

長大トンネル急速施工時の掘削精度確保のために － 北陸新幹線五里ヶ峯トンネル（戸倉工区） －

(株)熊谷組

西村 清亮

同 上

正会員 片桐 朗

同 上

○ 橋本 浩一

1. はじめに

北陸新幹線五里ヶ峯トンネルは、総延長15.175kmで高崎・長野間において最長のトンネルであり、戸倉工区は横坑（延長620m）より高崎方へ5,270mの片押しのトンネル施工を担当した。

戸倉工区は、当初計画で地質は新第三紀中新世中期の別所層に属する黑色頁岩・凝灰岩で構成され、弾性波速度は4.0～5.2km/secと熱水変質による珪化作用を受け、新第三紀層としてはきわめて硬質で安定した岩盤が連続すると予想されたこと、並びに全体工程の関係より急速施工を計画の最重点項目として掘削月進150m以上を目標とすることとなった。したがって、6ブームガントリージャンボ・電動式ローディングショベル・自転可能25tダンプトラック・2連式吹付システム等の可能な限りの大型機械設備を駆使したタイヤ方式の全断面掘削工法を採用した。今回は、このような長大トンネルの急速施工において、長孔発破時の掘削出来形管理、測量管理について報告する。

2. 掘削実績

平成4年6月末より本坑掘削を開始し同年10月に大型急速施工設備を導入し本格的な急速施工に取り組んで以来、2年半を経て平成7年3月に5,270mの掘削が完了し無事貫通することができた。実施工において途中数々の大量出水・破砕帯に悩まされ平均日進7.3m、1日3.8サイクルの稼働にとどまったが、大型機械導入後の平均月進は166mと計画進行を上回る実績を上げることができた。

3. 急速施工における問題点

長大トンネルの急速施工（従来の掘進速度の2倍程度、日進10mの掘削）を行う場合には長孔発破（2.5～3.0m）は必要不可欠であり、その弊害として掘削精度の低下（余掘の増大）が考えられた。また、横坑からの測量点を持ちて掘進するため横坑本坑交点部からの掘進方向、およびその方向を5km以上先の貫通点まで直線として伸ばさなくてはならず、通常以上に慎重で確実な測量が必要となったが、昼夜2交替で作業を行っているため作業の合間に測量を行わなくてはならなかった。

4. 掘削精度向上のために

掘削出来形の精度確保、向上にむけて、ガントリージャンボの採用により払いの削孔が目の高さで可能であり、通常以上の削孔精度は確保できたが、より良い精度を確保するために、削孔時の払いの水平削孔を徹底させた。掘削当初は、ジャンボの各ブームに差し角センサーを設けて差し角を作業員に覚えさせ、熟練により、差し角センサーなしで吹付け面にガイドセルの跡が付く程度の水平削孔を実施し、発破後ののみ跡からも満足できるものとなった。

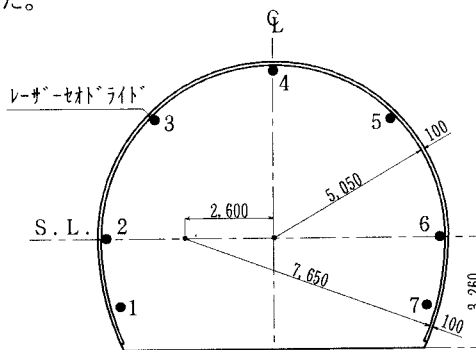


図 1 標準断面図

また1km程度掘削した時点より、貫通まで地質が非常に変化に富んでおり、均一な地山が続くことはまれであった。そのため火薬量には細心の注意を払うよう指導し、適正な装薬量の決定方法として、毎週日曜日に実施している先進水平ボーリングの結果を作業開始前に作業員に伝え、また各々前方地質の確認を怠らないよう削孔開始前に必ず探り孔を入れることを手順とし、前方を確認して装薬量を決定した。

また、掘進方向はガントリージャンボを使用しているため、自動マーキングシステムは使用できず、レーザーセオドライドを7台使用した。設置位置は当たり、余掘の確認をコソク作業時に大型ブレーカーに乗ったまま行え、また楕形を用いて簡単にアーチ・天端部の出来形をガントリー上で確認できるよう、吹付け面より15cm内側、切羽より100～250mに設置した。またその楕形を用いて毎朝、前日掘削した出来形を検査し作業員に伝えることでその日の掘削に反映させ、余掘の低減に努めた。



写真 1 ジャンボ上段での削孔状況



写真 2 坑内状況

5. 測量精度向上のために

五里ヶ峯トンネルは全長が15km余りあり、坑外基準点のずれは貫通時に大きく影響するため最小に留めなくてはならず、一般的な測角とGPS測量にて確認し、どのような気象条件でも坑口より2点は確認できるよう4点設置した。また横坑から本坑の掘進に向けて、横坑途中にバーチカルが入りバックサイトを長くとれないため測定機器は1秒読みの機種を使用し、また測定回数を多くして誤差を打ち消すように発進し、1km程度掘削したときにジャイロコンパスを用いて方向角の確認を行った。また、直線として5km伸ばしていく方法として100mずつ(2週間程度毎)点を伸ばし、500m毎(2ヶ月毎)の点で直線であるか確認し修正を行い確認する回数を増やして誤差の消去に勤めた。一般的に行われるトンネル測量ではあるが、測量機器を数台使用し、測定者、測定回数をできる限り増やすことにより貫通誤差を26mmに留めることができた。

6. おわりに

当工区では、従来もあった管理をより厳しく行うことにより、地質にあった長孔発破の手法を確立し、急速施工の中で掘削出来形の精度の向上をなしたが、今後ともトンネル施工の合理化を目指して、より安全で効率的なトンネル工事が実現できるよう努力したいと考えている。今後、ますます急速施工・長孔発破を要望され、また挑戦していくこととなるが、削孔精度・装薬量の今まで以上の厳しい管理が必要となり、また汎用的な高精度機器の開発が望まれる。