

I-358 風荷重の設定に関する一考察

石川島播磨重工業 正員 柳原 正浩
(当時横浜国立大学大学院学生)

横浜国立大学 正員 宮田 利雄
横浜国立大学 正員 山田 均

まえがき

最近いくつかの機関で風荷重を見直そうとする機運がある。風荷重の最適化という問題を考えるとき何を以て最適とするかは大きな問題となり得る。風荷重システムとして合理的な体系とするか、あるいは他の荷重体系と横並びの体系とできるか、いくつか論点はあるが常に決定的な方向付は行なわれず従来基準との整合を第1の根拠として様々な規定がなされている。

風荷重の設定は従来①近隣気象官署の観測記録の統計的处理、②最適な極値分布の当てはめ、③再現期間の設定と当てはめた極値分布による再現期待値の算定、④地表面粗度等に基づいた調整を経て基本風速が定まり、⑤構造物建設地点の地表面粗度による風速鉛直分布に基づく高度補正、⑥風荷重を目的化するために例えばガスト応答等を考慮した補正係数の設定により最終的に定まっている。しかし、これらの各段階でそれぞれ曖昧さを含むものであり、その対応は容易ではない。例えば①②に関しては、風の成因、気象観測装置、気象官署周辺の状況等気象官署データの統計的一様性は確保されているか、気象官署での観測値は観測地点の特異性は現われず地域を代表するものとして使用し得るか、あるいは極値分布を当てはめるとして観測記録よりかなり大きな再現期待値を推定するために、各タイプの極値分布の特性が過剰に反映されることはないか、適用される極値分布と観測値とのあてはまりはどうか、といった多数の問題点を抱えており、多くの場合いわゆる「工学的判断」が多用されそれぞれの値が決っていくことになる。しかし、この方法も風荷重が支配的な範囲に留まるなら問題はさほど生じないが、拮抗する複数の荷重がある場合荷重間での曖昧さのバランスが大きな論点となる。またそれぞれの荷重に許される不確実さも設計手法の荷重体系全体のバランスの中で決められるものであろう。本研究では

比較のための基礎とするものとして、風荷重と地震荷重が設計上拮抗するある斜張橋の主塔を例に採り、個々の荷重の変動成分の不確実さを検討した。

具体的には構造物の設計荷重設定に含まれる曖昧さとして次のようなものを考えた。

I 風の変動性、II 統計処理上の変動性、III 設計荷重モデルの変動性、IV 荷重作用方向の変動性、V 構造系の変動性、VI 破壊認識に対する変動性
最後にそれぞれの変動性に対し比較検討を行なった。
変動性の例と検討

I 風の変動性 大阪及び舞鶴での観測記録を極値分布に当てはめる時特異な風速点が大きな風速でいくつかあることはよく知られている。

II 統計処理上の変動性 再現期待地を推定する際に観測記録を極値解析することは欠かすことのできないものである。しかし、極値分布の当てはめ方によって、当てはめられた分布性状により推定される再現期待値が大きく変わることがある。地域的にみると当てはめられた極値分布により再現期待風速地分布の矛盾がでることがある。

以上のような推定に関する推定誤差を正規分布で代表させ、その変動性を標準偏差で示すことにした。

III 設計荷重モデルの変動性

解析対象とした主塔の場合、設計風速は37m/s、地震加速度は0.2x980galであった。観測記録から推定されるそれぞれの期待値に対し、先の述べた推定誤差の標準偏差を仮定すると図1、図2のようになる。この結果の範囲では極値2型に対し両荷重の再現確率はほぼバランスしている。地震と風の両荷重が変動性を持つ場合の図3のようになる。個々では塔の上部1/3の節点65と、下部1/3の節点84について比較している。風荷重の誤差その1は1乗で効く誤差、その2は2乗でかかる誤差を示している。地震荷重のモデルは図4のように震度法、修正震度法、構造減衰を考慮する方法の3方法を想定した。塔の

