

神戸大学工学部 学生員 ○吉住 淳志
神戸大学工学部 正 員 中山 昭彦

1. はじめに

近年土地開発に伴う土木工事は規模の大きなものまで可能になってきている。山岳地の多いわが国においては、用地造成にあたり大規模な盛土や切り土をとまなう計画がやむをえない場合が多い。規模が大きくなるにつれ、斜面の安定性以外に考慮にいれなければならないものに風の影響がある。特に空港用地造成にあたっては造成による気流特性の変化を考慮に入れることは不可欠である。自然あるいは人工の大斜面では局所的に上昇流や下降流を引き起こしたり、斜面上端では風速が加速し剥離渦が生じたり乱れが大きくなるなどのいろいろな現象をひきおこすことがある。小規模な斜面の周りの流れは、盛土上を走る高速道路の横風問題、斜面上に建てられた建物への風圧、乱れの問題などで実験的、経験的研究がなされている^{1, 2)}。これらは大気境界層の厚さ（500mから1000m）に比べ無視出来る程小さいスケールの流れ場である。しかし100m、200mに達する高さの盛り土あるいは切り土斜面の場合は大気境界層自体と干渉するので流れ場も異なった特性をもつものである。

近年は計算流体力学の発達で乱流のシミュレーションがなされているが大気乱流のスケール、また複雑な地形上での計算はまだ不可能である。また現象的乱流モデルによる数値計算は実験による検定が必要である。本研究では、斜面に接近する乱流スケールの斜面上の流れへの影響を実験的に調べる。ただし、問題を複雑にするのを避けるため、鉛直方向の温度勾配による密度成層、地球の自転によるコリオリー力の影響などは考慮にいれず、斜面の規模の差が如何に気流特性に影響を及ぼすかを調べることに重点を置く。また複雑な3次元問題を理解するための基礎研究として、二次元的斜面に接近する乱流境界層の流れを風洞実験で調べる。模型レイノルズ数は実際のそれに比べ必然的に小さいものになるので、当然レイノルズ数に強く影響される現象の実際の応用は注意を要する。

2. 実験方法

実験は図-1に示す低速吹き出し型風洞で行われた。この図には斜面を模擬する二次元台形モデル、大気境界層作成のための立方体粗度ブロック、用いられた座標系等も示してある。本実験では斜面の大きさを変える代わりに大気境界層乱流の長さスケールを粗度ブロックの大きさを変え、斜面の高さ H と接近する境界層の厚さの比を変えた。測定ケースは表-1に示されてある。ケース1では境界層の厚さは斜面の高さの約

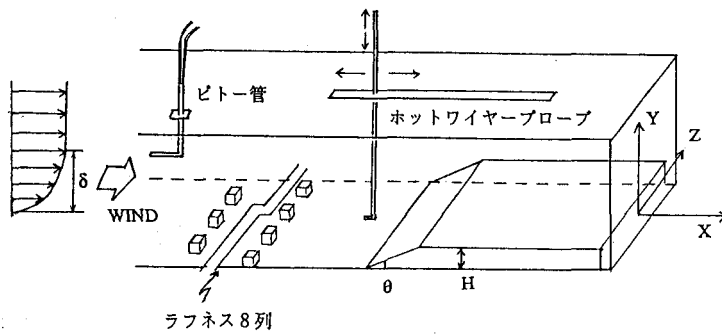


図-1. 実験設備

表-1. 測定条件

	ケース1	ケース2
θ	30度	30度
H	8 _m	8 _m
境界層厚さ δ	約20 _m	約10 _m
δ/H	2.50	1.25
壁面粗度 Z_0	0.225	0.119
Z_0/H	0.028	0.015
摩擦速度 U_{τ}	0.088	0.095
α	1/2.9	1/2.7

二倍、ケース2では境界層厚さと斜面高はほぼ同じである。粗度高さ、 z_0 はケース1で約2mm、ケース2で1mmである。境界層の特性その他のパラメータも同表に示されている。平均流速分布のべき乗近似ではどちらのケースとも $\alpha=1/3$ であった。これは山岳地など乱流強度の強い大気境界層にあたる。どちらの場合も斜面角度は 30° 計測は二成分熱線風速計、及びピトー管が用いられた。熱線風速計の出力信号は瞬間的流速特性を検証するため高速でA/D変換し、また精度よく平均値を求めるため二段階サンプリング法でデータ取り込みされた。結果は境界層外の上空での風速にあたる値で無次元化した。

