

III - A165

水平 2 軸振動時の 3 ヒンジアーチ構造物と地盤の相互作用

八千代エンジニアリング（株） 正会員 五十嵐 武
 長岡技術科学大学 正会員 豊田 浩史
 長岡技術科学大学 学生会員 伊藤 寿晃

1.はじめに

このコンクリート二次製品アーチ工法は地震の少ないフランスのテールアルメ社で開発されたため静的強度に関してはFEM解析などで十分な検討はなされているが、地震時を想定した動的強度等に関する検討はあまりされていない。動的強度に関する既往の研究¹⁾ではこの構造物に対して縦方向のみまたは横方向のみの一方向で加振力を加えるものが行われている。しかし、地震時の加速度は東西南北さらには上下に複雑に変化しているのが実際である。本研究ではより実際に近い挙動を把握するために、水平断面内で同時に二方向に加速度を作用させ、一方向振動と比較することによって二方向振動の影響を定量的に評価することを試みた。

2.破壊試験結果

振動模型実験では想定構造物（以下、実物）を設定し、図-1に示す縮尺 1/20 の模型を実験に用いた。正弦波で加振し、この際に加振周波数は事前に求めた共振周波数である。一方向加振の加速度軌跡は縦断方向に直線的に加振したもの・横断方向に直線的に加振したものの2通りで、二方向加振の加速度軌跡は円・楕円A（縦断方向を 200gal で固定し、横断方向を変化させたもの）・楕円B（縦断方向を変化させ、横断方向を 200gal で固定したもの）・45°直線（アーチ構造物に対して 45° の傾きを持った方向に直線的に加振）の4通りである。

● 一方向加振と二方向加振の比較

一方向加振と二方向加振の比較をテールアルメ補強壁の変位（図-2）で行う。なお、テールアルメ補強壁の変位測定位置は図-1の ch.4 であり、テールアルメ補強壁が前にはらみ出す方向をマイナスとしてある。この図より、一方向加振が 200gal 程度まで安定しているのに対して、二方向加振は 100gal 付近から変位が生じている。また破壊点で比較してみると、一方向加振が 540gal 付近で破壊しているのに対して、二方向加振の円ではその約半分である 280gal 付近、楕円では 250gal 付近、45°直線では 400gal 付近で破壊している。これは明らかにこの構造物が二方向加振に対して弱いことを示しており今後、更なる研究および検討が必要であると考えられる。なお、ここでいう破壊とはテールアルメ補強壁のはらみ出しによりアーチ部材頂部より砂が漏れ始めた時とする。

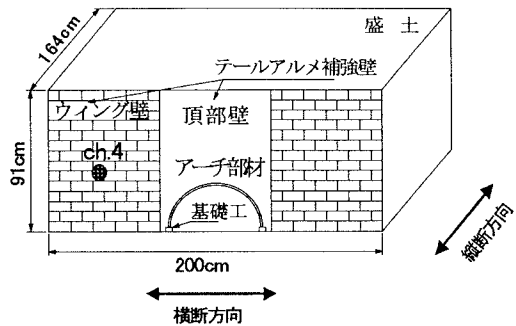


図-1 実験模型概略図

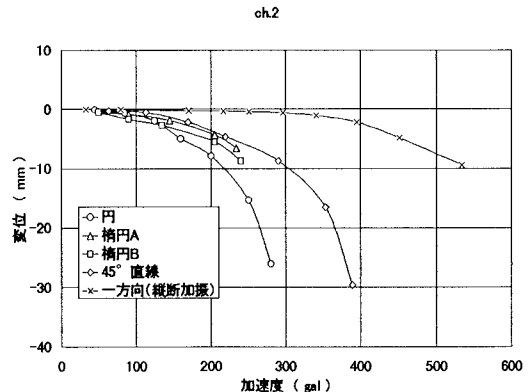


図-2 テールアルメ補強壁の変位

地震、振動台実験、二方向振動、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

3. 定式化

実際のアーチ構造物の設計上、重要なものの一つはアーチ部材の曲げモーメントを知ることである。また3ヒンジ構造物であるのでアーチ部材 1/4 角は最も大きな曲げモーメントが発生すると考えられるため、アーチ部材 1/4 角（図-4 参照）の曲げモーメントについて定式化を試みた。図-5 と図-6 はアーチ部材 1/4 角の曲げモーメントについて、一方向加振と二方向加振を比較したものである。

