

充腹アーチ橋の地震時挙動における間詰土砂を対象とした遠心力載荷実験 (その1) 土圧の計測値と設計式の比較

西日本高速道路(株) 正会員 福田 泰樹 非会員 辻 浩幸
 NEXCO 西日本コンサルタンツ(株) 正会員○西村 航平 正会員 難波 正幸
 (株)大林組 正会員 樋口 匡輝 正会員 伊藤 浩二 正会員 副島 紀代

1. はじめに

充腹アーチ橋は、**図-1**のように、アーチリブ上に側壁を有し、その中に土砂を充填することで舗装・排水構造を一般の土工部と同様に取り扱うことができる構造である。そのため、床版や伸縮装置、支承といった橋梁付属物を省略することができ、走行性や耐久性、維持管理性にも優れた構造¹⁾である。

一般的にアーチ橋は不静定次数が高いため、耐震性能が高いとされている。しかし充腹アーチ橋については、地震時における間詰土砂の影響を評価した検討事例が少なく、間詰土砂が側壁に与える影響が不明確な現状がある。そこで、充腹アーチ橋の直角方向加振時の間詰土砂の挙動に着目した遠心力載荷実験を実施した。本稿では、間詰土砂が直角方向に作用する際の土圧について注目して整理した結果を報告する。

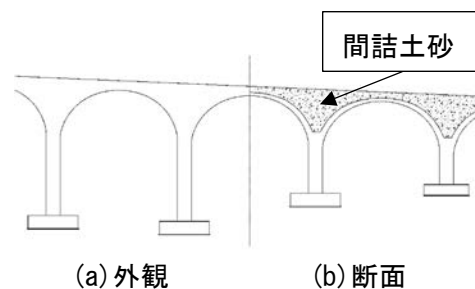


図-1 充腹アーチ橋の構造

2. 遠心力載荷実験

地盤工学分野における遠心力載荷実験は、縮小模型地盤に遠心力を作用させることで、対象とする実地盤の応力状態を再現する実験である。遠心力載荷実験の利点としては、(1)土の力学的特性は拘束圧に大きく依存するが遠心力を作用させることで実物との相似則を満足できること、(2)縮小模型であるため複数ケースの実験を行うことが可能であることが挙げられる。ただし、縮小模型を用いる際の注意点として、(1)実物の土と同じ特性の相似粒度材料を得ることは困難なため土粒子寸法に関する縮尺が模型の縮尺と一致しない影響(粒子寸法効果)や、(2)地盤中に設置する計測器やそのケーブルが相対的に大きくなること、(3)局所的な地盤密度のばらつきの影響が大きくなること等が考えられる²⁾。以上のことから、遠心力載荷実験は相似則に限界があるものの、FEM解析等と補完することで本実験の目的である間詰土砂の地震時挙動の把握に適した実験である。

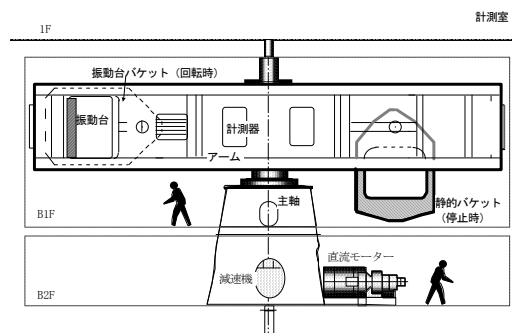


図-2 遠心力載荷実験装置

3. 実験概要

図-3に遠心実験模型の構成を示す。実大橋梁を1/40スケールに縮小した形状をベースに、アーチの1径間分をピックアップして模型として作製した。アーチ形状をできるだけ再現する目的から、模型はポリアミド樹脂を使用した3Dプリンターにより造形し、鋼材で補強するこ

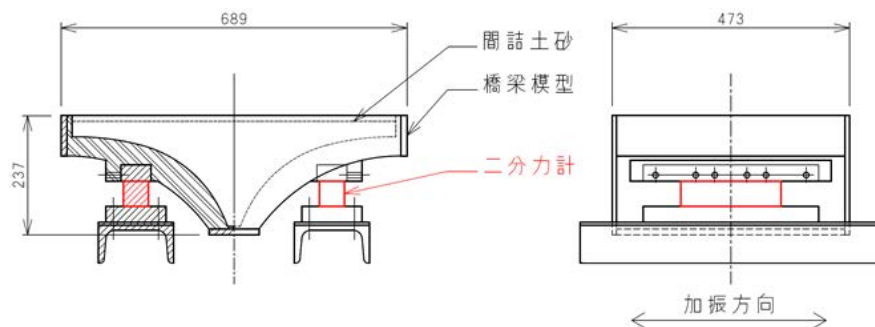


図-3 遠心実験模型の構成

キーワード 充腹アーチ橋, 地震時挙動, 土圧, 遠心力載荷実験

連絡先 〒812-0007 福岡市博多区東比恵 4-2-10 NEXCO 西日本コンサルタンツ(株) TEL 092-260-1314

とにより剛な模型とした。

模型の内側には土圧計を設置することにより間詰土砂の土圧を計測するとともに、模型は二分力計を介して剛土槽内に固定し、模型の柱頭部に作用する荷重を計測できるようにした。

