

供用中トンネルの盤膨れ地質状況の把握

東日本高速道路株式会社 新潟支社 上越管理事務所
株式会社ネクスコ・エンジニアリング新潟
応用地質株式会社

加藤 真一
櫻井 孝
正会員 ○國村 省吾
正会員 奥井 裕三
正会員 工藤 優衣
正会員 桑嶋 滉

1. はじめに

供用中のトンネルで盤膨れが確認された場合に、その原因推定や変状の進行性確認と対策検討のために現地調査が実施される。特に対策検討のために、地山のゆるみ範囲を把握することが重要である。そのために、調査ボーリングをオールコアで実施し力学特性や物理特性把握のために室内試験を実施したり、ボーリング孔に地中変位計を設置し進行性を把握したりする。本報文では、盤膨れが顕在化した完成後 30 年経過したトンネルで対策検討のために実施した地質調査の結果について報告する。

2. トンネルの変状状況

調査対象のトンネルは NATM で施工され、供用後 30 年経過している。盤膨れが顕在化している箇所の主たる地質構造は、新第三紀の泥岩である。この盤膨れ区間は、トンネル建設時には湧水もなく CII パターンで施工された。変状が確認されたのは、トンネル完成後 6 年で、コンクリート舗装版の隆起とひび割れが確認され最大隆起 50mm が確認された。その後対策工として長さ 5m のマイクロパイルが 30m 間に 2.0m 間隔で 30 本施工された。対策前に設置された地中変位計での地中変位測定では対策後も 6 ヶ月で概ね 30mm の隆起が計測された。

さらに水準測量の結果、完成後 22 年～27 年の 5 年間で 15mm の隆起が確認されている。

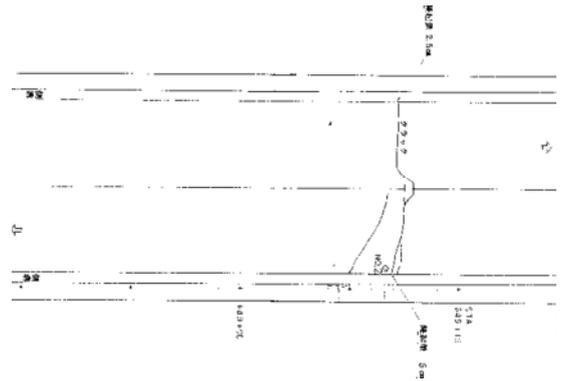


図1 路面のひび割れと隆起状況

3. 盤膨れ変状調査の結果

ボーリング調査箇所は盤膨れ量が最大の地点で選定し、鉛直方向に 10m 深度までコアを採取した。地山の力学特性や物理特性の把握のために、ボーリングコアを使用した地山強度に関する針貫入試験、三軸圧縮試験、水による影響に関して浸水崩壊度試験、吸水膨張圧・膨張率試験、膨潤性に関して X 線回析試験、CEC 試験を実施した。ボーリングコアを図 2 に示す。全体的に泥岩 (図中の緑枠) で深度 9.5m～9.9m にノジュールの部分 (図中の赤枠) が見られた。室内試験は深度ごとで各々行い、図中の桃枠箇所 (深度 2.5m 付近, 5.0m 付近, 7.2m 付近, 9.2m 付近) の 4 深度のコアで実施した。



図2 ボーリングコア

キーワード 盤膨れ, 供用トンネル, 変状調査, 室内試験, 力学特性

連絡先 〒277-8688 埼玉県さいたま市土呂町 2 丁目 6 1 番 5 号 応用地質株式会社

TEL : 048-652-4956

図3に浸水崩壊度試験の結果を示す。浸水後30分で原形をとどめない状態となった。水の影響を強く受ける岩石であることがわかる。室内試験結果と盤膨れ判定の目安となる指標と比較した結果を図4に示す。浸水崩壊度および陽イオン交換容量はボーリングコア全体で膨張性の判定の閾値を超える。深度の浅いトンネル内空に近い深度2.5m程度のコアでは多くの指標で判定の目安値を超える結果が得られた。吸水膨張率試験については、ここではJGSの方法の結果を示したが別途実施したISRMの方法では3%を超える結果が得られている。図5に室内試験結果と深度との関係を示す。強度に関して、一軸圧縮強度と針貫入試験から換算された圧縮強度の相関は高く、また路面からの深度が深くなるに従い強度が大きくなることがわかる。言い換えれば、トンネル掘削により応力が解放された内空面に近いほど強度が低下していることがわかる。



図3 浸水崩壊度試験結果

一軸圧縮試験での変形係数は強度に比例しており、トンネル内空面に近くなるにつれ小さくなっている。三軸圧縮試験も2深度だけの結果であるが同様に算定される強度定数（粘着力、内部摩擦角もトンネル内空に近いほど小さい。含水比と単位体積重量についても深度と相関があり含水比はトンネル内空に近いほど大きい単位体積重量は小さく、深度が深くなるに従い含水比は小さく単位体積重量は大きい。

