

津波による流体力に対する橋梁端部における遊間の影響

立命館大学 正会員 ○中尾 尚史
立命館大学 正会員 伊津野和行
立命館大学 正会員 小林 紘士

1. 目的

港湾の施設構造物やビル等の建築構造物を対象とした津波の対策は、各種のガイドライン等にまとめられているものもあるが、橋梁構造物に対するガイドラインはないのが現状である。著者らはこれまでに、橋梁への安全性を評価するための基礎データを得ることを目的として、橋梁の2次元模型を用いた水理実験を行い、桁に作用する流体力の特性を調べてきた¹⁾。津波を受ける橋梁は単純桁のようなスパンの短い構造もある。そのような場合、桁の端部の構造、橋脚の存在など流体力に及ぼす3次元的效果を配慮する必要があると思われる。ここでは2主桁の橋梁を例に取り端部の構造が流体力にどのような影響を与えるかについて水理実験で検討する。

2. 実験概要

実験装置は写真-1 および図-1 に示した貯水部の長さおよび幅が2m, 0.6m, 水路部の長さおよび幅が2m, 0.2mの装置(縮尺約1/150)を用いた。橋梁模型に作用する流体力(抗力 F_x , 揚力 F_y , モーメント M_z : 模型の高さ幅の中心を通る軸, z 軸回り)を測定した。それらの流体力は図-1 に示す向きを正とした。

貯水部の水深が一定量になるまで水を溜め、貯水部の出口に設けたゲートを一気に引き上げて開放することにより、段波を発生させ、それを津波とみなした。発生した段波は水路部に設置した橋梁模型に衝突し、それにより生じた流体力を6分力計(AMTI社製 MC3A-X-100)により計測した。また図-1 に示す模型の上流130mmの位置で波高を計測した。得られた計測波形に対し模型の固有振動数(水平方向 11.0Hz, 鉛直方向 18.0Hz)以上の成分をカットした。なおサンプリング間隔は0.001秒とした。

実験に用いた橋梁模型は、幅8.0mm, 高さ2.0mmのみぞ形断面で、長さ190mmである。橋梁端部において、隣接する橋梁あるいは橋台との間に遊間がある。また、床版面において伸縮継ぎ手部分に隙間がある。これらの隙間を表現するために、図-2 に示すように、模型の両端部に直径6mmの穴を開けた。

本実験では、津波が橋梁模型を越波するように貯水高を設定し、模型に穴がある場合(継ぎ手部に隙間がある場合を想定)と、穴がない場合の模型に作用する流体力を求め、両者を比較した。



写真-1 実験装置

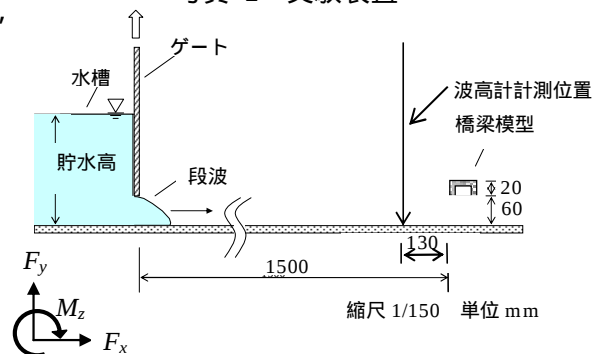


図-1 津波の発生と模型設置位置

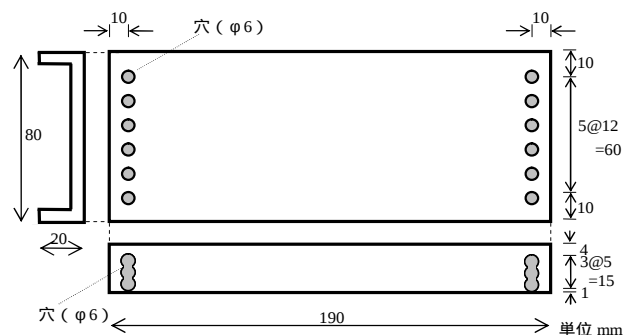


図-2 模型

キーワード 津波, 水理実験, 流体力, 橋梁, 桁遊間

連絡先 〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1 立命館大学 TEL 077-561-3770

3. 実験結果

貯水高を 25cm に設定した場合の流体力の測定結果を図-3, 4, 5 に示す. 図中の横軸は時刻で, ゲートを開けたときの時刻がゼロである. また縦軸は流体力である.

図-3 に示すように水平方向の流体力については模型に穴を開けた場合と開けていない場合との間には大きな変化はない.

