

各種の側方流動対策を施した埋設管路の比較

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 淵田 邦彦
熊本大学工学部 下田 文康

1. まえがき 埋設管路における、液状化時の地盤側方流動対策が重要な課題となっている。これまで耐震継手や地盤改良などの工法がいくつか採用されているが、液状化対策工法の優劣や有効性については、実証された例は少なくいまだ模索の段階であろう。著者らは、地盤改良が困難な場合の補助的な手段として、主管と平行に補強用の管を結合する管体補強工法を提案しているが¹⁾、本研究では地盤改良などいくつかの対策工法との比較について報告する。

2. 埋設管路モデルと解析手法の概要 提案する、補強された埋設管は図1のような概念であり、側方流動に対して、それぞれ主管の左右の補強用の連続管と、これらの管路を緊結する補強板とによって抵抗するものである¹⁾。解析では、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る、弾性床土の梁でモデル化する。本研究では、側方流動の対策として図2に示すような、いくつかの対策工法における管路応答より、それらの効果について検討する。(a)は無対策、(b)は提案する補強管による対策、(c),(d),(e)はそれぞれグラベルドレーン、サンドコンパクションパイル、シートパイルによる対策、(f),(g)はそれぞれ杭支持、さや管構造の例を表わしている。これらの対策における管応答解析は、各種の実験・解析例等を参考として地盤ばねと側方流動変位の2つの変量を与え、修正伝達マトリックス法により行う²⁾。

3. 解析結果と考察 数値計算では管路および継手の諸元として表1、2に示すものを用いた。管路は1管長5mのものを20本連ねた総延長100mを対象とした。液状化時の地盤のばね定数は、平常時の1%程度とした^{3),4)}。外力は液状化土の側方流動が図2の管軸直角方向に作用するものとし、地盤改良がない場合で最大2mの台形分布を与えた。以下ではGM型継手を有する、補強された管路および図2(d),(g)のそれぞれシートパイル、さや管の場合について検討する。

図3は、図2(a)の無対策と(b)の提案法による補強管における、直線管路の応答を示したもので、(a),(b),(c)はそれぞれ、主管の軸直角方向変位、継手回転角、継手伸縮量を表わしている。無対策の側方変位は、地盤と同じとなり、管路に大変形をもたらしている。それに対して、補強した管路では最大28cmであり、液状化対策の効果が顕著に認められる。また無対策の場合、継手回転角は最大10°に達し、継手伸縮量は約10cmにもなり、吸収能力を大きく越えて破損の段階にあるのに対し、補強された管路では図上に表われない程その変形は小さく、その効果がきわめて顕著である。管体の最大曲げ応力は、補強した管路では無対策の場合より若干増加するが、十分許容範囲にあり、ここでは省略する。

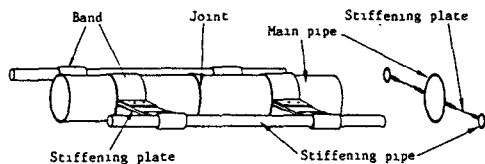


図1 提案する補強管路の概念図

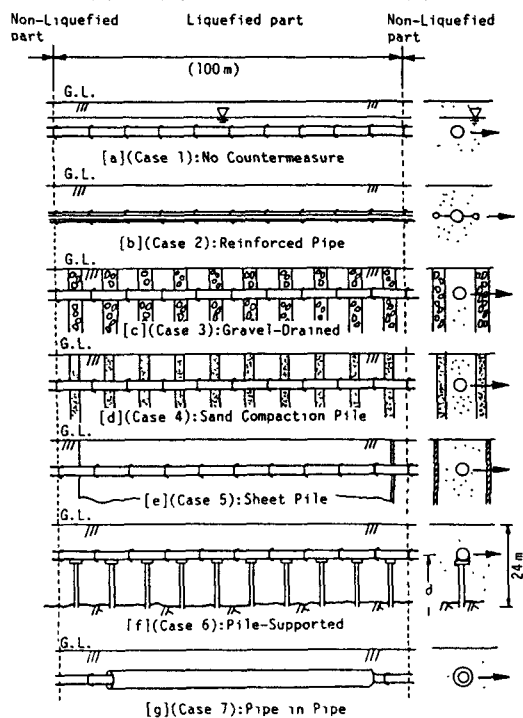


図2 各種の対策工法

表1 埋設管の諸元

	呼径 (mm)	外径 (mm)	管厚 (mm)	弾性定数 (kgf/cm ²)
主 管	500	528	9.5	1.6×10^6
補強管	100	118	7.5	1.6×10^6
	縦 (mm)	横 (mm)	板厚 (mm)	弾性定数 (kgf/cm ²)
補強板	500	500	10	1.6×10^6

