

○電電公社 建設技術開発室 正員 白川淳一
電電公社 建設技術開発室 正員 安延信一
建設省土木研究所 正員 羽立隆幸

1. まえがき

電電公社の地下管路設備は、延長52万kmに及び、通信ケーブルの保護管路として電気通信サービスに大きく寄与している。大地震の発生によりこれらの地下管路が破損し通信が途絶した場合、社会に与える影響ははかりしれないものがある。このため、地下管路の地震時挙動を把握し適切な耐震設計を施す必要がある。

公社管路の特徴として、1) 細径(主としてφ75mm)で多条敷の布設形態であること、2) 剛性の異なる管(鋼管、硬質ビニル管)を同一ルートで混用していること、3) 区間ごとにマンホールが設置されていること、等があげられ、耐震設計にあたっては、これらの点に十分留意する必要がある。そこで、公社管路の振動性状を総合的には把握するため、模型振動実験を行った。以下にその概要を述べる。

2. 実験概要

地盤条件として2種類の地盤モデルを想定し、管路・マンホール～地盤系の模型を作成した。実験条件をまとめて表-1に示す。基本縮尺率として、長さ1/20、時間1/3、密度1/5と定め、これより表-2に示す相似律を決定した。この相似律に基づき、表-3に定める諸元をもつ管路及び地盤の模型を作成した。管路模型の作成においては、弾性係数Eと断面積Aを相似律のとおりで作るのは困難であったため、その積EAを相似させることとした。模型の材質として、鋼管には塩化ビニル樹脂、硬質ビニル管にはクロロプレンゴム、地盤にはアクリルアミド系のグラウト材を使用した。模型の形状を図-1に、実験種別を表-4に示す。実験は、建設省土木研究所の大型振動台上で行い、地盤の加速度、マンホールの加速度、管路の軸方向ひずみを測定した。

表-1 実験条件

地盤モデル	A: 地質が変化する地盤 B: 基盤が傾斜した地盤
埋設構造物	鋼管(伸縮継手はタフトスリーブ) 硬質ビニル管 マンホール
入力波形	正弦波(管軸方向)
境界条件	模型側面: 半固定, 模型底面: 固定

表-2 相似律

項目	次元	原形	模型
長さ(L)	l	/	1/20
時間(T)	t	/	1/3
密度(ρ)	ρ	/	1/5
振動数(f)	t^{-1}	/	3
速度(v)	lt^{-1}	/	1/6.67
加速度(a)	lt^{-2}	/	1/2.22
質量(m)	ρl^3	/	1/2000
力(F)	$\rho l^4 t^{-2}$	/	1/26700
弾性係数(E)	$\rho l^2 t^{-2}$	/	1/66.7

表-3 模型の諸元

諸元	原形	模型
鋼管	E (kg/cm ²)	2.1×10^6
	φ ¹⁾ (mm)	100
	A (cm ²)	11.2
	EA (kg)	2.35×10^7
硬質ビニル管	E (kg/cm ²)	3.1×10^4
	φ (mm)	100
	A (cm ²)	18.3
	EA (kg)	5.67×10^5
地盤Ⅰ	E (kg/cm ²)	507
	G ²⁾ (kg/cm ²)	175
	V ³⁾ (m/sec)	107
	ρ (t/m ³)	1.5
	ρ (t/m ³)	1
地盤Ⅱ	E (kg/cm ²)	200
	G (kg/cm ²)	69
	V _s (m/sec)	67.1
	ρ (t/m ³)	1.5
	ρ (t/m ³)	1.0

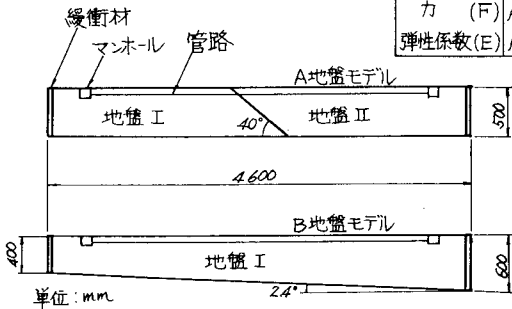


図-1 模型の形状(側面図)

表-4 実験種別

番号	地盤モデル	管種	継手
A-1	A	S×1 ⁴⁾	伸縮継手 ⁵⁾
A-2	A	S×1	タフトスリーブ ⁷⁾
A-3	A	V×1	
A-4	A	S×3 V×6	Sの2 タフトスリーブ
B-1	B	S×1	タフトスリーブ
B-2	B	V×1	

