

I-357

自然風のシミュレーションと強風特性について

九州工業大学・工学部 学生員○本村超多郎

〃 正 員 久保喜延

〃 木谷博文

〃 正 員 加藤九州男

1. まえがき 構造物の耐風安定性について風洞実験を行なう場合、一樣流によるものが主であったが、乱流としての性質を持つ自然風中にある構造物の応答特性を知るためには、自然風と同じ乱流を発生させる必要がある。乱流による実験を行なうためには、風洞内で発生させた乱流の特性値と自然風の特性値とを比較して、発生させた乱流が自然風とどの程度相似したものであるかを知らなければならない。幸い、佐賀県の架設中である斜張橋において、自然風を観測する機会を得、上述の検討を行なうことができた。

本研究では、風洞内で境界層乱流を発生させ、自然風の相似性を見ることを目的としており、自然風の乱流特性値について、季節風と台風とを比較、考察し、風洞における境界層乱流の実験値との比較を行った。

2. 実験及び観測方法 ①実験方法 使用した風洞は、本学所属の境界層型波浪風洞で、測定部は高さ1.8m、幅2.4m、長さ22mである。実験方法は、粗度を設ける方法として風洞の上流に10cm×4.5cm×4.5cmのブロックを並べ、粗度の長さを変えて実験を行なった。測定には、熱線流速計及びX型プローブを使い、測定位置の移動には断面横方向に200cm、鉛直方向に145cm可動のトラバース装置を使い、鉛直方向に2.5cmおきに移動させ、データを各測定点につき5000点取り、取り込み間隔1msで測定した。

②観測方法 観測地は佐賀県呼子町で、呼子ー加部島間に架設中である斜張橋の取り付け道路に設置された超音波流速計により、1987年2月の季節風と同年夏の台風5号及び台風12号の観測を行った。流速計の位置は海面上高さ30mの取り付け道路の床板から高さ5mの位置に設置しており、海面上35mである。データ処理ではA/D変換を取り込み間隔20msecで行い、評価時間1分で乱流特性値を求めた。

3. 実験結果及び考察 ①風洞実験結果 風速4m/secにおいて測定場所を粗度を形成するブロック上流端から17mの位置に固定し、ブロック長を変えた場合の特性値について述べる。図1は風速の鉛直分布を示したものである。これによると、べき乗則におけるべき指数 α はブロック長に關係なくほぼ一定となっていることから、粗度の長さによる境界層の発達程度に差がないといえる。図2は、乱れの強さの鉛直分布である。ブロック長の変化に關係なく、どの場合も乱れの強さ I_u は高さ30cm以下で約10%を示しているが、その最大値はブロック長の増加にしたがって増加している。図3に乱れのスケールの鉛直分布を示している。これもブロック長の変化に關係なく、同じ様な分布をしており、全体的に約30cmという値が得られた。またブロック長を5mに固定し、測定場所を変えた場合についてみると、風速の鉛直分布では図4に示すようにブロックから離れるにつれて α は減少しており境界層の発達における α の変化がわかる。乱れの強さ、乱れのスケールについては測定場所の変化による影響は認められなかった。

②観測結果 図5に季節風、台風5号、12号の風速の主流方向成分の時系列を示しているが、季節風と台風の風速変動の違いが顕著に現われている。表1に観測データの各特性値を示している。まず、乱れの強さ I_u を見ると、季節風では風速の低いところで約18%という

