

地下埋設管のように土と接触をもつ構造物を設計するとき、地盤の性質は重要な設計条件である。土の力学的性質は構造物の変位を種々の形で拘束するという点に要約されると思われるが、変位と地盤反力の関係を線型と仮定することによって多くの問題がとがれられている。このとき地盤反力は構造物に連続して分布しているわけであるが構造物の形が複雑になるとこのままでは計算はむづかしい。そこで地盤反力を有限個の集中バネに置換することによって、これは多くの場合、微分方程式を差分方程式に展開することに相当するが、地下埋設管の応力計算をして実験と比較した。

### 1° 実験について

実験は埋設管の屈曲部について(図-1)に示されている鋼管を地下約1.2mのところに埋めて行った。

地盤係数は原地盤について $1.84 \text{ kg/cm}^2$ 、埋戻し地盤については $1.28 \text{ kg/cm}^2$ である。

荷重は(図-3)~(図-5)に示す3種類の方法で載荷し、鋼管の歪と変位を測定した。

### 2° 解析について

(図-2)に示すように曲った梁を分割して直線部材が剛結されていると考える。そしてこの節点には土を置換した集中バネがついている。節点 $i$ に働く外力を $W_i$ とし、変位を $\Delta_i$ とすれば

$$W_i = Y_{i,i-1} \Delta_{i-1} + (Y_{i,L} + Y_{i,R}) \Delta_i + Y_{i,i+1} \Delta_{i+1} \quad (1)$$

の関係が梁の理論より導かれる。ただし $W_i$ は $x$ 方向、 $y$ 方向の力及びモーメント、 $\Delta_i$ は $x$ 方向、 $y$ 方向の変位、及び回転角とそれぞれ3成分をもつベクトルである。又 $Y$ は3行3列の正方行列で部材の座標、曲げ剛性、断面積などによって決る。 $i$ 点に働く外力 $W_i$ は荷重 $P_i$ とバネによる反力 $R_i$ との和であり、バネによる反力は $x$ 方向、 $y$ 方向の変位に比例し、回転には無関係であると考えて次の(2)式を得る。

$$W_i = P_i + R_i, \text{ ただし } R_i = K \cdot \Delta_i = \begin{pmatrix} -k & 0 & 0 \\ 0 & -k & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \delta_x \\ \delta_y \\ \theta/i \end{pmatrix} \quad (2)$$

よって(1)式と(2)式を連立させれば、 $n$ 点の節点に対して $3 \times n$ 個の連立一次方程式が立ち、与えられた荷重に対して変位量が求まる。変位量が求まれば、部材力は考えている部材の両端の変位量によって

$$S_i^x = Y_{i,i-1} \Delta_{i-1} + Y_{i,L} \Delta_i \quad \text{or} \quad S_i^x = Y_{i,i-1} \Delta_{i-1} + Y_{i,L} \Delta_i \quad (3)$$