間詰土砂としては、表-1 に示す2ケースについて実験を行った。両ケース共に、含水比は7%、締固め度は95%として密度管理を行った。

模型に遠心加速度 40G を载荷した状態で、60Hz（実物換算 1.5Hz）の正弦波で、加振レベルを 5G~25G で変化させた加振を行った。本稿では 25G の加振について述べる。

4. 側壁に作用する土圧の設計上の考え方

図-4 に、本稿における土圧の考え方を示す。図は、総せん断力が最大するとき、すなわち南側側壁の土圧が大きくなるときのイメージを示している。土圧の設計値としては、道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編の修正物部・岡部法の近似式³⁾により、側壁に対しての地震時土圧を想定した。

5. 土圧の計測結果と設計値の比較

前節に基づき、総せん断力の時刻歴とその最大値を図-5 および図-6 に、土圧の計測結果と設計値の比較を図-7 および図-8 に示す。図には、アーチ形状も重ねている。ここでは、25G 加振について、ケース1とケース2の結果を示した。いずれの結果についても、模型上部に作用する土圧は設計値を上回り、模型下部に作用する土圧は設計値を下回る結果となった。

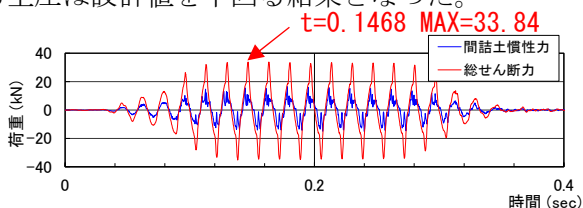


図-5 ケース1・25G加振の総せん断力

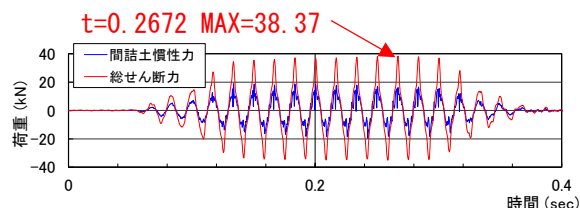


図-6 ケース2・25G加振の総せん断力

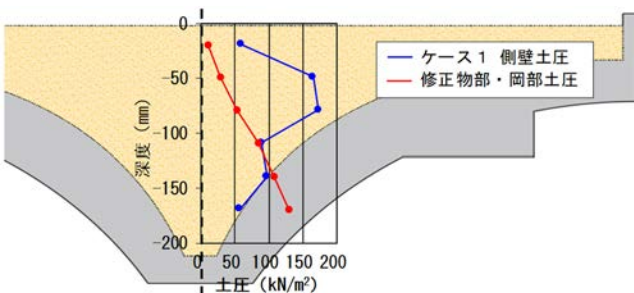


図-7 ケース1・25G加振の土圧

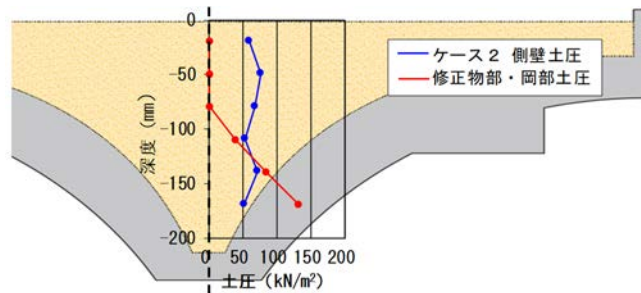


図-8 ケース2・25G加振の土圧

6. まとめ

充腹アーチ橋の遠心力载荷実験について、間詰土砂が直角方向に作用する際の土圧について注目して結果を整理した。土圧の計測値と設計式の比較から土圧分布は一致しなかったが、これは加振時に土圧に加えて間詰土砂の慣性力やアーチ部の周面摩擦等が作用しているためと考えられる。今後、FEM 解析を実施してこれらの影響を評価し、実験結果と相互に補完することで間詰土砂の挙動を確認する。

参考文献

- 1) 建入ら：RC 充腹アーチ橋の地震時挙動の確認と耐震性能評価，第75回年次学術講演会，2020。
- 2) 岡村ら：遠心模型の相似則，実験技術—利点と限界，土と基礎 52-10(561)，2004。
- 3) 道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編，日本道路協会，2012。

表-1 試験に用いる土の土質定数

	ケース1	ケース2
概要	φ材を想定	c-φ材を想定
γ	16.12 kN/m ³	18.92 kN/m ³
C	14.3 kN/m ²	31.6 kN/m ²
φ	37.4°	40°

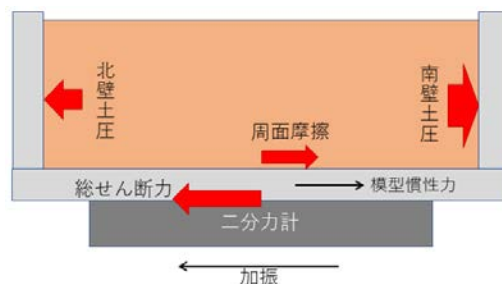


図-4 土圧の考え方