

蛇紋岩が分布するトンネル工事におけるクリソタイル飛散対策の施工事例

フジタ 広島支店 正会員 ○米澤和人, 藤多真也

国土交通省四国地方整備局 徳島河川国道事務所 太田芳宏

フジタ 土木本部 正会員 三河内永康

フジタ 技術センター 正会員 荒井靖仁, 池田奈央

1. はじめに

四国横断自動車道の小松島ICと阿南IC間で施工中の令和元～4年度横断道羽ノ浦トンネル工事（トンネル延長753m, 国土交通省四国地方整備局発注）では、掘削起点側（小松島側）の延長600mに中生代白亜紀の秩父帯北帯の砂岩、泥岩およびその互層が分布し、掘削終点側（阿南側）153mの区間には黒瀬川帯の蛇紋岩が分布する（図-1）。蛇紋岩は、トンネル施工において注意が必要な岩石¹⁾として知られており、過去に大きな変状を発生し難工事となった事例がいくつか報告されている²⁾。一方、蛇紋岩中は繊維状鉱物としてクリソタイルを含有³⁾しており、近年健康障害で問題となっている有害なアスベストとして作業中に飛散する可能性が考えられる。本稿では、羽ノ浦トンネル工事における蛇紋岩区間で実施したクリソタイルの飛散対策とトンネル施工について報告する。

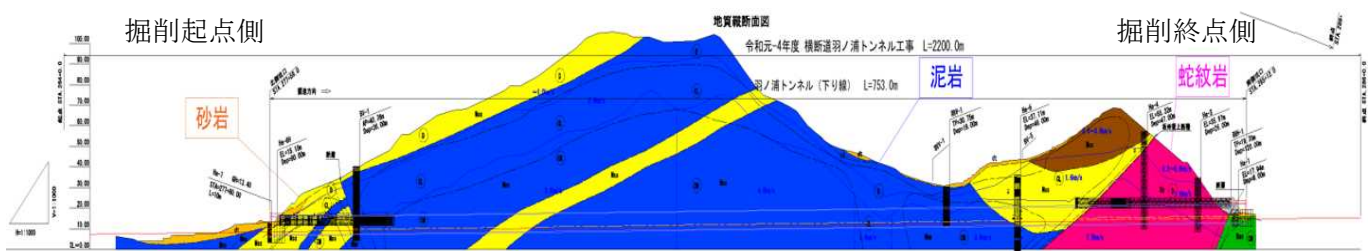


図-1 当該トンネルの地質断面図と蛇紋岩地質位置

2. 有害なアスベストの定義とクリソタイル含有量の想定

2-1) 有害なアスベストの定義と法令による規制：アスベスト（石綿）とは繊維状珪酸塩鉱物の総称であり、鉱物組成として蛇紋石系と角閃石系がある。有害なアスベストとは、「長さ5μm以上かつ幅3μm未満で長さとの比が3以上のもの」と定義されている。蛇紋石系では、クリソタイル（白石綿/温石綿）が筒状かつ繊維状となり、アスベストに相当し有害となり得る。本トンネルの蛇紋岩はクリソタイルを豊富に含み、有害なアスベストを施工中に飛散する可能性がある。

なお、アスベストは建設材料などの工業製品であり、アスベスト関連法令（作業環境測定法、大気汚染防止法など）で規制されているが、自然由来に関しては規制がない。

2-2) クリソタイル含有量の想定：事前の地質調査では蛇紋岩のボーリングコア試料を用いたX線回析法を実施し、平均53.4重量%のクリソタイルを確認した。一方、コアの目視観察からクリソタイルが含まれる白色脈が全体の3%程度であり、クリソタイルの重量%を約50%として $0.03 \times 0.5 = 0.015$ となる1.5%がクリソタイル含有量と想定された。日本の石綿鉱山でのクリソタイル含有量は一般に2～3%と言われており、本トンネルは一般値よりやや少ない。

次に、コアの顕微鏡下観察から「クリソタイルは短い繊維の集合体として確認でき、長さは部分的に伸びる繊維の長さから5～10μm程度である」と識別された。すなわち、長さ5μm以上かつ幅3μm未満の有害なアスベストが多数確認されたことになる。ただし、トンネル作業中にこのクリソタイルがどの程度大気中に飛散するかは不明であった。