① 管外径

2) せん断弾性係数

3) せん断波速度

4) 鋼管

5) 硬質ビニル管

6) 伸縮継手はマンホールより

27.5cmの位置に設置

7) タフトスリーブは管路とマンホールの接合部で伸縮構造としたもの。

3. 実験結果

実験ケース A-1 及び B-1 の各測点における応答加速度と振動数の関係を図-2、図-3に示す。振動数が大きくなるに従って、加速度応答の最大値が A 地盤では、軟質地盤から地質の境界付近へ、B 地盤では、層厚の厚い部分から薄い部分へと移動している。各実験ケースにおいて、管路に生ずる軸方向ひずみの分布を図-4、図-5に示す。A 地盤モデルでは地質の変化点で大きなひずみが生じている。A-1 と A-2 を比較すると、鋼管路でも、伸縮継手とダクトスリーブでひずみ分布状態がやや異なる。いずれも管路とマンホールの接続部分では、ひずみの発生量は少ないが、最大ひずみの発生箇所が A-1 の場合地質境界部であるのに対し、A-2 ではマンホール側にかたよっている。硬質ビニル管の場合 (A-3)，管路とマンホールは剛結されているため、マンホール際で最大ひずみが発生する。硬質ビニル管 6 本と鋼管 3 本を 3 条 3 段に並設した A-4 では、全体の傾向としては、1 条布設の A-2、A-3 と類似しているが、硬質ビニル管とマンホールの接合部分でのひずみ集中はかなり緩和されている。B 地盤モデルにおいては、管路とマンホールの接合部分を除くとひずみ分布は抑らされており、発生量も A 地盤モデルに比べて小さい。

今後、この実験模型に関して理論解析を行い、実験結果と比較検討するとともに、実際の構造系に関する理論解析及び地震時挙動観測についても実施する予定である。

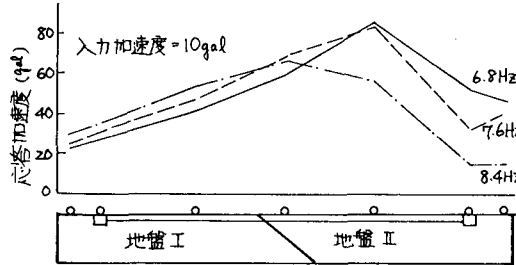


図-2 各測点における応答加速度 (A-1)

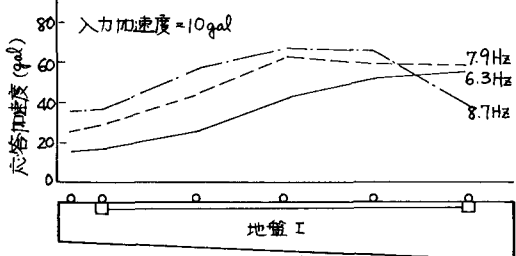


図-3 各測点における応答加速度 (B-1)

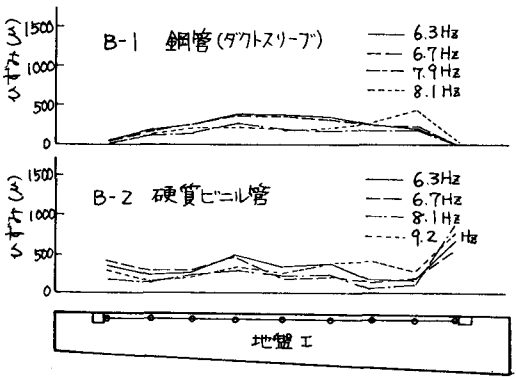


図-5 ひずみ分布 (B地盤モデル)

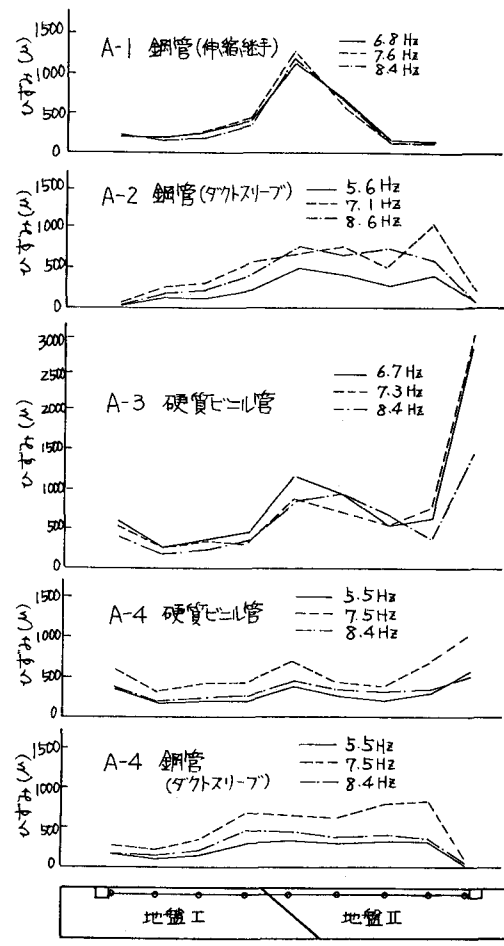


図-4 ひずみ分布 (A地盤モデル)