

京都大学 学生員 新川隆伸
 京都大学 正員 白石成人
 京都大学 正員 松本 勝

1. まえがき……可撓性に富む構造物の耐風安定性を論じる場合に重要な問題となる自然風の乱れによるガスト不規則振動において、その耐風設計法として現在のところガストによる効果を静的な荷重の割り増しとして、設計に取り入れようとする試みもみられる。本研究は、このガストによる効果を一種の割り増し係数として表現している、いわゆる Gust Response Factor について一考察を試みるものである。

2. Gust Response Factor について……正規分布に従うゼロ平均、定常確率過程 $X(t)$ の最大値の期待値については、A.G. Davenport, Cartwright and Longuest-Higgins らによ、て次式が導びかれている。

$$\text{Max}\{X(t)\}_{0 \leq t \leq T} = \sigma_x (\sqrt{2 \ln VT} + 0.5772 / \sqrt{2 \ln VT}) \quad (1)$$

$$\text{ただし } \mu = (1/2\pi) \cdot (\sigma_x / \sigma_x) = (1/2\pi) \cdot \left[\int_0^\infty \omega^2 S(\omega) d\omega / \int_0^\infty S(\omega) d\omega \right]^{1/2}$$

T : 評価時間 (sec) $S(\omega)$: One-Side Power Spectrum Density (P.S.D.)

式(1)は対象となるランダム過程 $X(t)$ において、ある大きなレベルを超えるような極大値はポアソン到着するという近似を用いて誘導されており、この近似は $X(t)$ が広帯域ランダム過程であるほど精度のよいものとなる。しかしながら、減衰の小さな構造物のガスト応答時系列は、必ずしも広帯域ランダム過程とはならず、場合によってはかなりの狭帯域ランダム過程となる。 $X(t)$ が狭帯域ランダム過程となった場合、ある大きなレベルを超えるような極大値は群集して到着し、この場合ポアソン近似は精度が悪くなるものと考えられよう。このような狭帯域ランダム過程になる構造物の応答時系列の最大値の分布について、その厳密解を得ることは数理統計学上難題とされており、その研究の一側として応答経歴において最大値とその前の応答経歴との相関を考慮精度を上げる研究もなされている⁽²⁾。しかしながら、ガスト荷重を受ける時の減衰の小さな構造物の最大応答を考える場合については、その応答経歴においてガスト荷重がどのように作用するかを考える必要があり、ガスト荷重のあるレベルを超えるピークの時間特性と構造物の固有振動数との対応が重要なものになると思われる。本研究は、その第一段階として、ほぼ同一の P.S.D. をもつと考えられるガストを入力とした時の最大応答値と式(1)による最大応答期待値を比較し、検討を加えたものである。

3. 数値計算結果及び考察……狭域⁽²⁾によるガストのシミュレーションを用いて、その P.S.D. がほぼ同様の形状を示すと思われる4組の鉛直ガストをシミュレートし、たわみ-自由度系構造物の応答を時間軸に沿って計算し、最大応答を求めて、式(1)によって求められた最大応答の期待値と比較したものが表-1である。なお、数値計算の際に用いたモデルの固有振動数 ω_0 は、応答経歴と入力との時間的な条件を変化させるため、円振動数 12.0, 52.39, 100.0 の三種の場合を想定した。入力となるガストの P.S.D. がほとんど変わらない場合、式(1)の μ 値は各データについてほとんど相違せず、最大応答期待値に大きく影響を与えるのは σ_x であるが、表-1によると4組のデータの標準偏差の大きさの順序と最大応答の大きさの順序は一致しておらず、 σ_x の大きさがほぼ同一であっても、得られた最大応答は大きく相違している場合も存在している。

4. あとがき……数値計算結果の詳細及び風洞実験結果については、発表当日報告を行なう予定である。【参考文献】(1) 後藤・亀田; 構造物の不規則振動における最大応答の確率分布について、京都大学防災研究所年報、第11号A、昭43.3月(2) R. Vuceljic, H. Shinogake, H. Takano, "Parametric Study of Wind Loading on Structures" ASCE ST3, 1973年3月

ω_0	ζ_0	Input Data No.	STANDARD DEVIATION OF STRUCTURAL RESPONSE	PEAKING VALUE OF STRUCTURAL RESPONSE	PEAKING VALUE BY DAVENPORT'S METHOD	μ
12.0	0.025	1	0.134	0.983	0.622	4.6
		2	0.134	0.983	0.622	46.8
		3	0.136	0.982	0.596	7.7
		4	0.137	0.986	0.622	25.6
52.39	0.025	1	0.0215	0.063	0.0793	20.8
		2	0.0229	0.0722	0.0793	4.5
		3	0.0228	0.0669	0.0793	17.4
		4	0.0227	0.0638	0.0627	25.2
100.0	0.025	1	0.0088	0.0296	0.0296	25.6
		2	0.0087	0.0293	0.0292	25.4
		3	0.0088	0.0222	0.0296	49.4
		4	0.0081	0.0215	0.0225	6.1

表-1