

徳島大学工学部 正 員 宇都宮英彦

徳島大学工学部 正 員 沢田 勉

徳島大学大学院 学生員 橋本 孝夫

(1)まえがき 本研究は、1972年以來、徳島県下小鳴門橋において継続的に実施されている自然風によるつり橋の応答観測結果に関する第4報である。今回の観測は、1975年8月に高知県、徳島県に相次いで上陸した台風5、6号によつて得られたものである。台風5号は、徳島県西部を通過し、強風は約5時間持続したが、風速のピーク時には塔頂で瞬間最大風速が40 m/secを越え、風向は東南東であった。台風6号は、台風目の架設地点上を通過したため、強風データは目の通過前後約1時間間で比較的短かく、風向も前半は東北東、通過後は西寄りの風が記録された。今回の報告は、台風6号に関する分析結果である。強風の持続時間が比較的短いことと、橋梁の応答記録が特徴的であることより、風速と変動との間に2、3の有意な関係を認め得た。

表-1 Sec.Cの鉛直加速度

	Run 1	Run 2	Run 3	Run 4	Run 5
分散値 cm^2/sec^2	162.5	98.6	92.6	100.0	51.0
最大加速度 cm/sec^2	49.0	54.9	29.4	29.4	19.6
(相対値)	54.1	42.1	40.8	42.4	30.29
振幅比	0.48	0.43	0.60	0.81	0.80

(2)風速および応答記録 分析に用いたデータは、測定装置を全て東側断面に集中して設置していた関係上、後半のデータを用いることはできず、前半1時間の記録に限定した。さらに、これらの中から応答の比較的大きい時間帯を連続25分間選び、各5分毎のRunに対し、通常の解析を行った。応答は、加速度によって測定され、分析にあたっては、過去の分析結果で既に指摘されたように長時間データを用いた場合には、応答モードの変化等、母集団の個性が平均されすぎる傾向があるためデータ長を100秒間とし、5個の各5分間のRunより、5個の短時間データを抽出して、Run 1~Run 5のように記号を付して統計諸量の解析を行なった。抽出されたら個々の各Runの応答特性は概略以下の通りである。

Run 1; 応答は、このグループ中では比較的大きい。Run中の応答加速度を大きい方から順にa-1, a-2...a-10のように10振幅まで読み取り、a-10/a-1を振幅比と呼ぶことにすれば、各点の応答の振幅比は約50%である。また、スパン中点(Sec.C)の応答の分散値が5個のRun中で際立って大きい。

Run 2; 応答(a-1)には、全Run中の最大値が記録されている。Run 1と類似の傾向を示し、各測点についての平均的な振幅比もRun 1と同程度である。ただし、Sec.Cでは、この値はRun 1に比べて小さい。

Run 3; 平均風速がやや弱まっているが最大応答量の減少はそれ以上に著しい。このため、振幅比が増大(67%)している。分散値は、Run 2, 3, 4ともに同程度の値を示している。

Run 4; 応答振幅の最大値は、Run 3と同レベルの値を示すが、振幅比は80%に近い値を示し、かなり平均したレベルのものである。これは分散値がRun 3よりやや大きいことによっても示されている。

