

## I-534

## 液状化領域を通る地中埋設管の挙動解析

金沢大学大学院 学生員 ○木村 哲雄

金沢大学工学部 正 員 北浦 勝

金沢大学工学部 正 員 宮島 昌克

## 1. はじめに

近年、ライフラインシステムの耐震性向上が叫ばれるようになり、液状化時の地中埋設管の挙動についても鋭意研究が進められている。ところで、これまでの被害例によれば液状化地盤と非液状化地盤の境界部付近、すなわち液状化遷移領域に集中して被害が発生している。そこで本研究では、液状化遷移領域における管路の挙動に注目し、液状化の発生する範囲や液状化の程度と管路の応答との関係を管路の挙動解析を通して明らかにしようとした。

## 2. 解析方法

液状化領域を通る管路を図-1に示す3つの形態にモデル化した。すなわち、ケース1：一定の範囲にわたり地盤が液状化し、地盤の不等沈下を受ける管路、ケース2：一定の範囲にわたり地盤の液状化に伴う浮力による上向きの力を受ける管路、ケース3：液状化層の上の非液状化層が液状化する過程において、管路が地盤振動の影響を受ける場合、である。なお、本研究では管径406.4mm、管厚6.0mmの鋼管を例として解析を行った。ここでケース1、2は弾性床上的のはりの理論により定式化して解析を行った。またケース3は西尾らの方法<sup>1)</sup>と同様にして解析を行った。しかし、本研究は液状化層の上の地盤が軟化する場合を考慮しており、この点が西尾らと異なっている。なお、本研究においては液状化層の地盤ばね定数( $K_1$ )が過剰間隙水圧比の上昇により図-2に示すように変化するものと仮定している。また管路に作用する浮力による上向きの力を、文献2に示した方法で算出している(図-3)。

## 3. 結果および考察

図-4はケース1において地盤が20cm沈下したときの沈下する範囲  $L$  と最大曲げ応力の関係を示したものである。同図より過剰間隙水圧比が大きいほど曲げ応力は小さくなっている。これは図-2で示したように  $K_1$  が小さくなることより地盤の拘束力が弱くなるからである。また、液状化側では範囲  $L$  が2~4 mの間でピークを示し、それから減少して一定値となっている。しかもこの傾向は過剰間隙水圧比が小さいほど顕著である。これは、沈下量は一定なので範囲  $L$  が狭いほど地盤に生ずるひずみが相対的に大きくなり、しかも過剰間隙水圧比が小さいときには管路と地盤が一体となって変化するもので、管路に生ずるひずみも大きくなるためである。鋼管の許容応力度は4200 kgf/cm<sup>2</sup>であるので、過剰間隙水圧比が0.95以内であるような硬い地盤においては、20cm程度の地盤沈下でも境界部において管路が破壊する危険性がある。図-5はケース2において管路に上向きの力を受ける範囲  $L$  と最大曲げ応力の関係を示したものである。同図において過剰間隙水圧比の大きいケースでは範囲  $L$  の広い部分の値が示されていないが、これは管路が地表面に出たことを示している。なお埋設深さは1.5mとしている。同図より範囲  $L$  が広いほど曲げ応力が大きくなるのがわかる。またこのケースにおいても境界部付近で最大曲げ応力が発生することが明らかになった。しかし本解析は液状化が十分に長い時間継続し、管路が外力とつり合って変形している状態を検討していることに対応しているので、液状化の継続時間との関係においてさらに検討する必要がある。つぎに図-6はケース3において液状化する範囲  $L$  が20mのときの地盤変位と管の軸応力の分布を示している。同図より最大軸応力は液状化遷移領域の液状化側で発生していることが解る。また過剰間隙水圧比が0.1、0.2、0.3の場合には液状化が進行して地盤の拘束力が小さくなっているのにもかかわらず、応力は過剰間隙水圧比が0の時の値より大きくなっている。本研究においては非液状化層の上の層の波動伝播速度  $C(C=\sqrt{E_s/\rho})$ 、 $E_s$  は地盤のヤング率、 $\rho$  は密度である。) が過剰間隙水圧比の変化と共に変化するものと考えているので、本解析例においては過剰間隙水

