

めがねトンネルにおける周辺地山および覆工挙動の解析的検討

山口大学大学院創成科学研究科 学生会員 ○大野 智貴
 山口大学大学院創成科学研究科 正会員 林 久資
 山口大学大学院創成科学研究科 フェロー会員 進士 正人

1. はじめに

トンネル施工において、用地幅や道路線形に制約がある場合等に採用されるトンネル形状としてめがねトンネルがあげられる。めがねトンネルは、センターピラーを共有する2本のトンネルが近接して施工されるトンネル形状である。そのため、2本のトンネルは施工時に相互影響を受けやすい構造といえる。本研究で対象とするめがねトンネル（以下Aトンネルと称す）の概要を表-1に示す。山口県で供用中のAトンネルは、上下線で施工方法が異なる極めて珍しいトンネルであり、図-1のようにひび割れが卓越する箇所がみられる。そこで、本研究では三次元数値解析を行うことで、ひび割れ発生要因の推察を行った。

2. 解析モデルの作成

本解析には三次元有限差分法コードFLAC3Dを用いた。図-2にAトンネルの三次元モデルを示す。本研究では、まずII期線施工時に得られた現場計測データ（地表面・天端・センターピラー沈下量）とII期線施工前に行われた地質調査の結果を用いて、逆解析により物性値の同定を行った。図-2に地山等級の分布を、表-2に同定した物性値を示す。

2.1 脆弱領域の決定

II期線施工前に行われた地質調査が未実施であるI期線直下の地山の脆弱化を想定しなければ、逆解析結果が一致しなかったため、脆弱領域を想定した。脆弱領域の劣化量と範囲に関しては、物性値と同様に現場計測データを用いて逆解析を行うことで決定した。図-3に脆弱領域の検討結果を示す。図-3から、現場計測データではセンターピラーの沈下量が大きいことがわかる。そのため、センターピラーの沈下量が大きく現場計測データと最も類似したケース2（I期線直下右半分）を採用した。

キーワード めがねトンネル、三次元数値解析、導坑方式

連絡先 〒755-8611 山口県宇部市常盤台2丁目16番1号 山口大学大学院創成科学研究科 進士研究室
 TEL 0836-85-9332

表-1 Aトンネル概要

	I期線	II期線
施工年	1983年	1999年
竣工年	1984年	2000年
施工方法	在来工法	NATM
延長	87m	84m
土被り	(Max):20m, (Min):5m	

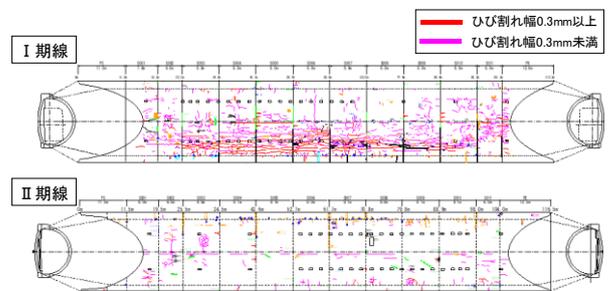


図-1 Aトンネル覆工展開図 (2015) 1)

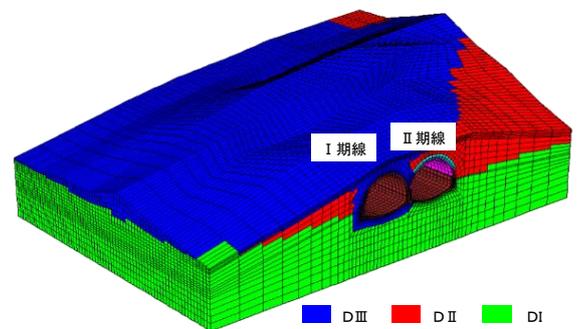


図-2 Aトンネル三次元モデル

表-2 解析物性値

項目	D I	DII	DIII
単位体積重量(kN/m ³)	20.5	19.0	18.5
弾性係数(MPa)	35	20	6
ポアソン比	0.3	0.30	0.35
粘着力(MPa)	0.04	0.04	0.02
内部摩擦角(°)	40	35	30

