

I - 485

ガスト応答解析の影響因子に関する研究

本州四国連絡橋公団 正 員 花井 拓
（研究実施当時、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

1. はじめに

最近話題にのぼる機会が急増している超長大橋は、きわめて可撓性に富む長周期構造物であり、その耐風設計は従来の吊橋に比べ、静的な面、動的な面ともに重要性を増す。静的な要素としては、橋梁形式を問わず風荷重の影響は非常に大きくなる。風荷重の算定は、線形のカスト応答理論に基づいているが、明石海峡大橋全橋模型試験では、解析値と観測値に違いが見られることが、報告されており、影響因子の把握、方法の合理化の努力がなされているところである。

本研究では、従来の設計基準で提案されているガスト応答理論〔1〕を基礎とし、種々の影響因子について寄与の度合を調べた。その一部を紹介するものである。

2. 解析方法

解析モデルは、明石海峡大橋の設計案の一つを3次元立体骨組みモデル化したものである。空力特性は同設計案について、測定されたものをあてはめた。解析方法は文献1に示されている方法をベースとした。したがって、空間相関関数はダavenportタイプの指数型を用いている。

3. 影響する因子とその影響

ガスト応答理論には、さまざまな仮定、解析要素が影響している。ここでは、本研究で影響を調べたものの一部を紹介する。

モード寄与の小さい成分を除いた場合の影響

よく行われている水平、鉛直、ねじれ成分別解析に対応させるために、各成分ごとに各振動モードの等価質量を計算し、最も小さい等価質量から一定倍率（ここでは100倍）までの等価質量をもつ固有振動モードをガスト応答解析に関し有意と考え、ほかを省略した。解析の含まれる振動モードの状況は表1のようになる。結果的には、この方法では、影響はほとんどなかった。

モード次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
水平	○	×	○	×	×	○	○	×	○	○	×	×	×	○	×	×	○	×	×	○
鉛直	×	○	×	○	○	×	×	○	×	×	○	○	×	×	×	×	×	×	○	×
ねじれ	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○

表1 ガスト応答解析に対する固有振動モード選択

有風時の固有振動モードを用いた解析

ガスト応答解析では、風荷重により変形のない状況、つまり無風時の固有振動モードを用いることが多いが、ガスト応答による風荷重が問題となるのは強風時であり、強風による有意な量の桁の流れが生じており、固有振動モードにも影響がでている。そこで、無風時の固有振動モードを用いた場合と強風時の変形を反映させた場合の比較を行った。その結果、水平、および、ねじれ方向では、推定値の減少が見られる反面、鉛直方向では、かなり増加する傾向が見られた（図1）。これは、強風時の変形した状況では、水平曲げ、鉛直曲げ、ねじれの連成の度合が変化していることが主要因であり、等価質量の増加、検討成分の連成の増加が関係する結果と考えられる。

解析モデルの節点間隔が及ぼす影響

ガスト応答理論では、ジョイントモードアクセプタンスを計算するときに空間相関と固有振動モードを2重積分することになる。現実の計算では離散的な節点で計算を実施するために、離散化による定式

化の曖昧さが節点の情報のモデル化に起き、空力アドミッタンスとジョイントモードアクセプタンスに影響が現われる。スパン2000mの単純梁のモデルについて、分割数の影響を試算した結果を図2に示す。節点内についても空間相関に影響を調べた例を図3、図4に比較して示す。高周波数で影響が大きく出ていることがわかる。また、空力アドミッタンスの要素長に関する空間相関の補正により、この影響を小さくできることがわかる。したがって、高周波数のガスト応答を考えるときには、この点を十分に配慮する必要がある。また、本解析は指数型の空間相関を使用した場合であり、観測により合うとされる等方性乱流型の空間相関では低振動数域での影響も現われると推定される。

5. 結論

ガスト応答理論による解析について影響する因子のいくつかについて、及ぼす影響を調べ、1) 解析モードの選択の問題、2) 強風時に発生する静的な変形の影響、3) 離散的な要素分割を行うことの影響について明らかにした。

謝辞 本研究は、本州四国連絡橋公団より援助を一部受け実施したものである。ここに、深謝する。

参考文献

1. 本州四国連絡橋公団、明石海峡耐風設計要領・同解説、1990. 3。

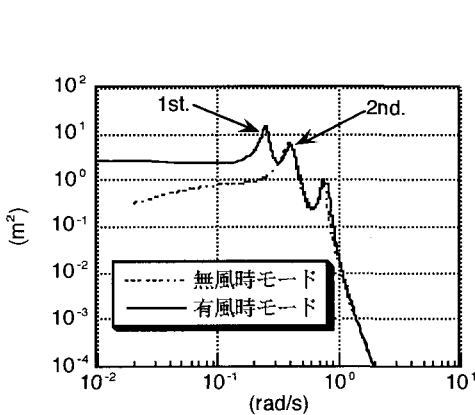


図1 強風時（90 m/s）の鉛直方向ガストのパワー

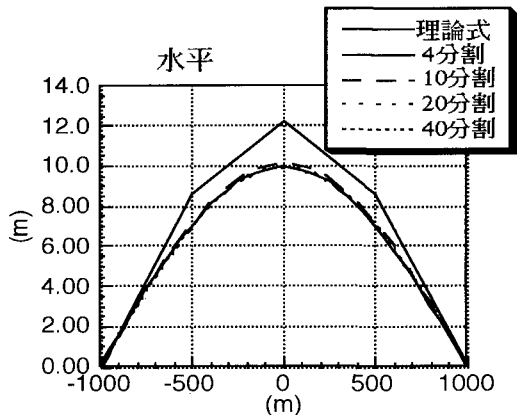


図2 分割数による計算結果の違い

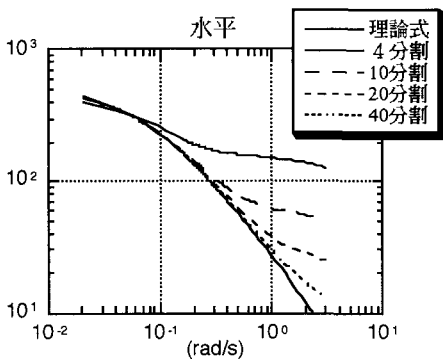


図3 従来法のジョイントモードアクセプタンスと空力アドミッタンスの積

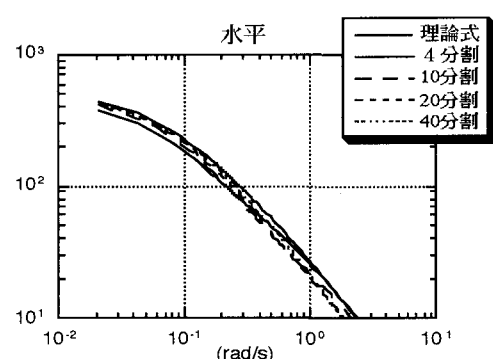


図4 図3 に対し要素内の空間相関を考慮