

「国鉄の新幹線網も 7000 km 以上に達し、全土をくまなくネットするようになったし、そのうえ高速道路も着々のびてきて 20 年前の青写真が本当にできたね。この間、〇〇市の下水処理場を見る機会があったが、山の下をすっかり空洞にして大規模なものだったよ。一昔前は、こんな計画があっても、取り上げられなかっただろう。規模も大きかったが、工事の速さも目を見張るものがあるね。第一、あのような大きい空洞やトンネルを岩盤の中にどうしてつくるんだい」

「われわれの若いころは、ドリルでせん孔してダイナマイトを詰めて爆破したもんだよ。だから余掘りも多くコンクリートが食い込んで採算をとるためにも随分苦労したね。とくに亀裂の多い地山では、発破によって掘削面の外周部をゆるめ、浮き石の処理や支保工の建込にもかなりの時間をつぶしたんだ。また、掘削の断面形状が思うように仕上がらず、支保工に片荷が作用したり、矢板の手間も増加してね。あー、それからずりの二次破碎に大きいクラッシャーを備え付けたよ」

「そんなことや、近隣家屋への影響もあって、スームブラスティングによって発破したこともあったが、特別問題のある所以外は極力勘弁してもらったよ」

「今の話だと、岩破碎時の火薬の使い方がかなり変わったようじゃないか。ウォータージェット、火焰ジェットやレーザー光線を使っているんだって……。水による岩石のせん孔は“点滴岩をも通す”という諺から考えても想像がつくが、熱や光線で岩を切るとはね。それにしてもわずか 20 年くらいの期間で、これだけ長距離のトンネルや岩盤中の地下構造物ができるとなると点滴というわけにもいかないから……。きっと莫大なエネルギーを発生する大型機械なんだろう。火薬は岩破碎の助剂的役割だね」

「比較的小型の機械でしかも切羽にあまり作業員がない？ 本当かね。工業用テレビで中央操作室で管理するという事は生産工場で使用されていたが、土木工事

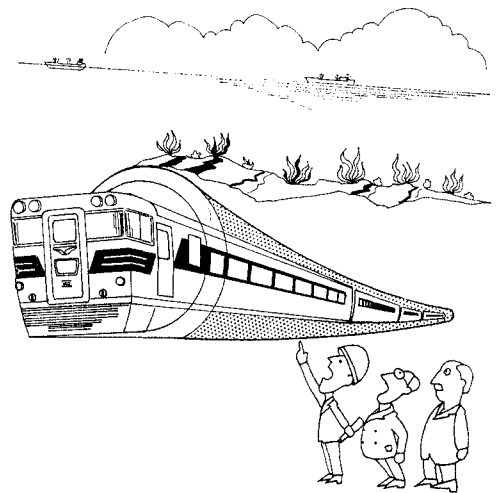
現場にまで広く浸透したとは……。それにずりは大型機械やパイプ圧送で搬出して、掘削面はほぼ計画どおり仕上がり、特殊な吹付けによって支保するんだね。そうすると、膨張性地山に対しても掘削後の変状を大幅に食い止められるんじゃないかね。巻立ての方法などについても聞きたいが、それはまたの日にして、こんな方法で 1 日 15~20 m のトンネルが仕上がっていくとなれば、10~20 km 級のトンネルでも中間立坑や斜坑による仮設工事も不必要ということだ」

「しかし、断層破碎帯や高圧湧水帯などはどうしているのかね。六甲、青函などでは水抜きや薬液注入などを利用したが、海底トンネルとなると水抜き工法の妥当性を考える必要があるからね」

「なるほど、地山の情報を高精度で早期に入手することについては未だしという感じだね。弾性波探査や長孔ボーリングの機械や解析精度はかなり進歩しているが、トンネル工法の進歩に比べると、もう少しの努力をといいたいね」

「今日は本当に面白かったよ。君たちがさらに努力して岩盤中の土木工事をさらに進歩させて、より楽しい、より安全な現場にしてほしいと思うよ。だけど、過去のわれわれの技術についても、ときどき振り返ってみて参考になるものは利用してもらおうといいね。健闘を祈っているよ」

