

Ⅲ-A136

3 ヒンジアーチと盛土の動的挙動に関する基礎的研究

(株)加賀田組 正会員 伊藤 寿晃
 長岡技術科学大学 正会員 豊田 浩史
 ライト工業(株) 佐藤 学

1. はじめに

従来の研究では FEM 解析において模型実験による 3 ヒンジアーチの動的応力をアーチ周囲に薄層要素(ここではインターフェイス要素と称する)を用い、物性値を変化させることにより、模型振動実験の再現が出来た¹⁾。また、インターフェイス要素は、FEM メッシュにおいてアーチ部材の周囲に設置して(図1参照)、物性値は表1に示すように密度・ポアソン比を盛土材と同じ値を使い、せん断剛性率 G を変化させて振動模型実験のアーチの動的応力に合うよう値を設定していた。

しかしこの方法で実構造物において解析を行うには、インターフェイス要素の物性値を決めるため実物の実験結果が必要となるので現実的でない。そこで一つの方法として模型スケールの物性値を相似則倍して解析を行う方法があるが、インターフェイス要素は模型振動実験と解析値を適合させるために設置したものであり、重要な影響因子がすべて含まれているかどうかは疑問である。インターフェイス要素に影響を与えそうな要因としてアーチと地盤の摩擦が挙げられるが、これまでの実験においてアーチ部材はアクリル製であり、摩擦に関して実構造物との対応がとれていない。そこでこの摩擦の影響について実験を行い検討する。

2. 研究目的

本研究では模型実験に用いるアクリル製アーチに砂を接着してアーチに摩擦を付け、模型振動実験を行いアーチの動的応力に変化があるかどうかを調べる。得られた結果より実構造物におけるインターフェイス要素の適用性について検討を行うものとする。

3. アーチにおける摩擦の評価試験

摩擦の評価試験は、一面せん断試験機を用いて、下箱に丁度収まる表面が平滑なアクリル樹脂とせん断面に摩擦を付けたアクリル樹脂の

2種類を入れて、上箱には密に締固めた砂、締固めていない緩い砂の2種類、合計4種類で摩擦を測定した。摩擦を付けたアクリル樹脂は、振動実験で用いるアーチと同様に砂を接着させてある。結果としては図2に示すように平滑なアクリル板において、強度定数 ϕ は密度に依存せず、ほぼ一定値を取ることが分かった。また、摩擦を付けたアクリル板は平滑なアクリル板にくらべて強度定数 ϕ が密詰めで 2.5 倍、緩詰めで 2.3 倍あり、平滑なアクリル板にくらべて十分な摩擦があることが分かる。