次に, 鉛直方向の流体力に着目する. 図-4 に示すように, 津波作用直後(図中の 4~6 秒付近)は両者ともほぼ同じ値で上向きの力が作用する. しかしその後急激に下向きの大きな力が作用し 7 秒付近でゼロ付近に回復する. そして 8 秒から 13 秒くらいの間再び大きな下向きの力が作用する. これらの下向きの大きな力は床版面への上縁から剥離した流れの再付着および桁の内部に生ずる負圧に起因するものと考えられる.

模型の両端部を開けられた穴はそれらの桁の内外の圧力差を緩和する働きがあるものと考えられる. そのため図-4 に示すように穴のある模型の場合下向きの力は穴の無い模型の場合に比べて約 20% 小さめとなっている. なお, 模型に穴を開けていない場合の流体力が 12 秒以降 0 に収束しないのは, 模型上部に水が残ったためである.

図-5 で示したモーメントも鉛直方向の流体力と同様に, 反時計回りのモーメントが作用した直後の 6~7 秒付近で作用する時計回りの大きな値のモーメント, および 8~13 秒に作用する大きなモーメントの値は, 模型に穴を開けた場合小さくなる.

4. おわりに

本研究は橋梁端部の遊間が津波流体力に対し及ぼす影響について模型実験により検討した. ここでは基礎的な検討として端部の隙間は模型の両端にあげた穴でモデル化し, 具体的な形状, レイノルズ数などに対する検討はしていない. 得られた結果は以下のとおりである.

水平方向の流体力は, 模型に穴を開けた場合, 穴を開けなかった場合ともに大きな変化はない.

鉛直方向の流体力およびモーメントは, 模型に穴を開けた場合は模型に穴を開けなかった場合に比べ, 約 20% 程度低下する.

参考文献

- 1) 中尾尚史, 伊津野和行, 小林紘士: 断面形状の異なる橋梁に対する津波作用時の流体力に関する基礎的研究, 第12回地震時保有体力法に基づく橋梁等構造物の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集 pp. 61-68. 2009.

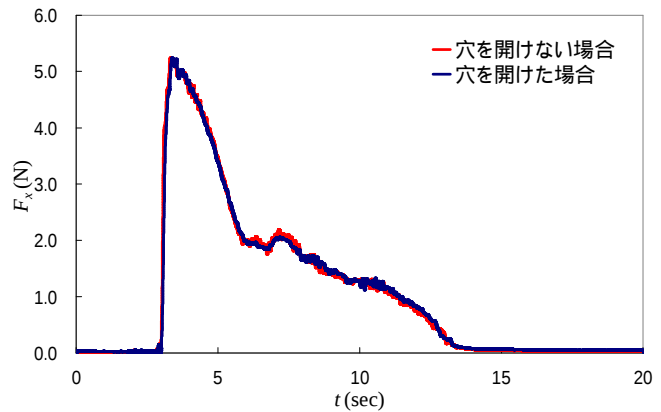


図-3 抗力

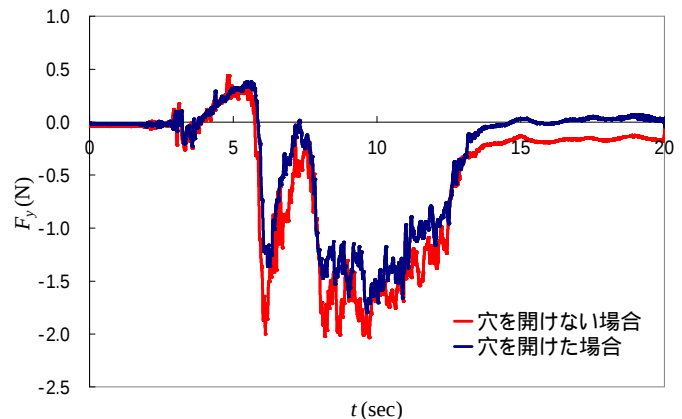


図-4 揚力

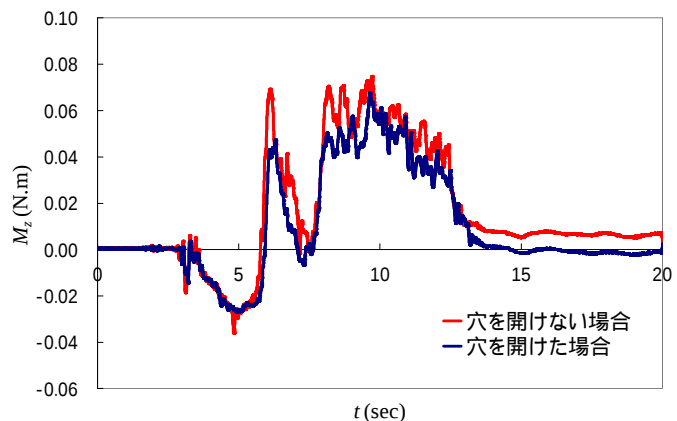


図-5 モーメント