

京都大学工学部 学生員 泉 千年 京都大学工学部 正員 白石 成人
 京都大学工学部 正員 松本 勝 京都大学工学部 正員 白土 博通

1. まえがき 長大橋梁の耐風設計を考える際、もっとも重要となるものは設計基本風速の設定であり、通常これは所要の耐用年数に対する風速の再現期待値から決定される。風速の再現期待値はこれまで、架設地点の観測所と基準気象官署での観測記録の相関からの推定、地形因子と基準気象官署等の再現期待値との回帰分析からの推定、あるいは架設地点観測所での長期間の風速データがある場合、その資料を参考にした推定などにより求められてきた。

本研究では、各地の強風特性がその周辺の局地的地形特性のみならず、地域的な特性、通常風の特性に深く関係していること、また我国における強風の多くが台風によりもたらされていることを考慮して、従来の地形因子に加えて対象地点の緯度・経度、ワイブル分布による風速の再現期待値、台風通過回数の諸因子を対象に重回帰分析を行った。

2. 重回帰解析 その結果、再現期間20年、50年、100年に対する風速の再現期待値を表す回帰式は次のようになった。（全国47地点対象）

$$\tilde{V}_{20} = 22.69 + 0.666X_{20} + 0.877X_1 - 0.014X_2 - 0.012X_3 - 0.481X_4 - 0.749X_5 \quad R = 0.886$$

$$\tilde{V}_{50} = 25.28 + 0.691X_{50} + 1.091X_1 - 0.018X_2 - 0.013X_3 - 0.559X_4 - 0.822X_5 \quad R = 0.874$$

$$\tilde{V}_{100} = 28.29 + 0.705X_{100} + 1.221X_1 - 0.020X_2 - 0.018X_3 - 0.641X_4 - 0.890X_5 \quad R = 0.863$$

X_{20}, X_{50}, X_{100} : 通常風速（定時観測、10分間平均風速）の全方位ワイブル分布からの再現期間

20年、50年、100年に対する風速の再現期待値 X_2 : 起伏度（半径 5km）

X_1 : 台風通過回数（半径100km, 中心気圧 980mb以下） X_3 : 起伏度（半径10km）

X_4 : 障害距離（障害域200mまでの最短距離） X_5 : 陸度（半径40km） R : 重相関係数

これによると、重相関係数は0.86~0.89と

表 1 算定誤差の比較

かなり高い値を示した。また回帰式決定の47地点の他に検証用として新たに15地点を選び回帰式に代入したところ、算定誤差（（実測値）-（回帰式による値））は、表1に示すよう

	20年		50年		100年	
	回帰式 (47)	検証点 (15)	回帰式 (47)	検証点 (15)	回帰式 (47)	検証点 (15)
平均 (m/s)	0.0	-2.4	0.0	-2.9	0.0	-3.1
標準偏差 (m/s)	3.4	3.5	4.1	4.3	4.7	4.9

に標準偏差5.0m/s以下に収まった。この回帰式と、従来より報告されている地形因子解析による推定式（補正値導入前）とを比較すると、重相関係数および算定誤差の分布は式1、図1、2に示すようになり、回帰式の独立変数中に通常風の観測データの要素、および台風通過回数を入れたことで、従来のものより、全体的に算定誤差が減少していることがわかる。

$$V_{20} = 30.1 + 0.0107X_{12} + 0.879X_2 + 0.0126X_1 - 1.08X_8 - 0.00689X_{13} + \triangle X_{20} \quad R = 0.734$$

$$V_{50} = 34.0 + 0.0099X_{12} + 0.983X_2 + 0.0137X_1 - 1.24X_8 - 0.00790X_{13} + \triangle X_{50} \quad R = 0.712 \quad (\text{式-1})$$

$$V_{100} = 37.0 + 0.0092X_{12} + 1.070X_2 + 0.0145X_1 - 1.37X_8 - 0.00883X_{13} + \triangle X_{100} \quad R = 0.699$$

X_{12} : 障害域200mの開放度（半径40km） X_2 : 海岸度（半径 3km） X_1 : 風速計の標高

X_8 : 陸度（半径40km） X_{13} : 起伏度（半径 5km） R : 重相関係数

$\triangle X_{20}, \triangle X_{50}, \triangle X_{100}$: 再現期間20年、50年、100年に対する地域補正値

従来の式においては、この算定誤差を小さくするために、図3のような地域による補正値を導入しているが、この結果算定誤差がさらに大きくなる地点も認められ、補正値の物理的意味が明確でないことなども考えると、その処理の面で大いに検討の余地を残している。

