

I - 501

幅員桁高比の小さい箱桁の耐風応答特性に関する検討

北海道稚内土木現業所 高谷 俊臣, 山田 正己
 北海道土木設計(株) 正員 大村 登喜夫
 三井造船(株) 正員 大森 龍一郎, 正員 井上 浩男, 正員 赤瀬 雅之

1. まえがき 最近、桁橋においても、耐風安定性を考慮しなければならないような、長径間の橋梁が建設されるようになってきた。その中でも自歩道等では比較的幅員が狭いことから、幅員桁高比の小さな断面となることが多い。一般的に、このような断面においては発散振動が生じ易いと考えられる。これに対する耐風安定化策として、デフレクタ等を添架する方法や断面形状の変更等が考えられる。本研究では、一般的な逆台形箱桁断面(Type-A)と、下フランジにアールを持たせた変形U形断面(Type-B)を基本に、その耐風応答特性の把握及び安定化対策についての検討を行うことを目的として風洞試験を実施した。試験としては、ばね支持試験及び三分力試験について実施し、結果の比較・考察を行った。

2. 使用風洞及び模型 風洞試験には、三井造船(株)昭島研究所の構造物用低速風洞を使用した。模型は、縮尺1/20の逆台形断面(Type-A)及び変形U形断面(Type-B)模型(共に $B/D=2$)を使用した(図1)。

3. 試験結果および考察 各断面の耐風応答特性について述べる。

Type-A断面($m\delta/\rho D^2=26.5$)では、図2-1より $\alpha=0^\circ$ で無次元風速(V/fD)約8.6付近において渦励振が確認され、17.2以上では風速の増加に従い、振幅が増大しており、発散振動を起こす可能性が高いと考えられる。 $\alpha=+4^\circ$ では、渦励振と思われる振動のピークが、無次元風速 11.2付近と 19.8付近の2ヶ所で確認された。 $\alpha=+8^\circ$ では、渦励振発現風速から振幅は風速の増大と共に増加を続け、計測可能範囲外にまで増加している。しかし、17.2付近からは振幅は減少する傾向が見られている。以上より、本断面は、吹き上げの迎角では低下し、その応答特性も迎角によって特異なものになることが分かった。三分力試験の結果(図3-1)では、 -4° から $+1^\circ$ 付近で揚力係数勾配が強い負の傾向を示しており、ギャロッピングが起こり易いことを示しているが、正の迎角範囲では負勾配ではあるが緩いものとなっている。ちなみに、Den Hartogの式を使って 0° でのギャロッピング発生無次元風速を求めると24.0となり、ばね支持試験結果の現象を説明し得るものとなっている。

Type-A断面の耐風安定化策として、下面のコーナーに少しまるみを持たせ、さらに上部にデフレクタを添架したものをType-A1とする。図2-2からわかるように、 $\alpha=+4^\circ$ については、渦励振の発生も確認できず、高風速域でも応答は増大せず、耐風安定性は極めて良好であった。しかし、 $\alpha=+8^\circ$ では、渦励振の確認はされなかったが、高風速域では大きなビート現象が発生し、平均応答振幅も風速の増加と共に増大する傾向を示した。三分力試験からは、負の迎角から $+5^\circ$ 付近までは、揚力係数勾配が正となり、ギャロッピングに対して安定な特性を示しているが、 $+8^\circ$ 付近では負勾配が急に強くなっており、ギャロッピング発生の可能性を示している。同様に発生風速を計算で求めると22.4となり、現象にかなり合うことが分かる。これらのことから、この安定化策は、 $+5^\circ$ 付近にまで限れば耐風安定性の向上に大きく寄与しているといえる。

Type-B断面($m\delta/\rho D^2=30.8$)では、図2-3より大迎角で小さな渦励振が確認されるが、その他は安定であり、耐風安定性は良好であるとの結果を得た。これは、急角度の斜めウェブにより上下非対称性が強まり、かつ下面が大きな円弧上であることから、流れの剥離点が振動に対して安定せず、系全体の振動の発達を抑える方に影響したのではないかと考えられる。三分力試験結果(図3-3)からは、 -3° から $+5^\circ$ までは、揚力係数勾配が負になっているが、勾配はそれほど強くない。

積雪時の応答特性については、両断面とも耐風安定性は低下するが、減衰率を変化させて応答特性を調べた結果、渦励振域では、減衰率の大きさにほぼ逆比例する形で応答振幅を低下させることができ、また高風速域でも大振幅の振動の発生を抑制できた。この断面では、減衰の付加による耐風安定性の向上は十分期待できるものと考えられる。

4. まとめ

- 1) 逆台形箱桁断面においても、耐風安定化策を施すことにより、ほぼ安定な断面を見いだすことができた。
- 2) 変形U形断面では、全体的に良好な耐風安定性を示した。しかし、曲面を有していることから、実橋との Re 数の不一致が、応答にどの程度影響するかを把握する必要があると思われる。
- 3) 積雪時には、除雪が不可能な場合、適当な減衰を付加して対応する必要がある。

