

## 地震時の支持地盤の異なる橋台の変位と要因に関する一考察

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○佐々木 愛

阿部 慶太, 野本 将太, 高崎 秀明, 石橋 誠司, 滝沢 聡

## 1. はじめに

鉄道において、地震による橋台の滑動や転倒、橋台背面盛土の沈下は、列車の走行安全性に大きな影響を及ぼすことから、既存橋台の耐震性能を適切に評価し、補強などの耐震対策を必要に応じて講ずることが重要である。

本稿では、石橋ら<sup>1)</sup>とともに行った重力式橋台の縮尺模型を用いた地震波による振動台実験を踏まえ、支持地盤が異なることによる地震時の橋台変位への影響とその要因について検討した結果を報告する。

## 2. 実験概要

実験に用いた橋台模型は首都圏にある高さ約8.0mの重力式橋台を想定し、香川の相似則<sup>2)</sup>に従い縮尺が1/10となるように製作した。図-1に模型概要及び計測機器の配置を示す。背面地盤表面にはスチールグリッド(1.0kN/m<sup>2</sup>)を用いて上載荷重を作用させた。橋桁に関しては、実物の桁慣性力相当の質量を橋台模型(鉄・アルミ製、475kg)の天端に橋長20m相当のRC桁を模擬して200kgの重錘を設置した。

振動台実験は、加振波形に鉄道構造物の耐震設計<sup>3)</sup>で用いられるL2地震動スペクトルI(最大加速度800gal, G2地盤相当)を相似則<sup>2)</sup>に従って時間軸圧縮したものを用いて実施した。

試験ケースは支持地盤が異なることによる地震時の橋台変位への影響を確認するため、表-1、表-2に示す通り支持地盤の相対密度をパラメータとした。

## 3. 実験結果・考察

## (1) 水平成分

橋台の水平変位(滑動)に関する時刻歴を図-2に示す。橋台の水平変位(滑動)については、支持地盤の違いによる差はほとんど見られなかった。

また、橋台の回転角は図-3に示す通り、若干量の差(0.06度)は見られるものの、同じような挙動を示した。

地盤が橋台に作用する力は、橋台模型に設置した2方向ロードセルにより計測し、橋台模型の奥行き幅980mmに換算して算出した。図-4に示す通り、橋台に対し圧縮方向の力を土圧、せん断方向の力を摩擦力と定義した。

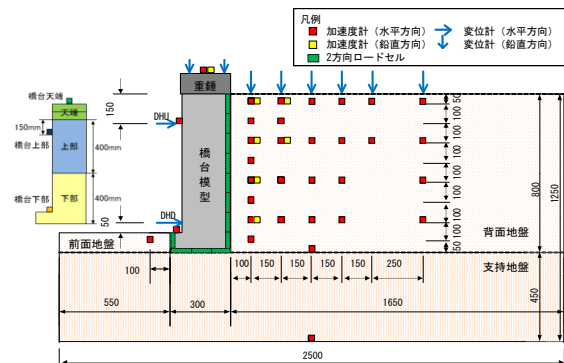


図-1 模型概要・計測器配置 (単位: mm)

表-1 試験ケース

|        | 背面地盤   | 前面地盤   | 支持地盤          |
|--------|--------|--------|---------------|
| Case-1 | Dr=80% | Dr=80% | Dr=80%        |
| Case-2 | Dr=80% | Dr=80% | <b>Dr=60%</b> |

表-2 模型地盤の物性値

|        | 単位体積重量                        | 内部摩擦角<br>( $c=0\text{kN/m}^2$ ) |                         |
|--------|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------|
|        | $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> ) | $\phi_{\text{peak}}$ (°)        | $\phi_{\text{res}}$ (°) |
| Dr=80% | 15.9                          | 44.4                            | 36.8                    |
| Dr=60% | 15.3                          | 40.3                            | 36.7                    |

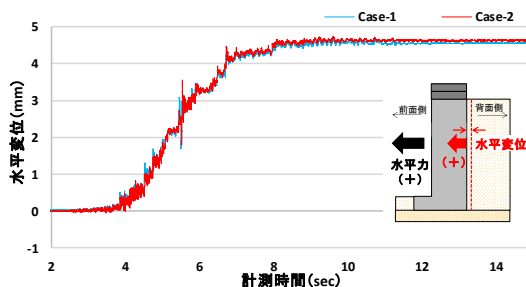


図-2 橋台の水平変位(滑動)時刻歴

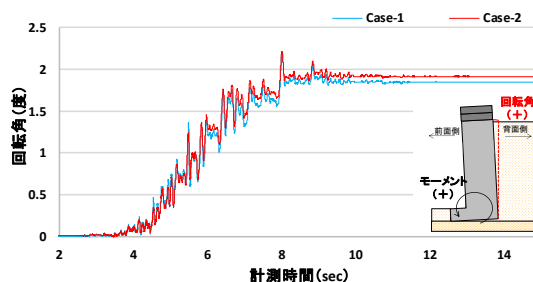


図-3 橋台の回転角

キーワード：橋台、地震時土圧、変位

連絡先：東京都新宿区西新宿二丁目6番1号新宿住友ビル31階 東日本旅客鉄道(株) 構造技術センター

TEL.03-6276-1251/Fax.03-5371-3524

橋台背面に作用する水平土圧の時刻歴を図-5 に示す。初期水平土圧は Case-1 の方が 0.2kN 程度大きく、加振時全域に渡り差はあまり変わらなかった。これにより水平土圧は概ね同等であることが分かった。また、橋台に作用する慣性力については Case-1 と Case-2 は概ね同等であった。