3. 実験結果

斜面回りの平均流速場は図-2に示されてある。境界層厚の厚いケース1では剥離は見られず、境界層厚さの薄いケース2でも斜面頂上の極限られた部分でのみ剥離が見られる。境界層の厚さが斜面高に比べ小さい場合大きく剥離することが知られているが、接近する境界層が斜面高の2倍程度で平均流速の剥離は無くなるといえる。これは斜面の高さスケールが接近する境界層の乱れの長さスケールと同程度になれば、斜面は平均流を大きく変えるというより、乱れを増加させるだけと考えられる。Paterson³⁾は丘の上で加速する風速の増分を粗度高と相関づけているが、本実験結果での斜面頂上の流速及び乱流強度を図-3に示す。ケース2では約8%の増加が見られるのに対しケース1では殆ど増加はない。

4. 結論

斜面をかけあがる気流の特性を調べるため、簡単な二次元モデルを用い風洞実験を行った。斜面の高さが接近する大気境界層厚さの半分程度では頂上で剥離は起こらないのに対し斜面高さが境界層厚と同程度の場合剥離がおり水平方向風速の加速も10%近くなることが分かった。また乱れ強度は斜面高さが低い場合大きいことがわかった。

本研究は兵庫県土木部の援助を得行われましたことを付記し謝意を表します。

参考文献

- 1) D. J. Bergstrom and K. M. Boucher: Proc. Int. Symp. on Computational Wind Eng., 11-4, 1992.
- 2) 亀井 勇、丸田栄蔵、牧野正和：日本建築学会全国大会論文概要集、pp.2381-2382, 1983.
- 3) Paterson, D. A. and Holmes, D. J.: Proc. Int. Symp. on Computational Wind Eng., pp.142-147, 1992.

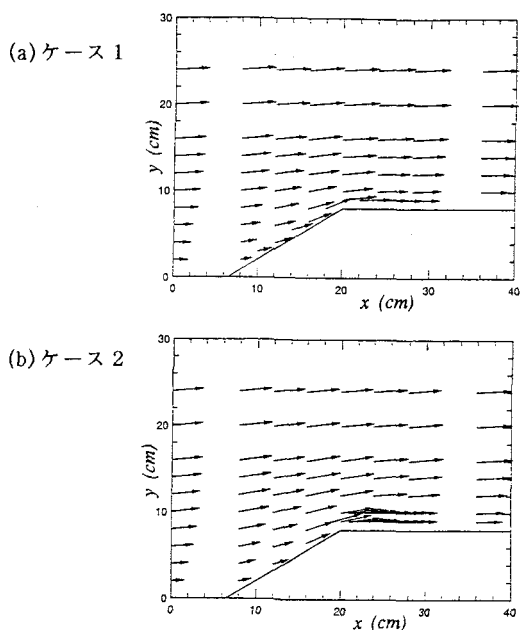


図-2. 平均流速場

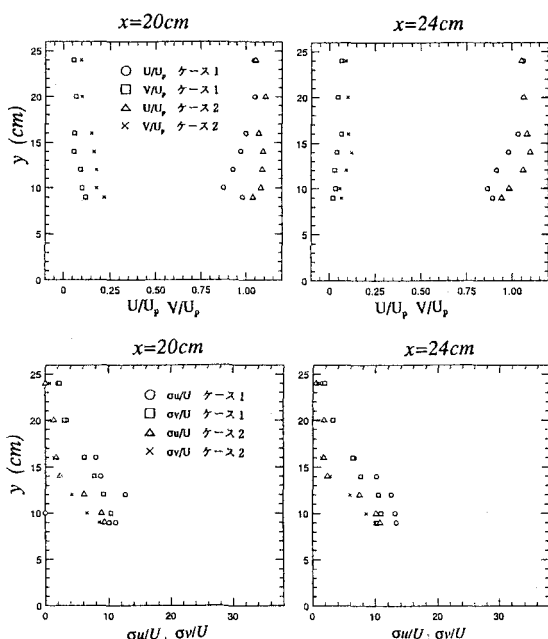


図-3. 斜面頂上での風速分布と乱れ強度