

地山の不均質性がトンネル掘削による 周辺地山の変形・応力状態に及ぼす影響に関する一考察

清水建設 技術研究所 正会員 ○熊坂博夫

1. はじめに

トンネルの安定解析では、地質情報から各地層は物性が均質であると仮定して掘削解析が行われるが、実際には均質な地層とみなされる場合でも地山物性は複雑に変動している。このため、解析結果を評価する際には、これらの地山物性の変動がトンネル掘削時の安定解析結果に及ぼす影響を把握しておく必要がある。ここでは、このような影響評価のための予備検討を実施したので報告する。

2. 解析条件

2.1 解析モデル トンネル形状と寸法はインバートなしの複線トンネル（ $D=4.65\text{m}$ ）とし、解析領域を $50\text{m}\times 50\text{m}$ とした（図－1参照）。地山物性の分布を表現するため、基本要素形状と寸法は $0.20\text{m}\times 0.20\text{m}$ の正方形とした。

2.2 地山物性の設定 地山物性は基本物性として一軸圧縮強度 10MPa を仮定し、図－2に示すように最大値・最小値がそれぞれ、2， $1/2$ となる三角形分布を仮定した。また、幾何学的な分布は $1\text{m}\times 1\text{m}$ の正方領域とした。弾性係数，ポアソン比は、川本・アイダンらの軟岩における一軸圧縮強度との相関式⁽¹⁾を用いて設定した。また、基本検討であることより、弾性解析とした。

2.3 初期地圧とその設定方法について 初期地圧は 5MPa の等方状態を仮定した。この初期地圧の設定方法として、①領域内の要素に一樣に初期地圧が作用するように要素応力，境界応力を設定した場合（ここでは初期地圧Aとよぶ）と②領域内の地山物性の変動により初期地圧の変動が生じる場合を想定して、境界応力を与えて釣り合い状態を求めた場合（初期地圧B）が考えられ、それぞれについて解析を実施した。

3. 解析結果と考察

3.1 地中内変位に及ぼす影響について

地山内の変位分布を図－3に示す。図より、不均質性による変位の変動が見られ、今回の物性設定では20%程度の変動が見られた。また、その変動は幾何学的分布寸法（ 1m ）の影響を受けていることがわかる。

3.2 地山内応力に及ぼす影響について

均質な解析結果の主応力で正規化し、その増減分による最大・最小主応力比の分布を図－4,5に示す。図より、初期地圧設定方法によってこの影響の発生状況が異なることがわかる。初期地圧AとBで共通していることは、最大主応力（最大圧縮応力）の影響範囲は壁面より $0.5D$ 程度，最小主応力は $1D$ 程度であること、および、最大・最小主応力の変動は各主応力方向と直交する方向に変動することである。また、初期地圧Bにおいて、最小主応力比の分布でトンネルより遠方で大きな値となったことは、初期地圧設定時の最小主応力の方向が面外方向となることによる影響と考えられる。

4. おわりに

トンネルの安定解析において、地山の不均質性が及ぼす影響について予備的検討を行った。その結果、地山物性値の分布や幾何学的分布がトンネル掘削に伴う周辺地山の変形や応力状態に影響を及ぼしていることが読み取れる。今後は、不均質性の表現方法も含めて、より詳しく検討をすすめたい。

