

地下発電所空洞の情報化設計・施工

東京電力㈱

工藤 奎吾

1. はじめに

東京電力㈱では、平成6年の運開に向け、栃木県那須郡那珂川水系に発電出力90万kwの蛇尾川揚水式水力発電所の建設を進めている。この内、地下発電所空洞の掘削は約3年の歳月をかけ平成3年2月に完了している。新第三紀の流紋岩を主体とする岩体中に掘削された空洞の規模は、高さ51m、幅29m、長さ165m、掘削総体積19.5万 m^3 である。ここでは、この空洞の掘削時に採用した情報化設計・施工システムについて、その適用実績をもとに紹介する。

2. 情報化設計・施工システムの構成

蛇尾川地下発電所空洞の施工に先立ち構築した情報化設計・施工システムは図-1に示すように、空洞掘削の安全かつ合理的な進捗を目指す日常管理用のシステム、および施工途上の地質の詳細情報をもとに、原設計の内容を見直すために施工の節目毎に実施するステップ管理システムの2つで構成した。また、これらに有機的に機能するよう、全体システムはそれぞれ役割を明確に規定した計測システム、データ処理システム、解析システム、施工管理システムの4つのサブシステムから構成されている（システム構成の詳細については参考文献に譲る）。

3. 情報化設計・施工システムの適用事例

当地下発電所空洞の掘削に際しては、調査坑等で実施した事前調査結果から空洞を横切る比較的規模の大きい2本の破碎帯（F-I，F-T）の存在が明らかにされていた。また、アーチ部の施工時には新たな2本の破碎帯（F-V，F-W）の存在が確認された。そこで、盤下げ掘削時には、これらの破碎帯が空洞と交差する付近を中心とする重点管理区域（図-2中に α 、 β 、 γ ゾーンとして表示した）を設け、解析・計測管理を特に重点的に行うこととした。また、図-1中に δ ゾーンとして示す領域は、後述のように壁面変位の増大が予想されたため、その後の掘削に当たって計測管理を強化するために新たに重点管理区域に設定した部位である。

この δ ゾーン中の横断面における計測管理の例として、図-3に壁面岩盤変位の経時変化を示す。同図によれば第4ベンチの盤下げが完了した時点でも空洞上部の変位計①、②の計測値は徐々に増加しており、収束傾向も見られない。この原因については当初特定できなかったが、盤下げ掘削が第4ベンチに及んだ時点で掘削壁面に流れ目の連続した節理面が出現し、かつ変位発生が節理に交差する箇所ないしその近傍で生じていることから、この節理群が変位発生の主要因と判断された。

ステップ管理手順に従い、当箇所の計測データに基づく逆解析を行い、さらにFEM解析によって図-4のように将来の掘削時の挙動予測を行った。この結果、変位が今後とも増加することが予想され、上記の節理群の存在を考慮すると盤下げの進捗に伴い変状発生の可能性があるかと判断された。そこで予測値および管理基準値をもとに図-5のように増支保の検討を行い、当初設計に対しほぼ倍となる増支保工の施工を最終ベンチまで実施した。

このように、データ分析と挙動予測を繰り返すことによって空洞の力学的安定性の確保に努めた。盤下げ掘削完了時の岩盤変位分布を図-6に示す。 δ ゾーンの変位が最も大きく、当該箇所では管理レベルに抵触する岩盤挙動を示したが、掘削終了とともに急速に収束した。なお α 、 β 、 γ ゾーンについては当初予測どおりの挙動を示した。

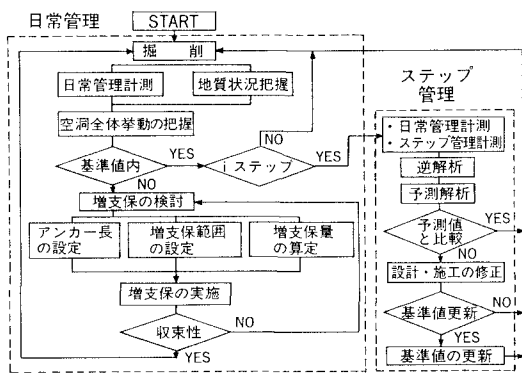


図-1 施工管理フロー

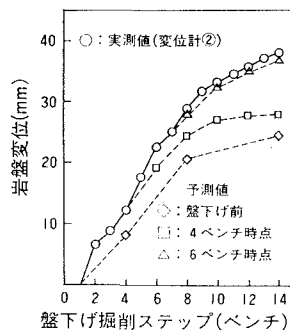


図-4 逆解析と予測解析

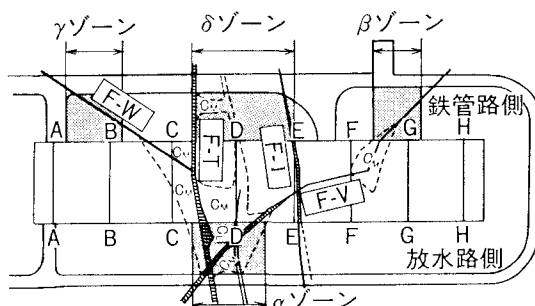


図-2 重点管理区域 (地質平面図)

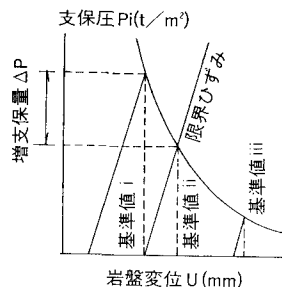


図-5 変位と支保圧

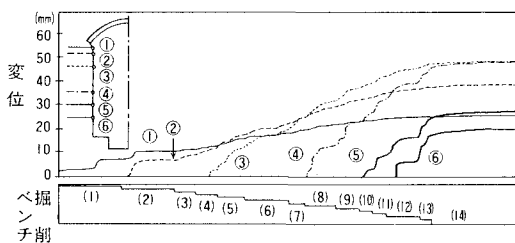


図-3 岩盤変位の経時変化

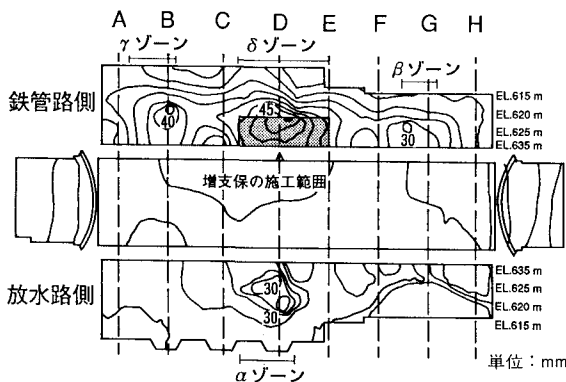


図-6 壁面変位分布図 (掘削完了時)

4. おわりに

地下空洞の掘削に際し、途中予測していなかった流れ目節理群の存在にもとづくδゾーンの変位の発生等、現行の予測技術を超える現象が生じた。これらの現象を事前に予知するには、不均質・不連続性岩盤に対する調査・計測・予測解析技術の精度向上が必要であり、これらの成果を如何に情報化設計・施工管理システムに取り込んでいくかが今後の課題である。

参考文献

山本康博, 前島俊雄: 蛇尾川揚水発電所の情報化設計施工システムについて, 電力土木, No. 225, 1990. 3