

松代地震による地中電線路埋設鋼管の地震応答観測結果

電力中央研究所 正員 高橋 忠
 “ “ “ “ 桜井彰雄
 東京電力株式会社 正員 野口俊郎
 “ “ “ “ 岩片 透

1. まえがき

電力需用の急増に応じて、東京電力株式会社では地中電線路による都心部への超高压送電を導入しつつあるが、過去の大地震では電線・電話線・ガス・上下水道などの地中埋設管路は、多かれ少なかれ被害をうけている。埋設管路はこの修復に日数を要すること、特に超高压地中線においては被害の影響範囲が広いことなどから、その耐震性については十分検討を加える必要がある。

しかしながら、埋設管路の耐震性については、従来のいわゆる地盤動と異り、線の地震動を主題にしなければならぬため未知の点が多く、解明を急がされている問題が多い。その時に当り北信地方に群発した松代地震は、短期間に多くの有感地震が期待でき、当地における埋設管の実験は実際の地震入力に対する実際の管の応答が観測できること、これと各種の実験・調査を伴用すれば他地方に結果を敷衍できることから耐震設計上有益な資料が得られるものと期待された。そこで電力中央研究所と東京電力株式会社では、中部電力株式会社の御協力を得て同社北信変電所構内に実物規模の管路をモデル管路として埋設し、地震応答観測・各種起振実験などを行ってその耐震性を調査した。

図1 250A管設置作業



2. 方法・規模

モデル管としては実際の管路を基にして250A管(鋼管)を用い、管剛性の影響を調べるため80A鋼管、および中部電力によるコンクリート管と平行して埋設した。使用した鋼管の諸元を表1に示した。管は実際の敷設状況に合せ、周囲を砂詰めにし、地下1.5mに埋設した。

実験は、管・マンホールの地震応答観測(変位・加速度・歪)及び各種起振実験などを含む。埋設管の地震応答解析には管が地盤と一体に動くかどうか一つの向題点であるので、管には横方向・軸方向の変位を観測できる様、電磁・直結型の変位計を取付け、これに対応する地盤内にも同

一特性を持つ変位計を埋設して両者を対比できる様とした。また、地盤自体の挙動については本実験に先立ち地震動の平面分布を、また深度別加速度観測などを行った(講演題目(1)参照)。250A管

表1. 使用鋼管の諸元

	外径 mm	厚さ mm	全長 m	備考
250A	267.4	6.6	90	曲管部・マンホールを含む
80A	89.1	4.2	70	直管部のみ

には試作した小型土圧計を取付け地震時土圧の測定、動的K値の測定に使用した。松代地震は短期向に震度IV程度の地震が期待できるから、普通の方法で歪測定が可能である。実験では、カールソン型歪計、抵抗線型歪計を用い動歪指示器を通して無現象オツシロで記録した。使用計器は動歪指示器17台、記録器10台で、増巾器関係は常に点火しておき、スターターで同時に起動、記録する様にした。起振実験は、マンホールと管、管に取付け管内起振板(試作品)などによる起振実験、地盤を介した起振実験、動的K値測定などであり、その他、常時微動観測、弾性波速度試験などを行って基礎資料とした(講演題目(1),(2)参照)。

3. 結果

得られた地震観測結果のうち、管の歪に關係した結果を要約すると、次の様になる。

- a) 管の変形と地盤の変形はほぼ同一であり、管の固有振動は認められない。(図4.5)
- b) 地盤の変形は管軸方向・管横方向共、同程度観測される。(講演題目(1)参照)
- c) 管に生ずる歪は軸方向変形による歪が優越する。(図7)
- d) 曲管部の歪は曲げ歪が見られるが、直管部に比べて大きな値を示すことはない。(図8)
- e) マンホール取付部の歪も特に大きな値を示すことはない。(図8)
- f) 加速度最大の時が、必ずしも歪最大の時ではない。(図6.7)

g) 管剛性の差について同時観測結果について調べると、80A管は250A管に比べほぼ等しいかやや大きな歪を示す。

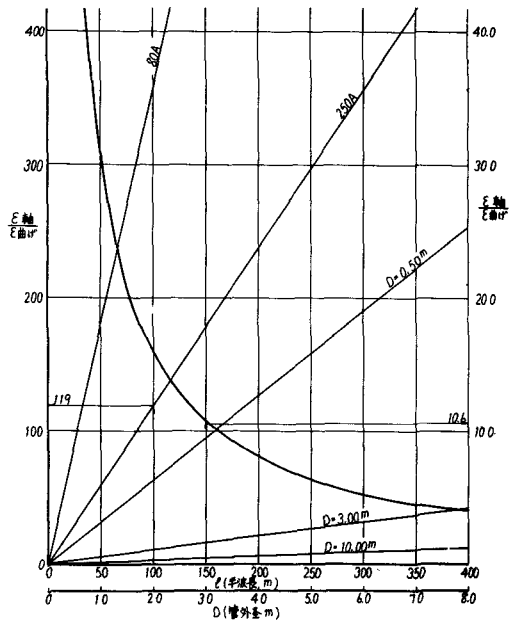
以上の結果を考察すると次の様になる。a)によれば、この程度の地震(最大90gal)及び250A管程度の管剛性では、土の歪は管の歪にほぼ等しいと考えてよい。観測された管の歪は軸方向変形による歪が優越しているが、地盤変形観測結果によれば横方向にも同程度の変形が観測される。これは管の歪感度の差によるもので、同一波長・同一掘巾を与えて軸・横双方の歪値と比較すると、軸方向の歪感度が250A管では数十倍大きい(図2)。したがって、軸・横双方の変形を受けても軸方向変形による歪が数十倍よく観測されるためである。以上、結果a), b), c)に基けば、管に生ずる歪と加速度は次式で結びきる。

