

文献調査 文献調査委員会

切羽安定の手法

Looking ahead for stability

Tunnel & Tunneling International

November, 2000

TBMでは掘削中の切羽安定が可能であるが、TBMが使われないオープンな切羽の掘削ではそれはさらに難しくなる。地盤のコントロールはもっと複雑になると技術編集記者のモーリス・ジョン氏は報告する。

切羽安定 (face stabilisation) の問題は、掘削により切羽が不安定になるときはあまり扱われない。おそらく地盤制御 (ground control) の問題として述べるのが最も良いであろう。その目的は、制御できない地盤の動きがないようにして切羽を掘りながらトンネルの計画断面周囲に対して永久的な支保を提供することである。現在切羽それ自身と同様、切羽前方の地盤の動きを制御すべきことが広く認識されている。

当然要求される地盤制御の程度とそれを達成するために選択される方法は、任意の地下水圧と流量と掘削される地盤と種類に主として依存する。考えられる他の要素には、地盤安定の手段が掘削にとって障害となるか、永久的なトンネルの支保として使うのか及び通常のコストですむかということが含まれる。

・TBM補助

もしTBMをスラリーあるいは土圧システムで使用するのが実際的であるならば、これらは自動制御による切羽土圧に対する比較的迅速な手段を提供する。同時にTBMのシールドは掘削の過程と支保建込み (support erection) やグラウチング (grouting) を保護する。

しかしながらTBMの地盤制御は広く地盤が変化する区域や極端な土圧が機械のシールドを押しつけるところではあまり成功しない傾向がある。時々切羽の手前での浸透グラウチング (permeation grouting) のようなもっとオープンな切羽掘削に適した方法がTBMにおいても採用されなければならない。多くのTBMは現在、切羽へのグラウチング操作を許容したり、シールドの通路の周りに地盤改良キャノピ (canopy) を作るように

機械の中に十分な自由空間を残すように設計されている。オランダのボトレクトンネル (Botlek Tunnel) で使用されたヘレンクネヒト (Herrenknecht) のTBMは土質改良ゾーンを形成するための空間あるいはグラウチング装置のための空間を提供するために改造された。この短いレビューは現在開断面におけるトンネル切羽あるいはその近くでの地盤を制御する方法について述べている。悪い地盤ではこれらにより非円形断面の使用や全断面掘削を目指した部分掘削の排除、つまり全断面 (full section) でのよりよい掘削が可能となる。いくつかの手段は切羽の安定性を確保するため切羽の前方のよりよい地盤制御を提供する。

切羽の安定性を改善するために採用されている方法の大部分は原理としては新しくないが、監視と制御はトンネル支保設計の哲学とともに最近急速に複雑化している。この中には後に永久的支保 (permanent support) に組込まれるかもしれない、切羽近くの一時的支保の急速施工が含まれる。

したがって開断面における安定の基本的方法は次のものを含む。

- ① 広い範囲での鋼製アーチ、ロックボルト、永久ライニングセグメント、吹きつけ (shotcrete) コンクリートを含む切羽近くのトンネル周辺支保の急速施工
- ② トンネル断面の前方及び周囲の浸透グラウチング
- ③ フォアポーリング (forepoling), パイプルーフ, ジェットグラウテッドキャノピを含む「キャノピ」建設工法
- ④ 切断可能な材料で作られるロックボルト
- ⑤ 全断面掘削の前に頑丈なトンネル支保が設置できるための部分断面掘削
- ⑥ 切羽を地下水から守る圧縮空気
- ⑦ 圧縮空気と同様な目的を持っているが軟弱な湿潤地盤の一時的な強化である凍結 (ground freezing) 工法

最近柔らかい地盤における切羽の前方で地盤応力、結果として切羽における挙動を制御することの重要性に対する認識が増大してきた。この機能は、安全や、効率にとっただけでなく最終構造物の安全性や隣接構造物への危険を最小化するためにも重要である。そのようにして可能であり安全であるという単なる一時的な支保の伝統的な概念の拡張があった。なぜなら良好な一時的なあるいは主要な支保は同時によい永久支保になるからである。付加的な支保材料とその改良はさらに安定した切羽

文献調査

条件の達成における重要な要素である。大きなトンネル断面ではこれは、応力をカバーできない切羽の領域を減らすため段階掘削のさまざまな方法によって支援されるかもしれない。

・段階掘削

今日段階掘削は急速なフレキシブルな支保に対して壁、上部、インバート、そして時には切羽の吹付けと同義である。明らかに、金網やロックボルトのような伝統的な補強材の使用は中間の表面を掘削することを困難にしている。吹付けにおける鋼繊維の使用はこの問題を緩和している。

