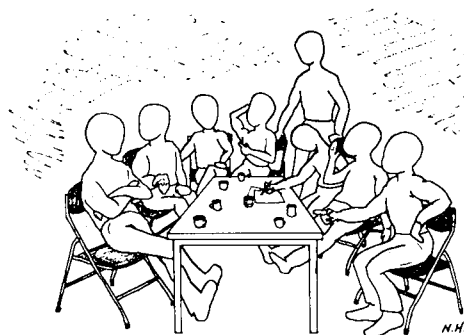


トンネルの施工ソフトの問題点を探る

SEEK FOR THE POINT AT ISSUE OF CONSTRUCTION
SOFTWARE IN TUNNELLING

出席者：

- 平野 逸雄 *Itsuo HIRANO*
正会員 大成建設(株) 土木設計部
- 領家 邦泰 *Kuniyasu RYOKE*
正会員 大成建設(株) 土木部
- 亀村 勝美 *Katsumi KAMEMURA*
正会員 大成建設(株) 土木設計部
- 大川 孝 *Takashi OHKAWA*
正会員 大成建設(株) 土木設計部
- 竹田 直樹 *Naoki TAKEDA*
正会員 大成建設(株) 土木設計部
- 梶 修 *Osamu KAJI*
大成建設(株) 土木設計部
- 本間 直樹 *Naoki HOMMA*
大成建設(株) 土木設計部
- 大津 宏康 *Hiroyasu OHTSU*
正会員 大成建設(株) 土木設計部



くなり、技術者は在来工法以上に、地盤工学的な知識に裏打ちされた豊富な経験が要求されます。

D しかし、責任技術者の権限があやふやですね。

B 海外では、責任技術者が「私はこう決めた」と言えば通るけれど、日本では事情が異なります。

C これからは、責任技術者の権限を強めるためにも岩盤工学、トンネル工学の知識に裏打ちされた経験をもつ「予測する技術者」の資格を確立する必要がある。

I 本日は、トンネルの解析技術を中心に、現場からみた話題をお話していただきたい。

トンネルの特殊性

A トンネルは、いわゆる明かりの工事とちがって、一断面、一断面がそれぞれ構造物であって、なおかつ長手方向にも構造物であるという特殊性がある。

B トンネルでは情報量が限られます。切羽の面と、今まで掘り進んで来たところの事象しか判らない。

C つまり、得られた情報を施工にフィードバックする「情報化施工」になります。限られた情報のうち、何をベースに予測し、判断するかが問題です。

NATM が主流になって、情報判断のウェイトが大き

トンネルの神様

E きょうび、切羽に立っているだけで、山の状態を読みとれ、肌で山の安定が感じられるトンネルの神様のような人は、本当に少ないわけです。そういった能力を少しでも補うために「予測するための解析手法」とか、「山の動きを知るための計測手法」が発達しつつある。それでわれわれが数少ない経験でも判断できる状態にだんだん来てきているのだと思うんです。

何のための予測かと言うと、一つは純然たる設計のた

め。もう一つは、今はやりの施工管理の中に生かすための予測です。

I 本日は施工管理の面から解析・予測をみていただきたい。

B 最近、NATM の場合、沢山ある予測手法が一つに片寄りすぎるような感じがするんです。最近の論文をみると、計測は計測だけで全てを予測しよう、判断しよう。地質は地質データだけで判断する。あるいは FEM 計算だけで予測すると言う形で、いろいろの情報が有機的につながっていない傾向が強い。

だから、色々な情報を集めて総合的に判断するという責任技術者の責任は非常に重い。

C 今、色々な所で言われているのは、判断基準が各個人個人バラバラなんですね。何らかの線を引きたい。その線がどこにあるのか判らないので、施工側も論議が取れんしない。そういう判断の基本が土木学会か土質工学会に欲しい。

