

東 北 大 学 工 学 部 正 会 員 浅 野 照 雄
東京ガス(株)技術研究所 正 会 員 西 尾 宣 明
東京ガス(株)技術研究所 ○正 会 員 塚 本 克 良

1. はじめに 1978年宮城県沖地震により泉市南光台地区では、ガス導管・水道管等地中埋設管構造物は多くの被害を蒙った。南光台地区は原地形が起伏30m程度の丘陵地であったが、ここ10数年の間に大規模な宅地造成が行われ、現在では比較的平坦な土地となっている。この地区の震害調査から埋設管の被害は、地盤構造（切土と埋土による複雑な地盤の構成）の影響が大きいことが推測された。従来から埋設管は地質構造の変わり目で被害を受け易いと指摘されているが、地震時挙動の実測例は報告されていない。そこで筆者らは、南光台地区の切土・埋土の境界部を中心として地震観測を行っている。本報告では、今までの観測により得られた知見の概要を述べる。

2. 地盤の概要と観測システム 観測場所の導管管軸方向の地質断面を図-1に示す。切土側原地盤は第3紀中新世の凝灰質砂岩および凝灰岩であり、いずれもN値は50以上である。一方、埋土地盤は層厚10数mであり、基盤岩の凝灰質砂岩を起源とする材料から成っている。構成は、軟岩10~100mmφの礫を含む凝灰質粗砂・中砂を主体とし、局部的に粘土化を呈し緩い締まり具合を示す。埋土地盤のN値は2~21程度とバラツキが大きい。PS検層よりVsは、埋土地盤160~350m/s、切土側地盤・基盤630m/sである。また、常時微動観測によれば、埋土部分の卓越周波数は2.0~8.0Hzにあり、特に3.0~4.5Hzの成分が顕著である。観測の対象とする導管は口径200mmの鋼管である。観測は地震時自動観測システムにより、図-1に示す位置で地盤加速度（3ヶ所各3成分）・管体加速度（3ヶ所各3成分）・管体ひずみ（10ヶ所各2点）の測定を行っている。

3. 地震観測記録の概要 今までに観測された地震および観測値の概要を表-1に示す。震度は気象庁による値（仙台）で0~Ⅱの範囲にあるが、観測場所では全体に大きくⅠ~Ⅲに相当している。観測された地震の中で大きな管体軸ひずみの値が観測されたNa5とNa6の地震記録波形を図-2、図-3に示す。また、この2つの地震のパワースペクトル解析結果を図-4、図-5に示す。Na5は近地地震の特徴を備え、主要動部が10秒間程度と短く、周波数の高い成分が多い。基盤の加速度には0.2~10.7Hzと広範囲の周波数成分が現われるが、埋土部では3.6Hzの成分が増幅されている。その結果、切土と埋土ではスペクトルのパターンに著しい相違が生じており、切土と埋土の境界部は両者の中間的な特徴をもっている。一方、境界部でのひずみのスペクトルは、埋土中央部の加速度のスペクトルに酷似している。すなわち、境界部でのひずみは埋土の中央部の震動に最も強く影響されていることを示している。Na6は遠地地震の特徴を持ち、主要動部は30秒間程度と長く、周波数の低い成分が多く含まれている。基盤の加速度には0.2~4.0Hzの周波数成分が多く、そのうち3.0~4.0Hzの成分が埋土部分で若干増幅されている他は、全てほぼ同様なスペクトル分布である。変位については0.9Hzが著しく卓越しているが、ひずみに関しては3.0~4.0Hzと0.9Hzが同程度の大きさであり、埋土の影響を示す短周期成分と表面波と見られる長周期成分の影響が同程度に現われているものと考えられる。次に、地盤と管体加速度および管体ひずみの最大値の分布を図-6、図-7に示す。加速度の最大値は、近地地震の場合に切土と埋土の境界部で発生し、遠地地震の場合には埋土中央部で発生する。管体軸ひずみの最大値は、どの地震の場合でも切土と埋土の境界部・境界部近傍（埋土側）で発生している。

4. ま と め 導管の地震時挙動特性は、近地地震では主に埋土地盤の応答特性に支配されており、遠地地震では切土・埋土の全体系を含めた広域的な地盤構造の応答特性に支配されているものと考えられる。導管の軸ひずみはいずれの場合にも切土・埋土の境界部で最大値を示している。

5. 謝 辞 本観測を行うにあたり、東北大学工学部の佐武正雄教授のご指導を戴きました。また、導管の使用許可および測定機器設置工事に関して、仙台市ガス局の小出豊供給部長をはじめ多くの方々の多大なご協力を戴きました。ここに深く感謝の意を表します。

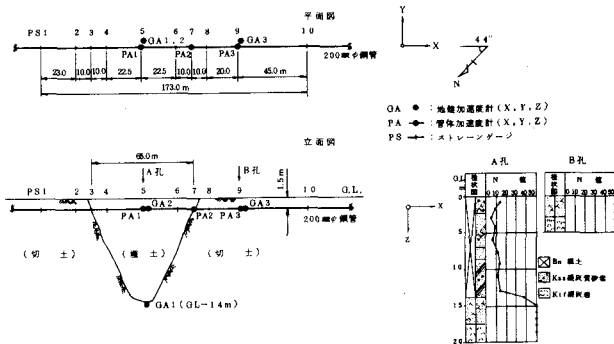


図-1 地盤断面および測定点位置図

表-1 地震觀測結果一覽表(南光台)

