

日本道路公団 稲見 悦彦 鮫島 利隆
 日本道路公団 伊藤 惣三
 (株)応用地質調査事務所 近藤 達敏 土屋 浩

1. ま え が き

NATMにおける吹付コンクリートはトンネル周辺地山に密着して施工されるために、地山の変形を強く拘束する一方、自身が地山とほとんど同様の変形を受けることとなる。そのため、膨張性地山のように変形量の大きいトンネルにおいては、地山の破壊と前後して吹付コンクリートも破壊し、支保部材としての機能を失うことがある。吹付コンクリートの破壊を避けるためには、吹付コンクリートの材質の向上をはかる一方、吹付コンクリートにかかる負担を軽減させる工夫が必要である。

筆者らは、東北自動車道八戸線折爪トンネル東工区¹⁾において、第三紀の緑色凝灰岩類に遭遇し、2段ベンチNATM工法では対処できない事態に立ち至った(写真-1参照)。そこで、本坑断面内に図-1に示したような円形導坑を掘削することによって、本坑掘削後の変形を減少させ、本坑吹付コンクリートの破壊を防止することに成功した。この種の工法としては、北越北線鍋立山トンネル中工区において「いなし工法」²⁾として試みられたことがある。

2. 導坑掘削の効果

本坑断面内に導坑を掘削することが、本坑切羽到達後の壁面変位量を低減させる効果があることを、図-2に模式的に示した。変位量の低減率については、本坑および導坑を同心円に置きかえて、FEM計算によって検討する。なお、地山は完全弾性体とみなしている。

2次元FEM計算結果を図-3に示した。切羽到達時の応力解放率は0.3、地山と吹付コンクリートの弾性係数比は1:25、本坑半径は6mとしている。導坑がない場合を基準とすると、半径2mの導坑を掘削し

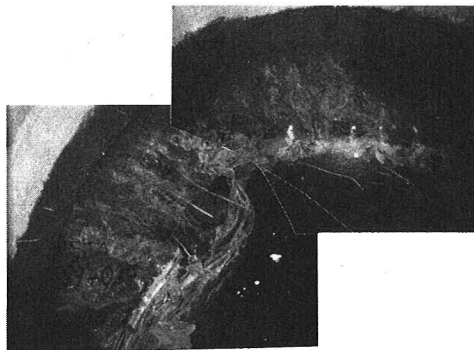


写真-1 縫返部における変形状況

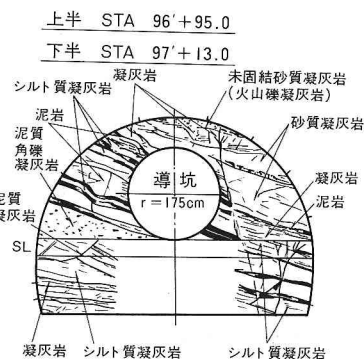


図-1 切羽での地質状況と円形導坑

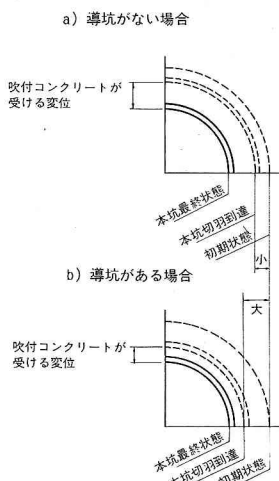


図-2 吹付コンクリートの変形

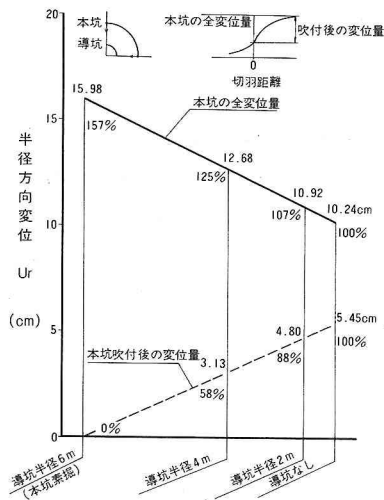


図-3 2次元FEM計算結果

た場合、本坑壁面の全変位量は7%増加するが、本坑吹付コンクリート施工後の変位量は12%減少する。また、半径4mの導坑を掘削した場合、本坑壁面の全変位量は25%増加するが、本坑吹付コンクリート施工後の変位量は42%減少する。なお、このモデルにおいて本坑を素掘りとした場合、壁面変位量は57%増加することがわかる。

