

III-216 地中埋設下における大口径鋼管($\phi 2000\text{mm}$)の挙動解析

東京理科大学	学生員	大森	高樹
同上	正会員	福岡	正巳
同上	正会員	今村	芳徳
(株)熊谷組	正会員	西	宏昌

1. 実験概要

地中埋設管に作用する土圧を測定するために、昭和58年度より大口径鋼管($\phi 2000\text{mm}$)を用いて埋設実験を開始した。鋼管には垂直方向土圧と壁面摩擦力を同時に計測できるパネル式土圧計が10枚取り付けられている。このパネル式土圧計はあらかじめ現場検定装置を用いて検定を行なった。そして、今回は以下の項目に注目して実験を実施した。(図-1)

- 静的状態(土被り4m)における鋼管の挙動
 - 動的状態(UH-07バックホウ走行)における鋼管の挙動
- 但し、重機走行時の土被りは3mである

2. 実験結果

土被り4mにおける鋼管の挙動は以下の通りである。

- 管内径変化量：水平方向+27.00mm、鉛直方向-34.64mm (許容内径変化量100mm)
- 管内ひずみ量：管底部で811 μ の最大ひずみ量が生じた。(許容ひずみ量1200 μ)
- 管底沈下量：最大沈下量約2cm

以上の点からみて、重機走行試験後土被り4mにおける鋼管の安全性は確認された。

3. 鋼管に作用する土圧

現在、埋設管を設計する際に用いられている土圧分布は日本下水道協会規格に準拠したものである。しかし、今回の実験では埋設方法など検討の余地はあるが、実測土圧分布は協会規格のものと違う結果となった。以下、土圧分布に関する相違点を列挙する。

- 管頂部の土圧分布は等分布荷重ではなく、凹形の土圧分布形状となった。
- 管底部の土圧分布は支承角によって決まる等分布荷重ではなく、管底部で最大となる複雑な分布形状となった。
- 管側部の土圧分布は管中心で最大となる三角形分布荷重ではなく、管中心よりも下方で最大となる三角形分布形状となった。

また、管上半分の土圧分布は壁面摩擦力の影響が非常に大きく計測上無視できないことがわかった。以上のことから、鋼管に作用する土圧分布を正確に測定するためには、壁面摩擦力も計測できる土圧計を管全周にわたって取り付ける必要があると思われる。(図-2参照)

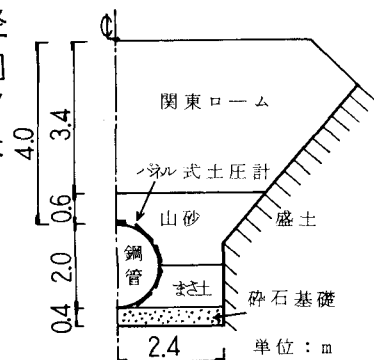


図-1 現場施工断面図

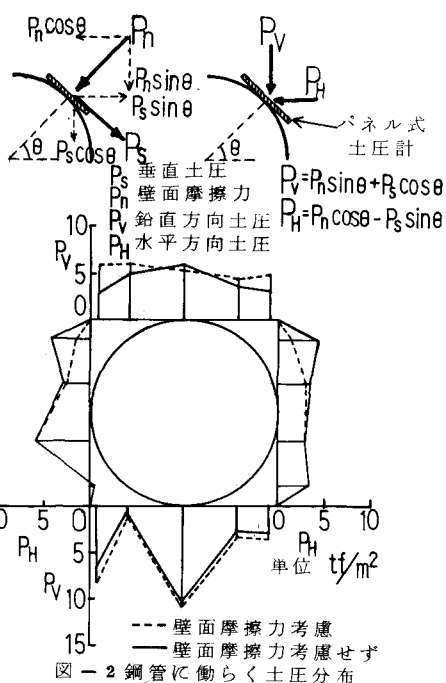


図-2 鋼管に働く土圧分布

図-3は鉛直土圧に関して修正値と各公式から算出した値とを比較したものである。ここで、修正値とは実測値に土圧計の現場検定を行なって求めた荷重補正率を考慮した値である。各土被りに対して鉛直土圧を比較した結果、土被り3mまでは差はあまりないがそれ以降は各公式の値の方が修正値を上回る傾向を示した。この原因として特にマーストン公式に関しては、土中に生ずるせん断面（相対変位面）上でせん断力が完全に発揮されるという仮定に問題があることが挙げられる。

