

徳島大学工学部 正 員 宇都宮英彦
 徳島大学大学院 学生員 橋本 孝夫
 徳島大学大学院 学生員 岡田 幸登

1. まえがき

本研究は、長大橋のガスト応答の研究として、自然風に含まれるさまざまなパターメータがどのように応答に影響をおよぼしているかを部分模型、全橋模型（平板断面、正方形断面）を用いて実験的に見いだそうとするものである。実験は、鉄製の支持台を徳島大学工学部の5階室上に据え付け、風向の比較的安定した冬期北面季節風で実施した。解析は、1分間データを用い、平均風速、乱れの強さ、分散、自己相関関数、パワースペクトル等を基礎として考察を加えたが、現段階では、実験の性質上、および分析の精度に問題があることなどによって定性的な評価を行なうことに主眼を置いた。

2. 自然風の統計的性質

風速記録は、熱線風速計、ゲル型風速計を用いた。風速は、季節風のため10m/sec前後まで測定された。Gust-Factorは、1.5~2.0の範囲であり、自己相関関数から計算された乱れのスケールは、5~50m程度であった。乱れの強さは、1.0m/sec程度で、風速との間の負の相関は認められない。模型支持部付近の鉛直方向変動成分は、水平方向と比較すると無視できるほど小さかった。スペクトル解析を行なった結果、乱れの構造は、0~2Hzの低周波成分が大部分を占めている。

3. 部分模型実験

部分模型の諸元を表-1に示す。模型は、測定部中央で8本のバネで水平に支持し、たわみ、ねじれ2自由度系とし、流れの2次元性を確保するために模型の両端に円形の端板を取り付けた。また、平板は端板のバネ支持点を移動とせることにより、振動数比を変化できるようにした。(P-1,2,3)以下、各々4個の1分間データ解析した結果を述べる。

表-1

諸 量	標 型	平 板			正 方 形
		P-1	P-2	P-3	
断 面 (mm)		高さ 3 x 幅 80			60 x 60
長 さ (mm)		240			150
重 量 (g)		236			406
固有振動数 (Hz)	たわみ	5.35	5.37	5.37	5.45
	ねじれ	5.75	6.96	8.87	
灯 数 或 表 率	たわみ	0.019	0.020	0.021	0.008
	ねじれ	0.034	0.033	0.023	

(i) 平板断面

振幅（標準偏差で評価）- 換算風速 (V/bw) を図-1に示す。右図の様流中での実験結果では、換算風速4付近からねじれ振幅が急激に増加することから、換算風速4よりかなり低風速域での不規則振動は、ガストに起因するものと考えられる。図中、たわみ、ねじれ両モードの換算風速値が対応するモデルで異なるのは、連成振動が生じていることを示している。応答モードに関係するパラメータとして、平均風速は、たわみ応答とはほぼ比例関係にあるが、ねじれ応答には、このような関係はない。ただしP-2では、ほぼ比例関係が成立している。この場合、乱れのスケールが、他の2種のデータに比べて小さく、ねじれモードと、乱れのスケールの相関性を示唆していると考えられる。乱れの強さは11m/sの場合で、1.0m/sec前後であり、この影響を評価することはできない。

(ii) 正方形断面

Scrutonの安定図、および、準定常理論により得られた応答は、風琴振

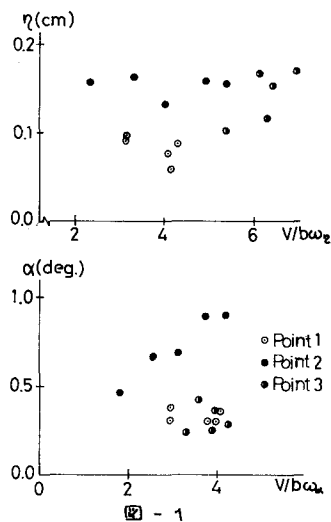


図-1

動でなく Galloping 振動であった。代表的な振算結果(2/4) - 振算風速を図-2に示す。比較のため、準定常理論より求めた応答曲線, A.Lanevill & G.V.Parkinson⁽²⁾が行った結果より, 12%の算結果を示す。なお, 本実験の乱れは14~19%であった。これより, ガストは, 乱れが大きくなるにつれて応答を抑制する効果があるが, 全振風速は変化させないと考えられる。

