

東京都立大学 正員 野々上 良男
東京都立大学 正員 今 田 徹

1. はじめに

最近の泥水シールド、土圧シールドなどのシールド工法の進歩に伴って、土被りの少ない場合でもシールドトンネルの施工が可能となってきた。しかし、水底トンネルや地下水位の高い場合には、トンネルの浮き上がりに対する安全性が土被り厚を決定する一つの要因となることがある。水底トンネルの浮き上がり安全率を考える場合、浮力に対するトンネル周辺の抵抗力が問題となるが、これについての研究はほとんどなされていないのが現状である。本研究は、断面形状の違うトンネルの室内引抜実験を通し、その要因となる抵抗力の発生メカニズムを解明し、浮力に対するシールドトンネルの検討の手段を確立しようとするものである。

2. 実験方法

実験は図-1に示す、高さ90cm、幅60cm、奥行75cmの砂箱に、地山として内部摩擦角 42° 、単位体積重量 1.73g/cm^3 の粘着力のない気乾状態の水道用ろ過砂を用い、その中に底部より30cmのところにトンネルを設置し、それをジャッキで約 $2 \times 10^{-5}\text{m/sec}$ の速さで引き上げるにより行なった。砂箱側壁との摩擦の影響をなくすために二つのスリットを入れてあり、また相対変位を生じないようにトンネルと一体化した鋼棒を組み、鋼棒全体を引き上げるようにし、ダイヤルゲージで鋼棒上の変位を計測した。また引抜抵抗力は、中央部30cmのトンネルのものを二つの小型ロードセルで計測した。地山材料である砂は5cmごとに800回の締め固めを行なって詰めた。実験は土被り厚を3D、2D、1D、0.7D、0.5D、0.3D（Dはトンネル外径）の6ケース、またトンネル形状はその比較から、ともに外径10cmの円形と矩形のものを使用した。

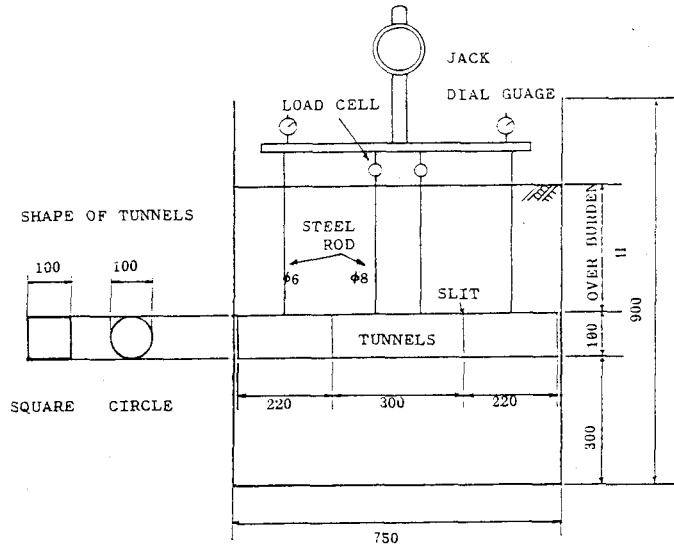


図-1

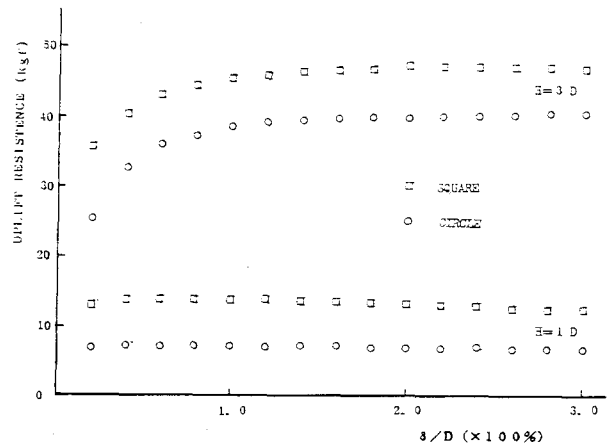


図-2

3. 実験結果

実験結果の一部を図-2に示す。縦軸は引拔抵抗力であり、横軸はトンネル変位を δ/D で示してある。図-3には、円形トンネルと矩形トンネルの引拔抵抗力の比 P_{cmax}/P_{smax} を示す。これらより、明らかに断面形状によりその抵抗力に違いがあること、またその比率、即ち形状係数は 0.7 であることがわかる。

