

Ⅲ-A423

真空透気試験による膨張型鋼管ボルトの効果判定

応用地質株式会社技術本部 非会員 富森 勲

応用地質株式会社技術本部 会員 進士正人*

日本道路公団試験研究所トンネル研究室 会員 三谷浩二

日本道路公団郡山工事事務所 非会員 佐藤達雄

1. はじめに

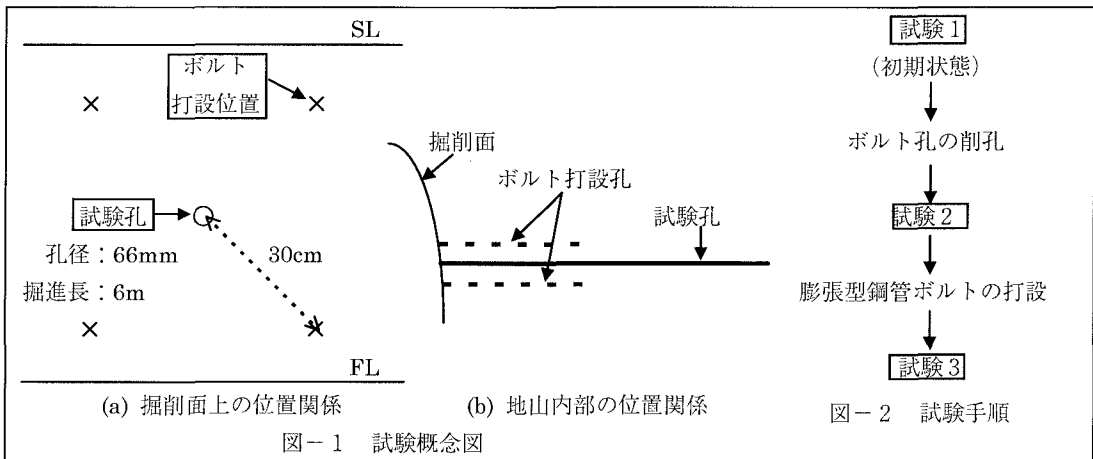
近年、岩盤や地盤のゆるみ領域を評価する新しい手法として真空透気試験が提案されており、特にトンネル掘削によるゆるみ領域を把握を目的とした、その適用例が幾つか紹介されている。筆者らは、膨張型鋼管ボルトの地山拘束効果を判定するために真空透気試験を適用する機会を得た。本論文では、岩質の異なる2つのサイトでの実施例を紹介する。

2. 試験方法

試験サイトとしては、岩質の異なる2つトンネルの坑内から以下の2地点を選んだ。

地点A：割れ目が少なく堅硬な緑色凝灰岩、 地点B：花崗閃緑岩の風化が進みマサ化した岩盤

両地点ともに、図-1に示すように試験孔から30cm離れた四角形の4頂点をボルト打設位置として、初期状態、ボルト打設孔の削孔後、膨張型鋼管ボルトの打設後の3段階でそれぞれ真空透気試験を実施した（図-2）。試験孔は、両地点ともに孔径66mm、掘進長6mのコアボーリングとした。ボルト打設孔については、地点Aはドリルジャンボで、地点Bはレッグハンマーで削孔した。使用した膨張型鋼管ボルトの仕様については表-1に示すとおりである。



それぞれの段階において、ダブルパッカーにより遮へいされる40cmの測定区間を、50cmピッチで試験孔内をずらして吸引試験を繰り返すことによって、掘削面からの深度方向の固有透過度分布を調べた。

表-1 膨張型鋼管ボルトの仕様

	地点A	地点B
長さ	3.0m	2.1m
直径（膨張前）	36mm	36mm
直径（膨張後）	54mm	54mm
膨張圧*	240kg/cm ²	300kg/cm ²

（※ 取り付けの際に鋼管内部に与える水圧）

Keyword：トンネル、ゆるみ、真空透気試験、膨張型鋼管ボルト

* 埼玉県大宮市土呂町 2-61-5 応用地質株式会社 技術本部岩盤技術部 Tel.048-667-9264 Fax.048-667-9250

3. 試験結果

各地点の試験で得られた圧力および流量データから、深度別の固有透過度を求めた。固有透過度の算出にあたっては、中山らの提案する解析手法⁽¹⁾を用いた。図-3に深度方向の固有透過度分布を示す。

