

平成22年度 現場見学会報告

～現場見学会に参加して～

株式会社 アオイテック
桑原 常晃

1. はじめに

平成22年6月18日に、中部地質調査業協会主催の「飛騨トンネル現場研修会」が行われた。参加者は、若手技術者を中心として約40名が集まった。飛騨トンネルは難工事で有名であったため、私も興味があり今回の研修に参加した。

飛騨トンネルは既に開通しているため、今回の研修は実際の工事現場を見学するというものではなく、当時の現場所長による講演を聴く形式であった。

この講演を通じて私が学んだことや感じたことを本稿で述べることにする。

2. 飛騨トンネル

飛騨トンネルは、飛騨清見IC～白川郷IC間を通る全長10.7kmの長大トンネルである(図-1)。

東海北陸自動車道最後の難関といわれた飛騨トンネルは、前人未掘であった粉糠山(もみぬかやま)を貫通したルートとなっている。貫通に要した年月は約9年である。



図-1 飛騨トンネルのルート

3. 大断面TBMの採用

飛騨トンネルで注目すべきことは、日本初の大断面TBM(トンネル・ボーリング・マシン)が採用されたことである(写真-1)。大きさは世界最大級の直径約13mで、一般的なビルでいう4階建てに相当する。

地質が複雑な日本ではTBMの適用が難しく、実際に苦い経験が多い。飛騨トンネルにおいて事前調査(地質調査等)ではTBMに不利な条件はあまり出てこなかったことや「新技術への挑戦がしたい」という技術者の声から採用に至った。まさに「夢」「挑戦」が込められたプロジェクトであったことをこの講演を通して初めて知った。



写真-1 本坑用TBM「夢天生2000」

4. 飛騨トンネルの難工事・・・そして貫通

飛騨トンネルが難工事となった要因としては以下の項目が挙げられる。

[1] 不良地山帯 [2] 大量湧水帯 [3] 高圧湧水帯

[1] 不良地山帯

TBMによる掘削は白川側より行ったが、その矢先、不良地山帯に遭遇した。不良地山帯は1.7kmに及び、先進坑TBMの掘削を全く許さなかった。「熱水変質」という作用をうけていた地層であったために、水を含むと途端に崩れ出してしまう(写真-2)。結局、この不良地山帯を抜けるまではNATM工法に切り替えて作業を行った。1.7kmを掘削するのに費やした年月は約4年である。



写真-2 切羽の崩壊

[2] 大量湧水帯

大量湧水帯では、トンネル工事においては1t/minの湧水量でも多いといわれている中で、飛騨トンネルでは最大70t/minを記録した。

水抜きボーリングを先行することでTBMへの負担を減

らすことに成功したが、水深600mに等しい6MPaの水圧も記録した(写真-3)。これらの天文学的(?)数字を体感するために、動画を見せて頂いたが、開いた口が塞がらなかった。



写真-3 高圧・大量湧水

[3] 高圧湧水帯

高圧湧水帯では、粘土化した岩(断層)が、1000mの土被りにより押し出され、先進坑TBMを拘束した。TBMは再起不能となり、NATM工法による迎え掘りで貫通した(写真-4)。



写真-4 先進坑TBM貫通

本坑TBMは、先進坑TBMの状況から計画を変更し、白川側坑口から約3kmまでをNATM工法とし、その後TBMで掘削を行った。また、河合側からもNATM工法で迎え掘りを行い、奇しくも先進坑TBMと同じ場所で土圧により再起不能となった(写真-5)。先進坑、本坑TBMは今でも支保工の一部として同じ場所で飛騨トンネルに眠っている。

講演終了後に、バスで飛騨トンネルを通ったが、一見普通のトンネルにみえても裏では過酷なドラマがあったのだと想像しただけで何だか胸が苦しくなったのを記憶している。



写真-5 本坑TBM貫通

5. 切羽の地質状況

事前調査結果では、初糠山は主に濃飛流紋岩と飛騨片麻岩で構成され、切羽の岩構成もD級が25%程度であった。しかし、実際に掘削してみると不良地山が多く、貫通後にはD級が65%程度存在していたことがわかった。

初糠山は昔から初のようにぬかるむ山といわれてきた。現代の地質調査の技術を持ってしてもわからなかったことが、昔の人にはわかっていたようだ。

地質調査も土被り1000mもある山に対しては、表層部分の地層がわずかにわかるだけで、すべてを完璧に把握できるわけではない。技術の発展や機械性能の向上がないかぎり、このことはこれからもつきまとうことである。

6. おわりに

飛騨トンネルは難工事を乗り越えて貫通に至ったが、そこには技術者の「夢」や「挑戦」が詰め込まれていた。私の毎日は与えられた業務をこなすのが精一杯であり、「夢」や「挑戦」を持つための土台を作っているに過ぎない。飛騨トンネル貫通は辛く長い道のりではあったが、「夢」や「挑戦」に満ちたこの工事に携わり、「物語」を完成させた方々を私は正直うらやましく思う。残念なことは、地質調査結果が実際の地層と大きく異なっていたことである。地質調査にも限界があるのはわかっているが、講演を聴いていて少々寂しい思いをした。今後の地質調査の発展に少しでも役立てられるように精進していきたい。

