

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 1981年9月から仙台市近郊の宅地造成地(泉市南光台地区)において、切土と埋土を横断する埋設管(口径200mm鋼管)の地震観測を行っている(図-1参照)。現在までに15の地震を観測し、その中には震度Ⅲ2つ、震度Ⅳ3つを含んでいる。ここでは観測により明らかになった地盤と埋設管の震動特性について述べ、このような急変地盤に埋設された管体にひずみが発生する機構についても考察を加えた。

2 地盤と埋設管の震動特性 観測記録の解析から明らかになった主要な特性は次のとおりである。

- 1) 切土と埋土が錯綜する地盤構造変化が激しい造成地では、地震時に埋土地盤の振動特性が埋設管の挙動をほぼ支配する。なお、常時微動測定、地震観測から知られる観測場所埋土地盤の1次の固有振動数は3.0~4.0Hzにある。
- 2) 埋設管の軸ひずみは、全地震について切土と埋土の境界部またはその近傍の埋土部で最も大きくなる。
- 3) このような地盤で埋設管にひずみを生じさせる主要な地震波の成分は、鉛直下方から上方へ入射する2.0~5.0HzのS波である。これは埋土地盤の1次固有振動数と一致する。遠距離地震の場合には1.0Hz以下の長周期波によるひずみもある程度現われる。また近距離地震の場合には境界部において6.0~8.0Hzの高い周波数成分(2次波)も現われる。
- 4) 埋設管に発生する最大軸ひずみの大きさは、地震波の周波数特性により差があり、切土部の加速度を基準にして $0.3 \sim 1.5 \times 10^{-6}$ /galと広い範囲にばらついている。
- 5) 埋設管に発生する水平面内曲げひずみは軸ひずみの20%以下と小さい。
- 6) 地表部分の加速度は、埋土底部基盤に対して平均では埋土部で1.9倍、境界部で2.0倍、切土部で1.2倍に増幅されている。この増幅度の差が境界部での管のひずみに直接関係している。
- 7) 地震波のみかけの伝播速度は、鉛直方向に関して主要動部前半部分で数100m/Sであり、水平方向に関しては主要動部前半部・後半部ともに1400~2700m/Sである。すなわち主要動部前半では明らかにS波が主体と考えられる鉛直方向に伝播する波が認められ、後半以後はその成分が減り表面波が主体と考えられる波が認められる。

3 埋設管軸ひずみ発生機構について 観測場所では上述したように、地震波の中の表面波、S波、2次波が周波数帯域を異にして現われている。そこでひずみの値が比較的大きかった震度Ⅳの地震2つ(表-1、遠距離地震No14、近距離地震No15)に関して、地震波(境界部管体軸ひずみ、埋土部・境界部・切土部加速度)を0~2.0Hz、2.0~5.0Hz、5.0~25.0Hzの3つの周波数帯域に分解(パワースペクトルの逆フーリエ変換)し、各帯域とひずみの関係を調べた。図-2、図-3に示す解析結果から次のことが分った。

- 1) 埋土部加速度と境界部管体軸ひずみの波形がよく似ており、特に2.0~5.0Hzの成分はよく似ている。埋土部加速度最大の時刻で境界部管体ひずみも最大となっている。原波形が最大ひずみとなる時刻でのその振幅に対する2.0~5.0HzのS波成分が占める割合は60~70%である。
- 2) 図-2の遠距離地震の場合の加速度波形で、0~2.0Hzの低い周波数成分は、埋土・境界・切土のどの場所にも同程度の振幅で同じ波形で現われている。原波形最大ひずみ振幅に対する同時刻でのこの成分の占める割合は30%である。図-3の近距離地震の場合にはこの成分は殆んど現われていない。
- 3) 近距離地震の場合、境界部管体軸ひずみと境界部加速度の5.0~25.0Hzの成分の波形がよく似ている。この成分の加速度波形は、埋土・境界・切土のそれぞれでは余り似ておらず、主要周波数も異なっている。従ってこの成分は局部的な震動特性を反映していると考えられる。原波形最大ひずみに対するこの成分の占める割合は40%である。遠距離地震の場合にはこの成分は余り現われていない。