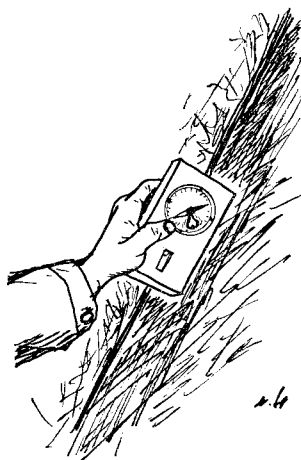
地質情報の見方

D トンネルの挙動予測をする場合、どのような情報が主になりますか。

C 一番最初のベースは、地質情報です。ただし、われわれ設計者は、どちらかと言うと構造解析的な見方をして地山の強度特性や変形特性を中心に考えてしまう傾向があります。

つまり、地形、地質を立体的に把握できないので、限られたところしか見ていない可能性がある。

地質情報と言うと地質学者たちの情報がありますね。たとえばボーリング/地質報告書などです。それには沢山問題点を書いてあると思うんです。しかしわれわれには判らない。多分、われわれに読み取る力がないと言うことと、彼らに伝える力がないことの両方だと思うんで



す。

B それは、一つには、調査する人と施工する人の地山に対する考えかたのギャップがあるためだと思います。

F 地質屋さんは、泥岩だったら、この泥岩もこちらの泥岩も時代的に同じだと見れば、同じ泥岩と書いてしまふ。われわれが見れば、この泥岩とこちらの泥岩は、変形係数が絶対違うと判りますから、違った絵をかきまふ。その差です。

地質屋さんには、もう少し工学に近付いてもらいたいし、逆にわれわれ土木屋は、地質について生成時代の問題とか地質構造的な成り立ちなどの視点から現象の見方を学ばなければならぬ。

C たとえば、「地質調査報告書の書き方と読み方」といったマニュアルが欲しい。

F この辺の中間領域が、地盤のモデル化などを行う場合、重要なポイントになって来ると思うのです。現在、割合の盲点になっているところです。たとえば、断層や褶曲と膨圧や地滑りの関係がそれです。

解析で何が判るか

F 解析の機能としては2種類あると思います。

- ① 推論を実証する機能と、
- ② ある条件下での挙動の予測機能です。

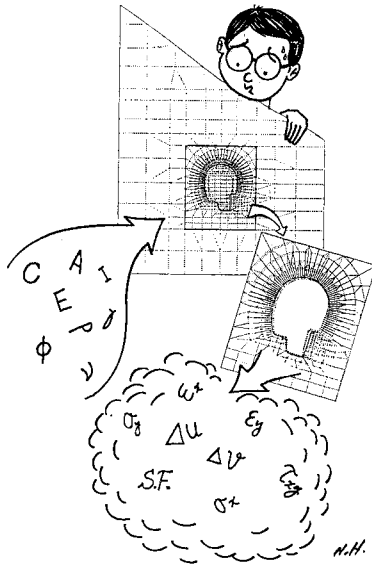
C われわれが、普通やっているのは、前の方のケースで、大体答えを想定して数値解析をしている。結果が予想を大きく外れれば、解析そのものがおかしいと一番先に思います。ですから、そこに判断がある訳です。

F 後の方のケースは、今回のジャンボ機の破壊原因を追及するケースと同じように予想できないことのシミュレーションです。

D トンネルの場合は、そういう本当に何だか訳の判らないときは、たとえば「試験施工」などの方法をとります。

B 最近、解析の結果に対し「精度が数ミリ」という過大な要求をするきらいがある。解析のための情報として得られるデータは、例えば一軸圧縮強度ぐらいで、これをもとに弾性係数も、 C , ϕ も、ポアソン比も決めなくちゃいけない。この情報ギャップを埋めるために、この解析はこういう仮定に基づいて解析していると言うことを、要求する側も十分納得した上で解釈してほしいわけです。

C 数値解析の一般論として、ある線引きをするなら、あくまでも情報源の一つだと考えたい。それがすべてではないと理解していないと大きな間違いをすることになる。したがって数値解析結果を、定性的に見ること



