

久保田鉄工(株) 正員 北 条 貞 宗
 同 上 正員 ○岩 本 利 行
 同 上 正員 若 井 伸 彦

1. はじめに

現在、八戸市内の3ヶ所で耐震ダクトイル管路の地震時の挙動観測を昭和50年5月よりおこなっている。既報^{1,2)}の観測結果より、管路は地盤歪により力を受け、継手のある管路ではその力をほとんど継手部で逃がしていることが分った。また、地震波の伝播により地盤歪は速度振幅に比例し伝播速度(位相速度)に反比例するものとなる³⁾。本報告は観測開始以来、最大の地震であった宮城県沖地震(昭和53年6月12日17時14分)の際、幹線観測所¹⁾、下長観測所²⁾、(以下、観測所を省略)で得られた記録波形について伝播速度と地盤歪に関して述べたものである。尚、紙面の都合上、当観測所の装置、地盤、上記記録の最大値、周期特性等は割愛するので既報を参照されたい。

2. 伝播速度、入射角度

図1に示すA、B2地点の記録波形の位相差時間(ΔT)を目視で読みとることにより管路に対する見掛け上の伝播速度(V)が得られ、また、A・B・Cの3地点の波形より入射角度(θ)が得られる。また、土岐⁴⁾によれば2点間の波形を用い(1)式のスペクトルの比をとることにより周波数と位相遅れ(差)時間の関係が得られる。よって、伝播速度(位相速度)をより明確にする為にこの計算もおこなった。

$$\begin{aligned} H+(\omega, \tau) &= \int_{-\infty}^{\infty} \{f_A(t+\tau) + f_B(t)\} e^{-i\omega t} dt \\ H-(\omega, \tau) &= \int_{-\infty}^{\infty} \{f_A(t+\tau) - f_B(t)\} e^{-i\omega t} dt \end{aligned} \quad (1)$$

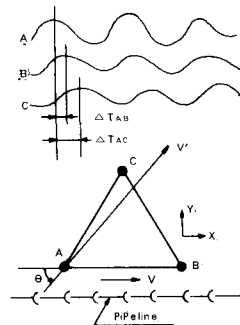


図1 三点観測の地震波の位相差と入射角度(下長観測所)

下長、幹線で得られた地表面近くの地盤速度($\times$ 方向)の波形を図2、3に示す。波には位相差がみられる。但し、下長は図1に示す3地点(60m間隔)の波形であり、一方、幹線は直線管路上の3地点(48m間隔)の波形である。目視により求めた下長での位相差時間、入射角度を図4、5に示す。これより、管路に対する見掛け上の伝播速度は1700~300m/sとなる。入射角度は記録の前半(0~30秒)では50°前後、後半では明確に判断できないがほぼ20°前後であり入射方向が変化していると思われる。同様の方法により求めた幹線での位相差時間を図6に示す。これより、管路に対する見掛け上の伝播速度は1900~400m/sとなる。しかし、下長と異なり0値をはさんでかなりばらついている。これは地震波がほぼ管軸直角方向に入射しているためではないかと思われる。また、図2に示す下長のA、B点の波形(20~40秒間)を(1)式により求めた結果を図7に示す。図中には周波数と位相遅れ

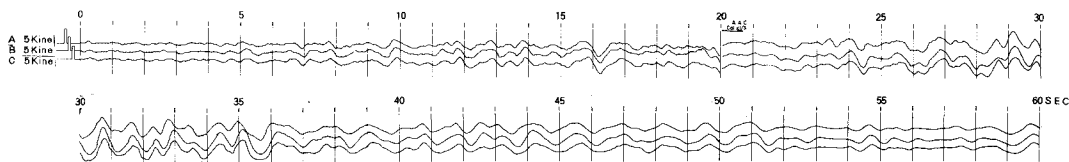


図2 下長観測所の速度波形(宮城県沖地震、1978.6.12、17:14、 $\times$ 方向)

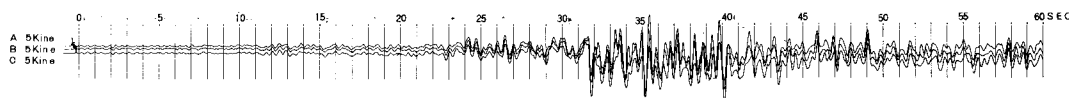


図3 幹線観測所の速度波形(宮城県沖地震、1978.6.12、17:14、 $\times$ 方向)

