

東京ガス(株)	技術研究所	正員	羽村 淳
東京ガス(株)	技術研究所	正員	西尾 宣明
東京ガス(株)	技術研究所	正員	塚本 克良

1. まえがき

埋設管の耐震設計に関する検討の一環として、建物に接続している配管系の地震時挙動観測を実施している。ここでは、これまでに観測された中で最も大きな地震（1983年2月27日茨城県南部地震）の記録に基づき、配管系の挙動について述べる。

2. 観測の概要

観測対象の建物は、H-PC構造の10階建（高さ28m）である。配管系の形状を図1,2に示す。また、管の諸元を表1に示す。測定項目は、地盤・建物加速度、管体加速度、管体ひずみ、建物とそのすぐ近傍の地盤との間の相対変位である。

3. 地盤・建物及び配管系の震動の特徴

観測記録の概要を表2に示す。また、波形の一例を図3に示す。管体ひずみ及び相対変位波形の大きな特徴は、地震の後半で基線のずれが生じていることである。すなわち、地表最大加速度76galの地震により、地盤と建物の間に相対変位が生じ、建物と地盤の間にある管に残留ひずみが生じている。

次に、地盤・建物及び管体加速度のパワースペクトル解析結果を図4に示す。スペクトルの型は2つに分けられる。図2に示した配管系の動きについてみると、地中の鑄鉄管部（PA3）は、その近傍の地盤（GA4）と同じ挙動をし、建物接続部（PA4）は建物1階（BA1）と同じ挙動をしている。したがって、この部分の配管系は地盤と建物の両方の動きに支配され、両者の動きの違いにより管に変形が生ずると考えられる。なお、測定点間の伝達関数を調べたところ、地表部（GA4）で卓越する1.25Hzは表

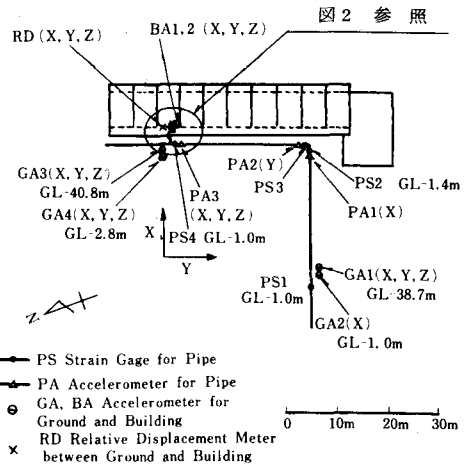


図1 配管系と計測器位置図

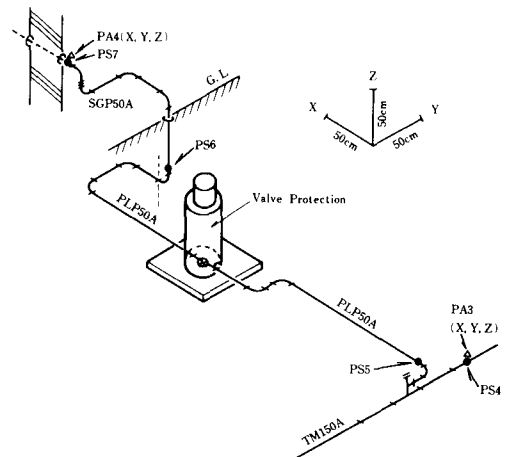


図2 建物接続部近傍配管系と計測器位置図

表1 管の諸元

	Material (JIS)	Outside Diameter (mm)	Inside Diameter (mm)	Type of Joint
TM150A	FCD	173.6	155.6	Mechanical
PLP 50A	P(SGP)	60.5	52.9	Mechanical
SGP 50A	SGP	60.5	52.9	Screw

表2 地震の概要

Date	Epicenter		Depth (Km)	Epicentral Distance (Km)	Magni- tude M	JMA Intensity Tokyo (Senjo)	Max. Ground Acceleration (gal) GL-1.2m			Max. Dis- placement between Ground and Building (mm)	Max. Pipe Strain	
	N	E					X	Y	Z		Ductile Cast Iron Pipe ($\times 10^{-4}$)	Outdoor Steel Pipe ($\times 10^{-4}$)
2.27 21:14	S Ibaraki Pref.		70	37	6.0	IV	76.3 (GA4)	52.1 (GA4)	11.5 (GA4)	240.2 99.9	2.14 (RD-X)	15 (PS-1) 37 (PS-7) B