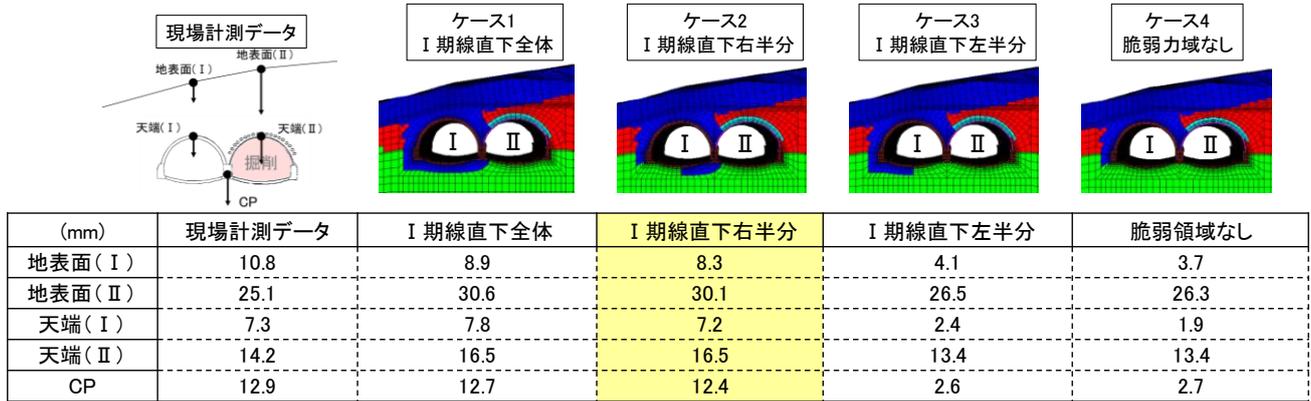


図-3 脆弱領域検討結果

3. 供用後に生じた緩み領域の検討

加えて、II期線施工後に覆工にクラックが発生したことを考慮して、緩み荷重載荷を解析で模擬した。緩み荷重に関しては、松田らによって提案されたピラー作用荷重²⁾を用いて図-4のように載荷を行った。

3.1 緩み荷重載荷結果

緩み荷重載荷後のI期線覆工応力を図-5に示す。図-5から、緩み荷重載荷によりI期線覆工に引張応力が生じていることがわかる。特に、I期線覆工のII期線側肩部ではトンネル横断方向の引張応力が卓越していることがわかる。つまり、I期線覆工の縦断方向ひび割れは、横断方向引張応力によって発生したと考えられる。図-1の覆工展開図を見ると、実際にトンネル縦断方向のひび割れが卓越していることから、緩み荷重載荷による解析は実現象と一致している。以上のことから、I期線直下の脆弱領域と緩み荷重の発生がAトンネル覆工に生じるひび割れの発生要因の1つであると考えられた。

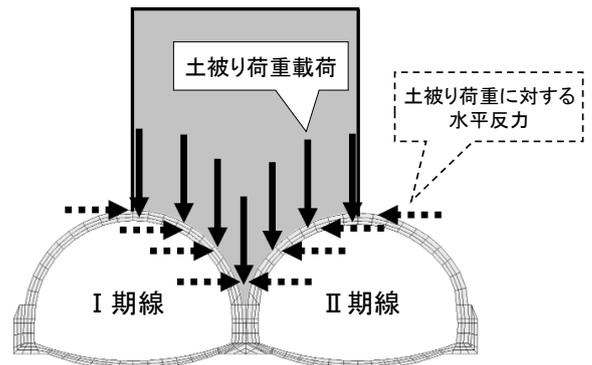


図-4 緩み荷重載荷領域

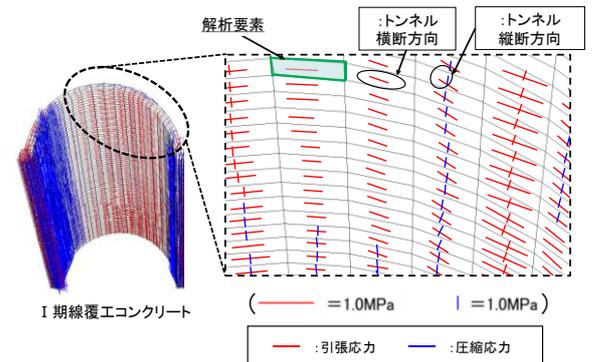


図-5 I期線覆工応力発生状況

4. 今後の課題

今後は、その他の様々なめがねトンネルを対象に同様の数値解析を行うことで、Aトンネルに生じるひび割れがAトンネル特有のものであるかの考察を行う。また、図-6に示す4種類のめがねトンネル掘削工法を用いて数値解析を行うことで、それぞれの掘削工法が周辺地山に及ぼす影響を検討し、掘削工法ごとの特徴の把握も今後行う予定である。

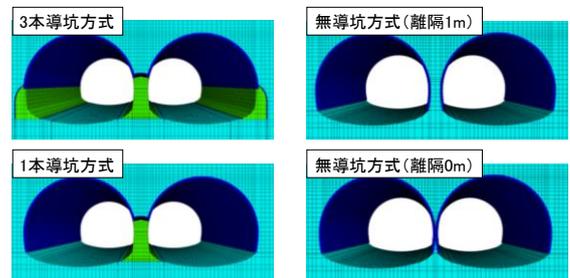


図-6 めがねトンネルの掘削工法の違い

参考文献

- 1)北村彩絵, 森本真吾, 進士正人: トンネル健全性評価の精度向上を目的とした覆工ひびわれ指数 TCI 算出方法と評価法の改善, 土木学会論文集 F1, Vol.75, No.1, pp.1-6, 2019
- 2)松田哲夫, 豊里栄吉, 五十嵐瑞穂, 梨本裕, 梶山孝司: 1本導坑センターピラー共有型メガネトンネルの設計法と検証, トンネル工学研究論文・報告集, 第7巻, pp.1-6, 1997.1