

I-528 不整形地盤中の管路の地震波動に対する耐震性の評価

熊本大学工学部 正 員 秋吉 卓
 八代工業高等専門学校 正 員 〇 瀨田 邦彦
 大林組 正 員 松元 和久

1. まえがき 地層境界の不整形性が表層地盤の地震応答に与える効果については数多くの研究がなされてきているが¹⁾、そのような地盤中に埋設された管路の地震応答に関する研究はそれほど多くはないようである。本研究は、地層境界の不整形性が埋設管路の地震応答に及ぼす影響を明らかにするとともに、管歪と継手変位の地震応答を大まかに評価する手法を提案するものであり、概略の手順は、境界要素法(BEM)による不整形地盤の地震応答解析¹⁾と、すべりを考慮した管路の地震応答解析²⁾とより成り立っている。算定された管路の応答を「ガス導管耐震設計指針」³⁾と比較することなどにより、埋設管の耐震性について検討した。

2. 数値計算結果と考察 図1のような、基盤(S波速度 V_2)と、これより軟らかい表層(S波速度 V_1)とが不整形な境界で接している2次元弾性体の地層モデルに、左下方向から入射角 θ (地表面より測る)でSH波である地震波が入射するとき、地表面の応答を境界要素法より求めた¹⁾。さらにこれらを管路への入射波と見なして、従来のすべりを考慮した解析手法より管歪・継手伸縮量を求めた²⁾。数値計算では、表層、基盤のS波速度 $V_1=100\text{m/s}$ 、 $V_2=400\text{m/s}$ 、入射角 $\theta=0^\circ$ 、管半径 $r_0=0.3\text{m}$ 、管長 $l=5\text{m}$ 、無次元すべり摩擦抵抗 $\bar{\tau}_s=10^{-4}$ などを標準値とし、またEl Centro(1940)強震記録のNS成分の加速度最大値を100 galとして用いた。

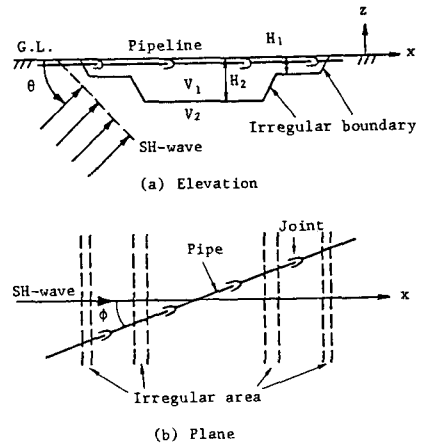


図1 地盤および管路モデル

図2および図3の(a),(b),(c)はそれぞれ地表面歪、管歪、継手伸縮量の最大値分布の一例である。(a)の地表面歪は、層厚が変化したり、表層が山と接する付近の地層急変部に集中している。管体部分ですべりが生じないときは(b)の管歪もこれらとほぼおなじ分布となるが、摩擦抵抗 $\bar{\tau}_s$ の低下とともにすべりが生じて管歪は小さな値となる。逆に(c)の継手伸縮量は、 $\bar{\tau}_s$ の低下とともに増加し、すべりが進行すると(a)の地表面歪の分布形状と相似になることから、管歪と継手伸縮量のすべりに対する増減関係は互いに相補的であることがわかる。図4は「ガス導管耐震設計指針」³⁾より算定した管歪を実線で、また本研究で求めた管歪の最大値を、その当該地点の表層厚(H)から求めた周期 $T(=4H/V_1)$ に対して、●、○、△印で示したものである。(a)の地表面と平行な境界、(b)の急変部のどちらの場合も、本研究で求めた管歪は、摩擦応力 $\bar{\tau}_s=10^{-4}$ のとき、設計指針で求めた値をかなり上回る場合があり、 $\bar{\tau}_s=10^{-6}$ とすべりの進行した場合には、設計指針の値以下に納まっている。本研究で求めた値は、表層での重複反射によって地表面歪がある程度増幅されていると考えられるが、図4の結果は、場合によっては、設計指針で求めた管歪が危険側の基準になる可能性のあることを示しているといえよう。

参考文献 1) Toki, K. and T. Sato: Seismic Response Analyses of Ground with Irregular Profiles by the Boundary Element Method, Natural Disaster Science, Vol.5, No.1, pp.31~52, 1983. 2) 秋吉・瀨田: 軸方向すべりが埋設管の地震応答に与える影響について, 土木学会論文報告集, 第334号, pp.25~34, 1983. 3) 日本ガス協会: ガス導管耐震設計指針, pp.21~67, pp.78~217, 1982.

