

I-542

多入力振動実験による地盤・ダクト模型の軸方向応答特性の考察

電力中央研究所 正会員 佐藤清隆
同 上 正会員 岩橋敏広
(株) 奥村組 正会員 岩崎浩生

1. 目的

本研究は、屋外重要土木構造物である海水管ダクトを対象にして長大地下埋設構造物および地盤の多入力模型振動実験を行い、軸方向荷重特性について検討した。この結果に基づき、地震時における軸方向荷重の定量化の基礎資料を得ることを目的としている。

2. 実験概要

(1) 実験装置および模型

実験に用いた多入力加振装置は、電気油圧サーボ方式で制御される3台の加振機を備えており、各加振機間の動作の位相差を 0° から 360° の範囲で変化させることができる。実験用土槽は、高さ50cm、幅50cm、長さ321cmの小規模のもので土槽枠は、15個のセクションのアルミ枠で構成されており、各セクションの底部はスライド・ベアリングによって移動するようになっている。また、各セクション間の移動は、せん断ゴムによって、伝達される構造となっている。3台の加振機を反力壁に固定し、ユニバーサル、ジョイントを介して土槽と結合した（図-1）。模型地盤の材料としては、物理特性が室内実験により明瞭である岐阜県産のマサ系山砂を用いた。ダクトの模型は、メタクリル製で、ヤング係数が $4.7 \sim 5.3 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$ の材料定数を示す部材で作成した。

(2) 実験方法

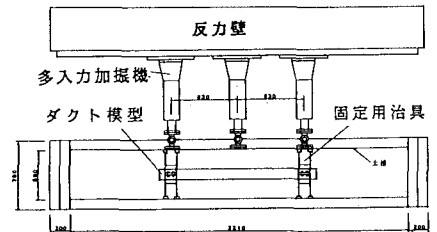
実験は、3種類のダクト模型に対して行い、各モデルをここではAモデル、Bモデル、B'モデルとする。各モデルの土槽の境界条件を、①土槽と一体にして固定し埋設したものと②自然に埋設したものと2通りを設定した。

加振方法は、変位制御により行い、加振機間の位相差を 0° 、 22.5° 、 45° 、 90° 、 180° と変化させ、加振振幅を0.5mm、1.0mm、1.5mm、2.0mmに設定して周波数1Hzで加振した（表-1）。

3. 実験結果

(1) 最大曲げ応力の軸方向分布と位相差による変化

図-2 (a) (b)は、Aモデル、B'モデルの最大曲げ応力の分布である。Aモデルでは、ダクト軸方向の中央部に最大応力が発生し、B'モデルでは、ダクト軸方向の端部で最大応力が発生する。最大曲げ応力の分布は、位相差によらずダクトの境界



1.5m 模型

図-1 ダクト模型と土槽の設置状況

表-2 加振ケース

CASE No.	モデル	境界条件	備考
1	Aモデル (長さ1.5m)	両端自由	肉厚10mm
2	Aモデル (長さ1.5m)	両端固定	
3	Bモデル (長さ3m)	両端自由	
4	Bモデル (長さ3m)	両端固定	肉厚5mm
5	B'モデル (長さ3m)	両端自由	
6	B'モデル (長さ3m)	両端固定	

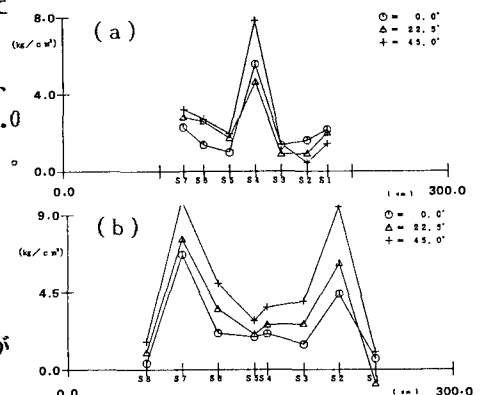


図-2 最大曲げ応力分布

条件によってほぼ一定の分布傾向を示す。また、位相差の増加に伴い、最大応力が多少大きくなることがわかる。

そこで、同ケースの最大応力発生断面での位相差による応力の変化を調べ、図-3 (a) (b) に示す。Aモデルでは、位相差の増加に対して最大応力は、位相差 45° から 90° で急激に増加している。また、加振振幅による差は位相差 45° まではほとんど無視できることがわかる。次に、B'モデルでは、位相差 90° までの増加によって、最大応力がほぼ直線的に増加しており、その増幅率は加振振幅の増加に伴って大きくなることがわかる。Bモデルでも同様な結果が得られている。