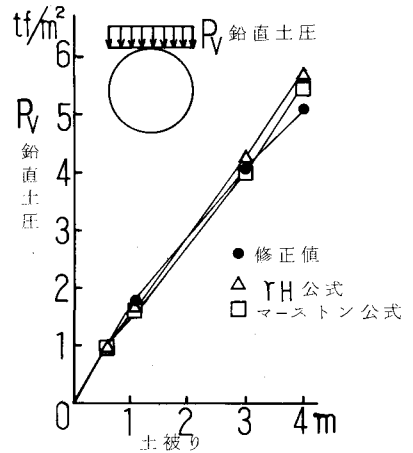


図-3 鉛直土圧の比較

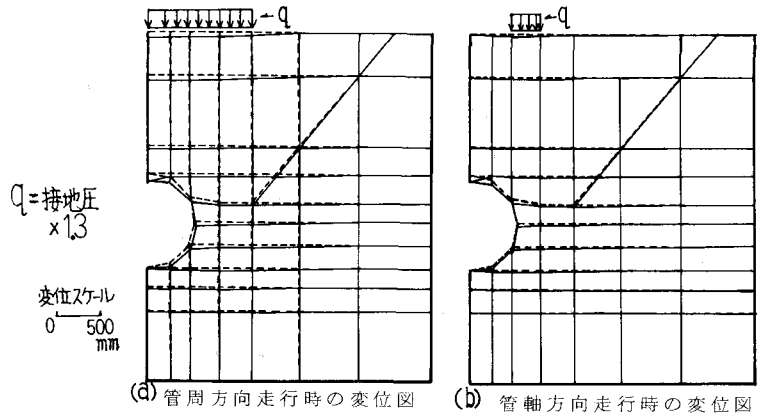
4. 有限要素法解析

地中埋設管周辺の土中状態を把握するために非線形弾性有限要素法を用いて解析を行なった。土の構成式はダンカン&チャンのモデルを適用し、活荷重は衝撃係数を考慮して接地圧 (0.45 kgf/cm^2) の1.3倍として仮定した。図-4は解析結果をまとめたものである。解析の結果、変位状態に関しては管の鉛直内径変位量及び地表面の沈下量が実測値とあまり良い対応を示さなかった。(図(a),(b)参照)この原因として解析上以下の要因が挙げられると思われる。

A) 時間的経過を考慮した解析結果ではなく、荷重の設定の方法に検討の余地が残されていること。

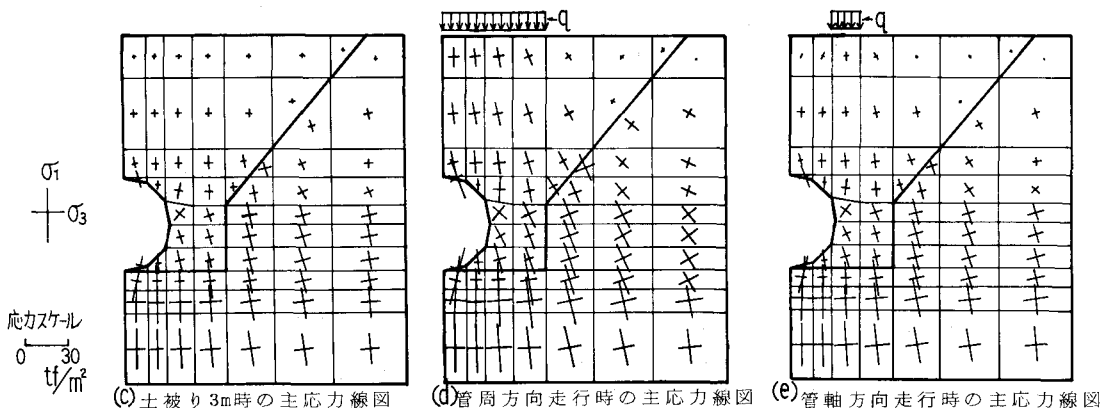
B) 実際は三次元構造物であるが、二次元軸対象構造物として解析しているので長手方向の問題が残されていること。

今後、これらの問題点を考慮して地中構造物の解析を進めていくつもりである。また、土中の応力状態に関しては主応力線図から活荷重載荷時の主応力の値や方向などに大きな変化が見られる。特に、活荷重が加わった地表面付近の土中応力状態の変化は顕著である。



(d) 管周方向走行時の変位図

(b) 管軸方向走行時の変位図



(c) 土被り3m時の主応力線図

(d) 管周方向走行時の主応力線図

(e) 管軸方向走行時の主応力線図

図-4 有限要素法解析結果