

### III-35 埋設管埋戻土の施工管理における一手法

阿南高専 正会員 吉村 洋・○学生会員 林 雅子  
同 上 学生会員 中村有佑・学生会員 保岡稔映

#### 1. まえがき

現行の埋設管設計法は Marston-Spangler 理論を基礎理論として構築されているが、施工時に管のひび割れや過大な変形を生じる事故がしばしば発生している。実際の管挙動は土と管の相互作用として決まるのに対して、この理論が古典的な極限釣合合法に基づいており、また、多くの実際と異なった仮定を用いているため、このような事態が生じている。著

者の一人は土と管の相互作用の観点に立脚した合理的設計法を提案している。図-1 は、土と管の相互作用に基づいた埋設管の合理的な設計図表の一例（土被り高さが管の外径に等しい場合）を示したものである。仮設矢板を用いた開削工法、盛土型、仮設矢板を用いない素掘り開削工法で管が埋設された場合をそれぞれ Ditch-S, Embk., Ditch-0 と表し、管の曲げ剛性  $S_p$  と土の変形係数  $E$  との比をたわみ指数  $\kappa$  と定義して、各埋設方式の場合の管の鉛直たわみ量  $\delta$  と最大曲げモーメント  $M$  が求め

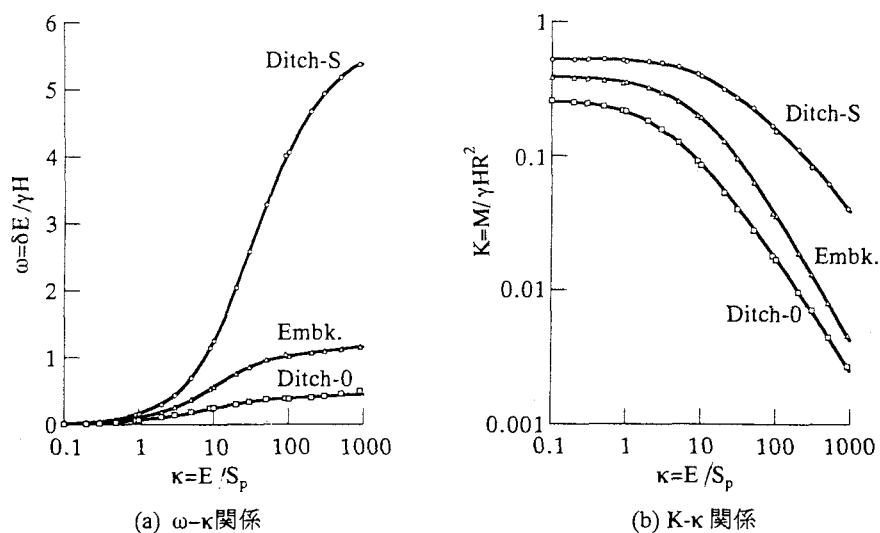


図-1 合理的設計図表

られる。ここに、 $S_p$  は管の曲げ剛性を示しており、 $S_p = E_p \cdot t^3 / \{12(1 - \nu_p^2) R^3\}$ ,  $E_p$ : 管のヤング率,  $\nu_p$ : 管のポアソン比,  $t$ : 管厚,  $R$ : 管厚中心半径,  $\gamma H$  は管頂深さにおける土被り圧である。

今回、この図表を用いて設計された管の施工管理における一手法として、埋戻土の変形係数をポータブルコーン貫入試験と小型のおもり落下試験によって検討した結果を報告する。

#### 2. 実験方法

ポータブルコーン貫入試験（コーン先端角  $30^\circ$  , コーン底面積  $6.51\text{cm}^2$ 。以下、コーン試験とよぶ。）と小型のおもり落下試験によって土の変形係数  $E$  を調べた。表-1 に示す乾燥した珪砂(5号)を  $5\text{cm}$  および  $70\text{cm}$  の高さから内径  $1.2\text{cm}$  の漏斗を用いて空中落下させ、直径  $15\text{cm}$  , 高さ  $17.5\text{cm}$  のモールドにそれぞれ  $\rho_d = 1.324\text{g/cm}^3$  (相対密度  $D_r = 10.4\%$  , 以下、ゆる詰めとよぶ) ,  $\rho_d = 1.487\text{g/cm}^3$  ( $D_r = 72.6\%$  , 以下、密詰めとよぶ) となるように詰

めた。コーン試験では、コーン貫入量が  $2.5\text{cm}$  と  $5\text{cm}$  のコーン指数  $q_c$  を平均したものに、Meyerhof の式  $q_c = 4N^{2/3}$  と変形係数  $E$  と  $N$  値の

表-1 実験に用いた砂

| 土粒子の密度<br>$\rho_s$<br>( $\text{g/cm}^3$ ) | 粒径<br>(mm)         | 均等係数<br>$U_c$ | 曲率係数<br>$U_c$ | 最大乾燥密度<br>$\rho_{d\max}$<br>( $\text{g/cm}^3$ ) | 最小乾燥密度<br>$\rho_{d\min}$<br>( $\text{g/cm}^3$ ) |
|-------------------------------------------|--------------------|---------------|---------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| 2.675                                     | 0.075<br>~<br>0.85 | 1.50          | 0.96          | 1.573                                           | 1.301                                           |