4. 考 察

トンネルの浮き上がりに対する抵抗力というのは、トンネル上方地山の抵抗力と、トンネル壁面と地山の摩擦力の和と考えられる。いま矩形トンネルにおいて、前者はすべり線⁽¹⁾を対数らせんで近似する松尾の方法(図-4)により、後者については簡単な実験を試みたが、実験値のばらつきが大きいため、単純に側方土圧が線形分布すると仮定し計算を行なった。図-5に描かれた曲線がそれである。また、実験で得られた形状係数を計算値に乘以、円形トンネルに適用したのが図-6の曲線である。両者とも土被りの浅いところでは、計算値と実験値により一致がみられることがわかる。これは、土被りが少ないほど側面の摩擦の影響が大きくなることを示しており、トンネル側面の摩擦力を考慮せず、形状をすべて矩形として計算している従来の安全率の考え方には検討が必要と思われる。本実験は砂地山の詰め方により計測値が左右されるためその詰め方、また粘着のある地山材料の場合など今後とも検討課題は多く残されているといえる。最後に、実験を行なってくれた杉本英君(現森本組)に深く感謝致します。

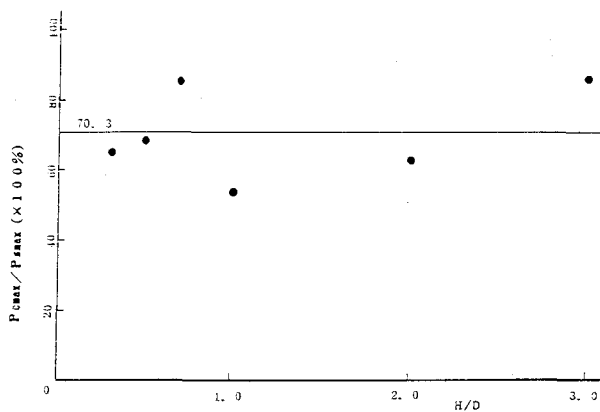


図-3

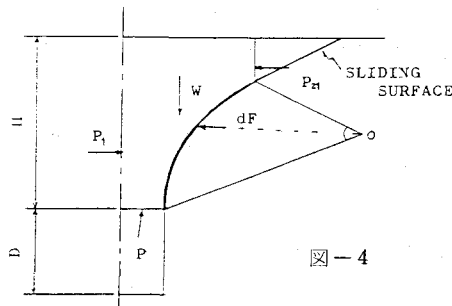


図-4

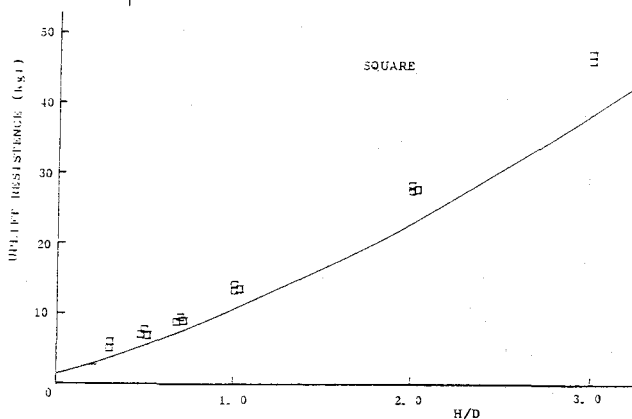


図-5

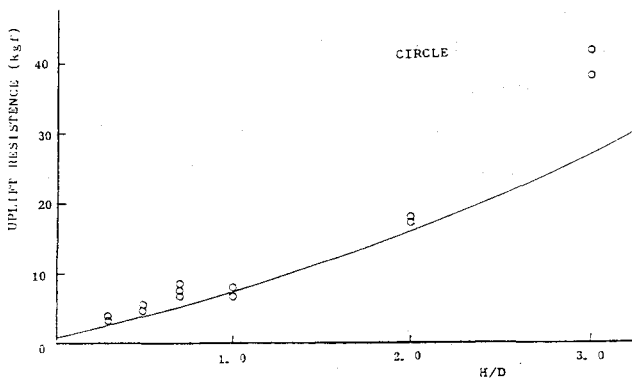


図-6