

地中埋設管の振動特性に関する模型実験

大阪大学工学部 正員 伊藤 富雄
大阪大学大学院 学生員 ○常田 隆一

[1] まえかき 本報告は、沈埋トンネル・地中パイプラインなどの地中埋設管と地盤の振動特性を明らかにするために、地盤条件及び入力条件を変化させて行った模型振動実験の結果を述べたものである。

[2] 実験装置の概要 実験装置の主体は、電気油圧サーボ式水平加振機で、その機構を図-1に示す。振動板は、圧力を加えた油膜上に置かれ、油圧シリンダーの振動が伝達される。加振は、フィードバック回路により変位制御及び加速度制御が可能である。振動波形は正弦波及びランダム波を発生させることができ、最大積載重量は1t、最大変位ストロークは±50mmであり、入力周波数域は0.01~20Hzである。

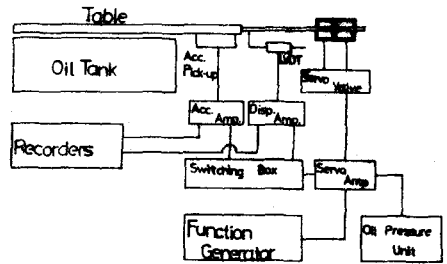


図-1 加振機系統図

フレイ(μ)	4000	2000	840	420	250
透過率(%)	100.0	39.9	1.61	0.35	0.29

表-1 模型地盤材料 粒度分析

材 料	比重	管 路
材料	1.6	材料
空隙率(%)	0.858	2.25
単位重量(kg)	0.58	1.46
ポアソン比	0.492	—

表-2 模型の材料定数

[3] 実験模型及び実験方法 地盤模型材料は、ゴムを細断したゴム粒状体であり、その粒度分布及び板タタキ試験より得た材料定数を表1,2に示す。この地盤模型を10Hz、200galで約10分間加振したのを実験を行う。地盤模型の形状は、図-2のように単一層地盤(Type1)と層厚急変地盤(Type2)の2種である。埋設管模型は、図-3に示すような寸法8×20×700mmの矩形ゴム棒を使う。管路の材料定数を表2に示す。埋設管は地表面中心線上に埋設し、かぶり厚は約17mmである。入力は、加速度100galで周波数を5~20Hzの間で1Hzずつ変えて定常正弦加振をする。加振方向は、地盤の中心軸あるいは管軸方向(軸方向)とそれに直交な直交方向とする。地盤の挙動は、図-2のように地表面中心線上に埋設した加速度計で捕え、管の挙動は、図-3のように片側面に接着した特殊用歪ゲージで計測する。なお、直交方向加振時、軸方向加振時の歪をそれぞれ曲げ歪、軸歪とみなす。

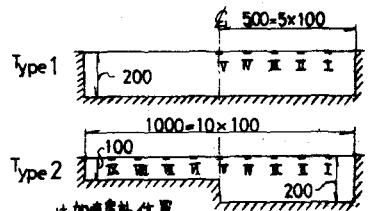


図-2 地盤模型の加速度測定位置(mm)

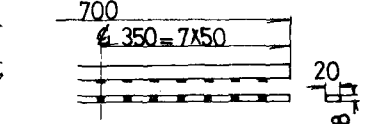


図-3 埋設管模型の歪測定位置(mm)

[4] 実験結果及び考察 地盤模型のみに関する実験結果を図-4,5に示す。図は縦軸に測点位置をとり加速度応答倍率を等高線を描いたもので、図から入力方向による分布、相違と層厚急変部で応答倍率が周波数に拘らず低いことが分かる。図-6は、地盤の加速度応答倍率と管の最大曲げ歪。周波数特性の一例を示すもので、応答倍率から歪の発生を論ずることの困難さを示唆してい

る。図-7,8は、地盤の種類ごとに $f=12, 18\text{Hz}$ のときの管軸方向の最大歪分布を示すもので、これらの図から層厚急変部で至応答に著しい影響のあることが分かる。

次に管と地盤の振動挙動の関連性について、両者の変形から検討を加える。そのため、管の変形を或る時刻(中央部最大歪時)での歪分布で、地盤のそれは振動台に対する相対変位で捕える。地盤の相対変位 α は、地盤の応答加速度波形が入力周波数 f を持つ正弦波形とみなせることから、台加速度に時間の原点を置き、地盤の相対変位を α_s 、台変位を α_0 とすると次式から算定される。

$$\alpha = \alpha_s - \alpha_0 = \left[\frac{\ddot{\alpha}_s}{(2\pi f)^2} \cdot \sin\{2\pi f(t + t_0)\} - \frac{\ddot{\alpha}_0}{(2\pi f)^2} \cdot \sin(2\pi f t) \right] \quad \text{---(1)}$$

