

山岳トンネルにおける地質リスクの顕在化の有無と対策工に関する分析

○フジタ 正会員 宇田川義夫

1. はじめに

山岳トンネルの建設工事においては、施工前に内在している地質リスク事象や、施工段階に顕在化する地質リスク事象、あるいは維持管理段階において顕在化する地質リスク事象がある（本論では「安全性・経済性および周辺環境に負の影響を及ぼす地質事象」を「地質リスク事象」と定義する）。本論は、2001～2010年の過去10年間に発行された技術専門誌「トンネルと地下」¹⁾に掲載された地質に関する記載を含む報文を調査し、統計処理、分析をおこなったものである。

2. 地質リスク事象と顕在化の有無

調査は141箇所のトンネルについて行った。表-1は地質リスク事象ごとのリスクの顕在化の有無と顕在化率（＝顕在化した件数÷全件数）について示したものである。顕在化率は内在する地質リスク事象の顕在化の頻度を表していると考えられる。これをみると、全体の地質リスク事象の顕在化率は55.1%と約半数の地質リスク事象が顕在化しているといえる。地質リスク事象が顕在化した件数の多い上位4項目は、「過大な地山変位」「切羽崩壊」「異常湧水」「地表面沈下・陥没」である。これら上位4項目の地質リスク事象の顕在化率は40.0～72.7%と高い比率になっている。

表-1 地質リスク事象の顕在化率

地質リスク事象	リスク顕在化の有無		顕在化率
	あり	なし	
過大な地山変位	39	35	52.7%
切羽崩壊	37	20	64.9%
異常湧水	32	12	72.7%
地表面沈下・陥没	16	24	40.0%
地すべり誘発	7	8	46.7%
土砂流出	3	2	60.0%
山はね	1	0	100.0%
酸性水・重金属	0	1	0.0%
騒音・振動	0	4	0.0%
供用線への影響	0	4	0.0%
合計	135	110	55.1%
		245	

3. 地質リスク事象の顕在化の有無と対策工に関する分析

件数上位4位の「地質リスク事象の顕在化の有無」と「対策工」との関連性について分析を行った。分析結果を図-1、図-2に示す。

3.1 過大な地山変位

顕在化の有無に係わらず、先受け工、鏡ボルト工、注工、鏡吹付け工、フットパイル、ウィングリブ付き鋼製支保工などの切羽安定化を図る対策工が大部分を占める。リスクが顕在化しなかった事例では、「地山改良」が12%の比率を占めており、リスクが顕在化した事例の3%に比べて大きな比率を占める。このことは、剛性の高い支保部材で地山の緩みを押えることに加えて、地山自体の力学的特性を事前に向上させる「地山改良」が効果的であったと考えられる。

3.2 切羽崩壊

顕在化の有無に係わらず、切羽安定化を図る対策工が大部分を占める。リスクが顕在化しなかった事例では、「フットパイル」が8%、「地下水位低下工法」が6%の比率を占めており、リスクが顕在化した事例の3%、2%に比べて大きな比率となっている。このことは、トンネル底盤の反力を高める「フットパイル」や、地圧を低減させる「地下水位低下工法」が効果的であったと考えられる。また、顕在化した事例では「その他（多重支保工・高規格支保等）」の比率が16%と大きな比率を占める。このことは、切羽崩壊が発生したため、より剛性の高い支保の追加による対策工が必要になったものと考えられる。

