

防衛大土木工学教室 正 員 藤本 一男
防衛大 鈴木 通彦
防衛大理工学研究所 寄田 修

1. まえがき

埋設構造物の応答を求めるには、土・構造物系の動的相互作用が明らかにされなければならない。本報告は、構造物が比較的簡單であり、実験が容易な埋設アーチについて、動的応答実験を行なったものである。比較的大きな変形をとともう動的相互作用を考える場合、土の応力・歪曲線の非線型性、ダイラタンシー、場合によっては、土の凍結化なども問題となるが、そのほかにも、変形速度による影響(Rate Effect)についてのデータが必要である。筆者らは、これらの影響を研究するため、昨年報告した実験装置に若干の改造を加え、標準砂を紹介して埋設アーチに帯状荷重を種々の載荷速度で作用させて実験を行なった。また、アプローチの方法として筆者らがすでに採用しているFree Field(構造物のない状態)と構造物を埋設した状態を比較し、これにもとづいて、考察を行なった。本報告は、初期に実施した比較的剛性の高いアーチの実験結果である。

2. 実験方法

実験用砂槽は、80cm×90cm×80cm(高さ)で、試験体に帯状荷重を作用させるための載荷棒(鋼製角棒、長さ50cm×巾5cm×厚さ10mmで、水平方向に移動する。また、中央に抵抗応力を測定するための土圧計を設置している)を備えている(図-1(a))。試験体は、図-1(b)に示したように円弧アーチ(スパン100mm, 中心角180°, 厚さ4mm, 巾30mm)でこの両端はボルトで固定した。載荷の速度は3段階で、載荷棒の貫入速度は約0.2mm/s(ジャッキによる)、約1cm/s(油圧ラム)、 $1 \sim 3 \times 10^2$ cm/s(落錘による)である。実験では、アーチ表面における半径方向作用応力、円周方向ヒズミ、載荷棒の抵抗応力、および載荷棒変位を測定した。また、Free Field実験では、アーチ表面と同一箇所における砂中応力を測定した。砂は豊産産標準砂を用い、気乾状態で密度は約1.52g/cm³になるように締め固めた。

3. 実験結果と考察

3-1. 埋設アーチに作用する応力

埋設アーチに作用する応力は、落錘を使用した実験($\dot{\delta} = 1 \sim 3 \times 10^2$ cm/s)では初期に大きな応力波が見られ、(図-2)それ以後徐々に、載荷棒の変位にともなう増加する。それ以外の実験では初期の応力波は見られない。Free Field実験でも同様の傾向がある。載荷棒の変位35mmの場合の例を図-3に示す。図からアーチに作用する半径方向応力は、R/Fの場合に比較して正面部分に集中することが知られる。これは、試験体の剛性が大きいためであり、剛性が小さい場合には全周に分布する傾向がある。アーチに作用する応力

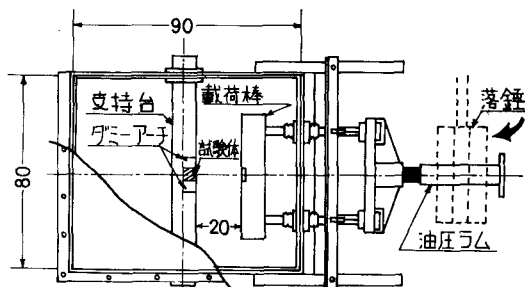


図-1(a) 実験装置

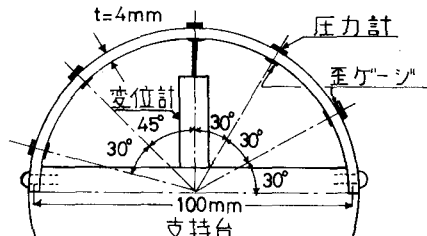


図-1(b) アーチ模型およびピックアップ配置図

図-1 実験装置、および、試験体

および、 P_0 、 P_1 の同一場所の応力もまた載荷速度の影響をうけて、複雑に変化する。この影響は、落錐を使用した実験は、図-2、載荷棒の貫入量35mmの例は図-3に見られる。図-2では、アーチ頂点に作用する応力と、 P_0 、 P_1 のその位置での応力との比がより大きく、かつ、載荷後の時間も $\sigma_t = T$ (T :アーチの固有振動周期)で最大になっている。このような性質は、砂中におけるアーチの剛性と作用外力の時間的変化によるものと考えられ、現在、実験を継続中である。

