

日本電信電話公社	建設技術開発室	正員	梶本俊彦
同	上	正員	奥村 強
同	上	正員	澤橋剛志

1. はじめに

電電公社では、地下管路の耐震設計に関する検討の一環として、地震時挙動の現地観測を実施している。観測体制および観測記録の一部については前回報告を行ったが、今回はその続報として、最近観測された2つの記録について検討した結果を報告する。

2. 観測概要

観測地点は筑波研究学園都市内に位置し、75mm管(鋼管および硬質ビニル管)を対象に観測を実施している。測定項目は、地盤(GL-2.2mおよび-35.0m)加速度、管路加速度、管路ひずみおよび管路とマンホールとの相対変位である。計器設置位置を図-1に示す。

3. 観測記録

観測は1982年3月より開始し、現在までに25件の地震時記録を得ているが、今回解析の対象としたのは表-1に示す2件の地震による記録である。これらの地盤加速度波形は図-2および図-3に示すとおりであり、基盤最大加速度はNo.1で31gal、No.2で49galであった。また、両者の主要動部分の長さを比較すると、No.1は20秒間程度、No.2は10秒間程度であり、いずれも震源地が比較的近い地震であることを示している。

地盤加速度のパワースペクトル解析結果を図-4および図-5に示す。No.1において、基盤加速度の卓越周波数は0.4、0.9および2.6Hz付近に存在している一方、表層加速度では上記のほか、1.9Hz付近に卓越周波数が存在している。この値は表層地盤の一次固有周波数にほぼ一致し、地震動が表層地盤の振動特性に従って増幅されたものと考えられる。一方No.2においては、基盤加速度と表層加速度の卓越周波数がほぼ一致し、表層地盤の振動特性が現れていない。これは基盤と表層の挙動が同様であることを示しており、No.1とNo.2による地震動の性質が明らかに異なっているものと考えられる。

さらに波動の伝播速度について考察するために、地盤加速度の水平・垂直方向相互相関関数解析を行った。この結果を図-6および図-7に示す。No.1では水平方向・垂直方向とも明瞭なピークが現れており、ピーク値を与える時刻から、波動の伝播速度を計算すると、水平方向では1530m/s、垂直方向では240m/sという値を得た。このうち、特に垂直方向の波動の伝播速度は、弾性波探索によって求められた表層地盤のS波速度とよく一致している。一方No.2においては、両方向とも明瞭なピークが現れていないが、水平方向ではわずかに位相差が見られ、波動の伝播速度として2700m/sという値を得た。しかしながら、垂直方向ではほとんど位相差が見られず、見かけ上波動の伝播速度はきわめて大きな値となる。このことは、No.2においては見かけ上、基盤から表層への波動の伝播が考えられず、パワースペクトル解析における考察と同様の結果を示すものである。

この2つの地震による表層速度波形と管路ひずみ波形を図-8および図-9に示す。表層最大速度および管路最大ひずみは、それぞれNo.1で7.4cm/sおよび77 μ 、No.2で14.4cm/sおよび19 μ であった。一般に速度vの波動が伝播速度cで水平方向に伝わる場合、地盤ひずみはv/cで表わされ、管路ひずみと表層速度とは比例関係にあるとされている。しかし両者の観測波形を比較すると、No.1では全時間にわたってほぼその傾向を示しているのに対して、No.2では9~15秒付近で両者の波形に相関性が見られず、表層速度の大きさと比較して管路ひずみはきわめて小さい値を示している。このことは前述したように、見かけ上の伝播速度、換言すれば見かけ上の波長がきわめて大きいことに起因するもの

であり、No. 2のような直下型地震の特徴と考えられる。

4. まとめ

今回、震央距離が比較的短い2つの地震による地盤および地下管路の挙動について考察を行ったが、No. 2のような直下型地震では、従来の応答変位法による、基盤から表層への波動の伝播という理論では、地下管路の挙動を説明できないことを示した。地下管路の合理的な耐震設計法を確立していくにあたって、直下型地震に対してどのような対策を施す必要があるのか検討するうえで、今回のデータは貴重な資料となる。

