

徳島大学工学部 フェロー 宇都宮 英彦 徳島大学工学部 正員 長尾 文明
 徳島大学工学部 正員 野田 稔 徳島大学大学院 学生員 ○板東 信一
 徳島大学大学院 学生員 井本 昌彦

1.はじめに 構造物の耐風設計にとって構造物周辺の風況特性を評価することは重要である。その中で、丘を越える風況特性は、丘の形状に大きく影響を受けていることはよく知られており、緩勾配の斜面をもった丘状地形におけるこれらの影響は多くの研究者達によって研究されてきた。しかし、丘頂部で剥離を伴う急勾配の斜面をもった丘状地形については検討が必要であり、本研究では 15° 以上の法面勾配を有する 2 次元丘状地形について、その天端上流端での流れに対する丘の形状の影響について検討を行った。

2.実験概要 実験に使用した風洞は徳島大学工学部多目的風洞（押込式 NPL 型風洞、測定胴部：1.5m×1.5m×5m）である。Fig.1 に使用した 2 次元丘状模型の概要を示す。変化させるパラメータは Table1 に示すように、法面勾配 $H/2L$ ，天端長さ B_u/H の 2 種類である。また、風洞内の接近流は、スパイヤと粗度マットを組み合わせることにより 2 種類作成した。Fig.2 に風洞内の模型設置状況を示す。この接近流の性質を示すものとして、境界層の風速の鉛直分布を表すべき法則がある。

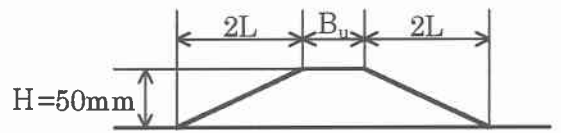


Fig.1 模型概要

Table1 変化させた地形パラメータ

法面勾配 ($H/2L$)	0.27	0.47	0.84
天端長さ (B_u/H)	0.0	1.0	2.0

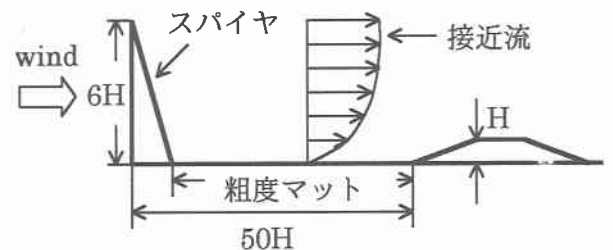


Fig.2 模型設置状況

$$\frac{V_z}{V_G} = \left(\frac{Z}{Z_G} \right)^\alpha \quad (1)$$

ここで、 V_z は高さ Z における風速、 V_G は基準高度 Z_G における基準風速、 Z_G は基準高度、 α は地物状況によって決まる定数でべき指数という。今回の実験で使用した接近流の平均風速の鉛直分布を Fig.3 に、べき指数 α ，境界層高さ δ/H ，模型高さ H における変動風速主流成分の乱れのスケール L_x/H を Table2 に示す。本研究では、この 2 つの境界層内で模型形状に関する 2 種類のパラメータを変化させた場合の丘周辺の風速を X 型熱線プローブを用いて計測し、天端上流端での増速効果に対する丘状地形の形状パラメータおよび接近流の影響を検討した。

3.実験結果 丘の地形特性の影響を評価するために増速率を(2)式のように定義した。

$$S = \frac{V(z) - V_0(z)}{V_0(z)} \quad (2)$$

ここで、 $V(z)$ は丘表面からの高さ Z における平均風速の合成ベクトル、 $V_0(z)$ は地表面からの同一高さ Z における接近流の平均風速である。Fig.4 に増速率の鉛直分布の一例を示す。これより増速率の値は地表面に近いほど大きく、増速効果が大きいことが分かる。Fig.5 に接近流 1 における $z/H = 0.1$ での増速率と法面勾配の関係

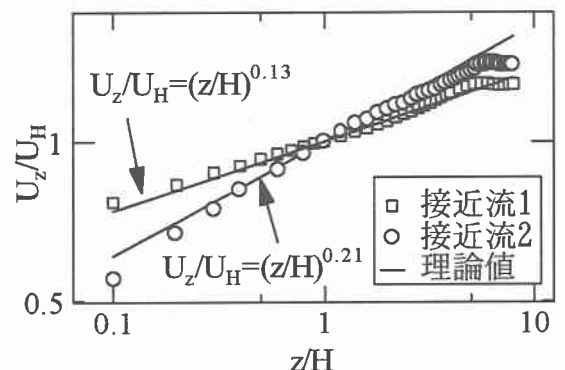


Fig.3 接近流の平均風速鉛直分布

Table2 接近流特性

	α	δ/H	L_x/H
接近流1	0.13	6	1.5
接近流2	0.21	6	1.1

を示す．図中の太線は Lemelin らの評価¹⁾であり，実測値と概ね良い一致を示しているが，Lemelin らが一定としている急勾配の範囲でも，右上がりの傾向を示している．また，実測値は完全剥離型と再付着型との 2 つのグループに分けることができ，その概念図を Fig.6 に示す．(a) の完全剥離型の場合，上流側法面によって吹き上げられ，天端上流端で剥離した流れが，下流側法面に再付着することなく流れる．このパターンは天端長さが $B_u/H=0.0$ のケースで観測される．また，(b) の再付着型の場合，天端上流端で剥離した流れが，天端下流端に至るまでに再付着し，その内部に小さな剥離渦が生じるため，それによって流れが整流されて，増速率の値が大きくなっていると考えられる．このケースは天端長さが $B_u/H=2.0$ のケースで必ず観測される．ここで，それぞれの直線式は次のように表せる．

$$S = 0.31(H/2L - 0.27) + S_0 \quad (3)$$

S_0 は完全剥離の場合で 0.67，再付着の場合で 0.97 となる．これは Fig.5 に点線で示しているが，ほぼ実測値と一致しており，この 2 つのグループは法面勾配に対する増速率の増加の割合は同じである．

