

ハイブリッド吊床版道路橋の耐風性能について

九州産業大学 [学] ○森田正一, [正] 田中孝久, [正] 原田健彦, [正] 吉村 健, [非] 李 燾

1. まえがき 著者らは、吊床版橋と吊橋を複合した歩道橋を提案・試設計し、その耐風安定性について検討した¹⁾。その結果に基づき、このハイブリッド橋を道路橋に適用して試設計と静力学特性の調査を実施した²⁾。併せて、架設系の静力学特性と完成系の耐震性能について、数値解析によって検討した^{3),4)}。更に、完成系の耐風性能についても、風洞模型実験で検討した。その結果の概要を本報に記す。

2. ハイブリッド吊床版道路橋の概要 本提案橋梁の側面図と主桁のCGイメージを、図-1(a)と(b)にそれぞれ記す。本ハイブリッド橋では、上・下両ケーブルで主桁を吊り上げている。この主桁は、円形断面のエッジビーム、(オープン)グレーティング床版、横構および床桁から成る準閉断面を構成している。本橋の架設想定地点は、V字谷やフィヨルドあるいはリアス式海岸等である。桁架設には下ケーブルが活用できるし、支持地盤が強固な岩板から成るので、岩着式アンカレイジとグラウンドアンカー式のアバットメントという経済施工が可能である。アバットメント形式の単径間橋梁であるから、橋脚は持たない。経済的橋長として、 $L=200\text{m}\sim 600\text{m}$ の中径間を考えている。

3. 風洞模型実験概要 1/20縮尺の2次元部分模型実験を実施した。まず、最適断面を見出すための第1段階の検討を実施した。その検討の初期に、フラッタ特性がエッジビームとグレーティング床版間のギャップ(エッジビームの鉛直方向の位置、図-2参照)に強く依存することを見出した。この事実に基づき、ギャップをType-I~Type-VIの6通り変えて検討した(表-1)。検討は、Type:6ケース、迎角:3ケース、風向:2ケースの都合36ケースであった。この検討では、ねじれ・曲げ振動数比 f_d/f_n を約1.7Hzに固定した。また、煙風洞による流れの可視化実験結果を参照した。

次に、以上の検討で得られた最適2断面であるType-IVとType-Vについて、 f_d/f_n を1.1~2.2の範囲で5種変化させて、48ケースから成る第2段階の詳細検討を実施した。

4. 実験結果 第1段階の検討36ケースの内、図-3に示すType-I~Type-IIIの5ケースのみに振動が発生した。これらの振動は、ギャップの小さい断面で生じている。図中横軸と縦軸は、換算風速 U_r と変位応答片振幅(度)をそれぞれ表す。Type-IとType-IIの振動は、大振幅には至らないソフトフラッタであった。Type-IIIの振動振幅はランダムであり、部材のウェークに起因するバフティングと思われる。

エッジビームが床桁の中央に位置するType-IV、およびそれよりいくらか下方にあるType-Vに対する第2段階の検討結果は、図-4に示すとおりである。図中横軸と縦軸は、 f_d/f_n と U_r をそれぞれ表す。いずれのケースでも、 $U_r < 10$ ではフラッタが生じなかった。この換算風速は、 $L=400\text{m}$ の構造の場合、 $U_{cf} > 85\text{m/s}$ に相当する。なお、これらの断面では、渦励振に対しても全く安定であった。

5. 考察 写真-1は、3つの迎角におけるType-IIの地覆なし静止模型周りの流れを示す。空隙率59%のグレーティング床版を通過する空気の量は極めて少ない。よって、このグレーティング床版は‘準平板’と見なすことができよう。

写真-2(a)は、Type-IIの前縁付近における流れである。この断面のギャップは小さい。そのため、ギャップフローの流量が少なく、エッジビームと準平板で‘準Π型断面’を構成している。図-3に見た $U_r \approx 5$ で発現するフラッタは、準Π型断面特有の不安定現象と考えられる。