表2 継手ばね定数の諸元

	回転ばね定数 (kgf・cm/°)	伸縮ばね定数 (kgf/cm)
S 型	8×10^3	5000
GM 型	500	2500

図4はシートパイル工法による管応答の結果であり、(a),(b),(c)は前図と同様である。ここでは、文献5)のシートパイル工法に関する実験および解析結果を参考として、地盤ばねはそのままとし、シートパイルによって改良された地盤を想定して、最大変位0.5mに対する管の応答を求めている。(a)の管変位は地盤変位に追従し、(b),(c)の継手部の変位は、回転角、伸縮量ともに無対策の場合より小さくなり、対策工法の効果が表れているものの、回転角は許容値を越える応答値を示しており、管路の破壊を生じる可能性は依然として残されている。

次に、図5はさや管構造の例を示したもので、主管(内管)は表1と同じ大きさで、これを保護する外側の管路は主管外径より10cm大きなものを用い、主管の両側3本分は保護されていない場合の結果である。さや管では、外管の変形がある程度大きくなると主管と外管が一体となって外力に抵抗し、見かけ上、主管の剛性が増すため、主管の変形は地盤変位よりも小さくなっている。しかし(b)より、継手は回転変形による破壊を生じており、さや管構造だけでは、主管継手の側方流動に対する抵抗を期待できないといえよう。

参考文献 1)秋吉他:8th JEES, 1990. 2)中村:土木学会論文報告集, 第289号, 1979. 3)高田:S62科研費(総合A, 代表 土岐)研究成果報告書, 1988. 4)秋吉他:土木構造・材料論文集, 第5号, KABSA, 1990. 5)秋吉他:第21回地震工学研究発表会, 1991.

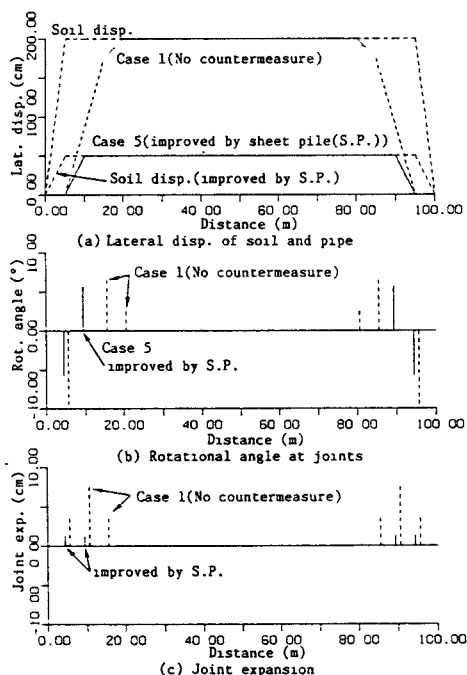


図4 シートパイル工法を施した場合の管応答

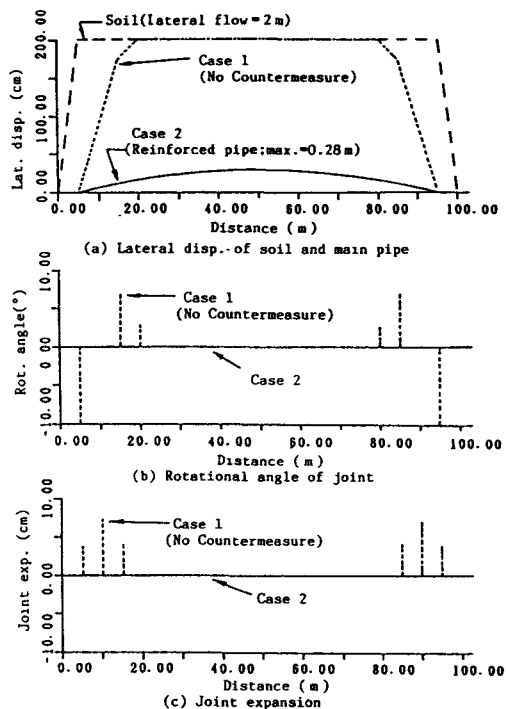


図3 側方流動による直管路の応答

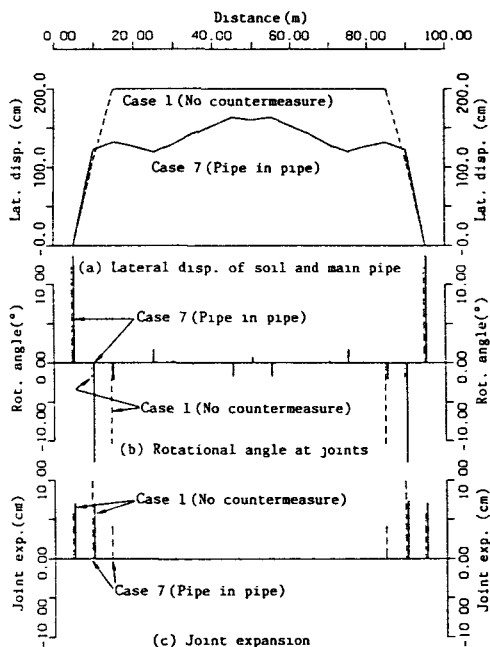


図5 さや管の応答