

] 10 5r •
KAWASAKI STEEL GIHO
Vol.14 (1982) No.1

埋設パイプライン異形管部の地震時ひずみ推定法

Seismic Strain Estimates for Buried Pipelines of Arbitrary Geometries

小池 武*
Takeshi Koike

Synopsis:

Buried pipelines are often damaged at mechanical joints, connections with branches and interconnections with other structures when a strong earthquake causes severe ground shakings.

For the purpose of investigating seismic behaviors of buried complex piping such as tee-junctions and bent pipes, this study provides a calculation formula to estimate the seismic strains of these geometrical joints.

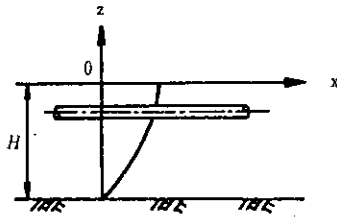


Fig. 1 Surface ground model

ing wave) として次式

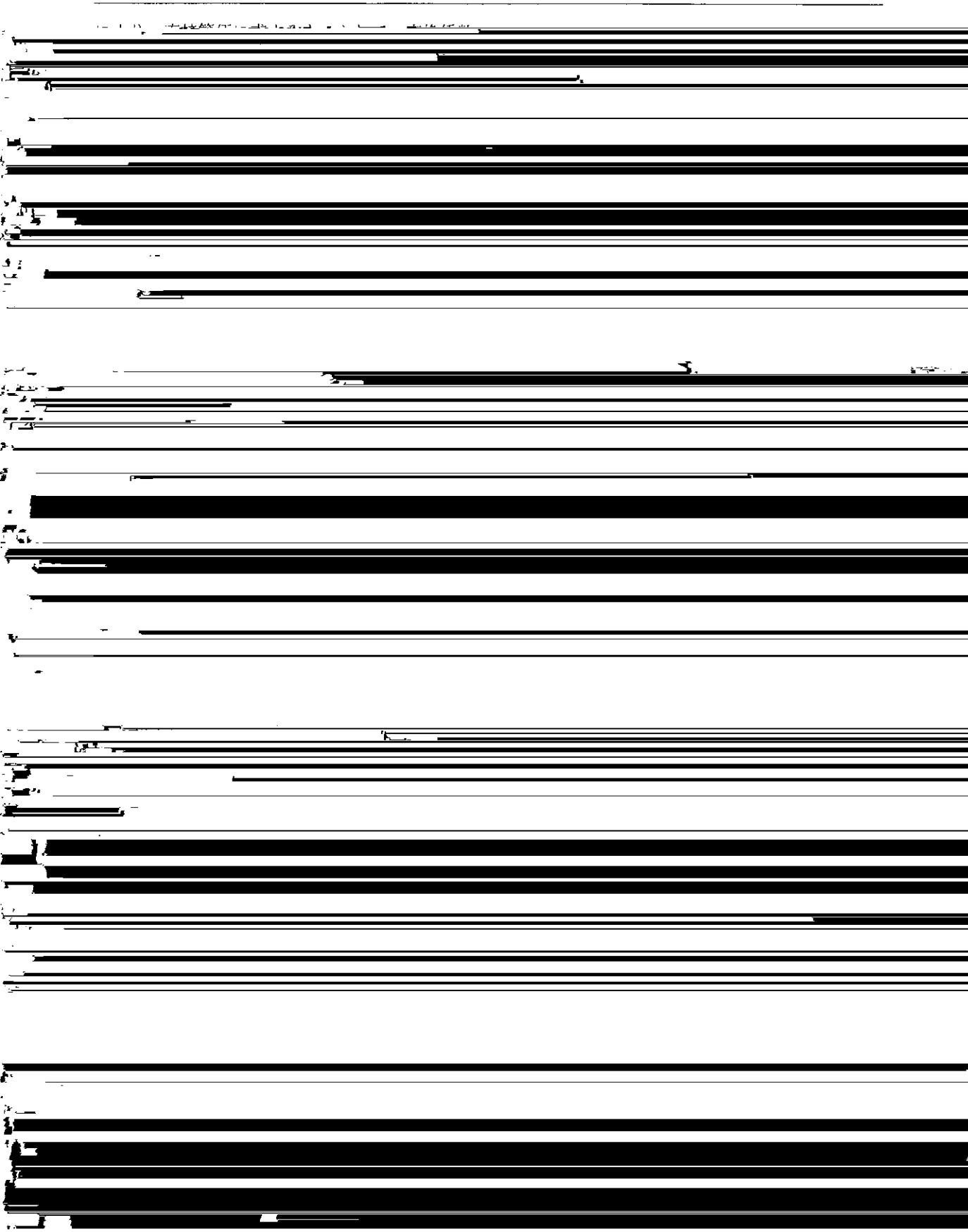
$$U_G(\xi, t) = f(\xi - Ct) \quad \dots\dots\dots(2)$$

