

山岳トンネル掘削で発生する地質リスク事象に対する先受工の効果に関する分析

○清水建設 正会員 宇田川義夫

1. はじめに

山岳トンネルの補助工法の一つである先受工は、切羽安定対策や湧水対策といった施工の安全性確保を目的とするとともに、地表面沈下対策としての周辺環境の保全を目的として実施される。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⁾に掲載された山岳トンネルの報文を調査し、過大な地山変位、切羽崩壊、異常湧水ならびに地表面沈下・陥没といった山岳トンネル掘削で発生する地質リスク事象に対する先受工の効果に関する分析をおこなったものである。

2. 山岳トンネル掘削における地質リスク事象について

文献調査は141箇所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。

また、これら上位4項目の地質リスク事象(過大な地山変位、切羽崩壊、異常湧水、地表面沈下・陥没)に対して、変状の有無と実施された対策工との関連性について分析した結果、過大な地山変位においては「地山改良」、切羽崩壊においては「フットパイル」と「地下水位低下工法」、異常湧水においては「地山改良」と「地下水位低下工法」の効果があることを報告した²⁾。

3. 先受工の効果に関する分析

本論は、上記の上位4項目の地質リスク事象の「変状の有無」と「先受工の寸法(径・長さ)の相関関係」について考察し、先受工の効果について分析したものである。ちなみに、先受工にはフォアポーリング工法や注入式長尺鋼管フォアパイリング工法などがあるが、分析上は特に区別していない。

3.1 過大な地山変位

過大な地山変位の有無について、先受工の径と長さの相関関係を図-1に示す。これによれば、過大な地山変位の抑制に対する先受工の効果が見出しにくい。過大な地山変位の対策としては「地山改良」が効果的²⁾であり、また、鏡ボルト工、注入工、

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 | |

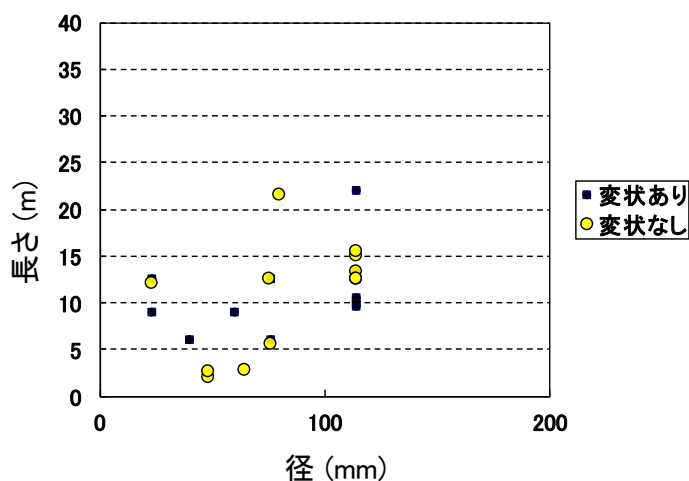


図-1 過大な地山変位に対する先受工の寸法の相関関係

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、先受工

連絡先 〒104-8370 東京都中央区京橋 2-16-1 E-mail: yudagawa@shimz.co.jp

鏡吹付け工，フットパイル，ウィングリブ付き鋼製支保工，地山改良などの切羽安定化を図る対策工を併用していることもあり．これらの対策工の総体として効果を発揮しているためであると考えられる．

3.2 切羽崩壊

切羽崩壊の有無について，先受工の効果を図-2に示す．これによれば，切羽崩壊に対する先受工の効果が見出しにくい．このことは，先受け工以外の，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」の効果が大きかったこと²⁾が影響しているためと考えられ，先受工以外の切羽安定化を図る対策工の総体として効果を発揮しているためであると考えられる．

3.3 異常湧水（突発湧水・高圧湧水等）

異常湧水の有無について，先受工の効果を図-3に示す．これによれば，異常湧水に対する先受工の効果が見出しにくい．このことは，先受け工以外の「地山改良」や「地下水位低下工法」が効果的²⁾であり，先受工以外の切羽安定化を図る対策工の総体として効果を発揮しているためであると考えられる．

