

III-218

地盤の不同沈下と地中埋設管の挙動に関する大型模型実験

建設省土木研究所 久楽 勝行
同 ○ 青山 憲明
同 竹内 辰典

1 はじめに

地中埋設管の事故は、地盤の不同沈下に基づくものが数多く見受けられる。特に、地盤に局部的な不同沈下が起きると埋設管に大きな変形が生じ、管体の亀裂や折損、継手の緩みや抜けといった破損事故につながることもある。しかしながら現在、地盤に不同沈下が生じたときの埋設管に発生する応力、変形といったことについて十分解明されていない。そこで、埋設管に硬質塩化ビニル管を用いて、地盤に任意の形状の不同沈下を発生させたときの埋設管に生じる応力と変形を解明するための大型模型実験を行なった。さらに、軟弱地盤上の埋設管を弾性床上の梁とみなして解析したので、ここに報告する。

2 実験方法

実験は図-1に示すような人工的に地盤に不同沈下を発生させる実験装置を用いて行なった。この装置は、高さ 2.6m、長さ14m、奥行き 1mの前面ガラス張りの土槽で土槽の底板が21個の油圧ジャッキによって任意の形状の不同沈下を再現することができる。土槽内に埋設管を設置し、その上に高さ1.6mの埋戻しを行なった。埋戻し材料は砂質シルトを用いた。また、埋設管は呼び径 200mmの硬質塩化ビニル薄肉管を用いた。供試管には4箇所の継手を設けたが、今回は継手による影響をできるだけなくするため接着接合の継手とし、全体が一体となる構造とした。埋戻しにあたり、埋戻し材料の含水比を20%程度に調整し、20cmごとに締め固めた。なお、施工時のコアカッターによる密度試験結果から、埋戻し土の湿潤密度は 1.65t/m^3 の比較的ばらつきの少ない値が得られた。観測項目は、各沈下段階ごとの埋設管の変形、管軸方向と管周方向のひずみ、埋設管頂部の土圧と基礎の反力、埋設管直下の地盤の沈下量などである。観測に用いた計測器の詳細を図-1に示す。実験は図-1に示す沈下形状の異なる2ケースについて行なった。

3 実験結果および考察

実験結果として、ケース1の結果を図-2に示す。図は局部的に地盤に不同沈下が生じたときの沈下形状を示したものである。図から、埋設管の沈下と地盤の沈下とは形状がほぼ一致していることが読み取れる。しかし、不同沈下が進むにつれて、埋設管と地盤の沈下量には開きがみられてくる。なお、沈下終了後に開削したところ、地盤の最大沈下箇所での埋設管下に約3.5cmの空洞が観測された。また、図-3は埋設管の管頂の管軸方向の曲げ応力の分布を示したものである。図から、地盤の沈下域と静止域の境界付近および地盤の最大沈下箇所で曲げ応力の集中していることがわかる。また、地盤の不同沈下が進むにつれて、埋設管に発生する曲

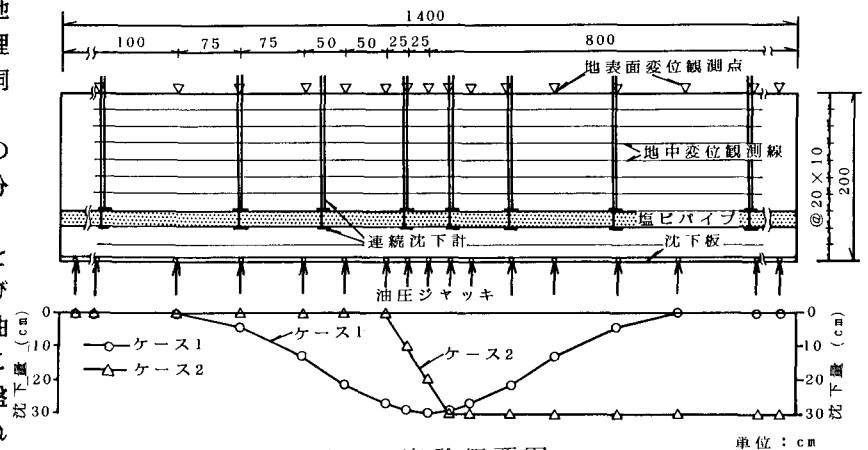


図-1 実験概要図

単位: cm

げ応力が增大していることがわかる。図-4は、管軸方向の曲げ応力と地盤の不同沈下量の関係を示したものである。図中には静止域と沈下域の境界付近、地盤の最大沈下箇所および両者の中間の箇所での曲げ応力がプロットされている。図から、どの箇所でも地盤の不同沈下が進むにしたがって曲げ応力は増加し、地盤の不同沈下量と曲げ応力との関係はほぼ線形となっており、特にA、Dの静止域と沈下域の境界付近、地盤の最大沈下箇所での曲げ応力の増大割合が大きいことがわかる。

