

CS-51 東京都心部の大深度地下における多目的トンネルに関する調査研究Ⅱ（その6） －NATMによるトンネル拡幅部の検討－

(株)フジタ 正会員 村山 秀幸
佐藤工業(株) 正会員 木村 定雄
早稲田大学理工総研 名誉会員 森 麟

1. はじめに

筆者らは、東京都心部の大深度地下利用における多目的トンネルに関する一連の調査研究として、都市計画のおよび地盤工学的立場から多目的トンネルのルートを選定し、立坑およびトンネルの構築に対する設計・施工に関する技術課題を検討し、その概要について報告^{1)・2)}している。本報告では、NATMによるトンネル部の拡幅に関して数値解析による検討を実施した結果について述べる。

2. 本提案における NATM の適用

本提案では、立坑構築に連続地中壁工法、トンネル構築に泥水シールド工法を適用することを想定している。NATMは掘削断面の形状を適時変更することが可能であり、本提案ではNATMを異形断面の掘削工法に採用することを想定し、その具体的な利用形態をまとめると以下のようである。

- ①立坑とトンネル接合部の多目的利用：立坑を小規模にしつつ地下空間を有効に利用する。
- ②各種連絡トンネルの構築：例えば立坑とトンネルが隔離する場合など。
- ③将来の多目的トンネルネットワークの構築：立坑とトンネルとの接合部の拡幅。
- ④機械設備のための空間の確保や各種物資の貯蔵を目的とした多目的空間の利用。
- ⑤トンネル本坑での離合空間(待避所・非常駐車帯など)の確保に利用。

3. 数値解析による検討

本提案における多目的トンネルは、土丹層中に構築することを想定している。まず、NATMによるトンネル拡幅における地盤条件の検討として、トンネルに対する土丹層の被り厚さをパラメータとして、有限要素法による弾塑性解析を実施し、次に、この地盤条件においてトンネル本坑での離合空間の確保を想定した拡幅断面の解析を実施した。

(1) 地盤条件：土丹層の被り厚さをパラメータ

地盤条件の検討は、前報¹⁾と同様に、トンネル形状を直径10mの馬蹄形、全土被り厚さを50m、土丹層の被り厚さを2.5D(25m)、1.5D(15m)、1.0D(10m)、0.5D(5m)、0.0D(0m：層境界がSLと一致)、-0.5D(-5m)として計6ケースの弾塑性解析を実施した。地盤は上部層と土丹層を水平に2層想定し、表-1にその地山物性を示す。表-2ケース(1)に支保パターンおよび解析手順を示す。なお、地山物性、支保パターン、解析メッシュおよび解析手順などは前報¹⁾と同様である。

図-1(a)～(f)に各ケースにおける地山の局所安全率の分布を示す。図より、トンネルに対する土丹層の被り厚さが1.0D以上の場合には、地山の安定性が比較的高いことがわかる。

(2) 本坑離合空間の拡幅

次に、本坑トンネルの離合空間の確保を目的として、円形トンネル(直径10m)を楕円形状に拡幅する場合について地山の安定性を検討した。拡幅形状は、トンネル内でゴミ運搬に採用を想定しているデュアルモード

表-1 地山物性

	上部層	土丹層
単位体積重量 tf/m^3	1.8	1.9
ヤング率 kgf/cm^2	200	3,000
ポアソン比	0.4	0.3
内部摩擦角 [*]	25	20
粘着力 kgf/cm^2	0.2	5.8

表-2 支保パターンおよび解析手順

	ケース(1)	ケース(2)
[支保パターン] アーチ・側壁部 吹付コンクリート 鋼製支保工 インバート部 吹付コンクリート 鋼製支保工	20cm H-150, etc 1m 20cm -	35cm H-350, etc 1m 35cm H-350, etc 1m
[解析手順] step1 step2 step3 step4 step5 step6 step7	(掘削外力 50%) 自重解析 上半掘削 上半支保 下半掘削 下半支保 - -	(掘削外力 50%) 自重解析 本坑掘削 本坑支保 拡幅上半掘削 拡幅上半支保 拡幅下半掘削 拡幅下半支保