キーワード：トンネル，安定解析，不均質性，不均一性

連絡先：〒135-8530 東京都江東区越中島 3-4-17 TEL:03-3820-5287 FAX:03-3820-5959

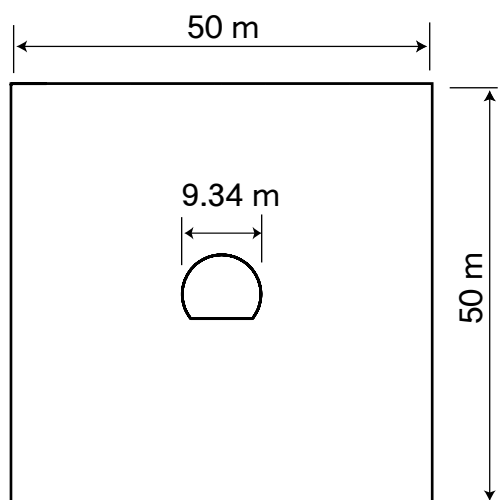


図-1 トンネル形状と解析領域

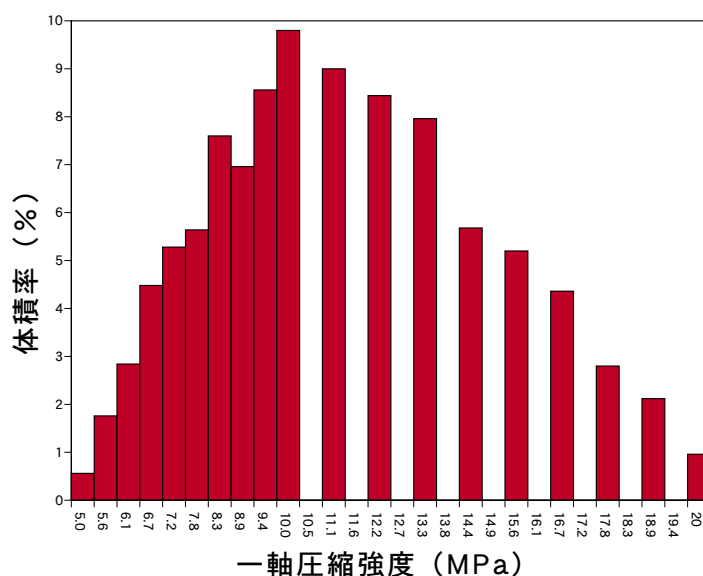
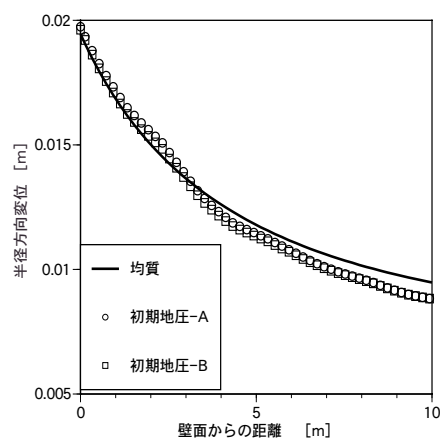
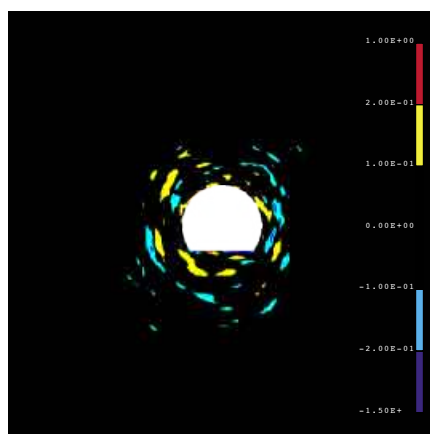


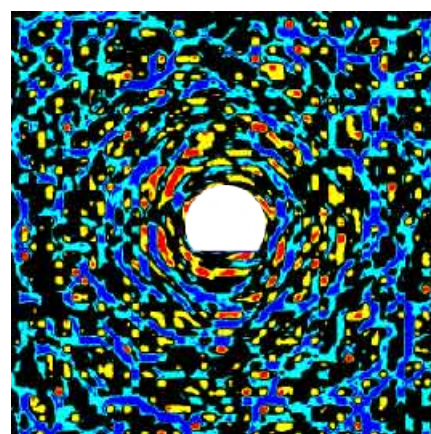
図-2 地山物性の分布



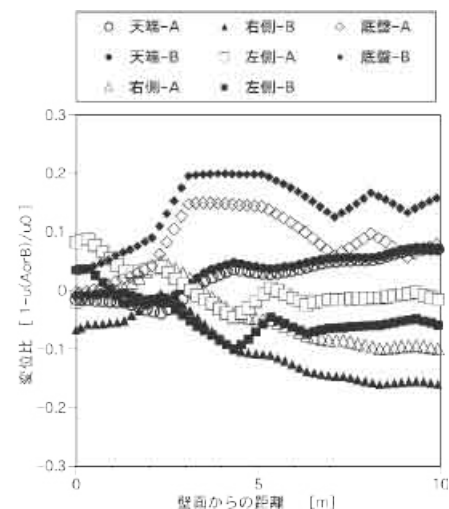
(a) 天端の地山内変位分布



(a) 最大主応力比分布

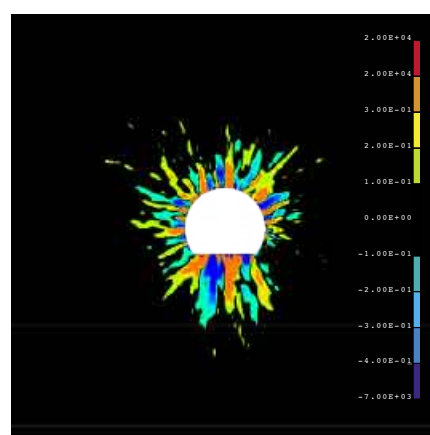


(a) 最大主応力比分布

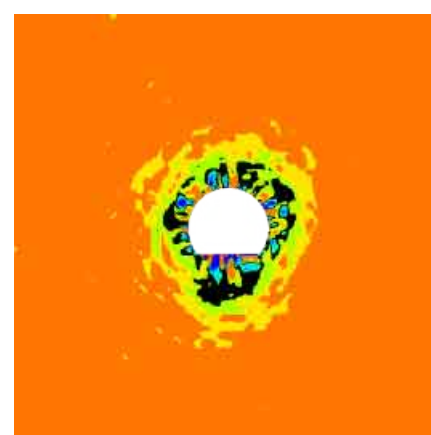


(b) 地山内の変位比分布

図-3 地山内変位分布



(b) 最小主応力比分布

図-4 初期地圧-Aの
主応力比分布について

(b) 最小主応力比分布

図-5 初期地圧-Bの
主応力比分布について

参考文献

- (1) アイダン・オメール, 他: 土木学会論文集, No.448/III-19, pp.73-82, 1992.