

供用中道路トンネルにおける路面隆起と室内試験結果の関係について

(株)ネクスコ・エンジニアリング東北
(株)ネクスコ・エンジニアリング東北
応用地質(株)維持管理事業部
東日本高速道路(株)東北支社
東日本高速道路(株)東北支社

正会員 ○山家 信幸
正会員 村山 暢
白川 優衣
林崎 信男
平山 篤

1. はじめに

秋田自動車道の湯田 IC～横手 IC 間に建設されたトンネルでは、盤ぶくれによる路面隆起が顕在化している。路面隆起は、供用から約 10 年後に確認され、現状では 100mm を超える箇所もある。また、路面隆起はインバートが設置されていない区間に発生している。路面隆起の主な要因は、地質の長期的な強度低下や膨張性を有する岩種と考えられた。そこで、岩種及び深度別に路面隆起箇所と未変状箇所の各種室内試験を行い、路面隆起との関係について整理を行った。

本報告は、路面隆起箇所と未変状箇所において、岩種・深度別に実施した各種室内試験結果を地山の膨張性指標によって評価し、その評価と路面隆起状況の関係について考察したものである。

2. 地質概要

当該区間の地質は新第三紀中新世の、山内層の泥岩・凝灰岩と黒沢層の細粒砂岩・シルト岩から構成されている。今回、報告するトンネルは、山内層で構成され淡灰褐色～褐色の硬質泥岩を主体としており（図 1）、層理がよく発達し層理面にそって板状に割れやすい性質を持つ。

3. 路面隆起状況

最も隆起の大きいトンネルの最大隆起量は 103mm であった。また、路面隆起の最も大きい箇所では、一部、側壁コンクリートの変状も発生しており、円形水路の閉塞も見られた（図 2、写真 1）。

4. 室内試験結果

当該区間の路面隆起箇所と未変状箇所の室内試験結果の一部を代表値として表 1 に示す。また、表 1 の結果を浅い深度と深い深度（5m より浅い箇所と深い箇所）毎に分けてダイアグラムに示した（図 3、4）。

