

I-40 トンネルの地圧という名称の使用について

鉄道技術研究所 正員 高橋 彦治

トンネル周辺の地山の中では、次々に破壊が生じ、その結果として似々の岩石片が互にセリ持って内空を保とうとする。これはアーチ作用と呼ばれているものであるが、このような地山の破壊機構とアーチ作用とを混同して、対象物（覆工あるいは支保工）に荷重あるいは圧力を及ぼす現象は、一般に Rankine あるいは Coulomb の土圧論の概念では扱いきれないのではないかと思はれる。用語に関して混同があるので、一応検討の必要があると思う。

水圧は図-1 で示されるように、深さに比例し、方向によって値を異にせず、面に直角に作用する。いわゆる水圧状荷重を示す。

土圧は図-2 のように、ある切り面を假定する方法によって説明され、深さに比例するが、方向によって値を異にする。作用方向は一般に壁の面に対し、ある角度をもつて傾斜している。その傾きは土と接する壁体の面における摩擦抵抗によって決定される。

地中の一単位応力のバランスは図-3 で示される。即ち p_1 は直上の地山の平均重量として、 p_2 は地山を構成する材料に固有のポアッソン比に関して表はされ、共に深さに比例する。水はその特別の場合で $\mu = 0.5$ に相当する。これまでのところでは水圧も土圧も、地中の一単位における応力もすべて深さに比例するものとして表はされる。

ポアッソン比は図-4 のように軸方向の引張りによって生ずる物体の、軸方向のヒズミとタテ方向のヒズミとの比で表はされる。地中では鉛直荷重に対して、横方向のヒズミが制御されているわけで、それに相当する弾性ヒズミのエネルギーが保有されているわけである。このエネルギーはトンネルの掘削によって生じた自由面において解放されるので、固壁の地山は変形破壊して内空側へ押しだしてくる。即ち覆工または支保工に^荷重を作用するようになる。その破壊は内空に接する周辺から、次第に地山の内部（奥）に向つて進行してゆく。そして破壊された地山のある領域

図-1

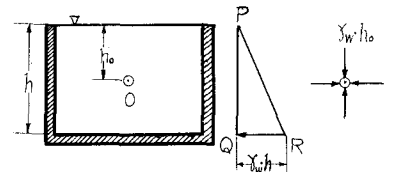


図-2-A

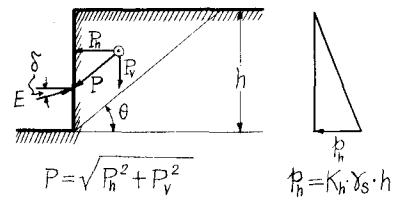


図-2-B

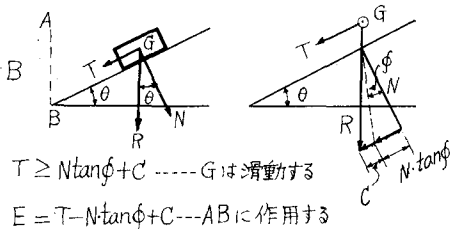


図-3

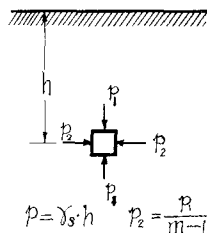
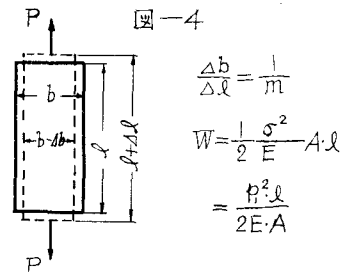
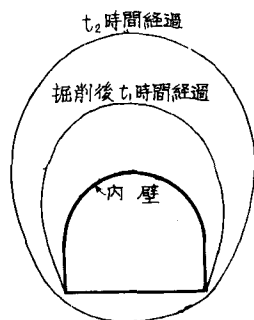


図-4



(図内)で、これら互々の岩石が互いにセリ持つて、一つのアーチを形成するようになる。即ち覆工あるいは支保工には、このアーチの内側の死荷重化した地山の重量がセリ荷重として作用する(地山の構成材料によつてはこのアーチの上縁は地表に達することがある)。このアーチは時間と共に拡大してゆくが、内側の死荷重化した地山のエールミを阻止すれば、ある一定の大きさに達した後、安定する。そして地山の変形が、絶対に阻止されたときの最終の状態(?)まで回復することができれば、地山の中の応力は、前述のような(図3の右)弾性的なバランスを得る。トンネルの掘削によつて周壁の地山が破壊するところでは、覆工が鉛直による圧力と対して安全(十分強い)でない限り、そのような安定には達しない。地山の性質によつて長短の差はあるが、多くは、最終のバランスを得るための過渡的な(途中の)状態にあると見做される。アーチを形成せしめようとする破壊の原因が、深さにあるとしても、免圧圈(このようなアーチで囲まれた部分)の中のトンネルが受ける荷重、あるいは圧力関係はもはや深さとは直接関係がない。

図 — 5



このようにトンネルの周辺の地山の中に表はれる応力と変形は、掘削前の静力学的状態(鉛直荷重によつて導かれる応力状態)から離れて、トンネルを中心としたある範囲内の地山の变形と破壊によつて導かれる力学的特性に支配されるようになる。以下先人数氏の扱い方を見てみよう。

山口昇(地学辞典): 例えば深いトンネルの壁体に作用する圧力は地圧である。

山田穰(鉱山保安学ハンドブック): 地圧とは内部エネルギーが解放されないで地中に内蔵されたもの。トンネルに生ずる圧力は地圧の表はれて、盤圧と呼ばれる。一般には地圧を両方の意味に使用している。佐山氏は地圧に対して Earth Pressure を当てている(採鉱学ハンドブック)。Isaacson はこれに相当するものに Rock Pressure という語を使用している。平松良雄(水曜会誌): 岩盤の中に生ずる応力と、それが支保工(覆工)に及ぼす荷重は、異つた内容を持つてゐるが、両方を含めたものを盤圧と呼んでいる。

日本におけるその他の関係者: 特に定義または説明を附さずに、種々使用されている。

エッセンにおける地圧研究国際会議(1956): Gebirgsdruck (地圧) を使用している。

深さが浅く、砂質土のように 種々使用されている用語
アーチが形成されることなく、土圧 Earth Pressure Erdruck Pousée des terres
より面が地上に達するような場合 地圧 Ground Pressure Gebirgsdruck Pression du terrain
合とか、オープンカット方式に 盤圧 (Rock Pressure)

よるものは特別の場合である。その他、山圧、岩石荷重 (Rock Load)

本来の意味には触れないでも、地中に内包されている応力とエネルギーが、トンネル周辺の地山の中で示す現象を地圧と呼ぶことは、そう不自然ではないと思う。