3.3 異常湧水（突発湧水・高圧湧水等）

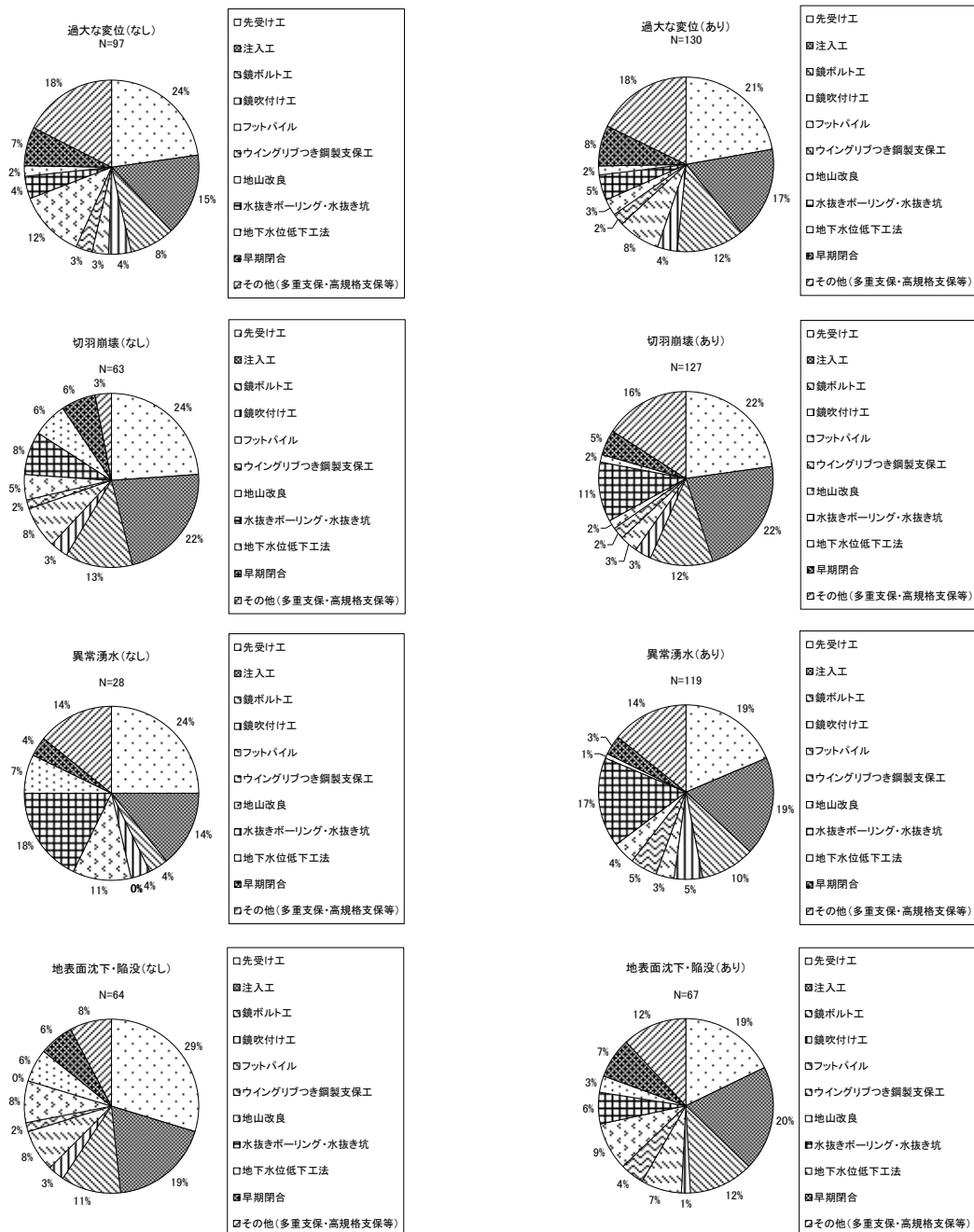
顕在化の有無に係わらず、切羽安定化を図る対策工が大部分を占める。リスクが顕在化しなかった事例では、「地山改良」が11%、「地下水位低下工法」が7%の比率を占めており、リスクが顕在化した事例の4%、1%に比べて大きな比率となっている。このことは、地山自体の透水特性を事前に改善させる「地山改良」や、地下水位を下げる「地下水位低下工法」が効果的であったと考えられる。

キーワード 山岳トンネル、地質リスク事象、過大な地山変位、切羽崩壊、異常湧水、地表面沈下・陥没

連絡先 〒151-8570 東京都渋谷区千駄ヶ谷4-25-2 E-mail: udagawa@fujita.co.jp

3.4 地表面沈下・陥没

顕在化の有無に係わらず、切羽安定化を図る対策工が大部分を占める。リスクが顕在化した事例では、「水抜きボーリング・水抜き坑」が6%、「その他（多重支保工・高規格支保等）」の比率が12%と大きな比率を占める。この地質リスク事象には「地すべり」がリスク要因となっている事例もあり、「水抜きボーリング・水抜き坑」を実施した事例が含まれている。また「その他（多重支保工・高規格支保等）」については、地表面沈下・陥没によって地山の緩み域が拡大し、高剛性の支保による対策工が必要になったものと考えられる。



図一 地質リスク事象顕在化なしの事例の対策工

図二 地質リスク事象顕在化ありの事例の対策工

4. おわりに

地質リスク事象の顕在化の有無と実施された対策工について分析した。地質リスク事象に対する対策工を検討する上で、今後の参考になれば幸いである。

参考文献 1) 日本トンネル技術協会：トンネルと地下，2001年1月～2010年12月。