3. 風速の再現期間について 我国における強風のほとんどは台風によりもたらされているわけであるが、

熱帯性低気圧の取扱いについて、諸外国に目を向けると例えば、アメリカにおいては熱帯性低気圧(ハリケーン)の常襲地域を対象に、モンテカルロシミュレーションを行い基本風速を決定している。また、オーストラリアでは再現期間として約1000年の強風を考え、南緯30°以北の海岸線から50kmまでと50kmから100kmまでを図4に示すように熱帯性低気圧常襲地域として、終局限界風速 V_u 、使用限界風速 V_s を各々の地域で設定している。このように1000

年もの長期的な強風を考えることの是非は検討の余地が残されようが、我国においても同様に1000年の長期的再現期待風速を考えてみると、全国47地点の100年再現期待風速との比は図5に示すようになり、1000年期待風速値は、平均的には100年期待風速値の約20%増になっていることがわかる。

4. むすび 本研究では、対象地点の地形因子というミクロのスケールに「台風通過回数」「ワイブル分布による風速値」を加えて重回帰分析を行うことにより、風速の再現期待値を求める回帰式を算出した。今後さらに推定精度を上げるよう詳細な検討を加えるとともに、長期的な強風を考えるうえで再現期間の見直し、それに伴う期待風速値の割増しについても考慮する必要があるものと思われる。

参考文献 1) 建設省土木研究所、日本気象協会「設計基本風速に関する報告書」S52年3月 2) American National Standard, ANSI A58.1, 1972 3) J.D. Holmes CSIRO, Highett, Australia "Recent Developments in the Codification of Wind Loads on Low-rise Structures"

図1
残差分布(本研究)
R = 20年
(残差) = (実測値) - (算定値)

● 回帰式決定地点
○ 回帰式検証地点

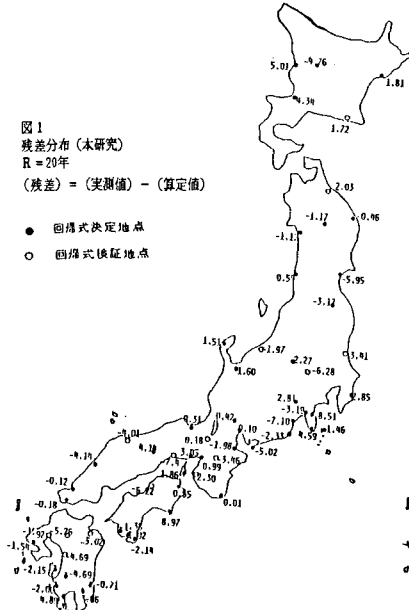


図2
残差分布(従来の式、補正値導入前)
R = 20年
(残差) = (実測値) - (算定値)

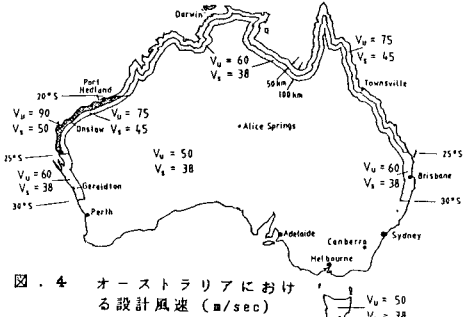
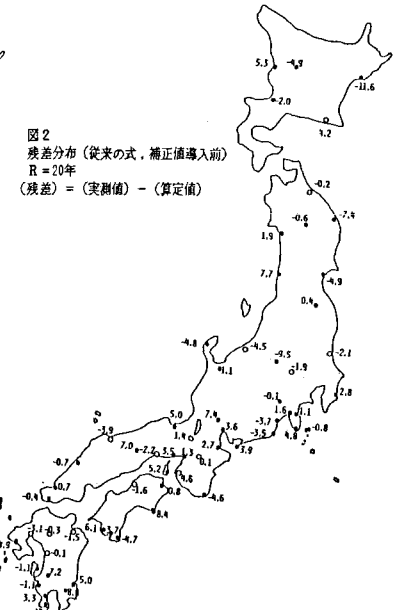


図4 オーストラリアにおける設計風速(m/sec)

図3
補正値 ΔV_{20} の地理的分布
R = 20年

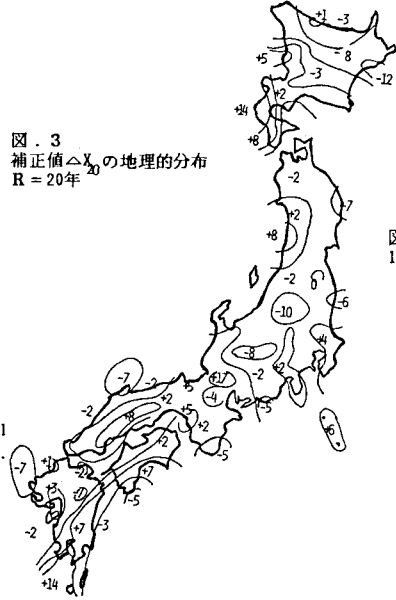


図5
1000年再現期待値/100年再現期待値

