

測器補正による長期風観測資料の均質化

○東京大学大学院 正会員 石原 孟
 東京大学大学院 非会員 久保悠也
 東京大学大学院 フェロー 藤野陽三

1. はじめに

構造物の風荷重の算定において、設計風速の見積もりは最も重要な作業の一つである。建設地点における設計風速（例えば年最大風速の100年再現期待値）を現地観測から直接に求めるには少なくとも数10年間の風観測データが必要である。しかし、このような長期にわたる現地観測を実施することはほとんど不可能であり、建設地点における短期風観測データと近くの気象官署で得られた長期風観測データを併用することにより、間接的に建設地点における設計風速を推定する方法が用いられている。ここで問題となるのは日本における風観測方法と測器は1929年以降5回にわたって変更され、気象官署における長期風観測資料を用いる場合には観測データに対して何らかの補正を行う必要である¹⁾。しかし、これまでにこのような観測方法および測器の変更による補正係数を系統的に調べた例が少なく、測器補正係数の違いが年最大風速の極値分布に与える影響は不明である。そこで、本研究では観測方法及び測器の変更が平均風速に与える影響を調査し、測器補正係数の違いが年最大風速の極値分布に与える影響を明らかにする。なお、本研究は日本風工学会・強風マップ研究会の一環として行ったものである。

2. 観測方法と測器の補正

表1には日本における風観測方法と測器の変遷を示し、観測方法と測器の変更は1929年以降5回にわたって行われていることが分かる。ここで、風観測データはこれらの変更に対応して5つの期間に分け、それぞれの期間における年最大風速の全国平均値を求めた。

表1 観測方法および測器の変遷

期間	風速計	評価時間	備考
1929-1939	4杯型風程式風速計 (ロビンソン風速計)	20分間	
1940-1948		10分間	
1949-1960		10分間	倉石公式の適用
1961-1974	3杯型風速計	10分間	
1975-	風車型風向風速計	10分間	

観測方法および測器の変更による平均風速の観測値への影響をまったく考慮せず、年最大風速の全国平均値を求めた場合に、図1に示すように年最大風速の全国平均値は

期間によって大きく変化する。図中の実線は5つの期間の平均値を示す。地表面粗度の経年変化による平均風速の減少と測器高度の上昇による平均風速値の増大が相殺しあうことを考慮すると、年最大風速の全国平均値の経年変化は観測方法および測器の変更によるものと考えられる。このように風観測資料を均質化せずに用いる場合、年最大風速の時系列データに不連続が発生し、設計風速の推定値に大きな誤差が生じることが予想される。

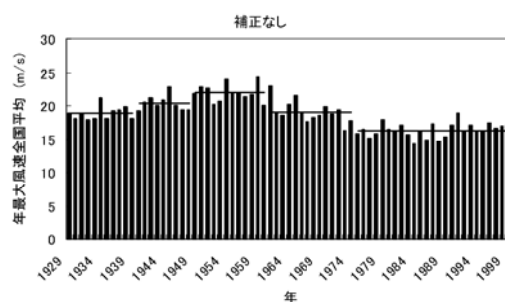


図1 年最大風速の全国平均値の経年変化

そこで、本研究では観測方法及び測器の変更を調べた文献1に従って、表2に示す測器補正係数を用いて、風観測資料を均質化を行った。評価時間については20分間平均風速に1.1を乗じ、10分間平均風速に変換した。また四杯型から三杯型への補正係数を0.95、三杯型から風車型への補正係数を0.9とした。本研究で用いた測器補正係数は建築学会荷重指針²⁾に採用された評価時間の補正と風洞実験係数の除去に加え、4杯型から3杯型への補正と3杯型から風車型への補正を新たに追加した。これらの補正係数を用いて算出された年最大風速の全国平均値を図2に示す。本研究で採用された測器補正係数を用いる場合、観測方法及び測器の変更による年最大風速への影響をほぼ取り除けることが分かる。

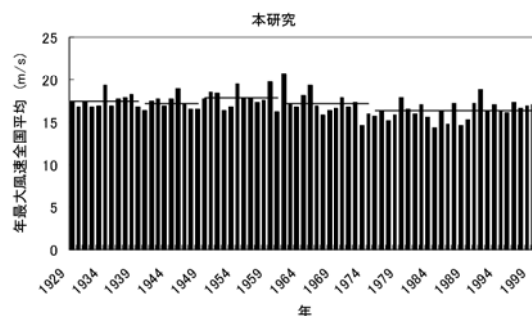


図2 測器補正後の年最大風速の経年変化

キーワード：長期風観測資料、測器補正、均質化、設計風速、標本誤差、統計期間

連絡先：〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1 TEL 03-5841-6096 FAX 03-5841-7454

表2 測器補正係数の一覧表¹⁾

	評価時間の 補正係数	風洞実験係数 Cの除去	4杯から3杯 への補正係数	3杯から風車型 への補正係数	本研究	荷重指針
1929～1939	1.10		0.95	0.90	0.94	1.10
1940～1948					0.86	1.00
1949～1960		1/C			0.86/C	1/C
1961～1974					0.90	1.00
1975～					1.00	1.00