$$\epsilon = C \cdot \frac{T \cdot A}{U}$$

- ϵ : 歪
- C : 定数(表面波 $\frac{1}{2}\pi$)
- T : 地震波の周期(sec)
- A : 地震加速度(gal)
- U : 管に入射する地震波の見掛け速度(cm/sec)

歪観測値について、上式の関係を調らべた結果を図3に示した。図によれば上式の関係はほ

図2 歪感度



ば、成立している。この関係は、まE、結果f)によつても裏付けされる(講義題目(9)参照)。

マンホール取付部の歪が特に大きくならない場合は、マンホールと管とを縁切りし、防水金具によつて取付けた結果と考えられ、これによる応力集中防止が可能であると考えられる(講義題目(10)参照)。

4. あとがき

本報告は、松代地震を利用した地中埋設鋼管の地震観測結果の一部について報告したものであり、実際の設計に際しては大きな工学的判断を要する実が多いが、本実験によつて不明な実の多かった地中埋設管の地震時挙動を説明するに必要なる問題実が明確になったことは、今後の研究の速度を大きく速めるものである。

参考文献

吉橋他「松代地震による電力施設・機器の耐震研究」

電力中央研究所 技研報告 NO.66078, 1967.3

図3 歪-加速度

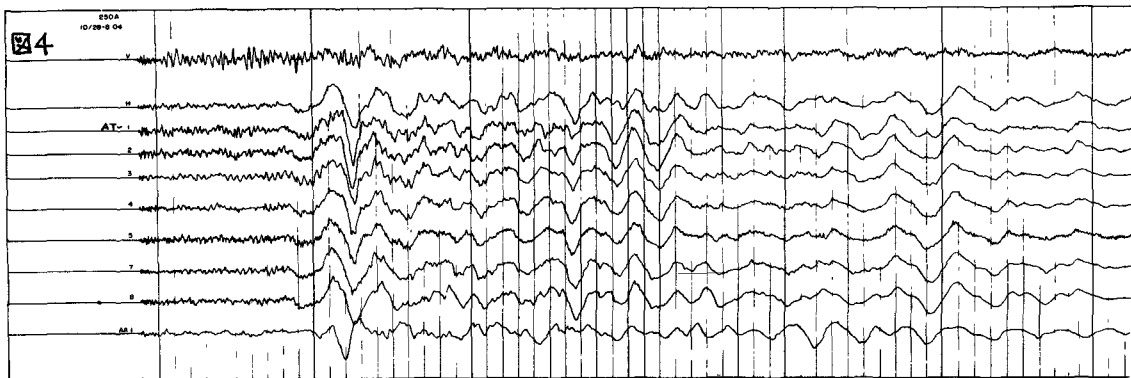
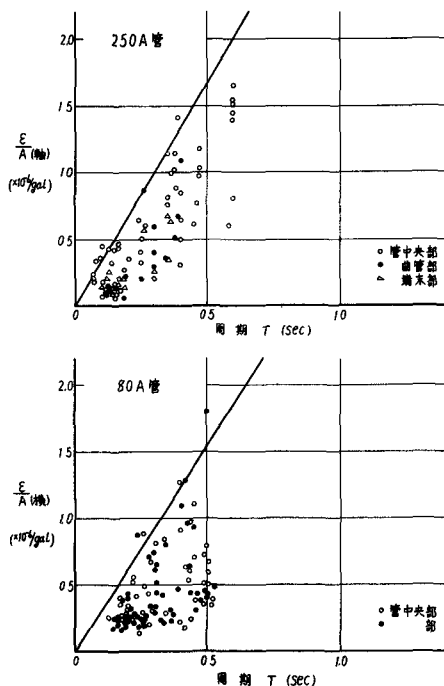


図5

250A 管架破砕時
1968.12.11.14
(管軸方向)