という話を、いつの日か後輩技術者と話し合いたいと思っていますよ。



これは、アメリカ直行便？

20年未来を推定するにあたって、過去20年間の歩みをふり返ってみる必要もあり、それを延長して20年先にはどうなっているだろうかを予想し、さらに、こうあってほしいという願望の何分の一かを加えたものが20年未来の姿であろう。

今から20年前のわが国におけるトンネル工法は、従来の木製支保工による新オーストリア式掘削工法が、鉄製支保工による全断面あるいは半断面掘削工法に転移しようとしていたところである。というのは、それまではわが国にとって最も乏しく貴重な資源であった鋼材は軍需最優先であり、比較的豊富な資源であった木材で間に合わされたトンネルの支保工に鋼材を使うなどは、とんでもないという観念が一般的であった。それが戦争が終了し経済復興の最重要産業として鉄鋼製造業が振興され、生産量が急増するとともに、鋼材が一般需要向けに出回るようになった。そして、それまでは“持てる国アメリカ”にだけ通用すると考えられがちであった鉄製アーチ支保工による全断面・大断面掘削工法が、安全の面、急速施工、ひいては経済性の面でわが国にも適用できることに着目され、数年にして全国に普及していった。それからの数年間は、この工法の習熟により掘進速度が向上し、掘進の日本記録はどんどん更新された。

施工速度の向上と坑内換気技術の進歩とがあいまって長大にして大断面のトンネルが次々と着工され、トンネル建設の空前のブームが到来した。こういった情勢に伴い、トンネル労働者の不足、技術力の低下がもたらされ施工の速度は逆に低下の傾向となり、現在はどちらかといえば安全施工法として定着している観がある。

このように、トンネル工法の進歩、発展、変化には、それなりの必然性があったものと考えられる。

そこで今後どのような必然条件が出てくるかを考えてみたい。現状から推測するに、まず労働力の不足、労働環境の改善、安全作業・無公害作業などの要請、それらが解決された次に、急速施工、早期完成が求められるであろう。こういった条件を前提として20年未来を予想し、提案に対する回答を試みたいと思う。

労働力不足を補うために機械化は進むであろうし、切羽は集約され単純化されるだろう。そのためには、現在の標準工法である導坑先進半断面掘削工法と、さらに覆工を併進させる方式で1本のトンネルで作業が同時に数か所で行われるようなやり方は全断面掘削工法に変わっており、掘削終了後に覆工に着手するという分離方式になっているだろう。あるいは、掘削と同時に覆工を完成する方式（現在のシールド工法のようなもの）に変わっているであろう。全断面機械掘削を能率的に行うには、軟弱地質に対しては地盤固結を掘削のサイクルの中に融合させる必要があり、堅硬な岩に対しては、機械的に切削できるよう岩のせい弱化作業が1サイクルの中に取り入れられる必要がある。その手法として、提案されているウォータージェット、火焰ジェットやレーザー光線、マイクロエーブなどの開発が進んでいるであろう。しかし、完全な実用化までには至っていないと思う。というのは、これらの新技術研究の現状は小規模な私的研究の域にとどまっていることと、爆破工法の省力化の余地がまだまだ多く残っていることからそう思うのである。提案の一つである工業用テレビを使った中央操作や、ずり運搬の大型機械化やパイプ圧送などは、まさに残されている省力化方策であり、この提案は20年先には定着しているであろう。

トンネル内の作業環境の改善、安全作業、無公害作業の確立といった問題は、全断面連続機械掘削工法が完全に普及するまでは解決されたとはいえず、完全普及には先に述べた新技術の開発が待たれる。したがって、20年先は残された問題をかかえているため、提案のような立坑、斜坑を必要としないほどに急速施工法が確立していると考えるのは若干気が早すぎるのではあるまいか。

地質の把握というか地山の情報の高精度での早期入手については、未だしであろうとの提案は賛成である。工法の進歩と同じテンポで進んでいると思う。

古いトンネル屋の考えであり、どうしても過去の進歩のテンポを大きく飛躍させた考え方になり切れない。宇宙科学の最近の進歩をみると、あるいは、今後20年間に予想をはるかに越えた飛躍があるような気もしないではないが、それにはトンネル技術開発のために国、政府がその必要性を認め政策的に強力に推進させることが何よりも大切であり、政治がそのような方向転換するかどうかは疑問である。むしろ、方向転換させるための若い技術者の今後の研さんと努力を切に望むものである。