

埋設管における実験的研究 (その2)

名古屋大学工学部 正会員 松尾 純
 名城大学理工学部 正会員 堀内 孝英
 名城大学理工学部〇学生 酒井 英俊

1. まえがき

本研究は、埋設管に関する実験的研究(その1)と目的および実験方法はまったく同じである。ここで取扱うモデルは、現実的に最も起りうる可能性の多い(その1)図-2のモデルIIとモデルIIIである。地盤の沈下に伴う管周辺地盤ならびに、溝壁に生ずる変形状態を調べ、すべり面の形状や等沈下面の有無の検討を行ない、管に加わる鉛直土圧設計の方法論を探る最初の試みとなる。

2. 実験方法

実験方法は(その1)とまったく同様である。なお管径、溝幅および土被りを変えた実験内容は表-1に示すとおりである。

表-1 実験内容一覽

実験番号	管径 Bc(mm)	溝幅 Bd(mm)	土被り H(mm)	Bd/Bc	H/Bc
No.1	50	75	100	1.5	2.0
No.2	50	150	50	3.0	1.0
No.3	50	150	100	3.0	2.0
No.4	50	150	150	3.0	3.0 </td
No.5	25	75	50	3.0	2.0
No.6	25	150	50	6.0	2.0

3. 実験結果と考察

1). モデルIIにおける場合

本モデル実験の代表的な一例を写真-1~3に示す。

これらの写真より地盤の沈下量が少ない場合には、地表面の沈下量は僅かであるが、沈下量が5.5mmに達すると写真-2のように砂層表面の沈下が明瞭になり、砂の動いた部分と動かない部分の領域が