(参考文献) 梶本・奥村・吉川：地下管路の地震時挙動観測について（土木学会第37回年次学術講演会）

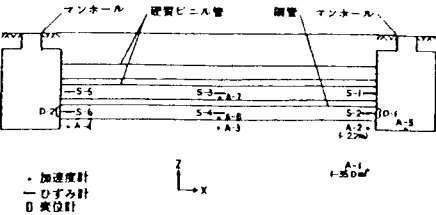


図-1 計器設置位置

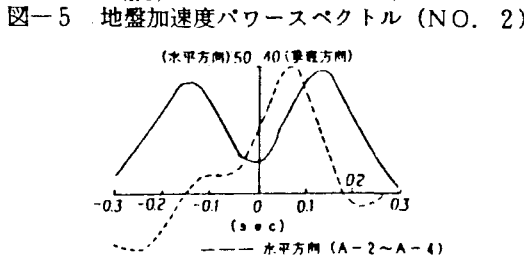
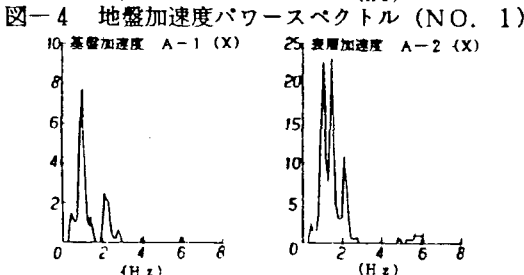
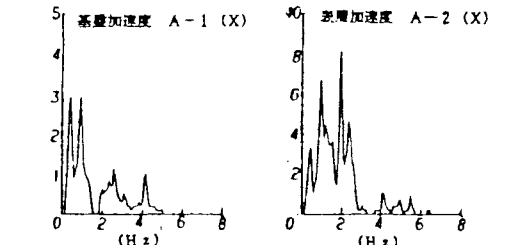


図-6 相互相関関数 (NO. 1)

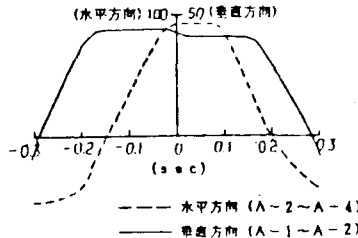


図-7 相互相関関数 (NO. 2)

表-1 地震の諸元

NO.	日時	震源地	震央	マグニチュード	震源深さ	震央距離	震度 (水戸)
1	1982.7.23 23:23	茨城県沖	36°15'N 141°55'E	7.0	10km	170km	IV
2	1983.2.27 21:14	茨城県南部	35°52'N 140°06'E	6.0	70km	15km	IV

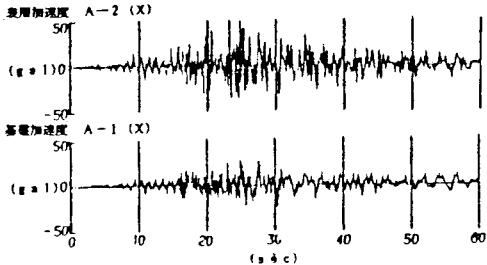


図-2 地盤加速度波形 (NO. 1)

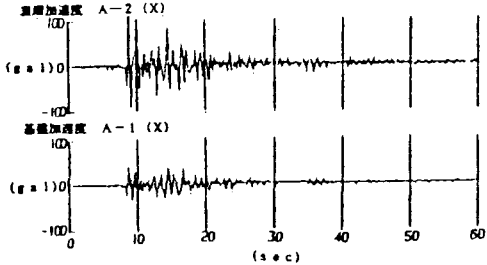


図-3 地盤加速度波形 (NO. 2)

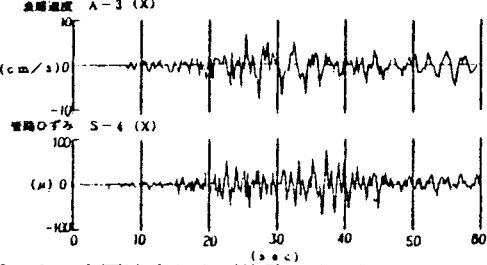


図-8 表層速度および管路ひずみ波形 (NO. 1)

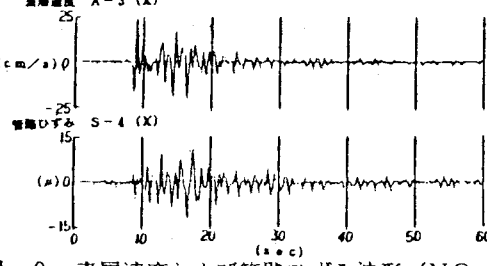


図-9 表層速度および管路ひずみ波形 (NO. 2)