$K$ の要素 $k$ はバネ定数であり地盤係数に分割の長さで管径を乗じたもので単位は $\text{kg/cm}$ である。

なお実際の解析においては(図-1)の鋼管をAB間を4等分、BC間を5等分、CD間を3等分して合計12個の直線部材の集合として計算した。

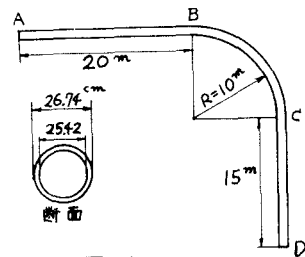


図-1

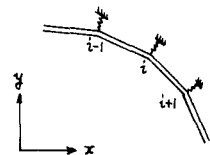
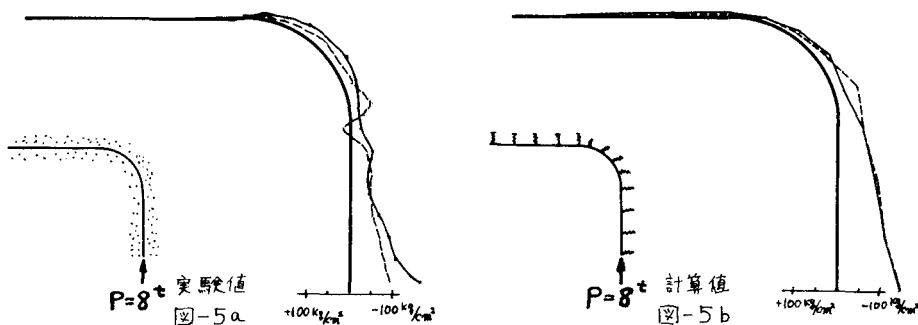
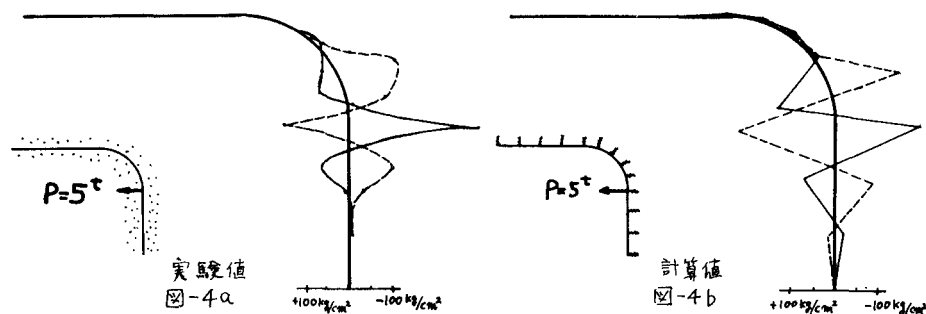
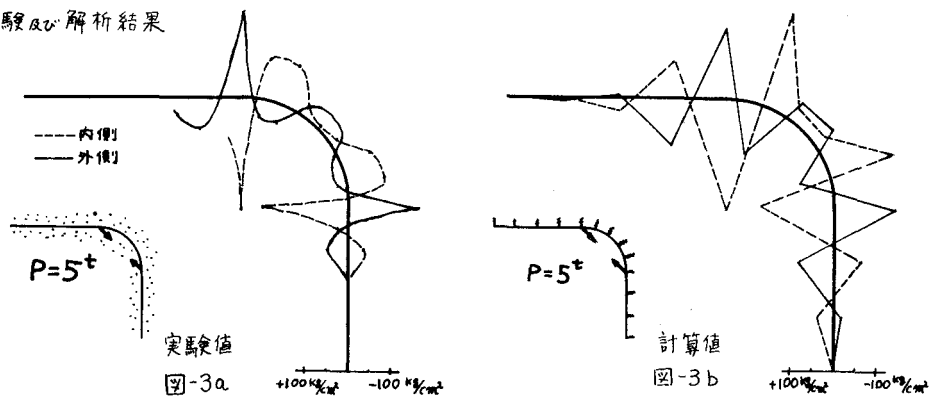


図-2

### 3° 実験及び解析結果



### 4° 考察

解析結果より明らかなようにこのような解析方法が非常に有効であることがわかる。ただ鋼管の軸方向と直角方向に関する土の地盤係数を以上の解析では同じ値として計算したために、軸方向の反力が大きめとなり、計算結果の応力が(図-1)のC D部分で実験値よりも少し大きめとなっている。実際には軸方向の土の反力は摩擦として働くわけだから鋼管と土との粘性を測定してその値を解析に用いた方がよい。又地盤係数を $k$ を変えて計算してみると $k$ が大なるほど鋼管の応力は減少するという結果がでている。よって地盤に応じて $k$ 値を変えて計算すれば、実際の地盤に応じた合理的な計算ができる。

なお理論と実験との比較に当って用いた実験データは東京電力技術研究所で実測されたもので、御助力戴いた点深く感謝の意を表する。