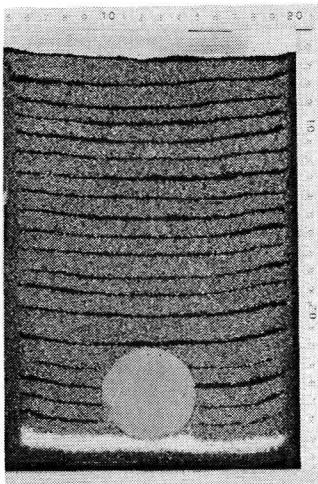


写真-1 (No.4)
沈下量 5.5mm

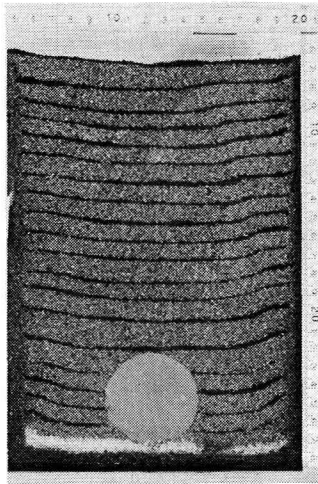


写真-2 (No.4)
沈下量 6.6mm

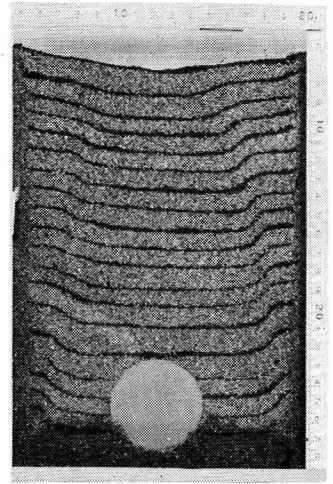


写真-3 (No.4)
沈下量 100mm

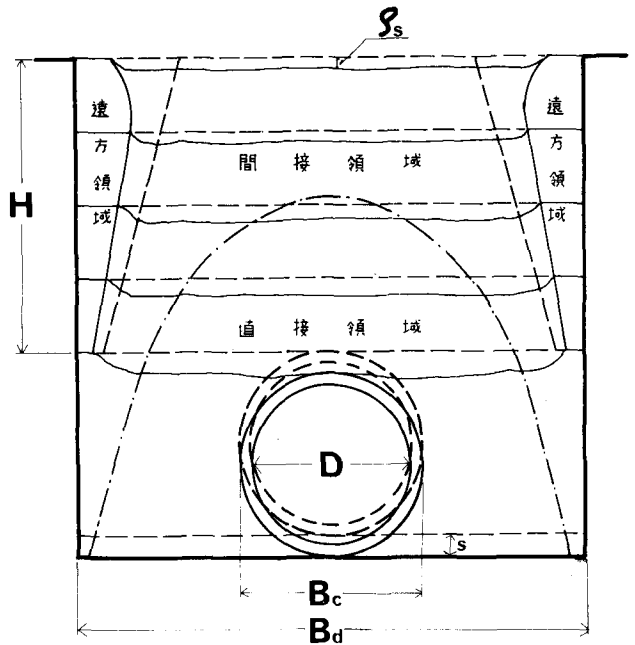
明瞭になる。この変形領域の境界線は溝壁に対してある傾斜した平面となる。沈下量の増大に伴ない、この境界線の傾斜は次第に急になり、ついに沈下量5~6mmを境にして、それ以上では地表近くで溝壁の方に折れ曲がる。

(写真一を参照)この現象を詳細に解析するために、モデルⅠの場合と同様な方法で、基準線と砂粒子の移動の有無を追跡した。その結果を模式化して(1)描いたものを図一に示す。村山の落し戸の実験結果と、よく似た傾向を示しているが、溝壁の存在によって異なった点が生じてくる。すなわち地盤の沈下と同一の移動をする直接領域と、この直接領域に追従してゆっくり移動する

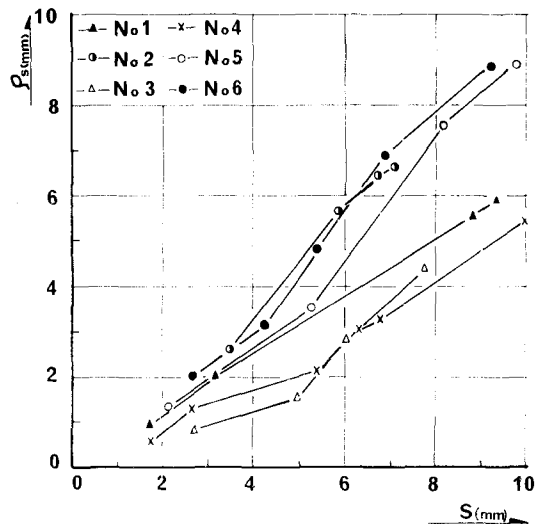
間接領域の外方において地盤の沈下が生じて土粒子が移動しない遠方領域に分けることができる。間接、遠方両領域の境界面は、溝壁とある傾斜を示し、かつ地盤の沈下量とともに境界面は上広がり曲面をなす。また直接領域の形状はアーチ状をなし、これが土被りの小さいときには地表面に到達する。ここで重要なことは、Marston, Spanglerは溝型における相対移動面、すなわちすべり面は溝壁に沿って生ずると仮定したが、この仮定は明らかに成立しないということである。このモデルに代表されるような管の鉛直土圧に関して、直接領域内における土の重量とこの領域との境界におけるせん断特性を考慮していかなければならないと思われる。また地盤の沈下量(S)と管中心線上の地表面の沈下量(P_s)との関係を示したのが図二である。この図より土被りの小さい場合にはほぼ45°の直線となり、地盤の沈下が直接的に地表面に伝達されることがわかる。

2). モデルⅢにおける場合

写真一4~6は本モデル実験の代表的な一例を示したものである。これらの写真から地盤の沈下に伴う管周辺地盤と溝壁周辺の変形状態を知ることができる。地盤の沈下に伴う変形状態の追跡はモデル



