

## 河川を跨ぐ橋梁の橋脚沈下の原因推定のための基礎的検討

九州大学 学生会員 ○斧田 和樹 九州大学大学院 正会員 梶田 幸秀

### 1. はじめに

2016 年熊本地震では種々の構造物が強震動や地盤変状により被害を受けた。河川を跨ぐ橋梁では、これまでの地震被害と同様に秋津川、木山川にかかる橋梁で写真-1 のような橋台背面アプローチ部の沈下現象が見られたが、秋津川にかかる惣領橋では河川内に立てられた中間橋脚が沈下したような被害が確認されている (写真-2)。そこで、本研究では、中間橋脚の沈下現象の原因を推定するため、地盤と橋梁の連成を考えた地震応答解析を実施し、検討を行った。



写真-1 橋台背面アプローチ部の沈下現象

### 2. 解析概要

本解析では、液状化による構造物被害予測プログラム FLIP を用いた。秋津川周辺地盤の地盤条件は入手できなかったため、これまでの研究<sup>1)</sup>で用いてきた地盤条件、橋梁条件をもとに解析を行うことにした。解析モデルの全体図を図-1 に、地盤物性値を表-1 に示す。表-1 において layer1 と layer2 が橋台背面に存在する地盤となる。layer3 は橋台底面直下の地盤であり、本解析では layer3 を液状化させる場合は N 値が 2 の液状化層に、液状化させない場合は N 値が 10 の非液状化層と仮定して解析を行っている。本解析では、地震応答による中間橋脚の沈下現象を確認するため、地盤と杭の非線形性については考慮しているが、橋台本体および橋脚、桁は線形弾性体と仮定している。また橋脚と桁は剛結とし、橋台と桁について、文献<sup>1)</sup>と同様に、橋軸方向(水平方向)には衝突ばねを挿入し、鉛直方向については橋台と桁は、地震応答中、鉛直方向の相対変位が一定となるようにしている。



写真-2 中間橋脚の沈下現象

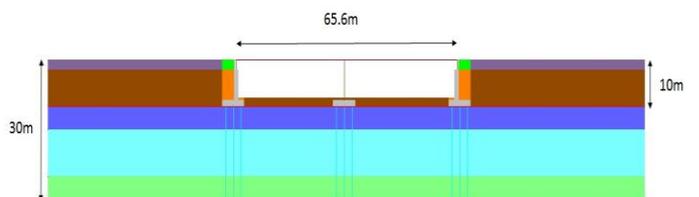


図-1 解析モデル全体図

表-1 地盤物性値

土層区分	層厚D	層上端 上載圧	湿潤 密度	N値	せん断 抵抗角
	(m)	$\sigma_v$ (kPa)	$\rho_t$ ( $t/m^3$ )		$\phi_f$ ( $^\circ$ )
layer1	2.1	0	1.8	5	39
layer2	7.9	37	1.8	10	39
layer3	5.0	177	1.0	2	37
layer4	10.0	226	1.0	10	38
layer5	5.0	324	1.0	20	39

layer3 を非液状化層とした場合、すなわち、普通地盤上に橋梁が存在するときの本橋梁モデルの固有周期を確認した。確認の方法としては、工学的基盤面に最大加速度を 500gal で固定した種々の周期を有する正弦波を入力し、桁の最大絶対加速度のピーク値から固有周期を求めている。正弦波の周期と桁の最大絶対加速度の関係を図-2 に示す。これより、本橋梁モデルの固有周期は 0.7 秒と 0.3 秒付近に存在することが

分かり、一般的な橋梁を再現できていると思われる。

### 3. 解析結果

入力した地震動は、2011年東北地方太平洋沖地震において福島県相馬市で観測された地震動を工学的基盤面に引き戻したものをを用いている。layer3を液状化層とした場合と非液状化層とした場合とで比較することにした。図-3、図-4に液状化層の場合と非液状化層の場合の解析終了時の変形状態図ならびに過剰間隙水圧比を示す。過剰間隙水圧比がゼロに近い場合は青色、1に近い場合は赤色で表示されている。全体の変形図を見ると液状化を考慮しない場合はほとんど橋梁は変位していないが、液状化を考慮した場合は橋脚が沈下し、橋桁が折れ曲がっていることがわかる。続いて、図-5に橋脚天端（桁中央部）の鉛直方向変位を示す。これより液状化を考慮しない場合は、ほとんど動いていないが、液状化を考慮した場合絶対変位として45cm沈下することが分かった。液状化を考慮した場合において、桁左端と桁中央部の相対変位、桁右端と桁中央部の相対変位を示した図を図-6に示す。なお、桁中央部の方が下にある場合、相対変位が負になるようにした。これより両側橋台の位置と比較しても桁中央部は45cm程度沈下していることが分かった。

