

不整形地盤中の管路の耐震性について

熊本大学工学部 正員 秋吉 卓  
 八代高専 正員 瀧田 邦彦  
 熊本大学工学部 学生員 荒木 友啓  
 熊本大学工学部 学生員 奥田 和男

1. まえがき 表層地盤の深さや剛性などの急変する、いわゆる不整形地盤においては、地盤構造の急変部に、地震による地盤ひずみや変位が集中しやすいといわれており、埋設管にも過大な負担のかかることが予想されるが、管路の震害例もそのような不整形地盤に数多く発生しているようである。本研究では、先に報告した不整形地盤の地震応答解析手法<sup>2)</sup>に加えて、従来の埋設管の解析手法<sup>3)</sup>を用いて、不整形地盤中に埋設された管路の地震応答を求め、その耐震性について検討した。さらに、「ガス導管耐震設計指針」<sup>4)</sup>との比較より、本研究で求めた計算結果の妥当性などについても若干の考察を行なった。

2. 数値計算結果と考察 図1のような二次元弾性体の層状地盤モデルに左下方より入射角 $\theta$  (地表面より測る) で平面SH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。地震波として、El Centro(1940)強震記録のNS成分を加速度最大値100 gal として用いている。さらに地表面での応答波形を管路へ入射させたときの管ひずみ・継手伸縮量を、従来のすべりを考慮した解析手法<sup>3)</sup>より求めた。数値計算においては、表層・基盤のS波速度  $V_1=100$  m/s,  $V_2=400$  m/s, 入射角  $\theta=0^\circ$ , 管半径0.3 m, 管長5 m, 管への入射角  $\phi=45^\circ$ , 無次元すべり摩擦抵抗  $\bar{c}_s=10^{-4}$  などを標準値として用いた。

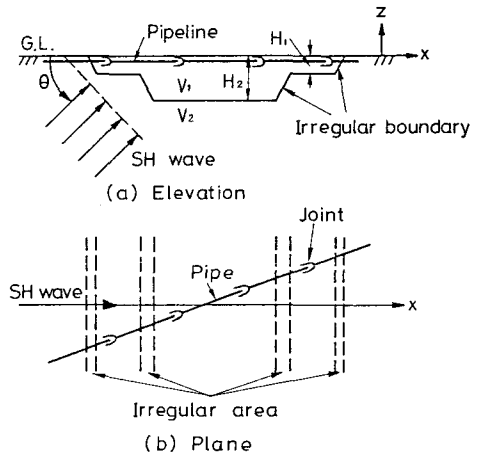


図1 地盤・管路・平面波のモデル

図2(a), (b), (c) はそれぞれ地表面ひずみ, 管ひずみ, 継手伸縮量のRMS分布の一例である。(a)の地表面ひずみは急変部に集中し、水平入射の場合に大きい。すべりが発生しないときは(b)の管ひずみもこれと同じ分布となるが、摩擦抵抗 $\bar{c}_s$ の低下とともにすべりが生じて、管ひずみは低下する。逆に(c)ではすべりが発生とともに継手伸縮量が増大し、すべりが進行すれば継手が入射波のエネルギーを吸収してしまうため、地表面ひずみと同じ分布形状となっている。つまり管ひずみと継手伸縮量とは、すべりによる増減関係が互いに相補的であることがわかる。次に、「ガス導管耐震設計指針」<sup>4)</sup>より算定した管ひずみを実線で、本研究で求めた管ひずみを●, ○, △で図3に示した。(a)の地層平行部の場合、本研究で求めた管ひずみは設計指針のそれと大差なく、ほぼ妥当な値が得られているといえる。(b)の地層急変部の場合、設計指針の管ひずみは本研究のそれを上回っているが、地盤ひずみが大きいときはすべりやすくなり、管ひずみが低下する場合も多いので、指針はかなり安全側の基準を示していると考えられる。図4より、管と土の境界面のすべり摩擦抵抗 $\bar{c}_s$ が低下すると、すべりが生じて管ひずみは急に減少するが、柔らかい地盤ほどその効果が著しいといえる。一方、すべりによって管ひずみの軽減された分は、継手伸縮量として継手に負担をかけるが、図5より継手伸縮量は管長 $l$ が短いほど小さく、継手の負担を減らすには、継手を多くして管長を短くすることが有効である。

参考文献 1) Toki, K., 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・瀧田・松元・園田: 不整形地盤の地震応答特性について, 昭和60年度西部支部研究発表会講演集, 1986. 3) 秋吉・瀧田: 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. 4) 日本ガス協会: ガス導管耐震設計指針, pp.197~218, 1982.

