

種々の条件下のもとでの断層による埋設管の変形に関する模型実験

東京電機大学 学生員 ○井原 千恵美・風見健太郎
 東京電機大学 正会員 安田 進
 東京ガス(株) 正会員 酢谷佳尚
 日本鋼管(株) 正会員 鈴木信久

1.はじめに

1999年に発生したトルコ・コジャエリ地震や台湾集集地震では断層変位により埋設管が破損、屈曲するなどの被害が生じた。これまで液状化や斜面崩壊については、それが埋設管へ与える被害のメカニズムや設計方法の研究はされてきたが、このような断層変位が埋設管に与える影響などはあまり研究されていない。そこで、本研究では横ずれ断層を模擬した模型地盤内に管を埋設し、埋設管の埋設深度、管径、埋設位置、締固め度が管に与える影響について模型実験を行った。なお、埋設深度の影響に関しては既に発表した¹⁾ため、ここでは他の要因の影響について報告する。

2.実験装置および方法

横ずれ断層を模擬した実験装置を図1に示す。鋼製の土槽を2つ用いてその中の模型地盤内に管を埋設し、一方を固定し、もう一方を手動でウインチを引き動く構造になっている。この土槽を変位させる速度は静ひずみ計で測定可能なくらい非常にゆっくりとした一定の速度で引き、土槽を10 cmまで変位させた。

実験に用いた試料は実際にガス管等の埋め戻し土として使用されている千葉県産の砂であり、土粒子の密度 $\rho_s=2.646 \text{ g/cm}^3$ 、最大乾燥密度 $\rho_{dmax}=1.629 \text{ g/cm}^3$ 、最適含水比 $w_{opt}=17.2 \%$ で細粒分含有率 $F_c=3.4\%$ である。模型地盤は試料を最適含水比に調整し、所定の締固め度になるように突き固めによる締固めにより作製した。

埋設管には銅管を用い、ひずみゲージを図2に示すように管の中心から5 cm間隔に上下左右に合計20枚貼付し、ひずみを測定した。管は肉厚0.8 mm、長さ1100 mm、外径(d)10.00 mmのものを用いた。実験のケースとして締固め度(Dc)95%で、断層面と管が交わる角度(α)を 60° 、 120° として管を埋設した実験を行った。また、 $\alpha=90^\circ$ において、外径が15.88 mm、19.05 mmの管に変えた実験も行った。さらに、Dcを100%に変え、Dc=95%との深さでの比較も行った。

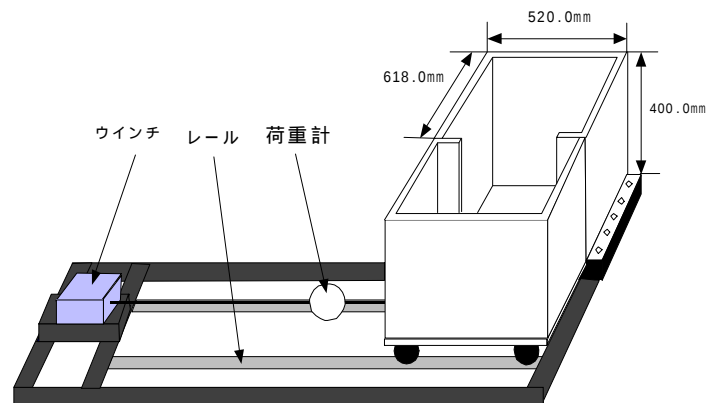


図1 実験装置

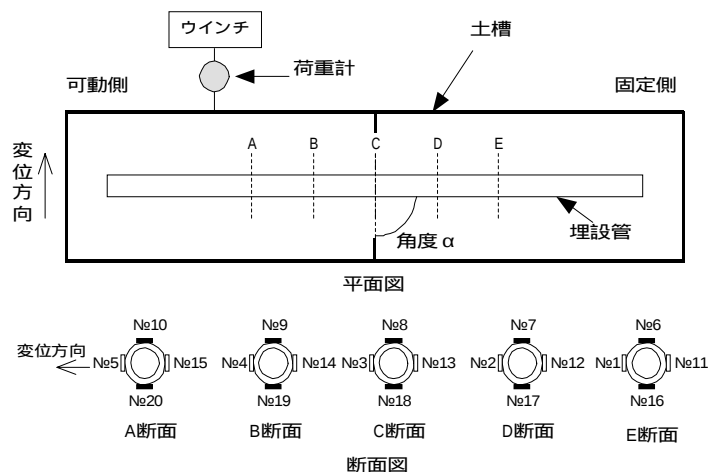


図2 ひずみゲージ貼付位置

キーワード：断層・埋設管・模型実験

連絡先：〒350-0394 埼玉県比企郡鳩山町石坂 Tel 049-296-2911(2748) Fax 049-296-6501

3. 実験結果

(1) **角度の影響**: 図3に $\alpha = 60^\circ, 120^\circ$ で地表面から5cm, 10cm, 20cmに埋設した実験後の管の様子を示す。 $\alpha = 60^\circ$ では管に目立った変形は見られなく、また、深さによる影響はほとんどなかった。これに対し、 $\alpha = 120^\circ$ と横ずれ変位により圧縮力を受ける方向で埋設深さを20cmにした場合、管は他の深さに比べ非常に大きく変形していることがわかる。そこで、ひずみゲージより測定したひずみを元に水平方向の曲げモーメントを算定し、最大曲げモーメントと埋設角度を比較した結果を図5(a)に示す。この図より、角度が大きくなるにつれて、また、深さが深くなるにつれて曲げモーメントが大きくなる傾向が得られた。特に $\alpha = 120^\circ$ で20cmの深さに埋設した時は、他の条件に比べ大きな値を示していることから、管が変形しやすい非常に厳しい条件であるといえる。

