

東京電力㈱	正員	宮本幸始
同 上	"	鈴木英世
大成建設㈱	"	横山正義

1. はじめに 地中埋設管の耐震設計に関する基礎資料を得ることを目的として、既に報告した間接起振実験⁽¹⁾に引き続いて同地点で直接加振実験を実施した。本報は、この原位置模型実験の結果の一部を報告するとともに若干の考察を加えたものである。

2. 実験方法 模型管路は外径318.5mm、肉厚6.9mmの鋼管を地表面下1.0mに埋設したもので、地盤反力特性を調べるための管要素モデル（管軸方向加力試験：模型1-a、管軸直交方向加力試験：模型1-b）と曲管を含む管路の振動応答特性を調べるための管路モデル（90°ベンド：模型2-a、45°ベンド：模型2-b）からなる。載荷方法は、埋設管端部に直結した起振機による正弦波加力（振動数： $f=4\sim 10\text{Hz}$ ）と油圧ジャッキによる静的加力である。鋼管の断面力は管表面のストレインゲージより求め、また鋼管と地盤の変位は加速度計による出力を積分増幅回路により変位に変換して求めた。各模型の形状寸法を図-1に示す。

3. 管要素モデルの実験結果 写真-1, 2は模型1-aによる管軸方向地盤反力特性を表わしたものである。写真-1は鋼管の変位振幅を一定に保ち加振振動数を変化させた場合であり、写真-2は加振振動数一定で起振力を変化させた場合を示す。これによると $f=5\text{Hz}$ 以下で変位片振幅0.6mm程度まではループはほぼ直線であるが高振動数ではループのふくらみが大きくなり、また加振力を大きくすると鋼管と地盤の間にすべりが生じてスリップ型のループを示す。すべりが生じる時の鋼管変位ならびに管表面に働く地盤からのせん断抵抗力を表-1に示す。静的加力の場合には動的加力より小さな応力ですべり出す。動的加力の場合せん断抵抗力 τ_0 と鉛直土圧 σ_v の比は、 $\sigma_v=1.7\text{t/m}^2\times 1.0\text{m}=1.7\text{t/m}^2$ とすると $\tau_0/\sigma_v\div 0.7$ となる。図-2は管軸方向と管軸直交方向の地盤反力係数を示すもので、動的加力時の反力係数は今回の加振振動数範囲では振動数に関して大きな変動はないが、静的加力の場合に比し若干大きめの値を示す。

4. 曲り部を含む管路モデルの実験結果 図-3~4に動的加力と静的加力による鋼管のひずみ分布を示す。なお、「軸ひずみ」「曲げひずみ」は鋼管横断面の水平直径上の2つの軸方向縁ひずみ $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ から断面形状保存とひずみの直線変化を仮定して、各々 $\frac{\varepsilon_1+\varepsilon_2}{2}$ 、 $\frac{\varepsilon_1-\varepsilon_2}{2}$ として求めた。 $f=6.0\text{Hz}$ 加力と静的加力の場合、ひずみ分布の形状はほぼ同様の傾向を示す。「軸ひずみ」は加力点より軸に沿って漸減し、曲り部を越えたところでは非常に小さい値となる。また「曲げひずみ」の最大値は曲管にはさまれた直管部の中央に生じている。

5. 考察 本実験の加振振動数範囲では動的地盤反力係数は静的加力に比べ若干大きい値を示した。すべりが生じる以前では管軸方向の地盤反力係数は2~3Kg/cm²管軸直交方向で6~10Kg/cm²であり、鋼管単位長さあたりのバネに換算すると各々約200~300Kg/cm、約190~320Kg/cmとなりほぼ同等の値となった。曲管を含む管路の実験結果から「軸ひずみ」が曲り部で吸収されることおよび「曲げひずみ」が曲り部中央で最大となることが示された。このひずみ分布の形状は動的加力と静的加力でほぼ同様であった。曲り管モデルについて実験より得られた地盤係数を用いて弾性支承上のはりとして数値解析を試みた。これによると直線部では解析値は実験値と比較的良好な一致を示すが、解析による曲管部の「曲げひずみ」は実験値より数倍大きくなった。これは曲管部では円筒シェルとしての挙動が支配的であり、はりとしての解析では不十分なためと考えられる。現在、シェル構造としての影響を考慮した解析を進めている。

