

山岳トンネルのリスク低減に関する検討（その5）
— 維持管理に関するリスク管理 —

パシフィックコンサルタンツ（株）○正会員 安田 亨
（一社）日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所 正会員 寺戸秀和
（株）ケー・エフ・シー 正会員 岡部 正

1. はじめに

近年、土木構造物の経年劣化等に伴う維持管理が課題となる中、供用中の山岳トンネルにおいても同様であり、安全に利用するためには、想定されるリスクを抽出して対策を図っていくことが重要となる。維持管理に関するリスクについては、外力性の変形、はく落、漏水、付属物落下、作業中の事故等の項目が抽出されるが、本報においては特に「はく落」、「漏水」をとりあげ、調査・設計時、施工時を含む各段階におけるリスク要因とその相関関係を示すとともにリスク低減対策について述べる。

2. はく落に関するリスク管理

維持管理段階におけるリスクとして、はく落は直接的に利用者被害に影響を及ぼす懸念があることから特に重要である。想定されるはく落には、目地部周辺の種々の要因によるはく落、補修材のはく落、コールドジョイント、背面空洞、鋼材腐食に起因したはく落、閉合ひび割れに起因するブロック状のはく落、表層劣化に伴う表層剥離などがある。これらのリスク要因を、計画・設計段階、施工段階、維持管理段階に分類し、それらのリスク要因の相関関係を図-1に示す。

はく落のうち目地部周辺のはく落に着目すると、維持管理段階に目地部周辺にはく落が集中する傾向があるというリスクに対し、その要因が例えば施工段階の目地部形状の特性や施工法に起因するという関係にあり、さらに設計段階での目地部構造や目地位置選定が要因として関連しあうという相関関係がある。すなわち前段階でリスク要因を排除することにより、相関を考慮したトータルリスクを低減することが可能となる。

表-1 は、はく落に対するリスク低減対策を、各段階のリスク要因に対応させてまとめたものである。上記同様に

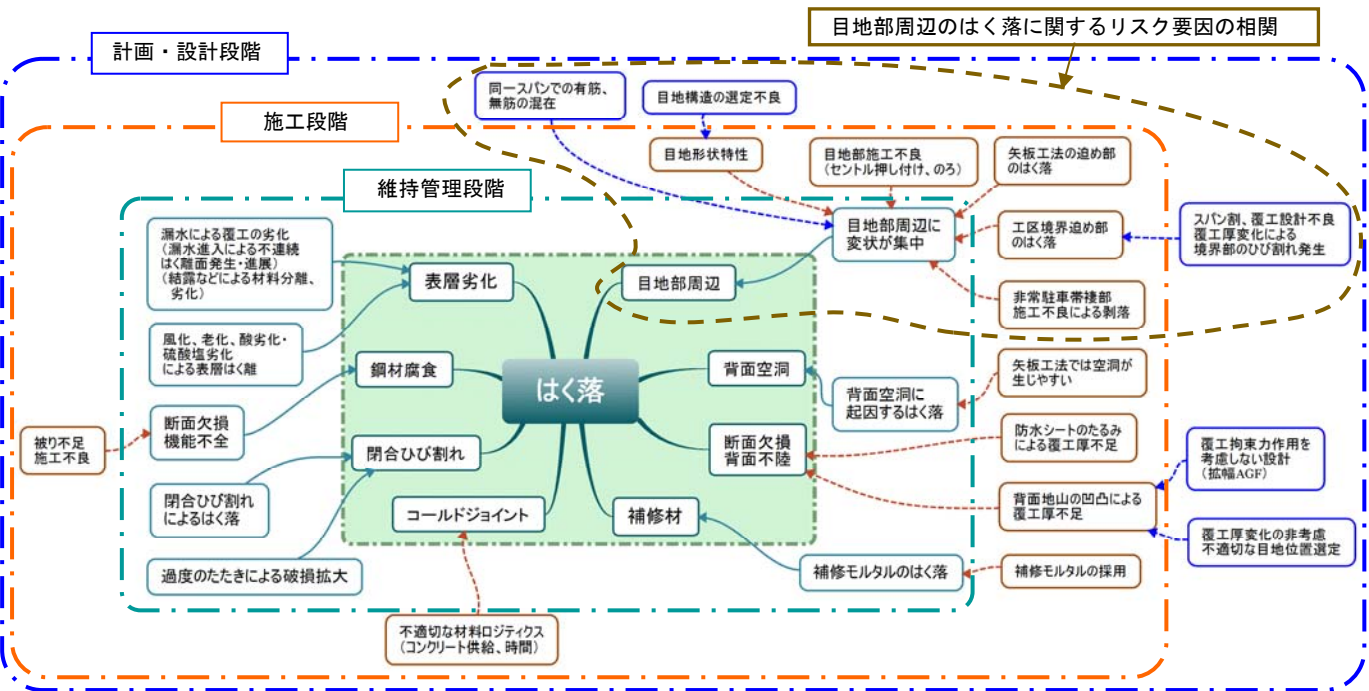


図-1 はく落に関するリスク要因と各段階での発生要因との相関関係

キーワード 維持管理、リスク管理、はく落、漏水

連絡先 〒101-8462 東京都千代田区神田錦町三丁目 22 番地 パシフィックコンサルタンツ株式会社 TEL03-6777-3582

目地部周辺のはく落を例としてとりあげ、要因に対するリスク低減対策を提言として示した。はく落に限らず、リスクには様々な要因が複雑に絡み合っていることを意識し、各段階で適切な対策を講じることが重要である。

