

橋梁の開孔床版による耐津波効果

八戸工業大学 学生会員 ○坂本 雄太
八戸工業大学 正会員 長谷川 明
(株)長大 正会員 虻川 高宏

1. はじめに

2011 年東北地方太平洋沖地震による津波によって、多くの橋梁が被災した。ことに、橋梁上部工の流出被害が発生したことから、今後、津波対策が重要になると考えられる。これまでの研究結果によると、水平力に対する津波対策は有効な手段があるものの、鉛直力に対する効果的な方法が確認できていない。そこで、鉛直力への対策として開孔床版に着目し、桁下空間の残留空気や水流の開放による低減効果を検証した。今回は、実際に被災した橋梁のモデルを作成し、ゲート式水路を用いて水理実験を行って、その効果を考察した。

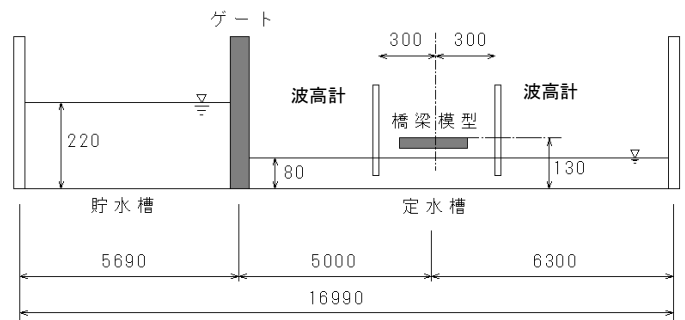


図-1 水路全景

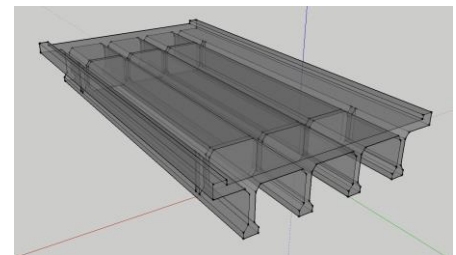


図-2 スパン 9 模型図

対象とした橋梁は、歌津大橋の第6スパン（支間長13.785m、PC11本主桁）と第9スパン（支間長29.180m、PC4本主桁）とし、本文では、第9スパンの実験結果を通して開孔対策の妥当性を考察する。

計測には、分力計、流速計を各1台、波高計2台を用いた。流速計は模型重心位置の水路背面に、波高計は模型の前後30cmの位置に設置した。

(2) 橋梁模型

スパン9模型は、主桁本数が4本、実験水路幅の制約から、橋長を290mmの亚克力製模型とした。縮尺が1/50であることから、幅員は166mm、地覆を含む桁高は40mm、中間横桁は中央から100mmの位置2ヶ所に厚さ4mmとした。これを図-2に示す。

開孔は、紙コップ落下による予備実験、および亚克力板の破損の可能性を減らすために、模型の全床版に対して孔面積が10%となるように開孔を施すことに決定した。図-3に示すように、孔の直径はそれぞれ5mmで、126個の開孔とした。

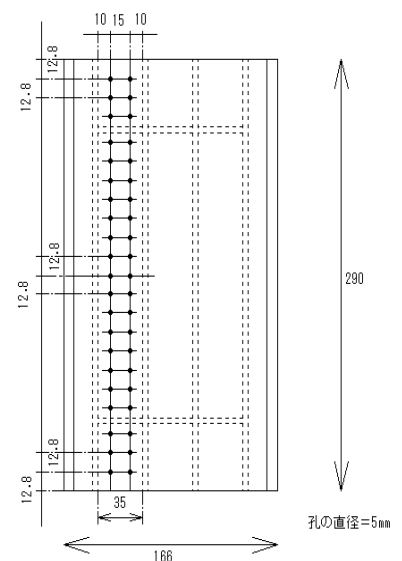


図-3 スパン 9 開孔詳細図

キーワード 2011 年東北地方太平洋沖地震、津波、橋梁、水理実験、開孔対策

連絡先 〒031-8501 八戸市妙字大開 88-1 八戸工業大学 TEL 0178-25-8075 FAX 0178-25-8075

3. 実験結果

スパン 9 の分力グラフを図-4 に示す。ここでは、津波に対して平行な力を F_x 、津波に対して鉛直下向きの力を F_z 、開孔対策有りの分力には(A)を付けて表示する。また、津波が衝突してからの 1 秒間を衝撃時(i)、衝突して 2～5 秒間を定常時(s)とし表示する。