BQ 内 号	観測日 時 刻	測 定 値		観測 風速 (m/s)	観測 風向 (°)	メテオ 観測 (°)	最大 風速 (m/s)	最大 風速 の 方 向 (°)	最大 風速 の 方 向 の 誤 差 (°)	最大 風速 の 方 向 の 誤 差 (°)	観測 風速 (m/s)
		N	E								
1	1981	38.6°	143.3°	4.0	20.0	6.1	3.3	50.0	1.2	0.0	3.2
	0020Z										
2	928	38.6°	143.3°	4.0	29.0	—	0.7	10.0	0.2	0.0	1.7
	1238Z										
3	1012	38.6°	142.1°	4.0	10.0	4.5	1.2	81.0	6.2	4.5	0.3
	0123Z										
4	1015	40.3°	143.3°	4.0	25.0	6.0	1.0	28.0	1.2	7.3	3.8
	1048Z										
5	11.6	38.6°	141.5°	4.0	6.5	5.1	1.2	16.5	1.0	8.6	1.0
	1329Z										
6	12.2	38.6°	142.5°	4.0	30.0	6.6	1.3	9.9	5.9	6.6	3.1
	1512Z										
7	1212	38.6°	143.4°	2.0	22.0	5.9	0.9	12.0	0.2	7.3	3.2
	0502Z										

注 1. () 内为测定点号。

2. 最大加速度 上段: 地震, 下段: 管体

3. 網直数：骨体ひずみ最大部の網直数

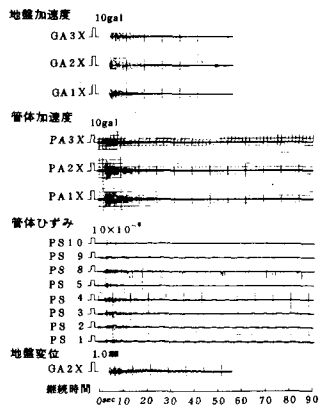


図-2 1981.11.6宮城県沖地震
(No.5)

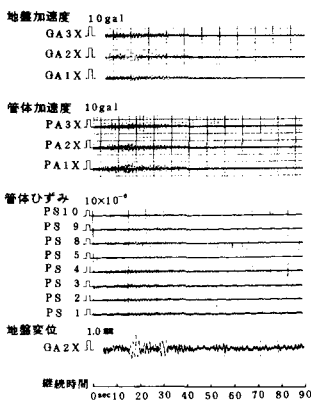


図-3 1981.12.2青森県東方沖地震
(No.6)

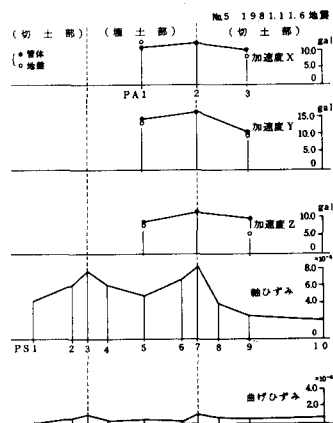


図-6 加速度およびひずみ分布

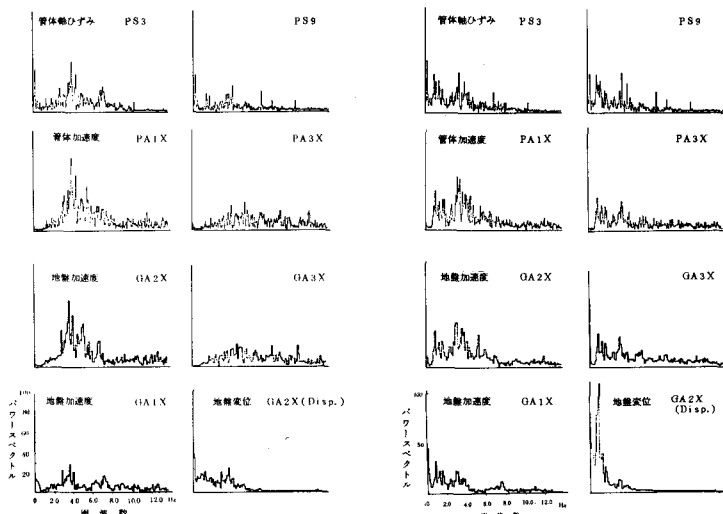


図4 1981. 11. 6宮城県沖地震
(No.5)パワースペクトル

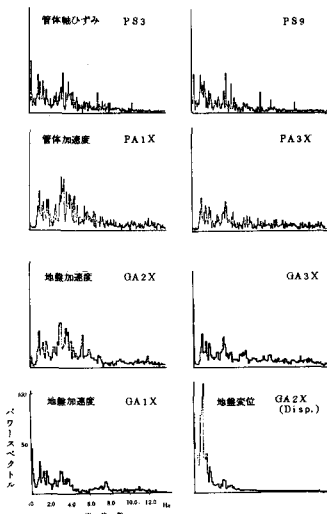


図-5 1981.12.2青森県東方沖地震
(No.6)パワースペクトル

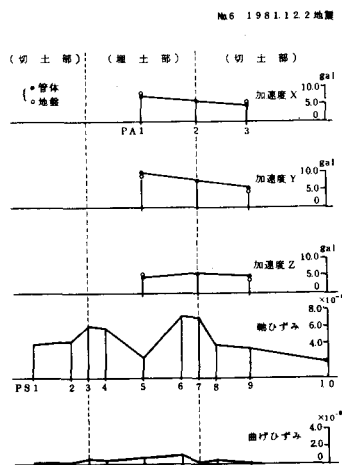


図-7 加速度およびひずみ分布