

1. まえがき

橋梁の渦励振安定化対策のうち空気力学的対策としては、フェアリングやフラップなどを付加すること、端部形状を変更することが多く採用されている。その他、高欄の充実率を変化させることも考えられる。一方、トラス桁は渦励振を発生しにくいことから判断して開腹桁にすることが考えられる。本研究では、特に充腹主桁及び開腹主桁を対象として、その渦励振応答の相違を比較した。また、高欄の充実率を変化させると耐風性能に違いが見られる¹⁾場合があり、今回 100% 充実の壁高欄・50% 充実の断続板及びスパイヤ(三角形高欄)・高欄なし、の4タイプについて各主桁で渦励振応答に及ぼす影響を検討した。

2. 実験概要

対象とした橋はスパン 260m のブレースドリップアーチ橋²⁾で、その桁部だけを取り上げた。模型は 1/50 の縮尺で模型長 980mm、鉛直曲げ・ねじれ2自由度にバネ支持して行った。充腹主桁及び開腹主桁の諸元は、単位長さ当たりの質量が 0.391 と 0.389(kgfs²/m²)、単位長さ当たりの極慣性モーメントが 5.03e-3 及び 5.02e-3(kgfs²)、振動数比が 1.57 及び 1.60 対数減衰率が 0.018(曲げ)0.019(ねじれ)及び 0.017(曲げ)0.021(ねじれ)である。実験に用いた模型を図1に示す。桁高は充腹主桁で 36mm、開腹主桁で 44mm である。桁幅はともに 300mm である。フェアリングの寸法は、フェアリング A(直角三角形)が 36mm×62.4mm、フェアリング B(正三角形)が一辺 36mm である。模型の断面辺長比B/Dは充腹主桁で 8.33、開腹主桁で 6.82 と偏平な断面(定常再付着断面)であり、付着型渦励振の発生する比率にあたる³⁾。高欄形状を図2に示す。実橋には歩道部と車道部各々に高欄があるが、今回の実験では歩道部が上流側となるケースを主として、上流側の高欄を変化させて、下流側の高欄はすべてのケースにおいて壁高欄とした。

実験結果及び考察

迎角 0°における鉛直たわみ及びねじれの rms 応答 η_{rms} , ϕ_{rms} を図3に示す。充腹主桁断面において、全てのケースで鉛直たわみ渦励振が生じた。また、高欄なしのケースでねじれ渦励振が生じた。迎角 0°における鉛直たわみ渦励振応答のピーク値は、断続板が最大で $\eta_{rms}/D=0.0756$ 、高欄なしが最小で $\eta_{rms}/D=0.0431$ であった。迎角-3°におけるピーク値は、迎角 0°のときの 1.4~1.8 倍であった。充腹主桁の渦励振を抑制する目的で、充腹主桁に2種類のフェアリングを付加したケースを実験した。充腹主桁+フェアリング A では、壁高欄・断続板・スパイヤの鉛直たわみ渦励振のピーク値がフェアリングなしのケースよりも、迎角 0°で5~8割、迎角-3°で3~5割小さく、高欄なしでは、迎角 0°、迎角-3°ともほぼ等しい。特に迎角 0°のときのスパイヤではフェアリングなしのケースの 0.16 倍で非常に小さかった。また、充腹主桁+フェアリング B では、全ケースでフェアリングなしのケースを上回って、迎角 0°で

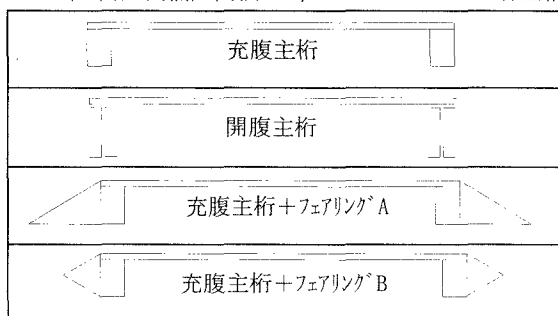


図 1. 模型断面図

歩道部壁高欄 (充実率 100%)	
断続板 (充実率 50%)	
スパイヤ (充実率 50%)	
車道部壁高欄	

図 2. 高欄形状 (単位: mm)

