

瑞浪超深地層研究所立坑掘削工事におけるワイヤロープの品質管理について

清水建設株式会社 正会員 ○延藤 遵 正会員 福田 和寛
核燃料サイクル開発機構 正会員 佐藤 稔紀 正会員 見掛 信一郎 フェロー会員 今津 雅紀

1. 目的

現在建設中である瑞浪超深地層研究所（図1参照）の2本の立坑の諸元は、以下に示すようにその深度が1,000mを超える大深度であることが特徴である。

- ・ 主立坑：掘削径φ7.3m（仕上り径φ6.5m），深度1,025m
- ・ 換気立坑：掘削径φ5.3m（仕上り径φ4.5m），深度1,010m

このため、通常の立坑工事に比較して掘削設備の移動回数及び期間がともに増大するため、その耐久性が従来以上に重要となる。また、本工事に対してリスクマネジメント手法¹⁾を適用した結果、工期に与える影響が最も大きいリスクとして機械・設備のトラブルが抽出されており²⁾、掘削設備の品質管理は円滑な工事の進展において重要と考えられる。本工事においては、掘削方法として全断面掘下がり工法のうち、ショートステップ工法の採用が予定されており、同工法においては、主な掘削設備として櫓設備、巻上機設備（巻上機、ワイヤロープ、キブル（掘削ズリ、コンクリート運搬用の搬出容器））、エレベーター及びスカフォード（移動式足場）が必要となる（図2参照）。特にワイヤロープは、キブル、スカフォード、エレベーターを吊り支えており、その健全性を確保することは工事の安全上最も重要である。ここでは、工事中のワイヤロープの品質管理方法について検討した結果を報告する。

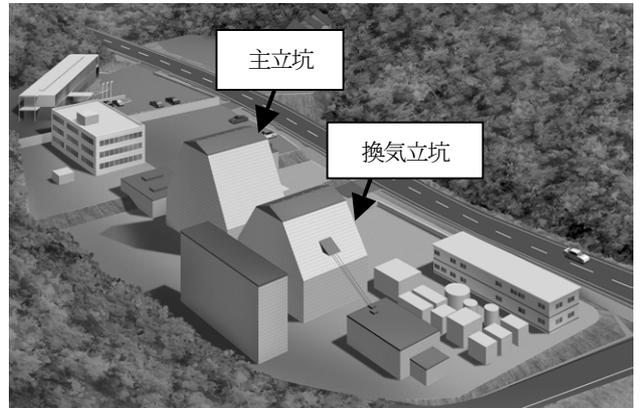


図1 瑞浪超深地層研究所の全景（地上施設完成時の予想）

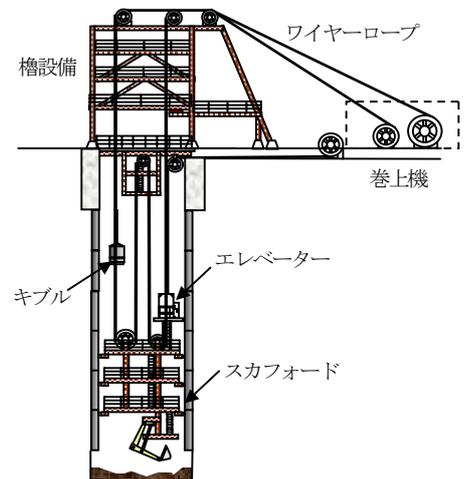


図2 主な立坑掘削設備

2. 瑞浪超深地層研究所立坑掘削工事で使用するワイヤロープ

当工事において使用されるワイヤロープを表1に示す。キブルについては、ワイヤ1本吊りとなる区間があるため、ロープの振れによる回転を防止するために非自転性ロープが使用される。スカフォードについては、キブル走行のガイドロープを兼用するため、耐摩耗用ロープが使用される。エレベーターについては、エレベーター内からの有線による操作を可能とするために電纜入りロープが使用される。

