

長野自動車道 一本松トンネルの変状と対策について

東日本高速道路(株) 長野管理事務所 非会員 早川 泰 史  
 東日本高速道路(株) 長野管理事務所 正会員 坂 本 香

1. はじめに

一本松トンネルは、長野自動車道 <sup>おみ</sup>麻績IC～更埴 IC 間に位置し、延長は約 3,200mである。平成 2～3 年に施工され、平成 5 年 3 月に完成 4 車線で供用を開始した。

供用後、平成 8 年に最初の変状が確認されて以来、現在も緩やかに変位が増加しつつある状況にある。

本文では、これまでに実施した変状調査及び地質調査の結果及び対策工法の検討状況についてその概要を述べる。

2. 地質概況及び変状状況

本トンネルは、図-2 に示すように、小川層、裾花層、<sup>かむりき</sup>冠着層と呼ばれる新第三紀 中新世の地層を貫いている。

小川層は礫岩、砂岩、泥岩の様相を呈する凝灰質堆積岩が複雑に入込んだ地層構造となっている。地山の膨張性の指標である陽イオン交換容量は CEC=20(meq/100g)と小さめではあるがスメクタイトを含んでおり、浸水崩壊度は[D]で強度低下を起こしやすい地質である。変状区間 1 では主に路面下方に塑性領域が広がっており、盤膨れが卓越している。

裾花層は、調査の結果凝灰角礫岩と砂質凝灰岩が確認されている。裾花層もスメクタイトを含む強度低下を起こしやすい地質(浸水崩壊度：D)であり、CEC は膨張性の判定基準である 35(meq/100g)を大幅に超える試料も確認された。変状区間 2 では主に側方へ塑性領域が広がっており、側方変位が卓越している。

また、小川層と裾花層の地層境界付近(変状区間 1 の終点側)では、盤膨れと側方変位の両方が発生している。

変状区間 3・4 の詳細な地質調査は未実施であるが、電気探査の結果から各変状区間の位置に何らかの地層境界が存在することが推定されている。

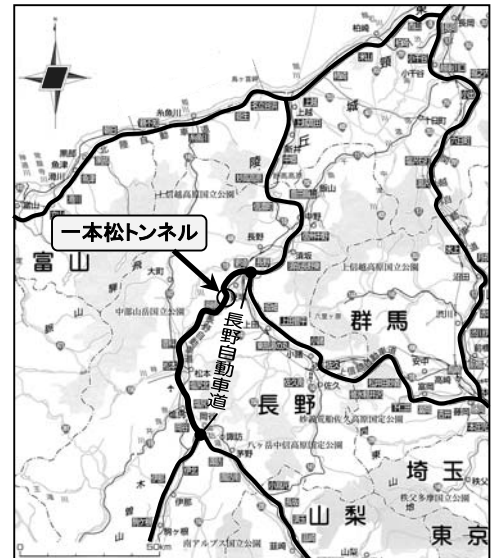


図-1 位置図

表-1 各変状箇所の変位状況

(単位:mm)

変状区間	変状パターン	路面の隆起		側方変位 H19-H21	
		総隆起量	年変位量		
1	上り	盤膨れ	84.7	1.1	0
		盤膨れ 側方変位	83.0(※)	0.7	2
	下り	盤膨れ	110.6	3.6	-3~2
		盤膨れ 側方変位	54.6	2.5	3
2	上り	側方変位	31.3	0.2	0~2
	下り	側方変位	26.1	1.3	4~5
3	上り	盤膨れ	138.1(※)	3.5	-1~2
	下り	盤膨れ	56.1(※)	2.6	-1
4	下り	盤膨れ 側方変位	58.1(※)	1.0	2~3
	上り	盤膨れ	82.3	1.8	0

(※) 段差擦付けのため行ったオーバーレイ層分を含む

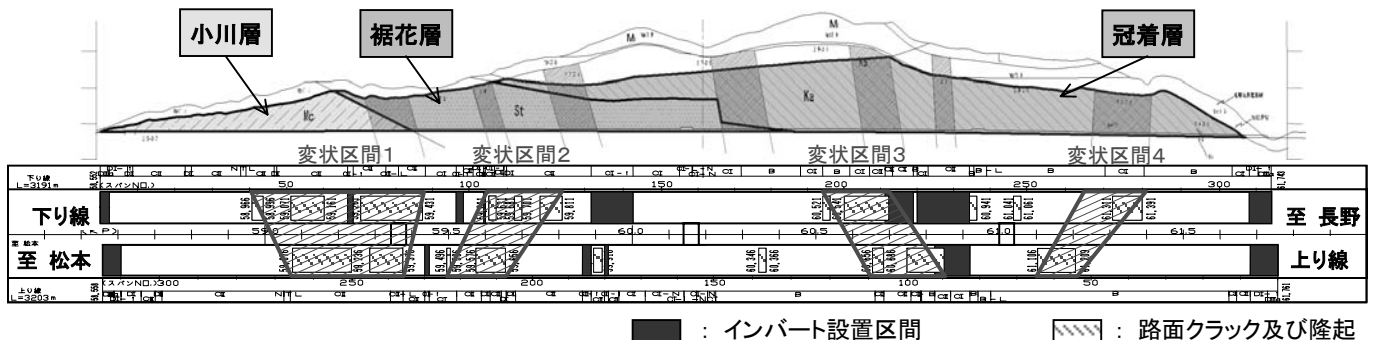


図-2 一本松トンネルの地質状況及び変状箇所

### 3. 変状対策工法の検討

本トンネルの変位速度は緩やかであり、緊急的な対策を要する程ではないが、このまま放置すれば建築限界の不足やトンネル崩壊に発展するため、これまでの調査結果を踏まえ、平成20年度より対策工の検討に着手した。