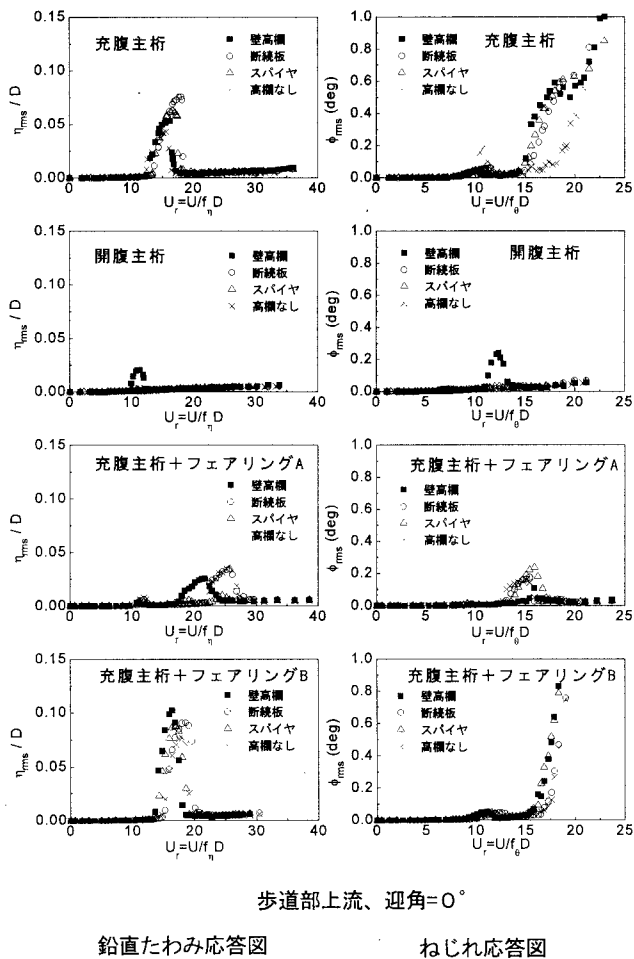


図3. 風速-rms応答図

1.2～1.9 倍, 迎角 -3° で 1.1～1.3 倍となった。この結果より, 充腹主桁にフェアリング A を付けるとすべての高欄で鉛直たわみ渦励振が抑制され, さらに, スパイヤのケースではねじれ渦励振は生じるものの鉛直たわみ渦励振に関しては非常に小さいことがわかった。

一方, 開腹主桁断面においては, 迎角 0° で壁高欄のとき鉛直たわみ及びねじれ渦励振が生じたものの, 前者の振幅は充腹主桁の場合と比較して 5 割程度小さかった。後者は, 充腹主桁の壁高欄では発生しないので比較しない。断続板・スパイヤ及び高欄なしのケースでは, 渦励振は発生しなかった。迎角 -3° におけるケースも同様で, 壁高欄のときは鉛直たわみ渦励振が生じたが, 他的高欄では渦励振は生じなかった。開腹主桁の壁高欄は, 充腹主桁で高欄なしの断面を裏返したものと等価であることから渦励振が発生したと考えられる。開腹主桁において渦励振が安定化した原因として, 次のようなことが考えられる。図1に示した断面形状からわかる通り, 開腹主桁は,

十分に平板に近い床版部分と, 桁幅員に比べて十分に寸法の小さい下フランジ部材とより成る断面と見なされる。これにより, 規模の大きい渦の発生が妨げられたものと考えられる。

4. まとめ

充腹2主桁断面を開腹2主桁断面に変えると渦励振を抑制する効果があることが実証された。実橋に適用する場合には, さらに断続板やスパイヤに代表される, 充実率を壁高欄の半分とする高欄を採用し, 開腹主桁にトラス材を配することが必要であると思われる。一方, 既存の充腹2主桁橋梁に対する渦励振対策としては, 本研究で確認されたように, 下直角三角形タイプのフェアリングを設置し, 高欄としてスパイヤを採用することで渦励振の振幅をかなり抑えることが可能である。

今後は, 渦励振抑制のメカニズムを解明し, 流体力学的な説明を行うための一つの方法として, 可視化実験を行うことを予定している。

謝辞 研究中, 立命館大学大学院の谷口悟氏と同大学の多賀浩政氏の協力を得た。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 大儀, 佐藤, 松野: 橋梁における強風対策に関する研究, 土木学会第 52 回年次学術講演会概要集, I-B42, 1997.9
- 2) 芦原栄治: 「常吉連絡端」「千歳橋」「舞洲～夢洲連絡橋」一大阪市西部地域の主要橋梁一, 橋梁 Vol.31 No7, 1995.7
- 3) 白石, 松本: 渦励振の発生機構と応答評価, 日本風工学会誌, 第 20 号, 1984.6