次に，Fig.7 に接近流 2 中における $z/H=0.1$ での増速率と法面勾配の関係を示す．接近流 1 の場合と同様に，法面勾配の増加に伴い増速率が増加する傾向はあるが，法面勾配 $H/2L=0.84$ ，天端長さ $B_u/H=1.0$ のケースも再付着型を示している．また，接近流 1 の場合に比べ，増速率は全体的に大きな値を示しており，式(3)および Lemelin の値に一致しない．そこで，推定式(3)に接近流のパラメータ S_A を加えた (4) 式を提案する．

$$S = 0.31(H/2L - 0.27) + S_0 + S_A \quad (4)$$

ここで，接近流 2 に対する S_A は完全剥離型で 0.27，再付着型で 0.16 とする．図中の破線が(4)式であるが，ほぼ実測値と一致しており，推定式に対して接近流の違いは切片にのみ影響し，勾配は一定であることが分かった．

4.まとめ 急勾配の斜面をもった 2 次元丘状地形の天端上流端での増速効果について検討した．その結果，丘の形状に対する良好な推定式を導くことができた．また，接近流の違いによる影響も検討したが，今回の実験は 2 種類のための検討であったため，今後，異なる接近流中での検討を行なうとともに，推定式に導入した定数パラメータをそれぞれに対応する物理量の関数として表現することが必要であると考えられる．

参考文献) 1) Lemelin, D.R. & Surry, D. & Davenport, A.G. 1988. Simple Approximations for Wind Speed-up over Hills, J. Wind Eng. Ind. Aerodyn., 28, 117-127.

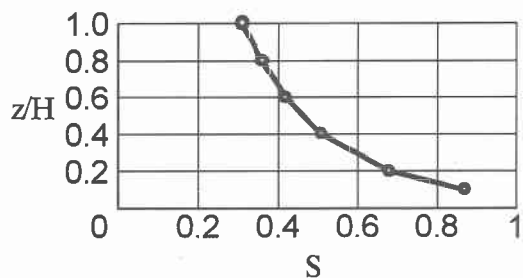


Fig.4 増速率の鉛直分布
(接近流 1, $H/2L=0.27$, $B_u/H=2.0$)

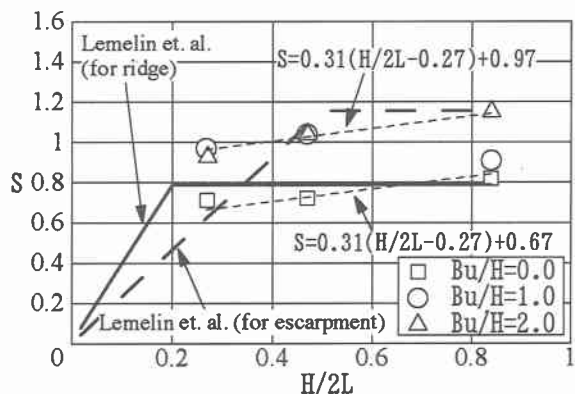


Fig.5 増速率と法面勾配の関係 (接近流 1)

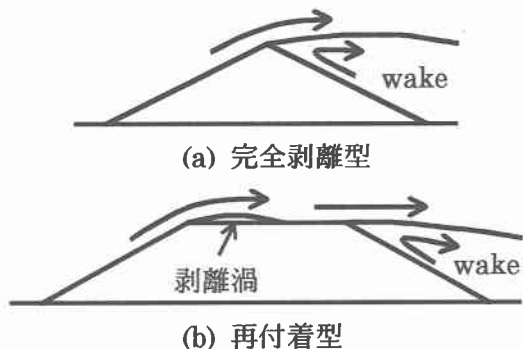


Fig.6 剥離形態の違いの概念図

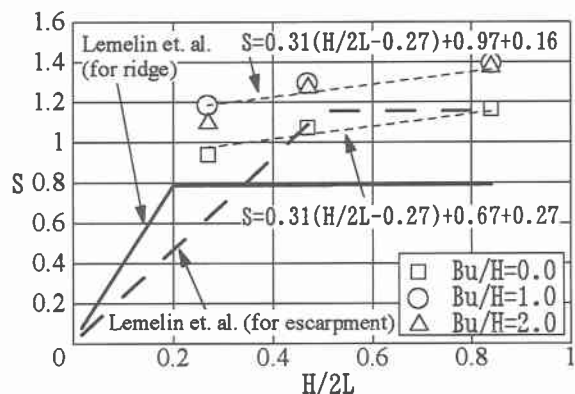


Fig.7 増速率と法面勾配の関係 (接近流 2)