次に、軸対称FEM計算結果を図-4に示した。本坑のみが掘削された場合の切羽到達時変位量は、最終変位量の0.254倍に相当する。また、半径2mの導坑と本坑が掘削された場合の切羽到達時変位量は、最終変位量の0.339倍に相当する。両者の最終変位量は等しくなっているので、切羽到達時変位量は導坑掘削によって11.5%増加することになる。これは即ち、本坑切羽到達後の変位量が11.5%減少することを図-4 軸対称FEM計算結果

示しており、前述した2次元FEM計算結果とはほぼ一致している。

一方、導坑に対する本坑掘削の影響は図-5のようになり、導坑の壁面変位量が最大33%増加し、その位置は本坑切羽前方3m(D/4)付近になっている。

導坑先進方式NATMはあくまでも、他の工法で対処できない地山に限って適用されるべき工法である。この工法を採用するまでには図-6に示したような検討が必要であろう。

3. 折爪トンネルにおける適用例

折爪トンネル東工区下り線における施工実績としては、坑口から順次つぎのような工法と施工延長になっている。

在 来 工 法	165m	<土被り35m>
2段ベンチNATM	201m	<土被り80m>
導坑先進方式NATM	234m	

土被りは坑口から順次大きくなっており、2段ベンチNATMで施工した区間の内、土被りが60mを越えた区間約100mについては縫返しが必要になった。第三紀の緑色凝灰岩類は、その前方200m以上にわたって分布するため、導坑先進方式NATMに変更した。縫返し区間の始点における地山強度比は1.5(q_u の平均値20kgf/cm²)、導坑先進方式区間の始点における地山強度比は1.1前後になっている。

導坑先進方式NATM区間における変形余裕量は、上半について40cm、下半について30cmとしたが、変位量はこれ以下であり、縫返しの必要がなくなった。また、本坑吹付コンクリートの破壊はごく一部にとどまっている。

参 考 文 献

- 1) 北林 哲・井出節雄：脆弱な凝灰岩地山におけるNATM、トンネルと地下 第13巻8号、1982.
- 2) 大塚正幸・高野 彬：膨張性泥岩におけるトンネルの挙動と地質特性、土と基礎 第28巻7号、1980.

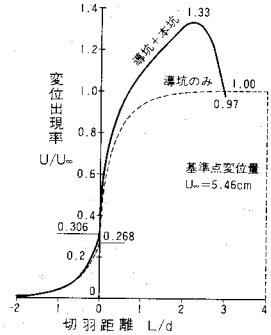
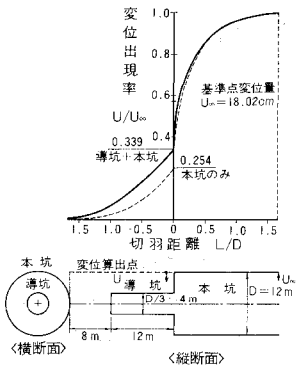


図-5 導坑に対する本坑の影響

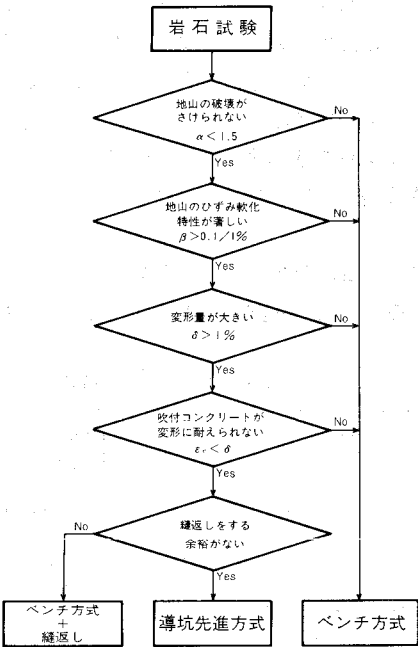


図-6 採用時の検討事項