

I - B 344

開口部を有する箱桁断面の非定常空気力に及ぼす迎角の影響

建設省土木研究所 正会員 楠原 栄樹
 建設省土木研究所 正会員 佐藤 弘史
 建設省土木研究所 正会員 松藤 洋照

1. はじめに

現在国内で計画されている海峡横断道路プロジェクトでは、明石海峡大橋を上回る規模の超長大橋が必要とされている。このような橋梁の耐風性の確保は非常に重要な課題となっている。箱桁中央部に開口部を設けることにより耐風性が向上することは既に報告¹⁾しているが、今回、図-1に示すような断面の非定常空気力を負の大きな迎角において計測したところ、興味深い傾向を示したので紹介する。

2. 非定常空気力の計測

非定常空気力の計測は、当研究所保有のフラッター風洞において実施した。計測条件は表-1に示すとおりであり、図-2に示す座標系のもとに非定常空気力の定義を次式により行った。

$$L = \pi \rho b^2 [L_{ZR} \omega^2 z + L_{ZI} \omega \dot{z}] + \pi \rho b^3 [L_{\theta R} \omega^2 \theta + L_{\theta I} \omega \dot{\theta}]$$

$$M = \pi \rho b^3 [M_{ZR} \omega^2 z + M_{ZI} \omega \dot{z}] + \pi \rho b^4 [M_{\theta R} \omega^2 \theta + M_{\theta I} \omega \dot{\theta}]$$

ここに、 L :抗力、 M :空力モーメント、 z :鉛直変位、 θ :回転変位、 ρ :空気密度、 b :桁幅、 ω :円振動数、 L_{ZR} 、 L_{ZI} 、 $L_{\theta R}$ 、 $L_{\theta I}$ 、 M_{ZR} 、 M_{ZI} 、 $M_{\theta R}$ 、 $M_{\theta I}$:非定常空気力である。

計測結果は図-3に示すとおりであり、フラッター特性に大きな影響を及ぼすと考えられる空気力係数 M_{ZI} 、 $L_{\theta R}$ 、 $M_{\theta R}$ 、 $M_{\theta I}$ に着目すると、 $M_{\theta I}$ が迎角によりかなり異なる値を示すことが明らかとなった。特に迎角 -8° 前後ではその他の迎角と符号が逆転する傾向を示しており、迎角によりフラッター特性が変化する可能性がある。

3. フラッター解析

上述の傾向がフラッター特性にどのような影響を及ぼすかを把握するために、2自由度フラッター解析を実施した。解析条件は表-2に示す値を使用し、それぞれの迎角での解析結果(V_{cr})をSelbergの推定式による値($V_{Selberg}$)との比($V_{cr}/V_{Selberg}$)により整理したものを図-4に●印で示す。△印(迎角 0° 、 -3°)はバネ支持試験の結果であり、解析値と実験値はほぼ整合している。この図から、非定常空気力係数が異なる傾向を示していた迎角 -8° 付近ではフラッター特性が悪化し、迎角 -10° で再び回復するような傾向を示しているのが判る。

表-1 非定常空気力の計測条件

風速	8m/s および 14m/s
加振振幅	上下方向 $\pm 4\text{mm}$ 回転方向 $\pm 1\text{deg.}$
加振振動数	0.8Hz ~ 3.5Hz

表-2 フラッター解析条件

桁 幅	0.276 m
質 量	0.215 kgf・s ² /m/m
極慣性モーメント	0.00246 kgf・m・s ² /m
たわみ振動数	0.674 Hz
ねじれ振動数	1.321 Hz

キーワード 超長大橋、二箱桁、非定常空気力

〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地 Tel.(0298)-64-4917 Fax.(0298)-64-0565

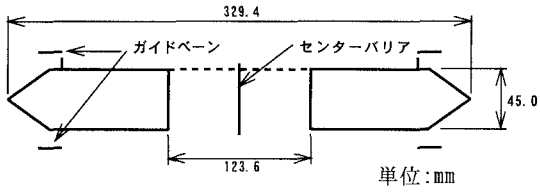


図-1 模型断面図(縮尺1/85)

