

東京大学工学部 学生員 森川 謙一
 九州工業大学 正 員 久保 喜延
 東京大学工学部 正 員 伊藤 学

1. はじめに

斜張橋の架設系における耐風安定性、特に張り出し工法による斜張橋の架設系における耐風安定性については、現在までほとんど研究がなされていない。

完成系の橋梁においては、風洞実験を行う際、二次元部分模型実験によりその耐風特性を把握することが可能であるが、張り出し工法の架設系の場合、その端部の挙動により、三次元効果が入ってくる可能性が大きく、二次元模型実験のみで耐風特性を議論することには疑問がもたれる。そこで、本研究においては、吊橋の完成系で、すでに適用されているストリップ理論による空気力の導入が斜張橋の架設系に対しても適用可能否かを調べた。

また、空力減衰の推定精度が応答の推定精度を決定するため、データの解析精度を上げる目的で逐次分割法による平滑化を行いその有用性の検討も行っている。

2. 実験概要

呼子大橋の模型を用い、対称一次モードの渦励振に着目して実験を行なった。

実験に用いた斜張橋架設系模型の全体図、及び対象とした振動モードと接点を図-1に、二次元部分模型の断面図を図-2に示した。

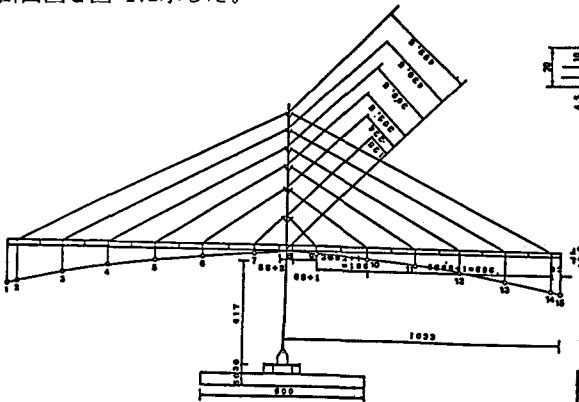


図-1 架設系斜張橋模型全体図

表-1, 2は、三次元、及び二次元系の渦励振最大応答振幅と換算風速との関係を表わしたものである。振動モードの影響を考慮に入れない場合、三次元系の応答が、二次元系に比べかなり大きくなっている。

3. 外力の推定

ストリップ理論の適用に際し、二次元模型に作用する非定常空気力として、自由振動法による空力減衰を用いた。この場合、微小振幅における振動及び長周期のうなりを伴う振動では、単純に減衰を求めたり、求められた減衰の単純平均を用いたのでは、解析データがばらつき、その解析精度に対する数学的根拠が乏し

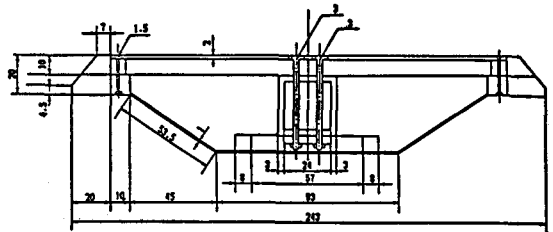


図-2 二次元部分模型断面図

表1 三次元系渦励振最大振幅と風速
(カッコ内は実験値)

迎角 α	構造減衰 δ	無次元最大倍振幅 ($2A/d$)	換算風速 $V_r = V/f \cdot d$
+4°	0.011	0.056 (1.03 mm)	9.17 (1.04 m/s)
+6°	0.011	0.112 (2.08 mm)	10.14 (1.15 m/s)
+6°	0.030	0.038 (0.70 mm)	8.64 (0.98 m/s)

表2 二次元系渦励振最大振幅と風速
(カッコ内は実験値)

迎角 α	構造減衰 δ	無次元最大倍振幅 ($2A/d$)	換算風速 $V_r = V/f \cdot d$
+4°	0.0104	0.031 (1.51 mm)	10.15 (1.80 m/s)
+6°	0.0104	0.094 (4.59 mm)	10.15 (1.80 m/s)

くなる上に三次元模型の応答推定精度をおとす原因 $\log(2A/d)$

ともなる。また、多項式を用いて関数化を行った場合、データによっては高次の多項式を用いる必要があるため、不必要な振動を発生する恐れがある。そこで、本研究においては、多項式に比べ柔軟性のあるスプライン関数と最小二乗法を組み合わせた逐次分割法によるデータの平滑化を行っている。

