

4径間連続鋼桁橋（木津川新橋アプロ-4部）の耐風安定性について

大阪大学工学部 正員 小松定夫
大阪大学工学部 正員 川谷亮郎
大阪市土木局 正員 芦原栄吉

大阪大学大学院 学生員 日下佳己
大阪大学工学部 学生員 〇岸上岩樹

1. まえがき 大阪市に建設が計画されている木津川新橋アプロ-4部の4径間連続鋼桁橋は、支間長 $97.9\text{m} + 107.5\text{m} + 107.5\text{m} + 106.8\text{m}$ の鋼床版充腹桁橋である。本橋は鉛直曲げ振動の基本固有振動数が約 0.7Hz とかなり低く、架設地点が強風の予想される大阪湾岸地域であり、また高架橋であることにより耐風設計上厳しい条件下にあると考えられる。本橋の設計案として、(1) 2主桁橋、(2) 逆台形 1-BOX 桁橋、(3) 2-BOX 桁橋が提案されている。本研究では、これらの種の断面の耐風安定性状を風洞実験により調べる。さらに有害な振動を生じる場合には適切な制振装置を付設するための調査を行なうものである。

2. 実験概要 風洞は大阪大学工学部の研究用風洞を使用する。二次元剛体部分模型（図-1参照）を用いて静的実験および動的実験を行なう。静的実験のうち、静的空気力係数の測定は設定迎角 $\alpha = -15^\circ \sim +15^\circ$ において、ストローハル数の測定は設定迎角 $\alpha = -7^\circ \sim +7^\circ$ において行なう。動的実験は、鉛直たわみ振動はね支持実験であり、設定迎角 $\alpha = -7^\circ \sim +7^\circ$ で、すべて一様流中で行なった。模型縮尺は $1/42$ 、動的実験の風速倍率は $8.5 \sim 9.2$ である。模型の片数減衰率は、電磁ダンパーにより調整して、 $\eta/B = 0.005$ (η : 片数振幅, B : 弦長) の時 $\delta = 0.02$ とするようにした。

3. 実験結果 (1) 静的実験結果 1-BOX 断面

面の三分力係数曲線を図-2に示す。揚力係数 C_L は迎角 $\alpha = -2^\circ$ または -3° で最大値をとり、それ以上の迎角では常に負勾配となっている。図-3はストローハル数の測定結果である。

(2) 基本断面に関するばね支持実験結果 上記3種の基本断面に関するば

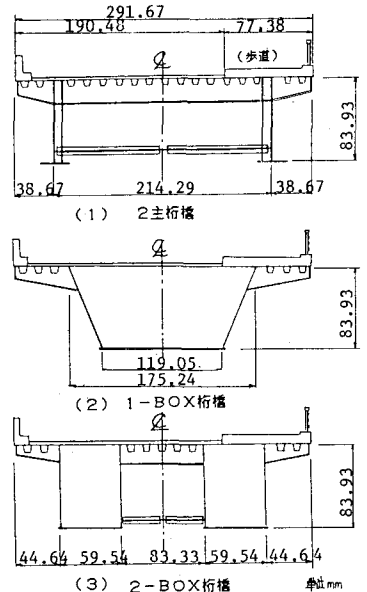


図-1 橋断面図

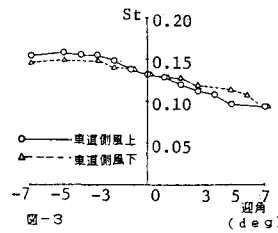


図-3 ストローハル数 (1-BOX桁)

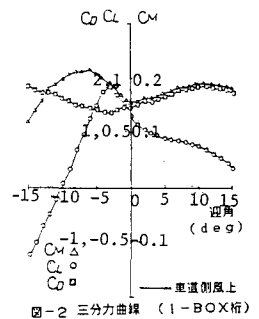


図-2 三分力係数 (1-BOX桁)

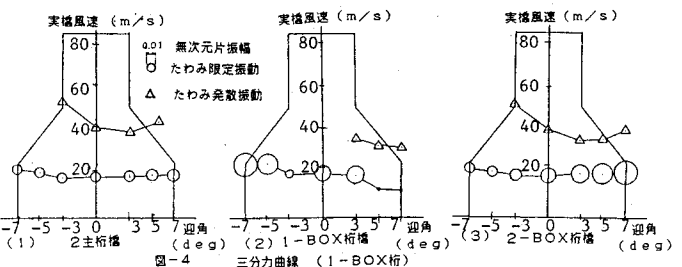


図-4 三分力係数 (1-BOX桁)