が必要だと思いますね。

B ただ、数値計算を使ってアッパーリミットとか、そういう管理基準値を決めておかないと、現在の状況が、どういう状況なのか判断できない。

G 某現場では、数値計算は、予測計算ということでその結果は目安としてしか見ない。大体の挙動傾向、どの位の変位量が出るものなのかをつかみ、施工段階では計算結果と計測による実測値とを比較して補完修正していくようにしています。また計測値はとびとびの情報ですから、連続的な切羽の地質情報（亀裂の分布と地質の評価）を大事なデータとするわけです。この三つを有機的に結び付けることによって、全体の挙動傾向が想定した目安の中にあるかどうかを管理して行く訳です。もし、局部的に、あるいは全体的な動きが予測した目安をオーバーした場合、それはどこに誘因があるのかと言う視点で地質データの吟味にもどるわけです。

入力物性値・モデル化をめぐる

A 事前調査では、弾性計算しかできない情報量しかないのに、三次元の計算をしても、その解析は単なる数字のお遊びですよ。

つまり、「 N 値しかなければ弾性計算ですよ」とか、「三軸試験までやっていれば、この辺までやれる」とか、解析手法と室内試験のつながりを合理的にオーソライズしたものがない。だから数値計算が野放しになって、「三次元ではこうなりました。二次元ではこう、変形係数を $1/2$ にしてみれば合いました。」などと言うことになるわけです。

F 現在の地質調査は、切羽のスケッチ以外、すべて

点とか線の情報でしかない。これを面とか、立体でとらえる調査方法を一つ確立する必要がある。たとえば、レーダーとか、弾性波などを使って 5m 、 10m 先まで評価できるものです。また、モデル化ということになると、手法ばかり先走って、実測に裏付けられていないというところがあり、このことがここ数年岩盤力学の進歩の止っている原因だと思う。

D 計算する手法はそれこそ星の数ほどあって何でもできる。

B だから、いかに情報を与えるかが一つのキーポイントです。さらにコストを考えて、いかに情報を生かすかということです。

F たとえば硬岩の場合、その異方性だとか、ジョイントだとか、クラックとか言うものの支配力が大きいのですが、それを強度で表わしたり、変形係数で表わしたりマスでとらえてモデル化する手法が確立していない。

軟岩は、ある程度ホモジニアスで、変形係数とか強度に代表させると解析に乗りやすい。ところが、膨張圧だとか特殊な条件が入ってくると、潜在的な地山応力が大きな原因になる。また、土砂の場合、水の影響、地形などの条件変化により、どの情報が得られたら、どこまで計算が出来るか判らない。

C あと、トンネルの発破の問題がおざなりになっている。掘削に発破を用いる場合、地山に発破振動が伝わり、地山の物性値にどのような影響を与えるのか、その範囲が不連続面などの走向傾斜によってどのように影響されるのか、そのことについては殆ど本には書かれていない。その辺の問題がトンネル工学にあるわけです。

大変な計算ですな

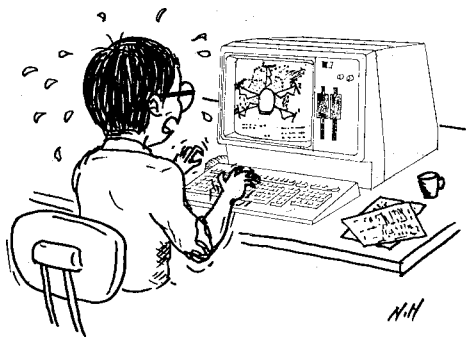
E 解析手法としては、弾性 FEM、弾塑性 FEM、国鉄の NATM・FEM 等が既に使われている現状がある。