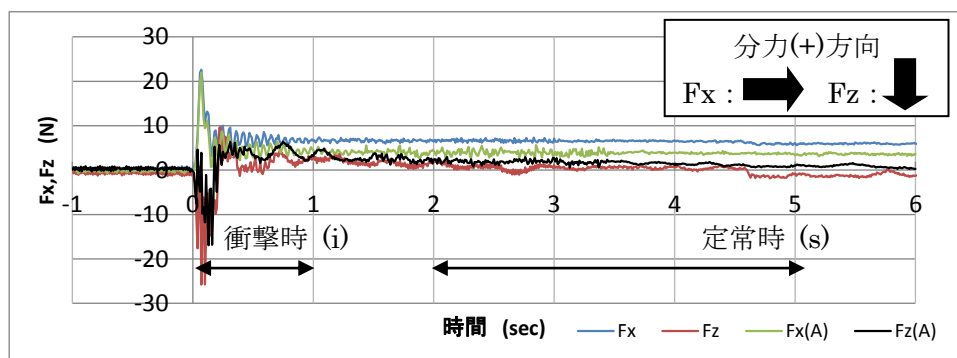


図-4 スパン 9 の分力時刻歴

表-1 スパン 9 分力表 (単位 : N)

	F_x (i)	F_x (s)	F_z (-i)	F_z (i)	F_z (s)
MU0	19.817	5.287	-27.018	12.017	1.483
MU0A	19.185	3.613	-13.205	6.795	1.113

(1) 分力時刻歴

衝撃時を比べると、 F_x にはあまり変化がないが、 F_z には開孔により揚力の低減効果が見られる。定常時を比べると、 F_x は若干の変化が確認できるが、 F_x と F_z はどちらもあまり開孔効果は判断できない。

(2) 分力比較

開孔無 (MU0) と開孔有 (MU0A) の模型に作用した各分力を比較した。その結果を表-1 に示す。

(表中、(i)、(-i)、(s)は、それぞれ、衝撃時の+側最大値、衝撃時の-側最大値、および定常時の値を示す。) F_z に対する低減効果は最大で約 14N もあり、目標としている鉛直方向力への低減効果は大きいと判断できる。

(3) 空気量の減少

図-5 は、桁内の空気量を確認するため、定常状態を比較してものである。左は開孔無、右が開孔有と表示しており、桁内に残留する空気が減少していることを画像から判断できる。この残留空気を図-6 に示すように台形近似して計算し、浮力の低減を比較計算した。これを表-3 に示す。残留空気率は約 37%で、開孔無に対して 67%となっている。この結果、橋梁を含めた浮力は約 85%に低減できることを示した。このことから、開孔部を設けることは、空気開放を促す効果があると判断できる。

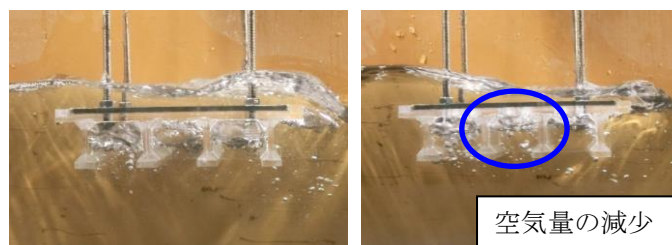


図-5 空気量と浮力の比較

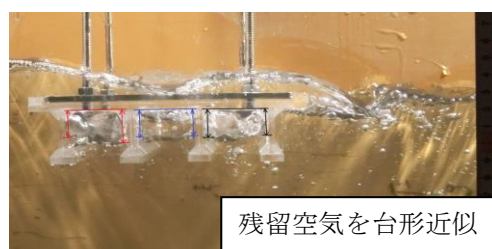


図-6 空気量の計算

表-3 空気量と浮力の比較

		MU0	MU0A	比
残留空気率	A0	56.0%	37.4%	0.67
残留空気浮力 (N)	BR	4.39	2.93	0.67
模型浮力 (N)	BM	5.16	5.16	1.00
合計 (BR+BM)	SUM	9.55	8.09	0.85
BR/SUM (%)		46.0	36.3	0.79

4. おわりに

歌津大橋をモデルとし、津波によって発生する鉛直方向力の対策として、床版に開孔を施す対策を提案し、その検証を行った。その結果、開孔対策は鉛直力に対して一定の効果を見込めることが確認できた。

今後は、開孔の位置、間隔、開孔率等を変化させた実験や、現在研究されているフェアリングとの複合利用による相乗効果の可能性の検証をし、橋梁の津波対策の実用性を確認していきたい。

参考文献

- 1) 土木学会：津波による橋梁構造物に及ぼす波力の評価に関する調査研究委員会報告 2013