

1. はじめに

構造物の安全性は完成系ばかりでなく、架設時においても充分な検討がなされなければならないことは、構造物の事故が架設時に多く起っていることからわかる。特に吊橋の場合、架設各段階に応じて構造特性が大きく変わる。完成系に比して剛性が非常に低下していることなどの理由により、架設系の安全性の検討には特別の配慮が必要となる。ここでは、昭和51年5月に補剛桁の架設が完了した我が国オ2位の平戸大橋の場合について、(i)架設時設計風速、(ii)補剛桁の動的安定性について検討を加えた。なお、ケーブル架設前の独立主塔の風琴振動、補剛桁の静的大変形も吊橋架設時の重大な問題であるが、ここでは触れない。

2. 架設時の設計風速

一般に再現期間(R 年)、非超過確率(g)、耐用年数(T 年)の関係は次式で表わされる。 $g = (1 - 1/R)^T$
架設時は、耐用年数としては架設期間を取ればよく、平戸大橋の場合、補剛桁架設工事期間は3ヶ月、塔の架設から補剛桁の閉合までを含めても15ヶ月となっている。また、本州四国連絡橋クラスの長大吊橋でも架設工事の単位としては、2ヶ月を考慮すれば十分であるとしている¹⁾。この時、 $T = 2$ 年、 $g = 0.6$ と仮定すると、 $R = 4.44$ 年となる。

一方架橋地近く、平戸測候所の過去35年間の月別最大風速は8~11月に多く吹き、1月から6月までは強風の吹く機会が比較的少ない。従って、補剛桁の架設工事時期を適当に選ぶことにより架設時設計風速を低く設定できることが分る。そこで、架設工期を4~6月と仮定した時の、その期間に生ずる最大風速の再現期待値を求め、年最大風速の再現期待値と比較したのが図-1である。

3. 風洞実験による耐風性の検討

3.1 架設計画と風洞実験法

平戸大橋の架設は、床版とトラスと一体とした大ブロック架設工法により、図-2に示されるような順序で行なわれた。また、吊橋架設時の風洞実験法としては、(i)換算質量を用いる二次元バネ支持模型実験、(ii)非定常空気をを用いる応答計算、(iii)全橋模型実験の3通りが考えられ、それぞれ一長一短があり、ここでは(i)、(ii)の方法で検討を加えた。

3.2 バネ支持模型実験

バネ支持模型実験では、次式のような質量パラメータを用いる。

$$M = \frac{\int_0^L m_c \phi_c^2 dx + \int_{c_0}^{L_1} m_{tr} \phi_{tr}^2 dx + \int_{L_1}^L m_{tr} \phi_{tr}^2 dx}{\int_0^{L_1} \phi_{tr}^2 dx + \int_{L_1}^L \phi_{tr}^2 dx}$$

M :換算質量、 m_c, m_{tr} :質量、 ϕ_c, ϕ_{tr} :基準関数
添字 c :ケーブル、添字 T :トラス

実験条件を表-1に示す。架設初期の段階ではケーブルの振動が大きくなるため、計算された換算質量は非常に大きな値となり、実験装置の関係から3段階以外は実験不可能となった。この時の実験結果($V_{cr}-\alpha$ 曲線)が図-3に示されており、迎角 $+5^\circ$ で自励振動が發現している。架設各段階における耐風性の差異は直接確認できないが、換算質量という概念で架設時の状況が全て表わせるとすれば、5~11段階では換算質量はかなり大きくなり、これは安全側に働く。

3.3 非定常空気力実験

強制振動法により非定常空気力係数を求め、これと外力とし、各架設段階のフラッター限界風速の計算と行った。図-4に、計算に用いた非定常空気力係数の一部と、表-2に計算結果を示す。架設段階11、13の迎角5°の場合にねじれフラッターを生じており、バネ支持模型実験結果とほぼ一致している。