A 一般的に硬岩は剛塑性論で考え、軟岩は弾性論と塑性論で考えることになる。

B たとえば、地層構成一つについても、この先何mの構成はこうであると言う情報は判らない。だから施工管理に使う解析はコストと早さを考えなければならない。

解析をやって、切羽に戻ったら切羽は 10m 先に行っている。トンネルは毎日毎日進んでいるから、本当に早くやらないと意味がない。

C 早くやるとすれば、解析は特殊事情を除いて、二次元の平面ひずみ弾性計算にして、変形係数だけを変えて、切羽の三次元的なことを考えながら追えば、そんなに間違いのない答えが出てくる。その場合現実と大きく違うことがあるが、それは多分、地盤の状況の違いです



からその場で修正対処すればいい。

B 弾性計算というのは、塑性とか動く要素が入っていないから、技術者の判断材料となりうる。つまり、色々な情報の一つとして使えるわけです。ところが、へんな塑性計算結果を見せられると、判断する人が他の情報と比較できずに「これは大変な計算ですね」ということになって、判断がしづらくなる。

C 非線形弾性解析だって問題が在ります。検討時点の応力レベルが非線形弾性のどこにあるのか全く判らない事になっている。計算過程がブラックボックスなのは問題だと思います。

D 数値計算を変形だけに使う、それも線形だとすると、一番問題になって来るのは変形係数の決めかたですね。

C 変形係数の決めかたには色々な方法がある。RQDとか弾性波だけから決めてもいいと思う。線形解析の利点は、決めてたとえ違っててもほぼ1:1で対応することである。この変形状態ならこの地質はマスとしてこの位の変形係数だから、次もこんな値で収まると予測ができる。

切羽の観察

I トンネル技術協会は、NATMの計測については計測A、Bとしていますが、情報化施工としての計測のポイントはどこでしょう。

C 一般的には、軟岩は、内空変位……変形計測で、硬岩は変形計測してもしょうがないから、切羽の観察がポイントでしょう。

D 切羽をスケッチするとき、異方性みたいなものとか、風化された所がないとか、観察のポイントがあるわけです。そのディテールを詰めなければならない。「これはキーブロックだ」とか。さらにいかに早くフィードバックするかが問題です。スケッチとか走向、傾斜を計るのは簡単ですよ。しかし、何に結び付けられたいかが確立していない。

C 計測は、ロックボルトの軸力と内空変位がメイン



になる。

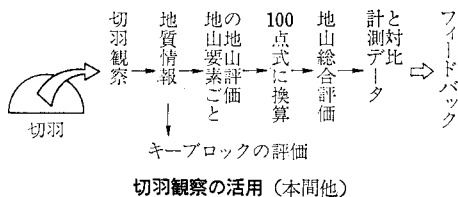
計測やって、一番困るのは、吹付コンクリートの背面土圧です。わからない値が出る。

F 吹付けの背面土圧とか、接線方向の応力は、相当大きい変形が出てきたときにはきれいに出来ます。

B もう、がらっと変わった計測方法が出てきてもいいんじゃないかな。

たとえば、写真をとって、何か統計的な処理でグラフで判断するようなものがあったらいい気がするね。

C それが今、もっともやろうとしている事だ。切羽の観察をいかに定量化しようか、いかにそれを判断して早く施工にフィードバックするかを研究する必要がある。



解析結果の見方

D 大原則として、当初設計で設定した条件を大きく逸脱しているかどうかをまず判定してやるのが計測だと思ふ。

E 合っているかどうかと言うのは、具体的な数値ではないですね。すなわち、こういう現象が起こるはずだというエンジニアの判断があって、それに基づいて対応できる様な支保が設計されている。起こった現象が合っていれば、仮にワンオーダー違ってもかまわないわけで

す。

しかしながら、それには段階があって、第一段階はエンジニアの考えた傾向にあるかどうかを確認する。第二段階は、許容応力度に対して、どれだけ余裕があるか、さらに許容応力度を越えたら破壊に対してどの位の余裕があるのか具体的なものが必要になって来る。