参考文献

- (1) 宮本、鈴木、横山：埋設管路模型の原位置起振実験（その1）、（その2） 土木学会 関東支部年次研究発表会（第5回）、1978. 1

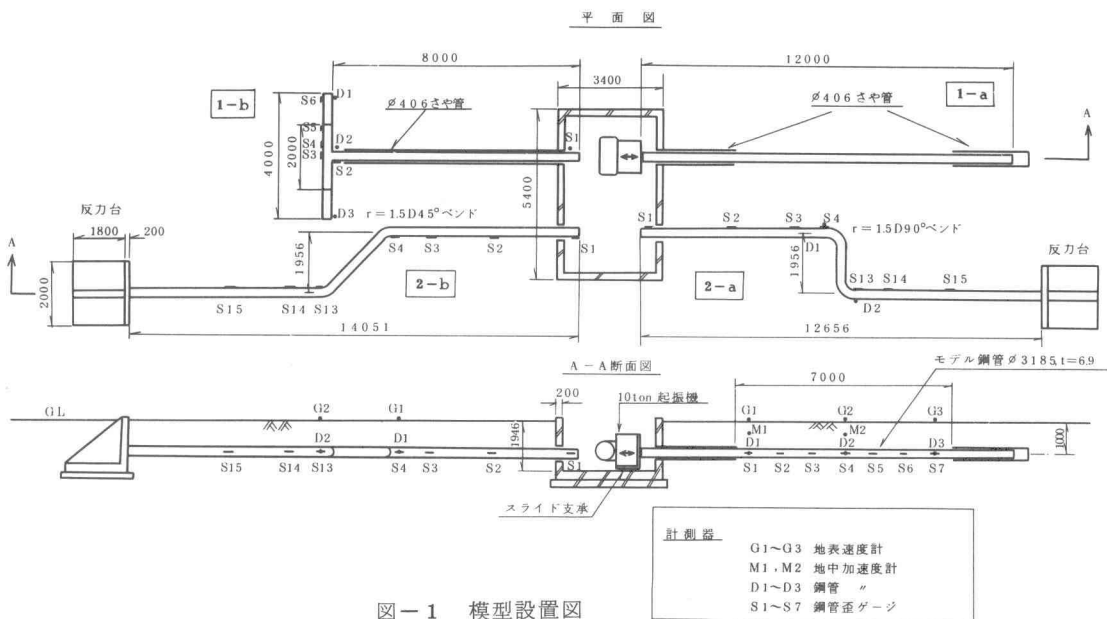
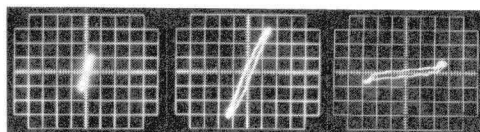


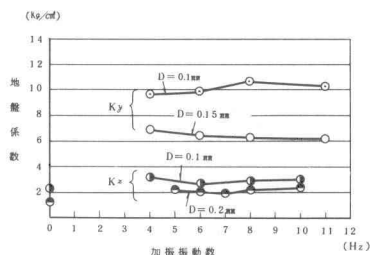
図-1 模型設置図



- (a) $f = 5 \text{ Hz}$ (b) $f = 7 \text{ Hz}$ (c) $f = 10 \text{ Hz}$ (a) $D = 0.2 \text{ mm}$ (b) $D = 0.6 \text{ mm}$ (c) $D = 1.3 \text{ mm}$
 (変位振幅一定, $D = 0.2 \text{ mm}$) X軸; 応答鋼管変位 (加振振動数一定, $f = 6.0 \text{ Hz}$)
 写真-1 管軸方向地盤反力特性 Y軸; 入力荷重 写真-2 管軸方向地盤反力特性

表-1 すべりが生じる時の鋼管変位と鋼管表面の抵抗せん断応力

加力方法	鋼管変位	抵抗せん断応力 τ_0
動的加力	0.6 mm	1.2 t/m ²
静的加力	0.4 mm	0.34 t/m ²



K_x ; 管軸方向地盤係数
 K_y ; 管軸直交方向地盤係数
 D ; 鋼管変位振幅
 $f = 0 \text{ Hz}$ は静的加力による値

図-2 地盤係数

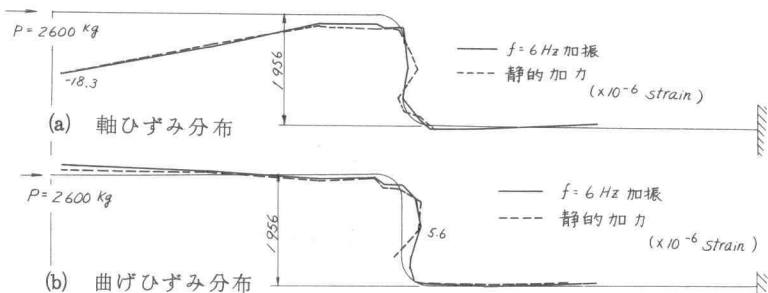


図-3 90°ベンド管を含む管路 ひずみ分布

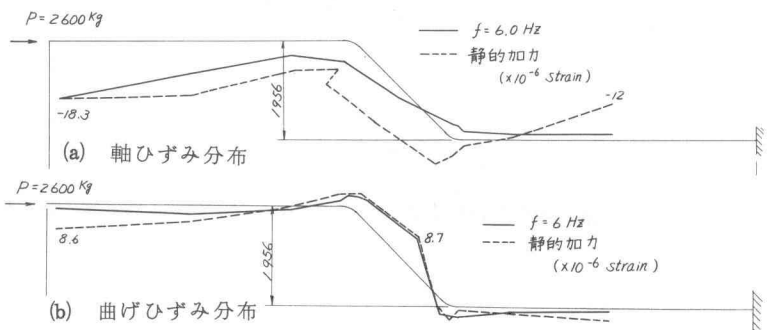


図-4 45°ベンド管を含む管路 ひずみ分布