

横坑内ボーリング作業の安全管理

(株) アサノ大成基礎エンジニアリング ○齊藤倫久, 廣瀬義純

1. はじめに

ボーリング調査には、平地や山岳地さらには水上等の様々な現場条件がある。現場管理者の重要な責務は、個々の現場条件に応じて事故や災害が起こる前に十分な対策を講じ、作業員の安全と健康を守ることである。また、当然ながら労働安全衛生法¹⁾（以下、安衛法）及び労働安全衛生規則²⁾（以下、安衛則）を遵守し、作業環境の整備や対策を実施する必要がある。

本論は、“横坑内”という特殊条件下のボーリング調査において、我々が留意・工夫して実践した安全管理の対応事例を紹介するものである。

2. 横坑の作業条件

横坑は、ダム建設事業に伴う“調査横坑”として、地質観察を目的に幅 1.5m、高さ 2.0m で掘削されたものである。入り口付近等の一部でH鋼や木材による支保が設置されているが、大部分は自然状態の岩盤（今回の対象地では美濃帯の砂岩及び粘板岩）が露出したままの素掘り横坑である。

今回の調査では、2本の横坑（昭和60年と平成10年施工）の内部で、長さ70mの水平ボーリングを行った。作業に最低限必要となる空間は、横坑掘削の専門業者に委託して、ボーリング調査前に幅4.5m×3.5m、高さ2.5mの範囲で拡幅工事をして設けた（図-1）。

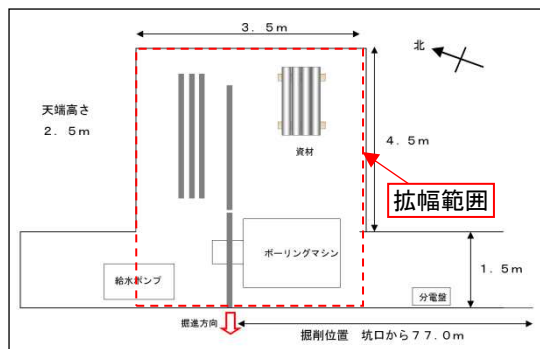


図-1 ボーリング作業箇所(拡幅後)の概略図

3. 横坑内の作業リスク

作業計画にあたってはリスクアセスメントを行い、事前に作業上のリスクを抽出した。横坑内作業のリスクは、以下が考えられた。

- ①岩盤の弱線や亀裂の緩みによる落盤・落石リスク
- ②狭小な閉鎖空間であることによる酸素欠乏症リスク
- ③その他のリスク（照明及び連絡手段の確保）

(1) 落盤・落石リスク

ボーリング作業箇所の岩盤は、天端と側壁に連続した弱線やクラックが発達する亀裂性岩盤であった(写真-1)。これより、地震やボーリングの振動等によって、弱線やクラックの緩みが進行し、落盤・落石事故が発生する可

能性が懸念された。本来、このような亀裂性岩盤ではロックボルトや吹付等により完全に固定してしまうことが望ましいが、地質観察用の調査横坑であることから、設置撤去が可能な仮設対策が求められた。

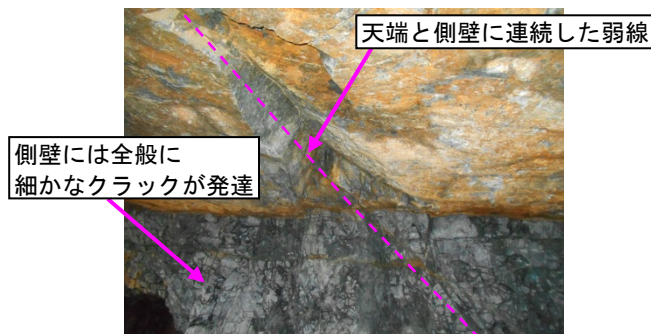


写真-1 ボーリング作業箇所の弱線とクラック

(2) 酸素欠乏症リスク

ボーリング作業箇所は、横坑入口から約80m奥に進んだ位置にあることから、外気と内気の循環が悪く、安衛法上の“酸素欠乏危険場所”となる可能性が懸念された。自然界において、酸素濃度は通常21%程度であり、18%を下回ると健康状態に支障をきたし、10%以下で死の危険がある。作業場所の酸素濃度は、20.9%で外気と同程度であったが、換気の悪い状況では作業員の呼気等により減少する可能性が考えられる。また、酸素濃度の低下に伴って酸素欠乏危険場所としての対応が必要となった場合には、有資格者を配備することが必要となる。