で表わせるものとする。管理設深さでの最大地盤ひずみ ϵ_G (Free field strain) は次式で求められる。

$$\epsilon_G = \left| \frac{\partial u_G}{\partial \xi} \right| = \frac{\dot{U}_H}{C} \quad \dots\dots\dots(3)$$

ここで、 \dot{U}_H は管理設位置での地盤の水平速度振幅であり次式で与えられる。

$$\dot{U}_H(z; M, \Delta, S_2) = \frac{4}{\pi} S_V(T_G; M, \Delta, S_2)$$



ただし、 c_1, c_0 は未定定数、 $H_i^{(\nu)}(\cdot)$ は第 i 種 ν 次

力を 0 とする境界条件から $C_2 = 0$ となり、(24) 式は、

$$U_i(r) = C_i H_i^{(\nu)}(k_i r) \quad \dots\dots\dots(25)$$

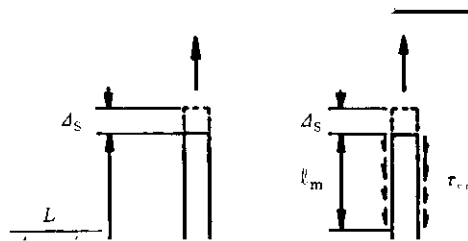
前報³⁾において、すべりを生じる場合の変換係数の誘導を詳述したので、ここではその結果のみをまとめる。

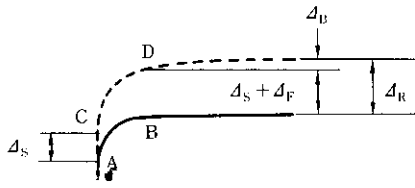
異なる管径の管と異なる管径の管が異なる場合について

での同様の算定式が要求されることが多い。本論文では次の前提条件の下で、異形管部地震時ひずみ算定式を誘導した。

前提条件

(1) 地震波は直営に対し入射角 ϕ で入射する正弦波とする。





(7) 曲管, T字管に対する変換係数はそれぞれ次式で定義されるものとする。

$$\beta_B(\phi) = \frac{\epsilon_B(\phi)}{\epsilon_G} \dots\dots\dots(54)$$

$$\beta_T(\phi) = \epsilon_T(\phi) \dots\dots\dots(55)$$

Fig. 7 に示すように地震波が T 字管枝管(1)に

Table 1 Calculation formula of pipe strains in tee-junctions

No.	Model (A)	Model (B)
	Boundary conditions $v_2(0) = \Delta_R^1$ $\rho_1(\rho) = \rho_2(\rho) = 0$	Boundary conditions $v_1(0) = \Delta_R^2$ $\rho_1(\rho) = \rho_2(\rho) = 0$