これは、施工管理の中でのデータと、数値計算とのやりとりの中で生まれて来るものなのですね。

C 私の考えでは、FEM は変形解析ですから、変形だけを取り上げる。応力だとか、ロックボルトの軸力だとかを合わせようとしても現状のモデルでは不可能です。

境界条件とか、モデル化とか色々仮定があるので、そういったもののコミコミの変形係数だという意味で結果を判断した方が良いでしょう。

B ロックボルトの軸力を算定しても計測結果と合わないことがあり、逆解析しても、とらえ切れないものもあるという認識があります。その辺に土木技術者の経験が生きてくるわけで、客観的な答でないかも知れないが、施主もそのようなものをもっと評価して欲しいものです。

FEM の解析結果というのはどうしても全体的な傾向を示すものですから、局所的な問題を解明できるかどうかは情報量の差です。それは地質状況をスケッチする人が見る、こんなに緩んでいるとか、断層などがこういった方向に延びているとかいった判断です。

C だから、ジャッジする人は、必ず切羽の情報を見なければいけない。

F 毎日、繰り返して切羽の変化をみて、記憶しているということは、物凄い知識以上のものなのです。

H 今までは、割合 FEM 解析によることが多かったけれど、最近では施工実績を生かし、分析処理をして、問題の解明を行うと言う方向が多いですね。

F それから、解析結果を見る場合、緩み領域の定義をはっきりしないといけない。この人とあの人の緩み領域の定義が違ったら、判断がおかしくなって来る。

トンネルの設計

C トンネルは、普通「標準パターン」で設計されると思います。たかだか 80m² の世界なんです。100 年掘っているんですから何か良いものが出てきていいんじゃないかと思うんです。トンネルの設計で一番問題なのは、多分岩盤区分です。日本の岩盤区分は積算のための区分で、ヨーロッパなどのものは、切羽というか、トンネルを掘る人の見た岩盤区分なのです。

B スウェーデンのトンネルの掘りかたを聞いたんですが、向こうは、ほとんどが硬岩なので、まずジオロジ

ストが細かく全部スケッチする。一週間毎にデザイナーが来る。そこで両者が吹付けの厚さとか、ロックボルトを決めていくんです。

F 今の岩盤区分の指標である弾性波速度とか地山強度比以外のものを考えてみる必要がある。たとえば、硬岩では RQD がある。RQD は岩盤物性と相関性がいいですよ。

A 軟岩では、液性指数とかコンシステンシーあたりが意味があります。

D 軟岩では、強度とか力学定数を使った設計が望ましい。たとえば土に対する N 値はズーッと研究されてきて、物性値との相関性がこうこうだと使いやすくなっており、設計者にとっても便利なものです。ところが岩盤にはそれが無い。それらしいのは弾性波なんだけど、硬岩と軟岩では当然違うだろうし、その辺の整理ができていないと思うんです。

F N 値に相当するのは、一軸試験と変形係数ですが、合う、合わないと言ってもトンネル 1km に 3 点かそこらしかない。まず試験の数、方法に一工夫要します。

C 事前調査で地質調査図を作った調査会社に、情報のフィードバックをして精度を上げる必要もある。

B トンネルというのは、どうしても長いですから、途中で地質が変わりますね。地質に応じてパターンをコロコロ変えるのは不経済になります。それを、どこまでまとめるのが一番経済的なのかという問題があります。

C 役所の人に対して、「ここが壊れたから、設計増にしたい」と言うのは非常に通り易いが、オーバー・エスティメイトしたものを減らすと言うのは、なかなか説明しづらい。どこが多かったか判らない。そこら辺の線引きもあるわけです。



経験を工学にかえる

I トンネルでは、とりわけ、優秀な、現場経験の多い技術者を沢山つくるという事が意義がある。

B 切羽を単に面だけで見ないで、地層構成とトンネルの関係を念頭に置いて三次元的に考えるのは素晴らしい技術です。

C それを、いかに体系づけて行くかということが課題です。たとえば所長クラスの色々な経験を積んだ人のノウハウ、つまりどういう判断基準でどう処理したのかをまとめることです。