関係式  $E=14N^{2/3}$  を用いて変形係数  $E$  を求めた。

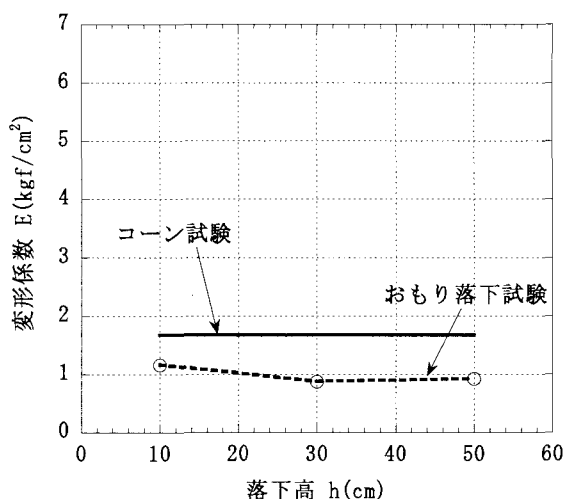
小型のおもり落下試験は、コーン試験の場合と同様にモールドに珪砂を詰め、表-2に示すおもりを、高さ  $h=10\text{cm}$ ,  $30\text{cm}$ ,  $50\text{cm}$  から自由落下させ、おもりの土への貫入量  $P$  を測定した。おもりの落下には、先端部に  $1\text{mm}$  ピッチの目盛を刻んだ透明フィルムを設置した紙製の筒（内径がおもりの直径よりも  $2\sim 3\text{mm}$  大きい）を製作し、貫入量を測定できるようにした。おもり落下試験では、土を弾性体と仮定し、一次元波動論を用いて、 $E=m^2v_0^2/(A^2P^2\rho)$  の式から土の変形係数  $E$  を求めた。ここに、 $m$ ：おもりの質量( $\text{g}$ )、 $v_0$ ：落下速度( $=\sqrt{2gh}$ )、 $g$ ：重力加速度( $=980\text{cm/s}^2$ )、 $A$ ：おもりの底面積( $\text{cm}^2$ )、 $\rho$ ：土の密度( $\text{g/cm}^3$ )をそれぞれ表している。

表-2 使用したおもり

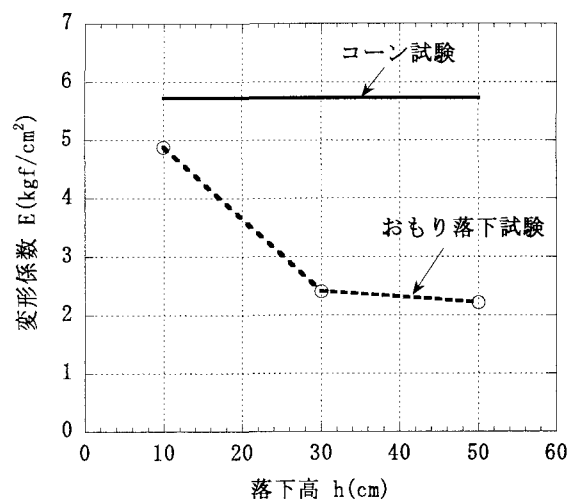
|                           |      |
|---------------------------|------|
| 直径 (cm)                   | 3.02 |
| 高さ (cm)                   | 8.4  |
| 底面積 $A$ ( $\text{cm}^2$ ) | 7.16 |
| 質量 $m$ (g)                | 462  |

### 3. 実験結果

図-2はコーン試験、おもり落下試験から求められた土の変形係数  $E$  をゆる詰め、密詰めの場合についてそれぞれ示したものである。ゆる詰め、密詰めの場合とも、おもり落下試験による土の変形係数はおもりの高さの増大とともに減少し、密詰めの場合ではその減少の割合が大きい。コーン貫入試験とおもり落下試験による土の変形係数を比べると、ゆる詰めの場合と密詰めで  $h=10\text{cm}$  の場合、両者の変形係数は、ほぼ同じ値になった。



(a) ゆる詰めの場合



(b) 密詰めの場合

図-2 コーン試験とおもり落下試験による変形係数  $E$

### 4. おわりに

コーン貫入試験、おもり落下試験の両者で密詰めの場合がゆる詰めの場合よりも変形係数の大きくなった。おもり落下試験によって変形係数を求める場合、おもりの落下高さ  $h$  と質量  $m$  によって変形係数は大きく変化するので、今後、それらを変化させた実験を行い、さらにデータを集積したい。また、おもりの貫入量  $P$  だけでなく、衝撃加速度等も計測するなど、より直接的な埋戻土の管理方法を確立してゆきたい。

### 参考文献

- 1) 東田 淳・吉村 洋：たわみ性埋設管の合理的設計法の提案，土木学会論文集 No.617(1999)
- 2)  $N$  値および  $c \cdot \phi$ ，(社) 土質工学会(1992)