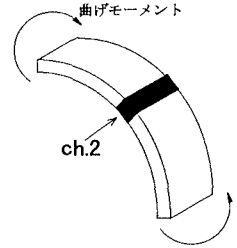


図-4 測定位置

図-5 より、横断方向の加振加速度を 200gal で固定した楕円は、縦断方向の加振加速度を変化させてもほぼ一定値を示しているといえる。次に、一方向縦断加振を見てみると、これも加振加速度を変化させても 0.04N・m でほぼ一定値をとっている。つまり、一方向縦断加振は曲げモーメントの振幅に対して常に 0.04N・m の影響しか与えないと言える。更に、この楕円は横断方向の加振加速度を 200gal で固定しているので、200gal の時の一方向横断加振と楕円の振幅の差を見てみるとほぼ 0.04N・m である。つまり、二方向加振の振幅は一方向横断加振の振幅に一方向縦断加振の振幅である 0.04N・m を加えた値で一定値をとるといえる。

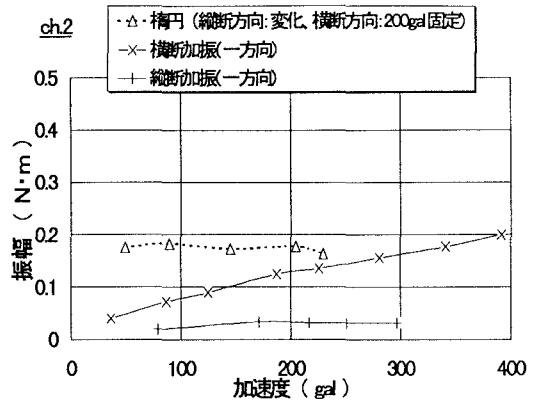


図-5 定式化

また他の加速度軌跡については、図-6 より円および楕円（縦断方向を 200gal で固定）の振幅は一方向横断加振の振幅とほぼ同様な傾きを持っていると考えることができる。また、一方向横断加振と二方向加振の振幅の差を見てみると、どの加振加速度においてもほぼ 0.04N・m である。つまり、二方向加振の振幅は一方向横断加振の振幅に、一方向縦断加振の振幅である 0.04N・m を加えた値をとるといえる。

以上より、次の法則を導き出すことができる。また、この 0.04N・m の値は模型一部位あたりの値であるが、

$$\left(\begin{array}{c} \text{二方向加振} \\ \text{の振幅} \end{array} \right) = \left(\begin{array}{c} \text{一方向横断} \\ \text{加振の振幅} \end{array} \right) + \left(\begin{array}{c} \text{一方向縦断加} \\ \text{振の振幅} 0.04 \end{array} \right)$$

相似側を用いることにより実物の値も換算できる。総じて、アーチ部材 1/4 角の二方向加振時の曲げモーメントは横断方向の加振力に依存していると言える。

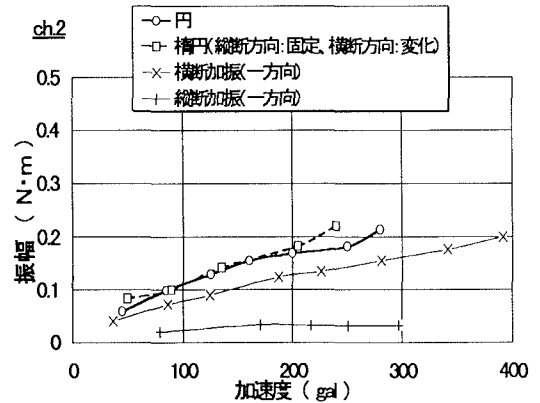


図-6 定式化

4. 結論

- ① 破壊加速度は円と楕円で一方向加振の破壊加速度の約 50%、45° 直線で約 80% であり、二方向で加振されると比較的弱い構造物となり得る。
- ② 二方向加振の場合、100gal 程度の正弦波より変形が始まる。
- ③ 二方向加振時のアーチ部材 1/4 角の曲げモーメントの振幅は次の法則で求めることができる。

$$(M_2) = (M_1) + 0.04 \quad \text{単位: N・m}$$

M_2 : 二方向加振時の曲げモーメントの振幅、 M_1 : 一方向横断加振時の曲げモーメントの振幅

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相互作用に関する研究、長岡技術科学大学修士論文、1997。