H 分析处理的なことですね。経験のままでは、他人は誰も判らないので、誰にでも判るように「こういう事があつたら、こうなるよ」とまとめる。

これからは、事前調査の段階から、このトンネルにはこんな問題がある。そこでこの調査をする。場合によっては解析をするといった一貫性が無ければおかし。その結果が施工まで伝わって行く。場合によっては、途中から枝分かれしてフィードバックし、さらに解析が行われることが必要ですが、残念ながら今のところそうなっ

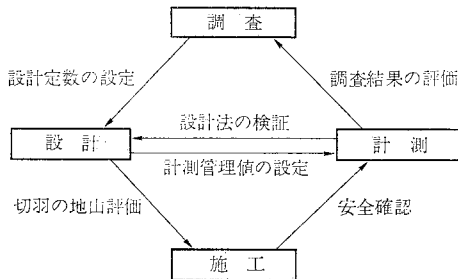


図-8 トンネル工学のシステム化（亀村）

ていない。この意味で、トンネル工学は未だシステム化されていない。

C システム化にはデータの整理と考察が必要ですが、データそのものはトンネル協会にもものすごく集まっている。それをどう生かして行くかに困っている。トンネル技術協会と土質工学会、土木学会とのコミュニケーションが必要です。

発注者も施工者も同じ土俵に上がらなくては行けないので、地質調査から始まって、施工管理が終わるまでの問題点なり、注意すべきことを、最低減これだけはしろと本音で書いておくことが大切です。

B 土木学会がトンネル標準示方書を改訂していますが、示方書だから仕方ないけれど、その書き方が問題です。「総合的に判断せよ」と書いてある。要するに「何に注意して、何をどういう風にするか」と具体的に書いてほしい。

A それから、硬岩と軟岩の分類ウンヌンの問題がありますが、これは大学教育の問題までさかのぼるんです。外国の大学では、岩盤力学は岩盤区分とか地質学から始まるんです。そういう側面が土木の世界では足りなくて、土の延長線上でしか岩をとらえない。

C また、つぶれたトンネルの発表例は二、三しかない。しかもそれがオープンでない。今後のトンネル工学発展のためには、何が問題であったかを明確にしなければならぬ。大学の先生が「先人のトンネル十訓を改めて噛みしめてはどうか」と言っている。このへんに案外真髓があるのかもしれない。

イラスト：本間

（1985.10.8・受付）

● 論 評 ●

技術サロンへのコメント

経験則を裏打ちする手法

小林 進

土木構造の分野で設計といえ、まず作用する荷重の大きさを定めて、その荷重に対して仮定した構造物が安全か否かという検討によって進められるのが通常である。

しかるに、トンネルの場合は、荷重の発生源である地山自身がトンネル空間を保持する構造材であって、しかも、その物性は、鋼やコンクリートのような土木材料と異なり、評価が定まらないのみならず、断面ごとに変わり、その挙動も明確でない。また設計の対象である吹付けコンクリートやロックボルトなどの支保や覆工は、そ

の作用効果ですら必ずしも明らかになっていない。

こうしたことから、構造解析になじまない特異な分野としてトンネル技術は発展してきたわけで、設計上の判断は、いきおい計算にのらない経験に基づいてなされるといった方法によってきた。そして、このことを密かに自負し、また一面では、急速に進度化する各部門の技術を横目でみながら一種の焦燥の念にかられていたのは、トンネル屋自身ではなかったかと思う。

また、トンネル技術発展の過程で地質学や岩盤力学の果たした役割は万人の認めるところであるが、地層の成因や、構造の複雑なわが国においては、地表踏査、弾性波探査、ボーリングあるいは岩石試験などありとあらゆる手段を駆使しても、施工前の想定地質と施工後の実態を比べると合致しないことも多い。

こうしたことから、分厚い地質報告書が現場事務所の書棚で埃をかぶっているといった光景をよくみかけるのであるが、地質情報を無視したトンネル技術など今日では、あり得べくもない。

