

島越における3次元津波浸水シミュレーションと鉄道橋梁の津波応答解析

公益財団法人鉄道総合技術研究所	正会員	○津野 靖士
公益財団法人鉄道総合技術研究所	正会員	佐藤 祐子
公益財団法人鉄道総合技術研究所	正会員	渡辺 健
伊藤忠テクノソリューションズ(株)	正会員	河路 薫

1. はじめに

鉄道構造物の耐津波安全性を評価するためには、構造物にかかる津波外力と構造物の津波応答を把握することが必要である。そのため、実際に被害を受けた鉄道橋梁の津波外力を抽出し、その外力を用いて構造物の津波応答を把握することを試みた。

2. モデル化

2011年東北地方太平洋沖地震津波の際に、東北地方・旧島越駅周辺の鉄道橋梁は大きな被害を受けた。特に総長200m規模である旧島越駅の鉄道橋梁・高架橋に作用した津波波力を算出することを目的に、その鉄道橋梁・高架橋を含めた3次元津波浸水シミュレーションを実施した。図1に、1mメッシュで詳細にモデル化した橋梁・高架橋モデル（ただし、実際の構造物の部材寸法とは若干異なる）を示す。図2に示した旧島越駅周辺の地形（1050m×1695m×高さ50m程度の空間）を水平方向5m間隔の正方格子メッシュで詳細にモデル化した。図中の橋梁1はコイコロベ沢橋梁、橋梁2はハイペ沢橋梁、橋梁3は旧島越駅の橋梁・高架橋である。旧島越駅（橋梁3）近傍については、旧島越駅の鉄道橋梁・高架橋に作用した津波波力を適切に算出するため、1mメッシュで詳細に地形（100m×250m×高さ50m程度の空間）をモデル化した（図3）。

3. 3次元津波シミュレーション

2011年東北地方太平洋沖地震の震源断層モデル（内閣府モデル）に対する3次元津波浸水シミュレーションを実施し、得られた旧島越駅の橋梁・高架橋（1mメッシュでのモデル化）まわりの最大浸水分布は僅か約200mの橋脚間においても最大津波浸水分布が異なっている。また、橋脚地点での津波流速が特に大きく、3次元津波浸水シミュレーション結果から再現できていることを確認した。図4に、旧島越駅の橋梁・高架橋に作用する橋脚まわり（図3の橋脚109）の波圧の時刻歴を示す。橋脚まわりの東側と西側で津波による波圧に大きな差が見られ、橋脚まわりの波圧の積分が外力として作用する。

4. 鉄道橋梁の3次元弾塑性フレーム解析

2011年東北地方太平洋沖地震の際に被害を受けた旧島越駅の橋梁・高架橋の3次元弾塑性フレーム解析（総節点数504）を行った。津波外力としては、津波波動場から算出された鉄道構造物まわりに作用する津波波圧を入力した。構造物の諸元は「鉄道構造物等設計標準・同解説 コンクリート構造」を参照し、非線形部材の復元力特性はテトラリアモデルを採用した。鉄筋はSD345（強度345N/mm²）とした。図5に示した最大変位図では、津波波力により5.418cmの最大変位が見られている。西側と東側の両方の脚でひび割れモーメントに達しているものの、降伏モーメントには達していない。

5. まとめ

島越における2011年東北地方太平洋沖地震の3次元津波浸水シミュレーションを実施し、旧島越駅の鉄道橋梁を対象とした3次元弾塑性フレーム解析を行った。構造物応答の分布形状は実際の被害と類似点が見られるものの、鉄道橋梁の破壊に至る過程の再現には至っていない。そのため、より詳細なモデル化による津波浸水シミュレーションから適切な津波波圧を抽出すること、津波到来前の地震動を考慮することなどを検討する必要がある。

謝辞：本テーマは、国土交通省の鉄道技術開発費補助金を受けて実施しました。

キーワード 津波浸水シミュレーション, 鉄道橋梁, 津波応答解析, 2011年東北地方太平洋沖地震, 島越
連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町2丁目8-38 地震解析研究室 TEL042-573-7273

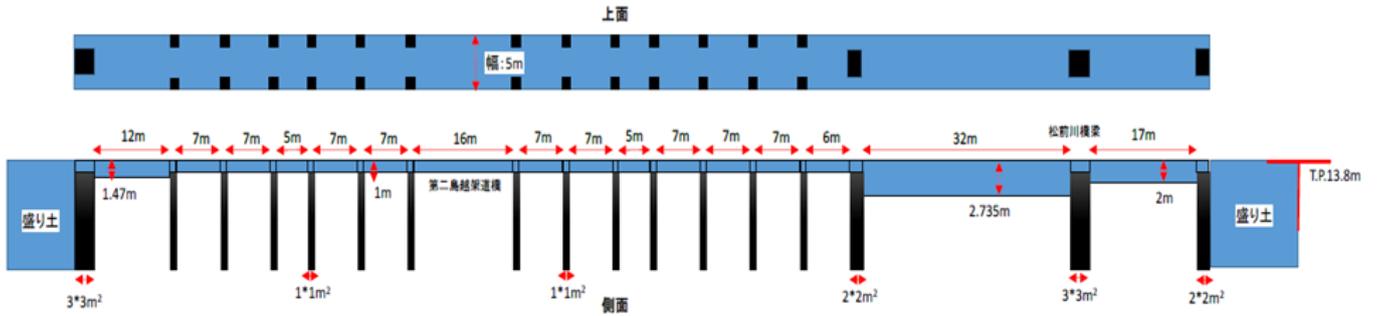


図1 3次元津波シミュレーション(1m格子)に使用した鉄道橋梁・高架橋モデル



図2 対象地域(島越)