(2) **管径の影響**: 図4に埋設深さ20cmにおいて管径を15.88mm, 19.05mmに変えた実験後の管の変形図を示す。これより、径が太いほど管の変形はしにくいことがわかる。しかし、最大曲げモーメントは図5(b)に示すように径が太いほど大きくなる。そこで、最大曲げモーメントを管の剛性(EI)で除して曲率を求めると、径が細い方が剛性も小さいために、曲率が大きくなった。これより径が細いと、より変形しやすいことが実験により確認できた。

(3) **締固め度の影響**: $D_c = 100\%$ で管を5cm, 8cm, 10cm, 15cm, 20cmに埋設し、以前に行った $D_c = 95\%$ の実験結果¹⁾との比較を行った。図5(c)に最大曲げモーメントと埋設深さの関係図を示す。この図に見られるように、締固め度が増すと曲げモーメントも大きくなり、その差は埋設深さが深い程大きくなった。

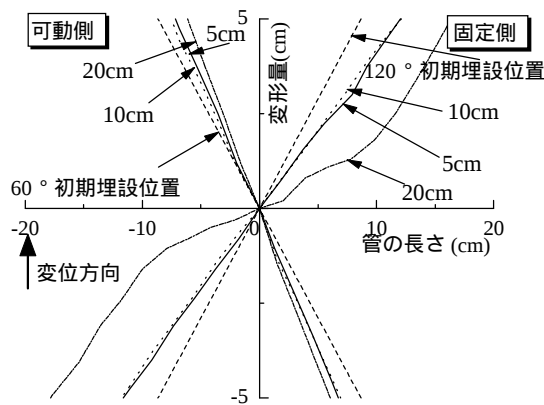


図3 角度別の管の変形図($D_c = 95\%$, $d = 10.00\text{mm}$)

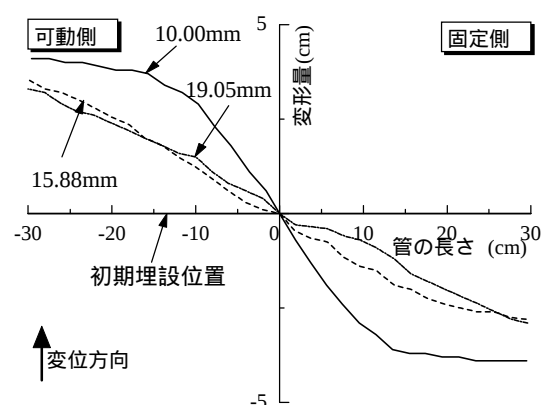


図4 径別の管の変形比較図($D_c = 95\%$)

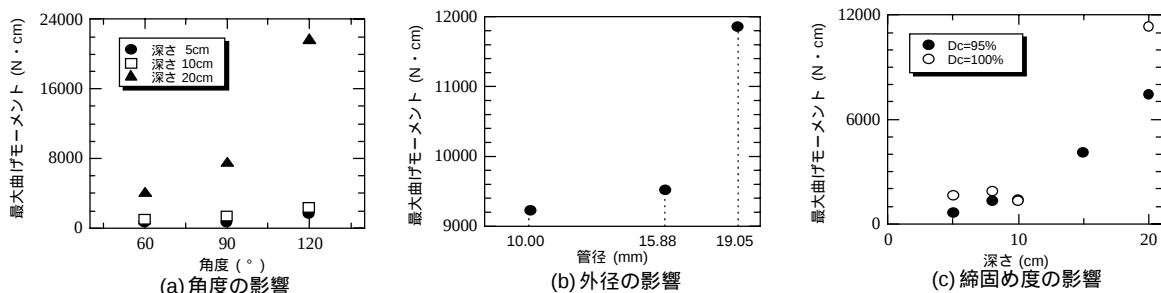


図5 最大曲げモーメントと実験条件のまとめ

4. まとめ

横ずれ断層による埋設管の挙動に関し、埋設角度、管径、締固め度を変えた模型実験を行った。その結果、埋設角度が管に圧縮が加わる角度になるほど、管径が細くなるほど、また、締固め度が高くなるほど、埋設管の変形量は大きくなった。これらのことを考慮すると、断層に対する有効な対策工が考案できると考えられる。

なお、本研究は(財)地震予知総合研究振興会の研究委員会の一環として行ったものである。関係各位に感謝する次第である。

【参考文献】

- 1) 安田進・風見健太郎・酢谷佳尚・鈴木信久・井原千恵美：断層変位による埋設管の変形に関する実験、第37回地盤工学研究発表会、2002(投稿中)