一方、ギャップの幅を増したType-IVでは、大きなギャップフローが前縁付近に形成されている(写真-2(b))。このギャップフローは、床版とエッジビームという2物体周りの流れをほぼ互いに独立なものにしているように見える。図-4のType-IVとType-Vに見た U_r の著しい増加は、この準平板断面によってもたらされたものと考えられる。本断面の U_r が、図-4に実線で示すSelbergの式による平板翼の理論値(簡易計算値)より遥かに高いことに注目したい。

6. むすび 先に提案したハイブリッド吊床版道路橋の耐風性能について、風洞模型実験で詳細に調査した。その結果、平板翼より遥かにフラッタ発現風速の高い良好な主桁断面を見出せた。

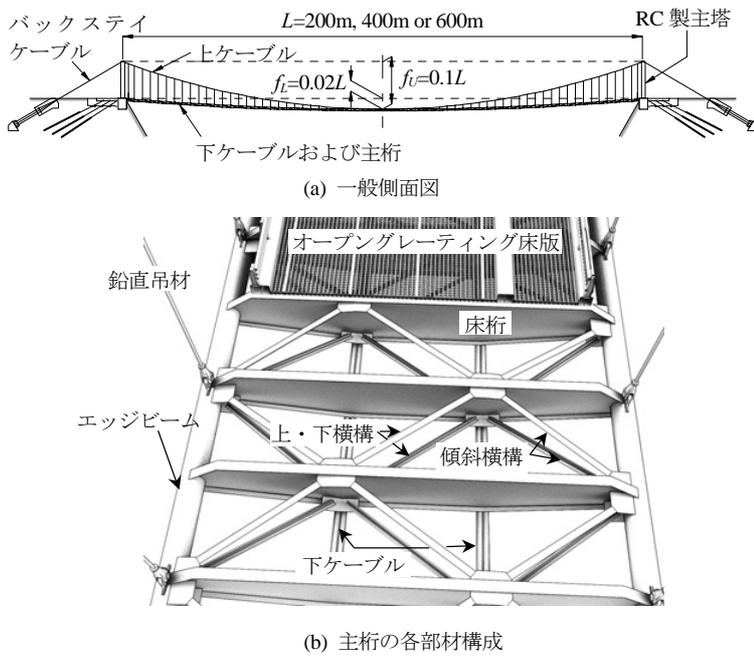


図-1 提案したハイブリッド吊床版橋. 橋長 $L=200, 400, 600\text{m}$

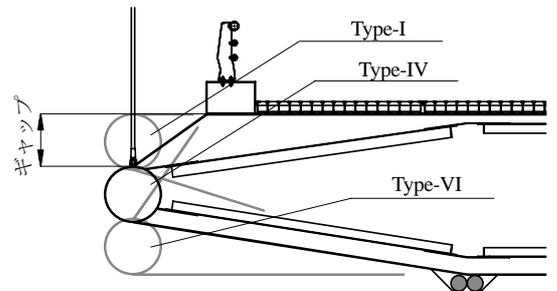


図-2 Type-I ~ VI のエッジビームの位置 (表-1 参照)

表-1 Type-I~VI のギャップの値

検討断面	ギャップ [mm]
Type-I	0
Type-II	234
Type-III	442
Type-IV	650
Type-V	976
Type-VI	1300

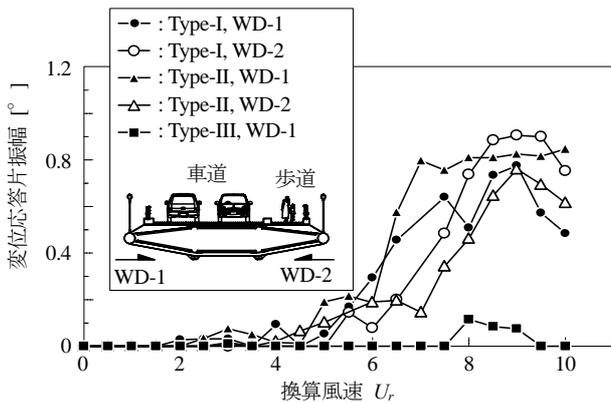


図-3 振動が観測された5ケースの $V-A$ 曲線 (第1段階の検討)

