

1) - 5 粗度によって変化する地表面近傍の風速の定量的な評価と小規模構造物の設計風速の提案【安全・安心】

Quantitative Evaluation of Near-surface Wind Speeds Varying with Roughness Blocks and a Proposal of Design Wind Speeds for Small Structures

(研究開発期間 令和元～3年度)

構造研究グループ
Dept. of Structural Engineering

高舘 祐貴
Yuki TAKADATE

奥田 泰雄
Yasuo OKUDA

According to the Building Standard Law or the AIJ Recommendation for Loads on Buildings, wind speeds near the ground surface at a height below Z_b is specified as a constant value. In the practical case, however, as the height approaches the ground surface, the wind speed decreases owing to the friction of the ground surface. In the present study, the focus is on the vertical wind profiles of mean wind speed and turbulence intensity near the ground with roughness blocks for designing a low-rise building.

【研究開発の目的及び経過】

近年、台風等による低層建築物や小規模工作物(低層建築物等)への強風被害が多く発生している。建築研究所は国土技術政策総合研究所と共に令和元年房総半島台風でも被害調査を実施し、近年の強風被害を踏まえて昭和46年建設省告示第109号等を改正することで新築建築物の全ての屋根瓦の緊結を義務化することとした^{1), 2)}。

一般に、低層建築物等は建築基準法では構造計算が義務付けられていない「四号建築物」として扱われるものが多いため、適切な耐風設計がなされていない場合も多い。一方、現行の基標準を用いて建築物を設計する場合は平成12年建設省告示第1454号や平成12年建設省告示第1458号並びに建築物荷重指針・同解説(2015)³⁾(以下、荷重指針)を用いることとなる。地表付近の風速は周辺の建築物等の影響を受けるだけでなく、地表摩擦の影響で図1(a)のように地表面に近づくほど徐々に風速が小さくなる。しかし、地表近傍の風速性状が複雑であることや設計用風荷重を安全側で与えることを目的とすることから図1(b)のように地表面付近の高さ Z_b 以下の平均風速をはじめとした風荷重が高さ方向に一定値となるように設定されている。このような場合、低層建築物等で求めるべき設計用風荷重に対して、基標準で要求される設計用風荷重が過大となり、現実的ではない工法を選択せざるを得ない場合も考えられる。

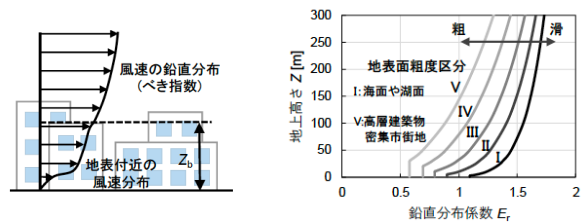
以上の背景を踏まえて、本研究では低層建築物等を安全かつ合理的に設計するための設計風速を検討し提案することを目的とする。

【研究開発の内容】

本研究では、風洞実験及び数値流体解析に基づき均質に配置した粗度ブロック内部の風速を測定してその基本

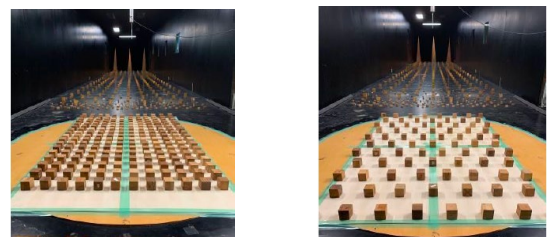
的な性状を把握するとともに、既往の研究結果と比較して粗度内部の風速性状の評価手法を検討する。本報告では主に風洞実験の結果を示す。

風洞実験は建築研究所所有の回流型境界層風洞で行った。実験気流は地表面粗度区分IIIに相当するべき指数



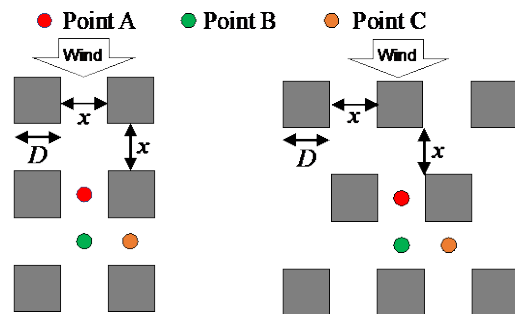
(a) 風速分布の模式図 (b) 風速の鉛直分布係数³⁾

図1 風速の高さ方向分布



(a) 一様配置 ($x/D = 1.0$) (b) 千鳥配置 ($x/D = 2.0$)

写真1 風洞実験における粗度ブロックの配置



(a) 一様配置 (b) 千鳥配置

図2 粗度ブロックの配置形状と測定位置

0.2の境界層乱流であり、乱れ強さ I_u はモデルの高さ $H=0.05\text{ m}$ で約0.2である。図2にブロックの配置と風速の測定位置を示す。1辺が5 cmのブロックを一様配置又は千鳥配置で配置し、粗度内部およびその上空の風速を測定する。ブロックの間隔 x はブロックの幅 D で基準化し、 $x/D=1.0\sim 2.5$ の範囲で変化させた。それぞれの測定位置における風速は最も床面に近い高さを $z=5\text{ mm}$ として高さ1000 mmまで鉛直方向に25点分測定した。

