

## 埋設管の支持力曲面の研究

武蔵工業大学 学 馬場健介  
 武蔵工業大学 正 末政直晃  
 武蔵工業大学 正 片田敏行

### 1. はじめに

一般に、埋設管が地震などにより外力を受けると、管軸方向においてすべり、管軸直角方向においては正面において応力は増加し、背面においては隙間が発生するものと考えられている。しかし、埋設管の挙動はこれらが独立して起こるのではなく、双方が影響しあって発生すると考えられる。そこで本研究では、管軸方向と管軸直角方向を同時に載荷することで、より実現象に近い状態での地盤反力特性について検討することを目的とする。

### 2. 実験概要

#### (1) 実験方法

開発した実験装置の概要を図-1に示す。実験装置には、管軸・管軸直角方向の両方にスクリージャッキを設置し、載荷速度を変えることで任意の載荷角度で載荷を行うことができる。埋設管の両端を杭固定シャフトに固定する。スクリージャッキにより載荷板を加圧し模型土槽を押し込むことで、同時に載荷することができる。このとき埋設管は両端部が固定されており、模型土槽がリニア上を移動することで、埋設管と地盤との相対変位を発生できる仕組みとなっている。計測は、埋設管の両端部に設置したロードセルにより管軸直角成分の荷重  $N$  を、埋設管端部に設置したロードセルにより管軸方向成分の荷重  $T$  を、スライドベースに設置した変位計により相対変位を測定した。

地盤作製において、模型地盤の寸法を幅 40cm × 高さ 30cm × 奥行き 30cm として、試料を 6 層に分け、2.5 kg ランマーを用いて締固め度が 90% 以上になるように動的に締固めた。埋設管として管径 25mm の布ヤスリ ( 120 ) を巻いた鋼管を用い、模型地盤の下から 15cm の位置に設けた。拘束圧は、ペロフラムシリンダーを用いて与えた。

#### (2) 実験条件

現場では埋設管の布設に際して、通常では掘り起こした土のかわりに、砂で置き換えるのが一般的な方法である。そのため本実験では、試料に山砂を用いた。

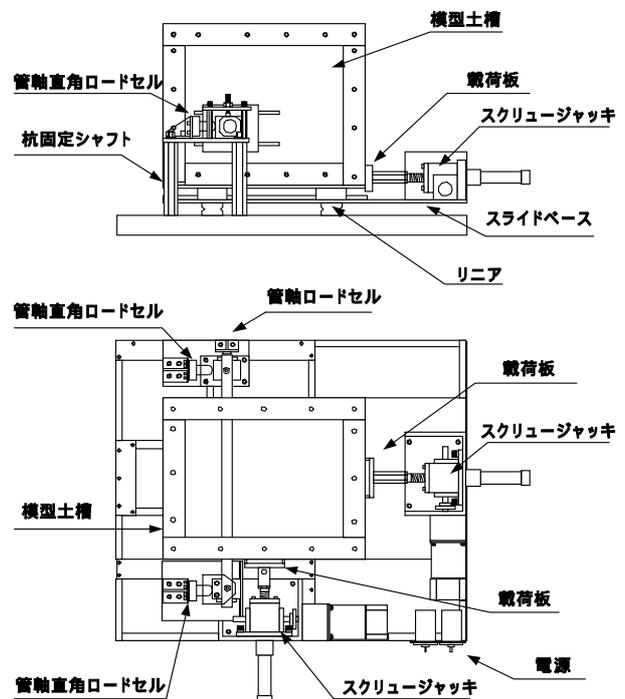


図 - 1 実験装置

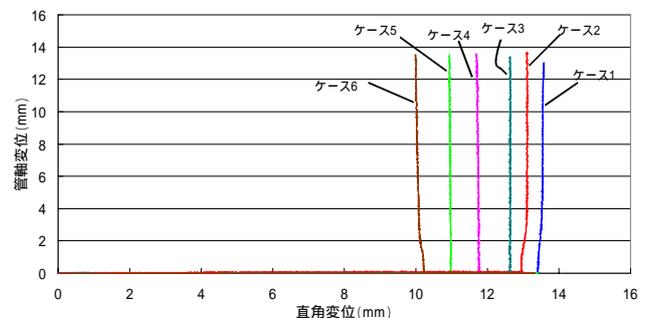


図 - 2 管軸 - 管軸直角関係 (変位)

キーワード：二方向載荷、砂、埋設管、支持力曲面

連絡先：〒158 8557 東京都世田谷区玉堤 1 28 1 武蔵工業大学地盤環境工学研究室 Tel&Fax03-5707-2202

また、地中埋設管は、通常 1.2m の深さに埋設されているため、その深さを再現するために拘束圧 20kPa をかけたケースと拘束圧なしのケースを比較することにより、拘束圧の違いが地盤反力に及ぼす影響について検討した。また、ケース 1、7 では管軸直角方向に載荷した後に管軸方向に載荷した。ケース 2～6、8～12 では管軸直角方向に載荷後、管軸直角応力が残る範囲で除荷し、続いて管軸方向に載荷した。なお、図 - 2 には拘束圧なしのときの、図 - 3 には拘束圧 20 k Pa のときの応力除荷時における変位を示す。

