

I-B358 固定翼を有するオールグレーチング吊橋の耐風検討

大日本コンサルタント(株) 正会員 中崎 俊三

1. まえがき

オールグレーチング吊橋は、車道床版を全てオープングレーチングとする吊橋である。オープングレーチング床版の重量は、非常に軽量であることから、吊橋全体重量としても格段に軽量となる。一方、空気力学的には、作用空気力は小さいが、空力減衰が小さいことが指摘されている¹⁾。

本文は、オールグレーチング吊橋に、空力ダンパーとしての固定翼を補剛桁断面の両端に設け、その空力減衰付加効果による耐風安定性の影響を検討したものである。

2. 検討条件

図-1 に示す中央スパン 2500m の吊橋を対象とした。図-2 は、3m 幅の翼を有するオールグレーチング吊橋の吊構造の断面を示す。表-1 は、オールグレーチング吊橋に対して、翼がない場合とある場合の計算諸元を示す。なお、これら2ケースに対して、ねじれ振動数 ω_l を鉛直振動数 ω_b の1.5倍、2.0倍、2.5倍とした場合について検討した。ただし、ねじれ振動数を変えても死荷重は変化しないものとした。

3. 解析理論の概要

3.1 翼がない場合：この場合、車道部のみであるので、これを一様な充実率を有する平板として解析する。一様な充実率 s を有する平板に対し、Richardson²⁾ は、式-(1)に示す定常空気力の揚力係数 C_L と空力モーメント係数 C_m を求め、それを基礎としたフラッター解析を行った。

$$C_L = 2\pi\alpha s, \quad C_m = \frac{\pi}{2}\alpha s^2 \quad (1)$$

式-(1)より、 C_L は充実率 s に、 C_m は s^2 に比例していることがわかる。

充実率 s の平板の非定常空気力については、今後、詳細なる研究が必要と思われるが、本文では、Theodorsen の非定常空気力の揚力に s を、空力モーメントに s^2 を乗じたフラッター解析を試みた。

3.2 翼がある場合：翼がある場合は、3.1 で求めた車道部の非定常空気力に、翼の非定常空気力を重ね合わせてフラッター解析を行った。補剛桁両端の2つ翼には、橋のねじれ振動に伴う鉛直変位速度と風速との相対迎角による相異なる方向の揚力が生じるが、これらによる空力モーメントが、空力減衰効果を生む³⁾。

4. 解析結果

4.1 翼がない場合(充実率 s がフラッターに及ぼす影響)：図-3 は、文献 2)の解析結果と表-1 で示した翼なしのケースと比較したものである。なお、図中、(a)は、文献 2)の結果、(b)は、表-1 中の〈翼なし、 $\omega_l/\omega_b = 2$ 〉の r を文献 2)の解析条件 $r=0.64b$ に合わせた結果、(c)は、表-1 中の〈翼なし、全ケース〉の結果である。これより、以下のことが伺える。① 今回の検討ケースの結果は、いずれも文献 2)の結果よりも小さめである。ただし、 r を文献 2)の条件に合わせた方が、より良い一致を示す。② 充実率 s が小さくなるに従い、フラッター発現風速は急激に上昇する。

4.2 翼がある場合：表-2、図-4 は、翼がない場合とある場合の比較を示す。これより以下のことが言える。① 図-4 より、翼がない場合、フラッター発現風速に至るまでの空力減衰率は非常に小さいが、翼があると空力減衰率はかなり上昇する。② 表-2、図-4 より、翼により、フラッター発現風速は上昇するが、その上昇率は充実率 s が小さくなるとともに大きくなり、 ω_l/ω_b により異なるが、 $s=0.4$ で 25%~46%上昇することがわかる。③ フラッター発現風速を 90m/s 位とするには、翼がない場合、 ω_l/ω_b を 2.5 としなければ

キーワード：オールグレーチング吊橋、固定翼、フラッター

〒170-0003 東京都豊島区駒込 3-23-1 道路構造事業部 TEL 03-5394-7615 FAX 03-5394-7605

ならないが、翼がある場合、 ω_1 / ω_b は 2.0 でよい。

5. まとめ

車道床版をオープングレーチングとする吊橋に、空力ダンパーとしての固定翼を設けることにより、フラッター発現風速を有意に上昇できるとともに、空力減衰率も大きくできることが解析上、得られた。今後は、Severn 吊橋型歩道を補剛桁の両端に付けた場合 (図-5)、これが上述の固定翼のような効果が得られるかどうか検討課題と考えられる。

【参考文献】1)神戸市編：マキノ橋の空気力学的安定性，調査月報，pp.45-53(1964.10)., 2) Richardson, J.R.: The development of the concept of the twin suspension bridge, National Marine Institute, NMI R125, 1981., 3) 中崎俊三，山口宏樹：2箱桁形式暴風時質量付加型吊橋の耐風安定性に関する一考察，第15回 風工学シンポジウム，1998.12.