以上のことから急変地盤の埋設管にひずみを生じさせる原因となる地震波はS波が主体であり、遠距離地震

の場合それに表面波が加わり、近距離地震の場合それに2次波が加わった形になっていることが分った。

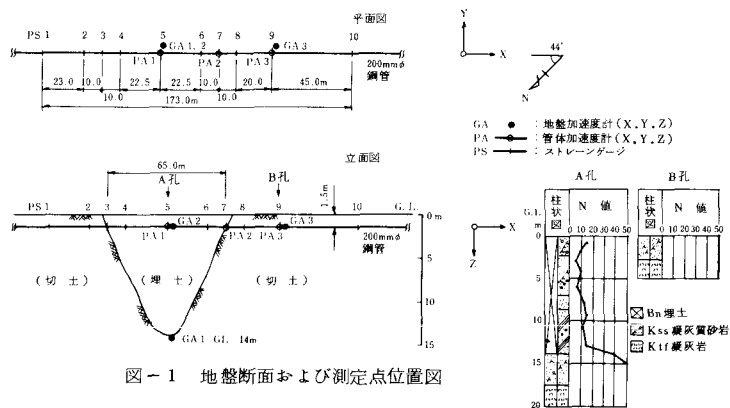
4 まとめ 急変地盤境界部の管体軸ひずみは、S波、表面波、2次波の3つの異った地震動により発生し、それらによるひずみが重畳した形で現われている。それらの地震波のひずみに対する寄与の割合は、S波が主体で60～70%、表面波は30%以下、2次波が40%以下である。そして遠距離地震の場合には、S波の他に表面波によるひずみが現われ易く、近距離地震の場合には、2次波が現われ易い傾向がある。

従ってこのような地盤で地震工学的に重視すべき地震波はS波であると考えてよい。そして埋設管に被害が発生する近距離地震の場合には、通常の沖積層地盤では余り発生しない2次波によるひずみも割合大きくなるので、この成分も軽視は出来ないものと考えられる。

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、浅野照雄助手のご指導を戴きました。ここに深く感謝の意を表します。

6 参考文献

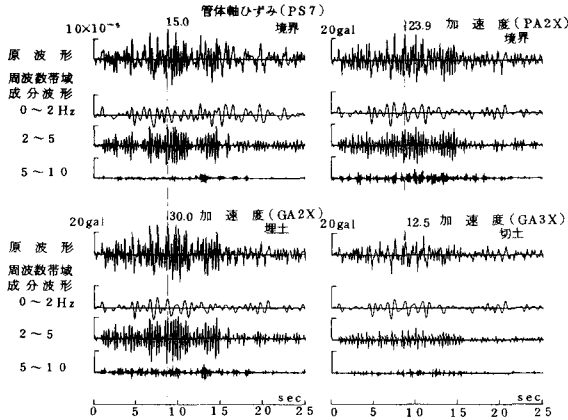
- 1) 浅野，西尾，塚本：大規模宅地造成地盤に埋設された導管の地震時挙動観測，土木学会第37回年次学術講演会概要集，1982.10
- 2) 佐武，浅野，西尾，塚本：丘陵地大規模宅地造成地盤における埋設管の地震時挙動観測，第1回自然災害科学会学術講演会要旨集，1982.11
- 3) 西尾，塚本：埋設管の地震時応力に関する研究（第4報）－地盤構造急変部における地震観測－，東京ガス㈱技研報告第27号，1983.3



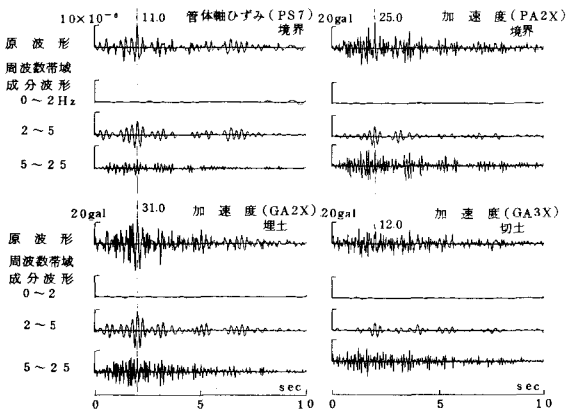
図－1 地盤断面および測定点位置図

表－1 地震の概要

地震 No	観測 日時	震央位置		震源 深さ (km)	震央 距離 (km)	マグニ チュード (M)	震度 仙台 (南台台)	最大加速度 (gal)			最大管体ひずみ ($\times 10^{-6}$)	
		N	E					X	Y	Z	軸	曲げ
14	1982 7.23	茨城県沖		4.0	24.0	7.0	Ⅱ (Ⅳ)	3.0.0 (GA2)	2.9.8 (GA2)	1.0.5 (GA2)	1.5.0 (PS7)	2.3 (PS3)
	23:23	36.3°	141.7°					2.9.6 (PA1)	3.2.1 (PA1)	9.4 (PA1)		
								3.1.0 (GA2)	2.5.6 (GA2)	1.5.2 (GA2)		
15	1982 8.23	福島県沖		6.0	9.0	5.3	Ⅱ (Ⅳ)	2.5.0 (PA2)	1.8.6 (PA1)	1.7.7 (PA2)	1.1.0 (PS7)	1.0 (PS3,7)
	14:50	37.7°	141.6°									



図－2 地震No14 波形の周波数帯域への分解



図－3 地震No15 波形の周波数帯域への分解