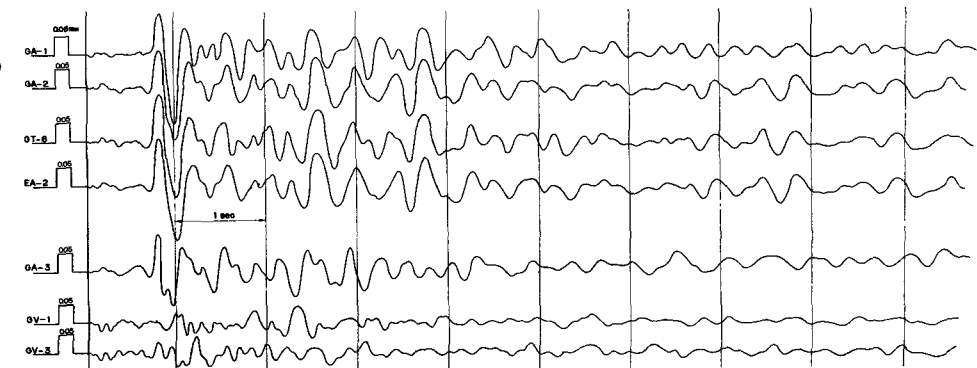


図6

地震動速度 - 変位記録

1960 11 25 - 02 08

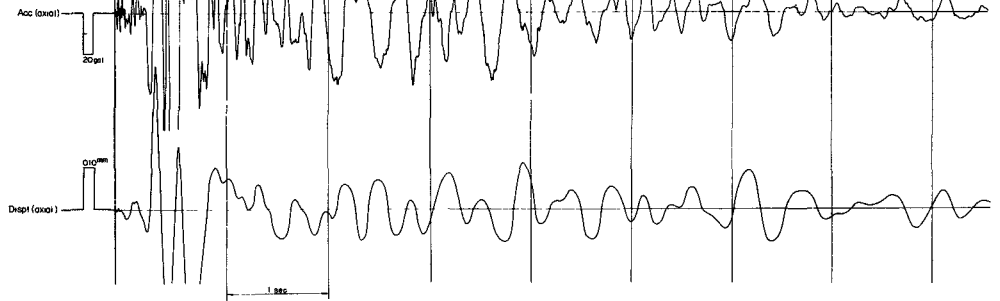


図7

250A管基記録

1960 11 25 - 2 08

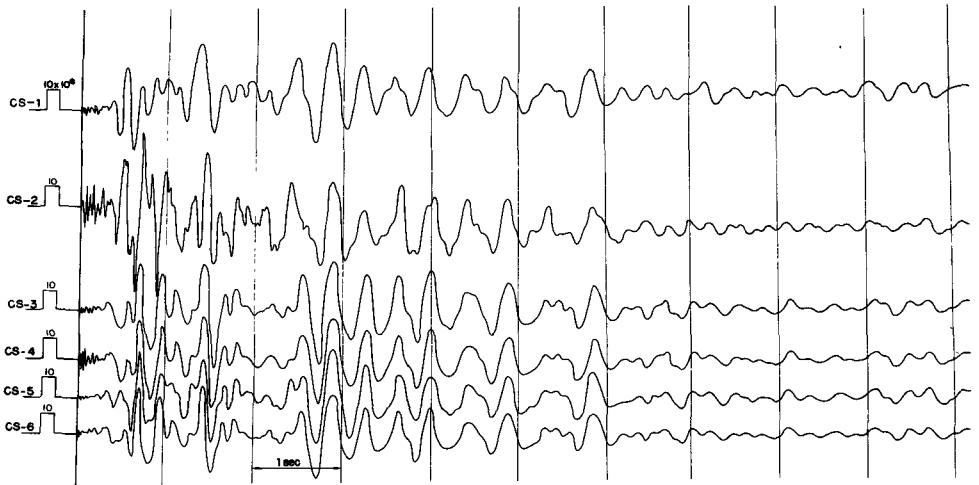


図8 応力分布 (11/25 2.08 Emax)

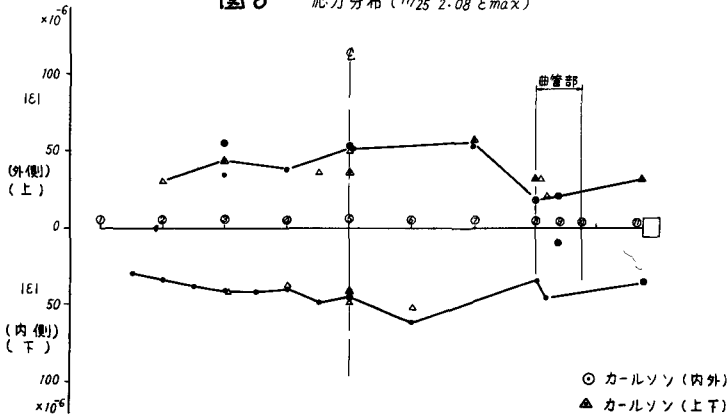
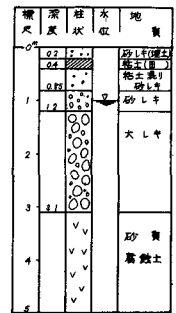


図9 土質柱状図



(地表部分拡大図)