

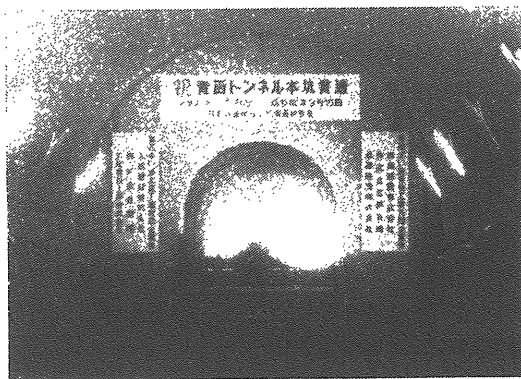
の水平ボーリングによる地質の確認と、薬液注入による水圧に対抗出来る止水固化工法の開発によって安全に施工する事に成功し、然も本四連絡橋よりも早く完成することが出来た。

日韓トンネルでは、青函トンネルで開発された技術の他に、長大な海底トンネルの工期の縮小のための種々の工法の開発、新しい走体の研究と、その安全運行のための諸設備の開発、沓岐、対馬のための連絡施設の研究開発等々、解決すべき難しい問題が沢山ある。科学技術は日進月歩であり、我々の今後の研究もそれ等の新技術を駆使し、新しい施工法を幾つか生み出し、夫々の長短を検討し、提案することは、技術的に各国の海底トンネルの開発に貢献し、大きく言って世界平和に盡すことになると思う。

そのような気持で日韓トンネル研究会に参加して参りたいと思う次第です。



本坑貫通式に出席した山下運輸大臣(中央)、ら代表者



本坑貫通発破直後

## 青函から日韓へ 技術上の提言

横山 章\*

### 1. 越えがたい差異

青函トンネル本坑が去る3月10日貫通した。調査坑掘削開始から21年、本坑着工から13年である。昭和40年代の初、坑壁から吹出す海水と戦いながら竜飛斜坑を掘削していた頃には、夢としか思えなかった貫通である。従って夢物語としか考えられない日韓トンネルも案外近い将来現実のものとなるかも知れないが、青函トンネルが見事掘り抜かれた今でも、私には青函と日韓との間には越え難い根源的な差異があるように思われてならない。

海の深さは余り変わらないということなので、掘削技術上問題となる差異は海底部最長距離と地質であろう。70 km、青函の3倍という距離は、青函と同一速度で掘れば60年かかる。同じ20年で掘り上げるには一切羽1年1.75 km、1カ月150 m進まねばならない。海底トンネルで20年間平均月進150 mの掘削を行うには、地盤改良について革命的な技術開発が必要となるのではないか。

青函トンネルは何本かの断層と未固結砂層といった悪地質が存在したが、概括的にはまことに掘りやすい良好な地質であった。悪地質の個所も海底トンネルであったから慎重を期したので、これが陸上であったならば問題にならなかったであろう。青函は日本の長大トンネルとしては稀に見る良好な地質であったが、日韓ではどうであろうか。

日韓トンネルの掘削は青函トンネル技術の延長上には求め得ないのではなからうか。

### 2. 最初の基本方針が大切

\* 日本鉄道建設公団理事

21年前青函調査坑の掘削を始めるに当たって、2つの決断と4つの技術開発方針が決められた。決断の1つは海底からの土被りを100m以上としたことである。その後4回の大出水事故に見舞われたが、いずれの場合も数時間～数日後に<sup>みずみち</sup>出水量が減少してピンチを脱した。崩壊土砂で水路が塞がったのである。土被りが浅ければ崩壊は海底に達していたかも知れない。

トンネル断面も単線2本か、複線1本かと議論がわかれていたが、単線断面が掘れるならば複線でも掘れるとして、工費が安く完成後の使い勝手も良い複線トンネルとしたがこれも正解であった。複線断面のため掘削が難渋したことはなかった。単線2本であったらトンネル周辺の注入量が莫大となっていたであろう。

最初に考えられた主な技術開発方針は、前方予知のために水平先進ボーリングの長尺化を図る、止水のために注入技術を開発する、掘削後の坑壁をゆるめないために吹付けコンクリートを、高速掘進のためにトンネル掘進機を導入するの4つであった。トンネル掘進機だけは掘進後間もなく最大の断層F10に逢着して放棄せざるを得なかったが、他の3つは大きく開花して青函トンネル掘削成功の鍵となった。最初にたてられた技術開発の方針が極めて適切であった。

### 3. 地盤改良技術の開発が必要

海底トンネルでは余程良好な地盤でない限り、止水および強化のための地盤改良が必要となる。青函トンネルではこの工法として主としてセメントと水ガラスによるLW注入を採用したが、この工法は効率性、信頼性、耐久性の面でまだ十分満足できるものではない。海底トンネル掘削において最も重要な技術である地盤改良方法について、日韓ではLW注入に代る、いや、注入工法に代る新しい工法を生み出すことを切望する。



先進ボーリング（津軽海峡・青函トンネルの歩み：福島町より）

## 青函から日韓へ

石川 正夫\*

トンネルの掘進技術の開発には、いくつかの段階があり、それは宇宙開発における宇宙ロケットの発進、航行技術のそれと類似している。宇宙ロケットにあっては、地球の大気圏、引力圏を突破、脱出して、綿密に計画した軌道によって宇宙空間を航行するためにはまず最も適正と考えられる発射時刻、方位角度を設定し、次に第1段推進装置が正常に点火作動したのち、順次適正に次段階の推進装置が作動せねばならず、作動のタイミングがわずかでも狂うと、ロケットは宇宙空間をあらゆる方向に進行し、人類の知覚から永遠に消滅する運命をたどることになる。

私達が青函トンネルの試掘調査坑におけるトンネル掘進機や水平長尺試錐機の開発を進めていた頃、純国産の人工衛星“おおすみ”が地球を廻る軌道にのることに成功した。成功のうらには数回におよぶ打上げ失敗の経験が、貴重な実績として役に立っていることに注目すべきものがあつた。失敗するたびにジャーナリズムの批判や、世論、国会での追求もきびしかったが、成功してはじめてそれまでの試行錯誤の経験が生かされ、関係者の労苦も報いられることとなる。

長大な海底トンネルの掘進技術の開発にも同様にいくつかの段階があり、各段階においてそのプロジェクトのシステムとしての必要項目が正しくバランスをとり、信頼度の大きい方法が組立てられなければ、次の段階への開発進展は不可能となる。ある段階から次の段階への進展に必要ないくつかの要件のうちの一つでも満足されないと、システムとしての機能は発揮されず、目標とする次の段階への渡り軌道にのることができず、試行は錯誤のまゝで終わることとなる。

どんなに小さい成功であっても、システムとし

\* 佐藤工業(株)土木営業部