

日本鉄道建設公団 盛岡支社 正会員 山口泰男
同 上 正会員 中山範一

1 はじめに

津軽トンネル($L=5,880m$)は、青函トンネルと在来線を結ぶ、津軽海峡線の本州方、津軽半島に位置する山岳トンネルである。

本トンネルの地質は、蟹田層と呼ばれる含水未固結砂岩が主体であり、事前に調査ボーリング等を行い、その性状の把握に努めている。これによれば、蟹田層砂岩は、砂の粒度分布等から、流砂現象の発生しやすい地質であることがわかる。現在までに、全体の80%以上の掘さくが完了したが、一部工区においては、依然として、高地下水位、ルーズな砂岩による流砂現象に悩まされている。ここでは、地下水位の高い未固結砂岩層の掘さく方法及び補助工法としてのディープウェルの設計・計画について報告したい。

2 掘さく工法及び補助工法

本トンネルは、水抜効果が高く状況の変化に対応しやすい便壁導坑先進上部半断面工法を採用したが、掘さくが最も難航している工区では、図-2のように導坑掘さく、補助工法として水平ボーリング、ウェルポイントを組み入れてパターン化し、合理的な施工をめざした。この特徴としては次のことが挙げられる。

- ①水平ボーリングを長尺、短尺に分け、長尺は、遠方及び広範囲の地下水位低下のため、100~200mを目標とし、短尺は、長尺の補足として、30~40mとし、切羽近傍の地下水位低下を図る。

②長尺、短尺ボーリングとも確実な水位低下を図るため所定のラップ長をとる。

③切羽では、3m程度のさぐりのみを施工し、地質の硬軟、湧水等の確認を行う。

④掘さく後、直ちにウェルポイントを打設し、踏前の崩壊、パイピング現象等を防止する。

3 問題点

前項の計画に対し、実際は必ずしも順調な施工とはならず、ボーリングについて次のような問題が生じた。

①長尺、短尺ボーリングとも、孔内流砂、周辺地山のロッドしめつけ等により計画長に達しなくても中止せざるを得ない場合が多い。

②これをカバーするため、必然的にボーリング回数が増加する。

③これにより、ボーリング時は切羽がストップするので、掘さくの進行が上がらなくなる。

なお、ボーリングのトラブルは、①地下水位が高く、水圧も高いこと、②砂のバインダー成分含有量が少ない

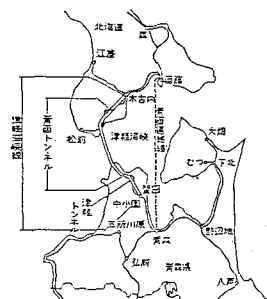


図-1 津軽海峡山岳線略図

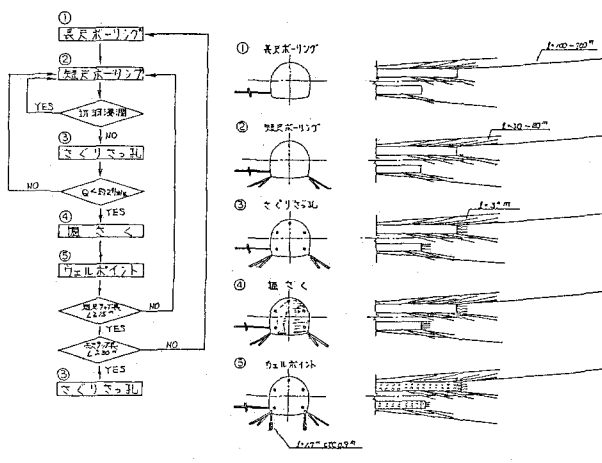


図-2 導坑掘さくパターン

こと、③均等係数が小さく均質な砂岩であることなどに起因して発生すると考えられる。

次に対策としては、まずボーリング自体に改良、工夫を試みた。

- ①ビットの改良
- ②ストレーナー管先端部の改良
- ③孔壁保護材の使用
- ④ストレーナー管による掘進

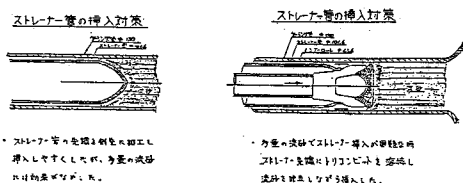


図-3 ストレーナー管の改良例

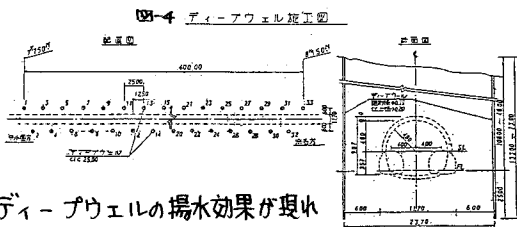
これらにより、一部良好な結果が得られたが、根本的な問題解決にはなっていない。このため、坑内からのボーリングのみでは、水抜対策としては限界であるとの判断に至り、次に述べるディープウェルを計画した。

4 ディープウェルの設計・計画

前項までに述べたように、坑内からの水抜工法が功を奏せず、経済性、工期的な面を考慮してディープウェルを施工することとした。

(1) 配置

この工区は、未掘さく区間が約700mあるが、ディープウェルの揚水効果が現れる時期に導坑が到達するよう約400m間をディープウェル施工区間とした。また、配列は、本坑沿いに片側25m毎千島に32本とした。この配列は、同工区の斜坑で施工したディープウェルの実績を参考にした。



(2) 条件

水位低下量の想定に際しては、水位の経時変化を捉えるタイスの非平衡理論を群井に拡張した式を用いた。

(3) 水位の経時変化

図-5のような水位低下の経時変化が得られ、導坑掘さく進行にほぼ合致する結果となった。また、揚水開始の2ヶ月後には、水位低下の大半(40~50m)が終り、それ以後の低下量は少なくなっている。

(4) 問題点

①実際のディープウェルは不完全費入井だが、タイスの理論は完全費入井を対象としている。

②帯水層厚を一定と仮定しているが、実際は場所により地下水位が異なる。

③水位低下量を重ね合わせているため、部分的に過剰な水位低下となっている。

5 あとがき

本稿で述べたディープウェルについては、現在も施工中であり、今後のデータの蓄積を待って、計算と実際の相違について解析し、別の機会に報告したい。

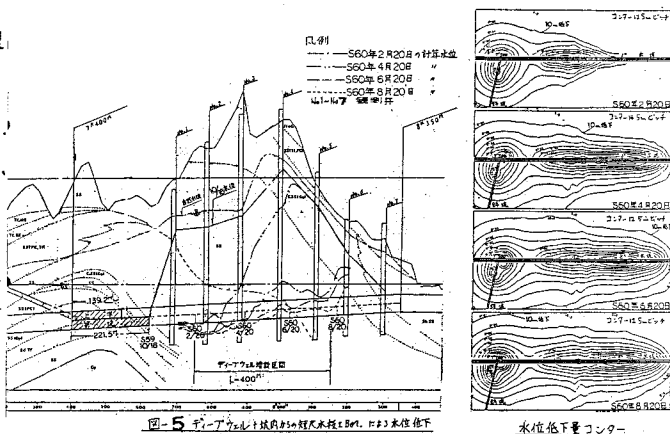


図-5 ディープウェルと坑内からの観測水位と対し、その水位低下

水位低下量コンター