

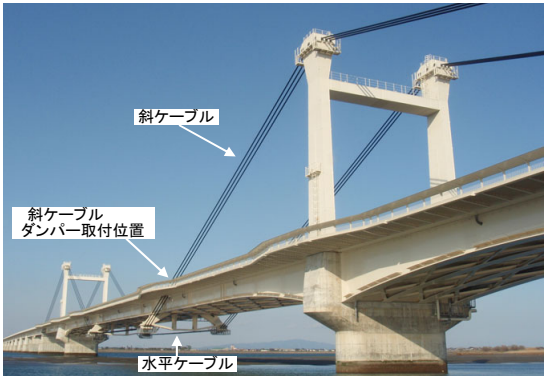
阿波しらさぎ大橋・並列ケーブルの制振対策

徳島県 正会員 久保 義人 本州四国連絡高速道路 正会員 河藤 千尋
横河ブリッジホールディングス 正会員 ○石井 博典 正会員 結城 洋一
川田工業 正会員 畠中 真一

1. 研究概要 阿波しらさぎ大橋は徳島県吉野川の河口に位置する橋梁であり、干潟部にはケーブルイグレット構造という新しい橋梁形式が採用されている（写真－1）。吉野川河口域の環境に配慮し、ケーブルは1段配置であり、斜ケーブルと中央径間桁下に配置された水平ケーブルから構成され、いずれも3本以上の並列ケーブルが採用されている。並列ケーブルでは、風上側ケーブルの後流により風下側ケーブルが上下方向に振動するウェイクギャロッピングが問題となる。ウェイクギャロッピングに関する検討は数多く実施されているが、本橋のような規模の大きなケーブル（192φ，157kg/m）に対する検討や、3本以上の並列ケーブルを対象とした検討例は見られない。本稿では、制振対策を決定するために実施した実物大ケーブル模型を用いた風洞実験¹⁾と、実橋に適用した制振対策の概要について報告する。

2. 風洞実験 風洞実験に用いた模型の緒元を、実ケーブルの緒元と合わせて表－1に示す。径、重量は代表値として斜ケーブルの緒元を用いた。ウェイクギャロッピングの発現に対して重要な特性パラメータであるケーブル中心間隔Lとケーブル径Dの比（L/D）は実橋と同じとし、風洞実験は斜ケーブルを対象とした試験と水平ケーブルを対象とした試験の2ケースを実施した。風洞実験装置を図－1に示す。風洞実験は剛体模型を用いたバネ支持模型試験とし、風上から2番目のケーブルを2自由度でバネ支持し、その他のケーブルは固定とした。並列ケーブル本数の影響を確認するため、振動ケーブルの風下側にケーブルがない場合（ケーブル2本）とある場合（ケーブル3本）の試験を実施した。実橋の制振対策を決定するため、ヘリカルワイヤの有無、緒元とケーブルの減衰を風洞実験のパラメータとした。

3. 風洞実験結果 風洞実験の結果、斜ケーブル、水平ケーブルともに、無対策では迎角10°，15°において風速6m/s付近からウェイクギャロッピングが発生することが確認された（振幅0.1Dを発現風速とした）。水平ケーブルのV-A図の一例（無対策およびヘリカルワイヤ設置）を図－2に示す。ケーブル模型2本と3本ではほとんど差は見られなかった。制振対策としてヘリカルワイヤの径、ピッチを変えた試験を実施した結果、ヘリカルワイヤ2本、ピッチ560mm、ワイヤ径10mm（実験では縮尺の都合上、ピッチ660mm、ワイヤ径12mm）とすると、風速15m/s以下の範囲でウェイクギャロッピングを抑制できることが確認できた。

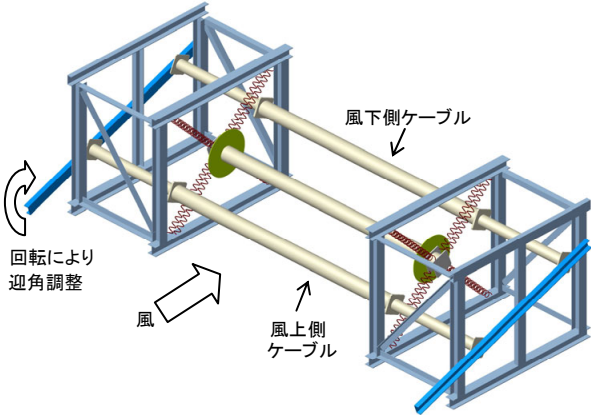


写真－1 阿波しらさぎ大橋

表－1 実橋ケーブルと風洞模型の緒元

	斜ケーブル	水平ケーブル	風洞実験
並列数	3	4	2，3
ケーブル長さ[m]	96～100	82	3.2
ケーブル重量[kg/m]	157	110	153
ケーブル径[mm]	192	162	190
ケーブル間隔[mm]	650	650	650(762)
特性パラメータ[L/D]	3.39	4.01	3.38(4.01)
振動数[Hz]	1.23～1.39	1.66	1.55
対数減衰率	0.003	0.003	0.004～0.052

※風洞実験の欄のカッコ内は水平ケーブル対象時



図－1 風洞実験概要（2次端板非表示）

キーワード：阿波しらさぎ大橋，ケーブルイグレット，ウェイクギャロッピング，ケーブル制振対策，ヘリカルワイヤ
連絡先 〒273-0026 千葉県船橋市山野町47-1（株）横河ブリッジホールディングス TEL047-413-7700