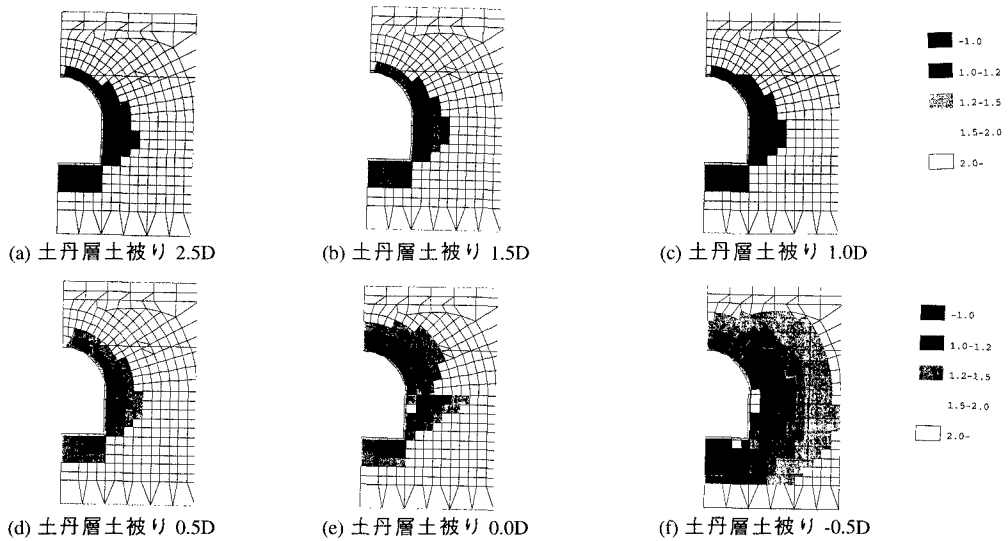


図-1 トンネルに対する土丹層の被り厚さと地山の局所安定性（局所安全率分布）

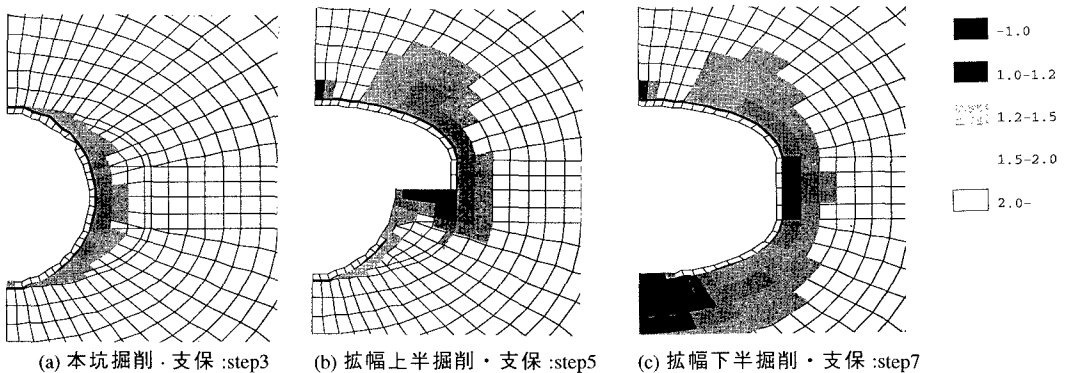


図-2 トンネル本坑拡幅における地山の安定性（局所安全率分布）

トラック (DTM:4t)¹⁾ が離合可能な空間を確保できる領域として横幅約 3m を拡幅することとした。土丹層の被り厚さは前述の検討から 1.0D(10m)、全土被り厚さを 50m とした。地山物性は表-2、支保パターンおよび解析手順は表-2 ケース (2) である。図-2(a)～(c) に、各解析ステップにおける局所安全率の分布を示す。図より、地山はインバート部に塑性領域が発生するが、天端および側壁部は比較的安定であると考えられる。

4. おわりに

本報告は、提案する東京都心部の大深度地下における多目的トンネル構築計画に関して、NATM によるトンネルの拡幅について検討した結果について述べた。NATM によるトンネル部の拡幅は、地盤条件としてトンネルに対する土丹層の被り厚さが 1D 以上の場合において、地山の安定性が高くトンネル拡幅に有利であると考えられる。今後は、湧水対策と地盤補強を考慮した補助工法（薬液注入、凍結工法、先受け工法など）を検討する必要があると考えられる。なお、本報告は早稲田大学理工学総合研究センターにおける民間 6 社との共同プロジェクト『大深度地下インフラに関する調査研究』の研究成果の一部である。

<参考文献>

- 1) 例えば、村山秀幸・木村定雄・森麟・小泉淳：東京都心部の大深度地下における多目的トンネルに関する研究（その 3）- 土丹層における NATM の適用性の検討 -、土木学会第 50 回年次学術講演会第Ⅲ部門、1995.9.

- 2) 例えば、村山秀幸・中山智晴・森麟：東京都心部の大深度地下における多目的トンネルに関する研究（その 7）- 立坑