しかしながら、部分掘削は、大断面のトンネルに制限されていない。マドリッド地下鉄の拡張工事での多くのより小さなトンネルにおいて「古典的」マドリッド工法あるいはベルギー工法が使われた (*T&T*, November (1988)p.33)。この場合コンクリート屋根が打設出来るよう木材支保の先進導坑の手掘りが行われた。側壁の機械掘削が続きコンクリート壁が作られた。そして最後にインバートが掘削され、コンクリートが打設された。この方法は沈下を最小にし切羽の動きを管理しやすくするだけでなく、少なくとも切羽の崩壊を回復するために使われてきた。

・キャノピ工法

切羽前方の上部支保の建設は、鉱山の悪い地盤で使われるような大きな径であらかじめドリルされた孔へのRSJsの挿入（フォアパイリング）から複雑な制御を伴

う水平ジェットグラウチングまでさまざまである。中間的工法として、鉄棒やパイプを叩込んだり、グラウトの充填された孔に挿入することなどがある。空いたままの孔の使用を避けるためにグラウトが注入される。

ババリアのオイヤーワング高速鉄道トンネル北端は、土被りが少なく、トップカバーの保護のもとに建設された。Hochtief/Universale Bau 建設共同企業体は、トンネルを通して地下水の量を減少させるために拡張グラウト計画を実施しなければならない。地盤は主に砂岩とクレイストーンからなっている。

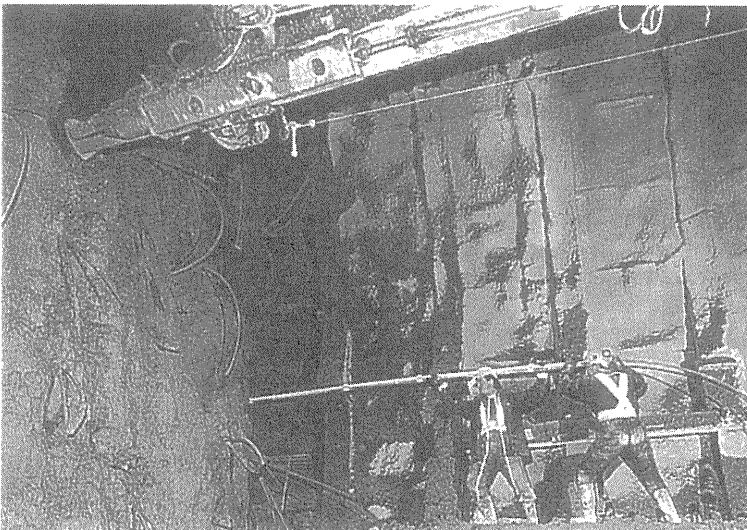
・凍結工法

凍結工法は緊急的手法としてのみ考えられるが、プロジェクトの一部として前もって計画されるときは大変経済的であり得る。海水冷凍回路を使う凍結は地表近くの立坑やトンネルに大変よく使用される。設置にあたってより高いコストとスピードのゆえに、液体窒素の使用は、予期しない悪い地盤や湧水裂け目に遭遇したときのように通常非常事態での使用に制限される。地盤凍結は高圧の地下水を取扱うときはしばしばグラウチングより成功しやすい。

Scandinavian Rock Group は、試験掘削でオスロのフィヨルド海底トンネルの建設中に湧水する水モレーン（堆石）を発見した。もろい材料は、フィヨルドの120 m 水圧のもとで水を含んでいた。グラウチングは効果がなく、そこで主として高い安全性と制御しやすさの故に凍結工法が材料を安定化させるために選ばれた。Geofrost が地盤凍結の設計と施工を請負った。115本の凍結管が掘削されそのうち103本が使用された。凍結の後、削孔と発破による掘削が、地盤が融解した時の落石を防ぐため促進剤を入れた吹付けコンクリートを使用して成功裏に進められた。

・ADECO-RS

ADECO-RSの主な見せ場は、困難な地盤の例を多く含むイタリアにおけるCAVETのための高速鉄道トンネルの建設であった。簡単に言うと、その方法は、トンネル切羽の前方における地盤挙動の制御に依存し、切羽におけるトンネル建設の微妙なゾーンにおける応力を制御することの重要性を



写真—1 トンネル切羽において埋込み・強化のために Sireg 社のファイバークラス構造エレメントを設置

文献調査

認識している。その方法は“Design & Constructing Tunnel-ADECO-RS Approach” (T&TI May(2000))の特別付録に包括的に述べられている。