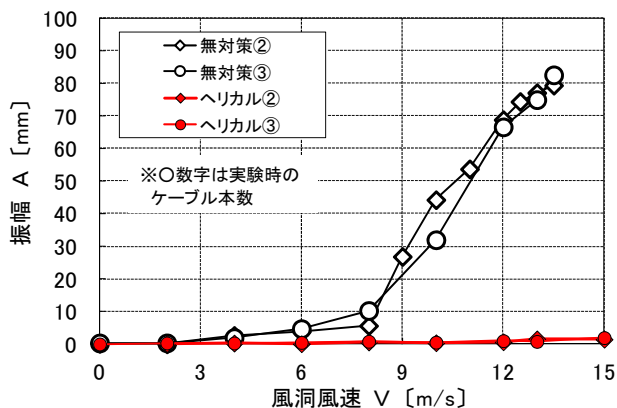


図-2 V-A 図 (水平ケーブル)

: 迎角 15°, 無対策とヘリカルワイヤ設置

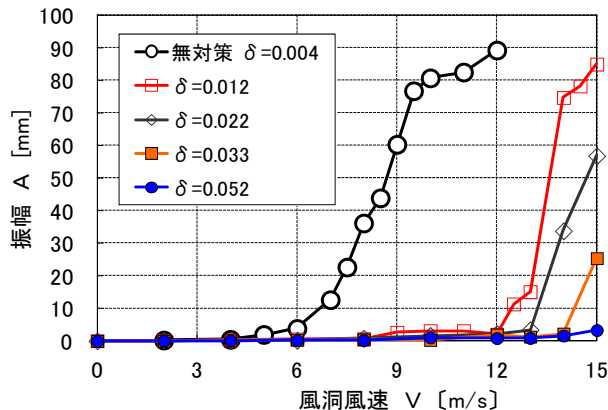


図-3 V-A 図 (斜ケーブル)

: 迎角 10°, ケーブルの減衰をパラメータ

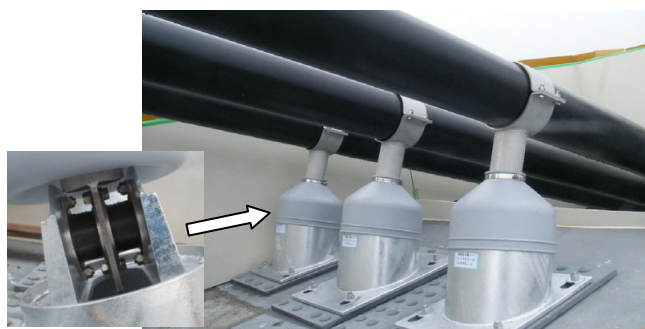
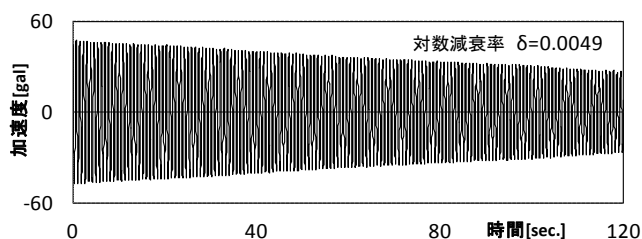


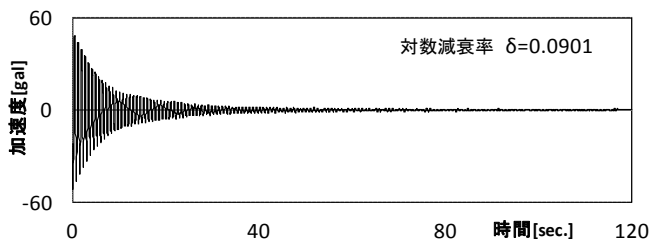
写真-2 実橋の制振対策 (斜ケーブル)



写真-3 実橋の制振対策 (水平ケーブル)



(1) 無対策 (ダンパー設置前)



(2) 高減衰ゴムダンパー設置後

図-4 ダンパー設置前後の振動試験結果 (斜ケーブル, 1次モードの例)

斜ケーブルを対象として、ケーブルの減衰をパラメータとした試験を実施した結果を図-3に示す。ケーブルの減衰を0.052以上とすることで、風速15m/s以下の範囲でウェイクギャロッピングを抑制できることが確認できた。

4. 実橋の制振対策 風洞実験結果から、ケーブルの制振対策は次の通りとした。斜ケーブルはケーブルが歩道を貫通する位置(ケーブル定着点から約10m(側径間), 約20m(中央径間), 写真-1)に桁付ダンパーを設置することが可能で、効率よく大きな減衰を付加できるため、制振対策は桁付の高減衰ゴムダンパーとした(写真-2)。斜ケーブルの桁付ダンパー設置前後の振動実験結果の一例を図-4に示す。ダンパーがない場合、ケーブルの減衰は対数減衰率で0.0049と小さく、架設期間中に度々ウェイクギャロッピングが観察された。ダンパー設置後は、減衰を対数減衰率で0.0901と大きく向上することが確認できた。水平ケーブルについては、桁付ダンパーを設置できる場所がないことから、制振対策はヘリカルワイヤを基本とし、さらに隣り合う4本のケーブルを連結する金具を3か所設けた(写真-3)。制振対策設置後は、斜ケーブル、水平ケーブルともに風による振動は観察されていない。今後、1年間の動態観測を実施し、ケーブル制振対策の妥当性を検証する予定である。本検討を実施するにあたり、徳島大学長尾文明教授、東京大学藤野陽三教授、石原孟教授、元筑波大学佐藤弘史様、他多数の関係者にご指導いただきました。ここに記して謝辞といたします。

参考文献 1) 久保ら: 実物大供試体を用いた橋梁の並列ケーブルのウェイクギャロッピング特性, 構造工学論文集Vol. 58A, 2012年3月