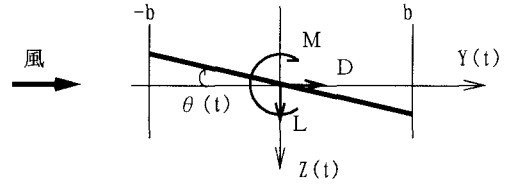


図-2 空気力の向きと座標系

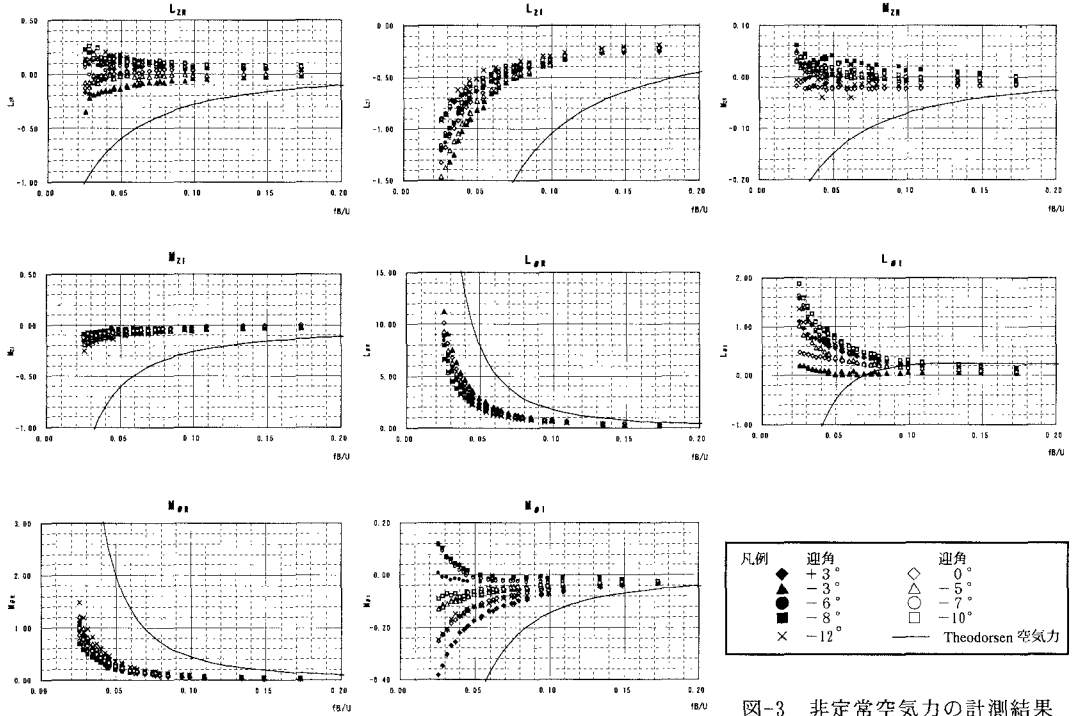


図-3 非正常空気力の計測結果

4. まとめ

フラッター特性の良好な開口部を有する箱桁断面を対象として、負の大きな迎角における非正常空気力を計測した。その結果、 $M_{\theta 1}$ が迎角の影響を大きく受け、これらの空気力を用いたフラッター解析によると迎角 -8° 付近で非常にフラッター特性が悪化するおそれのあることが明らかとなった。特に、超長大橋では吊橋全体のねじり剛性が低下するため、大きなねじり変形を生じやすいことから、今後はこれらの現象を十分に念頭において検討を進める必要がある。

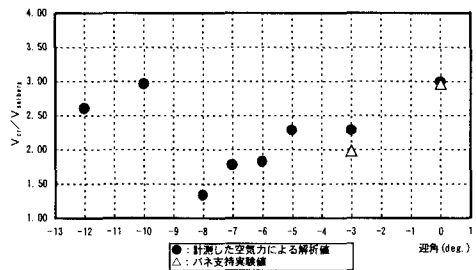


図-4 フラッター解析結果