最後に、今回の研修会を企画して頂いた中部地質調査業協会の皆様、並びに現地で講演をしてくださった関係者の皆様には心よりお礼を申し上げます。

《参考文献》

中日本高速道路株式会社：秘境を貫く飛騨トンネルの物語、2009

平成22年度 現場見学会報告

～現場見学会に参加して～

応用地質株式会社
松尾 篤樹

1. はじめに

去る6月18日に開催されました中部地質調査業協会開催の平成22年度現場研修会に説明者として参加しました。今回の研修対象は飛騨トンネルと日本最古の石博物館でした。説明者として説明させていただいた内容や外部説明者にお願ひしました説明内容など感想を混じえて御報告させていただきます。

2. 飛騨トンネル

[2-1背景]

飛騨トンネルは平成9年に着工し、平成20年に供用された東海北陸自動車道の全長10.7kmのトンネルです。このトンネルの完成により東海地域と北陸地域が高速道路で繋がっただけでなく高山市・白川村の冬季の交通網も大きく改善されました。特に冬季に天生峠越えや小鳥峠・松の木峠ルートを経由せずに両地域の往来ができることはこの地域への大きな貢献といえます(図-1参照)。



図-1 飛騨トンネル周辺の交通網

しかし、トンネル掘削工事は、難航の連続でした。当初、導坑・本坑ともTBMによる急速施工を目指しましたが、地山状況が悪く、NATM工法の併用や迎え掘りなどにより、本坑は当初予定より大分遅れて平成19年1月に貫通しました。

工程遅れの原因は、高圧湧水や不良地山など地質に関連するものばかりです。また、トンネルから地表までの高低差(土盛り)も最大1000m余であることが、更に条件を悪化させました。このようなトンネル技術者の苦労は、日本トンネル技術協会「トンネルと地下」などの雑誌や学会発表で紹介されてきました。

更に苦難・試練連続の体験は工事を実施した中日本高速道路(株)からも単行本「飛騨トンネルの物語」として刊行され、高速道路のPAやSAなどで販売されました。今回の現場研修は地質調査に携わるものとして「飛騨トンネルの物語」に書かれたトンネル技術者の苦労話を直接聞ければ、将来、若い技術者の何かの役に立つのではないかとの関係者の思いから企画されたものでした。

[2-2施工状況]

飛騨トンネルは、濃飛流紋岩類・飛騨片麻岩類などが分布する粘板山に掘削されました。付近には跡津川断層、森茂断層、御母衣断層などが存在することから地質的に難航する可能性が指摘され、更に「粘板山」と言う山名がいかに脆弱な地山状況を想像させたようでした。

寺田氏は現場写真やデータなど準備されており、資材運搬用に敷設したレールが盤ぶくれにより変状した事例(写真-1参照)、不良地山対策として実施した本坑上半



写真-1 盤ぶくれ状況(NEXCO中日本HPより転載)

底設導坑の施工状況、大量湧水による切羽崩落⇒TBMカッタヘッドの損傷・回転不能、先進ボーリングからの湧水・泥土噴出など掘削工事に際して発生した生々しい状況が説明されました。また、TBMが土圧により拘束された事例は圧巻で、最終的には導坑・本坑ともに貫通点で支保工として埋め殺しにされたTBMシールド部の話は偶然とは言えない運命的なものでした。

地質調査に携わるものとして同氏の御講演中に2点ほど興味深く思ったことあるいは反省させられたことがあります。第一点目は先進ボーリングで一般的な地質調査ではあまり使用しないTOP-L級を使用していた点です。これはトンネル工事では良く使用される青函トンネル以来の定番機械です。地質調査業者としては是非知っておい

て欲しいボーリング機械です。第2点目は、トンネル掘削が進むに従い、トンネル沿いの地質縦断面図が複雑かつ正確になり、最終的には事前調査で作られたものと全く違うものとなっていることです。このような事例はよくあることと言ってしまうと、それまでですが、トンネルの工事費・工期などは地質により決まると言っても過言ではありません。事前・事後で地質断面図が大きく変わることは工事費・工期に大きな変更が生じていることとなります。なるべく変更のない地質断面図が出来ないものか、地質リスクと言う新しい言葉も頭の片隅に今後考えていかなければいけないとつくづくと感じるところです。

なお、最後に新しいトンネル技術として以下の取り組みがなされたことを御報告しておきます。

- ・ 非常駐車帯での多層覆工構造
- ・ シングルシェル耐火覆工 他

3.日本最古の石博物館

この博物館は、岐阜県加茂郡七宗町にあります。近くの飛騨川河床に露出する上麻生礫岩(美濃帯)に含まれる花崗質片麻岩礫が、日本最古であることになみ設立されました。CHIME法と言われる独自の年代測定法を開発した名古屋大学年代測定センターのHPによれば、この礫は20.5億年の年齢を持つ日本最古の礫だそうです。また、この礫に含まれるジルコンには更に古い30.5億年・35.6億年の年齢を持つものがあるようで、この花崗質片麻岩礫がマグマから固結する時に周囲の岩石から取り込んだとの記述があります。

また、別の資料によるとこの礫は当初飛騨片麻岩と思われていたが、20.5億年と言う年齢は古すぎるため、見直したところ、良く似た花崗片麻岩が韓国東部の三陟市(延坪島から見て朝鮮半島の反対側付近)近くにあるようです。博物館には岩石や化石なども展示されていますが、この三陟市付近の地質図も展示されており、興味深い展示となっています。

日頃は現実的な地質現象としか接していませんが、しばし太古の日本列島付近の海底を礫が転がる姿を想像するのどかな時を過ごせました。



写真-2 日本最古の石(日本最古の石博物館HPより転載)

50TH
anniversary
Special