

神戸大学工学部 高田至郎 積水化学工業k.k. 山部泰男

1. はじめに：過去の地震による被害状況より明らかなように、埋設管路が波動により被害を受けるのはごく稀であり、地すべり・沈下・液状化などの地盤変状を受けた場合に圧倒的に破壊されている。現行の耐震規準では、地盤変状を受けた際の管路挙動が十分解明されていないこともあって、個別検討にまかされている状態にある。地盤変状に対する一般的な耐震設計法・地震対策を確立する必要がある。本報告は地盤変状のなかでもとくに地盤沈下を取り上げて管路の力学的挙動について検討したものである。今回、新たに試作した沈下土槽を用いて管路のひずみ・継手変位などを計測した結果を報告する。

2. 実験の概要：図1に沈下土槽の概要を示している。長さ1.0m、幅1.0m、深さ1.5mで側面の大部分は土の動きを調べるためにアクリル製の板がはめこまれている。沈下土槽は6台のスクリージャッキで支えられており、最大200mmまで上下方向に可動となっている。アクリル板には土の動きを調べるために彩色を施した直径5mm、長さ20mmのピンが埋めこめる様に穴をあけている。実験に用いた管路は直径100mmのRR継手をもつ単管(2.5m)を3本および両端部に1.25mの管をつないで1.0mの延長としたものである。管体のヤング率は $3.0 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$ 、断面二次モーメントは $3.38 \times 10^2 \text{ cm}^4$ である。計測内容は、管体ひずみ(軸方向および円周方向)、継手変位、管体傾斜、管体表面に作用する土圧、およびピアノ線による管路の沈下などである。各測点の位置を図2に示している。ひずみゲージ以外のリード線は管内を通して管の両端部から取り出して多点ひずみ計に接続している。管路の埋設に関しては、最初に土槽の底から40cmまで土を敷いて締め固めを行ない、次いで継手部分など所定の位置に測定計器の取り付けを行なった。然る後、管を接続して水平になるように十分注意しながら土かぶり管頂より80cmとなるように埋設を行なった。最後に十本のピアノ線を土の表面から慣入して管頂に接触させて、土槽わくに固定した標尺の読みから鉛直方向変位を測るようにしている。実験に用いた土は、山砂でピット内に自然状態で放置されているもので、締め固めた状態でサンプリングを行なって含水比試験、粒土分布試験、三軸圧縮試験を実施し、別に試験状態で土の平板載荷試験を行なっている。沈下土槽は20tonの荷重に耐えるジャッキ6本で支持されており、このジャッキを回転降下させることによって沈下変位を与えている。

3. 実験結果：図3に各沈下ステップにおける管路変形曲線を示している。本図は計測されている既知量を境界条件としてはりの曲げ変形に関する微分方程式を解いて得られたものである。沈下境界面より固定土槽側では管が浮き上っており、また境界面より1.5mも離れると管の変形は滑めらかになることが知られる。なお、最大の沈下量は23ステップ目で18cmであり、各ステップは0.5~1.0cmの増分としている。図4は各ステップにおける管体の最大応力をプロットしたものである。最大応力の生じる位置は沈下境界面より少し沈下土槽側に入った所である。沈下量と最大応力はほぼ一次比例の関係にあることが分る。硬質塩化ビニル管の設計では安全率5.0を見込んで許容応力を100kg/cm²と定めているので60mm程度の沈下が許されることになる。しかし、180mmの沈下量でも管体にクラックは見当らなかったので終局強度はかなり高いことが推察される。図5は沈下量と継手変位の関係を示したものである。また、図6は継手回転角と沈下量の関係を見たものである。回転角は沈下境界面の位置で沈下量に比例して増大しており、180mmで約5度となっている。RR継手では許容回転角が約1度であるので、これ以上の値が測定されているものは管の弾性変形を含んだものであると思われる。PVCのような管路は比較的変形しやすいために、継手の回転に関しては連続管のような挙動をすると見なしてよいであろう。継手の変位(抜け量)はやはり沈下境界面で最も大きく、最大の沈下量に対して5mm程度に達している。一方、A、Cの継手では、ある程度以上の沈下量にならないと抜け始めないことが分る。RR継手の抜け許容値は30mm程度であるので、180mmの沈下量ではかなりの余裕をもっている。