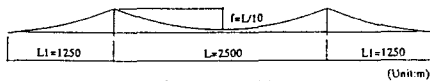


図-1 対象とする吊橋

表-1 翼の有無と解析条件

項 目	翼なし	翼あり
死荷重強度 $W(t/m/Br.)$	18.0	18.6
オープングレーチング床版の全幅 $2b(m)$	21.0	21.0
回転半径 $r(m)$	10.4	10.6
鉛直円固有振動数 $\omega_1(\text{rad/sec})$	0.4	0.39
ねじれ円固有振動数 $\omega_2(\text{rad/sec})$	0.6, 0.8, 1.0	0.58, 0.78, 0.97

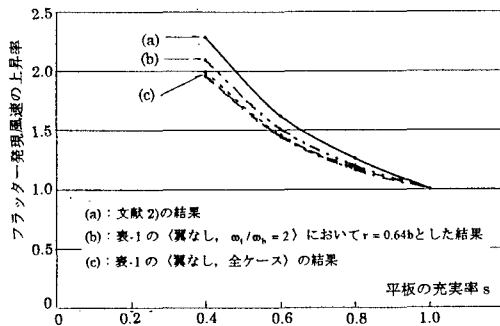


図-3 平板の充実率 s とフラッター発現風速の上昇率 (翼なし)

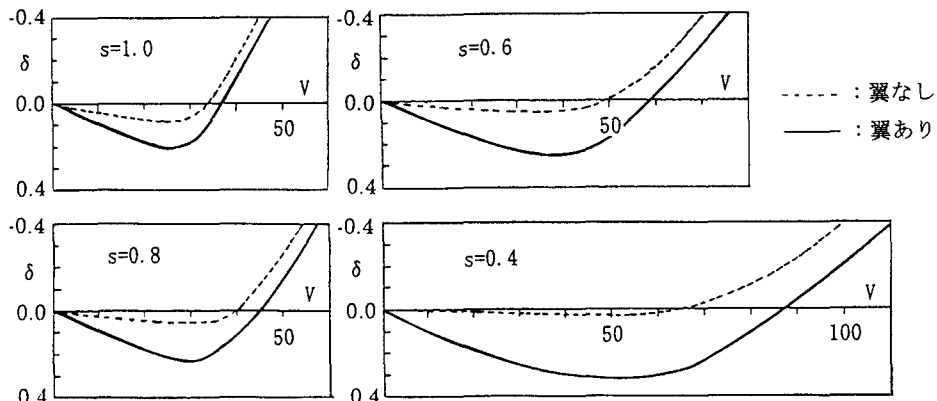


図-4 風速-空力減衰曲線(V- δ)に対する翼の有無の比較($\omega_1 / \omega_b = 2$ の場合)

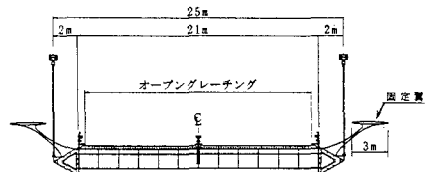


図-2 固定翼を有するオールグレーチング吊橋

表-2 翼の有無がフラッター発現風速に及ぼす影響

充実率 s	$\omega_1 / \omega_b = 1.5$			$\omega_1 / \omega_b = 2.0$			$\omega_1 / \omega_b = 2.5$		
	翼なし	翼あり	比率	翼なし	翼あり	比率	翼なし	翼あり	比率
1.0	21.6	24.8	1.15	33.9	37.1	1.09	45.2	49.4	1.09
0.8	25.2	30.6	1.21	40.0	45.5	1.14	52.3	60.0	1.15
0.6	31.0	40.0	1.29	49.0	59.7	1.22	66.1	78.1	1.18
0.4	42.3	61.6	1.46	66.1	87.7	1.33	90.0	112.9	1.25

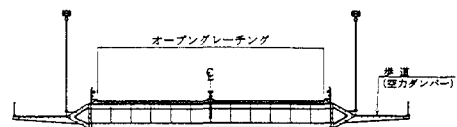


図-5 Severn 吊橋型歩道を有するオールグレーチング吊橋