4. 全橋模型実験

全橋模型の諸元を表-2, 実験装置を図-3に示す。各断面全橋模型は, スパン長(2m)を25等分割した木片をピアノ線で連結し(平板については3本, 正方形断面については2本)ピアノ線の張力を調節することによって, 圧縮力, ねじり剛性を変化させた。応答検出用全ゲージは, 1/2, 1/4点の両側に計6個をバネ支持した。平板模型では, 振動数比を支配させるため断面両側に10cmの長さの軽金属棒を取りつけ, バネ支持点がスライドできるようにした。正方形断面は, 質量が大きいため全ゲージ用バネと同様に模型をほぼ水平に保てるよう等間隔にバネ支持した。風速は1/2点, 両側1/4点の計3点で, 模型前方30cmで測定した。振動モードは, 圧縮み1次, 2次, ねじり1次(平板)が測定可能であった。以下解析結果を述べる。

(a) 平板断面

平板 P-3 の風下側1/2点, 1/4点の圧縮み振幅, ねじり振幅 - 振算風速を図-4に示す。風の状況は, 部分模型の場合と同程度であることから乱れの強さ, 乱れのスケールの影響は少ないと考え, 1/2点, 1/4点の圧縮み, ねじりのいずれの応答も平均風速に支配されていいると思われ, 解析データ数が少ないため, 確定的ではない。しかも風向の変化の影響も部分模型より一層敏感に受けやすく, ねじり軸が断面中心より風下側へ移動し, 風上側の応答パースペクトルに低周波成分が存在することも, 振動モード間の解析をする上で問題となってくる。

(a) 正方形断面

得られたデータは, 週との周期状態における振動から Galloping 振動へ移行する過渡的不安定領域である。乱れが部分模型と同様, 応答を抑制する効果があるか否かは比較データが乏しいため論じえない。平均風速と応答の振動モードとの間には, 1/2点の平均風速が相対的に1/4点より高い場合は, 圧縮み1次が卓越し, 逆の場合は, 圧縮み2次が卓越すると思われる。

5. むすび

全橋模型の場合には, 乱れの空間的な構造が応答に対して重要な意味を持つと考えられるが, これについては, 解析結果と共に, 講演当日には, 補足して, 考察を加えたいと考える。

6. 参考文献

- 1) 白石成人, "Fundamental investigations on vibrational and aerodynamic characteristics of long-spanned suspension bridge."
- 2) A. Laneville and G.V. Parkinson, "Effects of Turbulence on Galloping of Bluff Gliders." International wind Conference '71 Tokyo.

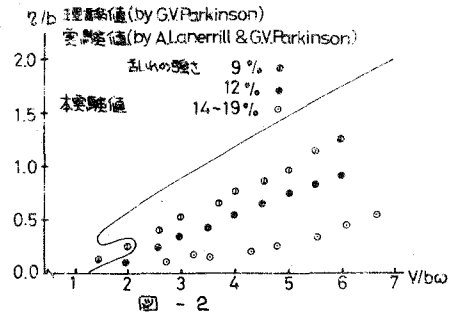


表-2

諸 元 型	平 板			正 方 形	
	P-1	P-2	P-3		
断 面 (mm)	高さ 3 x 幅 80			60 x 60	
長 さ (mm)	2000			2000	
重 量 (g)	642			3720	
固有振動数	圧縮み1次	6.5	6.85	6.65	4.42
	圧縮み2次	12.1	12.85	12.50	6.85
	ねじり1次	6.5	8.30	10.40	
対数減衰率	圧縮み1次	0.015	0.019	0.012	0.006
	圧縮み2次	0.041	0.069	0.066	0.007
	ねじり1次	0.060	0.053	0.042	