4. おわりに

以上の結果をまとめると次の通りである。

- (i) 架設時設計風速は架設時期を適当に選ぶことによりかなり低くあることができる。
- (ii) 平戸大橋の場合、床版をトラス上に載せて架設しても耐風性は損われないと考えられる。
- (iii) バネ支持模型実験と非定常空気力実験の結果はほぼ一致した。
- (iv) 架設段階の推移に伴うフラッター風速の变化は、架設が進むにつれて漸次低下し、Severn橋²⁾、関門橋³⁾の場合とは異った傾向を示した。

参考文献 1). 土木学会：本州四国連絡橋の耐風性に関する調査研究報告書、1975.3

2). I.P. Smith, NPL Aero Report 1105, 1964.5

3). 白木 他、三菱重工技報 Vol. 7, No. 7, 1970.12

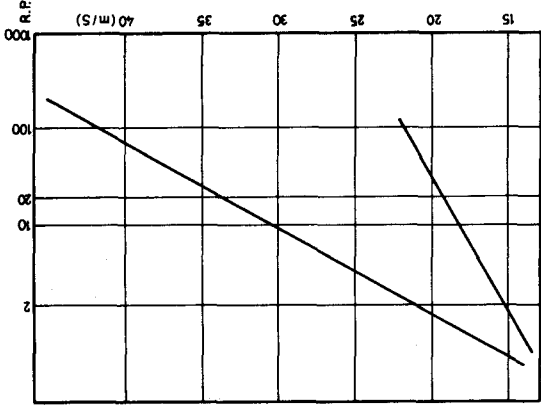


図-1 再現期待値

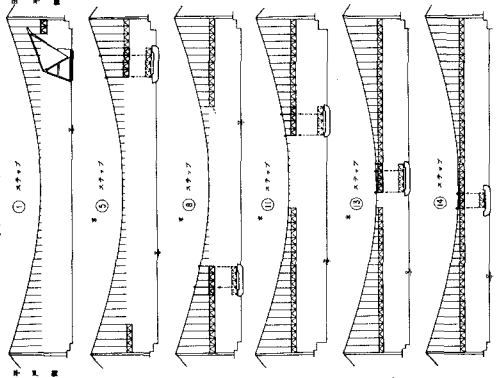


図-2 架設段階図

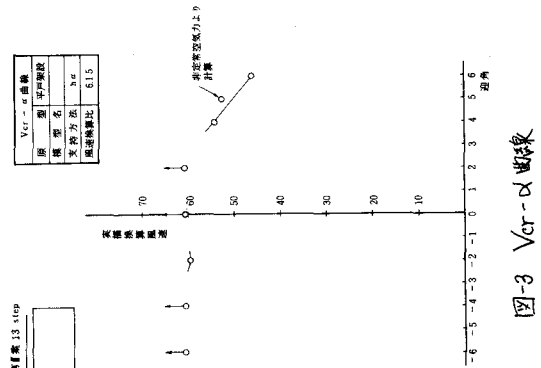


図-3 $V_{cr}-\alpha$ 曲線

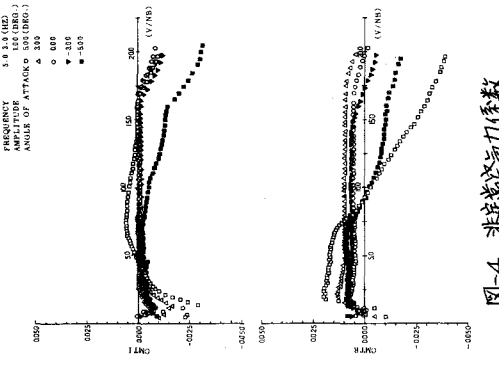


図-4 非定常空気力係数

表-1 実験条件

Step	5	8	11	13
縮尺	1:37.59	1:37.59	1:37.59	1:37.59
重量 (kg/model)	20.867	7.387	7.925	7.586
極慣性モーメント (kg·cm ² /model)	AS1 67.041	65.97	9.916	2.415
	S1 5.050	1.979	176.3	2.640

表-2 フラッター階界風速

Step	迎角 -5°	-3°	0°	+3°	+5°
5	—	—	—	—	—
8	—	—	—	—	—
11	—	—	—	—	72.6
13	—	—	—	—	52.4