4. まとめ

盤膨れが顕著となった地山でのボーリングと室内試験での結果から、盤膨れの可能性がある地質では、掘削による応力解放や水の影響により盤膨れ地山の力学特性や物理特性が低下して行くことが把握できた。

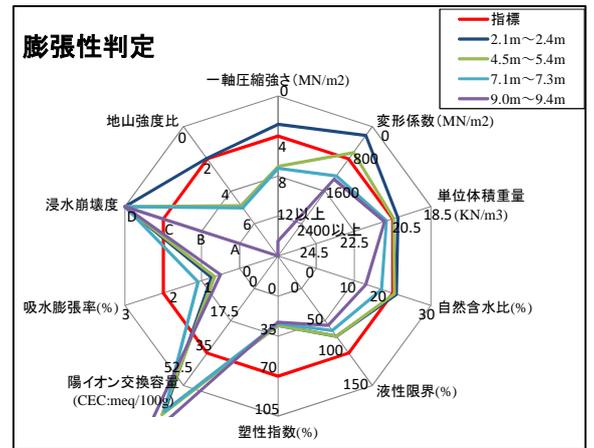


図4 盤膨れ判定指標との比較(室内試験)

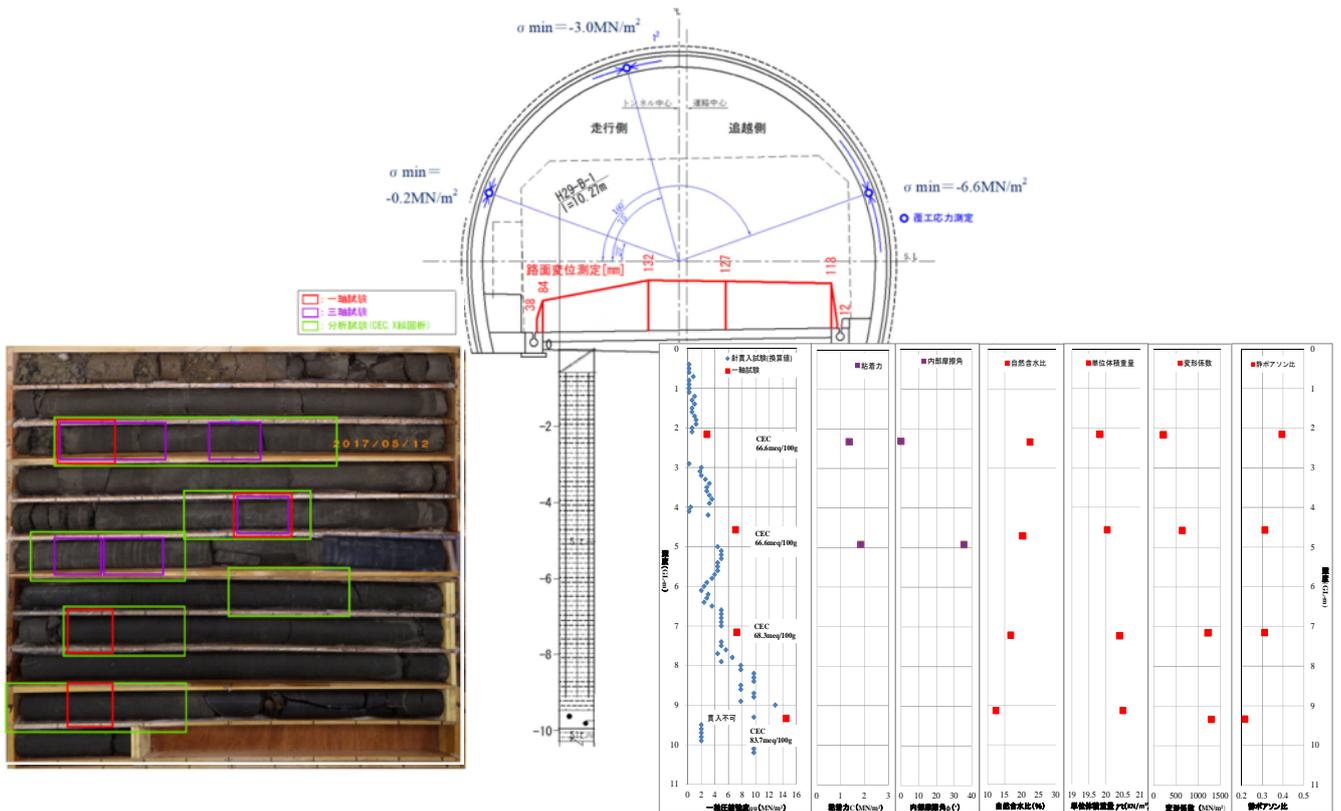


図5 ボーリング結果と室内試験結果