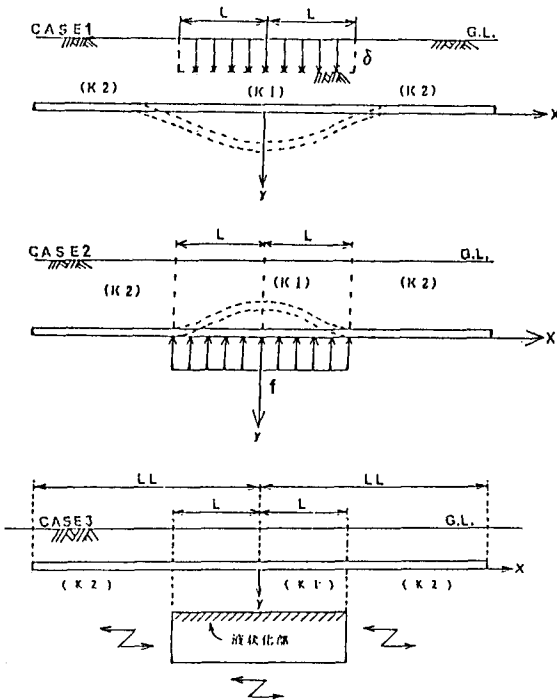


図-1 管路モデル図

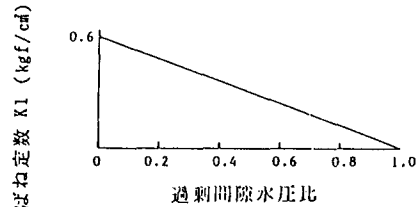


図-2 地盤ばね定数

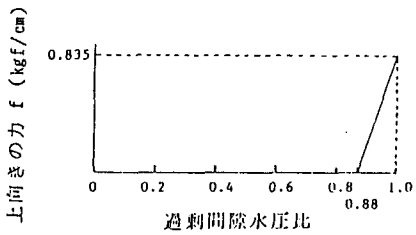
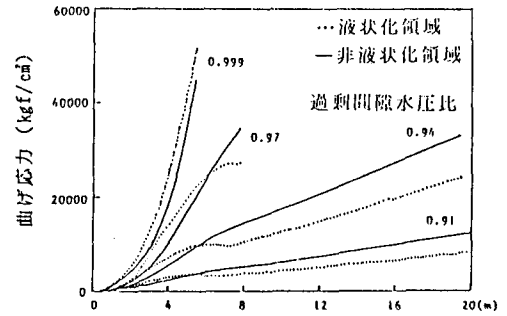


図-3 単位長さ当りの浮力による上向きの力

圧比が 0.1、0.2、0.3 の場合に地盤が共振に近い状態となり地盤変位が大きくなる。したがってこのときに管の軸応力も大きくなるものと考えられる。

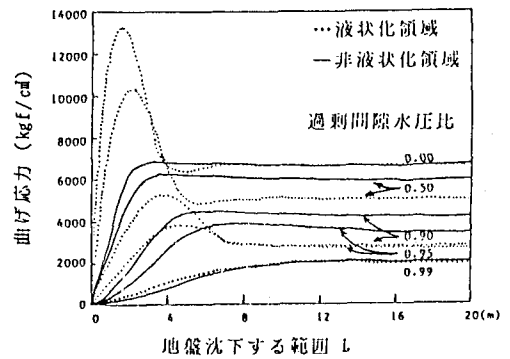
#### 参考文献

- 1) 西尾宣明、塚本克良、羽村 淳：部分的に液状化した地盤中の埋設管の挙動に関する実験的研究、土木学会論文集、第380号、pp.449~457、1987。
- 2) 北浦 勝、宮島昌克、吉岡正修：不完全液状化時における地中埋設管模型の動的挙動、構造工学論文集 Vol.31A、pp.417~426、1985。



上向きの力を受ける範囲 L

図-5 上向きの力を受ける範囲と曲げ応力 (CASE 2)



地盤沈下する範囲 L

図-4 20cm 沈下時の曲げ応力 (CASE 1)

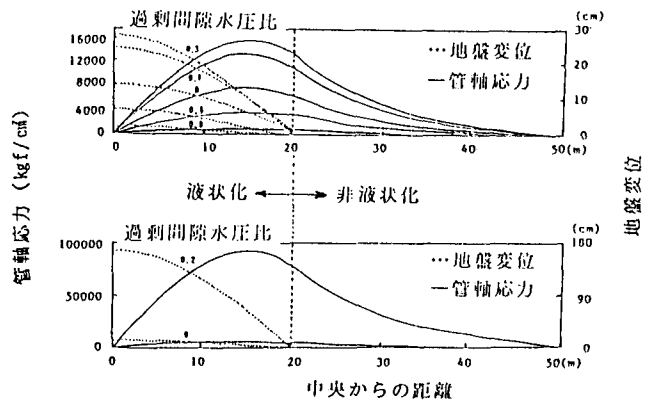


図-6 管の応力と地盤変位 (CASE 3)