

I-580 地中埋設ダクトおよび地盤の軸直角方向応答特性に関する模型振動実験

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

1. まえがき

屋外重要土木構造物である海水管ダクトを対象に、地中長大構造物が大変形におよぶ位相差入力によってどのような応答をするかを模型実験によって検討するとともに、応答解析に必要な地盤バネ（軸直角方向バネ）を評価することを目的としている。

2. 実験の内容

本実験による検討項目は次のとおりである。

- ① 模型ダクトにジョイントを設け、応答に及ぼす影響について検討する。
- ② 位相差を変化させた振動実験により、ダクトの応答と加振振動の振幅および波長との関係を明確にし、地盤バネを評価する。

表-1 加振パターン

case	A, B					
frequency f (Hz)	1.0					
displacement D (mm)	0.5	1.0	1.5	2.0	3.0	
Phase lag ϕ (deg)	0	5.0	10.0	20.0	30.0	90.0
wave length L (m)	—	45.38	22.68	11.34	7.56	2.52

加振は変位制御により行い、加振振動数は1 Hzに固定した。加振機間の位相差と加振振幅を表-1に示すように片振幅0.5～3.0 mm、位相0度～90度に変化させた。

検討項目に従い、2種類のアクリル製の模型を用い、両方とも長さ1.5 m、肉厚1 cmで10 cm四方の断面であり、模型中央部にジョイントがないものをAモデル、ジョイントを設置したものをBモデルと呼ぶことにした（表-2）。

実験用土槽は、15個のアルミ棒をせん断ゴムで連結して構成されており、各土槽棒の底部は、スライドベアリング構造で軸直角方向に水平に動き、せん断ゴムで軸方向に伝達される。加振機は反力壁に3台設置し、ユニバーサルジョイントを介して土槽棒側方に結合した（図-1）。また、地盤材料として岐阜県のマサ系山砂を用い、層厚50 cmの砂地盤を作成した。地盤の物性は、含水比が3～4%程度、間隙比 $e = 0.94$ 、単位体積重量 $= 1.4 \text{ g/cm}^3$ であった。地盤の拘束圧を上げるため、鉛ウエイトで地盤に上載圧を加えた。この拘束圧下での地盤のせん断剛性は、 $280 \sim 320 \text{ kg/cm}^2$ であった¹⁾。計測は図-2に示す位置の変位、土圧、歪を測定した。

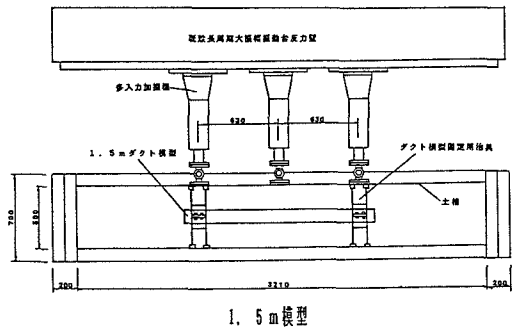


図-1 ダクト模型設置状況

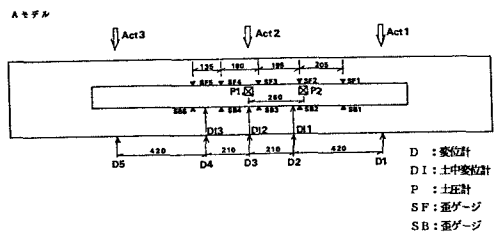


図-2 計測配置

3. 実験の結果

図-3は、模型ダクト中央の土中変位とそれに対応する動土圧 P_1 との関係を履歴曲線で示したものである。土中変位は、ダクト地盤間の相対変位を示しており、3個のプロットはそれぞれ加振振幅がゼロ、最大、最小の時で図中の上段に示すような変形モードに対応する。動土圧は、相対変位の増減にともなって変化しており、ほぼ線形の関係である。以上の関係より、履歴曲線における加振変位最大、最小時のプロットを結ぶ実線の傾きより、軸直角方向の地盤バネを算定した。

図-4~5は、得られた地盤バネと加振変位との関係を示したものである。Aモデルは加振変位が増加するにしたがい地盤バネが低下する傾向であり、ダクト地盤間の剥離によってバネ値がゼロになることを除けば、破壊域までは約 4.0 kg/cm^3 の値を示している。Bモデルでは、加振変位による地盤バネの低下がより明瞭になっている。また、地盤バネは最大 10 kg/cm^3 から 5 kg/cm^3 以下に急激に低下するのが認められた。

4. まとめ

以上の結果とともに、地盤と地中埋設ダクトの応答についてまとめると以下ようになる。

- ① 加振位相差が増加し波長が短くなることによって、ダクトが地盤の動きに追従せず、ダクト地盤間の相対変位が増加する。
- ② ダクトに作用する動土圧は、ダクト地盤間の相対変位と線形の関係にあり、加振変位が 1.0 mm 以上では剥離を伴う挙動を示す。
- ③ Aモデルでは、地盤が破壊するまではバネ値がほぼ一定で、Bモデルは、ジョイントの効果によりダクト地盤間の相対変位が小さくなり、地盤バネが加振変位に依存して低下する傾向が認められた。

参考文献

- 1) 石田、渡辺、伊藤ほか：低拘束圧下の模型実験材料（岐阜砂など）の静的・動的特性：電力中央研究所報告 No. 380045 1981年
- 2) 動的解析と耐震設計：第4巻 ライフライン施設 土木学会編

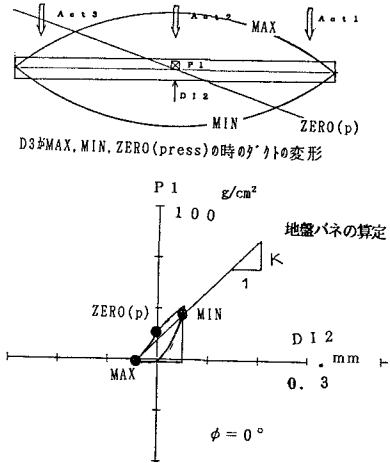


図-3 動土圧と相対変位の履歴曲線

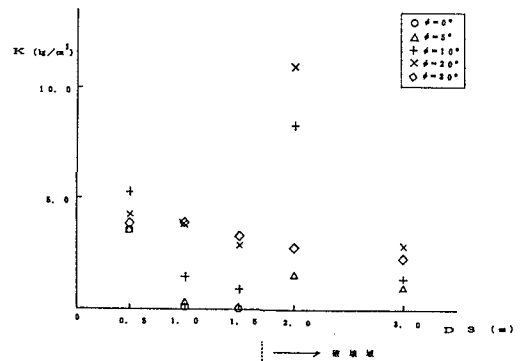


図-4 地盤バネと加振変位との関係 (Aモデル)

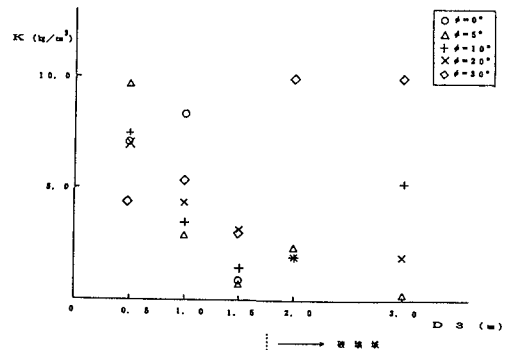


図-5 地盤バネと加振変位との関係 (Bモデル)