

断層変位に伴う地中埋設管の挙動に関する模型実験

金沢大学大学院

○吉藤祐也

金沢大学大学院

武澤永純

金沢大学工学部 正会員

宮島昌克

金沢大学工学部 フェロー

北浦 勝

1. はじめに

1999 年台湾・集集地震では、断層運動により地表に大きな変位が発生したが、地表面変位の大きさは場所によって異なっており、それが周辺構造物の被害に及ぼす影響範囲も場所によって異なっていた¹⁾。断層変位による構造物への影響範囲の違いには表層地盤特性の影響が強いと推測されている²⁾。建物などの施設であれば、断層からある程度距離を置くといった対策ができる。しかし、埋設管路のような線状構造物は断層を横切らないように建設することはきわめて困難である。今後、直下型地震のたびに起こりうる断層変位に伴う埋設管の被害形態を把握することは、防災上重要であると同時に、効率的な早期復旧にも役立てることができる。本研究では、断層運動を想定した装置を用いて、地中埋設管の挙動を把握するための模型実験を行った。

2. 実験概要

図-1 に実験装置図を示す。実験に用いる土槽の寸法は長さ 2,000mm×幅 600mm×高さ 1,000mm であり、透明なアクリル板と鉄板を組み合わせで作成した。それを 2 つ並列に設置し、一方をテーブルリフトで上昇させることにより、図-1 の下図に示すように、鉛直変位を与える。模型地盤には表乾状態の珪砂 5 号 ($\rho_s=2.63\text{g/cm}^3$ 、 $D_{50}=0.34\text{mm}$) を用い、空中落下法によって地盤を作成した。表層地盤特性の影響を考察するために相対密度 20% と相対密度 80% の 2 ケースで実験を行った。なお、リフトを上昇させるときに土槽と土槽の接触面から砂がこぼれるのを防止するため、隙間テープを貼り付けている。埋設管には、呼び径 13mm (外径 18mm)、長さ 3,800mm の硬質塩化ビニル (JIS K 6742) を用い、埋設深さを 20cm とした。地盤作成後、テーブルリフトを毎秒 2.9cm の速さで上昇させて、模型地盤に最大 30cm の鉛直変位を与えた。上昇前後の埋設管の挙動をポイントゲージで測定した。埋設管の管体上部にひずみゲージを設置し、管体のひずみを測定した。図-2 にひずみゲージの配置図を示す。測定ポイントは中央部と中央部から上盤側、下盤側それぞれ 10cm、20cm、30cm、50cm、70cm の位置である。