地点Aは、地点Bにくらべて固有透過度が4～5オーダー低く、割れ目が無く堅硬な岩質であることが分かる。また、深度方向の固有透過度にばらつきも少ない他、ボルト孔の削孔およびボルト打設による明瞭な変化も確認することができない。

一方、地点Bでは、深度方向のばらつきが見られる他、各試験段階において浅部の固有透過度が変化していることが確認できる。これらの変化を詳細に見るため、試験3での固有透過度の試験1および試験2に対する比を調べた（図-4）。（試験3）／（試験2）を見ると、ボルト孔の削孔直後に対して、ボルト（ $l=2.1\text{m}$ ）の打設によって掘削面から3mまでの固有透過度が減少していることが確認できる。しかし、ボルト打設によって初期状態（試験1）から減少しているのは、掘削面から1.6m程度の深度までである。

4. 膨張型鋼管ボルトの地山拘束効果の判定

割れ目の無い堅硬な岩質の地点Aにおいては、真空透気試験では膨張型鋼管ボルトの地山拘束効果を確認することはできなかった。一方、マサ土の地点Bにおいては、2.1mの膨張型鋼管ボルトの打設によって掘削面から1.6mまでの地山に対して何らかの拘束効果があったものと言える。

この効果を検証するため、それぞれの地点を対象として、ボルト孔の削孔およびボルト打設を想定したFEM応力変形解析を実施した。その結果、削孔および打設によって起こる、それぞれの物性に依存したひずみ分布の違いが両試験結果の差違に関連していることを確認することができた。解析結果については紙面の都合上、当日発表することにする。

5. おわりに

花崗閃緑岩のマサ化した岩質を持つトンネルにおいて、膨張型鋼管ボルトの地山拘束範囲を評価することができた。今回の結果を踏まえると、真空透気試験で得られる深度方向の固有透過度分布から、ゆるみ範囲を定性的に把握することができるものと考えている。また、孔内水平載荷試験等を併せて実施することにより、その定量的な評価も可能であると言える。

謝辞：現場試験では神戸大学市成準一技官のご指導を受けた。また、測定データの評価および解析にあたっては、神戸大学中山昭彦教授のご指導を受けた。ここに謝意を表する。

<参考文献>

1. 中山、山田他：岩盤ゆるみ領域評価のための真空透気試験、土木学会論文集 No.575／Ⅲ-40, 9-24, 1997.9

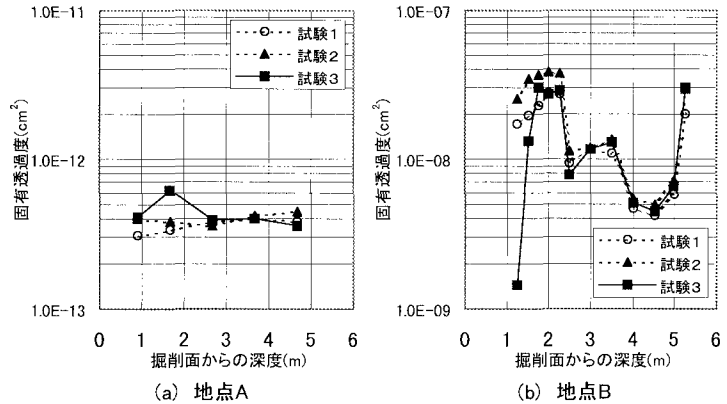


図-3 深度方向の固有透過度分布

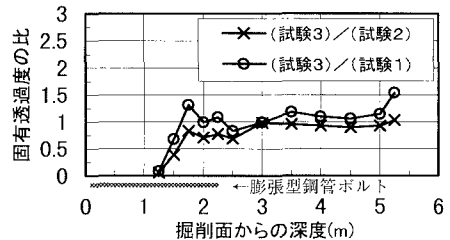


図-4 固有透過度の変化（地点B）