### 4. まとめ

今回の橋梁モデルでは、地盤内に液状化が発生すると液状化層の変形により中間橋脚の沈下する可能性があることが示めされた。今後は、実地盤条件などを用いて、中間橋脚が沈下する条件などの原因解明に努めていきたい。

#### 参考文献

1) 梶田幸秀, 柿永恭佑, 宇野州彦, 北原武嗣: 橋桁の影響を考慮した液状化地盤上にある橋台の地震時応答に関する基礎的研究, 土木学会論文集 A1 (構造・地震工学), Vol.72, No.4, pp.338-347, 2016

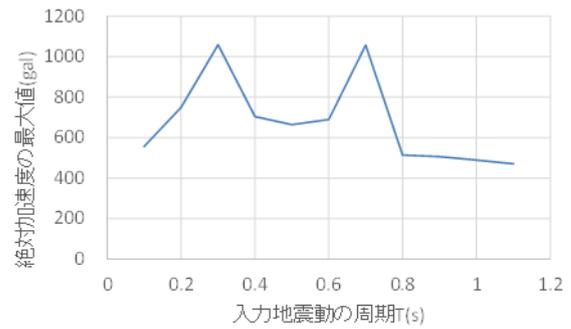


図-2 絶対加速度の最大値と入力地震動の周期の関係

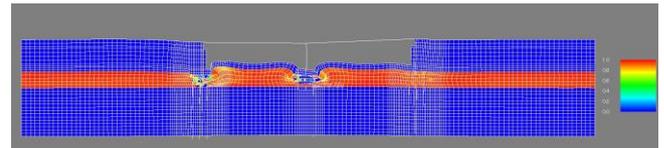


図-3 変形状態図 (変形倍率 3 倍, 液状化考慮)

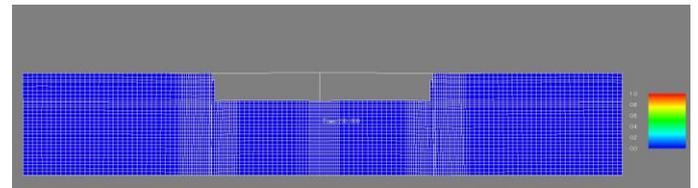


図-4 変形状態図 (変形倍率 3 倍, 液状化非考慮)

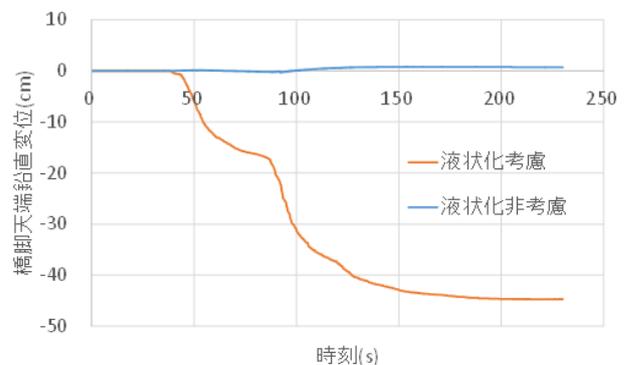


図-5 橋脚天端鉛直変位時刻歴

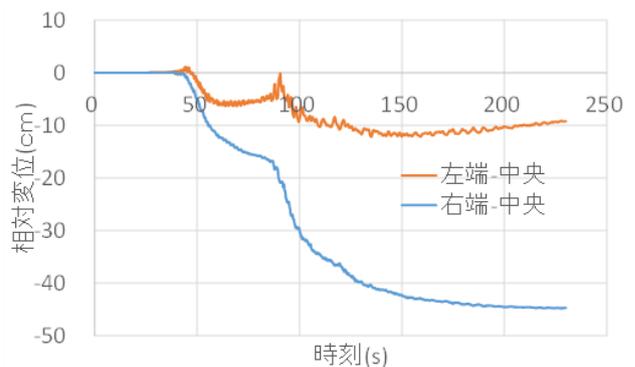


図-6 相対変位時刻歴(液状化考慮)