

軽材料を用いた断層における埋設管の対策に関する実験

東京電機大学 正会員 安田 進
東京ガス(株) 正会員 岸野洋也
日本鋼管(株) 正会員 鈴木信久
東京電機大学 学生会員 ○早川俊吾

1. はじめに

兵庫県南部地震やトルコ・コジャエリ地震では、断層変位による埋設管の被害が報告された。埋設管の中でも強度の強い鋼管のガス管は、地震時に多少地盤が変状しても、耐震性を有しているため大きな被害は受けないと考えられてきた。ただし、断層のような非常に大きな変位をうけた場合埋設管に与える影響についての研究は今までにあまりなされてはいなかった。そこで、昨年度本研究室において千葉県産のガス管の埋め戻し土(以下埋め戻し土とする)を使って横ずれ断層を擬似した模型実験が行われた¹⁾。それに引き続きここでは、細粒分のない豊浦砂を用いて実験を行い、細粒分の違いが埋設管に与える影響について調べた。さらに、埋め戻し土に廃ガラス瓶を溶融発泡させて作った軽量地盤材料スーパーソルや発泡ビーズを混ぜ実験を行い、それによる被害を軽減する効果について比較検討を行った。

2. 実験方法

図1のような618.0 mm×400.0 mm×520.0 mmの2つの鋼製土槽内に管を埋設した模型地盤を作製した。そして、1個の土槽を固定して、もう一方を動かし横ずれ断層を模擬した実験を行った。試料は、豊浦砂(最大乾燥密度 $\rho_{dmax}=1.583\text{g/cm}^3$ 、最適含水比 $\omega_{opt}=14.25\%$)と、千葉県産の埋め戻し土(最大乾燥密度 $\rho_{dmax}=1.629\text{g/cm}^3$ 、最適含水比 $\omega_{opt}=17.2\%$)にスーパーソル(乾燥密度 $\rho_t=0.198\text{g/cm}^3$)や、発泡ビーズ(乾燥密度 $\rho_t=0.016\text{g/cm}^3$)を混ぜたもの計3種類とした。なお、試料土とスーパーソル、埋め戻し土と発泡ビーズは、混合土の密度が 1g/cm^3 となるように混合した。模型地盤の作製方法は最適含水比になるように試料の含水比を調整し、突き固めによる締固めにより締固め度(以下 D_c とする)95%、100%になるように締め固めた。

実験に用いた埋設管は外径10.00 mm×肉厚0.8 mm×長さ1100 mmの銅管である。管の埋設する位置は $D_c=95\%$ の場合は、深さ5 cm, 10 cm, 20 cm、 $D_c=100\%$ の場合は、深さ5 cmの計4ケースとした。管の変形量はひずみゲージにより測定をした。図2にひずみゲージの貼付位置を示す。図2に示すように、銅管にひずみゲージを上下左右に5 cm間隔で20枚貼付しひずみを計測した。土槽を変位させる速度をなるべく一定の速度になるようにしながら手動でウィンチを用い土槽を10 cm変位させた。実験後、地表面の盛り上がり量も測定をした。

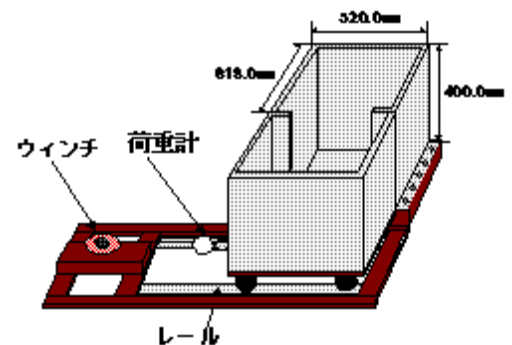


図1. 横ずれ断層装置

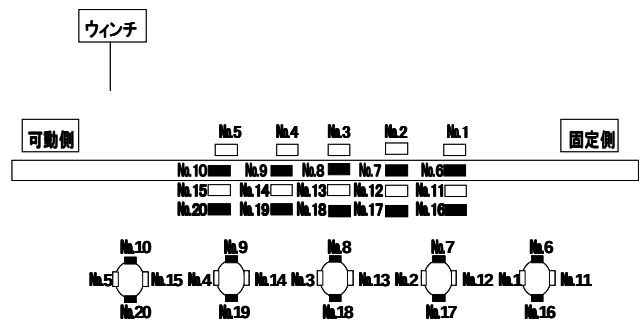


図2. ひずみゲージの貼り付け位置

キーワード：断層，埋設管，軽材料

連絡先：〒350-0394 埼玉県比企郡鳩山町大字石坂 TEL 049-296-2911(2748) FAX 049-296-6501

3. 実験結果

図3に $D_c=100\%$ 埋設深さ 5cm における水平ひずみとゲージ位置の関係を示す。豊浦砂と埋め戻し土を比較すると豊浦砂の方が管に生じるひずみが小さくなった。また、埋め戻し土にスーパーソルを混ぜると管に生じるひずみの値をおよそ半分にまで軽減でき、発泡ビーズを混ぜるとさらにひずみを軽減することができることが分かった。測定した最大ひずみをもとに最大

