

I-359 強風下での長大吊橋の安全性評価について

京都大学大学院 学生員○築山有二 京都大学工学部 正員 松本 勝
 京都大学工学部 正員 白石成人 京都大学工学部 正員 白土博通
 熊谷組 正員 泉 千年 京都大学大学院 学生員 三澤 彰
 京都大学工学部 P. H. W. Prenninger

1・はじめに

橋梁構造物の大型化、長大化、高層化に伴い、強風に対する橋梁構造物の安全性の検討が要求されるようになってきた。現在、わが国では、許容応力度設計法により安全性の照査を行っている。この方法によると構造物のもつ安全性を確率的、定量的に評価することは難しく、安全性の評価はある基準を満足するかどうかにより決定論的にYes, Noの判断が行われている。そこで、筆者らは、安全性を評価する指標として破壊確率を用い、最初に架設地点の位置、気象環境、構造物の重要度を考慮にいたした目標破壊確率を設定して、それに対する最適な橋梁の形式および断面を選定するという合理的な耐風設計のあり方について検討している。（文献1）この設計法は精度のよい破壊確率を必要とするが、そのためには入力データの一つである橋梁架設地点における風向別の強風の極値分布を的確に把握することが重要であると思われる。そこで本研究では強風の極値分布を推定する方法について検討した。さらに、破壊確率を算定するための入力データの各因子が破壊確率に対してどの程度寄与しているかを調べる感度分析を行った。

2・風向別の強風の極値分布の推定

橋梁架設地点における短期間の自然風観測記録に、Gomes とVickery の方法⁽²⁾ および台風係数を導入することにより、風向別の強風の極値分布を推定している。ここで台風係数とはわが国のように強風のほとんどが非定常性の強い台風によってもたらされる地域においては通常風速母集団確率分布より推定するGomes とVickery の方法に何らかの補正が必要であるため、本研究で導入したものである。その値は、観測された3時間毎の風速最大値をベースとして求められる

風向別年最大風速に極値I型分布を用いて推定した風速再現期待値を、Gomes とVickery の方法を用いて推定した風速再現期待値で除したものである。本研究では、通常風から得られる風速分布を、極値風速を考える際の最小単位である1年再現期間に対応する台風係数を1.00として、それと ϕ_{100} とを用いて補正した。以上の方法を、大阪の51年間の風観測データにあてはめてその適合性を調べてみた。（図1）図中の直線は、大阪の15年間（1964年-1978年）の3時間毎の定時観測記録⁽³⁾をもとに、Gomes とVickery の方法および台風係数を用いて得られた極値分布である。また図中の点は、大阪の51年間（1930年-1980年）の年最大風速を風向別にGringorten法を用いてプロットしたものである。このデータは、風向別の年最大風速ではなく、年最大風速に風向が付されているものであるから、風向別のプロット点数は少なくなっている。そこで、個々の年最大風速の中で頻度の高い4風向（S, SW, WSW, W）について行ってみた。大阪の風観測データについて

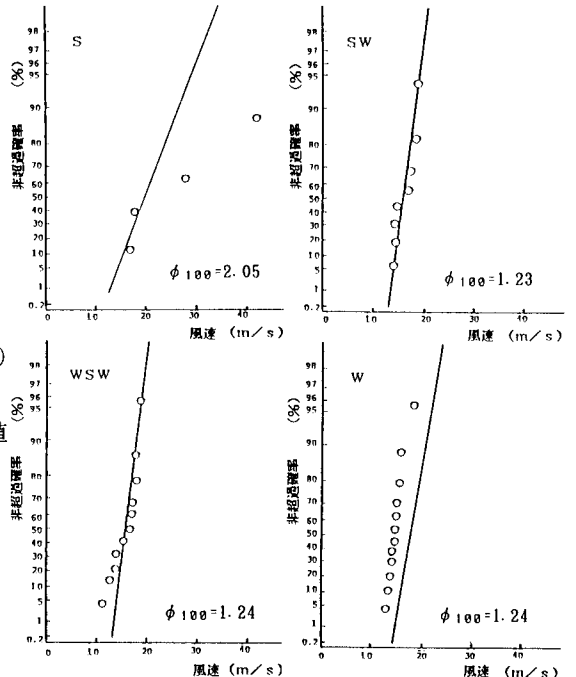


図1 極値分布の年最大風速へのあてはめ例 (大阪)

はGringorten法を用いて表すと、以前から指摘されているように適合度は悪い。しかし、図1をみるとSW, WSWについてはそれぞれの直線が風向毎にかなりフィットしており、適合度はよいといえる。