3. 既往事例調査結果

鉦山分野においては1,000mを越える大深度立坑が3例あり³⁾、さらにその運用期間も長期に及ぶため当工事への参考となる。そこで、土木分野のみではなく鉦山分野（立坑及び斜坑）の運用時における品質管理事例についても調査した。

(1) 土木分野立坑

- ・ 適用法規：労働安全衛生法（具体的な規則及び指針は表2参照）
- ・ 日常点検と定期点検を実施
- ・ 電磁探傷検査による内部断線に関する検査を実施している事例が多い。

(2) 鉦山分野の立坑及び斜坑

- ・ 適用法規：鉦山保安規則
- ・ 日常点検と定期点検を実施
- ・ 電磁探傷検査による内部断線に関する検査を実施している事例が多い。

表1 ワイヤロープ仕様（予定）

立坑	施 工 期 間	ワイヤロープ仕様		
		キブル	スカフォード	エレベーター
主立坑	約11年	非自転性ロープ φ47.5mm	耐摩耗用ロープ φ47.5mm	電纜入ロープ 2本×φ24mm
換気立坑	約6年	非自転性ロープ φ38mm	耐摩耗用ロープ φ36mm	電纜入ロープ φ31.5mm

表2 適用法規一覧

設備名	法定名称	適用法規
キブル 巻上機設備	建設用 リフト	クレーン等安全規則
スカフォード 巻上機設備	ゴンドラ	ゴンドラ安全規則 ゴンドラの定期自主検査指針
エレベーター 巻上機設備	エレベーター	クレーン等安全規則 エレベーターの定期自主検査指針

キーワード:大深度立坑, ワイヤロープ, 品質管理, 地下研究施設

連絡先: 〒157-8007 東京都港区芝浦1-2-3 シーバンスS館, TEL:03-5441-0594, FAX:03-5441-0515

- ・ 特殊な長大斜坑（太平洋炭鉱春採坑第2斜坑⁴⁾）ではワイヤロープ連続監視装置を導入し、断線の検出、断面積の検出、外径の測定及び張力を測定している。
- ・ 交換或いは切詰めたワイヤロープを用いてロープ残存強度試験等を実施し、ロープ更新時期の判定の目安としている場合が多い。
- ・ 更新基準：鉱山保安規則の規定を安全側に運用するために鉱山ごとに独自の基準を設定している場合が多い。
- ・ 予防保全方法：ロープの切詰め（ロープ先端側及び巻上機側において局部的に損傷したロープを切り捨てる）及び天地振替（ロープ先端側と巻上機側のロープを巻きかえる）を実施している。但し、天地振替については、主に斜坑においてロープ先端側が巻上機側よりも長い範囲にわたって著しく劣化が進行した場合に実施されている。

4. 瑞浪超深地層研究所立坑掘削工事における品質管理案

当工事には、労働安全衛生法が適用されるため、表2に示した規則等に従った自主点検は最低限実施する必要がある。さらに、十分な安全性を確保するために、以下の品質管理案を計画した。

当工事においては、500m掘削時にワイヤロープの交換を予定している。一方、巻上設備については経済性を考慮して当初より1,000m対応としているため、ワイヤロープ仕様も当初より1,000m掘削に必要なワイヤロープ径（表1参照）を使用する。このため、500m掘削まではワイヤロープの安全率には法規に規定されている以上の余裕があるため、管理上特に重要となるのは500～1,000m掘削時である。その際に確実な点検管理を実施するために、ロープ交換時に室内試験を実施し、以下の項目を把握する。

- ・ ロープの劣化傾向（部位別の断線、磨耗、腐食状況）
- ・ 劣化度（断線、磨耗）と漏洩磁束の関係

全体の管理方法の流れを図2に、各項目のポイントを以下に示す。

(1) 電磁探傷試験

- ・ 初期値の測定：ワイヤロープ設置時に、初期値を測定する。また、その後の測定時においても同様な条件のもとで検査を実施する。
- ・ 模擬断線の測定：模擬断線を施したロープに対して電磁探傷試験を実施することで、断線を評価する目安（漏洩磁束量）を事前に設定する。