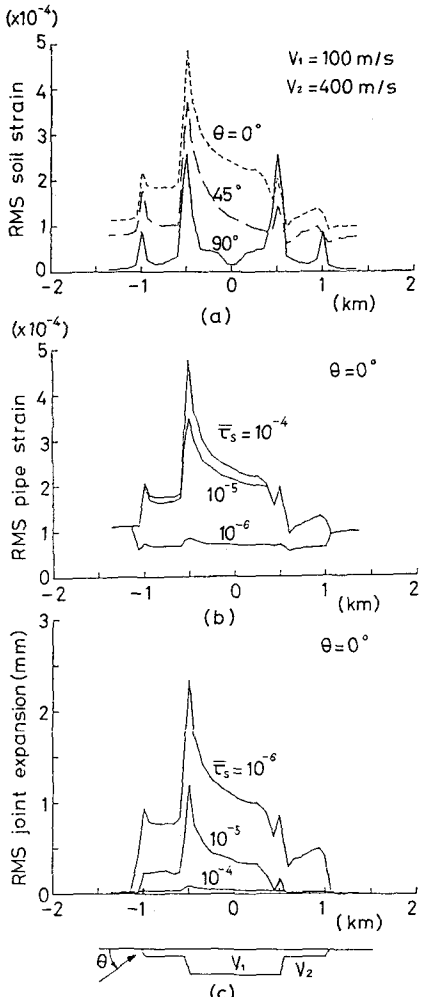


図2 地表面かすみ・管かすみ・継手伸縮量の RMS 分布

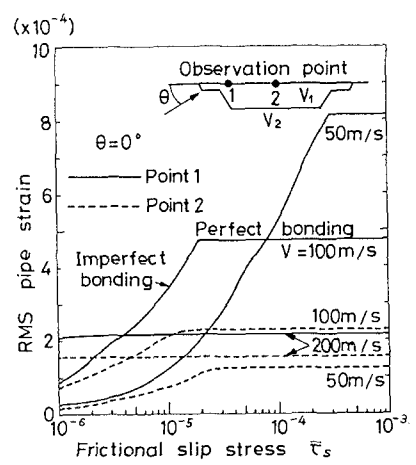
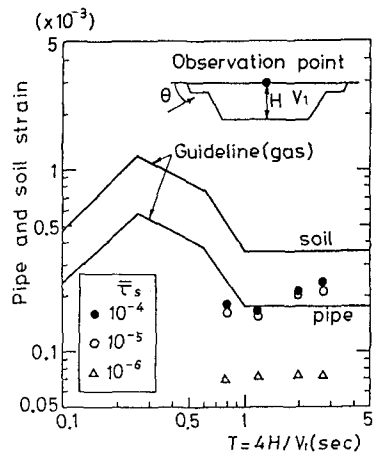
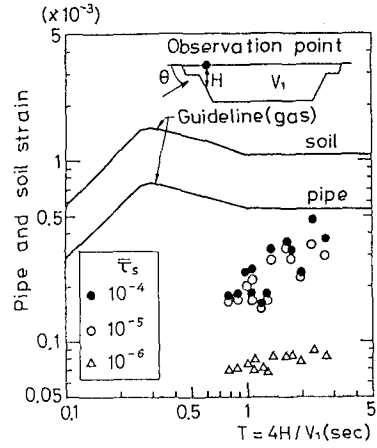


図4 管かすみとすべり摩擦抵抗  $\bar{\tau}_s$  との関係



(a) For parallel boundary area



(b) For irregular boundary area

図3 設計指針の管かすみとの比較

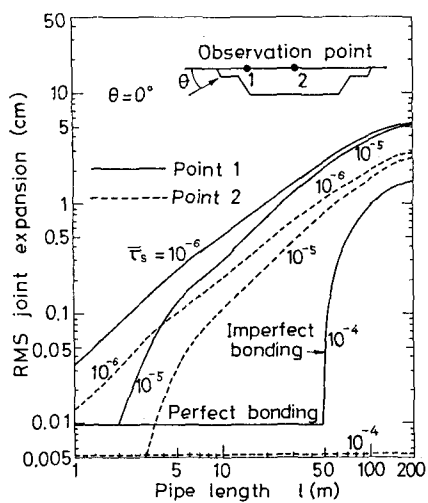


図5 継手伸縮量と管長さとの関係