

電電公社 建設技術開発室 正員 白川 淳一

同 上 正員 奥村 強

同 上 正員 澤橋 剛志

1. はじめに

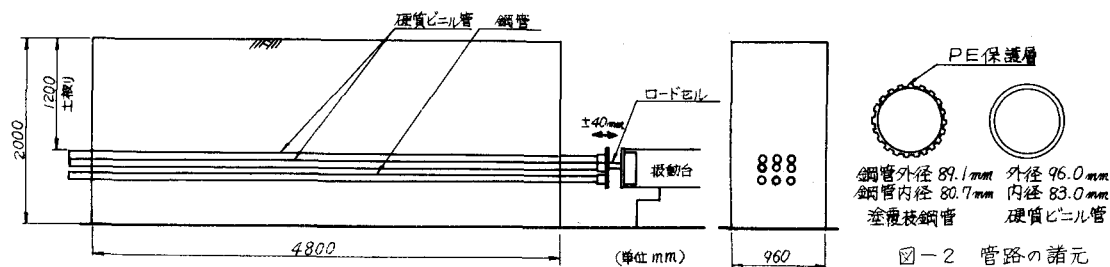
電電公社の地下管路設備は、通信ケーブルの保護設備として電気通信サービスの信頼性維持に大きく寄与している。大地震の発生によりこれらの地下管路が被害を受け通信が途絶した場合、社会に与える影響ははかり知れないものがある。このため、地下管路の設計にあたっては、耐震に対する適切な配慮が必要である。

地下構造物の耐震設計には、一般に応答変位法が用いられており、これを公社の地下管路にも適用することについて検討をすすめているが、公社の地下管路はマンホール部分で不連続となっていること、多条多段に布設されること、また、剛性の異なる管（鋼管、硬質ビニル管）を積み重ねていること等の特異性があるため、これらの点を考慮して応答変位法における諸定数を見直す必要がある。そこで、実験土槽中に実物の地下管路を埋設し、動的載荷実験を行って、管種、条数等の変化に伴う土の拘束力、剛性係数、管路に生ずるひずみの分布等について調査した。以下にその概要を紹介する。

2. 実験方法

図-1に示すように、実験土槽中に3条3段の混用管路を布設して中型振動台に管の一端を固定し、軸方向に強制変位を与えた。実験に使用した管は、公社の地下管路に一般に使用されている塗覆装鋼管及び硬質ビニル管で、その寸法諸元を図-2に、管路の配置を図-3に示す。

埋戻しには千葉県浅間山産の山砂を用い、5層に分けてランマーで十分締め固めた。締め固め後の土の含水量 $w = 11.8\%$ 、単位体積重量 $\gamma_w = 1.76 \text{ g/cm}^3$ であった。管路に与えた強制変位は、最大振幅40mmの正弦波形とし、その周波数は、0.1 Hz、0.5 Hz、1.0 Hzと3段階に変化させた。実験ケースは、表-1に示す8ケースとし、強制変位を与えたときの載荷重、管路の変位及びひずみを測定した。



側面

図-1 供試体の布設状況

表-1 実験ケース

実験ケース	1	2	3	4	5	6	7	8
管種	V1条	V1条	V1条	S1条	S1条	混用管	V1条	V1条
位置	A	B	C	D	E	—	A	B
地盤条件	自由	自由	自由	自由	自由	自由	固定	固定

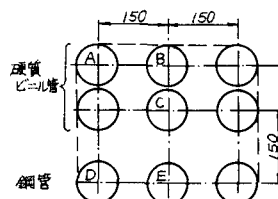


図-3 管路の配置

V: 硬質ビニル管, S: 塗覆装鋼管, 位置: 図-3参照

3. 実験結果

変位と軸力の関係を図-4、図-5に、変位とひずみの関係を図-6に、管軸方向のひずみ分布を図-7に示す。また、図-8に示したヒステリシス曲線に対応する諸値を表-2に示す。これらの結果より、以下のことがいえる。

