

埋設管路の液状化に対する一補強対策工法について

熊本大学工学部 正員 秋吉 卓
 八代工業高等専門学校 正員 洲田邦彦
 熊本大学大学院 学生員 ○田中博徳
 熊本大学工学部 塔野 太

1. まえがき 地盤の液状化に伴って起こる側方流動や管体の浮上による大変形のため埋設管には深刻な被害がでているそのため、液状化を防止する工法が考案されているが未だその効果については明確でない。また、従来までの耐震継手による管体の補強も上述の側方流動や管体の浮上に対しては不十分であると考えられる。そこで、著者らは主管に2本の補剛用の連続管を補剛板によって平行に取り付けることにより主管の曲げ変形を軽減する液状化対策工法を定案する¹⁾。今回は、埋設管を弾性床上の梁とみなして、側方流動に対する補剛の有効性を静的に検討した。

2. 埋設管路のモデル化と解析手法 解析モデルは図1に示すように、主管は伸縮ばねと回転ばねによる継手で連結され、かつ各管体は地盤ばねにより支持されているとする¹⁾。また、管の慣性力や減衰力は無視し、管体は変形後も弾性範囲内にあるものとして、管体釣合方程式を数値誤差の累積を防ぐための修正伝達マトリックス法を用いて解いた¹⁾⁻³⁾。また、本解析では地盤が完全液状化し、継続時間が十分長くと仮定し疑似静的に解析した。

3. 解析結果 本研究での解析モデルは、図2に示すようにモデル1、モデル2を考え、その諸元については表1に掲げた。管路の両端は構造物に結合され、軸方向変位はある程度構造物に吸収されるものとする。液状化時の地盤のばね定数は、普通地盤の約1%とし、継手はS型(図3)とGM型(図4)の両方について解析を行なった(表2参照)。外力として側方流動2mの台形分布荷重を対象とした。図3、図4のa)-g)は、主管の径を変えたときのモデル1、モデル2での各物理量の最大値を示したもので、a)-c)より、両モデルとも主管はあまり変化が見られない。また、S型ではモデル1、モデル2とも許容値よりかなり低くなっているが、GM型では、a)よりモデル1の主管が地盤変位の(2m)に完全に追従しており、b), c)では継手の伸縮量および回転角が許容値を越えていることから、モデル1の主管の継手部での破損は免れない。それに比べ著者らが提案するモデル2では、どの変位も低い値になっており液状化対策工法の効果が顕著に認められる。次に、S型、GM型においてモデル1よりモデル2の方が大きくなっているのは、曲げモーメントを分担している為であるが、d)の主管の曲げ応力は、主管の径を大きくすれば小さくしうることが分かる。また、e)、f)の主管のせん断応力、補剛管の軸応力は許容値より大きく下回っているので全く問題ない。一方、g)はモデル2での主管、補剛管、補剛板の曲げ応力を比較したものであり、主管の径が増せば補剛管と補剛板が大きくなり、主管が小さくなっている。これより、主管の曲げ変形を抑える代わりに補剛管と補剛板が曲げ応力を

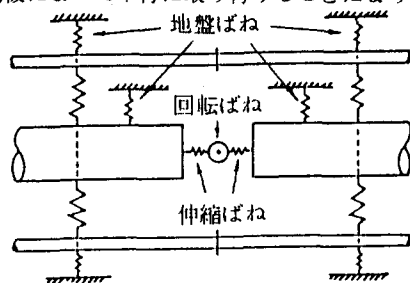


図1. 補剛管路のモデル化

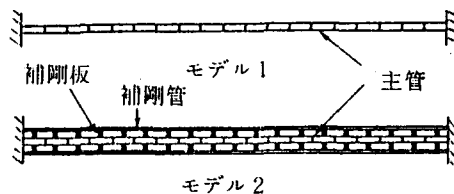


図2. 解析用モデル (20@5m=100m)

表1 埋設管の諸元

	呼び径 (mm)	外径 (mm)	管厚 (mm)	弾性定数 (kgf/cm ²)	単位体積重量 (gf/cm ³)
主管	D1400	426	8.5	1.6×10^6	7.15
	D2500	528	9.5	1.8×10^6	7.15
補剛管	100	118	7.5	1.8×10^6	7.15
補剛板	500	528	9.5	1.6×10^6	7.15

表2 継手のばね定数の諸元 1), 2)

	伸縮ばね(kgf/cm)	回転ばね(kgf/°)
S型	5.0×10^3	8.0×10^4
GM型	5.0×10^3	5.0×10^4

負担しているのが分かる。このように、著者らが提案する単純な液状化対策工法でも、補剛の調整で主管の変位・応力を許容値以下までにすることが可能であり、かつその有効性は高いことが分かった。その他の結果については講演時に述べる予定である。

