

Longer tunnel gains <p19-21>

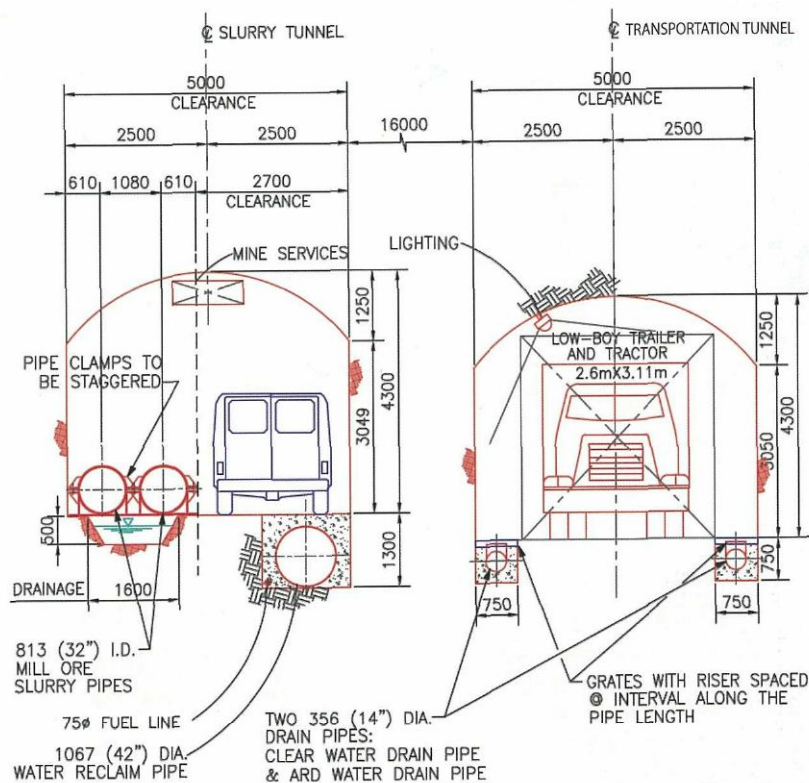
長いトンネルの増加

カナダのブリティッシュコロンビアは、大陸移動に伴う衝突で鉱物資源を含む 3000m 以上の山々が誕生し、標高 2000m 以上では氷河が存在する。この地域では、鉱物資源を確保するため、1960 年代に掘られた Granduc 鉱山のアクセストンネルの再整備と KSM 鉱山の開発のためのトンネルの掘削という 2 つのプロジェクトが進められている。

Granduc 銅鉱山は、経済情勢が悪化により 1984 年に閉鎖したが、近年の銅価格の上昇を受けてアクセストンネルを再整備し、埋蔵量の調査が進められている。トンネルは 27 年間放置されており、坑口の整備、古いレールの撤去、排水溝の再構築、支保の増強を行っている。

KSM 鉱山は、Granduc 鉱山の 30km 北に位置し、金、銀、銅及びモリブデンが豊富にあると推測されている。16 km と 7 km のトンネル（幅 5m × 高さ 4m）により鉱石を工場まで輸送し、水、燃料、電気を鉱山まで供給する。これらのトンネルルートのうち 7 km の区間が氷河の直下となることから、地質図の作成や削孔探査を行いながら慎重に建設を進めている。KSM 鉱山の開発にはアクセストンネルの他にも氷河の融水に数本の迂回トンネルが必要である。

Granduc 鉱山と KSM 鉱山の開発はブリティッシュコロンビアのわずか 2 つのプロジェクトに過ぎず、この地域では他の多くのプロジェクトが進行中である。鉱石の価格が上昇する限り、この地域はトンネル建設の主要な地域となるであろう。



KSM MTT cross-section

A measured response <p13-17>

慎重な意見

「World tunneling」の先月号に掲載されたWittke氏とSommer氏(WBI company)の「Designs in Jointed Rock」についてNick Bartonが矛盾と不正確さについて投稿した。

Wittke氏とSommer氏はFEMに基づいた優れたトンネル設計法を岩級区分についての理解不足から、この分野の発展をほとんど試みなかった。彼らは、1974年に立案された最初のQシステムを再生しているが、B+S(mr)（金網補強吹付け）が効果的なライニングであるとは言及していない。1993年にB+S(fr)が追加されたが、ノルウェーでは1978年から使用されていた。彼らは、S(mr)とS(fr)の定義を明確にしなかったため、イギリスでは吹付けは使用されなかった。両者には明確な違いがあり、S(fr)は迅速に対応が可能で早期に支保効果を発揮することができる。この違いはコストにも顕著にあらわれ、代表的なNATMではNMT(Norwegian Method of Tunneling)に比べ3~7倍のコストアップとなる。

図-1のQ-support チャートからどのようにロックボルトピッチ1mと吹付け厚が30mmの組み合わせを推定するのでしょうか。彼らはこれらの間違いを修正する必要がある。つまり、これらは間違った論理からなり、FEM解析などに無駄な時間を割いているということである。

