

I-751

高欄水平材の渦励振に及ぼす影響に関する研究

徳島大学工学部 正 員 宇都宮英彦 徳島大学大学院 学生員 ○吉岡 鋭二
 徳島大学工学部 正 員 長尾 文明 徳島大学大学院 学生員 池内 彰

1. はじめに 斜張橋や吊橋において採用される充腹箱桁断面は、基本的に流れに対して鈍い形状のため、渦励振の発現の可能性は高く、地覆および高欄のわずかな形状変化に対しても敏感に影響を受ける。そこで本研究では高欄の形状、特に、水平材の設置位置および厚みが渦励振最大振幅応答量に及ぼす影響を調査し、高欄の形状変化が耐風安定性に及ぼす影響について考察する。

2. 風洞実験概要 風洞は、徳島大学工学部の吸込み式エッフェル型風洞(1.5m×0.7m×2.5m)を使用し、2次元振動実験および可視化実験を行なった。なお、可視化実験ではスモークワイヤ法を用いた。図1に、実験で使用した模型断面形状を示す。断面の桁高比 B/D (B :幅員、 D :桁高)は5.77とした。図2に、高欄形状を示す。地覆と鉛直材で構成された高欄(H1)およびその高欄の3種類の位置($z=6, 10, 19\text{mm}$ $z/h=0.3, 0.5, 0.95$)にそれぞれ4種類の厚み($d=2, 3, 4, 5\text{mm}$ $d/h=0.1, 0.15, 0.2, 0.25$)の水平材を1本設置した高欄(H2, H3, H4)を使用した。また、水平材の厚み d と幅 b の比 b/d はほぼ一定(0.6)にした。なお、迎角は断面に対して水平に風を受けるよりも耐風性の悪化する $+3^\circ$ にした。

3. 実験結果および考察 図3および図4に、それぞれ撓み渦励振、振れ渦励振に及ぼす水平材の設置位置および厚みの影響を示す。図の横軸は水平材設置位置 z を鉛直材高 h で除した z/h を、縦軸は最大倍振幅応答量を地覆と鉛直材で構成された高欄H1の最大倍振幅応答量で除した無次元応答量を示す。なお図中の破線は水平材設置の渦励振応答に及ぼす影響を示す境界線であり、それより大きい場合に水平材設置による励振効果が、それより小さい場合に水平材設置による制振効果が作用することを示している。

図3より、各高欄とも破線と同等もしくはそれ以上の応答量を示しており、各水平材設置位置では厚みの増加に伴い応答量も増大していることが分かる。すなわち、撓み応答では水平材設置により励振効果が作用することが分かる。しかし、今回の可視化実験から、これらの結果を説明しうる流れの情報は得られなかった。

図4より、H2およびH4では全て破線以下の応答量を示していることが分かり、H3では厚みの最も大きい $d/h=0.25$ において破線以下の応答量を、それ以外において破線以上の応答量を示していることが分かる。すなわち、振れ応答では水平材設置により励振効果の作用するものと制振効果の作用するものに大きく分かれていることが分かる。そこで、これらの結果を可視化実験から得られた流れの情報より考察する。

