

気仙大橋における津波に対する開孔床版の効果

(株)長大 正会員 ○虻川 高宏
八戸工業大学大学院 正会員 長谷川 明

1. 目的

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震では、東北地方を中心に甚大な被害をもたらし、気仙大橋は津波により主桁が約300m上流、床板の一部がさらに約100m上流に流出するなど被害が甚大であった。過去の気仙大橋に着目した実験において、段波状の津波が衝突した瞬間に鉛直上向きの力が作用し、その後の定常的な流れの状態において鉛直下向きの力が作用することが確認された¹⁾。鉛直力は橋梁の安定性に影響を及ぼすことから、鉛直力の低減を目的として床版に開孔を設けた実験を行い、その効果を検証した。

2. 実験方法

実験模型は縮尺 N=1/50 で作成し (図-1)、開水路実験装置 (図-2) により模型に作用する力を分力計 (水平方向および鉛直方向の2成分) で測定した。津波流速 V_R は、陸前高田市への津波到来時の浮遊物の映像記録から、平均 7.0 m/sec (最大 9.0 m/sec) と推定²⁾されている。実験では平均流速に着目し、実験流速 V_M はフルード数 Fr を一定とし、 $V_M = V_R \sqrt{1/N} = 7.0 \sqrt{1/50} \approx 1.0$ m/sec とした。実験で用いた開孔の形状は、図-3 に示すような、床版全面開孔 (開孔率 36%と 50%) と張出床版開孔の3ケースとした。

本実験はゲートを引き上げて造波させる方式であり、段波状の波が衝突する衝撃時 (衝突後 0~1s) とその後の定常的な流れの定常時 (衝突後 2~5s の3秒間) の両方を評価する。

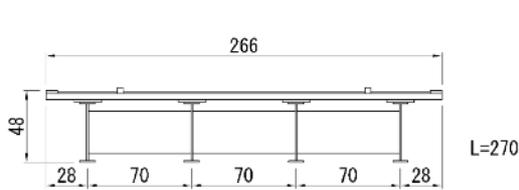


図-1 模型断面図 (N=1/50, mm)

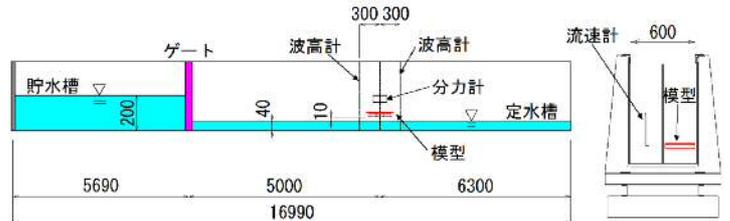
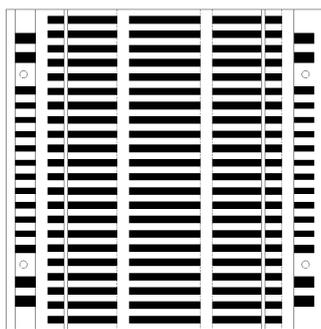
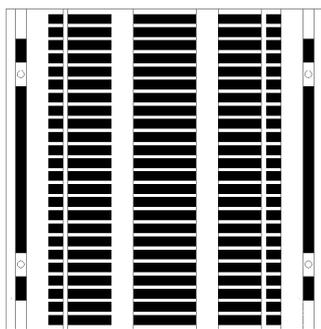


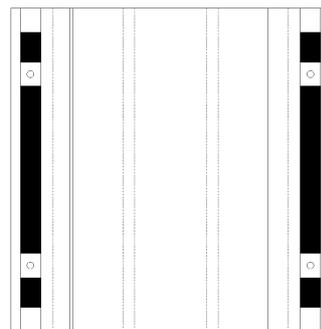
図-2 実験水路側面図 (mm)



a) KA1 (開孔率35%)



b) KA2 (開孔率50%)



c) KA3 (張出部開孔)

図-3 開孔の形状

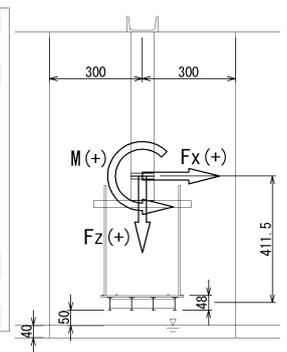


図-4 分力計の符号

3. 開孔床版実験結果

実験の時刻歴応答波形を図-5 に示す。上段は開孔していない模型(KA0)、中段は KA2、下段は KA3 を示す。

全面開孔床版とした場合、図-6 に示すように衝撃時の鉛直上向き力は 12.7N(KA0)から 4.5N(KA1), 3.2N(KA2) に低下する。同様に衝撃時の鉛直下向き力は -8.1N(KA0)から -4.0N(KA1), -4.7N(KA2), 定常時の鉛直力は 8.5N(KA0)から 1.0N(KA1), 0.4N(KA2)となり、開孔を設けることは鉛直力の低減に効果があることがわかる。水平力において定常時で応答値の増加が見られる。これは、開孔部から水が流入しやすくなり、下流側の主桁

