

日本各地の風速再現期待値に関する考察

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 N T T 正員 油谷 康弘
 京都大学工学部 ○学生員 泉 千年

1. まえがき

超長大橋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る。我国の現行の道路橋示方書では、支間長200m以下の橋については全国一律に100年再現期待値40m/sの風速を設計基本風速と定めているが、我国の強風の統計的性質にかかる諸問題を考えれば必ずしも橋梁架設地点の強風特性が的確に反映されているとは言い難い。一方、200mを超えるいわゆる特殊橋梁についてはこれまで、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、その資料による直接推定などが行われてきた。

その中で、ある地点のR年再現期間の強風（高度10mの10分間平均風速）を推定する方法として、文献1に示される地形因子を用いた重回帰分析に基ずく推定式の利用がしばしば用いられてきた。それによると再現期間20年、50年、100年の強風推定はそれぞれ次式で表される。（全国133地点の気象官象）

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

$$V_{50} = 34.0 + 0.0099X_{12} + 0.983X_2 + 0.0137X_1 - 1.24X_8 - 0.00790X_{13} + \Delta X_{50} \quad R = 0.712$$

$$V_{100} = 37.0 + 0.0082X_{12} + 1.070X_2 + 0.0145X_1 - 1.37X_8 - 0.00883X_{13} + \Delta X_{100} \quad R = 0.699$$

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

ΔX_{20} , ΔX_{50} , ΔX_{100} : 再現期間20年、50年、100年に対する地域補正值

ここで ΔX_{20} , ΔX_{50} , ΔX_{100} は推算精度を上げるために、残差{(実測値) - (回帰式による値)}を各地域ごとに計算し、これを補正值として回帰式に加えたものである。その結果、

算定誤差は表1のようになり補正值導入前と比べて標準偏差が5.2~6.7m/sから

1.1~1.3m/sへと減ったことがわかる。

しかし補正值を導入したことで残差がさ

らに大きくなる地点も認められ、残差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。

2. 台風、通常風の影響を考慮に入れた回帰式の決定

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ほとんど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、台風通過回数を加えて重回帰分析を行った。その結果、再現期

表1 補正值導入前と後での算定誤差の比較

	20年		50年		100年	
	補正值導入前	補正值導入後	補正值導入前	補正值導入後	補正值導入前	補正值導入後
平均(m/s)	0.0	-0.1	0.0	-0.1	0.0	-0.1
標準偏差(m/s)	5.2	1.3	6.0	1.2	6.7	1.1

間 20 年，50 年，100 年に対するそれぞれの回帰式は次のようになった。（全国 47 地点対象）

$$\tilde{V}_{20} = 22.69 + 0.866X_2 + 0.877X_9 - 0.014X_{11} - 0.012X_{12} - 0.481X_{15} - 0.749X_{28} \quad R = 0.886$$

$$\tilde{V}_{50} = 25.28 + 0.691X_2 + 1.091X_9 - 0.018X_{11} - 0.013X_{12} - 0.559X_{15} - 0.822X_{28} \quad R = 0.874$$

$$\tilde{V}_{100} = 28.29 + 0.705X_2 + 1.221X_9 - 0.020X_{11} - 0.016X_{12} - 0.641X_{15} - 0.890X_{28} \quad R = 0.863$$

X_2, X_9, X_{100} ：通常風（定時観測，10 分間平均風速）のワイブル分布からの再現期間

20 年，50 年，100 年に対する風速再現期待値 X_{11} ：起伏度（半径 5 km）

X_2 ：台風通過回数（半径 100 km，中心気圧 980 mb 以下） X_{12} ：起伏度（半径 10 km）

X_{15} ：障害距離（障害域 200 m までの最短距離） X_{28} ：陸度（半径 40 km） R ：重相関係数

これによると，対象地点は 47 地点と文献 1 に比べて少いものの重相関係数は高くなっていることがわかる。また回帰式決定の 47 地点の外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，算定誤差およびその分布は表 2，図 1 に示すようになった。それによれば，標準偏差については，5.0 m/s 以下に取まっております，回帰式決定地点と検証地点でその差がほとんど認められないことから任意地点においても回帰式は適用可能と思われる。また，残差分布については図 1，2 に示すように台風の影響を考慮に入れたことで，南九州など台風常襲地域の残差が従来のものに比べ大幅に減少したことがわかる。この図 1 の残差の原因として，ワイブル分布がその地点の風速生起頻度分布によく適合していたかということや，台風通過回数を対象地点から半径 100 km の円内，980 mb 以下と定めたために個々の台風の大きさ勢力範囲などの特性を回帰式に十分取り入れられなかったということ，さらに対象地点特有の局地風の影響などが考えられる。

表 2 算定誤差の比較

	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

その差がほとんど認められないことから任意地点においても回帰式は適用可能と思われる。また，残差分布については図 1，2 に示すように台風の影響を考慮に入れたことで，南九州など台風常襲地域の残差が従来のものに比べ大幅に減少したことがわかる。この図 1 の残差の原因として，ワイブル分布がその地点の風速生起頻度分布によく適合していたかということや，台風通過回数を対象地点から半径 100 km の円内，980 mb 以下と定めたために個々の台風の大きさ勢力範囲などの特性を回帰式に十分取り入れられなかったということ，さらに対象地点特有の局地風の影響などが考えられる。

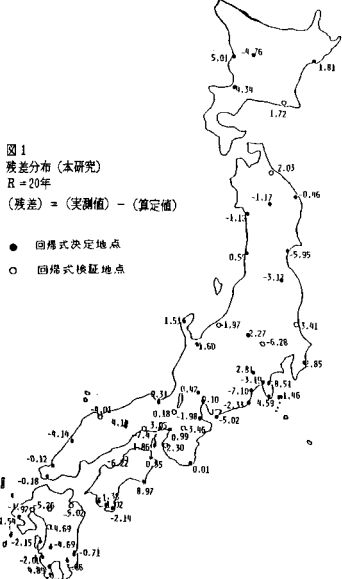


図 1
残差分布 (本研究)
R = 20 年
(残差) = (実測値) - (算定値)
● 回帰式決定地点
○ 回帰式検証地点

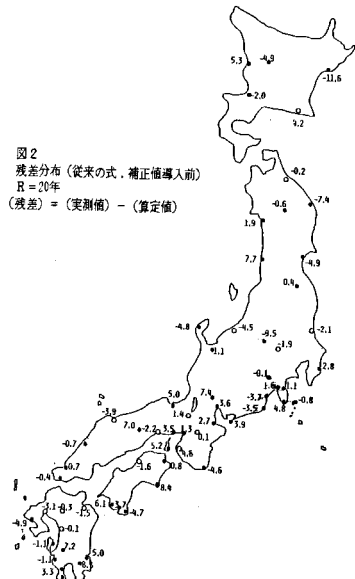


図 2
残差分布 (従来の式，補正値導入前)
R = 20 年
(残差) = (実測値) - (算定値)

3. 結論および考察

本研究では，対象地点周辺の地形因子というミクロ的スケールに，その地点の地域的特性，通常風の特徴およびある期間内に通過した台風個数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。その結果，重相関係数は 0.86～0.89 とかなり高くなり，残差の物理的意味もある程度把握することができた。今後さらに推定精度を上げるように詳細な検討を加えていくことが必要と思われる。

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