

AGFを用いたトンネルの地表面沈下予測手法について

パシフィックコンサルタンツ(株)トンネル部 正会員

○山本秀樹¹⁾，木谷努¹⁾岡嶋正樹¹⁾

日本道路公団技術部道路技術課

正会員

海瀬 忍²⁾

1. はじめに

都市部において NATM にて施工されるトンネルでは，地表面沈下を抑制する必要性から，AGF に代表されるような先受け補助工法を用いて施工することが一般的になっている．この場合，事前段階において FEM 解析等の地表面沈下予測解析を行い，補助工法の効果，妥当性を適切に把握しておく必要がある．しかし，現在，AGF 等の先受け工を用いた場合の地表面沈下の予測解析手法には，定まったものがあるとは言えない状況にある．

本報告は，AGF を横断方向の地山改良効果と縦断方向の鋼管先受け効果に分けてモデル化する手法を提案するとともに，実現場の計測値と対比することでその適用性について検討したものである．

2. 提案する手法の概要

これまで多く用いられてきた従来の手法は，図-1，図-2 に示すように AGF の鋼管および改良地盤を等価な剛性をもつ 2 次元横断面内の面要素にモデル化して解析していた．しかしこれでは，横断方向に連続していない鋼管を連続した要素としてモデル化していたり，鋼管の剛性が大きいため改良地盤の剛性に対する感度が鈍くなるといった問題があった．

ここでは，図-3 に示すように AGF を横断方向の地山改良効果と縦断方向の鋼管先受け効果に分けてモデル化する手法を提案する．

この手法は，まず，予備解析として図-4 に示すように軸対象解析を行い，鋼管のみによる先受け効果の評価を行う．軸対象解析は図-5 に示すように先受け工がある場合とない場合に 2 ケースについて行い，これにより応力解放率の補正を行う．

次に，補正された応力解放率を用いて，2 次元の横断面解析を図-6 のように行う．この解析においては，注入材のみ（鋼管を除く）による改良効果を要素の弾性係数，強度定数増加としてモデル化する．

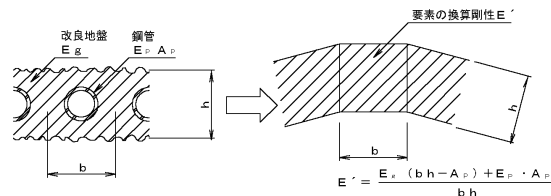


図-1 従来の手法における先受け工のモデル化

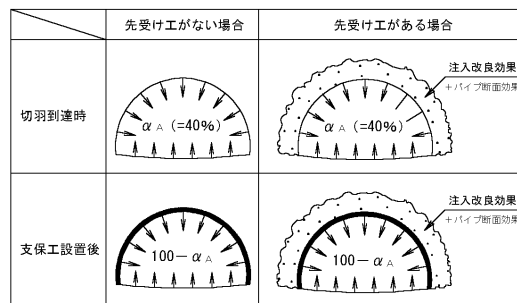


図-2 従来の手法における施工過程のモデル化

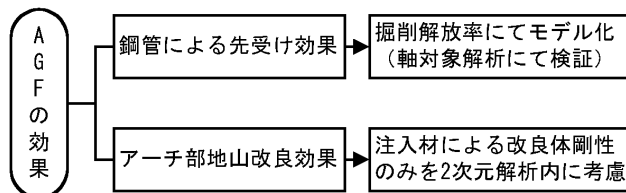


図-3 提案する手法の概念図

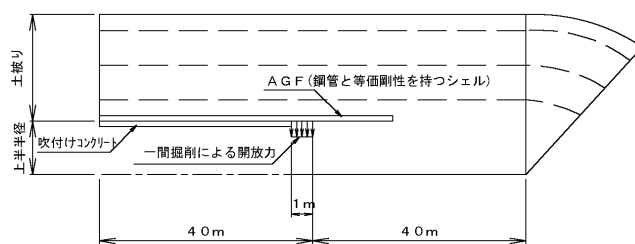


図-4 軸対象解析の概要

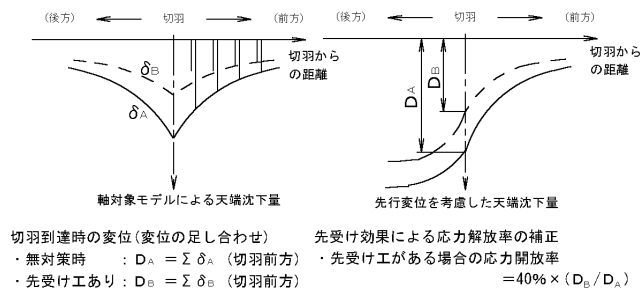


図-5 鋼管先受け効果による応力解放率の補正

FEM 解析，AGF，軸対象解析

¹⁾東京都新宿区西新宿 2-7-1

TEL 03-3344-1903 FAX 03-3344-1906

²⁾東京都千代田区霞が関 3-3-2

TEL 03-3506-0107 FAX 03-3506-8870

3．提案する手法による実施工のシミュレーション

解析に適用したトンネルは、盛土部を通過する掘削外径約12.1mの暫定2車線道路トンネルである。解析箇所は、変形係数20MPaの盛土部を土被り約12.8mで通過し、補助工法としてAGF(セメント系、φ114.3mm、L=12.64m、ctc.300mm)、地表からの脚部補強工としてRJP(φ2800mm)を用いている。掘削工法は、上半先進ショートベンチカット工法である。

