# 地山の不均質性の分布スケールが トンネル周辺の応力状態に及ぼす影響について

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、地層は均質と仮定し てモデル化される。しかし、実際には均質な地 層とみなされる場合でもその物性は複雑に変動し た分布となっている。このため、均質と仮定して 得られた解析結果を評価する際にも、この地山物 性の変動が及ぼす影響を考慮することは重要と考 えられる。著者は前報<sup>(1)</sup>において、最大・最小 主応力の変動は均質地山の解析で得られる各主応 力方向と直交する方向に生じることを報告してい る。今回は、この変動と不均質要素寸法との関係 について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(代表径:D=9.34m) とし、解析領域を50m×50m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 寸法と形状は0.20m×0.20m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とし、最大値・最小値が それぞれ、2,1/2倍となる三角形分布を仮定し た(図-2参照)。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<sup>(2)</sup>を用いて設定した。また、今回は基本検 討であることより弾性解析とした。

**2.3 初期地圧について** 初期地圧は5MPaの等 方状態を仮定し、領域内の要素に一様となるよう に要素応力、境界応力を設定した。

2.4 解析ケースについて 解析ケースは不均質 4. おわりに 要素寸法 (1)を0.2, 0.4, 1.0, 2.0, 4.0 mの正方形 とする5ケースとした。

3. 解析結果と考察

布について

変動率 v(%)を次式のように定義する。

$$v = \frac{V_{he} - V_{ho}}{\left| V_{ho} \right|} \times 100.$$

ここに、V<sub>ho</sub>,V<sub>he</sub>はそれぞれ均質と不均質の解析結 果の値である。

不均質要素寸法(l)がそれぞれ 0.2,1.0,4.0m の場合の最大主応力の変動率コンターを図-3に 示す。図より、トンネル中心から同心円上に波う つ分布となり、その変動長(波長)は不均質要素 寸法に影響されることがわかる。

# 3.2 不均質要素寸法と最大変動率の関係

天端,右・左側,底盤測線および全体における 不均質要素寸法と各変動率の最大値の関係を図-4に示す。図より、今回の解析条件では、各測線 の最大値は不均質要素寸法による影響が小さいこ とがわかる。ただし、全体の最大値が大きいこと より局所的に応力集中が生じることがわかる。

#### 3.3 不均質要素寸法と変動長の関係

各測線において変動率に対するパワースペクト ルを求め、その最大値における変動長(波長)と 要素寸法の関係を整理したものを図-5に示す。 図より、変動長は不均質要素寸法の約2倍であり、 要素寸法とトンネル径の比による影響が小さいこ とがわかる。また、トンネル形状の影響により底 盤測線の分布形は他の測線と異なるが、変動長は ほぼ同じ程度でり、変動に及ぼす形状の影響が小 さい結果となっている。

不均質性の影響は不均質要素寸法に大きな影響 を受けるが、トンネル径・形状の影響は小さい結 果となった。今後、解析ケースを増やして確認す 3.1 不均質分布寸法による最大主応力の変動率分 るとともに、不均質性の及ぼす他の影響や連続体 近似との関連<sup>(3)</sup>についても検討してゆきたい。

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:03-3820-5557 FAX:03-3820-5959









(a) ℓ=0.2m
(b) ℓ=1.0m
図-3 不均質要素寸法による最大主応力の変動率分布図



# 参考文献

- (1) 熊坂博夫:土木学会第59回年次学術講演会概要集,3-100,pp.199-200,2004.
- (2) アイダン・オメール,他:土木学会論文集,No.448/III-19,pp.73-82,1992.
- (3) 熊坂博夫,他:土木学会第42回年次学術講演会概要集,III-247,pp.518-519,1987.