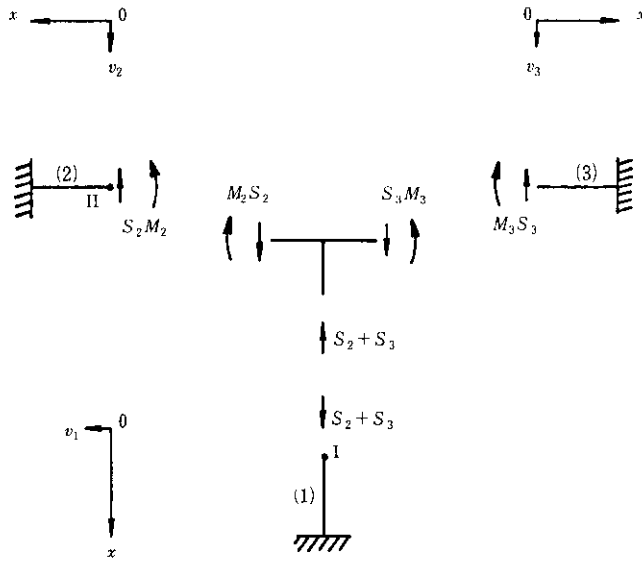


Fig. 8 Bending moments and shear forces of Tee-junction for model (A)

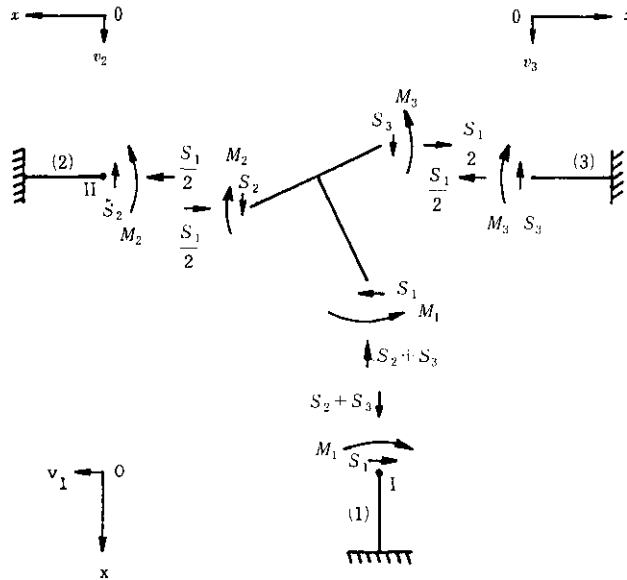


Fig. 9 Bending moments and shear forces of Tee-junction for model (B)

合成ひずみ、そして⑦入射角 ϕ のときの材端合成ひずみの算定式をまとめてあり、 Δ_B を計算すれば

その他の必要な諸量が簡便に算定できるように

3-3 曲管部の地震時ひずみ

地中に埋設されている曲管は、周辺地盤(ト)亦

曲管部のみたわみ性解析 (Flexibility analysis) を その材端に Δ_B の相対変位 (Fig. 5 参照) が生じ

弾性的性質のため、埋設曲管部もまた何らかの変形が許される程度に土の拘束は不完全である。このとき、埋設曲管部の変形挙動および応力集中の評価はたわみ性解析によって求められる。と

なせん断力 S 、曲げモーメント M が作用している。その境界条件は、

$$\begin{aligned} v_1(0) &= 0, \quad v_2(0) = \Delta_B, \quad \theta_1(0) - \theta_2(0) = \theta_B, \\ M_1(0) + M_2(0) - R\{S_1(0) + S_2(0)\} &= 0 \end{aligned}$$

(56)