キーワード 東日本大震災, 津波, 橋梁, 水理実験, 開孔床版, 気仙大橋

連絡先 〒984-0051 宮城県仙台市若林区新寺一丁目2番26号 (株)長大 仙台技術部 TEL 022-781-8628

側面に水平力が作用しやすくなったためと考えられる。

張出部開孔床版とした場合、図-7 に示すように衝撃時の鉛直上向き力は-8.1(KA0)から-4.8N(KA3)に低下するが、衝撃時の鉛直下向き力は 12.7N(KA0)から 14.0N(KA3)に増加する。これは、主桁側面に衝突した波が張出部開孔から上方に跳躍し、床版上面に落下する水量が多いためと考えられる。定常時においては、明確な変化は見られなかった。衝撃時の時計回りのモーメント(M-(i))は、-2.32N・m(KA0)から-2.21N・m(KA3)に若干低下が見られる。張出部に開孔を設けることで、橋梁が浮き上がり回転する力を低減させることが可能であることがわかる。

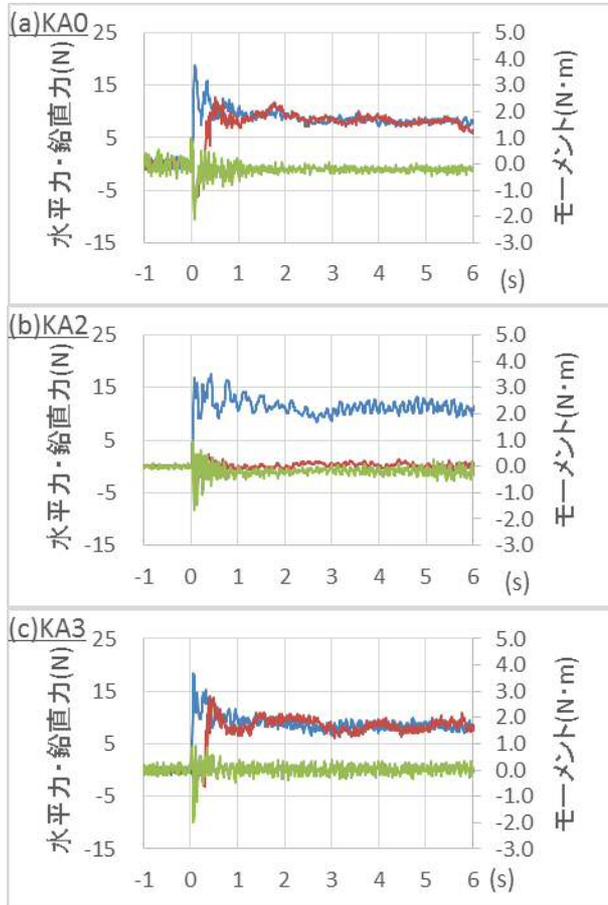


図-5 時刻歴応答波形

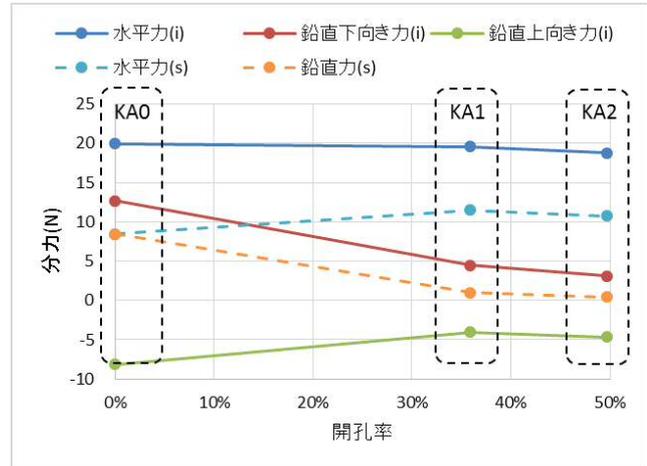


図-6 全面開孔床版

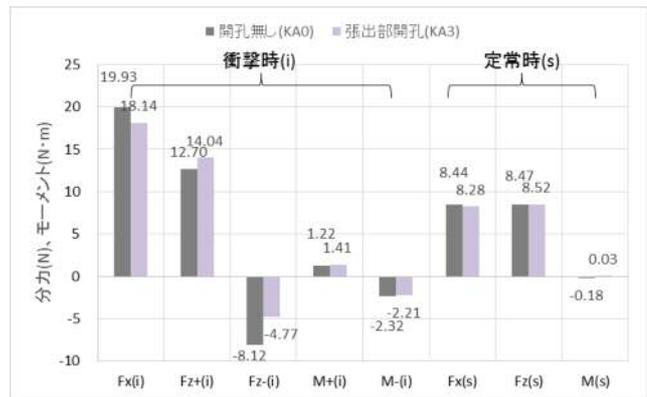


図-7 張出部開孔床版

5. 結論

床版の全面に 35%程度以上の開孔を設けることで、橋梁に作用する鉛直力を大幅に低減できることが分かった。しかしながら、主桁間に水が流入しやすくなり定常時の水平力が増加する。

張出部に開孔を設けることで、水平力を増加させることなく、衝撃時の鉛直上向き力および時計回りのモーメントを低減できることが分かった。

今後は、開孔率を小さくした場合の応答値の変化を把握や、床版に開孔を設ける場合の床版構造の安全性や車両の走行性等の課題を解決する必要がある。

参考文献

- 1) 虻川ら：気仙大橋の津波流出メカニズムの実験的検証，鋼構造年次論文報告集，Vol. 22，2014
- 2) 佐々木ら：桁抵抗力津波作用力比に基づく橋梁の被害分析，構造工学論文集 Vol. 59A，2013