

水平2次元加振実験による斜角橋台の地震時土圧の検証

公益財団法人鉄道総合技術研究所 正〇猿渡 隆史 正 西岡 英俊
西日本旅客鉄道株式会社 正 山田 孝弘

1. はじめに

過去の大規模地震時の被害事例として、斜角をもつ橋梁では、桁が鋭角側から鈍角側に向かう方向に回転し、支承を破壊し落橋を生じている事例¹⁾が確認された。この発生メカニズムを解明するために筆者らは斜角の橋台に着目をし、1/20 スケールの通常の直角橋台と斜角橋台の模型に対して水平2次元加振実験を行い、地震時の挙動特性やその残留変位量の違いについて把握を行った²⁾。その際に斜角の橋台の場合、直角橋台に比べ土圧が減少し、設計時にも地震時土圧を低減できる可能性があると考えられた。そこで上記の実験において加振時の土圧に着目して検証を行なった。

2. 水平2次元加振実験の概要²⁾

水平2次元加振実験は、7m×5m のテーブルをもつ振動台を用いて重力場で実施した。使用した1/20スケールの模型は支持地盤上に、橋台とその背面のU型擁壁内に盛土が続くものとした(図1)。模型の詳細および加振パターンについては文献2)を参照されたい。また、橋台模型にはロードセルを内蔵し背面土圧を計測できるようにした(図2)。

入力加速度と橋台天端での累積変位の関係について、鉄道設計標準³⁾に基づいた設計値と比較したとき、斜角橋台では実験値と設計値の乖離が大きくなる結果となった(図3)。斜角橋台の模型では想定されるすべり面の途中にU型擁壁があり、土塊の全てが土圧として作用しないと思われるが、設計上は橋台背面に盛土が無制限に続くことと仮定し、土圧を過大評価していることがその原因の一つと考えられた。

3. 加振時の土圧の実効値の整理

ここでの加振時の土圧は「土圧の実効値」と定義される⁴⁾、加振による橋台の主働方向の慣性力が最大となる時刻での土圧の計測値で評価した。また土圧の計測値としては、橋台背面のそれぞれのロードセルについて分担領域を設定し、計測値を面積に換算し、それらを合計することにより橋台背面全体に作用する土圧の計測値とした。

この橋台背面に作用する土圧の実効値を背面盛土の物性値を用いて水平方向の土圧係数に換算したものと、入力キーワード 橋台, 振動台実験, 土圧

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (公財) 鉄道総合技術研究所 構造物技術研究部 基礎・土構造

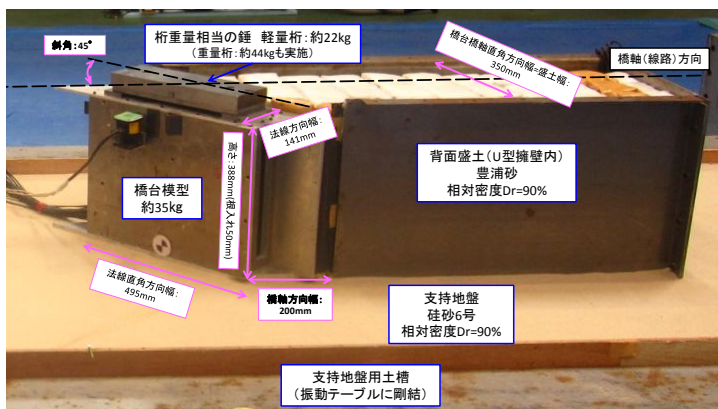


図1 模型の概要(斜角橋台・軽量桁の例)