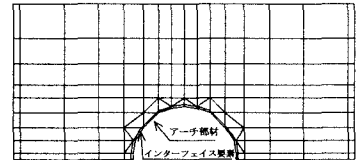


図1 FEM メッシュ図

表1 密詰め盛土のインターフェイス

要素入力物性値	
密度	1.6 (g/cm ³)
ポアソン比	0.4
減衰率	0.05
せん断剛性率	30 (kPa)
ひずみ依存性	なし

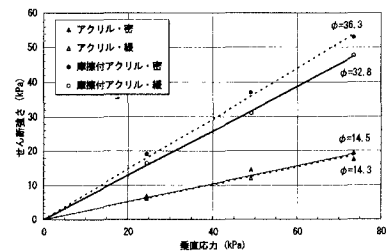


図2 摩擦評価試験の結果

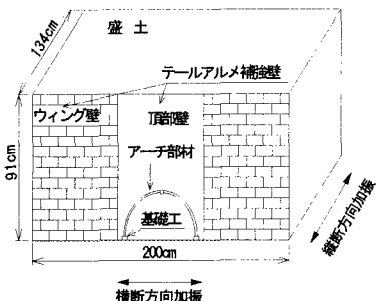


図3 振動模型概略図

地震, 振動台実験, 動的相互作用

新潟県長岡市上富岡町 1603-1 ・ Tel:0258-46-6000 ・ Fax:0258-47-9600

4. 振動模型試験の概要

振動模型実験では、図3のような実物の1/20で作製し、盛土材に乾燥した小名浜砂を用い、盛土の密度を作製時に振動締めを行う密詰め($\rho=1.60\text{g/cm}^3$)、中密詰め($\rho=1.53\text{g/cm}^3$)、作製時に振動締めを行わない緩詰め($\rho=1.45\text{g/cm}^3$)の3種類とし、アーチに摩擦を付けたケース、付けないケースに分けて行った。破壊試験において、アーチの曲げモーメントを盛土中央部アーチ部材の図4に示す位置で測定し、矢印の方向が正の方向としている。

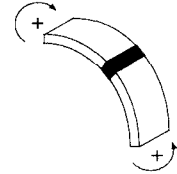


図4 曲げモーメント測定位置

5. 破壊試験の結果

アーチの加振による曲げモーメント振幅（片振幅）を図5に示す。盛土の密度が小さくなると曲げモーメント振幅が増加していることが分かる。これは緩詰め盛土が密詰め盛土に比べて締め固めていないのでアーチ部材が変形しやすく、加振力が働いたときに曲げモーメントが増加しやすいと考えられる。また、アーチ部材の摩擦を変化させても値が各密度ごとにほぼ同一となり、アーチの動的応力は摩擦に影響されないということが分かる。

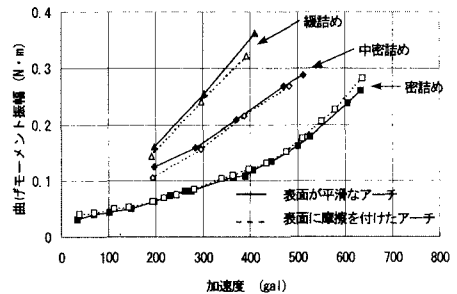


図5 アーチ部材の曲げモーメント振幅

6. FEM 解析の結果

以上、模型振動実験を通してアーチの動的応力には重要な影響因子と考えていた摩擦については、影響がないということが分かった。これはFEM解析におけるインターフェイス要素物性値については摩擦の影響を考えなくてよいということである。

そこで、インターフェイス要素の物性値を単純に相似則倍したものをを用い、実構造物におけるFEM解析を行った。各寸法、物性値を表2のように相似則倍して入力して解析を行った結果を図6に示す。

表2 物性値の相似比

記号	相似比
せん断剛性率G	$\lambda^{1/2}$
減衰率h	1
ひずみ依存性なし	

$$\lambda = (\text{実物} / \text{模型})$$

解析結果である実物大FEM解析結果と模型振動実験結果を相似則倍したものを比較すると両者、ほぼ同じ値を示していることが分かり、FEM解析結果については十分妥当性があることが分かる。また、グラフ上部に示している破線は実物のアーチの許容曲げモーメントであり、FEM解析結果と模型振動実験結果を相似則倍した結果の両方とも、最大値においても許容曲げモーメントの1/3程度の値しかなく、アーチの曲げ強度はまだ十分余裕があるということが分かる。

7. 結論

加振によるアーチの曲げモーメント振幅は、どの地盤密度に対してもアーチと地盤の摩擦を変化させても影響がなかった。これはFEM解析で用いたインターフェイス要素に摩擦の影響は考慮しなくてもよいということである。

以上の結果より相似模型の作製およびインターフェイス要素における物性値決定に関する方向性が示された。

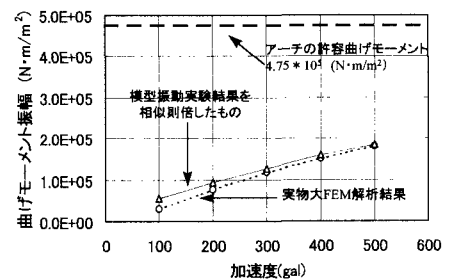


図6 実物大FEM解析結果

参考文献

- 1) 高貝真: 地震時における3ヒンジアーチと地盤の動的相互作用に関する研究, 長岡技術科学大学修士論文, 1997.