

III-135 土被りの少ないトンネルの

浮き上がり安全率に関する研究 (2)

東京都立大学 正会員 野々上 良男
東京都立大学 正会員 今 田 徹

1. はじめに

シールドトンネル工法はその技術的進歩にともない、土被りの少ない場合でも施工が可能となってきた。しかし、水底トンネルなど高水位の場合には土被り厚を決定する要因の一つに、浮力によるトンネルの浮き上がりに対する安全性があげられる。この浮き上がり安全率を考えるとトンネルの浮き上がりに対する抵抗力が問題となるが、昨年度は砂質地山を用いた室内引抜実験を通してこの機構について検討した。その結果、トンネルの浮き上がりに対する抵抗力にはトンネル上方地山の抵抗力だけでなくトンネル壁面の摩擦力も考慮しなければならないこと、またその影響は土被りが少ないほど大きくなることを明らかにすることができた。そこで今回は、粘性をもつ地山に対しても同様の検討を加えてみたものであり、浮き上がり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に示すように40mm×30mm×40mmの亚克力製の土槽にトンネルを埋め、それをジャッキで約 2×10^{-5} m/secの速さで引き上げるにより行った。地山は粘性をもたせるために砂に重量比4%の珪藻土を混ぜたものを用い(砂87%、水9%)、それを一層3cmごとに200回の締め固めを行った。また土槽側面との摩擦の影響をなくすために二つのスリットを入れトンネルを三分してあり、引抜抵抗力は中央部20cmのものをふたつのリング型ロードセルで計測した。また三分されたトンネルに相対変位が生じないようにジャッキと一体化した鋼棒を組み、変位はダイヤルゲージで鋼棒上のものを計測した。実験は土被り厚を3Dから0.3D(Dはトンネル径)までの6ケース、またトンネル形状はその比較からとも外径60mmの円形と矩形のものを使用した。

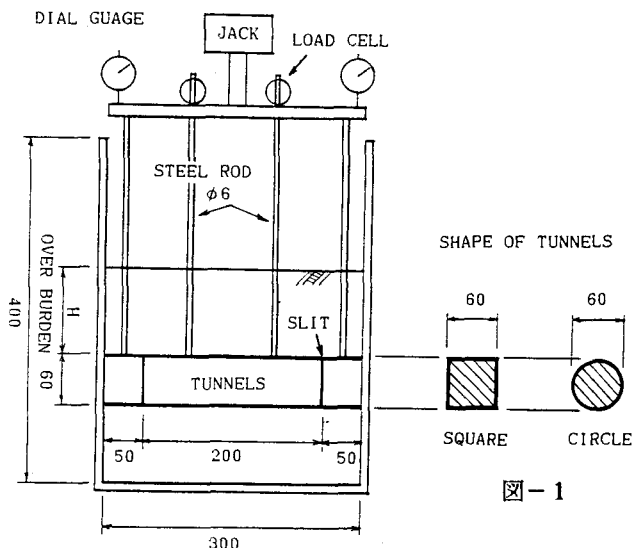


図-1

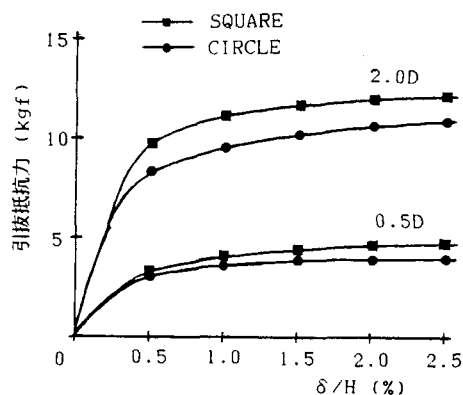


図-2

3. 実験結果

実験で得られたトンネルの引抜抵抗力と変位の関係を図-2に示す。横軸はトンネル変位： δ を土被り： H で除したものであり、こ

れより引抜抵抗力は土被り厚に関係なく、最初は変位とともに直線的に増加し $\delta/H=0.5\%$ 付近に降伏点が現れ、 1.0% を過ぎるころにはほぼ一定値になることがわかる。また、円形断面のものより矩形断面のほうが引抜抵抗力は大きいこともわかる。ここでは $\delta/H=1.0\%$ の時点のものを引抜抵抗力とおくことにし、それと土被り比（土被り厚／トンネル径： H/D ）との関係を表わしたのが図-3である。図中の実線は図-4のような簡単なモデルをもとに矩形断面トンネルの引抜抵抗力を計算したものであるが、土被り比の小さいところでは実験値とよい一致がみられることがわかる。これは粘着をもつ地山の場合でも、土被りが少ないほど壁面摩擦の影響が大きくなることを示している。

