

VI-88

膨張性トンネルにおけるシリカフュームを添加した吹付コンクリートの実験と考察

－ 東北新幹線岩手トンネル一戸工区 －

日本鉄道建設公団 盛岡支社 正会員 田中 一雄
日本鉄道建設公団 盛岡支社 正会員 佐藤 重知
鹿島建設(株)東北支店 岩手T(一戸)JV工事(事) 正会員 一條 勝

1. はじめに

東北新幹線岩手トンネルは、全長25.8kmの長大山岳トンネルである。完成すると、陸上の鉄道トンネルとしては、世界最長となる。このなかで一戸工区の地質は、新第三紀の凝灰岩でモンモリロナイトを含み膨張性を呈する。平成元年、難工事推進事業の一環として調査工事を開始、平成3年11月本格着工となり、現在まで3,540mのうち2,700mを掘削し、50～800mmの変位を経験している。この膨張性地質において、吹付コンクリートの強度が支保耐力の向上に大きな役割を果たす。今回、強度増加を目的として、シリカフュームを添加した吹付コンクリートの実験を行い本坑の一部区間に採用したので報告する。

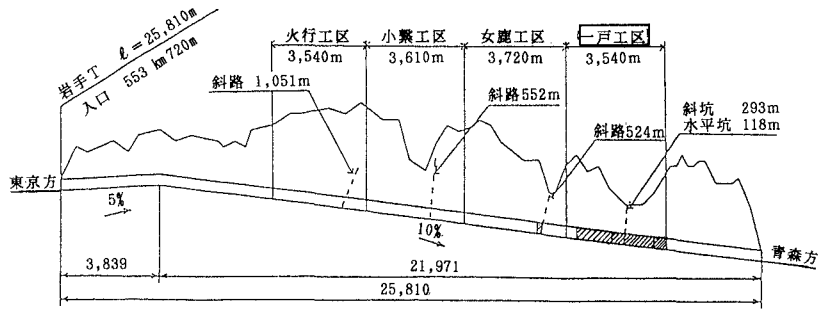


図-1 全体図

2. シリカフューム添加の吹付コンクリート選定経過

選定した理由は、次の通りである。

1) 当工区の標準支保パターンは、図-2に示す通りである。掘削は、青森方から東京方に向かって掘削しているが、今後、土被り最大190m地点にさしかかる。そこには、低速度帯が予想され、低速度帯に遭遇した場合、かなりの地圧が作用することが予想された。今までの理論と経験から、その場合の吹付厚さは、30～35cmとなる。吹付厚が厚くなると、それに伴う経済性、施工性が問題となる。

2) 当工区の変位の発生状況は、掘削直後から変位が発生し、クリープ的な変位が長期にわたって継続して発生する。NATMの理論では、掘削直後に一次支保を速やかに施工し、

その一次支保が短期的、長期的に強度を発揮することが重要となる。その点で吹付コンクリートの強度が、大きなウエイトを占める。これらの理由から、最近注目を集めているシリカフュームを添加することにより初期強度、長期強度が増すといわれている吹付コンクリートに着目した。

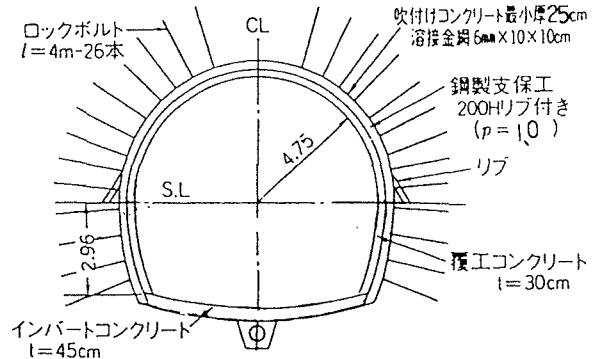


図-2 支保パターン

3. シリカフェーム添加の吹付コンクリートの実験

当工区は、斜坑がインクライン方式、本坑はタイヤ方式という特殊性から、吹付方式は乾式で実施している。乾式によるシリカフェーム添加の実績は、国内では例がなく、最適配合を選定するために実験を行った。