### 3.実験結果および考察

拘束圧なしの支持力曲面によるグラフを図 - 4 に示す。縦軸には管軸方向における荷重を、横軸には管軸直角方向における荷重をそれぞれ管軸直角方向の最大値で除して正規化した。ケース 1～3 においては管軸直角方向載荷から管軸方向載荷に切り替えたときに、管軸方向の地盤拘束力が増加するにつれて管軸直角方向の地盤拘束力が低下する傾向を示した。その後、管軸、管軸直角方向の地盤拘束力が共に低下する傾向を示した。ケース 4～6 においては、管軸直角方向において応力除荷が十分に大きかったためにほとんど管軸直角成分の地盤拘束力に影響されなかったためと考えられる。これは既往の研究により提案した、次の 3 つの曲面により形成されるものである。放物線 砂層のすべりによる支持力曲面、直線 埋設管周面のすべりによる支持力曲面、直線 埋設管背面のはく離による支持力曲面である。これらの直線または放物線についての詳細は参考文献<sup>1)</sup>に譲る。このことから既往の研究で提案した支持力曲面と本研究で得られた管軸・管軸直角方向成分の曲面は、ほぼ同様の形状となった。これより既往の研究で提案された支持力曲面が存在することが確認できた。また、図 - 5 に拘束圧 20kPa をかけた場合による支持力曲面を示す。いずれのケースも管軸方向載荷に切り替えたあと、ほぼ直線的に応力が増加する傾向を示した。これは、管軸直角方向において変位させる量が少なかったために本来得られるべき領域は、図 - 5 の支持力曲面のようになると考えられるが、変位量が少ないために直線 の埋設管周面のすべりによる支持力曲面の部分までしか領域が得ることができなかったと考えられる。

### 4.まとめ

- ・ 管軸・管軸直角方向成分はそれぞれ独立ではなく互いに影響を受ける。
- ・ 埋設管の地盤反力については、ある支持力曲面が存在することが明らかになった。
- ・ 埋設管の支持力曲面は、拘束圧が増加すると描ける支持力曲面の領域も大きくなる。

### 参考文献

- 1)筒井智照：斜め載荷を受けた埋設管の地盤反力特性、2001年 第26回地震工学研究発表会講演論文集
- 2)日本ガス協会：ガス導管設計指針、1982

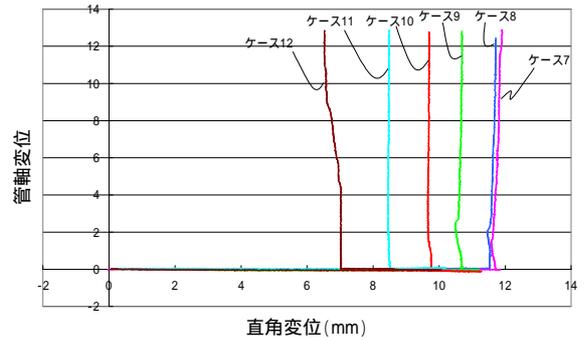


図 - 3 管軸 - 管軸直角方向 (変位)

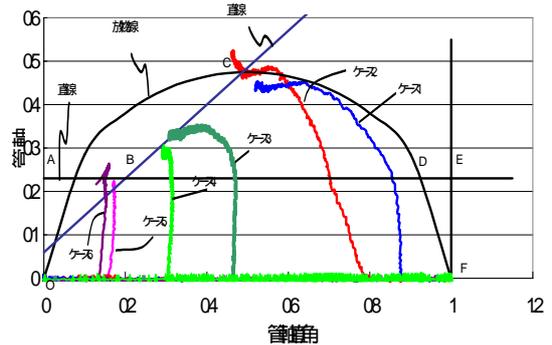


図 - 4 埋設管 - 地盤系の支持力曲面 (拘束圧なし)

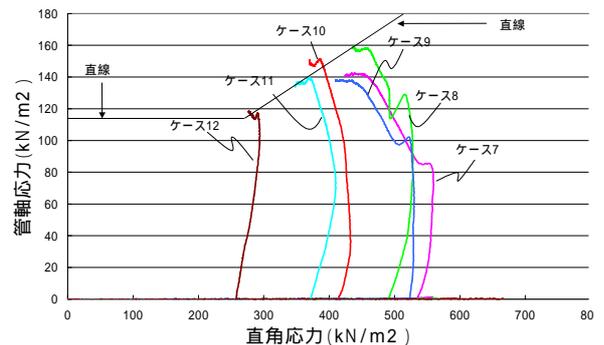


図 - 5 埋設管 - 地盤系の支持力曲面 (拘束圧あり)