

神戸大学工学部 正会員 高田至郎

神戸大学大学院○学生員 榎本真浩

1. はじめに

地中管路の材料として多く用いられている塩化ビニル(PVC)に代表される合成樹脂性の管の場合、はり理論では考慮できない円周方向に分布する物理量や断面変形が管の挙動に与える影響も少なくないと考えられる。そのため、これらを考慮した管路の解析法としてシェル理論を用いる必要がある。シェルモデル解析は一般に剛性マトリックスによる有限要素法が用いられ、構造が複雑である場合などには要素を細かく分割しなければならない、解くべきマトリックスサイズが巨大になってしまうという問題を抱えている。そこでこれらの問題を解決する数値解析手法の一つである修正伝達マトリックス法¹⁾を用いた地中管路シェルモデル地震応答解析プログラム²⁾を用いて、地盤沈下を受ける地中管路の地震応答解析を行った。

2. 固定端に継手を設置した曲管の解析

2.1 解析モデル

図1に示すように構造物に曲管が固定されている状態で、5～30cmの一樣地盤沈下を受ける場合を対象に解析をし、また固定端部に継手を設置した場合の挙動と比較を行っている。このとき、地盤ばねおよび継ぎ手の非線形性はバイリニア型に近似した。管材料はPVCで有り、諸元は表1に示す通りである。

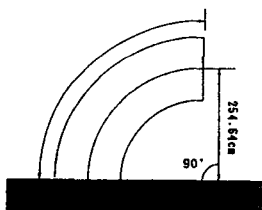


図1 解析モデル

表1 解析モデル諸元

断面中心半径(cm)	10
肉厚(cm)	0.5
弾性係数(kg/cm ²)	26000
ポアソン比	0.38

2.2 解析結果

図2は鉛直方向変位の分布である。固定端に継手のある方が全長100cmまでの範囲で変位が大きいものの全体的には継手の無いものとの変化は小さい。また固定端部での必要以上の折れ曲がりも見られない。図3は円周方向せん断力の分布である。とくに固定端部と全長50cm付近における円周方向せん断力の低減が著しい。これは固定端部における継ぎ手によって、ねじりが受けにくくなっているためと思われる。図4は固定端部の半径方向せん断力の分布である。継手を挿入することにより、管を構造物から鉛直に切り離そうとする力である固定端部の半径方向せん断力が低減されることがわかる。

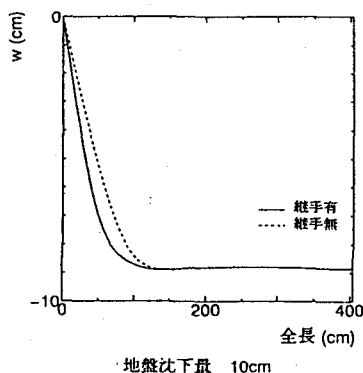


図2 鉛直方向変位

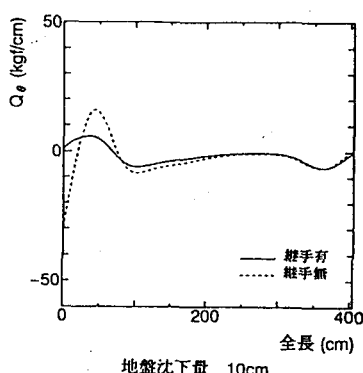


図3 円周方向せん断力

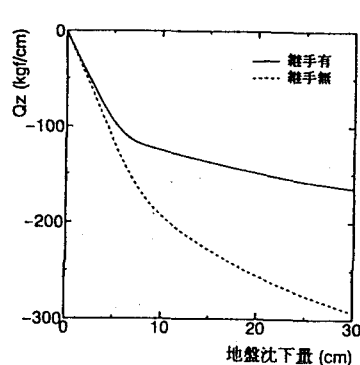


図4 半径方向せん断力

3. 実際の配管例によるシミュレーション

3.1 解析モデル

解析対象は、図5に示すような管長を12.7m、曲管部の開き角が68.7度、曲率半径 $R=500\text{cm}$ であり、RR継手を6個配置している。その諸元は表2に示す通りである。また一様な10cmの地盤沈下を与えている。今回、直管の挙動との比較も行った。