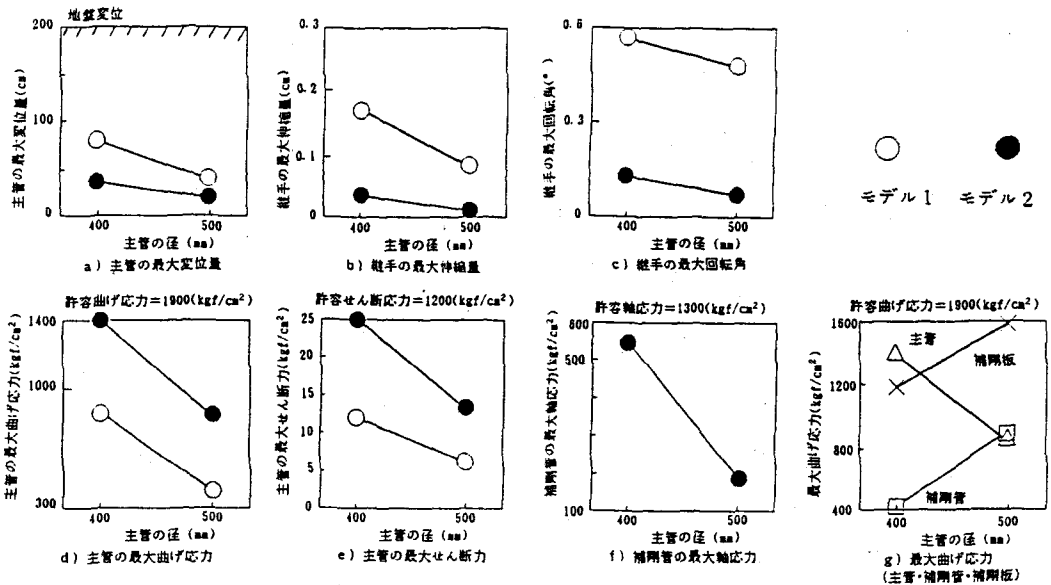


図3. 主管の径の違いによる各最大値の関係 (S型)

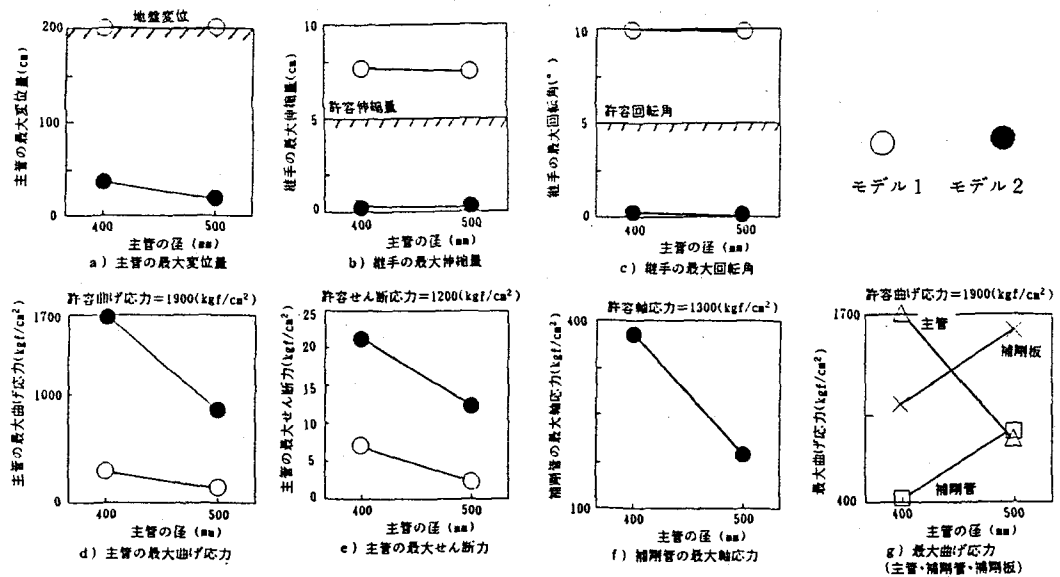


図4. 主管の径の違いによる各最大値の関係 (GM型)

参考文献 1) 秋吉卓・他2名: 液状化時大変形を防止するための管体補剛の効果、第20回地震工学研究発表会講演概要集、1989、2) 高田至朗・他2名: 硬質塩化ビニール管の地震時挙動シミュレーション、水道協会雑誌、第547号、1980、3) 中村秀治: 数値誤差の改善を考慮した伝達マトリックス法の提案、土木学会論文報告集、第289号、1979。