

III-73

破碎泥岩中のトンネルの膨圧に 関する一考察

日本鉄道建設公団

小島 健一

同上

土居 則夫

長岡技術科学大学 工学部

小川 正二

1 はじめに 北越北線鍋立山トンネルでは、実測の背面土圧が図-1に示すようにほぼ土被り荷重に相当する荷重と同じ値となっている個所があり、また内空変位も著しく大きな値を示している。この膨圧の発生機構は高いガス圧の存在によるものであると言えるが¹⁾、さらに、Edwin T. Brown²⁾によって提唱された解析モデルを用いて地山の応力・変位解析を試みたのでそれらの結果について述べる。

2 解析モデル 本解析法は、地山の岩石の応力～ひずみ関係がひずみ軟化挙動を示すものと仮定して、ひずみ軟化挙動、体積変化を考慮した軸対称解析法である。（図-2）

現位置での土圧計測結果より、図-3に示すように等方等質初期弾性を示す岩盤内に掘削された半径 r_i の円形トンネルが等圧 P_o を受けているものとする。解析に用いた強度定数はすべて室内三軸試験より得られた数値を用いた。なお、Brownによる解析法を考慮して、図-3に示すようにトンネル周辺に、ある幅を有する塑性域が存在し、その外部は弾性域であると仮定して解析を行った。

3 解析結果 解析の対象は、円形断面、半径1.5m中央導坑とした。

解析によって求められた支保圧力と半径方向内空変位関係は図-4に示すとおりであり、支保圧力が $23 \times 10^2 \text{kPa}$ で内空変位が約2.2cmと算出された。なお、支保圧力とはトンネルと地山が押し出してくる土圧に対抗する応力である。一方、現位置で計測された平均背面土圧は図-5に示すように $23 \times 10^2 \text{kPa}$ で最大内空変位1.2cmである。

また、昭和63年1月から昭和63年5月にかけて中央導坑で行われた密度・含水比検層から、ガス圧による地山膨張の指標と考えられる間隙比と側壁よりの距離関係を求めると、図-6に示すように、間隙比は側壁から地山内に進むにつれて減少しており、その変化は側壁より3m付近までが著しく、それ以深ではしだいに小さくなり、3～4mで間隙比は最少となっている。したがって、側壁から3m付近までが、弾塑性域であると考えられる。この地点で計測

土被り荷重 = $30 \times 10^2 \text{kPa}$

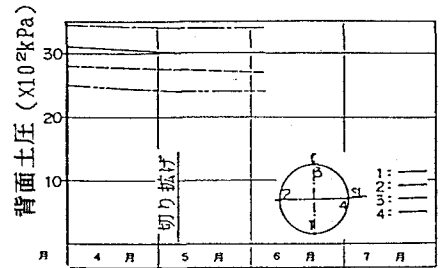


図-1 背面土圧経時変化

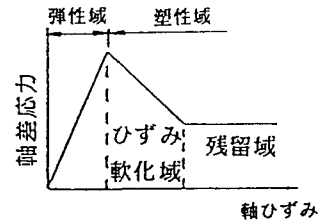


図-2 理想化図

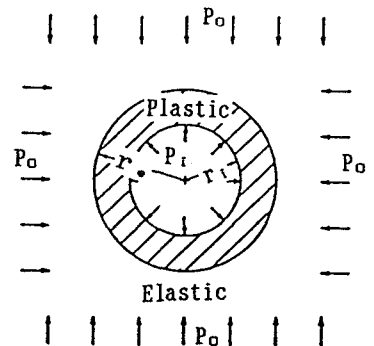


図-3 モデル図

された平均背面土圧は $20 \sim 23 \times 10^2 \text{ kPa}$ であり、図-7に示す解析によって求められた支保圧力と弾塑性境界距離関係と比較しても、ほぼBrownによって言われている弾塑性境界はほぼ3mと言える。

地盤内応力と側壁よりの距離関係は図-8のようになり、支保圧力を地山岩石の一軸圧縮強度（ $5.5 \times 10^2 \text{ kPa}$ ）と等しいとした場合には、土を拘束する地盤内応力はトンネル側壁から離れてもあまり増加せず、側壁の巻立のないトンネル掘削直後に地山が瞬時に押し出してくるのを裏付けている。また、解析より地山自身の持つ支持力がほとんど期待できないことが判明し、所定の内空断面を保持するためには強固な支保工の採用が必要となることがうかがえる。

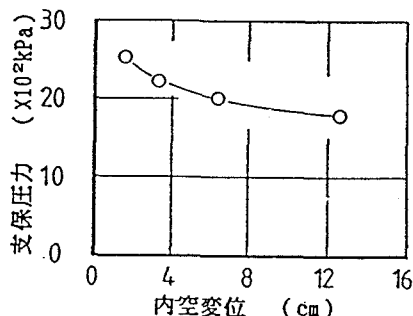


図-4 支保圧力～内空変位

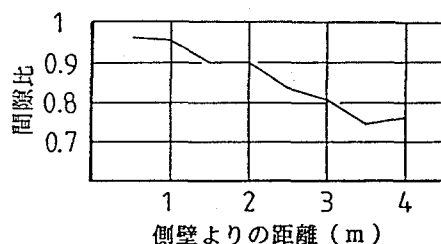


図-6 間隙比～側壁よりの距離

4 まとめ 本文で用いたEdwin T.Brownの地山の応力・変位解析法は、理想化した簡素モデルを用いているが、ひずみ軟化挙動や供試体の体積変化を考慮することができ、室内三軸試験より得られた強度定数を用いて、ある程度良好な解析結果を得ることができる。したがって、鍋立山トンネルでは今後の工事進捗に際し、Edwin T.Brownの解析法を適用することが可能であると言える。

また、得られた解析結果より所定の内空断面の保持のためには強固な支保工の建て込みが必要であることいえる。

参考文献

- 1) 出浦 博之他：空気圧を受ける粘性土のせん断特性、土木学会第44回年次学術講演会講演集
- 2) Edwin T.Brown: Ground Response Curves for Rock Tunnels, A S C E, vol.109, No.GT1, pp.15~39, 1983

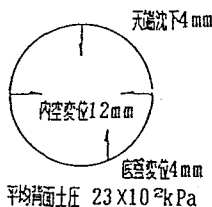


図-5 内空変位
実測値

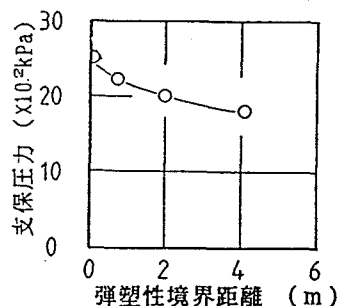


図-7 支保圧力～
弾塑性境界距離

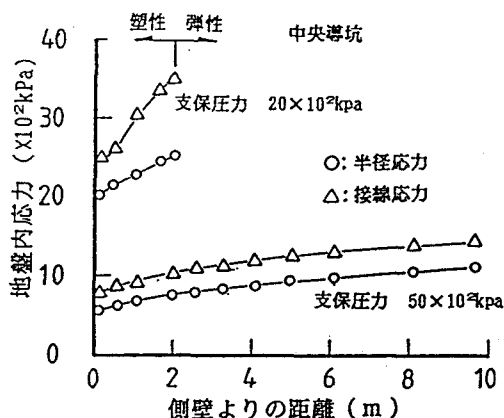


図-8 地盤内応力～側壁よりの距離