- (1) 図-4、図-5に示した変位と軸力の関係は、ほぼ図-8に示すヒステリシス曲線に模式化できる。硬質ビニル管のヒステリシス曲線は、やや圧縮側に片寄っているが、鋼管のヒステリシス曲線は、圧縮側、引張側でほぼ均等となっている。
- (2) 管路に対する土の拘束力 P_0 は、硬質ビニル管のほうが鋼管より大きく、また、外側に埋設された管のほうが内側の管より大きく出ている。これらの原因として、埋設時に硬質ビニル管がややたわんでおり、土の抵抗を受けやすいこと、内側の管の周囲では土が締め固めにくいこと等が考えられる。
- (3) 3条3段を同時に載荷したケース-6の拘束力は、管1本ごとに載荷したときの拘束力の2~4倍程度となっているが、管9本で変位に抵抗していることを考慮した場合、管1本あたりの土の拘束力はかなり小さくなる。この原因として、多条多段積み管路の場合、管1本ごとに拘束をうけるのではなく、布設した管全体が1つの管として拘束をうけていることが考えられる(図-3の破線部分)。
- (4) 管路に移動が生ずる限界の変位 δ_0 は、管種や布設形態によって異なるが、5~10mm程度となっている。
- (5) 管路に対する地盤の剛性係数(K_1)は3~4 kg/cm²程度であり、新耐震設計法(案)の中で算定される剛性係数よりかなり小さくなる。また、管路がすべり始めた後の摩擦力の変化係数(K_2)は、 K_1 に対して $1/100$ 以下となっている。
- (6) 管路のひずみ分布は、管端を自由とした場合、載荷点から離れるにつれて、ひずみが小さくなる傾向がみられる。一方、管端を固定とした場合、ひずみは載荷端から離れるにつれて小さくなるが、固定部分に近づくとも再び増加する傾向がみられる。

4. あとがき

今回の実験は、管継手を含まない状態で行ったが、実際の管路では、約5m間隔にソケットやねじ継手が設置されているため、今後は継手を含めた総合的な実験を行う予定である。

最後に、本実験に際し、御協力をいただいた建設省土木研究所耐震研究室の皆様へ深謝の意を表す。

参考文献

栗林、岩崎、川島 地中埋設管の振動性状に関する実験的研究、埋設管に関するシンポジウム

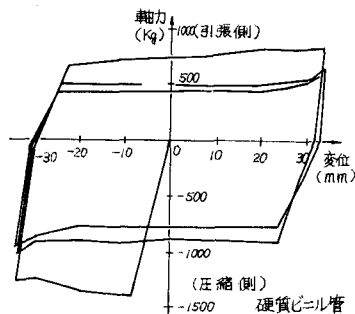


図-4 変位と軸力の関係(ケース2)

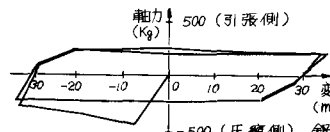


図-5 変位と軸力の関係(ケース5)

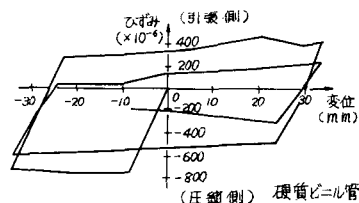


図-6 変位とひずみの関係(ケース2)

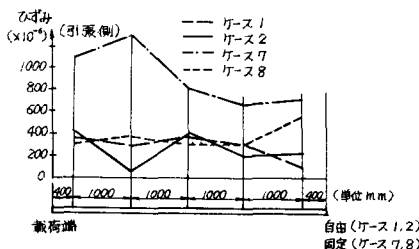


図-7 管路のひずみ分布

- (6) 管路のひずみ分布は、管端を自由とした場合、載荷点から離れるにつれて、ひずみが小さくなる傾向がみられる。一方、管端を固定とした場合、ひずみは載荷端から離れるにつれて小さくなるが、固定部分に近づくとも再び増加する傾向がみられる。

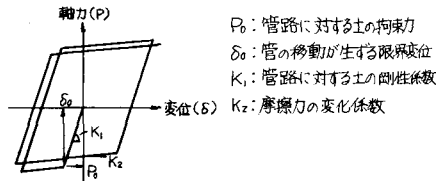


図-8 ヒステリシス曲線の模式図

表-2 ヒステリシス曲線から得られる諸値

ケース No.	P ₀ (kg)		Δ ₀ (mm)		K ₁ (kg/cm ²)			K ₂ (kg/cm ²) (×10 ³)		
	0.1 (Hz)	0.1 (Hz)	0.1 (Hz)	0.5 (Hz)	1.0 (Hz)	0.1 (Hz)	0.5 (Hz)	1.0 (Hz)		
1	-1350	7	4.02	2.71	3.40	1.31	1.02	1.00		
2	-1400	8	3.65	4.67	4.50	1.13	1.71	0.98		
3	-820	7	2.44	3.02	4.17	0.92	0.77	0.98		
4	-720	5	3.00	3.31	1.92	1.44	1.40	1.17		
5	-440	7	1.31	3.03	2.71	1.42	1.40	0.96		
6	-3000	10	6.25	8.94	9.71	9.21	6.00	5.67		