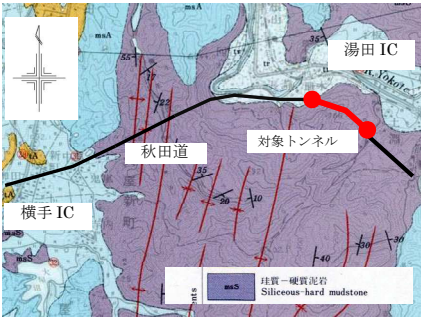


図 1 地質図（土地分類基本調査より引用）

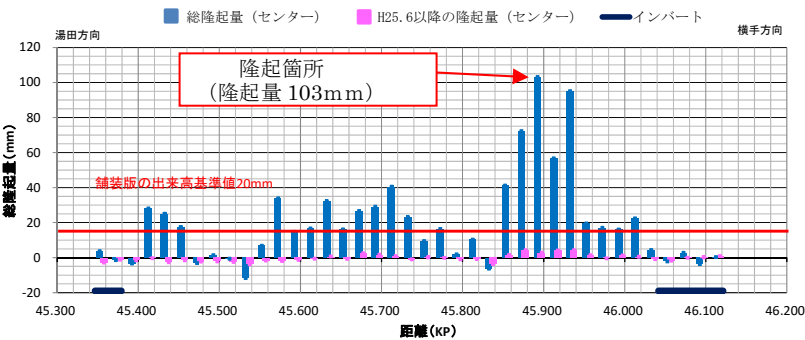


図 2 路面縦断測量結果



写真 1 路面隆起状況

表 1 室内試験結果

ボーリング孔 番号	地質	深 度 m	一軸 圧縮 MN/m ²	自然 含水比 %	2μ 以下 %	液性 限界 %	塑性 指数	浸水 崩壊	粘土 鉱物	CEC	単体 (湿潤) g/cm ³	地山 強度比
膨張性指標			≦4	≧20	≧15	≧100	≧25	C~D	≧20	≧20	≦2.05	≦2
H27-45.933kp 鉛直 φ66 隆起箇所 (95mm)	砂質凝灰岩	2.00 ~ 3.00	0.12	29.60	24.3	58.5	34.4	D	83.2	51.70	1.995	0.09
	泥岩	5.15 ~ 6.00	26.00	9.60	16.3	32.2	10.1	A	NP	8.62	2.13	18.56
	砂質凝灰岩	6.30 ~ 6.70		36.30	29.8			D	95.5	88.80		
	極細粒砂岩	7.80 ~ 8.00	109.00	1.80							2.557	64.80
H28-45.965KP 鉛直 φ66 未変状箇所	泥岩	9.00 ~ 10.00		11.30	30.8	63.7	41.5	D	67.0	47.10		
	砂岩	1.10 ~ 1.53		14.10	14.9	38.9	10.9	A	15.0	17.10		
	シルト岩	3.60 ~ 4.20		16.00	22.3	36.0	11.9	A	7.5	8.45	2.197	
		6.50 ~ 6.95		13.50	35.4	59.4	34.7	D	37.1	35.20		

※黄色の着色は膨張性指標に対して、膨張の可能性を示す。土木学会トンネル標準示方書を用いて膨張性の判定をした。¹⁾ 基本的には、“大塚ほか”で判定したが、重複する試験項目については、低い値を用いた。

キーワード トンネル, 路面隆起, 室内試験
連絡先 〒980-0013 仙台市青葉区花京院 2-1-65-14F (株)ネクスコ・エンジニアリング東北 保全技術部 TEL 022-713-7290

4.1 路面隆起箇所

路面隆起箇所は深度5mより浅い箇所では液性限界を除く全ての試験結果で基準値を超えており、膨張性を示している。また、陽イオン交換量、粘土鉱物含有量は基準値を大きく超えていることが分かる。浸水崩壊度もDで基準値を超えている(図3)。一方、今回深い深度では基準値を超える箇所と超えない箇所があり、路面隆起との関係性は確認できなかった。

4.2 未変状箇所

未変状箇所は深度5mより浅い箇所ではほとんどの試験結果が基準値以下であった。一方、深い深度で基準値を超えるものが多く存在する結果であった(図4)。これは、深い深度で膨張性を示していても、路面に近い浅い深度が健全であると路面隆起が起これにくいことを示していると考えられる。

5. 路面隆起と膨張性指標との関係

浸水崩壊度に注目して深度5mより浅い箇所の試験結果をまとめる。路面隆起箇所はほとんどが基準値を超えるC、Dである。それに対して、未変状箇所は試験数が少ないものの基準値を超えるものはなかった(図5、図6)。

6. まとめ

今回の対象トンネルのような新第三紀中新世の泥岩、凝灰岩、細粒砂岩、シルト岩が主体の供用トンネルで、室内試験結果を膨張性指標によって評

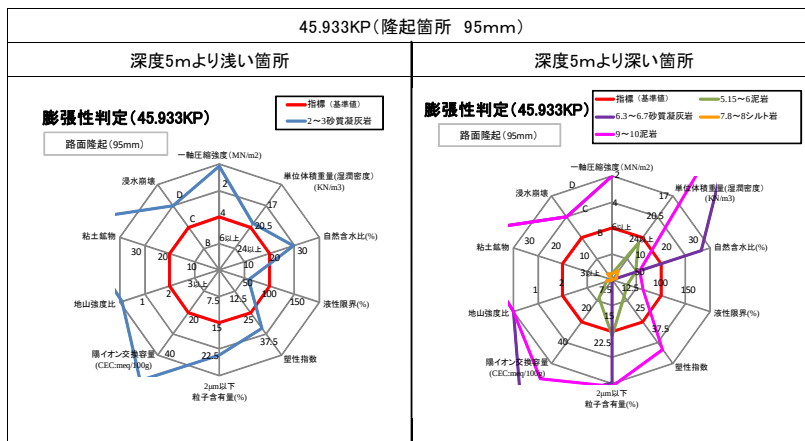


図3 膨張性判定結果(隆起区間 隆起量 95mm)