図一 1 Model II 実験結果の模式図



図二 地盤の沈下量 S と管中心線上の地表面の沈下量 P_s との関係。

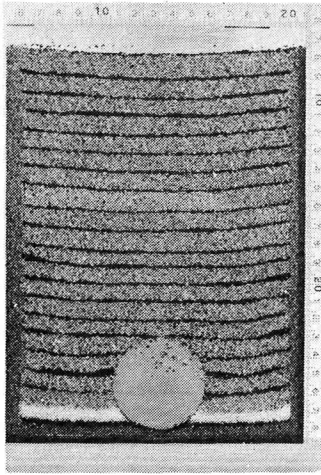


写真-4 (No.4)

沈下量 3.1mm

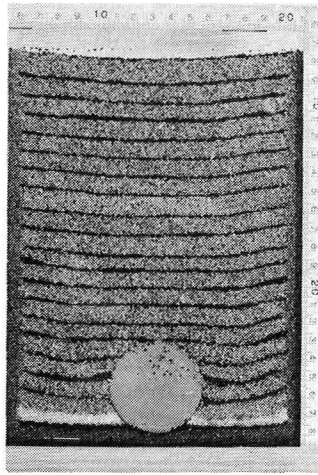


写真-5 (No.4)

沈下量 4.9mm

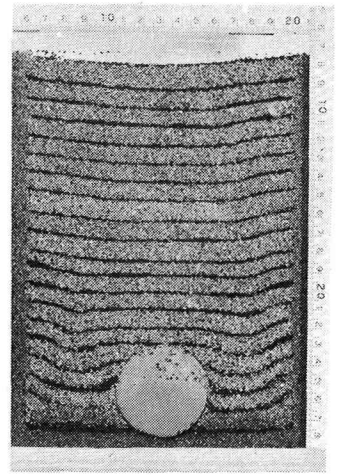


写真-6 (No.4)

沈下量 7.7mm

ルⅡと同様に行った。この結果を模式化して示したのが図-3である。これより一体となって地盤の沈下と同等の移動を行なう直接領域が、溝壁と管の間に円弧アーチ状に形成されることがわかる。また当然予想されるように管直上には管径の幅をもって鉛直な静止領域が形成される。前述の直接領域に追従してゆっくり移動する間接領域は、管上静止領域と側壁に近い遠方領域との間に分布する。遠方領域の特徴はモデルⅡの場合と同じである。管直上の静止領域と間接領域との境界面、すなわち相対移動の面は、地盤の沈下量とともに上方に進展し、土被りの浅いときは地表面に到達する。そして、この面が鉛直面となることは重要である。すなわち、Marston, Spanglerは突出型の相対移動面(すべり面)を管径の幅を有する鉛直な2平面と仮定している。そして土被りの浅いときにはこれが地表面に達し、図-4(a)のa e、b f面で示される管の直径をもつ平行な鉛直面をすべり面と仮定し、すべり面が地表に達しないときは、図-4(b)のa g h bで示される三平面で囲まれた領域を仮定している。このg h面を等沈下面と呼んでいる。モデルⅢの変形特性が図-3のようになることは、Marston, Spanglerの突出型に関する鉛直土圧式の適用が有望であることを示唆している。一方、

