1. Terzaghiによるトンネル地圧式

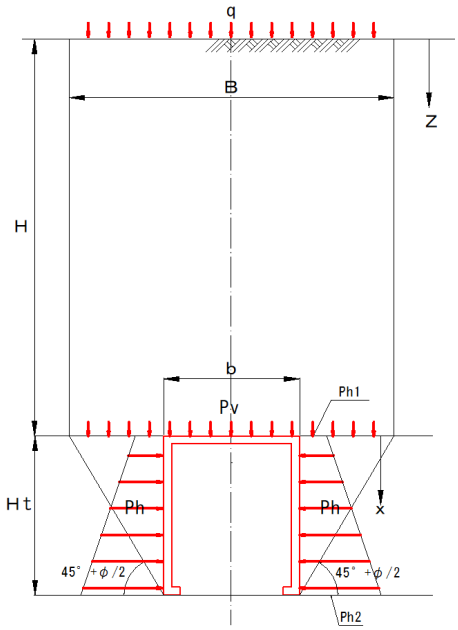

図-1 テルツァーギのトンネル地圧概念図

今、天端高の土圧影響幅Bは次式で求められる。

$$B=2\times\left(b/2+Ht\cdot\tan(45^\circ-\phi/2)\right) \quad 式-1$$

図-1に示すように、トンネルの幅をb、高さをHtとすると、土被りHの位置における鉛直地圧Pvおよび側圧Phは次式で与えられる。

$$Pv=\left(\frac{B\gamma-2C}{2Kh\cdot tan\varphi}\right)\left(1-\exp\left(\left(\frac{-2Kh\cdot tan\varphi}{B}\right)\times H\right)\right)$$

$$+\quad q\cdot\exp\left(\left(\frac{-2Kh\cdot tan\varphi}{B}\right)\times H\right) \quad 式-2$$

ここで

$$\alpha=-\left(\frac{B}{2Kh\cdot tan\varphi}\right),\quad \beta=\left(\frac{B\gamma-2C}{B}\right) \quad と置くと$$

$$\therefore\quad Pv=-\alpha\cdot\beta\cdot\left(1-\exp(H/\alpha)\right)+q\cdot\exp(H/\alpha) \quad 式-3$$

$$Ph=(\gamma x+Pv)\cdot\left((1-\sin\phi)/(1+\sin\phi)\right) \quad 式-4$$

ただし、

b:トンネルの幅
Ht:トンネルの高さ
H:土被り
Pv:トンネル天端にかかる鉛直地圧
Ph:トンネルの側壁にかかる側圧
x:トンネルの天端からの鉛直下方距離

Kh:側圧係数, Kh=Ph／Pv
q:上載荷重
γ:地山の単位体積重量
C:地山の粘着力
ϕ:地山の内部摩擦角

参照; 稲田善紀著「岩盤工学」森北出版(株)1997年,p156
福島啓一著「わかりやすいトンネルの力学」土木工学社(H6)pp11-12
土木学会 トンネルライブラリー20 山岳トンネルの補助工法2009年度版

表-1.　Terzaghiの支保工に作用する土荷重

地山の状態	土荷重の高さ（m）	適　　要
①　堅硬で侵されていないもの	0	肌落ちや山はねのある場合は軽易な支保工を要する。
②　堅硬で層状または片岩状のもの	0～0.5B	軽易な支保工を要する。荷重は場所ごとに不規則に変化する。
③　大岩塊で普通程度の節理のあるもの	0～0.25B	
④　普通程度に塊状で割れ目のあるもの	0.25B～0.35（B+Ｈｔ）	側圧はない。
⑤　はなはだしく小塊で割れ目の多いもの	(0.35～1.10)・（B+Ｈｔ）	側圧は小さいか、またはない。
⑥　完全に破砕されているが、化学的には侵されていないもの	1.10（B+Ｈｔ）	相当の側圧.漏水によりトンネル下部が軟弱となるときは、支保工下部に通し土台をするか、円形支保工とする必要がある。
⑦　徐々に押し出してくるもの（中程度のかぶり）	(1.10～2.10)・（B+Ｈｔ）	大きな側圧.インバートストラットが必要で、円形支保工が推奨される。
⑧　徐々に押し出してくるもの（大きなかぶり）	(2.10～4.50)・（B+Ｈｔ）	
⑨　膨張性の地山	（B+Ｈｔ）の値にかかわらず80以上	円形支保工を要する。膨張性が激しい場合は可縮支保工を用いる。

（注）1.この表は土被り1.5（B+Ｈｔ）以上の場合の鋼アーチ支保工天端に作用する土荷重の高さを示す。Ｂはトンネル掘削断面の幅（m）、Ｈｔはトンネル掘削断面の高さ（m）.
2.この表は、トンネル天端が地下水位以下にあるものとする。ただし、永久的に地下水位以上にある場合は、４ないし６の各号の値は50%減じてよい。
3.1946年出版の Rock Tunneling with Steel Supports所載、Karl Terzaghi著；Introduction to Tunnnel Geologyによる。

（出典）稲田善紀著「岩盤工学」森北出版（株）1997, p157