

早稲田大学理工学部 正員 森 麟
佐藤工業株式会社 正員 () 石原 金洋

1. まえがき この実験は前回の土木学会年次講演会の報告にひきつづき、シールド模型推進時の周囲の砂の動きを直接観察するために、側面の透明な砂箱に半円形のパイプを横方向から推進させ、写真によつて砂の移動状況を調べたものである。

2. 実験方法の概要 シールド模型

としては直径10cmのパイプを縦に二つ割にした四種の先端填充率の異なるものを用い、一側面のみ透明なアクリル樹脂板を用いた耐水合板製の試料箱中の砂に貫入させる。砂の動きを明確に観察するため透明板に接した砂中に白の水平線を2.5cmおきに引いた。砂

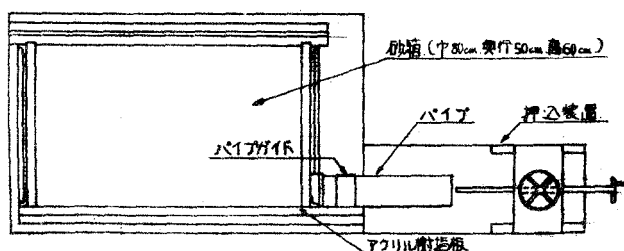


図-1 実験装置の略図

は自然乾燥状態の川砂で840 μ 篩を通過したものを用い、試料箱中に流し込んだままの密度小 ($\gamma = 1.42 \text{ g/cc}$)、一層2.5cmずつ締め固めた密度大 ($\gamma = 1.65 \text{ g/cc}$)、湿砂を締め固めた後水締めした場合 ($\gamma = 1.77 \text{ g/cc}$)の三通りについて土被り深さをいろいろと変化させて測定した。

3. 実験結果の考察 (1)パイプの推進にともなう砂の移動状況について

パイプの推進にともなつて、前方に明瞭なズリ上り面が発生する場合と、横線がゆるやかにわん曲するのみの場合がある。このズリ上り面が発生するための条件として図-2の結果を得た。一般に土被り深さ、中空率(先端填充率 ρ を1から引いたもの)が小さく、砂の密度が大きくなるほどズリ上り面が発生しやすいといえる。

ズリ上り面が発生しない場合は、写真-1のように横線の上方及び縦線の前方にわん曲が生じる。横線のわん曲高さは最大2.6cmに達する場合もあり、パイプ先端直上が最も高くパイプの推進につれて波が伝播するような形でわん曲が前方へ進行する。一方ズリ上り面が発生する場合につ

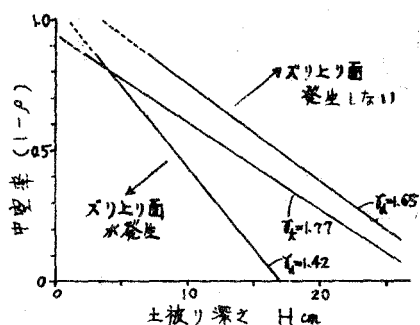


図-2 ズリ上り面発生境界線

いては、乾燥砂と水締め砂の場合で全く様子の異なることが分つた。乾燥砂の場合、1)見掛上一本のズリ上り面が前方へ進行していく(写真-2)、2)見掛上一定間隔毎にズリ上り面が生じる(写真-3)二つの状態が観察された。前者は図-2の境界にごく近い場合に発生し、ズリ上り面直前の砂粒が個々に連続的にこのズリ上り面に沿つて押し上げられるのであたかも一本のズリ上り面が進行しているように見えるものである。後者の場合は、ズリ上り角が変化したりズリ上り面とパイプとの間隔が小さくなつたりしてズリ上りの条件が悪くなり、前方に新たなズリ上り面を発生したもので、図-2に

示す境界線からはなれるにつれてズリ上り面の発生間隔が小さくなる傾向にある。例えば密度小、土被り深さ 5 cm の場合 $\rho = 0.345$ で 1.5 cm のものが $\rho = 0.722$ では 6 cm、 $\rho = 1.0$ では 5 cm になっている。水締め砂の場合は乾燥砂の時と異なり砂粒が個々に押し上げられることはなく、一定間隔毎にブロック状に押し上げられる。この間隔も乾燥砂の場合と同じように図-2の境界線からはなれるにつれて小さくなる傾向があり、例えば土被り深さ 19 cm、 $\rho = 0.722$ で 1.2 cm、 $\rho = 1.0$ で 8.5 cm であつた。ズリ上り角は条件によつて異なるが水締め砂の場合でほぼ $3^\circ \sim 4^\circ$ 、乾燥砂では $3^\circ \sim 4^\circ$ と測定された。

(2) 砂の乱れの状況について バイブの推進によつて生じるパイプ上部の砂の乱れを考える場合、乾燥砂のときパイプ上部の横線間隔がせまくなることによつて示される透明面に直角な方向への移動と、水締め砂の時のように横線間隔があまり変化せず全体的に持ち上げられるような上方への移動の両者を考慮に入れる必要があると考えられた。この乱れ具合を数値的に表わすのは非常に困難であるが、一応前者について $\frac{|H_1 - H_2|}{H_2}$ 、後者について $\frac{H_2 - H_3}{H_3}$ 、という値を求め(図-3)、この和がほぼパイプ推進にともなう生じる砂の乱れ度を表わすものと仮定した。この値と土被り深さ、パイプの先端填充率との関係を求めたものが図-4である。これによると先端填充率が小さいほど、又土被り深さが大きいほど乱れ度が小さく、又砂の密度にはあまり影響されないことが分つた。又ここにズリ上り面発生の境界線を書き入れてみたが、ズリ上りが生じない場合は乱れ度が小さいことが明らかに示されている。

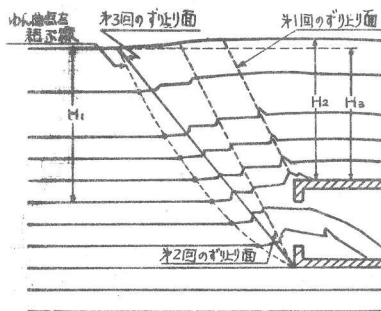


図-3 説明図

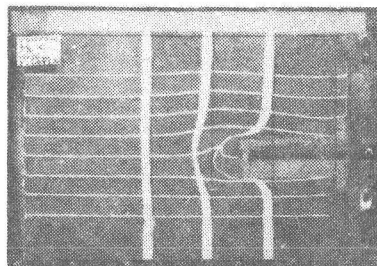


写真-1 縦線曲れん曲の状況

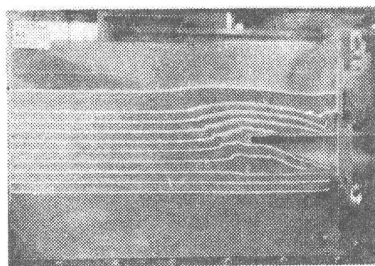


写真-2 一本のズリ上り面の進行

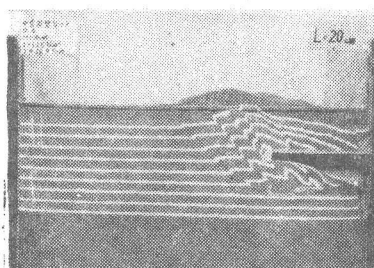


写真-3 数本のズリ上り面発生

