

めがねトンネルの施工法の違いが周辺地山に及ぼす影響に関する検討

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. 目的

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に用いら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ため、掘削による相互影響を受けやすい構造といえる。表-1に本研究で対象としためがねトンネル（以下Aトンネルと称す）の概要を示す。Aトンネルは、上下線で施工時期が異なるため、施工法が異なる我が国唯一のめがねトンネルである。また、図-1のように覆工の片側にひびわれが卓越する箇所がみられる。そこで、本研究ではAトンネル施工から供用中の現在までの再現解析を行うことで、ひびわれ発生要因の推察を行った。さらに、解析条件を変化させた他のめがねトンネルを対象に同様の解析を行うことで、ひびわれ発生要因がAトンネル特有のものであるかの検討を行った。

2. 施工から供用までを考慮したAトンネル再現解析

2.1 解析モデル作成

本解析には三次元有限差分法コードFLAC3Dを用いた。II期線施工時の報告書（地質報告書・計測データ）を用いて逆解析を行うことで物性値の同定を行った。図-2にAトンネルの三次元モデルを、表-2に同定した物性値を示す。また、逆解析の結果、I期線周辺地山が脆弱化していると考えられたため、I期線直下地山に脆弱領域を設けた。

2.2 供用後に生じた緩み領域の検討

II期線施工後にひびわれが発生したことを考慮して、緩み荷重載荷を数値解析で模擬した。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⁾を用いて載荷を行った。

2.3 解析結果

図-3に緩み荷重載荷後のI期線覆工応力の発生状況を示す。図-3から、肩部から右側壁にかけて横断キーワード めがねトンネル、三次元数値解析

表-1 Aトンネル概要

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

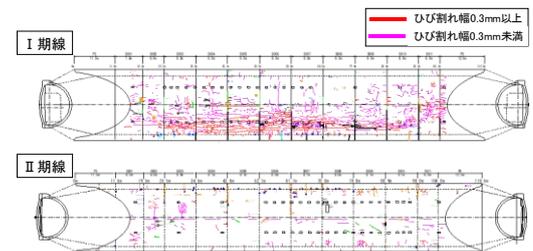


図-1 Aトンネル覆工展開図（2015年）¹⁾

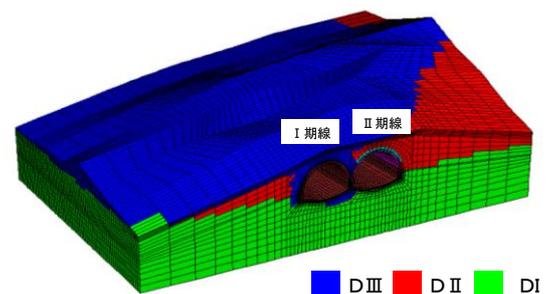


図-2 Aトンネル三次元モデル

表-2 地山物性値

項目	DI	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

方向引張応力が卓越していることがわかる。つまり、I期線覆工では縦断方向ひびわれが生じやすい状況であるとわかる。図-1を見ると、実際に縦断方向のひびわれが卓越していることから、実現象でも緩み荷重が生じていると考えられた。以上のことから、緩み荷重の発生がAトンネル覆工に生じるひびわれの発生要因の1つであると推測できた。

3. 施工法の違いを考慮しためがねトンネルでの数値解析

3.1 解析条件

解析条件を変化させためがねトンネルを対象にトンネル掘削解析を行う。図-4に解析モデルを、表-3に解析条件を示す。本解析では、1本導坑方式と3本導坑方式の2種類の施工法を対象に再現解析を行った。両施工法とも、上下線 NATM による施工とする。

3.2 解析結果

図-5にⅡ期線掘削後の水平方向変位、図-6に鉛直方向変位のコンター図を示す。図-5から、両施工法ともⅡ期線掘削によってⅠ期線右肩部付近の地山水平変位が卓越する箇所がみられた。Ⅰ期線右肩部は、A トンネルのひびわれ卓越箇所と一致している。また、図-6から、両施工法とも地表面まで沈下影響がみられることから、A トンネルと同様に、Ⅱ期線施工後に地山に緩み領域が生じ、緩み荷重が作用すると推測できる。また、本解析においては、施工法の違いによる大きな変位差は確認することができなかった。

以上の結果から、施工法等の解析条件が異なるめがねトンネルにおいても、A トンネルと同様の箇所にはひびわれが生じる可能性がある判断できる。

4. まとめと今後の課題

本研究では、A トンネル覆工に生じるひびわれの発生要因の推察を目的として、2種類の数値解析を行った。これらの結果から、A トンネル覆工に生じるひびわれは、めがねトンネル特有のものであり、他の供用中のめがねトンネル覆工においても同様のひびわれが生じている可能性がある。そのため、今後は他のめがねトンネルを対象とした解析も必要であると考えられる。

また今後は、めがねトンネルの施工法の違いによる影響を確認するために、地山変位以外の項目についても検討する予定である。

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, 椋山孝司: 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
- 3)土木学会トンネル工学委員会: トンネルライブラリー第16号 山岳トンネルにおける模型実験と数値解析の実務, pp150-158, 2006

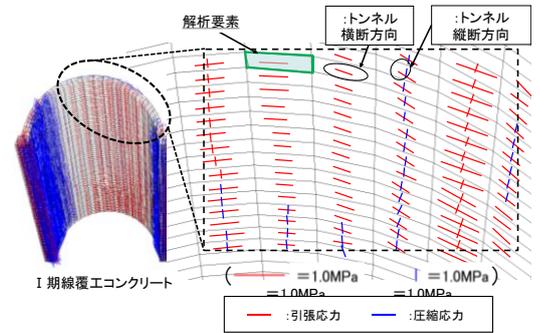


図-3 I期線覆工応力発生状況

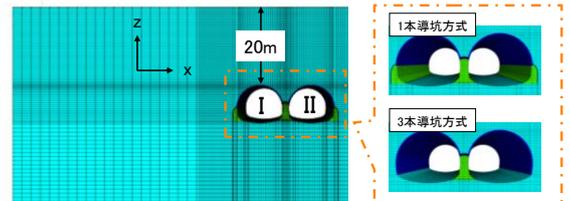


図-4 解析条件を変化させた解析モデル

表-3 解析条件³⁾

項目	地山
単位体積重量(kN/m ³)	22.0
弾性係数(MPa)	500
ポアソン比	0.30
粘着力(MPa)	0.5
内部摩擦角(°)	40
土被り(m)	20
奥行(m)	30

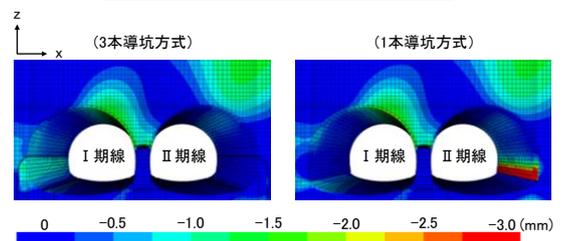


図-5 Ⅱ期線掘削後の水平方向変位

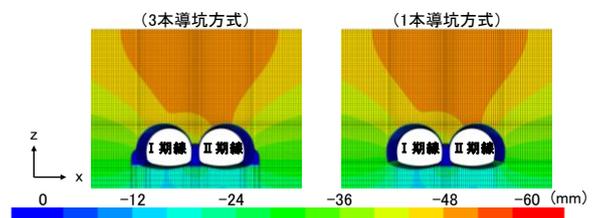


図-6 Ⅱ期線掘削後の鉛直方向変位