られなかった。つづいて図3、図4に主流方向の乱流強度 u' と鉛直方向の乱流強度 v' の鉛直分布を示した。縦軸には風洞中心における高さ h (40cm)で無次元化した高さ、横軸には摩擦速度 u^* で無次元化した乱流強度をとっている。ここで顕著に見られる特徴は、上昇期に比べて下降期において乱れが大きくなっていることである。そして、比較図に示したように定常流をはさむような結果となった。これは、滑面上でも、粗面上でも同様な結果が得られた。また今回の研究は時間的な加速流、減速流に関するものであるが、空間的な加速流、減速流に関する研究においても同様な結果が報告されている [2]。これらのことから、加速時、減速時における乱流強度の違いは、非定常乱流に本質的なものであると考えられる。

4. 今後の課題

本実験では、下降期のほうが上昇期よりも大きい乱れを生じるという結果を得ることができたが、定性的な検討の域を出ない。そこで今後の課題としては、非定常乱流の乱流強度をより詳しくまた定量的に研究することがあげられる。また今回の研究でははっきりとは特徴がつかめなかったレイノルズ応力の挙動もより詳しく解析する必要があると思われる。

5. 参考文献

- [1] I. Nezu and H. Nakagawa (1993), "Turbulence in Open-Channel Flows", IAHA Monograph, p.57
- [2] B. Kironoto and W. H. Graf (1994), "Turbulence Characteristics in Rough Non-uniform Open-Channel Flows", Proc. Instn. Civ. Engrs, Wat. Marit. and Energy, Vol.94 (Dec)

〈謝辞〉

本研究にあたり、東京大学工学部の玉井信行教授、河原能久助教授にはいつも適切な助言と励ましの言葉をいただいたことを、ここに感謝します。

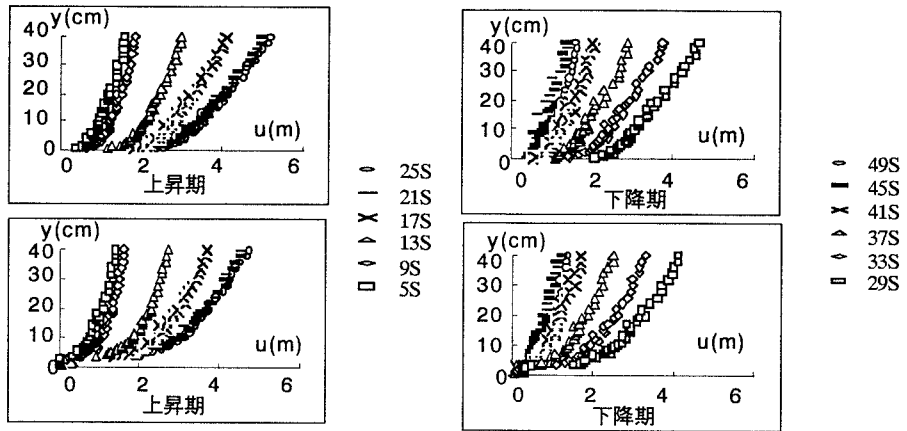


図2 主流速度成分Uの鉛直分布（上段滑面,下段粗面）

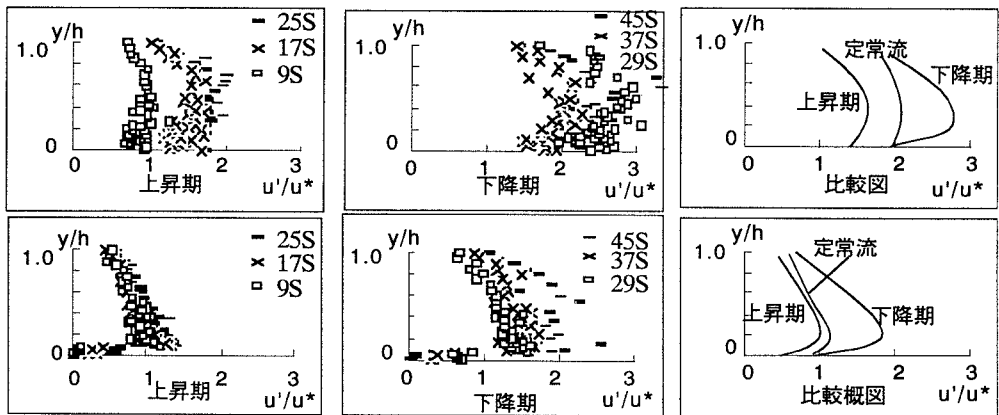


図3 乱流強度 u' の鉛直分布（上段滑面,下段粗面）

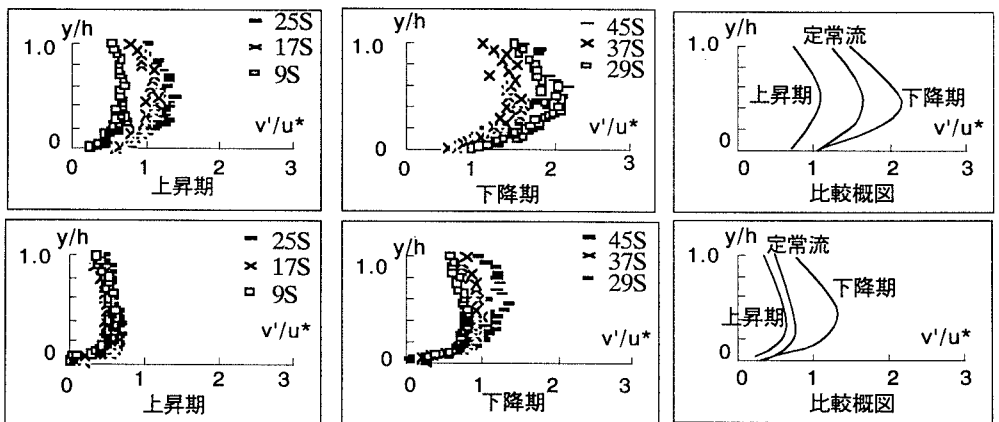


図4 乱流強度 v' の鉛直分布（上段滑面,下段粗面）