3.4 地表面沈下・陥没

地表面沈下・陥没の有無について，先受工の効果を図-4に示す．これによれば，変状の有無に対して先受工の径よりは長さが関連しており，長さが約12.5m以上になると変状が発生していない．

4. おわりに

山岳トンネル掘削で発生する地質リスク事象の変状の有無と先受工の効果に対して分析した．その結果，径の大きさにかかわらず，長さ12.5m以上の先受工の採用により，地表面沈下・陥没の地質リスク事象に対して効果を発揮していることが分かった．

今後，地表面沈下・陥没に対する先受工を検討する上で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．
- 2) 宇田川義夫；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，土木学会，第71回年次学術講演会論文集，2016年9月．

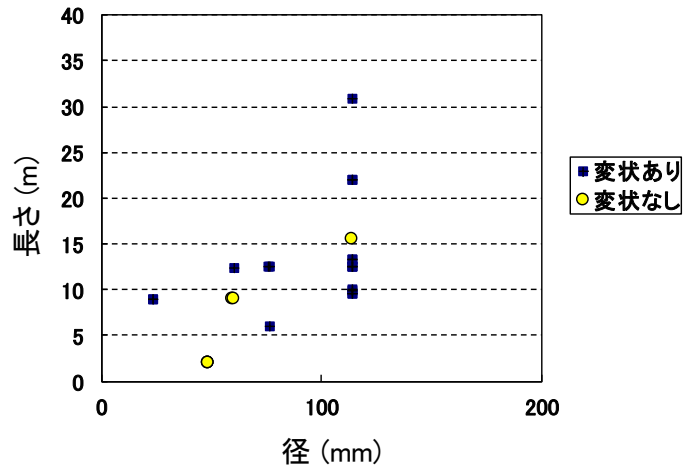


図-2 切羽崩壊に対する先受工の寸法の相関関係

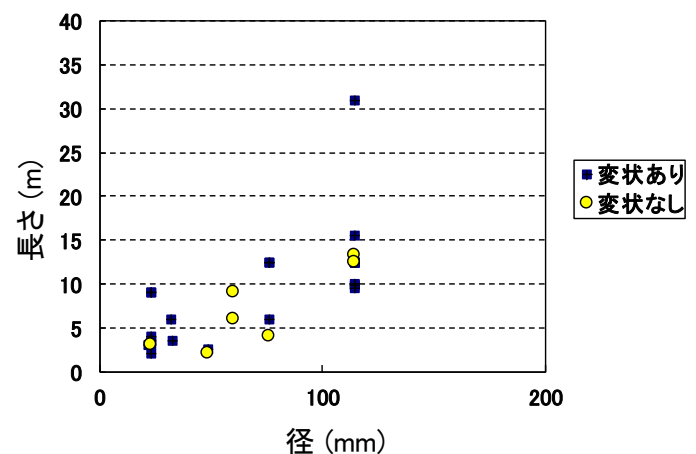


図-3 異常湧水に対する先受工の寸法の相関関係

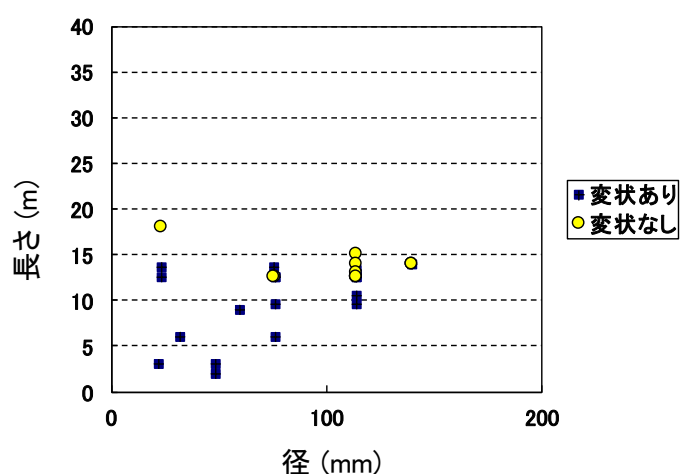


図-4 地表面沈下・陥没に対する先受工の寸法の相関関係