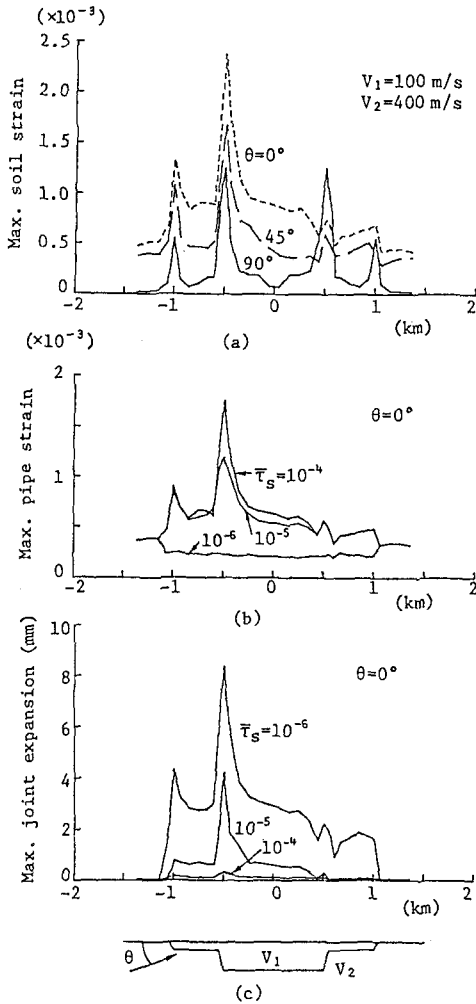


図2 地表面歪・管歪・継手伸縮量の最大値分布

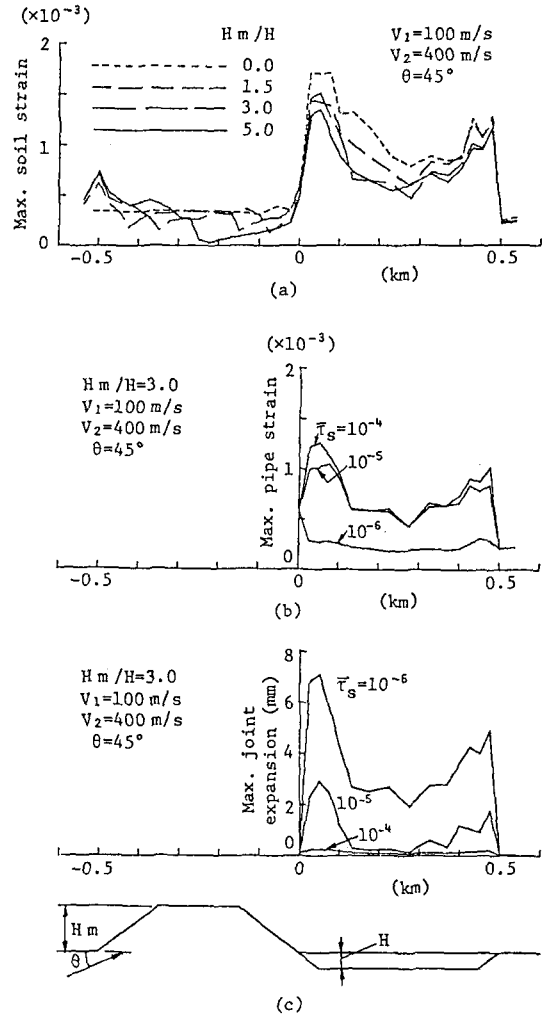


図3 地表面歪・管歪・継手伸縮量の最大値分布

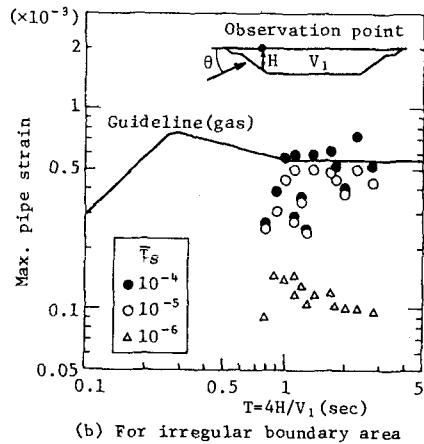
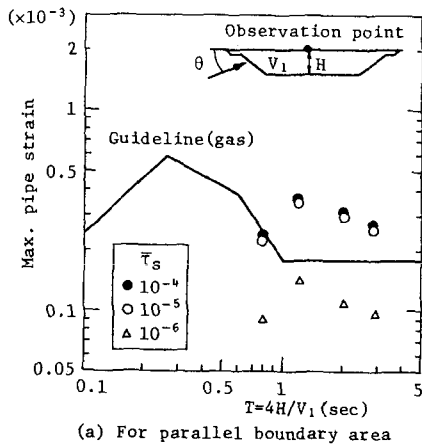


図4 本研究による管歪(最大値)と設計指針³⁾による管歪との比較