表-1 はく落に関するリスク要因と対策への提言

	段階	リスク要因	対策への提言
目地部周辺のはく落	計画・設計段階	・目地構造の選定不具合によるはく落 ・目地設置位置の選定不良によるひび割れ発生やはく落	・はく落防止を意識した目地選定に言及しておく ・有筋・無筋の構造境界部や覆工厚変化部には適正な目地を設置するよう留意する。
	施工段階	・目地形状特性によるはく落 ・横断目地部の（型枠の過度な押し上げ、打ち込み不足）施工不良によるはく落 ・目地部の打ち込み不足による豆板の発生 ・矢板工法せめ部の施工に起因したはく落要因	・将来的な目地周辺のうき、はく落が発生しにくい目地構造を選定する。 ・目地周辺は施工時にはく落が生じる原因を作ること認識し、入念な施工を心がける。 ・均質な打ち込みを心がけ、目地欠損を防止する。 ・せめ部の施工は特に入念に行う。
	維持管理段階	・目地形状、目地部施工法に起因した変状が目地部周辺に集中する傾向がある	・目地周辺の適切な点検計画立案，実施を行う必要がある。

3. 漏水等に関するリスク管理

山岳トンネルにおける供用中の漏水は、ひび割れ箇所や覆工コンクリートの打継ぎ目等から生じ、交通車両、軌道設備、トンネル内の各種設備への影響や、覆工コンクリートや補強材料の劣化促進および剥落などが懸念される（図-2）。計画・設計段階、施工段階、維持管理段階における漏水に関するリスク要因と対策への提言について表-2 に示す。

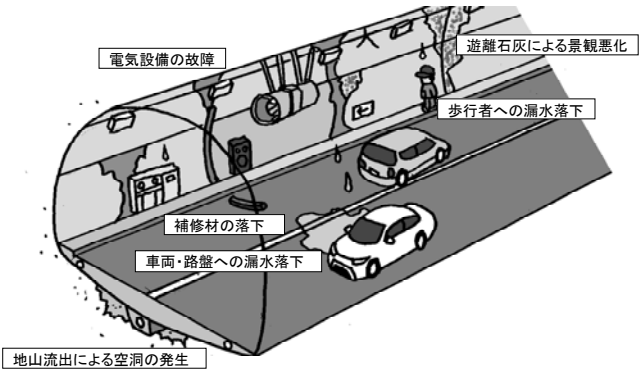


図-2 漏水に関するリスク概念図

表-2 漏水に関するリスク要因と対策への提言

段階	リスク要因	対策への提言
計画・設計段階	・水環境の変化による漏水 ・未固結地山等での地山流出に伴うインバート下の空洞 ・不適切な排水計画に伴う排水性能の低下	・将来の周辺環境の変化についても考慮する ・未固結地山や膨張性地山の場合はインバート下面への影響について予測・検討を行う ・余裕をもったトンネル勾配の設定や、十分な排水機能を有する材料を選定する
施工段階	・施工時における排水工や防水シートの破損に伴う漏水	・防水工、シートが破損しないような施工法や材料の選定，十分な施工管理を行うこと。
維持管理段階	・漏水による交通車両への影響 ・軌道や設備等の劣化促進 ・覆工や補修材の劣化に伴う落下等 ・寒冷地における凍結、融解の繰り返しによる材料の劣化やつらら、側氷の発生 ・凍結によるスリップ事故等 ・遊離石灰等による排水・導水設備の性能低下	・漏水箇所，漏水量，要因等を分析して適切な漏水対策（導水，止水対策）を実施する ・想定される漏水状況を考慮した剥落対策工および漏水対策材料の選定を行う ・つらら，側氷の日常的な除去作業とともに断熱処理工などの発生抑制・防止対策を考え，耐火性も考慮した適切な補強対策を行う ・漏水状況に応じて，定期的なメンテナンスおよび使用材料の劣化具合に応じて交換作業を行う

5. おわりに

本報では、山岳トンネルの維持管理に関するリスク要因とその対策について、「はく落」、「漏水」に着目して一例を述べた。ライブラリーでは他に外力性の変形、付属物落下および点検作業時に関するリスク管理も加えてまとめている。供用中のトンネルにおいて、適切な点検、維持補修が構造物の延命化に対して重要な位置づけであるとともに、計画・設計・施工時の各段階で対策を効果的に実施することが、リスク低減に大きく貢献することに留意されたい。最後に、執筆協力者の中電技術コンサルタント・石田氏，土木研究所・日下氏，鉄道総合技術研究所・富樫氏，高速道路総合技術研究所・前川氏に謝辞を述べる。