橋台の水平変位に対し抵抗となる橋台基礎底面の摩擦力を図-6 に示す。Case-1 の橋台基礎底面の摩擦力は、初期は Case-2 に比べて 1.0kN、加振後は 1.5kN 程度大きく、これは Case-1 の支持地盤の相対密度が密であるためと考えられる。また、橋台の前面土圧に大きな差は確認されなかった。

## (2) 鉛直成分

橋台の鉛直変位に関する時刻歴を図-7 に示す。橋台の鉛直残留変位については、Case-2 の方が沈下量は 2mm 程度大きいことが分かり、支持地盤の違いが影響しているものと考えられる。

橋台の鉛直変位に抵抗する力となる橋台背面の摩擦力を図-8 に示す。Case-2 が 0.1kN 程度大きいことが分かった。また、図-9 に示す通り基礎底面の鉛直土圧については、初期は Case-1 が 1kN 程度大きいですが、加振後には差は小さくなった。

鉛直変位が 2mm 程度と大きな差が見られなかった点については、抵抗する基礎底面の摩擦力によるものと考えられる。

## (3) まとめ

本実験で得られた結果を以下に述べる。

- 1) 相対密度が密な方 (Case-1) が、橋台基礎底面の摩擦力が大きい  
が、水平変位 (滑動) に大きな差は生じない。
- 2) 相対密度が密な方 (Case-1) が、鉛直変位はやや小さく、回転角  
に大きな差は生じない。

## 3. おわりに

今後は、既存橋台の耐震性能を有効に評価すべく、更に検証を行っていく所存である。

**謝辞** 結果の整理を行う上で公益財団法人鉄道総合研究所基礎・土構造研究室各位にご助言を頂きました。ここに記し感謝の意を申し上げます。

## 参考文献

- 1) 石橋ら：背面地盤の異なる橋台における地震時の作用力と変位に関する一考察，第 74 回土木学会年次学術講演会，2019。
- 2) 香川崇章：土構造物の模型振動実験における相似則，土木学会論文報告集，No.275，pp.69-77，1978。
- 3) 国土交通省監修，鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計，2012。

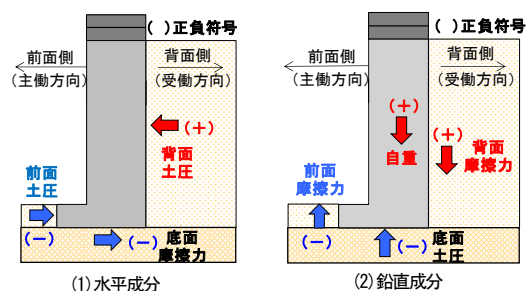


図-4 橋台に作用する力

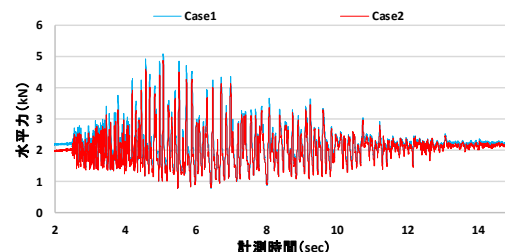


図-5 橋台の背面土圧 (水平成分)

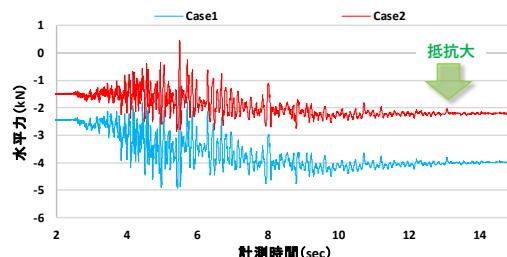


図-6 橋台基礎底面の摩擦力 (水平成分抵抗力)

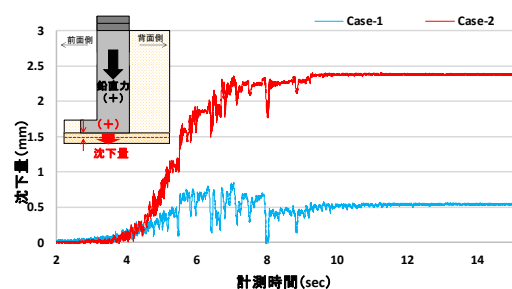


図-7 橋台の鉛直変位時刻歴

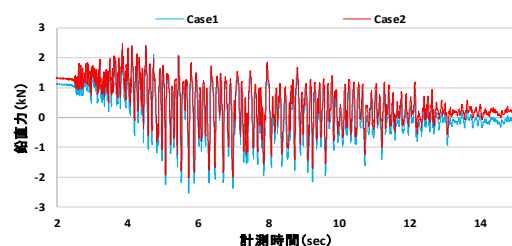


図-8 橋台背面の摩擦力 (鉛直成分抵抗力)

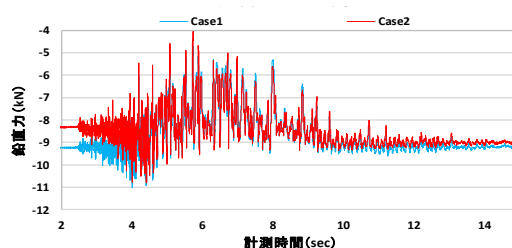


図-9 橋台基礎底面の鉛直土圧