

Ⅲ - 22 撓み性円管の変形に対する砂の圧力および反力係数

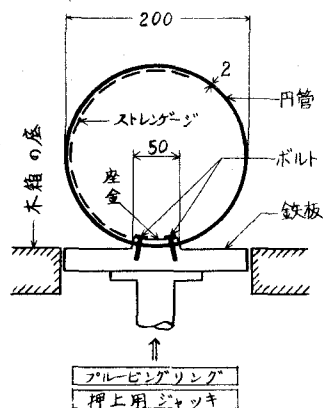
法政大学工学部

正員

湯浅 欽史

1. まえおき 地下埋設管に関する私の研究のうち、管周囲の土中の圧力と変位の状態については土木学会論文集 No. 83、半円筒の変形については昨年度の講演会においてすでに発表した。こゝに報告するのは37年夏におこなった模型実験で、撓み性円管に関する問題を明らかにしようとするものである。こゝでは、円管に作用する砂の鉛直圧力と水平圧力、および反力係数の性質について明らかになったことを報告する。現在撓み性暗渠の設計方式となっている M. G. Spangler の提案は、管への鉛直荷重を等分布、管のつづれに対する側方の土の反力を管の撓み量に比例する放物線分布、と仮定している。今回の実験結果は現行の設計式とかなり異なったものであり、設計原理の根本的変更の必要を私は感じているが、それについては別の機会にゆづりたい。

2. 実験の内容 砂をつめた木箱の底に円管を置いた装置を用い、円管をその下部にとりつけたジャッキによって砂中に押し込むときの全圧力、円管内周にそった strain と直径変化、砂中の圧力と変位、を測定した。木箱は長さ 120 cm 奥行 40 cm で、底の中央部巾 20 cm は上下に動きうるよう他と切り離してある。粒径が $\phi 8 \sim 10 \text{ mm}$ にそろった気乾状態の砂を管頂から 60 cm の深さにつめ、ゆるづめの場合と振動を与えてしめかためた場合との二種用いた。円管は外径 200 mm 肉厚 2 mm 長さ 400 mm の鋼板製で、2 列のボルト 18 本と座金によって厚い鉄板に留められている。鉄板表面の円管が載る部分は $R 100 \text{ mm}$ で弦長 50 mm の円筒面に仕上げられている。円管の内壁中央断面に、円周にそって 30 mm 間隔に 19 枚のストレングージをはった。なお円管内にダイヤルゲージを設置して円管の径変化を直読し、参考とした。円管を段階的に砂中に押し上げて、各計器の読みとりをおこなった。



3. 鉛直荷重、横荷重 撓み性埋設管は管固有の強度よりむしろ、水平方向の受働土圧を期待することによって有利な設計が可能となる。従来あまり明確にされていなり横荷重を推定し、その性質を明らかにした。ストレングージの測定値と、各種圧力分布を仮定して計算したパイプ応力とを比較して、鉛直圧力と横圧力の分布形を推定した。それにもとづいて、鉛直荷重(合圧力)としてはフルーベングリングの値を用いて、横荷重(合圧力)の大きさを求めた。その際、横荷重をパラメーターとした計算グラフと測定値のグラフとを重ね合せて横荷重を推定した。その結果を鉛直荷重に対する横荷重の比 P_H/P_V として、円管の押し上げ量に対する変化を次頁に図示する。ゆるづめ砂とかたづめ砂とでは、横軸の目盛が変えてある。これは、変形に対する鋭敏さを考慮して終点かそうようにするためである。

変形が進行するにつれ、この比 P_H/P_V の値は減少していき、ゆるづめ砂では初期の減少が著しい。また、かたづめ砂の場合は P_H/P_V の値はゆるづめ砂の2倍に近く、変形に対する鋭敏度を考えるとそれ以上の差がある。締った砂では値の大きさのみでなく、横荷重が安定して期待できるようなのである。

4. 砂の反力係数 計算によって求める円管に關する荷重と変形の關係から、砂の力学的性質を示すものとして反力係数を求めた。ここでは、付加の変形に対する付加的荷重増加分の比、すなわち、荷重～変形曲線の勾配を変形量を横軸とするグラフにした。それは、この反力係数な荷重より変形に対して直接の關係をもっていることがわかったからである。右図より、反力係数は砂の変形量に従って急速に減少すること、変位に管壁の砂中への押込量)と $\log - \log$ の直線關係にあること、yield までは鉛直と水平方向とはほぼ同じ値をとること、などがわかる。

5. 撓み性円管の設計についての注

その他の実験の結果をも含めて考えると、撓み性円管の設計方式を確立していくためには、次のことが考慮される必要がある。

- 1) 弾性的性質をもつ円管と非弾性的をもつ土とが組み合った系として取扱い、それらを包含する理論にもとづく設計原理を採用し、実用化の努力がなされねばならない。
- 2) ある土質に対して一定の反力係数を仮定して側圧力を決定するよりは、側圧力と鉛直圧力の比を仮定して計算する方法の方が實際的である。
- 3) 土質条件を加味した施工を規定し、それを設計式の中にも含ませるような形が望ましい。撓み性管では管自体の強度のみでは論じられず、規定通りの慎重な施工が不可欠である。

