

底盤地山の劣化に伴うインバートコンクリートの変形挙動予測について

清水建設株式会社 正会員 ○熊坂博夫, 山本和義

清水建設株式会社 四国支店 鎌村禎英

国土交通省 四国整備局 中村工事事務所 宮脇 工

1. はじめに

地芳トンネル第2工事では地山自体の強度が小さな蛇紋岩で、かつ、土被りが300 mと地山の強度に比べて初期地圧が大きな区間に遭遇した。このため、掘削に伴い大きな変形が生じたが、二重支保等の重い支保を採用することで無事に通過している。一方、室内岩石試験によりこの蛇紋岩は水による浸水崩壊を生じることが確認されている。今後、地下水の豊富な中央部の石灰岩層の掘削に伴って、この蛇紋岩区間に地下水が回り込むことが予想される。本論文では、この区間に地下水が侵入してトンネル周辺の地山が劣化することが、1, 2次支保や覆工コンクリート等にどのような影響を及ぼすかを把握することを目的とした地山劣化解析を実施したので報告する。

2. 解析条件

地山劣化解析を行うための地質情報は極めて少ない。このため、事前解析で用いられた蛇紋岩区間の物性を基本情報として用いた。地質条件、初期条件および支保条件等についての詳細については文献^{1), 2)}を参照されたい。解析モデルは幾何学的な対称条件を考慮して右半断面とした。

今回の検討では、トンネル掘削により降伏した地山部分（底盤部）がさらに地下水の浸入により強度低下することで、この部分の地山の支持力が低減し、トンネル周辺地山に応力再配分が生じることを用いて表現した。このため、地下水侵入範囲を設定し、その領域の強度を低下させた。劣化に伴う強度低下は粘着力：1/10、内部摩擦角：1/6と仮定した。なお、解析コードとしては、ITASCA社

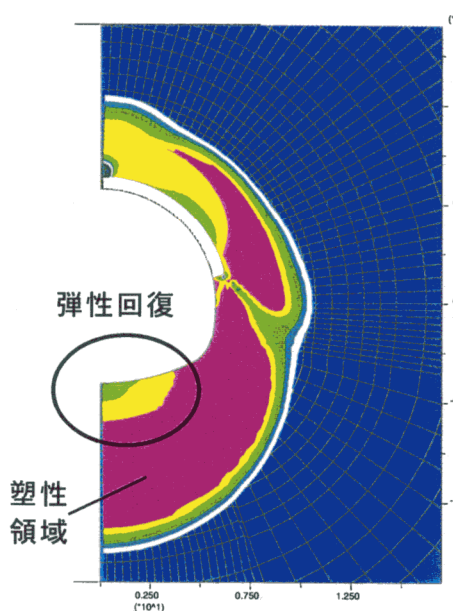


図-1 トンネル周辺の塑性領域
(掘削・覆工終了後)

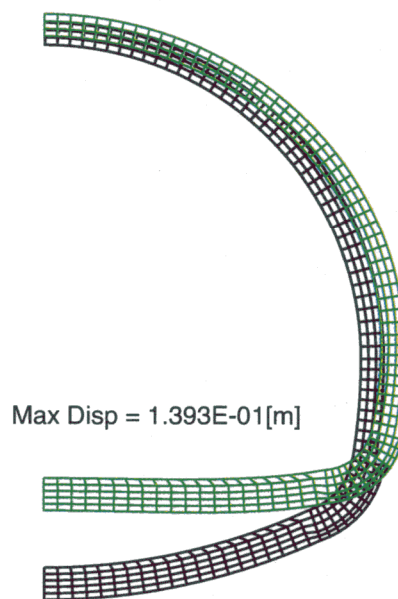


図-2 覆工・インバートの変形
(塑性領域全体が劣化したケース)

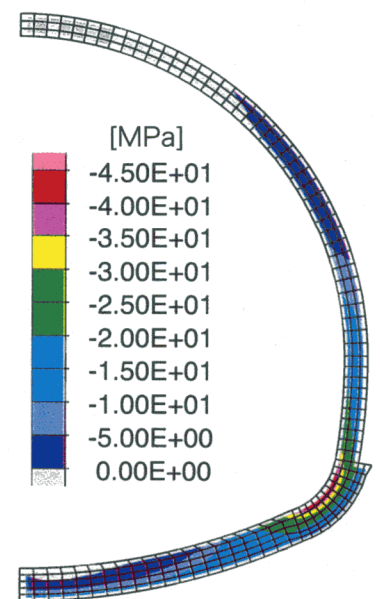


図-3 覆工・インバートの
最大圧縮応力分布
(同左)