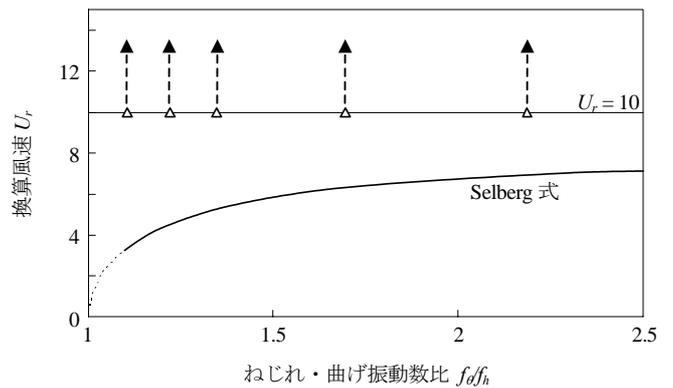


図-4 振動数比が U_r に及ぼす影響 (第2段階の検討)

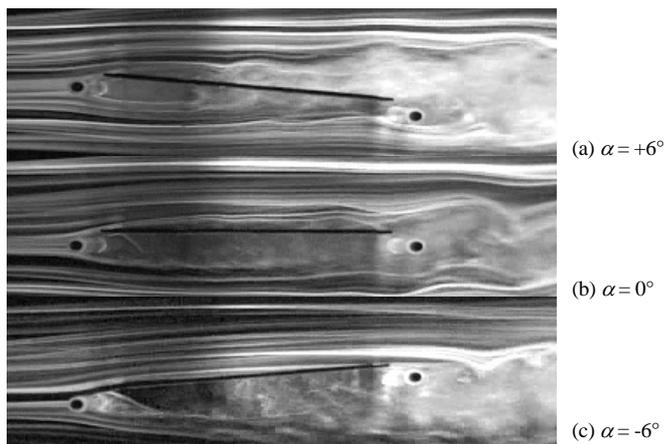


写真-1 Type-II の地覆なし静止模型周りの流れ

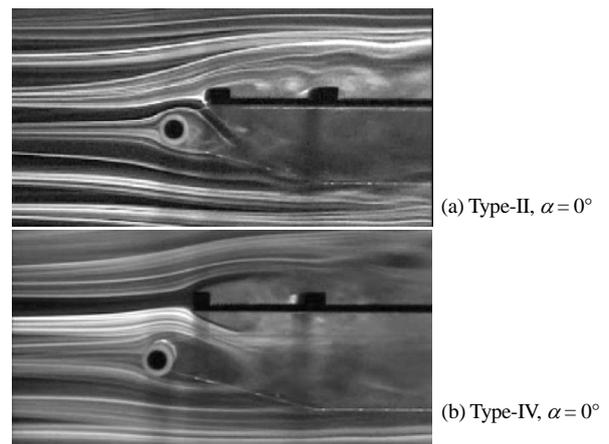


写真-2 Type-II と IV 断面の前縁付近におけるギャップフロー

参考文献

- 1) T. Tanaka et al.: A Study on Improving the Design on the Hybrid Stress-Ribbon Bridges and Their Aerodynamic Stability, *J. Wind Eng. and Industrial Aerodynamics*, Vol. 90, pp. 1995-2006, 2002.
- 2) 原田健彦 他: ハイブリッド吊床版道路橋の提案と試設計, 構造工学論文集, Vol. 51A, pp. 69-77, 2005.
- 3) 原田健彦 他: ハイブリッド吊床版道路橋架設系の静力学特性に関する基礎的研究, 土木構造・材料論文集, 第22号, 掲載可.
- 4) 原田健彦 他: ハイブリッド吊床版道路橋の地震応答特性, 構造工学論文集, Vol. 53A, 掲載可.