この方法は、全長 90 km で計画されたアルプス山脈を通るボログナーフローレンスルート (30 km を超えるうまくいったトンネル建設) において採用された。

ロックボルトとずれ止めを使用した切羽安定が長年実施された。切断できる材料から出来た要素が機械による掘削を容易にするのが望ましいが、鋼製のロックボルトを使用することも可能である。通常カートリッジのレジコン混合物に固定される木のずれ止めと後に grp ロックボルトが 1960 年代から鉱山とトンネルで使用されている。最近の発展はグラスファイバー杭の使用であり、ADECO-RS アプローチの主要な特徴となっている。

例えば仏の TGV メディテランエ高速鉄道ルート の 860 m 長のタルタグイユトンネルにおいて主に粘性土において厳しい応力-歪み条件に置かれた 180 m² の断面の切羽は ADECO-RS 原理に基づくファイバークラスエレクトメントで処理された。

＜委員：江本 平＞

分野のユーザに、プレミアムの名前を持つ高価で高品質のディーゼルの販売している。しかし、最近まで誰も、プレミアムディーゼルの特徴を明確に示した標準を持っていなかった。

EMA (Engine Manufacturers Association) は 1995 年に、燃料の品質が均一で無いことや燃料システムのより高い圧力と温度に応答するため、プレミアムディーゼル燃料に対する高い標準を推薦した。その中では、潤滑性、セタン価 (最低 50)、低温流れ特性、洗浄性、安定性、エネルギー量を規定している (ASTM の D 975 には洗浄性、安定性、エネルギー量の規定は無い)。

しかし、米国石油協会 (American Petroleum Institute) も ASTM も、EMA の厳しい定義には同意しなかった。EMA は TMC (Truck Maintenance Council) と手を結び、プレミアムディーゼルの定義に関する一致した見解を出した。現在、EMA/TMC の必要条件を満たすディーゼル燃料の販売を促進している石油業者は Koch だけである。

消費者が危険にさらされているので、計量に関する全米会議 (National Conference on Weights and Measures : NCWM) がプレミアムの定義を法律で定めようと乗り出した。NCWM は 1990 年代の初期にプレミアムの問題が加熱したときには、プレミアムディーゼルの定義する ASTM の進捗を観察することにしていた。しかし、適切な進捗がないことが明白になってきたので、定義作業を自らの石油小委員会に割り当てた。NCWM は 1998 年にプレミアムディーゼルの仕様を決定した。それは EMA のものと異なっている。NCWM のプレミアムディーゼル燃料は、エネルギー量、セタン価 (最低 47)、低温流れ特性、安定性、燃料噴射器の清潔さの五つの条件のうち少なくとも二つを満たせば良いというものだった。

エンジン製造業者は、猛反対した。大部分の燃料販売業者は、洗浄性と安定性の条件を選択しているが、EMA は潤滑性の条件を望んでいる。また、二つの条件を販売業者に選ばせておくことは燃料に多くのカテゴリを作ってしまうことに繋がるかと危惧している。エンジン製造業者は、NCWM 特別委員会に招待されたが断っている。彼らは委員会が石油産業代表の比率が多すぎるので自分たちが上げたどんな関心事も無視されると予想したのだ。

NCWM の規定ができたので、燃料販売業者は燃料が資格を満たさなければ、“supreme” や “plus” や “premier” やそのほかの最上級を意味する言葉を使うことが

プレミアムディーゼルの時代は来たか？

Has Premium Diesel's Time Come ?

Construction Equipment
October, 2000

ディーゼル燃料品質のための唯一の連邦政府の基準は、0.05%以上の硫黄を含まず、最低セタン価 40 であるという環境保護局 (Environmental Protection Agency) の命令である。詳細は個々の州にまかされているが、ディーゼルの品質基準を定めた州はほとんど無い。

市販の大部分のディーゼル燃料は、米国材料試験協会 (American Society for Testing and Materials : ASTM) による D 975 の仕様を満たしている。それは、エンジンに損害を与えないことやセタン価が最低 40 であることや低温流れ特性について規定している。エンジンの大多数が D 975 の燃料で問題無く走っているが、燃料販売業者は、普通の燃料より良いことを要求する特定

文献調査

できなくなった。燃料販売業者は、満足する二つの条件を宣言することを要求されている。NCWMの標準は、自動的に法律にならないが、NCWMの標準を採用するか、たぶん採用すると思われる15の州において、少なくともあなたがプレミアムの価格を支払っている製品が典型的なディーゼルよりも規定された条件を満たすということについて保証されている。

プレミアムのためにコストをかける前に、始動や充電システム、寒冷地用ブーストシステムが正常か確かめるべきである。またタンクと分配器に高品質のフィルタを使うことによって燃料タンクから汚染物質を取り除くべきである。そして、それらを規則的な予定でメンテナンスすべきである。インジェクターも規則的に調整すべきである。それでもなおあなたが高品質の燃料から利益を得ることができると判断するならば、プレミアム燃料を使いなさい。ただし、提供されている製品の仕様を確認すべきである。また製品のクレームに対して試験結果を提供できない販売者からは決して購入してはいけない。