となる。ここで、 α は ϵ_S^{III} の位置を指定する角度

$$b_5 = 1 + b_3 \dots\dots\dots(77)$$

より、 b_5 の関係を求めた。

$$W(\psi) = \begin{bmatrix} 1 & , & 1 & , & 0 & , & 0 \\ 1 - \frac{\lambda_n}{\lambda} & , & 1 + \frac{\lambda_n}{\lambda} & , & -\frac{\lambda_n}{\lambda} & , & \frac{\lambda_n}{\lambda} \\ \frac{\lambda_n}{\lambda} e^{-\Gamma(\cos \Gamma + \sin \Gamma)} & , & \frac{\lambda_n}{\lambda} e^{-\Gamma(\sin \Gamma - \cos \Gamma)} & , & \frac{\lambda_n}{\lambda} e^{-\Gamma(\sin \Gamma - \cos \Gamma)} & , & -\frac{\lambda_n}{\lambda} e^{\Gamma(\sin \Gamma + \cos \Gamma)} \end{bmatrix} \dots\dots\dots (85)$$

4. 数値計算例と考察

数値計算にあたって、Table 2 に示す諸量を用いた。すなわち、対象地盤として新耐震設計法に規定する4種類の地盤 (S_1 , S_2 , S_3 , S_4) を想定

定数を与える地盤反力係数 k_0 の効果を示したものである。同図は k_0 が大きく、すなわち、バネ剛性が大きくなる（周辺地盤による管の変形拘束が大きくなる）にしたがって、変換係数も増大する（管に発生するひずみも増大する）傾向を示している。Fig. 16 は T 字管の主管の管径 D_1 と枝管の

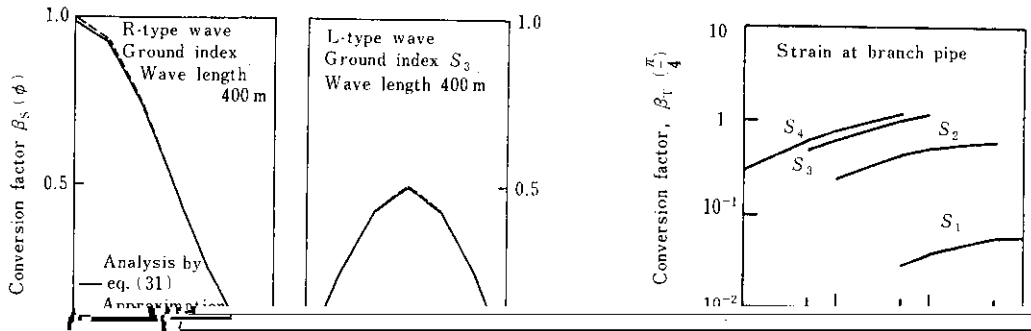
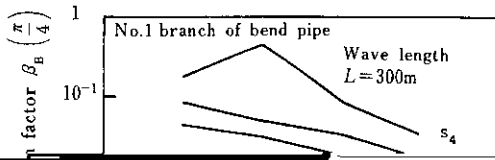


Fig. 8



で変化させたときの曲管部材端(I)と中心部(III)の変動係数の変化を検討したものである。Fig. 17に示すT字管の場合と同様の特徴を示しており、 $\tau_{cr}=0.1\text{kgf/cm}^2$ のすべりやすい埋設条件のとき、

Rigid corner ($n=0$)	Imbedded flexible corner ($n=1$)	Circular corner ($n=1$)	Flexible corner ($n>1$)
------------------------------	---	---------------------------------	---------------------------------

Fig. 18 Comparison of different analytical methods for conversion factor of bend pipe

5. 結 論

本研究は、地震時に多くの被害をこうむっている埋設管の耐震性を向上させるための研究として、

参 考 文 献

1) 建設省土木技術研究所：「新耐震設計法(案)」昭和59年2月 土木研究所技術資料 第1105号

2) 木岐憲三：「構造物の耐震解析」，技報堂，昭和56年4月，pp.54-55.

3) 小池 武：「埋設ライフラインパイプの地震時ひずみ」，川崎製鉄技報，Vol.12, No.2, 1980, pp.106-114.

4) 宮島信雄・宮内二郎・大隈史郎：「パイプライン曲管部の埋設時挙動に関する実験的研究」，第13回土質工学研究発表会，No.323, 1978, pp.1289-1292.