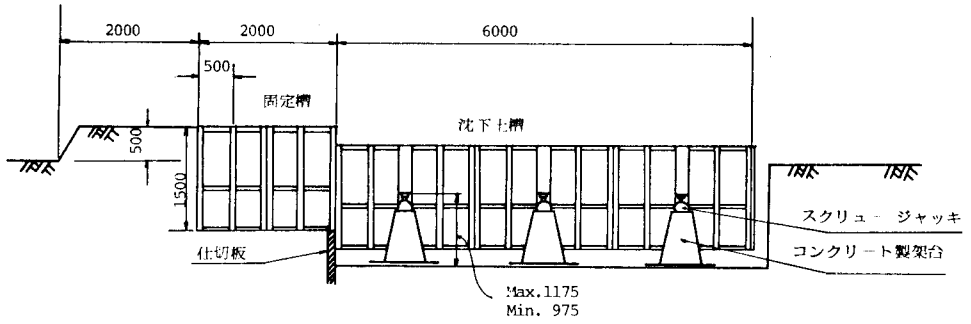


図 1 実験概要図

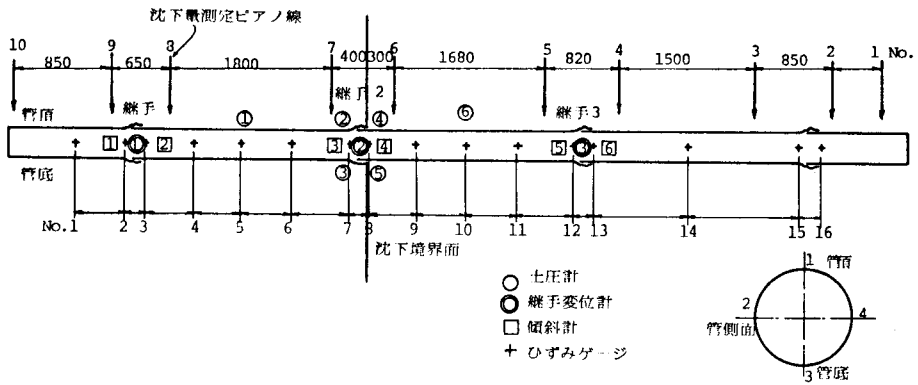


図 2 測定計器取付位置

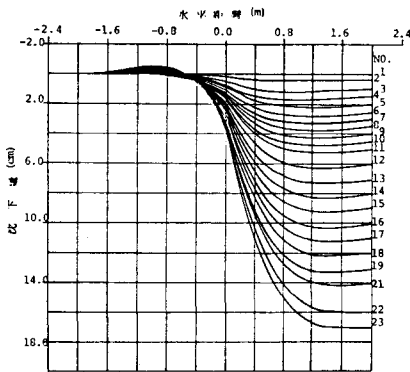


図 3 管路変形曲線

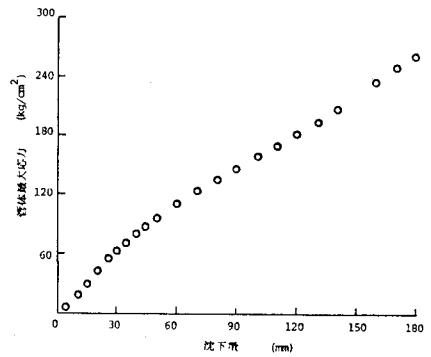


図 4 沈下量と最大応力の関係

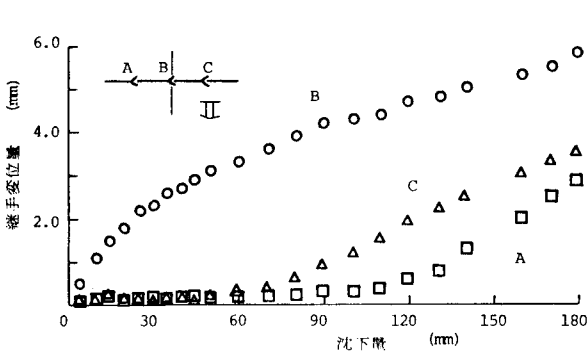


図 5 沈下量と継手変位の関係

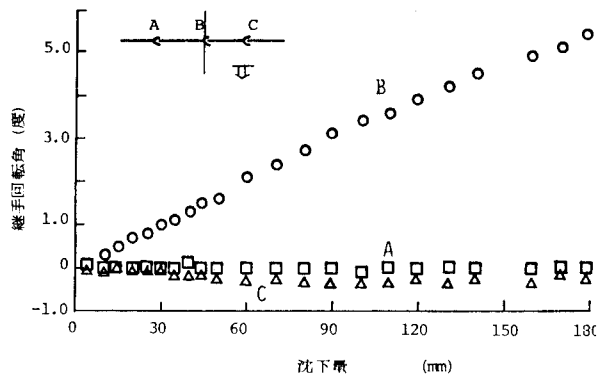


図 6 沈下量と継手回転角の関係