津波による被害を受けた陸前高田市の橋梁被害分析

九州工業大学 学生会員 〇神宮司 博志 大日本コンサルタント(株)正会員 佐々木 達生 九州工業大学 正会員 幸左 賢二

1. はじめに

東北地方太平洋沖地震に伴い発生した津波により,東 北地方太平洋沿岸部が壊滅的な被害を受けた.本論文で は,橋梁の上部構造流出が複数確認された岩手県陸前高 田市を対象とした津波伝播遡上解析を実施し,水平方向 に大きく流出移動した気仙大橋を代表として,津波によ る水平作用力と桁の水平抵抗力の関係を求め,流出メカ ニズムの推定を試みた.

2. 陸前高田地区の橋梁の津波被害

図-1 に陸前高田市沿岸部の津波浸水範囲及び現地 調査により確認した橋梁位置を示す.浸水範囲は国土地 理院より提供されている2万5千分の1浸水範囲と後述 する遡上解析による浸水範囲を示しており,それぞれ概 ね一致している.浸水範囲内の橋梁で上部構造の流出被 害が多数確認でき,特に対象地区で最も大きな河川であ る気仙川に架かる橋梁は全て上部構造が流出している. 一方,気仙川と比べて小規模な河川である川原川におい ては,多数の橋梁が存在するものの流出被害が生じた橋 梁は2橋にとどまる.なお,沼田跨線橋に代表される陸 上橋に流出被害が確認されるのが特徴的である.

3. 津波伝播遡上解析

解析は非線形長波理論を用い,具体は以下に示す. (a) 波源モデルに藤井佐竹モデル(Ver4.6) を用いた. (b) 陸域のデータは 5m, 10m メッシュを使用した.

(c) 解析領域 A~H の最小領域 H のメッシュサイズを
2m とし, Gを 6m, Fを 18m と A に向かって 3 の倍数
で大きくして各領域を結合した.

映像及び遡上解析により推定した浸水状況を図-2 に示す.津波の流向は気仙川と概ね同じ北西方向を向い ている.流速は,解析結果の値が,映像分析結果に比較 して若干小さいものの,全体として 5~6m/s を超える最 大流速が発生する.これは海岸線の防波堤が近い一方で, 平坦な地形であるためと考えられる.

4. 気仙大橋に作用した津波の流速

前述した被害状況から,流出被害が顕著に見られる気











図-3 気仙大橋桁流出状況及び断面諸元

キーワード 津波被害,津波伝播遡上解析,流速分布,流出メカニズム評価 連絡先 〒810-8550 福岡県北九州市戸畑区仙水町1-1 九州工業大学 建設社会工学科 TEL 093-884-3123 仙川に着目し、河口から約 0.5km 上流に位置する気仙大橋を分析対象とした.気仙大橋及び付近の被害状況を図-3に示す.気仙大橋は橋長 181.5m の3径間連続と2径間連続の合計 5 径間の鋼連続鈑桁橋である.全幅員は13.3m であり、厚さ220mmの RC 床版を有す.津波により上部構造が流出し、右岸側3径間[A]が約330m、左岸側2径間[B]が約290m上流の河道内に移動しており、床版の一部がさらに上流側に移動している.

同図に,解析結果の算出点と評価手法を示す.桁長×幅 員を1平面に設定し,10mピッチの合計16及び24の着 目点の結果を平均化した.図-4に,右岸側[A]と左岸側 [B]の流速と浸水高の時刻歴変化を示す.図中に示すC点 とD点はそれぞれ津波水位が桁に達した時刻の浸水高を 示す.同図よりCからD点の間に左右岸側ともに約6m/s の流速が作用したと推定される.ここで,現地調査の際 に入手した,気仙大橋の連続写真から求めた浸水高をC 点基準に解析結果と比較した結果,同様の上昇傾向が得 られており,解析結果の再現性は良好と判断できる.

さらに、一連の画像資料より図-5に示すように、桁に 作用する津波形状は桁の上下流で大きな水位差が生じな い定常流状であったことが確認できる.

5. 流出メカニズムの推定

前章で述べた津波の作用状態を考慮して下記の式(1), (2)に基づき上部構造に対する作用力 *F* と抵抗力 *S* を算出 した. なお,式(2)中の浮力 *U* は,図-6の上部構造が完 全に浸水した以降の区間[b]にのみ考慮している.さらに 作用力と抵抗力の比をβ値とし,流出判定指標とした.

$F = \frac{1}{2} C_d \rho_w v^2 A_h$	(1)
$S = \mu \cdot (W - U)$	(2)

図-6 は作用力と抵抗力の時刻歴変化を示す. 同図より 気仙大橋は、上部構造が完全に浸水した後に発生した浮 力の影響で抵抗力が低下したため、5~6m/s 程度の流速下 で発生した水平作用力で流出したと考えられる. この結 果は図-3 に示す被害状況と流出方向に良く整合する.

6. まとめ

- (1) 映像及び遡上解析による結果から陸前高田地区全体 で北西向きの 5~6m/s 程度の最大流速が生じること が確認できた.
- (2) 気仙大橋は、上部構造が完全に浸水したことで生じた浮力により抵抗力が低下したため、津波による水平作用力が抵抗力を上回り流出したと推定される.



図-4 数値解析結果及び画像推定浸水高



図-5 津波作用状態