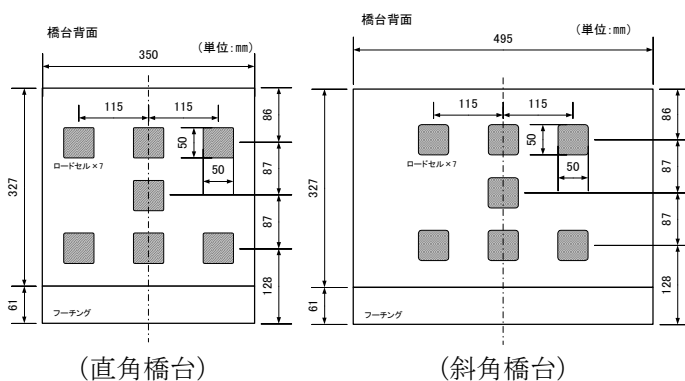


図2 背面ロードセルの設置位置

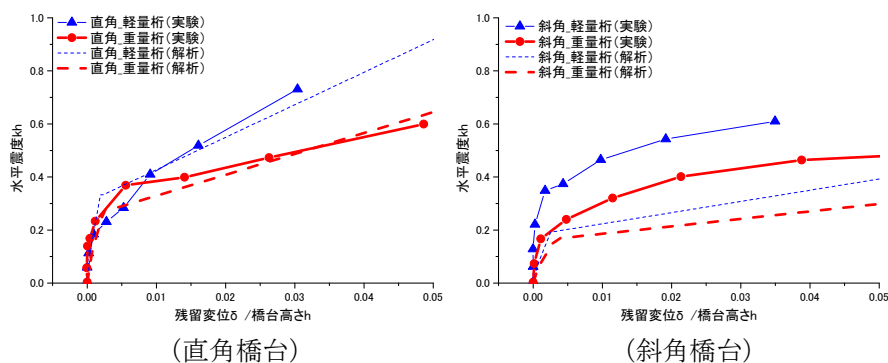


図3 水平震度と法線方向の残留変位の関係

加速度の関係を図4に示す。加えて鉄道設計標準³⁾でL1地震時およびL2地震時の土圧算定式である物部岡部式と修正物部岡部式による水平方向の土圧係数も示している。直角橋台で軽量桁のケースにおいては初期(入力加速度がゼロ)の土圧が静止土圧状態に近かったのか、理論値や他のケースより土圧係数は大きな値となっているが、その他のケースの土圧係数では初期値は理論値に近いが入力加速度レベルが上がると低下する傾向にあり、理論値から離れていく結果となった。また、直角橋台と斜角橋台で同桁重量、同加振レベルでの土圧係数を比較すると斜角橋台の方が直角橋台に比べて値が小さい結果となった(軽量桁について、初期の土圧係数の違いを無視して初期からの増減分で比較しても同様)。

4. 実験で得られた土圧および全水平作用に関する考察

本実験で得られた土圧係数が、土圧理論で求められる地震時土圧係数と入力加速度レベルが上がるにつれ乖離していく傾向については、慣性力と土圧の位相が異なっていることが原因の一つと考えられ、過去の橋台の振動実験でも同様の傾向が見られる⁴⁾。図5は図4で示す土圧係数の実測値を、鉄道設計標準³⁾で算定される土圧係数の設計値(簡易法による)で除した値を縦軸にプロットしたものである。総じて実験時の土圧係数は入力振動レベルが300galより大きくなると、理論値の半分程度以下まで低下していることがわかる。

ここで図3で斜角橋台の方が設計値との乖離が大きくなった理由を考察するため、橋台への全水平作用の違いについて検証する。橋台に作用する主働側の慣性力が最大時の全水平力(桁と橋台の慣性力+土圧)の設計値との比を図6に示す。多少のばらつきがあるものの、桁重量に関わらず各橋台で、概ね設計値に対する比率が一致しており、かつ斜角橋台の方が小さな値であることがわかる。このように斜角橋台の方が土圧の過小評価傾向が顕著であることが図3での乖離の大きな要因であると考えられる。

5. まとめ

1/20スケールの直角橋台と斜角橋台の2次元加振実験における土圧の検証において、加振時の土圧はある入力加速度までは土圧理論に近い傾向を示すが、それ以降は土圧理論から外れ、入力加速度が上がっても土圧が増加しなくなる傾向があり、特に斜角橋台で顕著であることがわかった。

参考文献

- 1) 川島, 運上, 星限, 幸左: 2010年チリ地震による橋梁の被害とその特徴, 第13回日本地震工学シンポジウム, pp.1103-1110, 2010.
- 2) 猿渡, 西岡, 山田: 斜角橋台の水平2次元加振実験, 第48回地盤工学研究発表会(投稿中), 2013.
- 3) 鉄道総合技術研究所編: 鉄道構造物等設計標準・同解説 土留め構造物, 2012.
- 4) 西岡, 渡辺, 篠田, 澤田, 神田: 橋台の地震時応答特性に関する実験的検討, 第13回日本地震工学シンポジウム, pp.1330-1337, 2010.

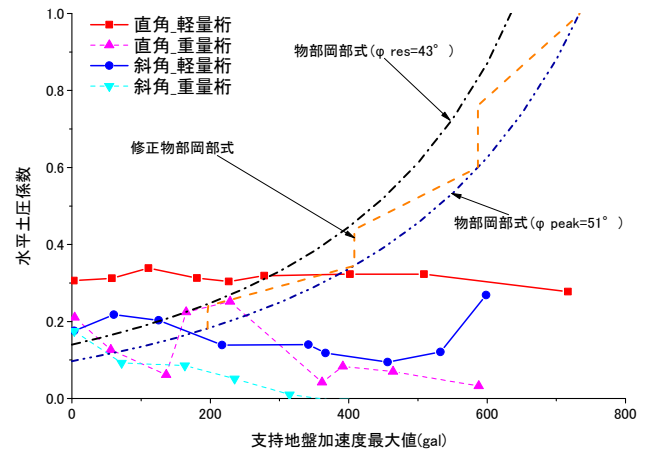


図4 水平土圧係数と入力加速度の関係

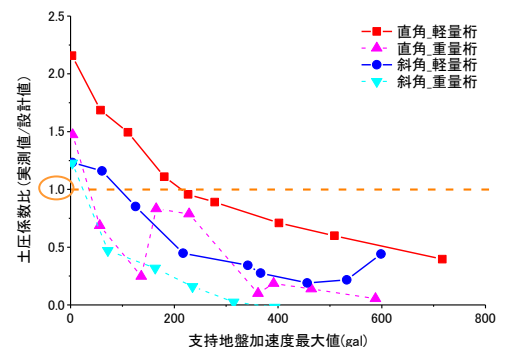


図5 土圧係数の実測値と設計値の比較

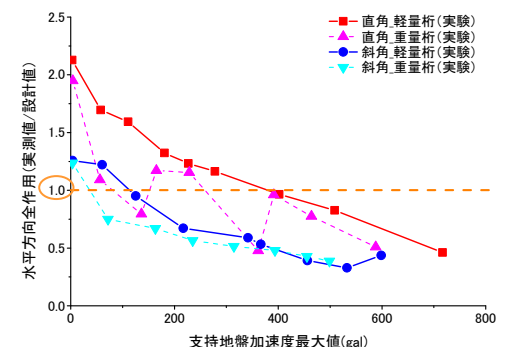


図6 全水平作用の実測値と理論値の比較