図-3に迎角 $+6^\circ$ における渦励振最大振幅発生時の二次元部分模型の対数倍振幅と波数の関係及び逐次分割法によって求めた関数を示す。図-4に、図-3の関数から求めた倍振幅と対数減衰率の関係を示す。また、比較のため図-5にある倍振幅に対応する点の周辺50点を直線回帰して求めた倍振幅と対数減衰率の関係を示す。

図-5の様な直接的な方法では、逐次分割法に比べデータのばらつきが十分に平滑化されておらず、これ以上の点数を用いて直線回帰を行った場合データの特性そのものを変化させる恐れもあり、空気力の導入に用いるには不適當である。

図-4,5中に現われている無次元倍振幅 0.1付近の現象は、長周期のうなりを表わしている。原因としては、Locking-in現象時の模型の固有振動数と剥離渦の振動数の微妙なずれによるものが考えられるが、それについては、今後十分な検討が必要である。

4. 応答推定

前項において求められた非定常空気力を用いて三次元模型の応答推定を行ったものが図-6である。表-1の実験値の渦励振最大応答振幅と比較してみると、10数%程度の推定誤差に止まっており、斜張橋架設系に対するストリップ理論による空気力の導入は可能であると考えられる。

参考文献 1)久保 喜延:加部島大橋架設系の耐風特性検討報告書

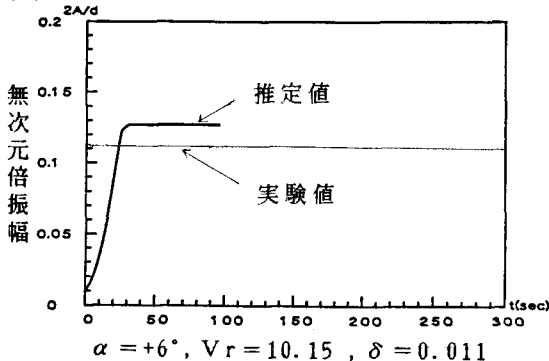


図-6 二次元系から推定した三次元系の桁端部の応答

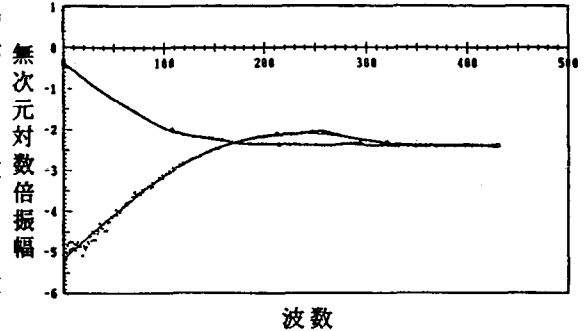


図-3 応答振幅、及びその関数化

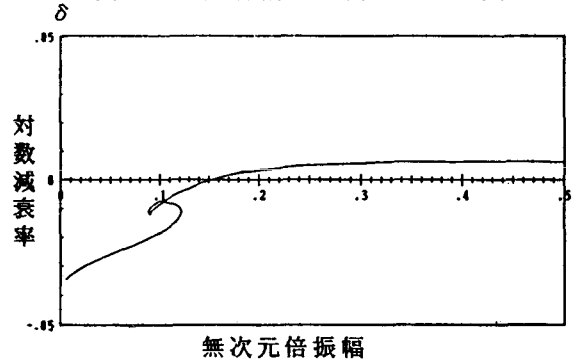


図-4 逐次分割法による空力減衰の関数化

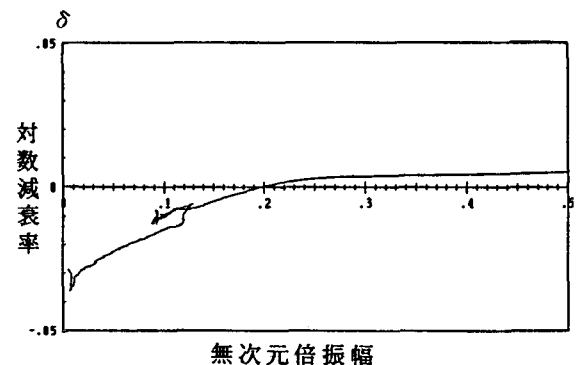


図-5 空力減衰の平滑化