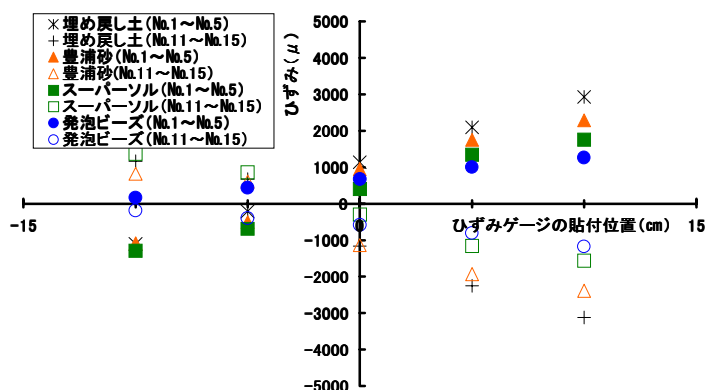


図3.試料ごとの水平ひずみ分布($D_c=100\%$, $Z=5\text{cm}$)

曲げモーメントを算出した。各砂における $D_c=95\%$ の深さ別の最大曲げモーメント図4に示す。軽量材を混ぜる場合と混ぜない場合で比較すると、スーパーソルを混ぜると最大曲げモーメントの値が減少し、発泡ビーズを混ぜるとさらに減少することが分かる。

各砂における $D_c=95\%$ の砂の最大盛り上がり量を図5に示す。この図より、埋設深さが浅いほど盛り上がり量が大きくなることが分かる。さらに、発泡ビーズやスーパーソルを混ぜた場合、盛り上がり量が大きくなる。これは、埋設深さが浅い場合に管が鉛直方向に変形するジャンプアウト現象が発生したためであると考えられる。図6に $D_c=95\%$ 埋設深さ 5cm における水平ひずみとゲージ位置の関係を示す。この図より中心部付近のひずみが大きく、スーパーソルを混ぜた場合で一番大きくなっている。これは、スーパーソルが硬い物質であったため管を強く押し盛り上がり量が大きくなったのではないかと考えられる。一方、発泡ビーズは管そのものをあまり強くは押ししていないが、ビーズそのものが鉛直方向に変形したため盛り上がり量が大きくなったのではないかと考えられる。

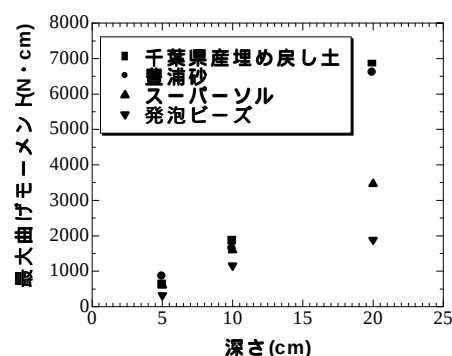


図4.深さと最大曲げモーメントの関係

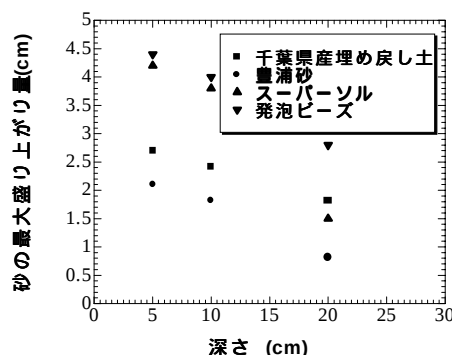


図5.深さと砂の最大盛り上がり量の関係

4. まとめ

豊浦砂や、埋め戻し土に軽量材を混ぜた混合土を用い、横ずれの断層実験を行った結果以下のことが分かった。

- 1) 豊浦砂は埋め戻し土に比べると管に生じるひずみや最大曲げモーメントが小さくなった。
- 2) 埋め戻し土に軽量材を混ぜると管に生じるひずみや最大曲げモーメントを軽減させる効果が生じた。

謝辞

本研究は、(財)地震予知総合研究振興会の“地盤の大変形に関する研究”の一環として行ったものである。関係者各位に感謝する次第である。

参考文献

- 1) 風見健太郎, 安田進, 井原千恵美, 酢谷佳尚, 鈴木信久: 第37回地盤工学研究発表会論文集, pp1617-1618, 2002

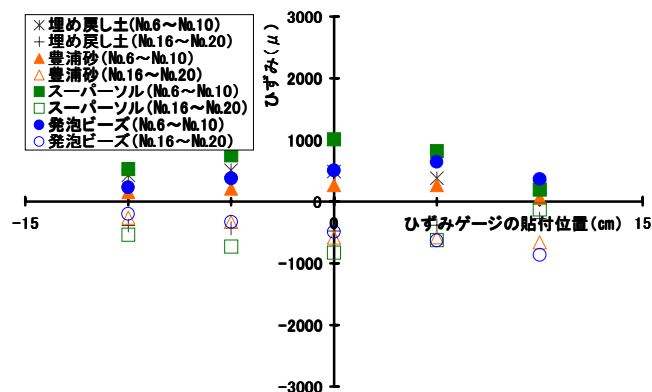


図6.試料ごとの鉛直ひずみ分布($D_c=95\%$, $Z=5\text{cm}$)