Run 5; 風速が低下し、応答も減少。分散値もSec.Cでは、他のRunの60%以下である。

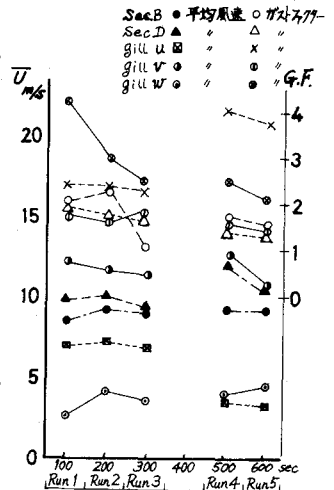


図-1 平均風速とガストファクター

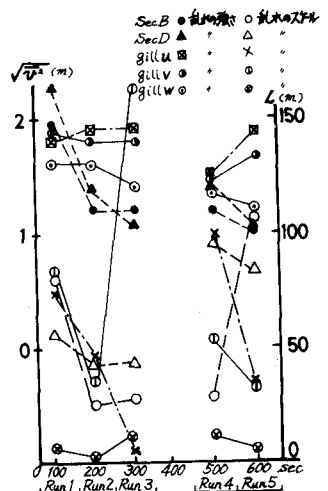


図-2 乱れの強さと乱れのスケール

表-1に、Sec. Cの分散値、最大加速度応答およびその推定値、振幅比を示す。スペクトル解析を南側スパンに限定して行なっているため、振動数とモードの関係は明確にすることができない状態であるが、Sec. Bには、北側スパンの振動の影響も含まれているものと考えられ、これらについて、更に正確な振動解析を行う必要がある。表中の推定値は、応答の分散値からその値を求め、最大応答量を求めたものであり、この値と実測最大値を比較することにより、各Runの確率構造の違いを推論することができ。Run 1, Run 2に比べ他のRunの推定値が大きく異なる点が興味深い。図-1には、分析した100秒間データの平均風速、*gust factor*、図-2には、乱れの強さ、乱れのスケールを示す。主として、応答との関係を調べる目的でスパン中点と、両1/4点における風速の相互相関

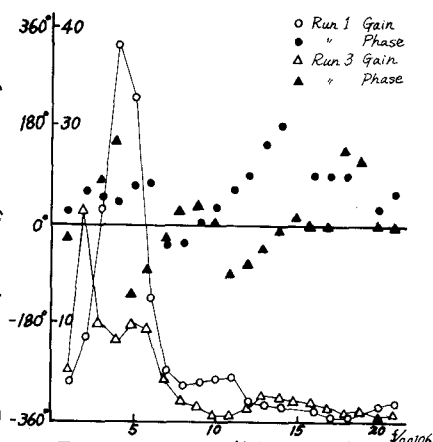


図-3 Gill C-Dのゲイン特性と位相特性

関数、クロスパワーの計算を行なった。その結果、Run 1 Sec. C-D点間の低周波成分の間の相関が比較的に強い以外には、ほとんど有意な相関は認められなかった。図-3は、Run 1, C-D点、Run 3, C-D点間のクロスパワーのCo-Quad成分のゲイン特性、位相特性を表わしたものであるが、Run 1, C-D点間には、0.04~0.05 Hzの領域のパワーが際立って大きく、位相成分についてもパワーが卓越する付近の各周波数成分がほぼ同程度の位相差を有しており、Run 1, C-D点間にかなり強い相関を有する風が作用していることがわかる。他のRunでは、ゲイン、位相特性ともに顕著な特徴はない。

(3)小鳴門橋の応答および変動風速との関係 応答が比較的大きいRunとしてRun 1, 2, 4, 小さいものとしてRun 3, 5を取ることにする。ただし、各Runは、たとえばRun 1はRun 2とRun 4のそれぞれの特徴を併せ有しているというように同一のパターンではない。応答が大きいRunに共通しているのは、全体的に橋軸直角方向の乱れのスケールが大きいことである。また、Run 1, 4では、風のW成分(鉛直成分)のパワースペクトル中に高周波成分の占める割合が他のものより大きい。さらに、Run 1, 2については、Sec. C-D点間のクロスパワーが大きい。一方、応答の小さいRunについてみると乱れのスケールが小さい反面、W成分の乱れのスケールが大きくなっていることが認められる。以上のことから、平均流方向の乱れのスケールは、応答の増大に正の働きをするものと考え。これは、平均風速の絶対値とも関係があるので乱れのスケールのみを単独には扱えないが、スケールが小さい場合には、応答が十分に発達しないものと考えられる。一方、風の鉛直方向の変動成分については、乱れのスケールが大であれば応答の発達が抑制され、その高周波成分は橋梁の共振振動数付近の成分を含んでおり、応答の平均的なレベル(分散値)を上昇させているものと考えることができる。

(4)むすび 分析結果は、いずれも定性的な推論に留まっているが、構造物の応答の大きさを表わす統計量として分散値を単独に用いては応答を正確に捉えることができないわけで、パワースペクトル、最大値に関する情報を併せて評価することにより、風の乱れと応答の関係がより明確にされるものと考え。応答の最大値に影響するファクターとしては、(1)最大瞬間風速と持続時間、(2)平均風速レベル、(3)鉛直方向の風速の急激な乱れ(数秒間程度持続する急激な周期的変動)等が作用しており、このデータは統計的諸量に比し独立性が強いようである。これらの問題は、つり橋の不規則応答と走行上の安全性、あるいは疲労の問題と関連するものと思われる。後者、すなわち、疲労に関しては従来の長時間データによる統計的諸量をベースにして推定を行うことで差支えないと判断できるが、安全性に関しては最大応答レベルの推定が問題であり、これは大旨、特異現象に属するようである。その地域の自然風のミクロな構造の解明が必要であると考え。最後に、データ処理に協力された徳大工学部建設工学科の安田、柴原両氏に謝意を表します。