

氷床コア深層掘削機の電装部の開発 — 3500m ケーブル通信と試作 —

○高田守昌（長岡技術科学大学）・本山秀明（国立極地研究所、総合研究大学院大学）

1. はじめに

南極ドームふじ地点近傍において、過去 80 万年を超える最も古い氷試料の存在が示唆され、日本南極観測隊は、第 3 期ドームふじ深層コア掘削計画を進行している。深層掘削の開始は直近ではないが、輸送や現場準備の必要性から、JARE62 で深層掘削システムを南極へ持ち運ぶ必要があり、国内での事前テストの実施を含めると、掘削機システムの開発が急務である。

氷床コア試料の掘削は、掘削孔にウインチケーブルで掘削機を降下させ、掘削孔底面でコア試料の外周を 3 枚のカッターを回転させて切削し、掘削機を引上げコア試料を取得する工程が繰り返される。氷の切削時は、適切な荷重をカッターに作用させ、カッターの回転速度を一定に保ち、鉛直方向に進行しているかなど、掘削機の状態を地上から把握し制御する必要がある。このため掘削機は、これらの計測制御が可能で、地上と双方向のデータ通信が可能な機能を有する電装部が必要である。

これまでに、電装部の基本設計を行ったが、実績がないために不確定な要因であった、ウインチケーブルを介したデータ通信方法を検討し決定することが重要な課題であった。本発表では、実際に深層掘削で使用するウインチケーブルを用いたデータ通信の検討結果と、基本設計に基づいて試作した電装部について報告する。

2. 3500m ウインチケーブルを介したデータ通信

通信規格として、シリアル通信の一種で 1200m まで動作保障されており、700m のウインチケーブルで通信に成功している RS485 を用いた。地上側と掘削機側を模した 2 台のコンピュータ上の RS485 間を 3500m ウインチケーブル中の 2 本の導線を介して接続し、通信テストを実施した。まず、文字列を送信し、受信された文字列が同じであったことから、データ通信が可能であることが分かった。そして、通信速度を 1200~230400bps の範囲で段階的に変化させ、19200bps まで通信可能であることを確認した。また、オシロスコープによる受信波形を確認した結果、通信速度の増加とともに波形は乱れていったが、9600bps まで概ね矩形波を保っていた。これらの受信波形は、ウインチケーブルと RS485 を電子回路としてモデル化し、シリアル通信の矩形電圧を印加した、シミュレーションで得られた結果を再現していた。掘削では、毎秒 100 文字程度の送信および受信を想定しており、9600bps でこの文字数が十分に送受信可能であることから、この通信規格を採用することとした。

別途の通信方法として、2 線で 2600m まで動作保証されている LAN の延長についても検討したが、3500m ケーブルにおいては通信を確立しなかった。

3. 電装部の試作

深層掘削は、静水圧による掘削孔の収縮を防ぐため、氷と同程度の密度の液を掘削孔に入れ液封で行う必要がある。このため、電装部は液封液の静水圧から隔離するため耐圧室に入れる必要がある。掘削孔の直径が 135mm であり、自重による掘削機下降のための掘削孔との隙間、耐圧強度にみあう肉厚とパッキンの必要性から、電装部は外径が 85 mm 以内という寸法的な制約がある。また、ウインチケーブルの制約から、供給電源は 1 系統とするが、掘削用モーターと電装部の電圧が大きく異なることから、リレー回路および 2 次電池を導入した設計としている。これらに適合するよう、コンピュータ、制御および計測用の機器などを市販品より選定するとともに、一部は自作した。これらを組上げ、試作機を作成し、耐圧室に格納可能な寸法に収まっていることを確認した。