NATM の時代に入って、施工段階でも、切羽観察や計測など、地質性状の把握が必要とされているが、これを計画当初の調査と個々別々のものとせず、両者を一貫したものにして、評価の良否を実績によりチェックするなどの方式をとれば、より有力な武器と成りうると思う。

また、コンピューター技術に支えられた FEM 解析による事前予測や、挙動計測による設計施工へのフィードバックなど、いわゆる工学的手法が登場してきたわけであるが、前述のごとく、トンネル周辺はこれらの手法が一人歩きするような環境ではない。

常に経験則を裏打ちするような表裏一体の関係で、手法として確立されることが望ましいと考える。

(評者・Susumu KOBAYASHI,

日本国有鉄道 東京第二工務局土木課長)

望まれる手法の確立とシステム化

根之木 利 忠

サロンに対するコメントをまとめてみました。

個々の発言に対しましては、コメントを避け、日頃気になっている 2 点について述べてみました。前者はサロンで論じられていますが、後者は特に論じられていないようです。しかし岩盤力学の知識が必要であること、総合的な評価が必要であることと関連し、特に重要な注意点と思われます。

トンネルの設計にあたっては、まず地質調査の結果に基づいて地山分類を行い、各等級に対応して、予め定められた標準パターンを採用して行うのが一般的です。しかし特殊な条件が存在する場合、たとえば、土被りが薄い場合、複数のトンネルが近接して計画されている場合等、しばしば数値解析が行われます。現状における数値解析は、その結果に基づいて設計を演繹するために行うものではなく、あくまでも予め検討しておいた設計の妥当性を照査するために、あるいは設計の参考資料を得るために行うものであることを認識する必要があると思いますが、この主旨は本サロンでも論じられているように思います。本サロンに出席された皆さんのように数値解析に精通された方々は、解析結果の評価に際して適切な態度をとることができると思いますが、得られた数値にこだわりすぎる人々が多いこともまた否定できません。

これはトンネルの設計、施工に数値解析を適用する場合の最も注意すべき事項の一つであると思います。

次に、数値解析 (FEM 解析) のみでは、トンネルの安定

性を評価できないということに注意する必要があると思います。解析を行えば、入力条件に応じた変形量が計算されますが、その変形量に対してトンネルが安定するかどうか、すなわち対象とする地山が、それだけの変形に対して一体性を保ち得るか否かを検討することは、また別の問題であると思われます。

膨張性泥岩のように大きな変形に対しても一体性を保ちうる地山や、砂質地山や亀裂の多い硬岩地山のように過大な変形を許すと一体性を失って崩壊してしまう地山など、地山の変形態、すなわち地山が吸収しうる歪エネルギーの量は、地山の種類によって異なり、したがって許容しうる変形量も地山によって異なるはずですが。

このように、トンネルの設計、施工においてはトンネルの安定性を検討することが重要で、数値解析を利用する場合には、岩盤工学の知識が不可欠です。

数値解析は、経験が重視されるトンネル技術にとって、一見スマートな印象を与えるため、ともするとこれを過大評価する傾向が見られますが、切羽の地質データ、計測データ、解析結果など、様々の手段で得られた情報を、岩盤工学の見地に立って、総合的に評価することが必要と思われます。

今後はそのための手法を確立し、これをシステム化することが急務であると考えます。

(評者・Toshitada NENOKI,

日本道路公団 技術部調査役)

トンネル工学と 2 つの議論とその背景

横 田 高 良

トンネルを建設^{つくろ}と言うことは、常に不測な条件下にあることと、トンネルを掘る素材の不均質性のために、実験や理論の構築と施工技術の間に容易ならぬものがしばしば起こっているのが現状である。そのことは理論と実際がなかなか融合しがたく、経験と勘が重視されてきたことから「トンネル工学は経験工学である」との議論が続いているゆえんでもある。そうしたことと、もう一つの議論として「設計が先か、施工が先か」がつきまとっていることである。