なお、一酸化炭素やメタンガスは、事前の測定で検出されなかったこと、さらに横坑内で使用する機械の動力は内燃機関不可（全て電気式モーターの使用に限定）としたことから、対策は不要とした。

(3) その他のリスク(照度及び連絡手段の確保)

横坑内で安全に作業を行うためには、適切な照度（照明）を確保することは必要かつ絶対条件である。また、調査地は携帯電話の電波状態が悪いエリアにあったことから、作業従事者間で常時連絡が取り合える連絡手段を確保すること等が課題と考えられた。

4. 各リスクの対応策

(1) 落盤・落石対策

落盤・落石対策は、仮設設備であることを基本として、作業範囲の天端全体を支える支保工を仮設した。支保工の構造は、「安衛則394条」に基づき以下の対策を行った。

- ・H鋼を主材、パイプサポートを柱として支保を組み、アルミ製の足場板を渡して天端を保護した(写真-2)。
- ・横坑は幅1.5mと狭いため、資材は人力運搬可能なものに限定された。H鋼は、想定される落石の最大重量10kNに対し耐久性能を保持できるものとして、100H型（長

さは3.5m)を採用した。H鋼は重量0.6kN程度であり、1本につき2人がかりで運搬した。

- パイプサポートは、許容強度（重量）20kNのMB-4型を採用した。H鋼には両端に穴を開け、ボルトを用いてパイプサポートと確実に固定した。現場合わせの工夫として、片側の穴の数はパイプサポートの穴の数（4箇所）よりも多い6箇所とした。支保工の建込み間隔は1.5mとし、パイプサポート同士を単管とクランプで縦横方向に連結し、転倒・倒壊・ねじれを防止した。
- 足場板の上には5cm四方程度の網目のネットを被せ、拳大の石を受け止められるようにした。
- 支保工の仮設撤去時は、落石の衝撃を吸収するバックプロテクターを装着して作業を行った。
- 日々の安全管理として、それぞれの横坑について、各5箇所程度クラックや緩みの定点観測箇所を設け、毎日の作業開始前に目視で観察（一部クラックスケールで計測）し、クラックの変化を点検表に記録した（表-1）。
- 作業員には、作業中の天端や側壁からの落石の有無を毎日の作業報告時にあわせて報告することの他に、KY用紙にも記録を残すことを指示し実施させた。

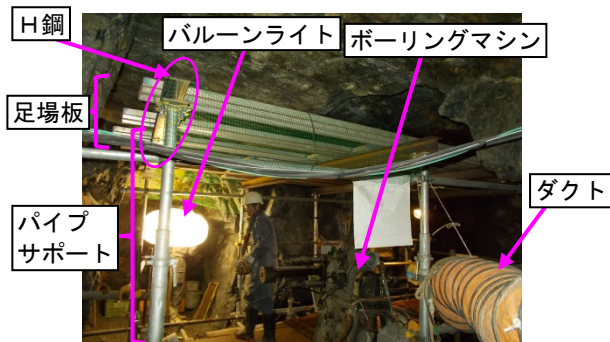


写真-2 ポーリング作業箇所の仮設備状況
表-1 横坑内の定点観測点検表

切羽・天端観察 (160-1坑 830-10)	観察箇所	観察項目	出来	速達
1. 側壁	① 定尺加算 50mm (標準)	① 定尺加算 50mm (標準) 幅が揃っていないこと (標準不備)		
2. 側壁	② 定尺加算 1.4mm (標準)	② 定尺加算 1.4mm (標準) 幅が揃っていないこと		
3. 天端	③ 定尺加算 50mm (標準)	③ 定尺加算 50mm (標準) 幅が揃っていないこと		
4. 天端	④ 幅が揃っていないこと	④ 幅が揃っていないこと ④ 1.4mmの幅が揃っていないこと (標準不備)		
5. 側壁	⑤ 幅が揃っていないこと	⑤ 幅が揃っていないこと		