【研究開発の結果】

図3および図4にPoint AとPoint Cの平均風速 U_{mean} を基準高さ($z=1000\text{ mm}$)の風速 U_{1000} で無次元化した平均風速と気流の乱れ強さ I_u の高さ方向の分布を示す。いずれの測定位置においても測定高さが低くなるほど平均風速は減少し気流の乱れ強さは増加している。Point Aでは x/D の大きさが大きいほど平均風速が小さくなり、気流の乱れ強さが大きくなっている。一方、Point Cは粗度の真後ろに位置する測定点であるため、遮蔽効果によって $z/H\leq 1.0$ で急激に風速が減少するとともに乱れ強さは増加しているが、それらの値はほぼ一定となっている。

こうして得られた風洞実験結果を利用して平均風速比から変動成分の定式化を行った。図5に平均風速比 R に対する最大瞬間風速と平均風速の比で表されるガストファクター G_v の関係およびガストファクター G_v と気流の乱れ強さ I_u の関係を示す。これらの図には既往の実市街地を対象とした研究^{4)~6)}で得られた提案式も示しているが、均質に配置した粗度を用いた風速測定による結果でも今回の風洞実験の測定値ともよく対応している。つまり、粗度内部の風の乱れの性状は粗度の配置形状によらずに表すことができる可能性があることが示された。

風洞実験では流れの可視化や風速の空間分布の取得は困難であるが、数値流体解析では図6のような瞬間的な風速分布の取得ができる。後継課題では数値流体解析と風圧測定を駆使して低層建築物等を安全かつ合理的に設計するための設計風速および設計用風荷重を提案する。

【参考文献】

- 1) 国土交通省国土技術政策総合研究所, 国立研究開発法人建築研究所: 令和元年台風第15号に伴う強風による建築物等被害現地調査報告(速報), 2019.
- 2) 高館祐貴, 喜々津仁密, 奥田泰雄: 近年の強風被害を踏まえた建築基準法の告示基準の改正, 2021年度日本風工学会年次研究発表会梗概集, pp. 143-144, 2021
- 3) 日本建築学会: 建築物荷重指針・同解説(2015), 2015
- 4) 義江龍一郎, 富永禎秀, 伊藤真二, 岡田創, 片岡浩人, 喜々津仁密, 佐々木澄, 西村宏昭, 野田博, 林田宏二, 宮下康一, 山中徹, 吉川優: 日最大瞬間風速の超過確率に基づく風環境評価に用いるガストファクターの提案, 日本風工学会論文集, 第39巻, 第2号(通号139号), pp. 29-39, 2014.
- 5) 西村宏昭, 高森浩治: ビル風評価のためのガストファクター-接近流の乱れ強さの影響-, GBRC, No. 105, pp. 27-

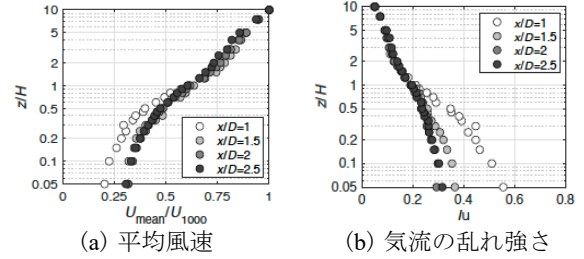


図3 風速の鉛直プロファイル(一様配置, Point A)

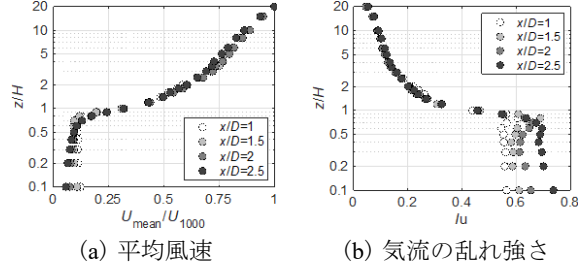
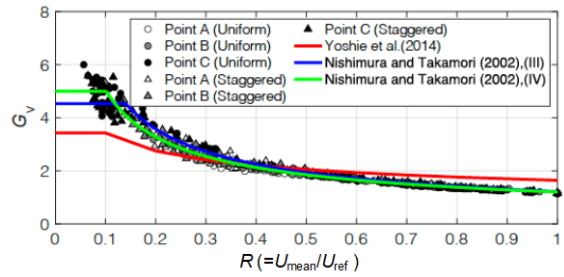
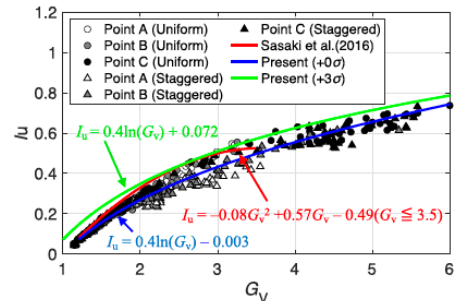


図4 風速の鉛直プロファイル(一様配置, Point C)



(a) 平均風速比 R とガストファクター G_v



(b) ガストファクター G_v と気流の乱れ強さ I_u

図5 実験値と既往の提案式との関係

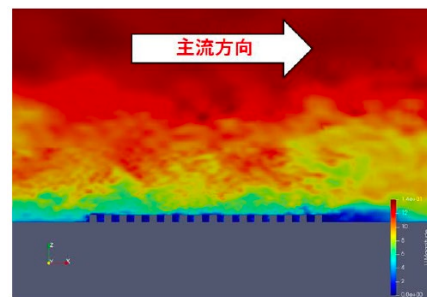


図6 数値流体解析による流速評価

- 6) 佐々木亮治, 赤星明紀, 植松康: 地表面粗度に関する数値情報と風速変動特性の定量的関係, 第24回風工学シンポジウム論文集, pp. 13-18, 2016.