キーワード：トンネル，蛇紋岩，地山劣化モデル，数値解析，長期安定性

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

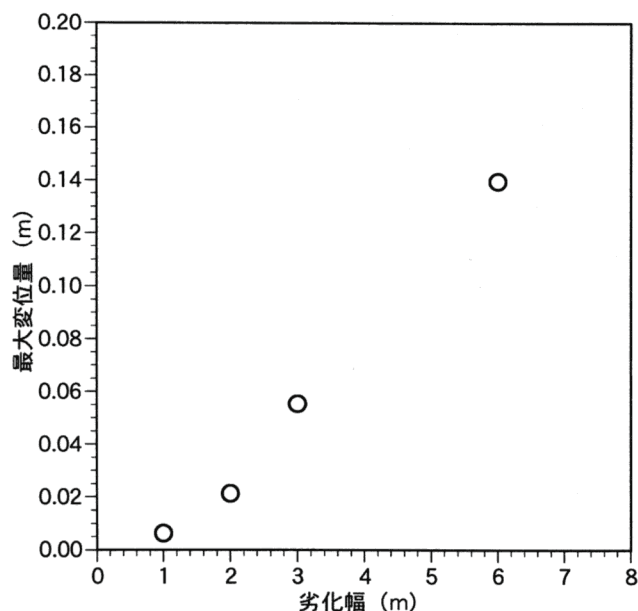


図-4 底盤部の劣化幅とインバート中央の変位

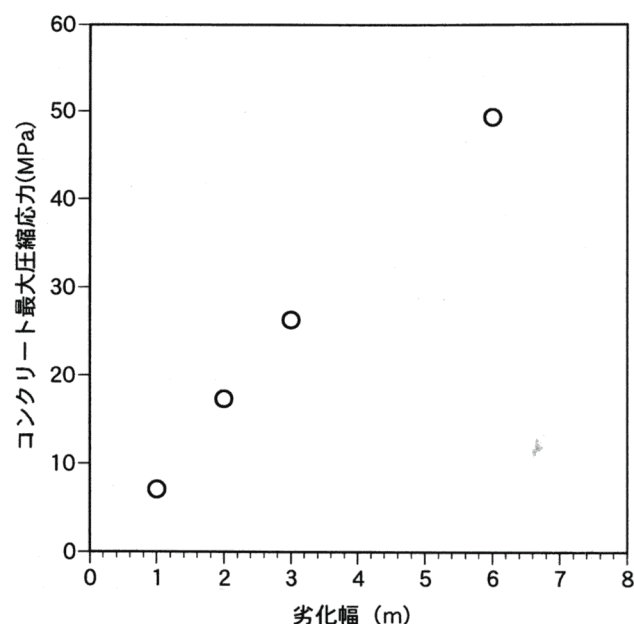


図-5 劣化幅とインバートの最大圧縮応力

の二次元有限差分法コード FLAC (ver.4.0)³⁾を用いた。

解析手順は、①初期地圧設定、② AGF 設置、上半掘削（応力解放 30%）、③上半の 1, 2 次吹付けコンクリートと鋼製支保工設置（応力解放 70%）、④下半およびインバート掘削（応力解放 40%）、⑤下半の側壁の 1, 2 次吹付けコンクリートと鋼製支保工、インバート吹付けコンクリート、ストラットおよびインバートコンクリート等の設置（応力解放 60%）、⑥覆工コンクリートの設置後地山劣化領域の応力再配分による影響計算。

解析ケースとして、下半掘削終了後の地山の塑性化領域（図-1 参照）から、インバート下部の 1, 2, 3m の範囲および全てを劣化領域とした場合の 4 ケースを実施した。

3. 解析結果

底盤部の塑性領域が全て劣化したと仮定した場合の覆工・インバートコンクリートの変形を図-2 に示す。また、このときの覆工コンクリートの最大圧縮応力の分布を図-3 に示す。次に、底盤部の劣化幅とインバート中央部の変位の結果を図-4 に、最大圧縮応力の関係を図-5 に示す。

図-2 と図-4 に示されるように、インバート中央部分の内空側への変形が大きく、その変形量は劣化幅にほぼ比例して大きくなることがわかる。

同様に、図-3 と図-5 に示されるように、インバートの端部の内側に大きな圧縮応力が発生し、この圧縮応力は劣化幅にほぼ比例して増加することがわかる。

4. まとめ

地下水の浸入によるトンネル周辺地山の劣化が覆工コンクリートに及ぼす影響について、解析的な検討を行なった。その結果、地山劣化モデルを用いることにより、覆工コンクリートの変挙動や圧縮応力が集中する箇所を表現できることを示した。本検討は地山の劣化が影響を定性的に示すことができたが、今後は、定量的な評価が可能となるように検討を進めたい。

参考文献

- 1) 山本, 他: トンネル工学研究論文・報告集, vol.11, pp.159-164, 2001.
- 2) 大多喜, 他: トンネルと地下, vol.34, No.4, pp.28-36, 2003.
- 3) ITASCA: FLAC ver.4.0 User's Guide, 2000.