ね支持実験結果を $V_{cr}-\alpha$ 曲線として図-4に示す。車道側風上と車道側風下では、振動性状にあまり大きな差が認められないため、車道側風上の場合のみ示す。渦励振は3種の断面とも全迎角で発生し、振幅もかなり大きい。渦励振の最大振幅の発生する風速は、1-Box桁断面の迎角が負の場合を除いて、ストローハル数より算定される共振風速より低くなる。渦励振の最大振幅は、2主桁断面および2-Box桁断面においては、迎角が正の場合の方が負の場合より大きく、最大振幅の発生する風速は約20m/sでほぼ一定である。1-Box桁断面では、渦励振の最大振幅は迎角が負の場合の方が正の場合より大きく、その発生する風速は、迎角が負の場合の方が高い。発散振動は迎角が正の場合の方が起こりやすく、迎角 $\alpha = 0^\circ, +3^\circ, +5^\circ$ などで限界風速ライン内で発生している。これより3種の断面とも耐風的に安定とはいえず、これらの振動を抑えるために適切な制振対策を施す必要がある。

(3)制振装置付断面に関する実験結果 前記3種の断面のうちでは、1-Box桁断面が比較的耐風安定性状が良好であるため、1-Box桁断面に関する制振装置付実験を車道側風上において行なった。制振装置を図-5に示し、制振装置付断面に関する風速-振幅曲線を図-6に示す。NO.1のフラップは渦励振振動を小さくし、発生風速も大きくして渦励振に対しては制振効果は大きい。高風速域で不安定である。NO.2のフラップとフェアリングでは渦励振に対してあまり制振効果がない。NO.3のダブルフラップでは、渦励振の振幅を小さくし発生風速も大きくして、高風速域でも安定である。NO.4のダブルフラップとフェアリングの組み合わせでは、NO.3のダブルフラップのみよりさらに安定であり、制振効果は最も大きい。NO.4で全設定迎角で実験した結果、 $\alpha = -5^\circ$ において振幅の大きな渦励振が発生し、耐風安定性が最も不利と思われる。 $\alpha = -5^\circ$ でNO.4のフラップの角度と寸法を種々変えて実験した結果を図-7に示す。上下フラップの角度差が同じ 10° であるにもかかわらず、角度が小さくなるに従って制振効果が大きくなることがわかる。さらにフラップの寸法を変えてNO.5のようにしたところ車道側風上の迎角 $\alpha = -7^\circ \sim +7^\circ$ において完全に安定となった。

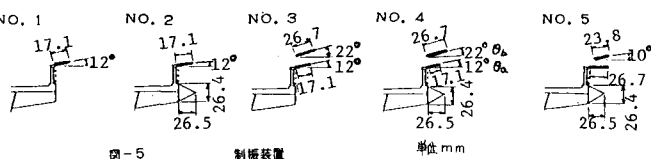


図-5

制振装置

単位 mm

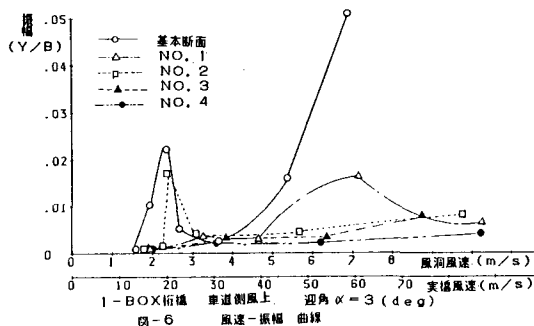


図-6

風速-振幅 曲線

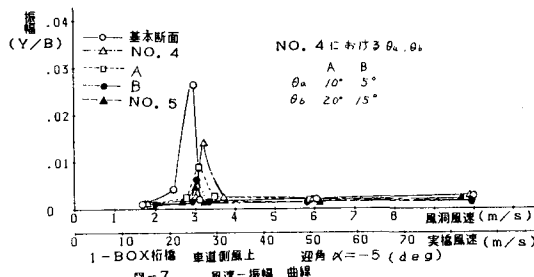


図-7

風速-振幅 曲線

4. まとめ 3種の基本断面はいずれも耐風的に安定でないことがわかった。1-Box桁断面について制振装置付実験を行なった結果、図-5に示すNO.5のようなダブルフラップとフェアリングを付設すれば、車道側風上で、迎角 $\alpha = -7^\circ \sim +7^\circ$ で安定であった。

本実験の実施とデータ整理に際し、元大阪大学工学部学生・小野晋二君に協力頂いたことに対して感謝の意を表す次第である。