しかし最近 NATM が普及したことと、NATM は岩盤力学を基とし十分ではないが理論と数値的な予測とその解析から設計施工が進められているなどから、今まで議論されてきた、経験至上主義や、「設計が先か、施工が先か」の流れも、色合いが少しずつ変化していると言えよう。その一つの事実として、在来工法では、掘削中などのトラブルには、事が起こった時点から対応したのが一般的であった。NATM は、施工中のサイクルの中に計測が位置づけられて、設計との違いはただちに訂

正し、施工に反映させると同時に、以降の予測にもそのデータを生かすシステムとされていることで、経験工学の議論や、設計や施工のどちらかが先かの議論を全面的ではないが、変えることの出来る良い工法であろう。

しかしこのシステムがいわれているような運用がなされているかと言うと、現状は満足でないのが本音であり、その辺に技術屋の悩みがある。

最近の技術の進歩の背景は、トンネルに限らず、技術が主流となる全ての分野に言えることだが、測定技術の確立とコンピューターの進歩と情報化時代であると思う。

以前は、トンネル工事の経験による技術の蓄積はいくつもあったが、新しいトンネルが始まれば、それは常に未知な領域であったことである。現在は、問題点がわかれば事前にモデルを作り実験により確認することが可能であることと、その確認がコンピューターで、早期に、幾ケースでも試験し判断できることである、そしてもう1つの情報化時代の利点で結果が早く伝わることである。

こうした背景の中で発達している技術の中でもまだ解明できない技術がある。それは“自然”の相手である。

昔からトンネル切羽の一寸先は暗であると言われたことで、コンピューターをしても“的確に知ること”は、現時点では至難である。この辺の進歩する技術と、もう一つの大きな課題であり、人間が踏み切れれば充分可能な技術、すなわちシステムの正しい運用の2つの壁であり、このサロンの意味のあるところであろう。

サロンでは、「トンネルの神様」や「地質情報の見方」の中の「理学的判断」か「工学的判断」かと言った疑問で語られていることに集約されており、その他の小タイトル中での話し合いの中味は、一つ一つ共感できる対話であるが、紙面が少ないのが読む人に残念である。

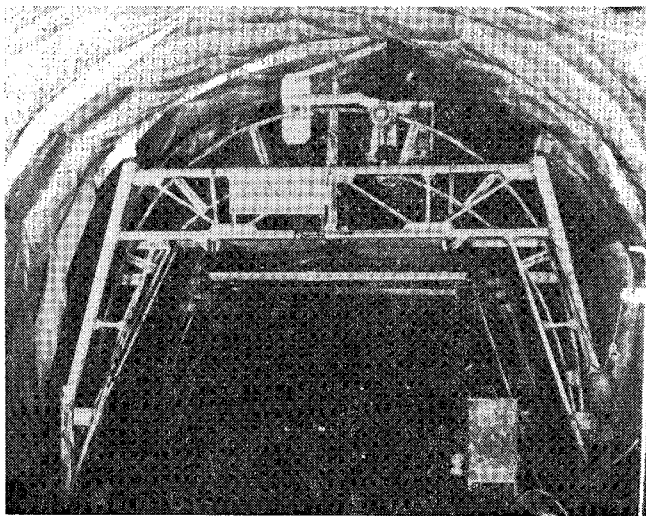
いずれにしても、この中の疑問点が解消されても、次に新しい課題が生まれてくるのが世の常であり、そうした繰り返りで発展するのが技術であり、そして「常にその先を考えるのが技術屋である」と思っている私は、共鳴でき、敬意の払えるサロンである。

(評者・Takayoshi YOKOTA,

(株)熊谷組 土木本部土木工務部長

技術サロンを読んで

トンネル用防水シート



シーカプランPVC15
(トンネルシート取付)

- 形状：巾1.45m
- 重量：2kg/m²
- 色：黄色(安全色)
- 難燃性



日本シーカ株式会社

本社 〒105 東京都港区新橋4-2-1・第29森ビル TEL(03) 436-4131(代表)