#### (1) インバート設置の検討

図-2に示すように、変状はインバートの設置されていない箇所が発生している。したがって、インバートの設置が最も確実な対策と考えられるが、施工上以下のような問題がある。

- 片方向通行止で施工する場合、当IC間は約25千台/日(両方向)の交通量があるうえ、一般道を迂回すると山岳地区を約25km走行する必要があり、利用者への影響があまりに大きい。
- 片側対面通行で施工する場合、トンネルの長野側がグレードセパレート区間のため直近に渡り線を確保できず、設置可能な位置に渡り線を設けると姨捨SA並びに併設するスマートICが利用できなくなる。また、ジェットファン4基の増設が必要となる。
- 車線規制で施工する場合、通行帯及び施工帯それぞれに最低限必要な幅員を確保すると、図-3に示すように、トンネル火災時に作動する水噴霧装置の配水本管が支障となるが、移設や防護が不可能である。

以上のことから、インバートの設置は施工上非現実的であると判断し、車線規制で施工可能な他の対策方法を検討することとした。

#### (2) マイクロパイル工の検討

代替案として、盤膨れ対策として施工実績のあるマイクロパイル工及びロックボルト工を対象とした。これらの工法は、鋼管やロックボルトを塑性領域外側の新鮮な岩盤に定着させることにより地山の膨張を抑制するものである。恒久対策として効果を期待するのは困難とも言われているが、本トンネルのように変位速度が緩やかな地山には一定の効果が期待できる。

本検討では、より高い効果の期待できるマイクロパイル工について検討を進めることとしたが、これまでの事例ではインバート設置までの暫定的な対策として応急的に採用されたケースが多く、構造設計手法は確立されていないのが現状である。

そこで本対策では、暫定的に設計したマイクロパイル工を盤膨れが卓越する箇所において試験的に施工し、設置後の地山の変位や各種部材に発生する応力等を継続的に計測及び解析することにより、マイクロパイル工の設計手法の確立を目指すこととした。

マイクロパイル工の設計手法として、塑性領域の膨張圧を求めたうえでこれを拘束し得る鋼管等の部材の規格・寸法を決定するのが合理的であると考えられるが、地山の膨張圧の推定が困難である。そこで、本トンネルの変位速度は緩やかであることから、暫定的な設計手法として、図-4に示すように「地山の膨張圧は塑性領域の地山重量とほぼ同じである」と仮定したうえで設計を行うこととした。

### 4. 今後の課題

これまでマイクロパイル工は抑制工と考えられてきた感があるが、本トンネルのように変位の緩やかな地山では、合理的な調査及び設計に基づき抑止工と同等の効果を得られることを期待している。そこで本検討ではマイクロパイル工の設計手法を確立することにより、合理的な補修工法を見出すことを目指している。

一方、側方変位についてはマイクロパイル工とは別に対策工法を検討する必要がある。現在、側圧の設定に苦慮しているところであるが、効果的な調査方法を検討したうえでデータを収集し、対策工法についても検討を進めていく必要がある。

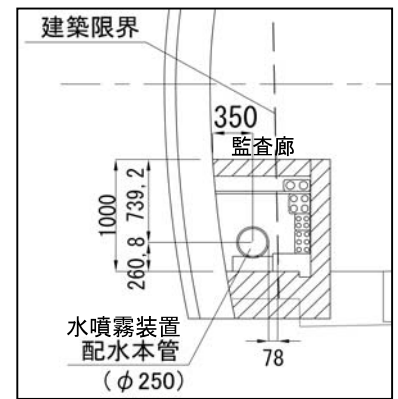


図-3 監査廊部の支障物状況

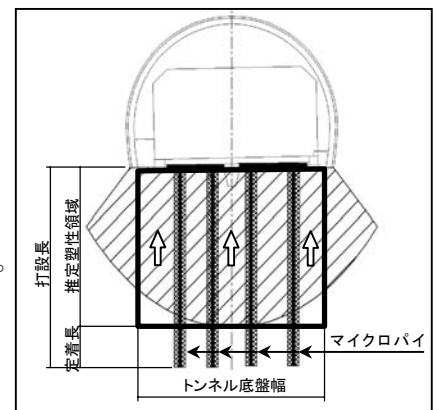


図-4 マイクロパイルの設計概念