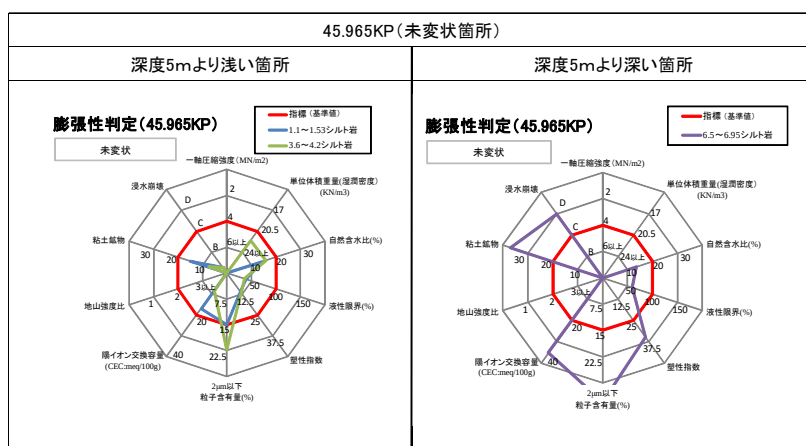


図4 膨張性判定結果(未変状区間)

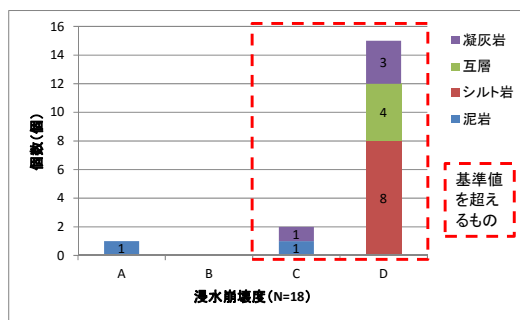


図5 浸水崩壊度(隆起区間 浅い箇所)

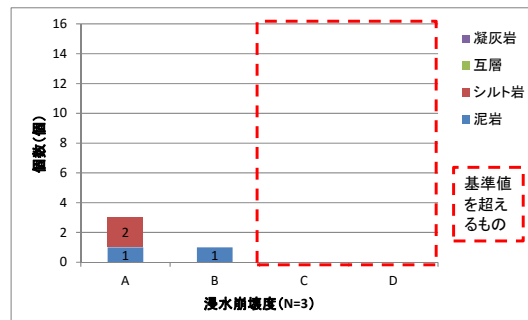


図6 浸水崩壊度(未変状区間 深い箇所)

価したものや路面隆起状況を比較した結果、隆起が発生している箇所は浅い深度で多くの試験結果が膨張性指標の基準値を超える結果となった。特に陽イオン交換量、浸水崩壊度は基準値を大きく超えている。これは、路面から近いところ(浅い深度)では交通荷重等が作用したことにより地山が塑性化している。また、センタードレーンがあり地下水等が集まりやすく、地山が吸水膨張したと考えられる。さらに陽イオン交換量等の地山が元々持っている物性、これらの要因が重なった結果、隆起変状が起こったと推察される。浅い深度と深い深度の結果から深度5m程度(浅い深度)までの地山特性が路面隆起に関係していることが推察される。今後は室内試験データを蓄積し、これらの傾向を詳しく検証するとともに、どの指標が路面隆起に大きな影響を与えているかについて確認して行きたいと考える。

参考文献 1) 土木学会 トンネル標準示方書 山岳工法・同解説 (2016年制定)