高さ方向位置により差は生じるが一般にその順で安全側に移行する傾向が読み取れる。

IV 荷重作用方向の変動性

橋軸直角方向と橋軸方向とは破壊確率は大きく異なる。

V 構造系の変動性

各部材の破壊が完全独立であるか、あるいは相関があるとするかで扱いは大きく異なる。

VI 破壊認識に対する変動性

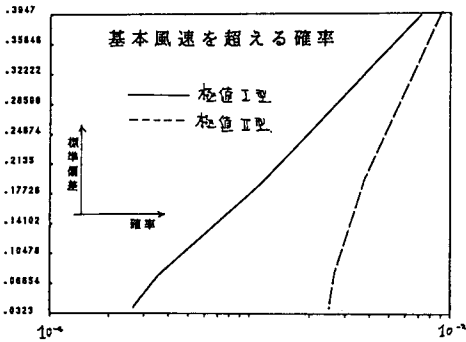


図 1

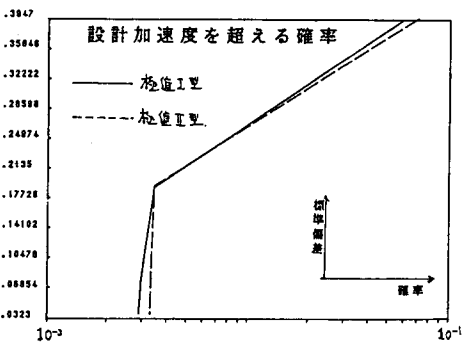


図 2

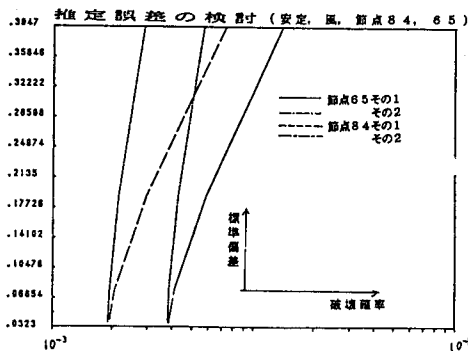


図 3A

破壊現象をどこに設定するかで、例えば許容応力度か、座屈かで大きく破壊確率は変化する。

以上の不確実要素の他にも考慮すべきものが多数ある。例えば構造減衰の問題も大きなものとして挙げられる。風荷重と地震荷重に関し不確実性の要素との変動性の比較を取て試みとするならば、図5のようになる。

参考文献

星谷他、構造物の信頼性設計法、鹿島出版会

推定誤差の検討（安定、地震、節点84、85）

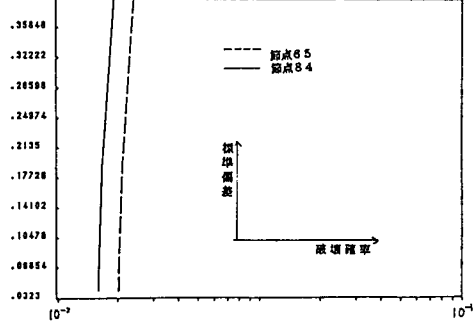


図 3B

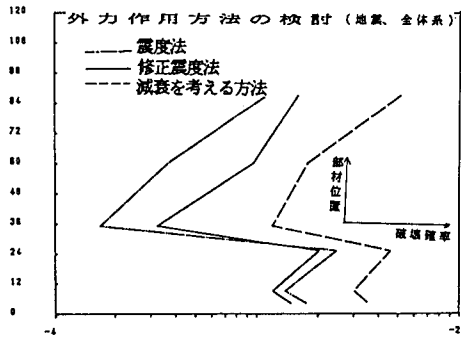


図 4

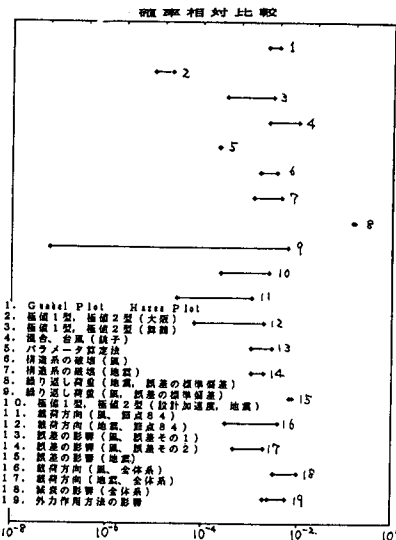


図 5