

N A T M の 特 徴

構 造 研 究 室

〔問1〕 NATMとは？

〔回答〕 NATM(New Austrian Tunnelling Method)は、1962年にオーストリアのラデスラウ・フォン・ラブセビッツが経験と地盤工学の理論とを体系的に結びつけて提唱したもので、トンネル施工法のひとつです。この工法の根本は実際の経験から生まれたもので、多くの計測と現場での挙動の観察を行い、それから、理論に基づいて現象の説明を行ったことにあります。

NATMの定義は、『岩盤または土砂中に設けられた地下空間の周辺地山内に円環状の支持構造体を形成するという目的を達成しようとする工法』とありますが、地山が有している支保能力を積極的に利用してトンネルを合理的に設計、施工しようとするものであると認識してさしつかえないでしょう。

〔問2〕 NATMの特徴は？

〔回答〕簡単に特徴をまとめてみました。

(1) ロックボルト、吹つけコンクリート、支保工などを適宜組み合わせ、比較的薄肉の覆工を行って、場合によってはある程度の変形を許す「柔な構造」により地山を支保するとともに、地山自体の持っている保持力を最大限に生かす工法のひとつです。また、在来の支保工と比べて、地山と支保材の密着がよくなることにより空隙をなくし、受働土圧を期待するという考え方も立っています。

NATMによるトンネルの破壊は、せん断によるところが大きいということがひとつの解釈としてあることから、従来の厚肉覆工のように曲げモーメントで破壊するのではなく、せん断抵抗に対して耐荷力を保持するという考え方に基づいているため、覆工の強度は相対的に増加すると考えられています。

(2) 従来工法では、覆工厚を主に経験により地圧、変形などを定性的に推定して設計してい

ます。これに対し、NATMでは地圧、支保応力、地山および支保の変形などの継続的な計測をすることにより、ロックボルト長、間隔、吹つけ厚などを一応、定量的に設計することができます。さらに計測結果を施工現場に活用することにより、事前にある程度の危険性を察知することができるので安全性が高まります。

(3) 地山の保持力を十分に発揮させ、フレキシブルな構造にするため従来よりも覆工厚を薄く、また地山の状況に応じては吹つけのみ、あるいは吹つけとロックボルトという組み合わせが用いられるので、従来よりも省資源的な覆工を行うことができ、経済的にトンネルを造れる(可能性を持った)合理的な工法です。

(4) 不安定な岩盤(膨張性地山、軟弱地質など)に対する適用についても、基本的に堅岩の地山の場合と同じ段取りで、1次ライニングを可縮、可撓構造にすることにより優れた実績をあげています。また、都市トンネルにも採用さ

れ地表沈下の少ないことが実証されたことなどから、悪い地山への適用性も他の工法より優れています。

(5) 従来の工法においては、覆工までの短い期間に直接、しかも鋼製支保工、矢板のある凹凸の多い面に止水シートを施すため、完全な防水効果が発揮できなかったのに対し、NATMでは切羽から離れた後方において、吹つけによる1次履工の終わったスムーズな面に完全な防水工を施工できるので水密性の高い覆工ができます。