＜委員：杉谷 康弘＞

ローダが遠隔操縦で危険な 場所で稼働する

Loader Works in Dangerous Spots by Remote Control

Construction Equipment
November, 2000

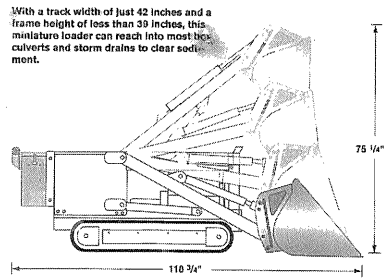
ミニローダ(miniature crawler tractor)が、崩落の危険があり、作業員がシャベルで作業する場所まで行く。

シャベルを持った作業員にとって不健康な作業現場がある。バージニア市にはそのような場所（ボックスカルバート）があり、彼らはMicrotraxx社の遠隔操作式ローダを試験的に使用するのに、1台購入する十分な理由があった。カルバート内を清掃した時のローダのバケットの最初の1杯には、ヘビでいっぱいだった。

Microtraxx ローダは地下鉱山用の機械として設計された。ウエストバージニアのメーカ、Rohmacは、災害時用の排水路やカルバートからの沈殿物の搬出等のチャレンジから、自治体の潜在的な顧客と水路について試験



写真—1 作業員はリモコンを使って安全な場所からMT 346を蛇が棲息するボックスカルバートに導入する



図—1 ボックスカルバートに堆積した土砂を清掃するのに十分のミニローダ。トラック幅は42in、枠の高さは39in

を続けている。

Rohmacは、アタッチメントのシリーズを販売しており、それは、ベーシックな動力源を使用出来るバックホウ(backhoe)、トレンチャ(trencher)、ウインチ(winches)、ドーザブレード(dozer blade)、発電機他を含む。会社は顧客が望むものは何でも作る注文品メーカーである。ローダMT 436のコンセプトは、スキッドステアローダ(skid steer loaders)やその他の小さな機械では届かない狭い場所に動力を搬入することである。ユニットはクローラの足回りの上にマウントされているので、大きな走行力(tractions)をもっている。

遠隔装置のオプションにより、オペレータと機械は電波によってのみつながっている。機械は危険な環境や、毒を持つ生息動物のいる場所へ行くことが出来、コント

文献調査

ロールボックスを持つオペレータは、安全な場所にいる事が出来る。MT 436 は、車重 3,500 ポンド (1,588 kg)、馬力 20 HP のディーゼルエンジンを搭載、バケット掘起力 (lifting capacity) は 2,000 ポンド (907 kg) である。価格は 49,000 ドル。

Rohmac は、地下石炭鉱山工業以外の分野での顧客の反応を評価しつつあり、市場を拡張するにつれ、より広い市場にこれらの機械をいかにもって行くさについて、近い将来、方針を決定することになるだろう。問い合わせ先：tel. 304/259-2201。 <委員：小守 昭尚>

//機械と各部名称がひと目でわかる//

指定建設機械一覧表及び 建設機械概要資料

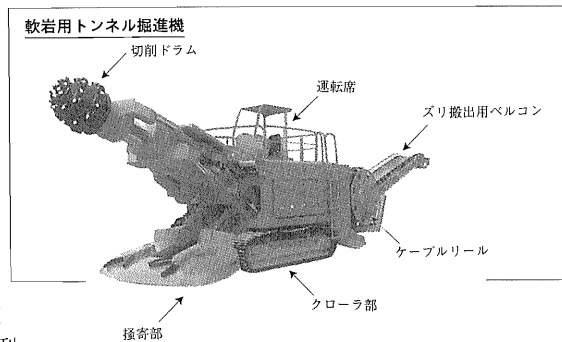
—平成12年度版—

工事積算担当者が工事積算に使用する建設機械の各部名称がわかるように概要図で説明しています。(建設機械損料算定表に定める主な建設機械約 190 機種を収録)

主要目次

- 排出ガス等建設機械の関連通達
- 指定機械一覧表
 - ・低騒音型指定機械一覧表
 - ・低振動型指定機械一覧表
- 排出ガス対策型建設機械一覧表
- 建設機械等損料算定表に定める主な建設機械の概要図

(概要図見本)



- B 5 判、約 290 頁
- 平成 12 年 4 月発刊
- 定価 2,310 円 (本体 2,200 円) 送料 400 円
(建設機械等損料算定表同時注文の場合は送料は無料とします。)

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 (機械振興会館)

Tel.: 03(3433)1501 Fax.: 03(3432)0289