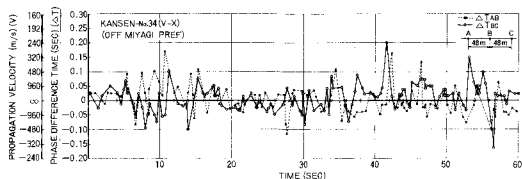


図6 幹線観測所での伝播速度

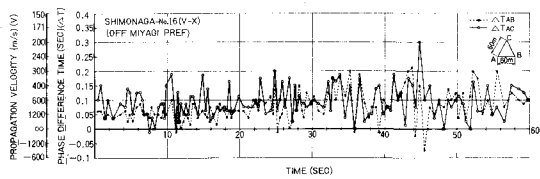


図4 下長観測所での伝播速度

(差)時間の関係がある部分を■印で示している。これにより、位相遅れ時間が0～0.2秒の正值にありA点からB点へ波が伝播していることが分る。また、位相遅れ時間は周波数が1～3 Hz (当波形の卓越周波数は1.4 Hz) の間で0.1秒前後(0.05～0.15秒)の値を示す。これより、管路に対する見掛け上の伝播速度は600 m/s 前後となり、図4の目視による結果とよく一致する。

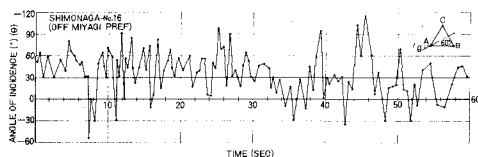


図5 下長観測所での地震波の入射角度

3. 伝播速度と地盤歪

地盤歪 (ϵ) は(2)式で与えられ、速度 (v) に比例し伝播速度 (V) に反比例する。

$$\epsilon = v/V \quad (2)$$

図2、3に示す速度 (v) と上記2項で求めた目視による伝播速度 (V) を用いて(2)式の計算による地盤歪と実測の地盤歪^{1,2)}の関係を図8、9に示す。これより、下長は若干計算値の方が大きい傾向はよく一致している。尚(1)式により求めた伝播速度600 m/sを用いて地盤歪の最大値を計算すると 150×10^{-6} となり実測値 160×10^{-6} とよく一致してくる。また、幹線は実測に対して計算値が大きい傾向はほぼ一致していると云えよう。

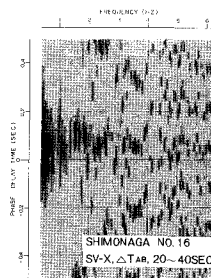


図7 周波数と位相遅れ時間の関係 (下長観測所)

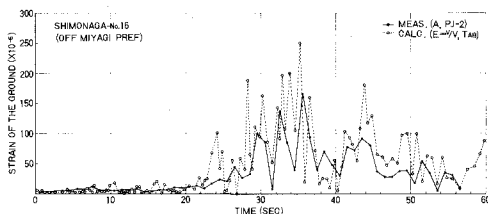


図8 地盤歪の計算値と実測値の関係 (下長観測所)

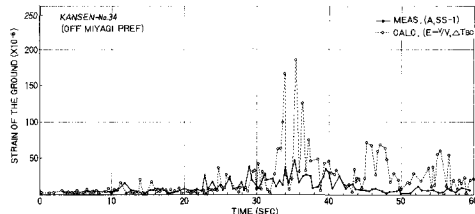


図9 地盤歪の計算値と実測値の関係 (幹線観測所)

4. おわりに

以上、宮城県沖地震時の観測記録での伝播速度と地盤歪について簡単な分析結果を述べたが、他の観測記録の分析、入射角度と震源方向との関係、記録波形がS波か表面波 (Rayleigh波等) かなどの検討も必要であり今後、より詳細な分析をおこなってゆきたい。

また、当観測は八戸市水道部殿の御協力のもとにおこなっており、紙面を借りて深甚なる謝意を表する。

参考文献

- (1)小軽米、北条、岩本：八戸市白山浄水場系配水幹線の耐震ダクトイル管路の地震時挙動観測、才5回日本地震工学シンポジウム、1978
- (2)小軽米、北条、若井：八戸市下長地区に於ける耐震ダクトイル管路の地震時の挙動観測、才15回地震工学研究発表会、土木学会耐震工学委員会、1979
- (3)桜井彰雄：地盤の震動解析に基づく埋設パイプラインの耐震性の研究、1971
- (4)土岐憲三：強震加速度記録による位相速度の検出、才4回日本地震工学シンポジウム、1975