3・破壊確率の感度分析

表1に示す条件で、文献(1)に示されている強風による橋梁構造物の破壊確率の算定方法を用いて、長大吊橋のトラス桁案（支間長1990m）の破壊確率を風向別（橋軸直角近辺風向SE, SSE, NW, NNW）に算定した。算定に用いた風のデータは、対象橋梁架設地点に近い観測塔（高度80m）で得られた20年間（1964年-1984年）の風観測データであり、上記のGomesとVickeryの方法および台風係数を用いて、極値分布を推定した。この計算過程の中で、破壊確率に影響を及ぼしているとみられる耐用年数、台風係数、およびフラッタ発現風速とその発散形状をとりだし、その値を変化させて、どの程度破壊確率に対して寄与しているかどうかを調べた。耐用年数については図2より、モード値の上昇があまり見られないため破壊確率もそれほど変化していない。次に、台風係数については、図3より、破壊確率の低いNW, NNWは台風係数の増加とともに破壊確率のオーダーはあがっていくが、値の増加を見るとSSEが最も大きく増えていることがわかる。また、ねじれフラッタの発現風速とその発散形状についてみると、図4より、フラッタ発現風速は、発散形状が大きくなるほど破壊確率に与える影響が大きくなっている。フラッタ発散形状は、発現風速が小さくなるほど破壊確率に影響を与えていることがわかる。

4・結論

本研究では、橋梁架設地点における風向別の強風の極値分布を表すために、GomesとVickeryの方法および再現期間1年、100年に対応する台風係数を導入した。実際に、大阪の51年間の風観測データにあてはめてみるとSW, WSWの風向について適合度が良くなることがわかった。また、強風による橋梁構造物の破壊確率を算定するための入力データの各因子の破壊確率に対する寄与度を調べた。その結果、低風速域でのフラッタ発散形状がかなり破壊確率に影響を与えていることがわかった。

参考文献

- (1) 松本勝、白石成人、白土博通、長田信、泉千年、築山有二 “橋梁の強風下における安全性評価に関する研究” 京都大学防災研究所年報 昭和62年4月
- (2) L.Gomes and B.J.Vickery "On the prediction of extreme wind speeds from the parent distribution" Journal of Industrial Aerodynamics, 2(1977), pp.21-36
- (3) 日本気象協会関西支部 “大阪の気象百年” 昭和57年 7月

【条件】 表1 破壊確率算定の条件

| | | | | |
|------|----------------|---|-------------------|------|
| 対象部材 | 上弦材 | フラッタ | | |
| 対象位置 | スパン中央点 | 対象モード：中央区間対称1次 発散形状：0.15 [deg/(m/s)] 構造減衰： $\delta = 0.006$ | | |
| 迎角分布 | 正規分布 [0, 1] | | | |
| 設計寿命 | 100年 | U.C.Ratio | $\nu = 675$ (回/年) | |
| 台風係数 | | | | |
| 風向 | SE | SSE | NW | NNW |
| c100 | 1.07 | 1.07 | 1.17 | 1.13 |

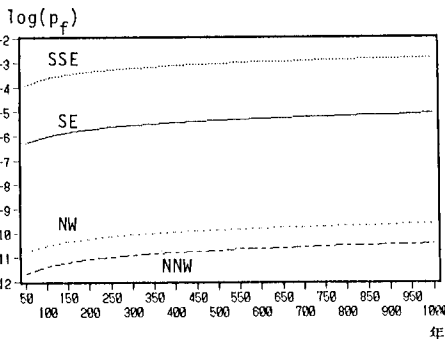


図2 破壊確率の感度分析（耐用年数）

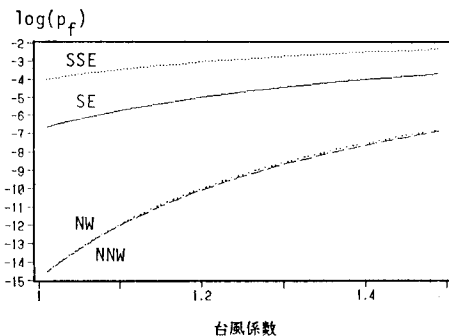


図3 破壊確率の感度分析（台風係数）

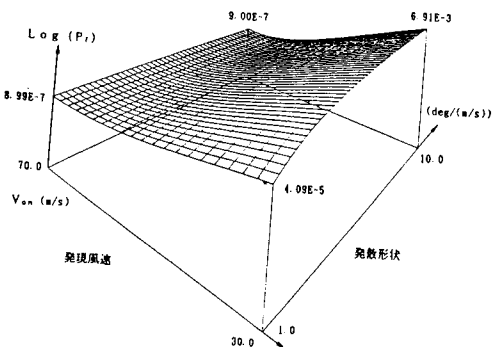


図4 破壊確率の感度分析（フラッタ発現風速と発散形状）