写真は可視化実験によって得られたものであり、上流側の高欄を振れ渦励振最大振幅の生じている状態において斜め後方から撮影したもので

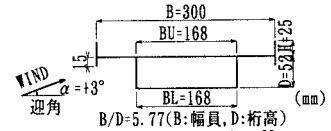


図1 模型断面形状

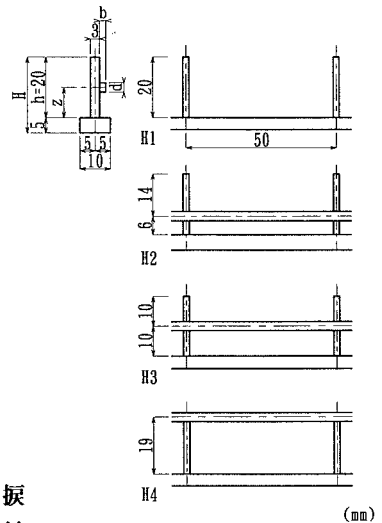


図2 高欄形状

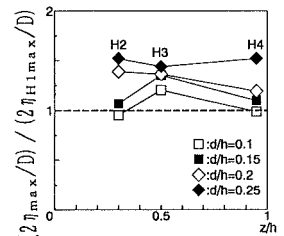


図3 撓み渦励振に及ぼす高欄水平材の設置位置および厚みの影響

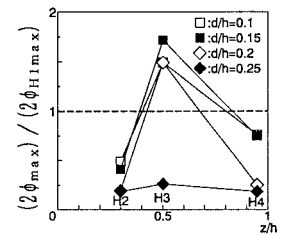


図4 振れ渦励振に及ぼす高欄水平材の設置位置および厚みの影響

ある。なお、流れは振れ渦励振最大振幅が生じている風速における振動時において上流端が最も下向きに変位した状態付近のものである。

写真1に、水平材設置の流れに及ぼす影響を見るため、水平材の無いH1の流れを示す。

写真2に、H3において励振効果の作用している $d/h=0.15$ の流れを示す。この写真より、地覆からいったん剥離した剥離剪断層が水平材側面に当たり、再び剥離していることが分かる。そして、水平材下面からの剥離流は強く巻き上がり、水平材上面からの剥離流を押し上げるようにして剥離剪断層を形成し、その後強い渦を生成しながら再付着する。これらのことから、写真1のH1と比較すると剥離バブル内の負圧の絶対値は増大し、図4のように励振効果が作用したと推測される。

写真3に、H3において制振効果の作用している $d/h=0.25$ の流れを示す。この写真より、写真2と同様、地覆からいったん剥離した剥離剪断層が水平材側面に当たり、再び剥離していることが分かる。しかし、水平材下面からの剥離流は下向きに床版上を流うように流れ、その後剥離バブル内に広がっている。これらのことから、写真1のH1と比較すると剥離バブル内で圧力回復が行なわれ、負圧の絶対値は減少し、図4のように制振効果が作用したと推測される。

写真4に、制振効果の作用しているH4の $d/h=0.25$ における流れを示す。この写真より、地覆から剥離した剥離剪断層は水平材と地覆の間を流れ、それよりも上層の流れが水平材で剥離していることが分かる。そして、この水平材からの剥離流と剥離剪断層が干渉することにより、剥離剪断層が乱され、写真1のH1と比較すると剥離バブル内の負圧の絶対値は減少し、図4のように制振効果が作用したと推測される。

写真5に、制振効果の作用しているH2の $d/h=0.25$ における流れを示す。この写真では明確に示されていないが、ビデオ映像では地覆からいったん剥離した剥離剪断層が水平材上部に当たったり、かすめるように流れ、新たに水平材上部より発生する剥離流と干渉することにより、剥離剪断層が乱され、写真1のH1と比較すると剥離バブル内の負圧の絶対値は減少し、図4のように制振効果が作用したと推測される。

4. 結論 本研究で用いた高欄では、水平材設置により、以下のことが推測される。

撓み渦励振において：設置により、励振効果が作用する。

振れ渦励振において：設置により、地覆から剥離した剥離剪断層が、水平材上部に当たる場合および水平材と地覆の間を流れる場合には、制振効果が作用し、水平材側面に当たる場合には、水平材下面からの剥離流が強く巻き上がると励振効果が、水平材下面からの剥離流が下向きに流れると制振効果が作用する。

5. 今後の課題 本研究では模型前縁付近の流れのみで考察を行なっているため、実際に、模型に作用する変動圧力を測定し、模型前縁付近の負圧の絶対値の差および圧力の変位に対する位相差などを調査する必要がある。

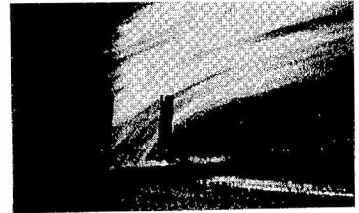


写真1 H1の流れ



写真2 H3($d/h=0.15$)の流れ



写真3 H3($d/h=0.25$)の流れ

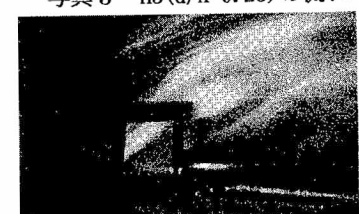


写真4 H4($d/h=0.25$)の流れ



写真5 H2($d/h=0.25$)の流れ