(2) 室内試験

- ・ 外観検査：表面状況、内部状況、心の状況
- ・ ロープ試験：ロープ径測定、よりの長さ測定、引張試験（切断荷重試験・伸び測定）
- ・ 素線試験：素線径測定、切断荷重試験、ねじり試験

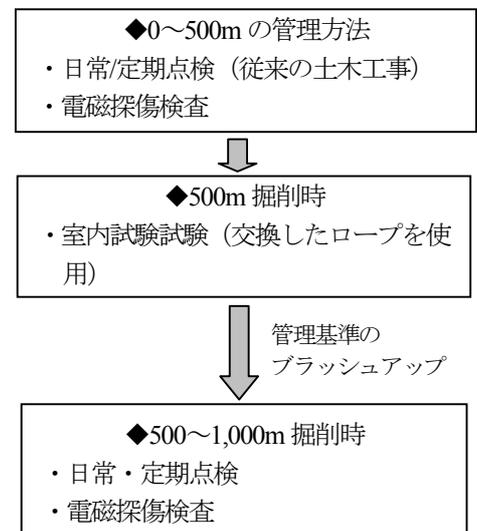


図3 管理の流れ

5. 品質管理データベースの作成

上記の品質管理結果のうち、特に以下の項目についてはデータベースにデータを保存していくものとする。これは、長期間の工事において得られるデータを確実に蓄積していくためであり、将来の最終処分場建設工事における参考データの取得という観点も考慮している。なお、室内試験結果についてはデータベースとは別途に報告書の形式で保存するものとする。

- ・ 運転記録：掘削深度、ワイヤロープ使用期間、ワイヤロープ稼動距離
- ・ 日常点検結果：異常が発生した項目
- ・ 定期検査結果：素線断線（本数・発生箇所）、ロープ径、キンク等の発生位置、腐食（程度、発生箇所）
- ・ 漏洩磁束試験結果：ロープテスターによる計測結果

6. まとめ

土木及び鉱山分野における立坑・斜坑の管理事例を基に、瑞浪超深地層研究所立坑掘削工事におけるワイヤロープの品質管理方法案を作成した。その中では、日常/定期点検以外に、電磁探傷試験や交換したワイヤロープを利用した室内試験を計画している。今後の課題としては、平成17年初頭に始まる本格掘削までに本品質管理案を、実施工に適用可能なレベルまで具体化していく必要がある。さらに、本格掘削後は品質管理結果を基にして、必要に応じて管理方法を修正していくとともに、将来の最終処分場建設工事に対して有用となる管理データを確実に蓄積していくことを考えている。

参考文献

- 1) 佐藤稔紀, 見掛信一郎, 田口洋輔, 亀村勝美, 下野正人(2003):“超深地層における研究坑道建設プロジェクトのリスクマネジメント”, 第5回構造物の安全性・信頼性に関する国内シンポジウム, 日本材料学会, pp.209-212.
- 2) 佐藤稔紀, 見掛信一郎, 玉井猛, 今津雅紀, 坂巻昌工(2003):“地下1,000mに向けて・瑞浪超深地層研究所の建設計画”, サイクル機構技報, No.20, pp.31-43.
- 3) 坂巻昌工, 佐藤稔紀, 見掛信一郎, 今津雅紀(2003):“国内における立坑・斜坑のデータベース化と瑞浪超深地層研究所の立坑内径”, 土木学会第58回年次学術講演会, VI-046, pp.91-92
- 4) 大山仁美(1995):“7000m級長大斜坑巻揚設備完成について”, 資源・素材学会(秋季大会), O-13, pp42-45