1) 目的

シリカフェーム添加量を変えた吹付コンクリートの圧縮強度の確認と比較を行った。

2) 試験ケースと配合

今回、シリカフェームの添加量を使用セメント量 $360\text{kg}/\text{m}^3$ に対し、(1) $18\text{kg}/\text{m}^3$ （添加量:5.0%）(2) $27\text{kg}/\text{m}^3$ （添加量:7.5%）(3) $36\text{kg}/\text{m}^3$ （添加量:10.0%）の3ケースについて試験吹付を実施した。また、配合については、シリカフェーム添加量分の砂の量を調整して行った。

3) 強度の確認

強度の確認は、実験計画法（1元配置、4回繰り返し）に基づき、各々の強度に対する変動を求めた。

4) 実験結果（図-3参照）

(1) シリカフェームを添加した場合、いずれも、 σ_7 、 σ_{28} とも強度が増加する。

(2) 添加量別では、5%の添加量の強度が最も小さく、7.5%、10%添加はほとんど差がない。分散分析では短期強度(σ_7)は、5%と7.5%、10%の添加量に差がある結果となったが、長期強度(σ_{28})では、差がない結果となった。

(3) 無添加の場合と比較しても、いずれも1.5倍以上強度がアップしている。

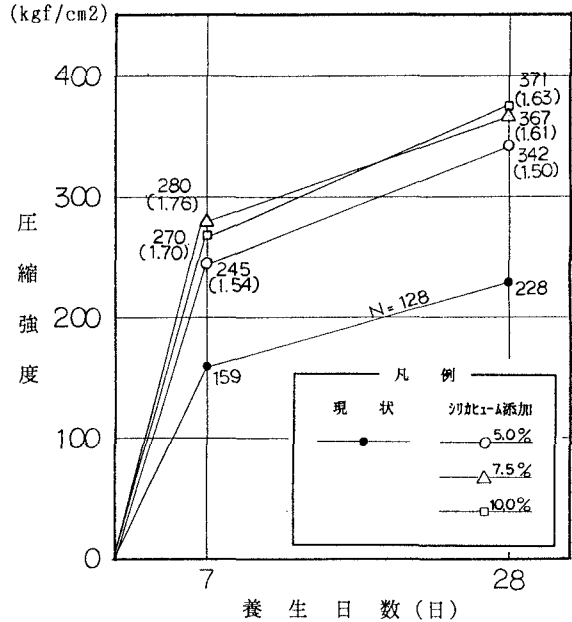


図-3 圧縮強度の実験結果

4. 支保力の検討

NATMの支保力として、吹付コンクリートを評価する式としては、Hoekの式がある。この理論と実験結果にあてはめると次のことが言える。

1) 一軸圧縮強度に比例して、支保耐力も増加する。これは、トンネルの一次支保のグレードアップ、将来的な信頼性にもつながり、特に本トンネルのように、クリープが長期的に継続する地質には、このシリカフェーム添加の吹付コンクリートが有効と言える。

2) 一軸圧縮強度が通常の吹付コンクリートに比較してアップするため、逆に設計上の吹付厚を薄くすることが可能となる。吹付厚を薄くすることにより掘削量を低減し、経済的になると言える。いずれにしろ、理論と経験から最適支保を選定する必要がある。

5. シリカフェームを添加した吹付コンクリートの実施工

3月初旬土被り190mの直前に低速度帯に遭遇し、変位量も増加した。事前に解析を実施した結果では、前に述べた通り、吹付厚が30~35cm必要となることが予想された。実験の結果から、5%の添加量でも、強度が大幅に増加することから、現在、当初設計の25cmの吹付厚でシリカフェーム添加の吹付コンクリートを採用、施工した結果、変状もなく所定の支保力を発揮している。