3-2. アーチに生ずる最大曲げモーメントおよび軸力
アーチ表面に作用する応力が載荷速度の影響をうけるように、アーチの内部応力(曲げモーメントおよび軸力)の最大値は、載荷速度とともに大きくなり、その分布形も変化することが知られる(図-4)。このようなアーチの動的応答には種々の要因が複雑に影響するものと考えられる。

3-3. 埋設アーチの固有振動周期

土・構造物系の動的相互作用には、系の固有振動周期および、減衰係数がかなり重要な要素と考えられるので、空中、および、砂中で、アーチの頂点に荷重を加えて振動させ、その自由振動(ヒズミゲージにより検出)から固有周期および、対数減衰率を測定した。この結果、振動モードは、1次対称振動が卓越し、これに若干の1次非対称振動が重なったものであり、高次モードの振動は検出されなかった。固有周期は、空中、砂中とも、ほとんど同じで、約0.32msであった。これは、振動も小さく、アーチの内側には砂が存在していないので固有周期に影響を示すほどの付加質量は加わらなかったものと考えられる。しかし、対数減衰率は空中で、0.148、砂中では0.191で、約30%の増加があった。

4. あとがき

本報告は、現在継続中の実験であり、埋設アーチの剛性を変化させたときの動的相互作用に与える影響、および、アーチ周辺の砂の状態について明らかにするつもりである。なお、本研究は、防衛大土木教室の竹田教授の御指導のもとに実施しており、ここに、深く感謝の意を表するものである。

参考文献

- 1) 竹田、藤本、鈴木「土・構造物系の動的相互作用に関する基礎的研究」土木学会年次講演概要集I、48年10月
- 2) 竹田、藤本、鈴木「砂中埋設シリンダーの動的応答-2次元砂層における実験的研究」第9回土壌工学研究発表会、49年6月

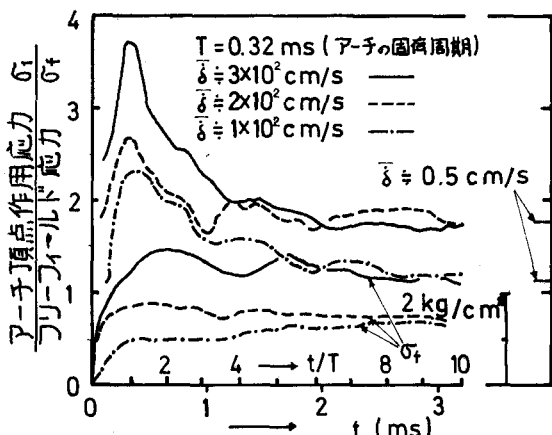


図-2 アーチ頂点作用応力/フリーフィールド応力の時間的变化

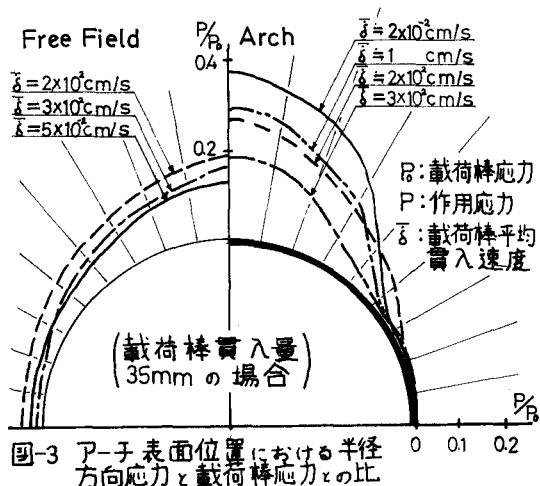


図-3 アーチ表面位置における半径方向応力と載荷棒応力の比

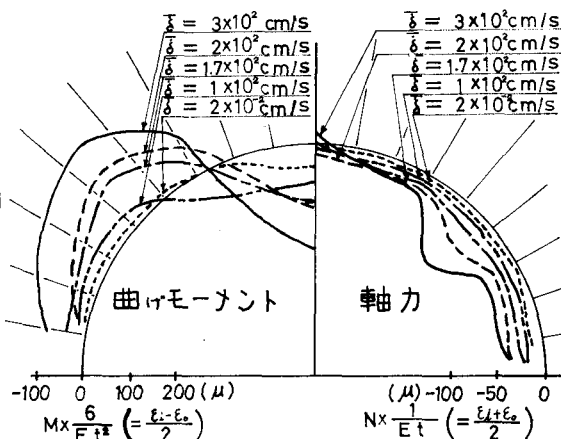


図-4 アーチの各点に生ずる最大モーメントおよび軸方向力の分布