4. 考察

昨年、砂質地山を用いた実験では、形状係数（円形断面の場合の引抜抵抗力と矩形断面の場合のそれとの比： P_c/P_s ）は約7割であった。今回使用した粘性地山では約9割であり、また昨年用いた砂質地山で同様の実験を試みたところ図-5に示すように約8割であった。実験装置が昨年用いたものと違うことと、この実験はもともと地山の締め固めによる抵抗値への影響が大きく、粘性地山のほうがよりそれが大きいことを考えると形状係数は8割前後と考えられるが、今回の実験からでは定かにすることはできない。しかし従来の安全率の考え方では、トンネルの引抜抵抗力として上方地山の抵抗力を考えているが、粘性地山の場合でもそれにトンネル壁面の摩擦を考慮に入れることができること、そして円形断面トンネルの引抜抵抗力は、その断面を矩形として計算したものに形状係数を乗じれば算出することができることも明らかにすることができた。最後に実験を行ってくれた内野祐司君（現鴻池組）に深く感謝致します。

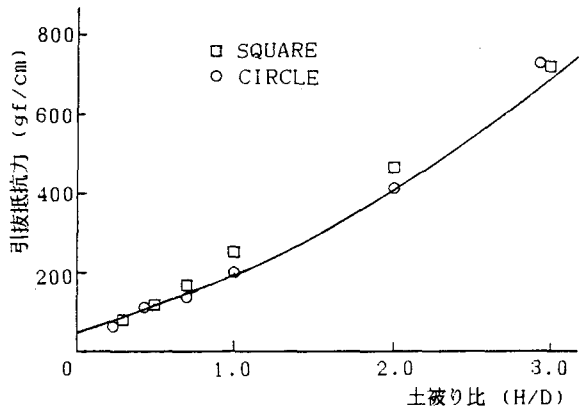


図-3

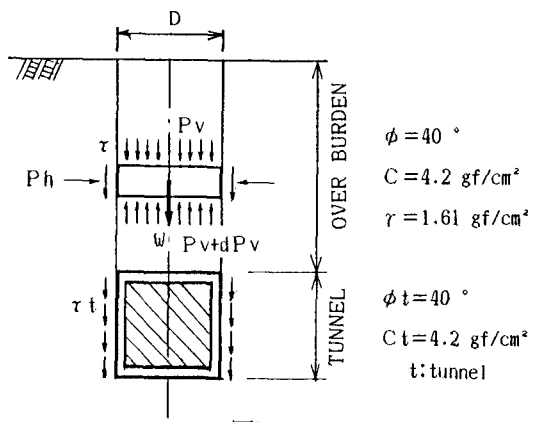


図-4

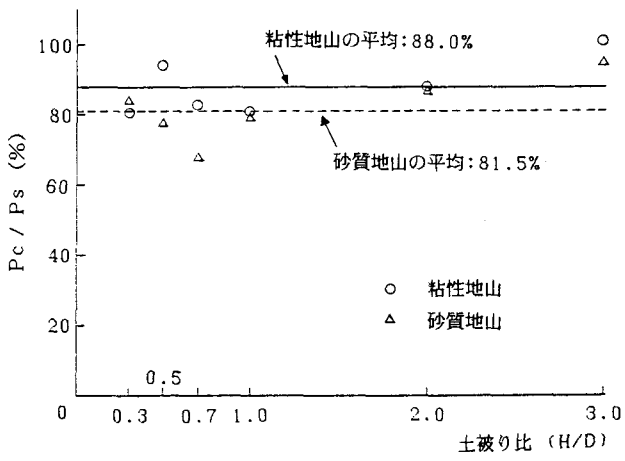


図-5