

津波による気仙大橋流出に関する水理実験

八戸工業大学 学生会員 中村 悠人
八戸工業大学 正会員 長谷川 明
八戸工業大学 立花 一郎、石戸谷 拓

1. はじめに

2011 年東北地方太平洋沖地震によって多くの構造物が被災し、破損、倒壊等の被害を受けた。地震動による被災もあったが、海岸付近では津波によって構造物が流出する被害が目立った。特に、橋梁では上部工への津波力の作用によって甚大な被害が発生し、一部の橋梁では流出するという被害となった。このため、橋梁の津波対策は重要な課題となっており、流出した橋梁の力学的なメカニズムを解明し、その対策を検討する必要がある。本文では実証的な検討を行うために、被災した橋梁から気仙大橋を取り上げ、橋梁模型を用いた模擬津波による水理実験を実施し、その概要と結果について述べる。

2. 実験概要

- (1) 実験水路：全長 17m、全幅 60cm の水路を、貯水槽 5.7m、定水槽 11.3m となるようにゲートを設置し、手動でのゲート開放によって模擬津波を発生させる。図-1 のように水路を分割し、橋梁模型はゲートから定水槽側に 5m の位置に設置し、模型位置における流速を計測するため流速計測水路に流速計を設置した。
- (2) 橋梁模型：模型は、縮尺を 1/50 とし、長さ 270mm、幅員 266mm、地覆を含む桁高 48mm のアクリル製で主桁、対傾構等を再現した。これを図-2 に示す。また、桁高の影響を検討するため、桁高が 48mm、15mm の木製直方体模型を作成した。
- (3) 実験計測：被災時の映像より解析された流速が当該地区で 7m/sec と報告されていることから、フルード数を一定と理解し、実験での流速を、現地観測地の $1/\sqrt{50}$ 倍の約 1m/sec となるように設定した。計測には、橋梁模型に設置した分力計、流速計測水路に設置した流速計、および橋梁模型前後に設置した波高計を使用した。

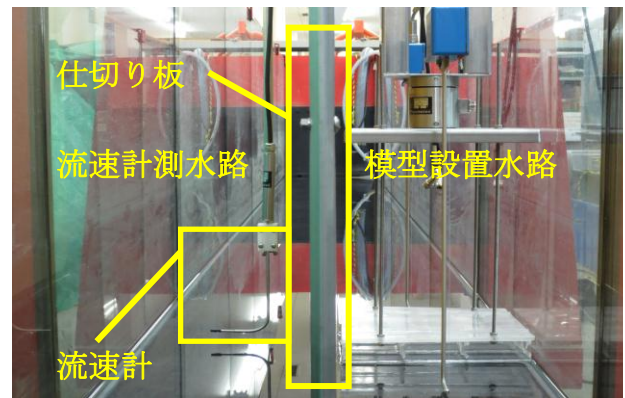


図-1 実験水路の断面

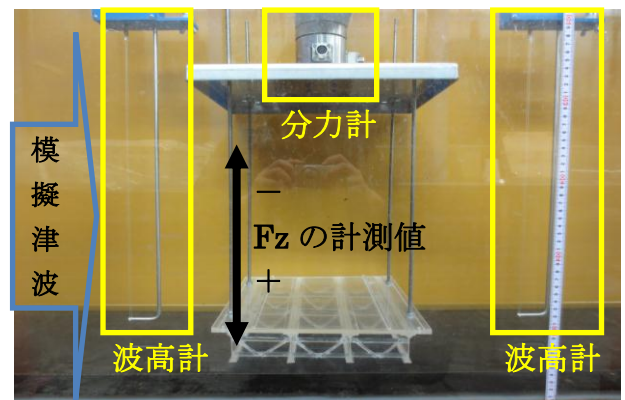


図-2 橋梁模型の設置状況

3. 実験結果

模擬津波がアクリル製の橋梁模型に到達、作用している状況を図-3 に示した。上図のグラフは橋梁に作用した水平、鉛直方向の分力の計測結果で、下図の写真は、その様子を示したものである。なお、 F_z は正の値が鉛直下向きの力となっている。

- (a) 津波が模型に作用し始めた瞬間：水平方向の分力 F_x が作用しはじめるが、 F_z には大きな変化は見られない。津波は橋梁主桁下部にのみ作用している。
- (b) 模型への衝撃的な力が最大となった瞬間：水平方向の分力 F_x が最大値、 F_z は逆に最小値となっている。橋梁模型の左側面全体に津波が作用し、一部が反射して流れと逆方向に動き、一部が橋梁上に跳ね上がっている。橋梁模型下部では、徐々に浸水が始まっている。