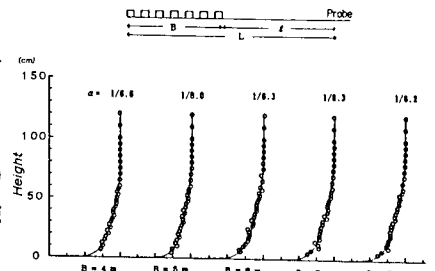


図1 ブロック長Bを変化させた場合の風速の鉛直分布

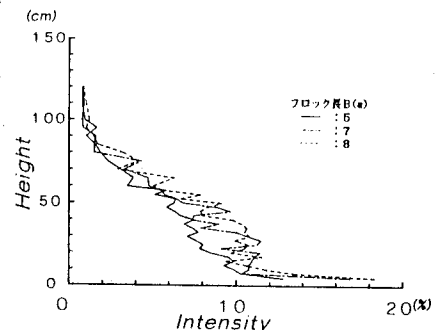


図2 ブロック長Bを変化させた場合の乱れの強さ

値を示しているが、風速が高くなるにつれて減少しており、6%~12%であった。それに対して、台風では10%~30%と全体的に大きな値を示しており、季節風と台風の風速変動の違いを数値的に示している。台風の Iu を見ると5号のものより12号のものがかなり大きく、さらに12号についてみると風向が東のものは $Iu=12\%$ で、南のものは $Iu=26\%$ であり、南の方が2倍以上になっている。台風12号は観測地点の西を北上しており、東から南への風向の変化は台風の接近を意味しているので、乱れの強さの増加は台風接近によるもので、台風の特徴がよく現われていると考えられる。次に乱れのスケール Lx では、季節風のものと比較し台風のは小さく、中でも台風12号では $Lx=10m\sim40m$ 程と短く、乱れの強さが他に比べかなり大きかったことと対応づけられる。ガストファクター Gu は、季節風で1.2~1.6、台風5号で1.4~1.7、台風12号で1.4~2.0であり、季節風より台風の方が強い突風が吹くことを数値的に裏付けている。台風12号では東から南への風向の変化に伴い、 Gu が増加しているが、これも台風接近によるためと考えられる。 Gu は通常1.5程度と言われているが、台風12号では2.0という非常に高い値を示しており、平均風速に対しかなり強い突風の吹く台風であったことがわかる。また、迎角は風速15m/secあたりで $3^\circ\sim7^\circ$ 程度で、風速6m/secという低い風速の場合では 13° 程度と測定されたが、流速計がそれを設置している桁の影響を受けていると考えられたため、風洞で模型実験を行なったところ、低風速で $0.7^\circ\sim0.9^\circ$ 、高風速で $0.5^\circ\sim0.6^\circ$ であり、これを考慮すると迎角は $2.5^\circ\sim6.5^\circ$ 程度と判断される。

4. 実験値と観測値との比較 以上の特性値から、境界層乱流の実験値と自然風の強風時の乱流特性値との比較を表2に示す。乱れの強さは実験値が約10%であったことから、風洞での境界層乱流の風速変動が季節風のものに近いと考えられる。また乱れのスケールは実験値が約30cmであり、季節風の場合に対して風洞実験を行なうとすれば、その縮尺率は1/100~1/200程度とすることができる。台風の場合の風を再現するためには、さらに風洞上流にスパイアーなどを取り付けて検討を行なう必要があると考えられる。

参考文献 1)岡内他：『耐風構造』丸善、2)前田：学位論文 等方性モデルによる強風時平均流方向変動風速の空間構造に関する研究

表1 自然風の乱流特性値

	U (m/s)	U_{max} (m/s)	Iu (%)	Lx (m)	Gu	迎角(deg)	方位
季節風	6.2	9.6	18.1	29.2	1.55	13.6	西
	15.3	21.7	12.2	20.1	1.37	4.5	西北西
	17.0	20.8	10.0	61.6	1.22	5.3	西北西
	10.4	15.5	14.0	18.7	1.49	1.3	南
台風5号	17.3	26.0	22.9	33.7	1.62	3.1	南
	23.1	34.0	15.0	58.9	1.47	0.8	南
	16.4	24.3	12.2	12.3	1.48	4.5	東
台風12号	12.9	23.7	28.5	33.5	1.84	3.5	南南東
	13.3	23.4	26.1	20.0	2.01	3.8	南南東

表2 自然風と風洞における境界層乱流の乱流特性値の比較

自然風観測データ			諸特性	境界層乱流による
季節風	台風5号	台風12号		風洞での実験データ
約10%	14~23%	12~30%	Iu	約10%
30~70m	20~60m	10~40m	Lx	約0.3m

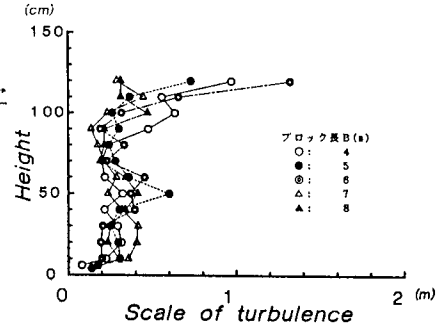


図3 ブロック長Bを変化させた場合の乱れのスケール

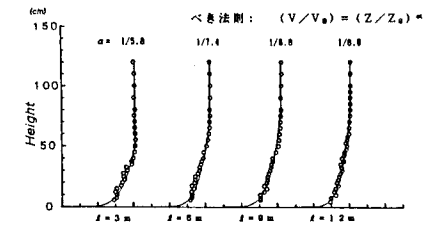


図4 測定距離Lを変化させた場合の風速の鉛直分布

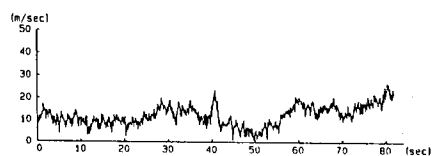
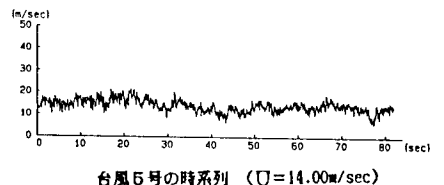
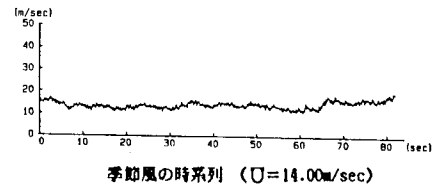
台風12号の時系列 ($U=12.10m/sec$)

図5 自然風の風速の主流方向成分の時系列