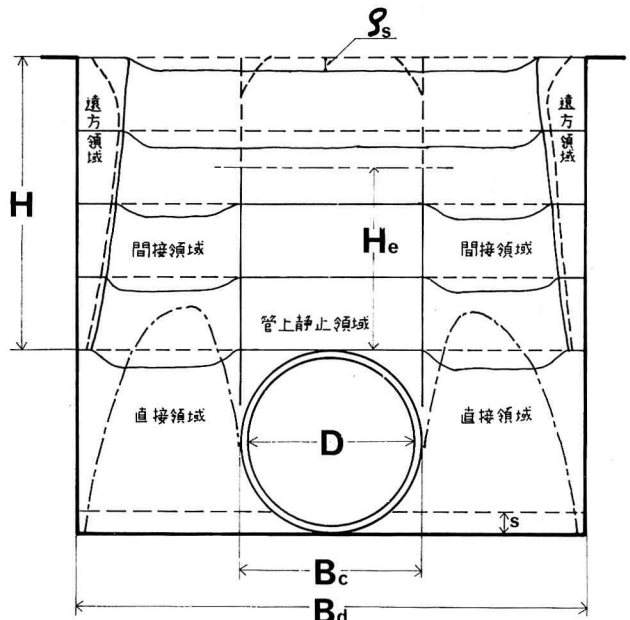


図-3 Model III 実験結果の模式図

間接領域と管上静止領域との相対移動を生じる位置を管頂からはかり、これを等沈下面高さ H_e とした場合、 H_e と土被り H の比を縦軸に、また地盤の沈下量 S と H との比を横軸として示したのが図-5である。これによるとモデルIに関する結果(その1、図-5)のように統一的な関係が見出せない。すなわち等沈下面高さは、比較的小さい沈下量に対しては口径、土被りにはあまり関係なく直線的であるといえるが、沈下量が土被り高さの約5%附近より非常にバラツキが大きくなる。この範囲では土被りに影響されるものと思われるが、この点に関しては、さらに実験を重ねて追求していきたい。

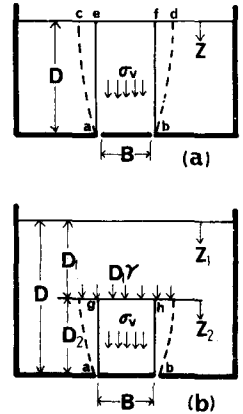


図-4 Terzaghiの遠し戸実験によるすべり面の仮定の図

4. まとめ

埋設管上の鉛直土圧に関する原理的な問題解決を目ざして、溝型設置状態における埋設管を取上げ3つのモデルを設定し、強制的地盤沈下を与える模型実験を行なった結果を示した。

そして埋設管の鉛直土圧に影響を及ぼすすべり面や等沈下面の明確化を現象論的に考察し、Marston, Spangler理論の仮定と対比検討した。

ここで述べたのはすべてゆるい砂についてのものであるが、現在密な砂の場合に関しても同様な模型実験を行なっている。なお引続き粒径を変化させた場合、さらに考えられる現実に対応したモデルを設定して同様な実験を続け、埋設管の合理的設計、施工の改善を目標としている。

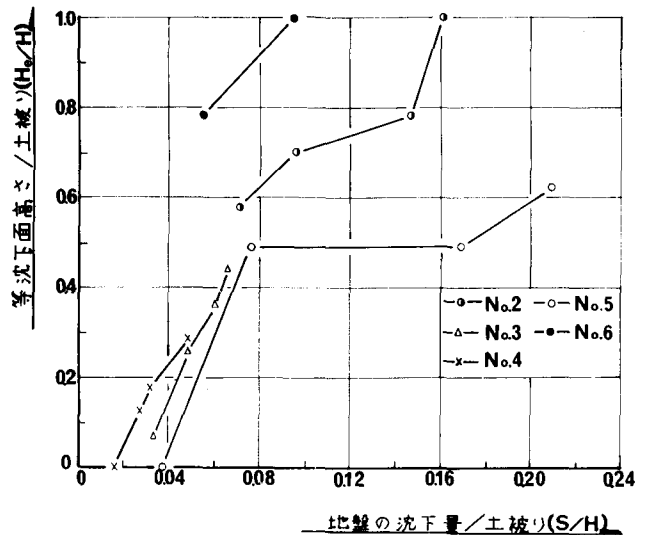


図-5 H_e / H と S / H の関係

参考文献

- (1) 村山朔郎; 砂層内局部沈下部における垂直土圧; 京大防災研究所年報 第11号B (昭.43.3) P.1~17
- (2) Spangler, M. G; Culverts and Conduits; Foundation Engineering edited by G. Leonards, Mc Graw-Hill, pp.965~999 (1962)