3.2 解析結果

図6は管頂部における、管軸方向変位を示している。とくに最も固定端に近い継手において0.6cm程度の抜き出しがみられるが、他の継手のめり込みは小さく無視できる程度である。また直管と曲管の違いによる変化はほとんど見られなかった。継手を設置した場合、その継手部の屈曲角が大きくなると機能的破壊に至る可能性がある。そこで表3は各継手部の屈曲角を直管と曲管について比較している。ここでの継手(JOINT)番号は固定端より順番に付したものである。この解析モデルは接合部で無理なく片側最大3°の曲げ角度がとれる設計なので、地盤沈下10cm程度では、機能的破壊には至らないと思われる。

表3 継手回転角

a) 直管

	JOINT1	JOINT2	JOINT3	JOINT4	JOINT5	JOINT6	
S_z	0.032410	0.040152	0.040447	0.040411	0.040418	0.040365	rad
	1.86	2.30	2.32	2.32	2.32	2.31	deg

b) 曲管

	JOINT1	JOINT2	JOINT3	JOINT4	JOINT5	JOINT6	
S_z	0.039720	0.026863	0.026765	0.039290	0.040485	0.055427	rad
	2.28	1.54	1.53	2.25	2.32	3.18	deg

表2 解析モデル諸元

外径(cm)	17
内径(cm)	15
弾性係数(kgf/cm ²)	30000.0
ポアソン比	0.37

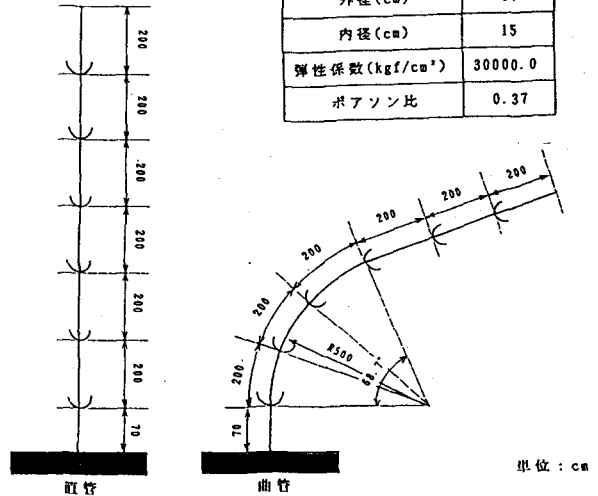


図5 解析モデル

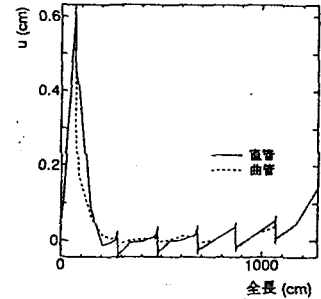


図6 管軸方向変位

4. 結論

- ① 固定端に継手を挿入したモデルにおいて、各地盤沈下量に対する円周方向せん断力と半径方向せん断力の低減が見られた。また、鉛直方向変位も継手のある方がやや大きいものの、継手のない場合に沿った変位をしている。このため固定端付近の適切な位置に継手をいれることは曲管の耐震設計に有効な手段であると考えられる。
- ② 実際の配管例によるシミュレーションで用いた解析モデルでは、管軸方向変位において、最も固定端に近い継手で約0.6cm程度の抜き出しがみられた。また継手回転角を直管と曲管について解析した結果、ほぼ3°以内に収まっていた。これらの結果から本解析モデルに対しては地盤沈下量が10cm程度であるならば耐え得ると考えられる。

参考文献

- 1) 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，PP. 43-53，1979.9.
- 2) 新見達彦：修正伝達マトリックス法を用いた地中管路のシェルモデル地震応答解析理論とその応用，神戸大学修士論文，1993.2.