キーワード：2011 年東北地方太平洋沖地震、津波、橋梁

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

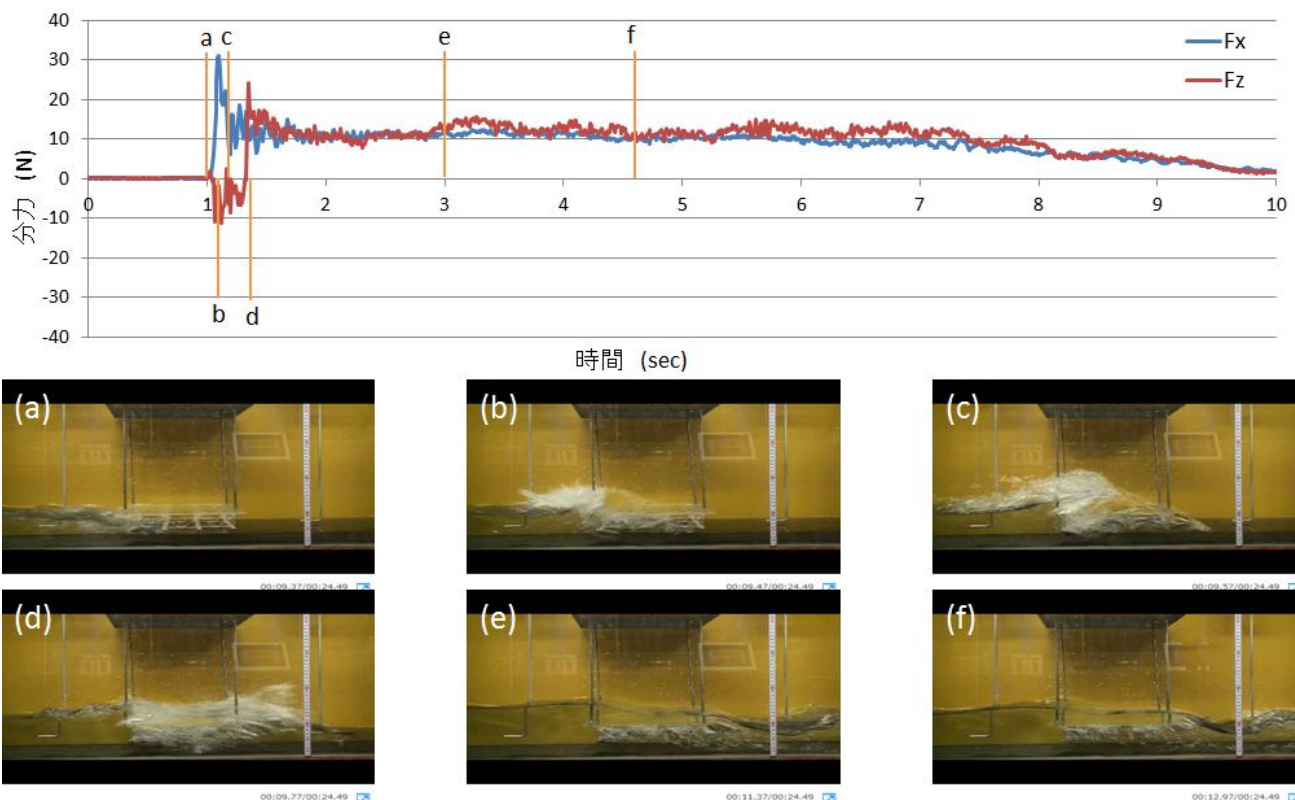


図-3 実験結果のグラフとその状況の写真

- (c) 衝撃的な力が最大となった直後：橋梁模型の左側面全体に津波が作用し、一部が反射しているものの、多くは橋梁上に跳ね上がっている。また、橋梁模型の右側面下部にも水が浸入し、桁全体に浮き上がらせる力が発生している。
- (d) F_z が最大を記録した瞬間：橋梁上に跳ね上がった津波が一気に橋面に落下し抑え込んでいる。橋梁模型の左側面端部を見ると、水の動きが穏やかに変化してきている。橋梁の大部分は乱れた流れの中にあるものの、水平抗力 F_x は衝撃的な力から定常的な力へ徐々に変化している。
- (e) (f) 定常的な津波の動き：衝撃的な流れから定常的な流れへと変化しているが、桁内部には残留した空気が留まっていた。この間、 F_x および F_z はほぼ等しい一定の値となっており、橋面を抑え込む力が長時間にわたって作用している。

これらの図から、 F_x は津波の衝突時に最大となり、その後の定常的な力は最大値の約 1/3 程度となった。 F_z は津波の衝突時は浮き上がらせる力のほうが強いが、定常時は抑え込む力のほうが強い。また、分力を計測値、1m あたりの現地換算値の順に表すと、水平抗力は衝突時が 31.0N、287kN/m、定常時が 11.1N、102kN/m、鉛直抗力は衝突時が -11.4N、-105kN/m、定常時が 11.2N、104kN/m であった。また、流速は計測値が 1.04m/sec で、現地換算値が 7.36m/sec となった。

4. おわりに

今回の実験結果を詳しく分析し、橋梁に作用する津波の基本的な力学的メカニズムを考察したいと考えている。そのため、今後は桁高を変化させることにより衝撃的な力や定常的な力がどのように変化してくるか、桁の構造を変えることによって津波の流れがどのように変化してくるか、また、桁下に入り込んだ津波がどのような挙動となるのかなどの実験を行い、その成果から、橋梁の津波対策に関する知見を検討し、検証して行きたいと考えている。

参考文献：1)Yulong ZHENG 他：EVALUATION FOR OUTFLOW OF GIRDER DUE TO TSUNAMI、土木学会第 67 回年次学術講演会講演概要、I-029、2012