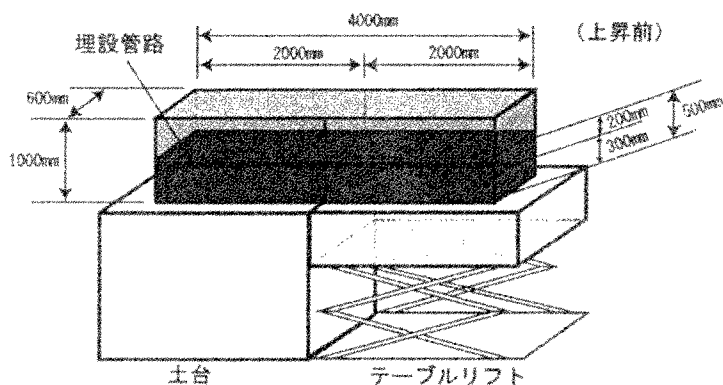


図-1 実験装置図

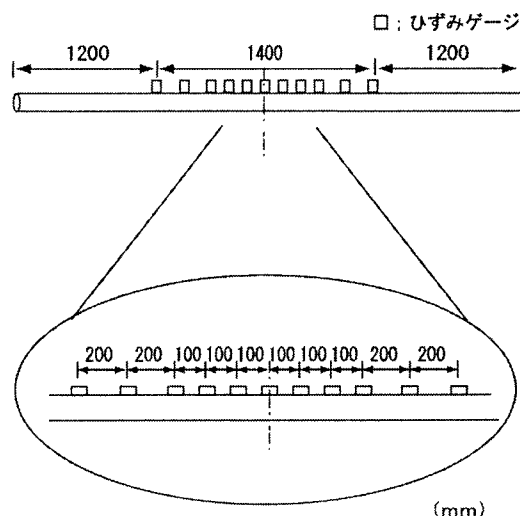


図-2 ひずみゲージ配置図

3. 実験結果

埋設管の鉛直方向変位量を図-3 に示す。テーブルリフトの上昇量は 30cm である。どちらのケースの地盤においても、共通して下盤側の方が上盤側より断層崖から離れた位置で屈曲していることがわかる。また、硬い地盤(相対密度 80%)の方が、軟らかい地盤(相対密度 20%)よりも変形が、土槽中央に集中する結果となった。埋設管の両端における水平方向変位量を表-1 に示す。上盤側の上昇により、下盤側の埋設管が引っ張られていることがわかる。また、それは地盤が硬い時の方が顕著であるといえる。図-4 に上昇量 10cm ごとの各計測ポイントにおけるひずみ量を示す。テーブルリフトを上昇させていくに従い、どちらの地盤においても、測定された最大ひずみ量は増加した。それぞれのケースについて考察すると、相対密度 20%の地盤においては、テーブルリフトの上昇量の増大に伴い、最大ひずみ量を生ずるポイントが上盤、下盤ともに土槽中央部から離れていくのがわかる。また、上盤側において相対密度 80%に比べ、ひずみの分散が顕著である。一方、相対密度 80%の地盤では、上盤側において中央部から 10cm、20cm の個所にひずみが集中しているのがよくわかる。下盤側においては、相対密度 20%と比べ大きなひずみ量を計測した。

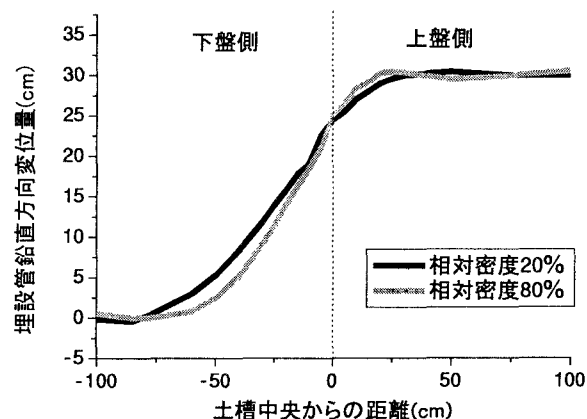


図-3 埋設管の鉛直方向変位量

表-1 埋設管の水平方向変位量

	上盤側(cm)	下盤側(cm)
相対密度20%	1.1	2.3
相対密度80%	0.4	4.1

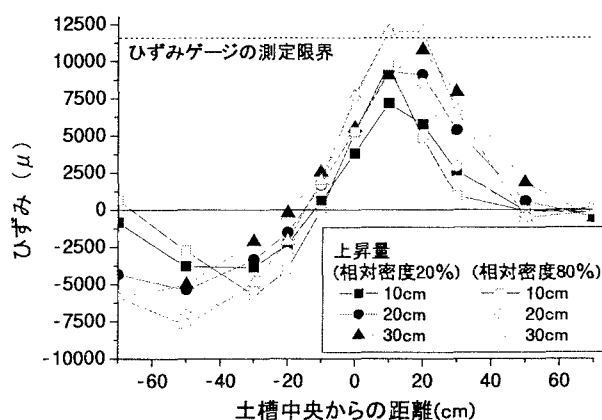


図-4 ひずみ量

4. まとめ

実験結果から、断層を横切る埋設管は下盤側の方が上盤側より断層崖から離れた位置で屈曲することがわかった。また、2つの実験ケースの比較により、断層変位に伴う埋設管の挙動には表層地盤特性が大きく影響していることがわかった。硬い地盤であるほど、変形は断層崖付近に集中し、下盤側の埋設管が引っ張られる挙動をする。硬い地盤に埋設してある管では、断層近傍の上盤側において、大きな曲げ応力に対する対策が必要であり、下盤側においては抜け被害に対する対策が必要であると考えられる。一方、軟らかい地盤においては、曲げ応力は分散する傾向があるが、断層変位量が極めて大きなものとなった場合、被害が広範囲で発生する可能性が高いと考えられる。

〈参考文献〉

- 1) 財団法人地震予知総合研究振興会：1999 年台湾集集地震被害調査報告書、財団法人地震予知総合研究振興会、2000.
- 2) 宮島昌克, 橋本隆雄, 北浦 勝：断層崖近傍の建物被害に関する基礎的研究 —1999 年台湾・集集地震を例として—、地域安全学会論文集、No. 3、pp. 59～64、2001.