3. 測器補正の年最大風速の極値分布への影響

本研究で採用した測器補正係数の有効性を調べるために、全国150ヶ所の気象官署における年最大風速の極値分布を求めた³⁾。地表面粗度や小地形の影響に対する評価は荷重指針²⁾に採用された方法に準じた。風速の鉛直分布は地表面粗度の状況に応じてべき法則に従い、上空高での風速に変換し、地表面粗度区分Ⅱにおける地上10mの風速に変換し、基準状態での風速を求めた。この風速を用いて、積率法により各地点の t 年再現期待値 U_t と標本誤差 D_t を求めた。

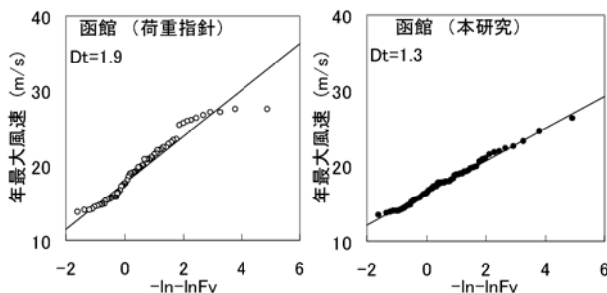


図3 測器補正による年最大風速の極値分布の変化

図3にはその一例を示し、図中の実線は年最大風速のGumbel分布を表す。この図から分かるように、本研究で採用された補正係数を用いた場合、年最大風速のGumbel分布への適合性がよくなり、100年再現期待値の標本誤差は1.9から1.3まで下がる。同様な傾向が全国的に見られ、100年再現期待値の標本誤差の全国平均値は荷重指針の2.3から本研究の1.8まで下がっていることが分かった。

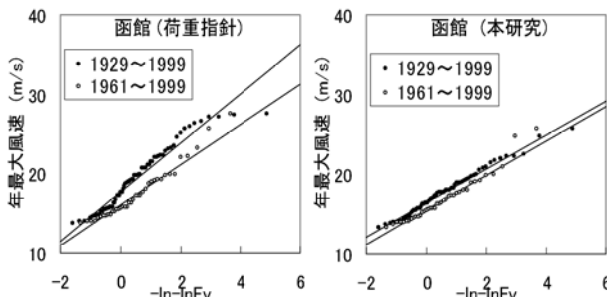


図4 年最大風速の極値分布の統計期間による変化

次に、測器補正係数の違いが年最大風速の極値分布に与える影響を調べるために、1929年～1999年の全データと四杯型を含まない1961年～1999年のデータを用いて、

全国150ヶ所の気象官署における年最大風速の極値分布を求めた。図4にはその一例を示す。従来の補正係数を用いる場合、年最大風速の極値分布は統計期間によって大きく変化する。一方、本研究で採用された補正係数を用いる場合、統計期間による極値分布の変化が小さくなる。図5には二つの統計期間で求めた100年再現期待値の差の統計年数による変化を示す。従来の補正係数を用いる場合、100年再現期待値の差は統計年数の増大に伴い大きくなることが分かる。これは統計年数が長くなると、不均質なデータが多く含まれることによる。一方、本研究で採用された補正係数を用いる場合、統計年数による系統的な増大が殆ど見られなくなる。

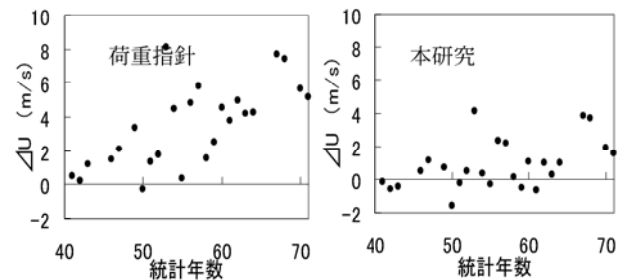


図5 100年再現期待値の差の統計年数による変化

4. まとめ

本研究では観測方法及び測器の変更が平均風速に与える影響を調査し、測器補正係数の違いが年最大風速の極値分布に与える影響を明らかにした。その結果、以下のような結論を得た。

- 1) 測器補正を正確に行った場合、観測方法及び測器の変更による年最大風速の経年変化が殆どなくなる。
- 2) 測器補正により均質化された年最大風速はGumbel分布への適合性がよくなり、100年再現期待値の標本誤差が約28%下がると共に、統計期間の違いによる100年再現期待値の差が小さくなることが分かった。

参考文献

- 1) 石原孟, 他: 日本各地の年最大風速と測器補正, 日本風工学会誌, 第92号, 2002 (投稿中)
- 2) 中村修, 他: 日本建築学会技術報告集, 第1号, pp.120-125, 1995.
- 3) 久保悠也: 長期地上気象観測による設計基本風速の評価手法の構築, 東京大学卒業論文, 2002