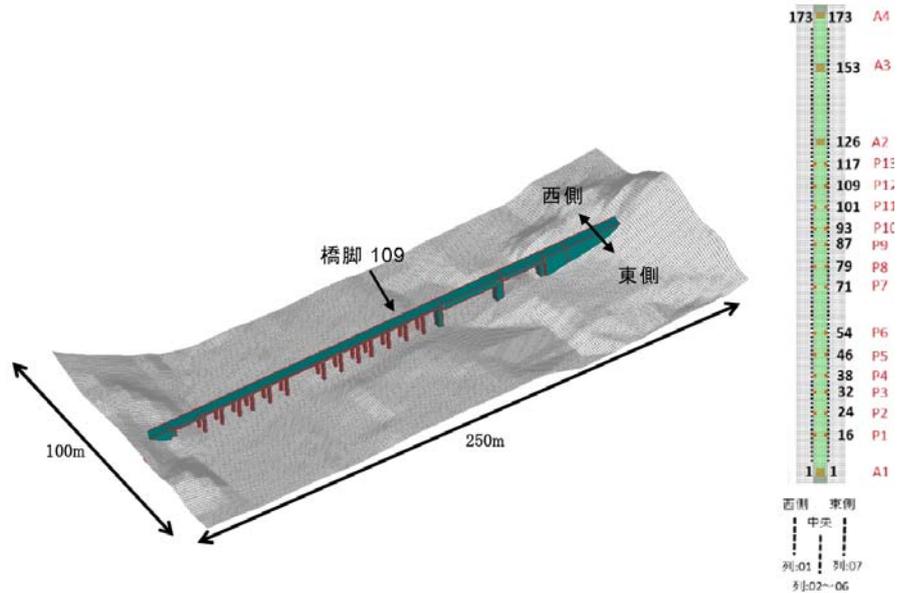


図3 鉄道橋梁周辺のモデル化

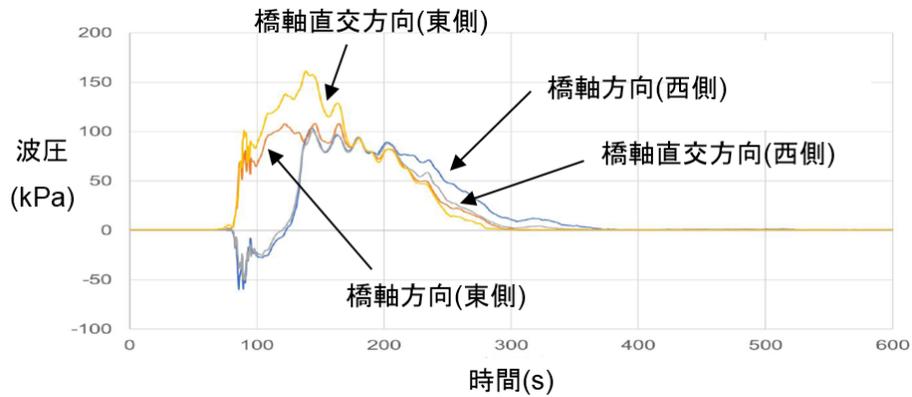


図4 橋脚(番号109)まわりの波圧の時刻歴

最大変位
 5.418×10^{-2} (m)

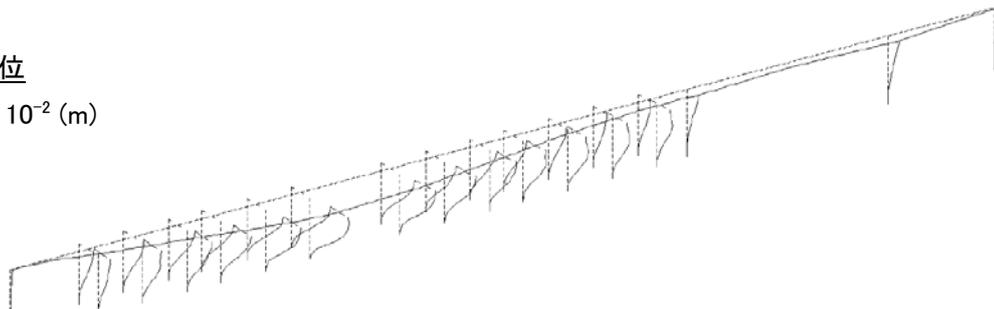


図5 2011年東北地方太平洋沖地震津波に対する橋梁・高架橋モデルの3次元弾塑性解析結果(最大変位図)