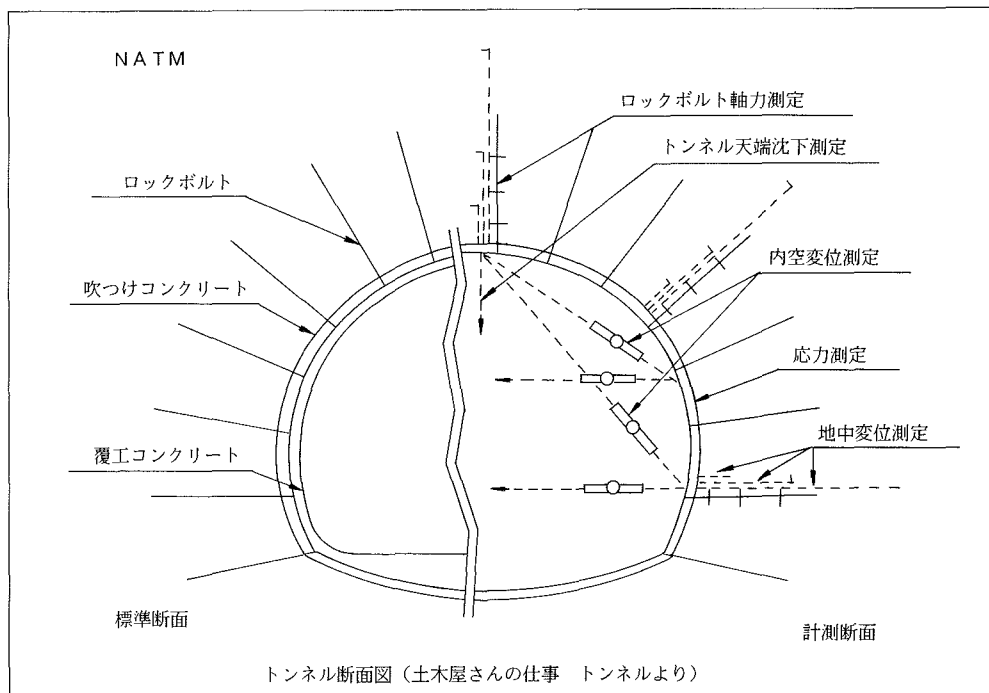
(6) 施工上、内空断面を広く有効に使えるので、安全性、作業能率が高まります。地山が悪くなっても断面を変更せずに済む場合が多く、変更する必要が生じた場合でも比較的簡単です。また、基本的には断面の大きさに左右されずに施工できるので、大断面から小断面まで適用可能であり、さらに切広げの場合でも盛替えによる危険や地山の緩みがほとんどないので、地下駅部などへの取り付けの変更など、異形断面への移行が相対的に容易な工法といえます。

〔問3〕 NATMには計測がつきものですがどうしてですか？

〔回答〕 NATMは地山の持つ強度を有効に利用して、トンネルの安定を保つようにする工法であることは、前回答の中でも述べているところではありますが、地山の強度を有効に利用するためには、トンネルを掘削すると地山がどのように挙動しているのか、支保工はどのように変位しているのかを把握することが必要とな

ります。このために、工事における計測が必要不可欠となります。それでは、計測にはどのようなものがあるのか紹介します。

大きく分けて計測A、計測Bというものがあります。計測Aは、日常の施工管理のために実施するもので、観察調査、天端沈下測定、内空変移測定、地表沈下測定からなっています。計



測Bは、地山条件や立地条件に応じて計測Aに追加して実施するもので、地山試料試験、坑内地中変位測定、ロックボルト軸力測定、吹つけコンクリート応力測定、鋼アーチ支保工応力測定などからなります。これらの計測結果から得られる事項は、道路トンネル観察・計測指針（平成5年版）¹⁾に記載されているので参照して下さい。

計測した結果を現場にフィードバックし、合理的な設計・施工を行うことは、安全性の面でも有効な手段です。また、計測することは将来のトンネル技術の発展に欠かせないものでもあります。

おわりに

NATMは、岩盤力学における概念から生まれた合理的なトンネル施工法の一方法で、理論

の裏づけのある設計施工、現場における計測のフィードバックなどにより、従来の工法の持っている欠陥をおおむね解消できます。つまり社会的要請に基づき、いかにトンネルを安全、迅速、経済的に掘削し、耐久性のある構造物として完成させるかというトンネル技術の目的にかなった工法といえます。しかし、NATMは歴史の浅い工法で対象物が自然ということもあり、まだまだ理論的には十分に確立されていない工法ということも事実です。この工法を、より発展させるために岩盤評価、断面形の検討、施工技术上の諸問題などの課題について検討している段階であり、現場での実際の施工にあたっては関係者一同が問題（目的）意識をもって対処していただきたい。

（文責 佐藤 京）

参考文献

- 1) 日本道路協会；道路トンネル観察・計測指針 平成5年度版，平成5年11月。
- 2) 土木工学社；NATMの理論と実際，昭和62年7月。
- 3) 土木工学社；山岳トンネルの新技术，平成3年11月。
- 4) 森田武士；土木屋さんの仕事 トンネル，三水社，平成2年7月。