(2) 最大動土圧の位相差による変化

どのモデルも、動土圧はダクト軸方向の中央部に最大値が発生する。Aモデルの最大動土圧の位相差による変化を図-4 に示す。その結果、位相差 45° から 90° で土圧が急激に増加することがわかる。また、加振振幅による差は、ほとんど無いといえる。Bモデルも同様な傾向を示した。

(3) 地盤の相対変位に対する動土圧および曲げ力の変化

(1)、(2)の結果より、位相差を伴う多入力振動によって地中埋設ダクトに作用する動土圧および曲げ応力は、加振変位と位相差との両者によって生じる地盤ひずみに依存することが明らかとなった。また、Bモデル、B'モデルの境界条件による差が無いことから、土槽の変形が土槽中の地盤の変形に等しいことがわかった。

したがって、中央の加振機の変位がゼロを示す時の地盤の最大相対変位を測定した土槽の変位より求め、最大動土圧および最大曲げ力との関係を求めると、図-5、図-6 に示す結果となる。動土圧は、データのばらつきはあるが、相対変位 1 mm 以上になると急激に増加する。これに対して、B'モデルの曲げ力は、相対変位に対してほぼ線形の増加を示す。また、Bモデルも同様な結果を示した。

4. 結論

本実験より、地中埋設ダクトの位相差入力による軸方向応答は、ダクトの設置条件と地盤ひずみに強く依存することがわかった。今後、これらのデータを整理し、定量化する予定である。

5. 参考文献

- 1) 桜井彰雄他；多入力系としての長大構造物の地震応答解析法，電力中央研究所報告

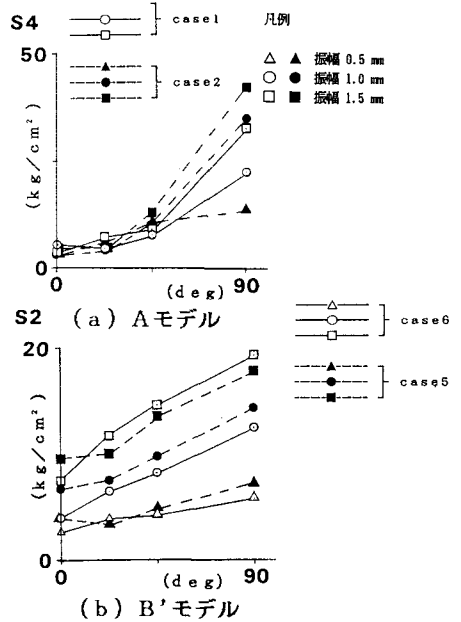


図-3 最大曲げ応力の位相差による変化

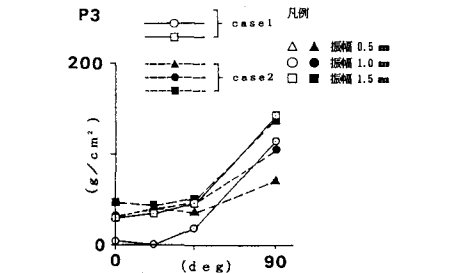


図-4 最大動土圧の位相差による変化

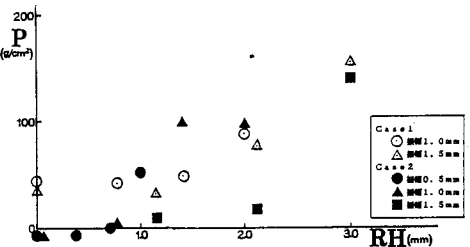


図-5 最大動土圧と相対変位との関係

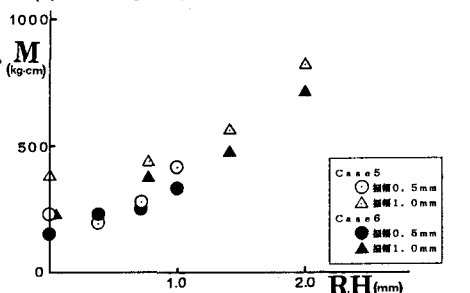


図-6 最大曲げ力と相対変位との関係