層地盤の1次固有振動数に対応し、建物1階で卓越する1.7Hzは建物の1次固有振動数に対応していることがわかった。

4. 配管系に生ずるひずみの数値解析

図2に示す部分について、建物とそのすぐ近傍の地盤の間で測定した相対変位の値を入力として管に生ずるひずみを計算した。ここでは、管体とその近傍の地盤（あるいは建物）の振動がほぼ等しいことから、管の動特性である慣性力と減衰力の影響は小さいものとし、応答変位法の考え方を採用する。また、管・継手地盤は全て弾性体としてモデル化した。

解析では、まず、建物接続部に単位の強制変位を与えて管の断面力を計算した。次に、その結果と相対変位の値から、次式により管の曲げひずみ波形を求めた。

$$\varepsilon(t) = \frac{M_x \cdot RD_x(t) + M_y \cdot RD_y(t) + M_z \cdot RD_z(t)}{Z \cdot E}$$

ここに、 M_x, M_y, M_z : X, Y, Z方向単位変位当りのモーメント（骨組構造解析による計算値）， $RD_x(t), RD_y(t), RD_z(t)$: X, Y, Z方向の相対変位（測定値）， Z : 管の断面係数， E : ヤング率

建物接続部近傍のPS7の位置での解析結果を観測値と比較して図5に示す。地震の始めの部分（図5, b）では、振幅は多少違っているが位相はよく一致している。主要動部（12～18sec）では、最大ひずみの大きさは一致するが波形は余りよく合っていない。また、後半（20sec以降）では、始めの部分と同様に振幅は異なるが位相は一致している。ひずみの値が大きい部分で波形が合わない理由は、計算では継手の荷重と変位の関係の非線形性を考慮していないことと考えられる。

以上の事実を総合すると、非線形特性を考慮して計算すれば、観測値に十分近い結果を得ることが可能と考えられる。そして、このことは建物とそのすぐ近傍の地盤の間の相対変位を入力とするモデルが適切であることを示すものと考えられる。

5. あとがき 今後は、非線形特性（ねじ部の回転等）を考慮した解析を行っていく予定である。

参考文献 西尾，塚本，羽村：供給管・灯外内管配管系の地震時挙動に関する研究（第1報），東京ガス（株）技研報告第28号，1984.3

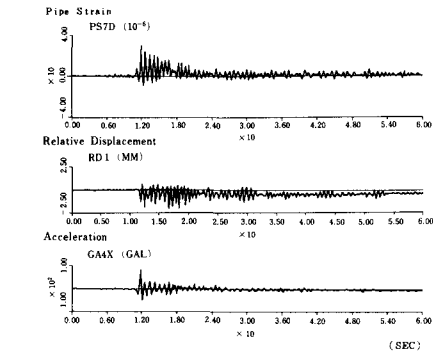


図3 記録波形の一例（1983.2.27）

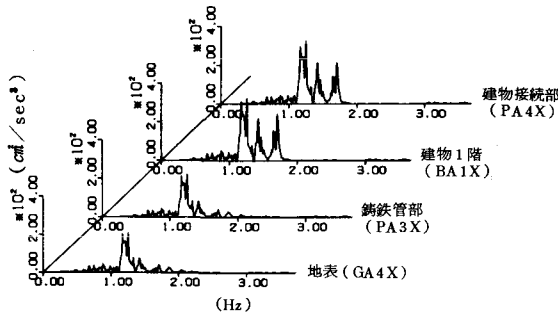


図4 地盤・建物・管体加速度のパワースペクトル

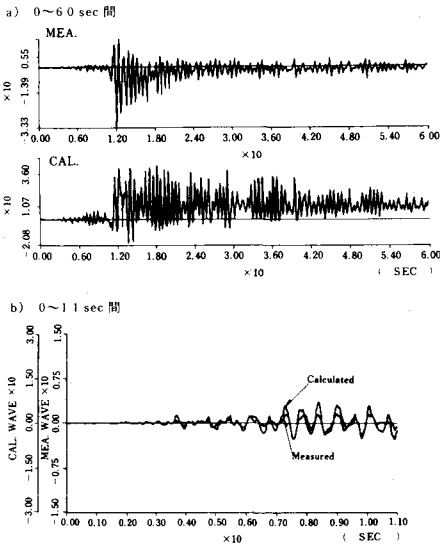


図5 観測ひずみと計算ひずみの比較（PS7）