キーワード 山岳トンネル, 蛇紋岩, アスベスト, クリソタイル, 飛散対策

連絡先 〒151-8570 東京都渋谷区千駄ヶ谷4-25-2 (株)フジタ 土木本部 TEL:03-3796-2298

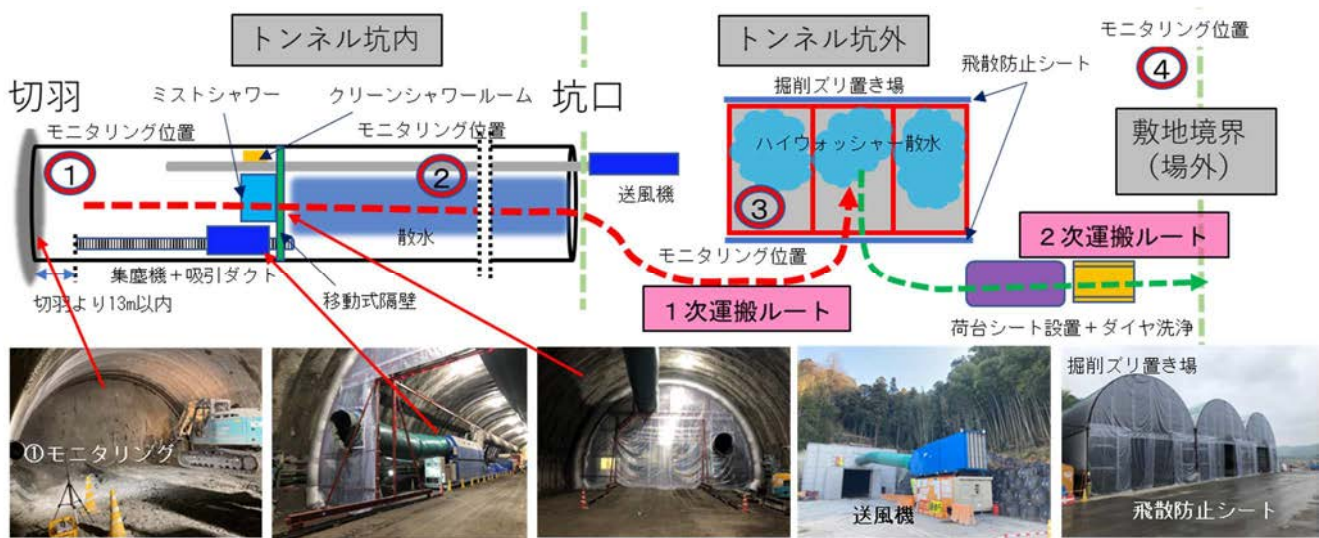


図-2 蛇紋岩分布区間での対策工一覧図

3. クリソタイル飛散対策とモニタリング

3-1) クリソタイル飛散対策工：各モニタリング箇所において、段階的に自主的な管理基準値（レベルⅠ～Ⅲ：Ⅲを環境基準150本/L）を設け測定頻度や防護対策を強化する方策を計画した。図-2に具体的なクリソタイル飛散対策工を示すとともに主な重点的対策は以下のとおりである。

①クリソタイル濃度のモニタリング実施：坑内：切羽・隔壁坑口側、坑外：掘削ズリ仮置場・作業所敷地境界の計4箇所 ②切羽散水：ブレーカ掘削等の粉塵拡散を防止 ③切羽付近の換気と拡散防止対策：切羽から13m以内に吸引ダクトを設置。また、坑内に隔壁（パーティション）を設置し送風と集塵機（初期圧力損失が245Pa=25mmH₂O以下の性能）により切羽側を負圧に維持し坑内拡散を限定。重機・車両へのミストシャワー散布とエアシャワー等の簡易クリーンルームの設置。④電動ファン付き呼吸用保護具の着用：各作業員にマスク性能・HEPA フィルター（JIS Z 8122）を着用。⑤場外での飛散防止：掘削ズリ仮置場の飛散防止パーティションの設置。場外搬出時の積荷に飛散防止シートを設置。⑥石綿作業主任者を配置：クリソタイル（アスベスト）は自然由来のため法的規制ではないが、労働基準監督署から提案を含め安全体制を考慮し履行した。

3-2) 管理基準値とモニタリング結果：管理基準は作業環境基準（150 本/L）および大気汚染防止法基準（10 本/L）に準じ、石綿粉塵計数分析法（メンブランフィルター法）により求めた。そのうち、作業環境の対策強度を表-1 に示すレベルⅠ～Ⅲに設定し、レベルⅠでの測定頻度は1回/月、Ⅲで1回/日とした。モニタリングの結果より、蛇紋岩が露出する区間において定量下限値を含めて異常なしの判定となった。

表-1 管理基準値とモニタリング結果

今回の設定管理基準値 レベルⅠ：75本/L レベルⅡ：100本/L・レベルⅢ：150本/L						
No.	測定値（f/L）				判定	備考
	①切羽	②集塵機後方	③ズリ仮置場	④敷地境界		
1	0.8	<0.8	<0.9	<0.9	異常なし	バックグラウンド
2	<0.6	0.6	<1.4	<1.1	異常なし	本坑掘削1
3	<0.5	0.8	<0.7	<0.8	異常なし	本坑掘削2
4	<0.4	<0.4	<0.6	<0.5	異常なし	本坑掘削3
5	<0.6	<0.6	<0.7	<0.8	異常なし	本坑掘削4
6	<1.2	<1.5	<0.8	<0.7	異常なし	本坑掘削5
7	2.4	1.3	<1.7	<1.9	異常なし	本坑掘削6
8	<0.5	<0.5	<0.7	<0.7	異常なし	インパート掘削

※作業環境評価基準濃度 150本/L、大気汚染防止法基準濃度 10本/L

4. おわりに

本稿では、羽ノ浦トンネル工事における蛇紋岩分布区間で実施したクリソタイルの飛散対策とトンネル施工について報告した。その結果、飛散対策工は良好に機能し、クリソタイルの飛散量もごく少量であった。一方、蛇紋岩に対するトンネル変状対策としても各種の補助工法を実施し地山変状を抑えることができた。本報告が今後の同種工事での参考となれば幸いである。

【参考文献】1) (社)日本道路協会：道路トンネル技術基準（構造編）・同解説，p.84-85，2003.11. 2) 中村順一・島田武・大場北斗：一般国道40号音威子府村音中トンネル完成まで，第65回北海道開発技術研究発表会，2021. 3) 岡村洋ら：蛇紋岩とアスベスト，全地連技術フォーラム，2008高知。