筆者は、Q-histogramにより常にデータを収集し、代表的な様々な岩盤特性を示した(図-2)。限定的に適用できる単一のQ-value(6つのパラメータからなる)は最終的にはトンネルの範囲や長さを決めることができ、決して忘れてはいけない。Wittke氏とSommer氏らは、Q-valueが深さの影響を受けないと信じているので、8つのパラメータがQの項目選択に関係することを受け入れるのに苦労するだろう。

筆者のこの提言は、ノルウェーの5000kmのトンネルのうち2000km以上のトンネルにQ-systemを使用した設計支援を行ってきたことによるものである。

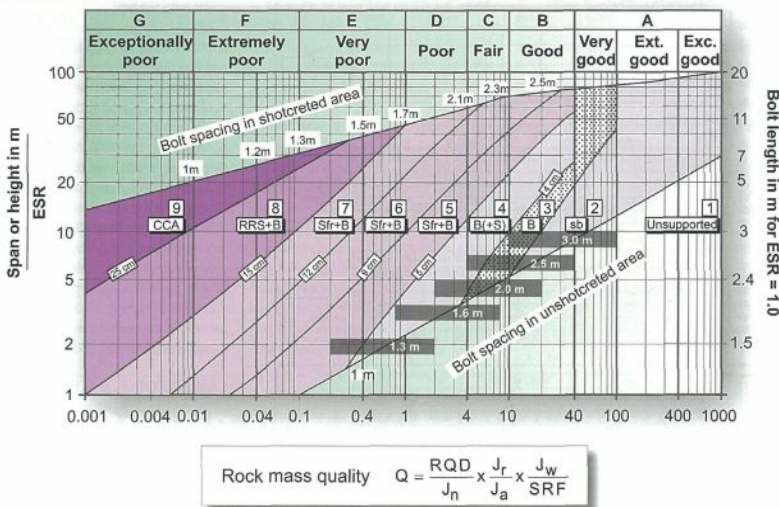


図-1

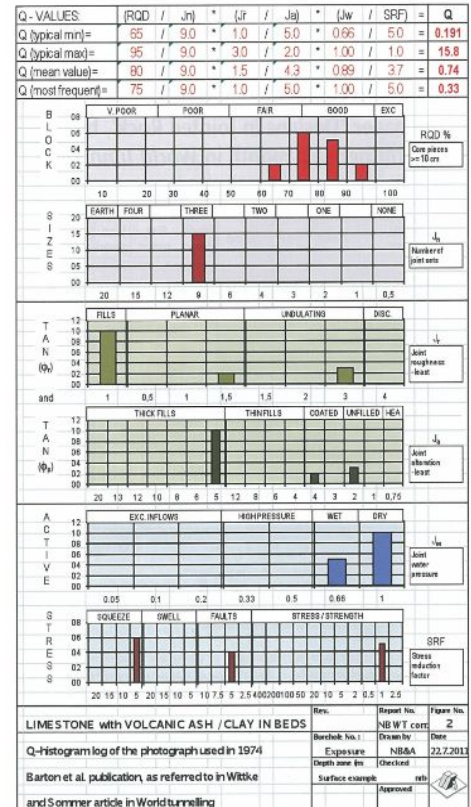


図-2

Maximising resources <p23-26>

資源の最大限の利用

ノルウェーの発電事業者であるNorsk Hydroは、オスロの約300km北西のSogn郡の既存の廃止された水力発電所の発電量の増加を目的としたHolsbru Kraftverkプロジェクトの一環として新しい導水路トンネルを建設している。古いTyinプラント(現在はHolsbru Kraftwerkに改名している)は、海拔ゼロメートル地点に位置し、連続的に稼働するには水量が不十分で、2004年に閉鎖され、新しいプラント(Tyin 2)が同じ年に操業を始めた。

このプロジェクトが完了すれば、既存の集水区域をよりよく開発でき、2台の発電機を追加することで84GWhの発電量の増加が見込め、全体で1600GWhの出力となる。

トンネル工事は、2008年6月の競争入札でHaehre Entreprenor (HE)が2600万米ドルで受注したが、事業の補償問題で工事開始が2010年10月となり、2011年末の完成が見込まれている。

トンネル工事には、発破工法による6kmのトンネルと7つの取水口と斜坑が含まれる。トンネル断面は幅4m×高さ5m、最大勾配は3%、土被りは40～50mである。

トンネルの地質は、亀裂の多い花こう岩であり、吹付け厚さが平均値よりはるかに厚い60-80mmとなり、発破孔の崩壊もあり工程遅延の原因となった。また、ロックボルト長も地質状況に合わせて2.5m～5.0mを使い分ける必要があった。

工程を早めるために(18カ月での掘削)2個所の切羽を同時に掘削し、4m～4.6mの掘進長とした。削孔は、Atlas Copcoの2ブームジャンボE2とM2を使用した。支保はSFRCとロックボルトの組み合わせとし、状況に応じて吹付けとロックボルトの施工順序を変更しながら掘削を進めた。ズリ出しにはシャフローダ(Haggloader 10HR-B;電気-油圧式)を1台使用し、発破毎に切羽間を移動しながら対応した。トンネル掘削は、2011年8月の時点で残すところ700mである。