5. 謝辞 本報告を進めるにあたり、利尻自転車道湾内大橋検討会の委員の方々から、有意義な助言を頂いた。ここに深く感謝の意を表す。

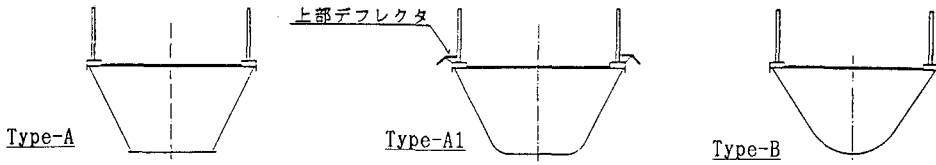


図1 模型断面

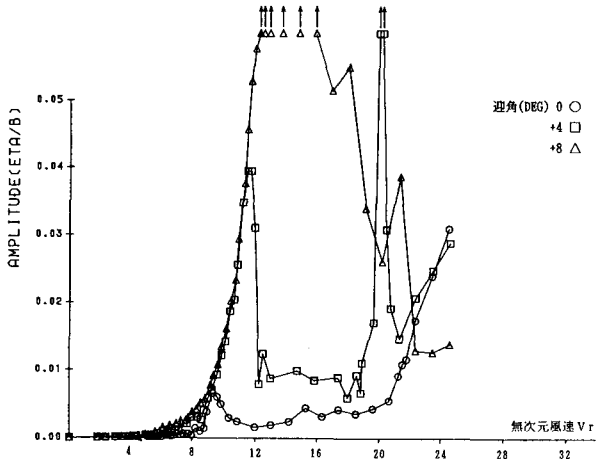


図2-1 Vr-A特性(Type-A)

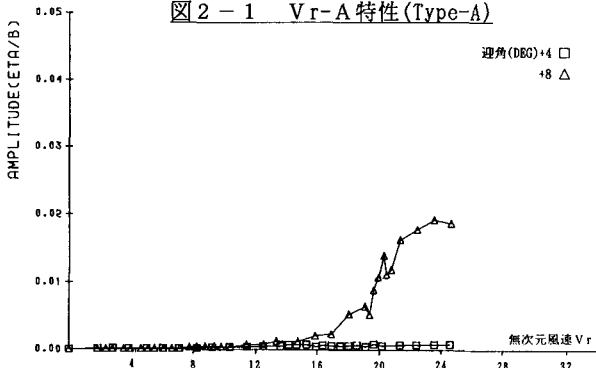


図2-2 Vr-A特性(Type-A1)

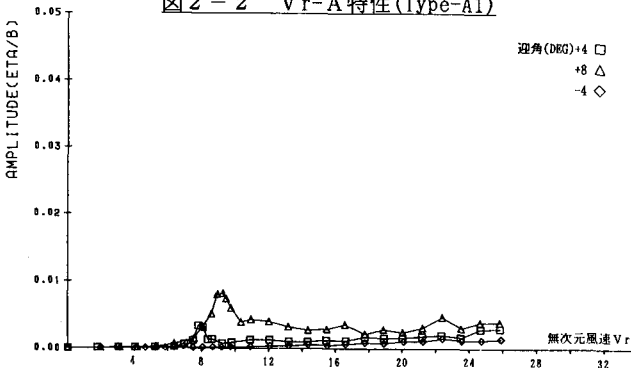


図2-3 Vr-A特性(Type-B)

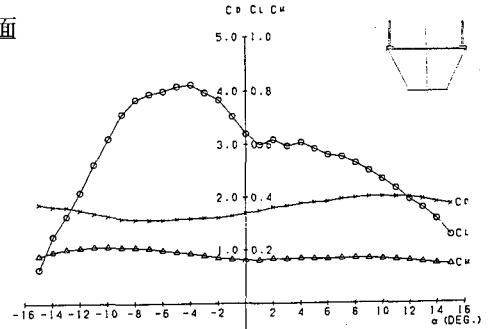


図3-1 三分力特性(Type-A)

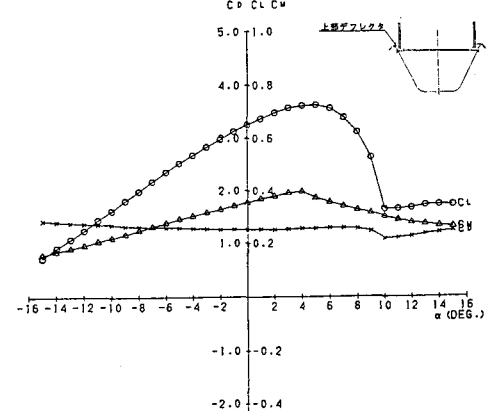


図3-2 三分力特性(Type-A1)

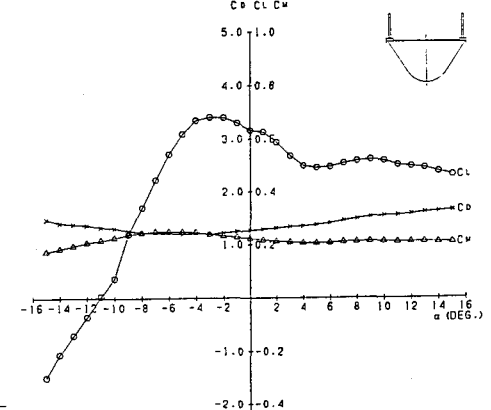


図3-3 三分力特性(Type-B)