まず、図-4、図-5に示したように、軸対象解析を行い鋼管先受け効果による応力解放率の補正を行う。今回の場合、軸対象解析によれば、先受け工がある場合は、ない場合に比べ0.25倍変位が抑制されていることが分かった。したがって、本検討で用いる先受けのある場合の応力解放率は、通常用いられる40%にこの比率0.25を乗じた10%とする。

次に、図-7に示すような2次元横断方向解析を行った。この時、応力解放率は上記10%を用い、鋼管を無視した改良体のみを面要素としてモデル化する。入力物性値は表-1の通りである。なお、本報告では比較として図-1、図-2に示した従来の手法も併せて行った。

図-8は、両手法の地表面沈下結果と実測値の比較である。これによれば、本報告の提案手法は、従来の手法に比べ実測変位を正確にシミュレート出来ており、その妥当性が確認できる。これは、軸対象に基づく応力解放率の低減が、先受け工による先行変位抑制効果を的確にモデル化しているからであると考えられる。

図-9は、天端沈下結果である。ここでは、解析上上半支保設置時を計測開始時点の変位0となるよう補正している。これによれば天端沈下については、提案する手法が若干実測値をシミュレートしているが、おおよそ大差ないとも言える。なお、天端沈下量は計測開始時点の変位が不明のため解析結果と比較することの信頼性にはやや問題があると言える。

4．まとめ

AGFを用いたトンネルの地表面沈下予測に関する解析手法を提案し、実施工に対しその妥当性を確認した。今後は他の実施工や3次元解析等によりさらなる本手法の検証作業を行っていく予定である。

なお、本報告は、JH委託：JTA「特殊トンネル特別委員会」での検討の一部である。重要なお示唆を頂いた委員・幹事の方々に感謝致します。

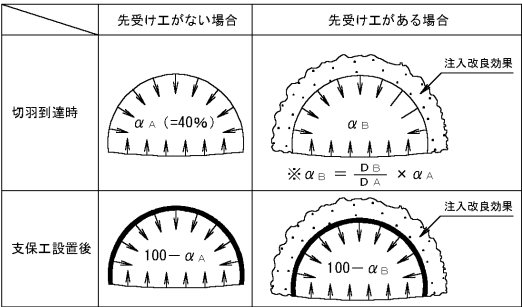


図-6 提案する手法における施工過程のモデル化

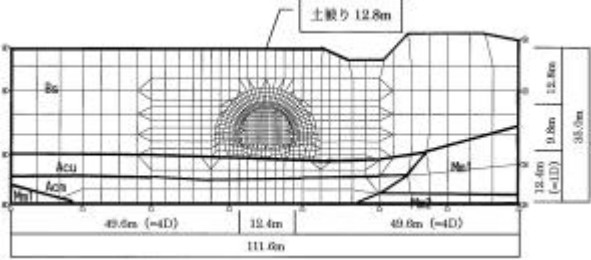


図-7 2次元横断方向解析の解析モデル

表-1 入力物性値

		単位重量	変形特性		強度特性		弾性限界 パラメータ
		γ (kN/m³)	変形係数 E (MPa)	ポアソン比	粘着力 c (kPa)	摩擦角 φ (°)	
盛土	Bs	16.5	20	0.45	43	20	2~8
旧谷底	Acu	6	6	0.45	70	15	10
堆積層	Acn	5	5	0.45	55	15	20
風化 泥岩	Mm1	10	10	0.4	320	6	2
	Mm2	70	70	0.4	320	6	2

	仕様	変形特性		強度特性	備考
		変形係数 E (MPa)	ポアソン比	粘着力 c (kPa)	
AGF	φ114.3@300	4800	0.3	550	鋼管含む(従来手法)
		115	0.3	550	改良体のみ(新手法)
RJP	φ2.8mctc.2200	320	0.3	2300	

	仕様	モデル	弾性係数 E (MPa)	断面積	断面二次モーメント
				(cm²)	(cm⁴)
吹付けコンクリート	t=250	トラス	4	2500	-
鋼管支保工	H-200	ビーム	210	63.63	4720

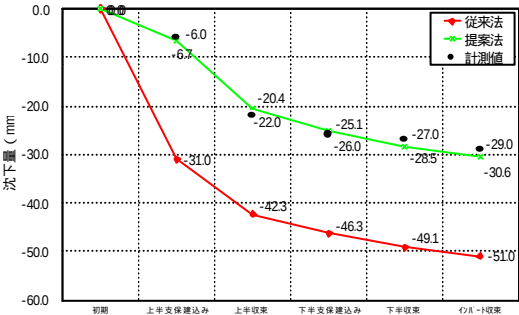


図-8 地表面沈下

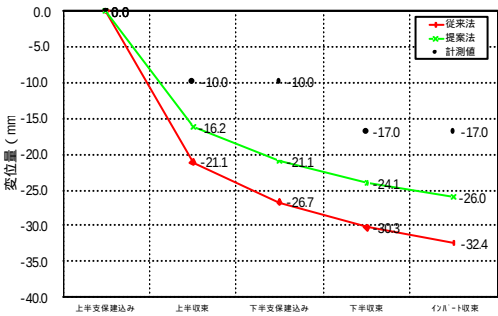


図-9 天端沈下結果