ここで、 $\ddot{\alpha}_s$ は地盤の加速度振中、 $\ddot{\alpha}_0$ は台の加速度振中又 t_0 は両波形の位相時間である。上のようにして求めた歪分布と相対変位分布の対応を、 $f=10\text{Hz}$ として例示したのが図-9,10である。両者の分布形状から、管の変形が地盤のそれに追従していることが分かる。なせなら、直交方向加振時には曲が歪の大小が相対変位曲線の曲率の大小に対応しており、軸方向加振時には軸歪の大小が相対変位曲線の傾きの大小に対応しているからである。

この研究に対して文部省科学研究費の補助を受けたことを付記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 鳥海「平野の地震動特性について」第11回地震工学シンポジウム(1975)
- 2) 藤井梅原「乾燥砂層の振動性状」運輸省港湾技術研究所誌55(1962)
- 3) 野村「地埋土の耐震計算と模型振動実験について」運輸省港湾技術研究所誌56(1972)
- 4) 野村「地埋土の耐震性に関する調査報告」土木研究所資料第472号(1972)6. 後藤他「地盤層の急変部に埋設した管状構造物の振動特性」土木研究所年報第165号(1973)

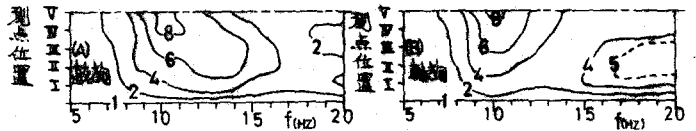


図-4 地盤。加速度応答倍率。分布 (Type1)

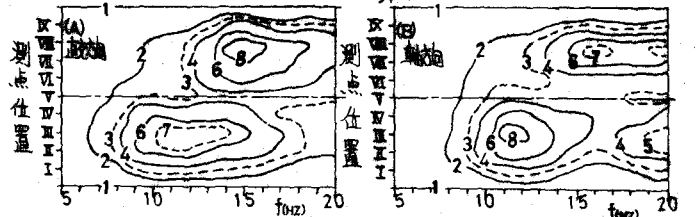


図-5 地盤。加速度応答倍率。分布 (Type2)

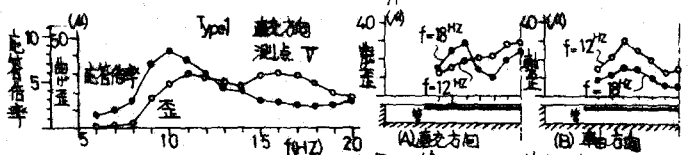


図-6 管。最大歪と地盤の応答倍率。周波数特性 (Type1)

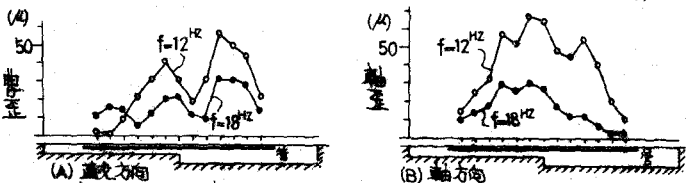


図-7 管。最大歪。管軸方向分布 (Type1)

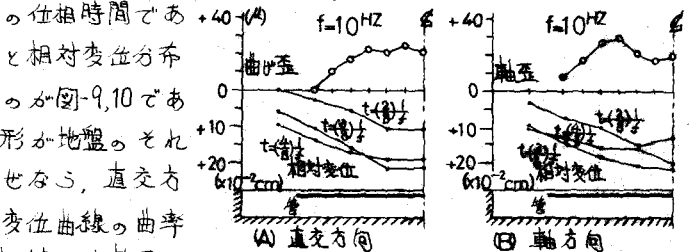


図-8 管。最大歪。管軸方向分布 (Type2)

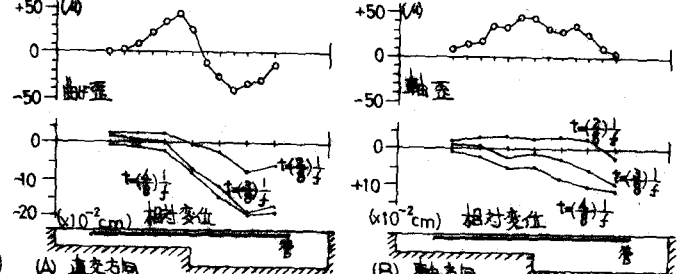


図-9 埋設管と地盤。変形 (Type1) $f=10\text{Hz}$