切羽・天端観察 (160-1坑 830-10)	観察箇所	観察項目	記録	特記事項	
1. 側壁 (標準)	① 定尺加算 50mm (標準)	① 定尺加算 50mm (標準) 幅が揃っていないこと (標準不備)	4月22日	mm 幅が揃っていない	
			4月23日	mm 幅が揃っていない	
			4月24日	mm 幅が揃っていない	
			4月25日	mm 幅が揃っていない	
			4月26日	mm 幅が揃っていない	
			5月7日	mm 幅が揃っていない	
			5月8日	mm 幅が揃っていない	
			5月9日	mm 幅が揃っていない	
			5月10日	mm 幅が揃っていない	
			5月11日	mm 幅が揃っていない	
2. 側壁 (標準)	② 定尺加算 1.4mm (標準)	② 定尺加算 1.4mm (標準) 幅が揃っていないこと	4月22日	mm 幅が揃っていない	
			4月23日	mm 幅が揃っていない	
			4月24日	mm 幅が揃っていない	
			4月25日	mm 幅が揃っていない	
			4月26日	mm 幅が揃っていない	
			5月7日	mm 幅が揃っていない	
			5月8日	mm 幅が揃っていない	
			5月9日	mm 幅が揃っていない	
			5月10日	mm 幅が揃っていない	
			5月11日	mm 幅が揃っていない	

(2) 酸素欠乏症対策

酸素欠乏症対策は、「事業者は坑内作業場に衛生上必要な分量の空気を送給するための通気設備を設けること」（安衛則 602 条）に則り、以下を行った。

- 酸素欠乏症対策は、φ200mmのダクトを80m接続して作業場と外をつなぎ、横坑入口に置いた送風機を使っ

て外気を送り込み、換気を行った。

- 人の呼吸に対しては、1人につきおよそ3m³/min程度の換気が必要とされている³⁾。送風機から送られた風がダクト内を80m通過する間に摩擦によって生じる損失を考慮して、作業員2名分に相当する6m³/min換気が可能となる風量50m³/min程度の送風機を採用した。
- 酸素濃度が低下した場合の方が一に備え、酸素欠乏危険作業主任者の有資格者を2名配備した。
- 毎日昼頃に酸素濃度を測定し、また作業員の健康状態をヒアリングして健康管理を行った。

(3) その他の安全対策(照度及び連絡手段の確保)

照明設備は「安衛則 604 条」(表-2)を参考に計画した。

表-2 照度の基準(安衛則 604 条)

作業の区分	照度の基準
精密な作業	300ルクス
普通の作業	150ルクス
粗な作業	70ルクス

- ボーリング作業場の照明器具は、手元が見えて、かつ照明の眩しさで作業に支障がない照度として100ルクスを目安とし、3万ルーメンスのバルーンライトを採用した(写真-3:左)。
- 通路は、歩行中のつまずき・転倒防止に必要な照度として、200ルーメンスの乾電池式の人感センサー付きライトを5mおきに設置した(写真-3:右)。
- 坑口付近は、既設支保工の天端が低く、頭部が接触する危険があるため、点滅灯を設置して視認性を高めた。
- 連絡手段は、各作業員にトランシーバーを貸与して日常連絡で活用すると共に、非常事態の備えとした。

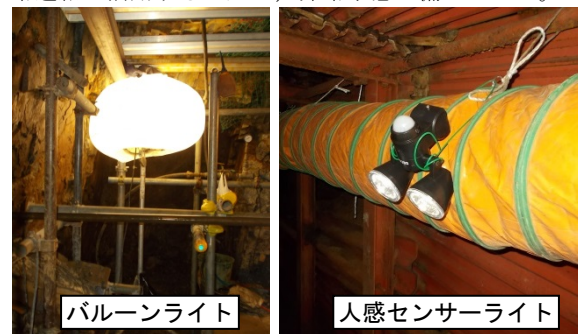


写真-3 現場で使用した照明器具
(左: ボーリング作業箇所, 右: 通路)

4. おわりに

横坑内という特殊条件下のボーリング作業において、支保工の設置、日々の点検、換気設備の整備等の対策を行い、無事故・無災害で現場を完了することができた。

今後も、場毎のリスクアセスメントを十分に検討・実践し、様々な現場条件に適切に対応していきたい。

《引用・参考文献》

- 1) 労働安全衛生法：昭和47年法律第57号。
- 2) 労働安全衛生規則：昭和47年労働省令第32号。
- 3) 山岳トンネルのずり出し方式実態調査報告書

：平成21年3月社団法人日本トンネル技術協会