4 数値解析

数値解析は軟弱地盤上の地中埋設管を弾性床土上の梁と考えて行なった。すなわち、軟弱地盤を表現するモデルとしてウィンクラーの仮定に基づく地盤反力係数 k のスプリングの集合体として解析を行なった。ここで、埋設管の弾性係数 $E = 30000 \text{ Kg/cm}^2$ 、断面2次モーメント $I = 2350 \text{ cm}^4$ 、地盤反力係数は沈下板の沈下量と埋設管上部の埋戻し土の重量の比から求めた。解析結果は、図-2、図-3に実験値と合わせて示した。変形の形状や曲げ応力の分布といった定性的な傾向は実験値と一致した。しかし、定量的には開きがあるので、載荷重や地盤反力係数などの入力データについて検討する必要がある。

5 まとめ

今回実施した大型模型実験の結果から、埋設管の変形は地盤の不同沈下が大きくなるにしたがって埋設管の底部に空洞が生じ始めることがわかった。また、埋設管の管軸方向の曲げ応力は地盤の静止域と沈下域の境界付近および地盤の最大沈下箇所に集中し、それらの曲げ応力は不同沈下量に比例して増加することが確かめられた。さらに、弾性床土上の梁とみなして解析した結果と実験結果の比較から、本解析が埋設管の変形、応力を予測する上に有望であることが判明した。今後は、埋設管にヒューム管等の剛性管を用いた場合についても不同沈下実験を行い、管の種類による違いについて検討するとともに、対策工法についても検討していきたいと考えている。

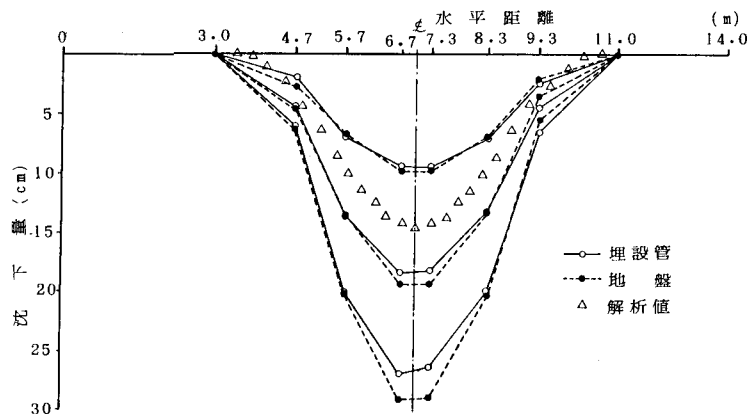


図-2 沈下形状図

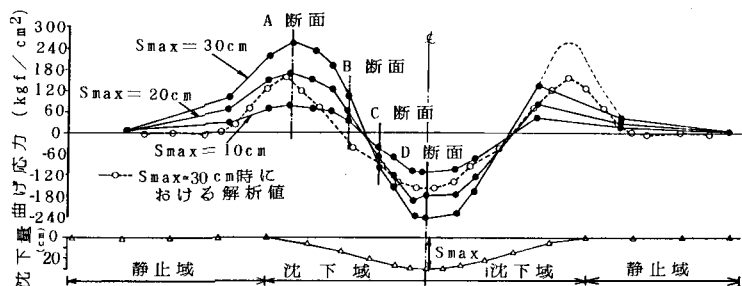


図-3 埋設管上部の軸方向の曲げ応力分布(ケース1)

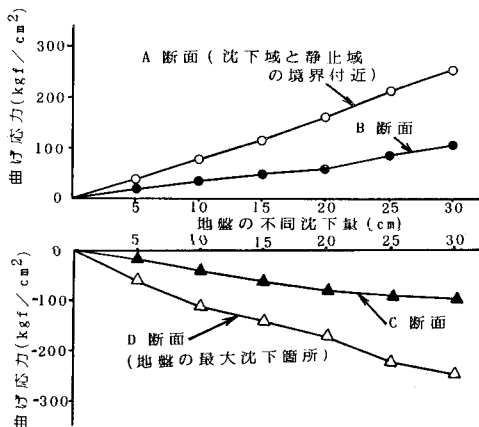


図-4 地盤の不同沈下量と曲げ応力の関係