

東北電力 K.K.

曾根田春雄

"

○ 荒川高而

1. まえがき

第二豊実発電所(最大出力 57,100 kW)は、豊かな水量を誇る阿賀野川下流部に位置する既設豊実発電所(最大出力 56,400 kW)の過少設備を解消し、出力の尖鋭化と河川の有効利用を計るため建設されるもので、昭和48年3月に着工し、50年8月に運用した調態地式発電所である。

当発電所建設工事において、内径34m、深さ46mの大型堅抗の掘削を実施したので報告する。

2. 発電所の設計

発電所は、半地下式の構造で、地表から約20mの掘削となる。オープンカット工法では、掘削量が膨大になるため、欠円状断面(内径34m、高さ46m)の超大型堅抗を、逆巻ゴングリートライニングを施工しながら掘削することにして、掘削量の減少に努めた。

当地点の地質は、かなり風化の進んだ花崗岩を主体とする軟質な岩盤(C~D級)で、施工時および発電所完成後の周辺地山の安全が重要な問題となったので、十分な地質調査を行い、断層群により岩盤が変質して軟化しているのが、かなりの深部においても確認されたが、今回の工法により施工できるものと判断した。ボーリングによる地質調査のほかは、深さ52m、断面9m×3mの試験堅抗、延長9~12m、断面2m×2mの3本の試験掘削抗において、ブロックによる岩盤せん断試験、ジメツキによる岩盤変形試験、弾性模数速度測定、継目計、鉄筋計による試験掘削抗同壁のやりみ領域測定を行い、岩盤の諸物性値を求めた。

3. 発電所周辺地山の安定に関する数値解析

電力中央研究所に委託して、掘削時にあつた発電所周辺地山の安定に関する数値解析を行った。三次元有限要素法により、弾性、非均質、連続体として、発電所を中心とする半径100m、深さ105mの領域で、495節点、337個の6面体要素で表現し計算を行った。要素に適用する諸物理定数は、地質調査および岩盤試験の結果に基づき、表-1のように定めた。外力は、地盤の自重による物体力荷重である。

計算結果によれば、掘削面での変位は、最大で5mm程度の膨み出しで、また滑動に対する安全率は、ごく一部を除いて1.2以上であり、大体において安定といえる。ただし、計算の仮定は配慮していない風化による岩盤の劣化などの要素を考慮して、安全率1.5を判断の標準にすれば、掘削空間が平面的に閉塞していないEL77~EL125mの川側の一部はかなり不安定といえる。

4. 施工

数値解析の結果、岩盤だけで自立する見通しがつたが、実際の施工では、発破による岩盤のやりみ、風化による岩盤

の劣化などが考えられるので、厚さ1.2mのゴングリートライニングを逆巻で施工することにした。

盤下では、2.75~3.0mのベンチカットで、仕上げ掘削線より2.5m残し、平面上3つの部分にわけて荒掘削を行い、次に逆巻トンネル側壁施工の要領で、1スパン約12mの抜き掘削を行い、ライニングゴングリートで打ち込み硬化を待って、残った部分の掘削および打設を行う。

火薬量は、発破によるやりみを出来るだけ小さくするため、1段発破あたり0.3kg/m³程度にした。また、プレスブライティングを施工して、掘削線の保持と周辺地山への影響を最小限にするようにした。

盤下にはあつては、地山の挙動を観測するため、EL98.000とEL83.500に継目計、鉄筋計を図-1のように配置した。

表-1. 要素に適用する物理定数

地盤の範囲	ヤング率(%)	ポアソン比	単位重量(%)	粘着力(%)	粘着係数(%)
EL125.000~EL77.000	5.500	0.30	2.43	1.3	46
EL77.000~EL20.000	28.000	0.25	2.43	7.0	35

5. 発電所基礎補強工

48年10月5日発電所搬入台入口のコンクリートにクラックが発見され(振削盤標高はEL89.000)、遂次増大する傾向を示した。(図-2)

工期短縮のため、発電所走行クレーンを先行施工する計画なので、クレーン桁の基礎の変位を極力防止しなければならぬ。この変位を防止するため、種々の基礎補強工を施工したので以下に記す。

(1) PCロックボルト工

鋼棒は $\phi 33\text{mm}$ で、やりみ領域の外側に定着させるため、鋼棒の長さ21mとし、先端部1.0mをレジンにより固定したのち、降伏点荷重約100tonの50%まで緊張し、グラウトによって空隙を填充した。48年10月25日から31日の間に20本施工し、その後12本施工したが、49年2月から3月にかけ26本切断された。

(2) PCストランド工(SEE工法による)

PC鋼線は、SEEストランドのF200(19 $\times\phi 9.5$ 、断面積10.42 cm^2)を使用し、長さは30mで、15mをグラウトによって定着し、残り15mは自由に変位できるようにした。降伏点荷重は168tonであるが、緊張荷重は100tonとした。施工場所は山側で、本数は10本である。工期は2月15日から3月31日まで1.5月である。

(3) 鋼管ストラット工(図-3)

座掘による許容荷重の減少を小さくするため、鋼管を3本たばねたストラットで施工した。 $\phi 609 \times 12.7 \times 3$ 本が7ヶ所、 $\phi 500 \times 9.5 \times 3$ 本が1ヶ所ある。長さは28.8~23.0mで、 $\phi 609 \times 12.7 \times 3$ 本の許容座屈荷重は950tonである。また、コンタクト歪計により、ストラットの応力を測定して安全管理を行った。(図-4)

6. あとがき

予想以上の膨み出しは、局部的に脆弱な岩によってひきおこされたものである。48年10月から翌年3月にかけ2の山側岩盤の膨み出しは、亀裂面に1~3mmの赤か色の粘土層をはさんだ岩盤が原因であり、また49年3月からの川側岩盤のすべり崩壊は、軟化化した青緑色~暗緑色の岩盤で、その断裂方向が振削方向に対してまじりになったために生じたものである。

地質調査において岩盤の傾向傾斜、断層マシームの有無などをよく行うことが非常に重要でありことを痛感した。また、傾向などの影響を有限要素法にとり入れて解析できれば、非常に有用であると思ふ。

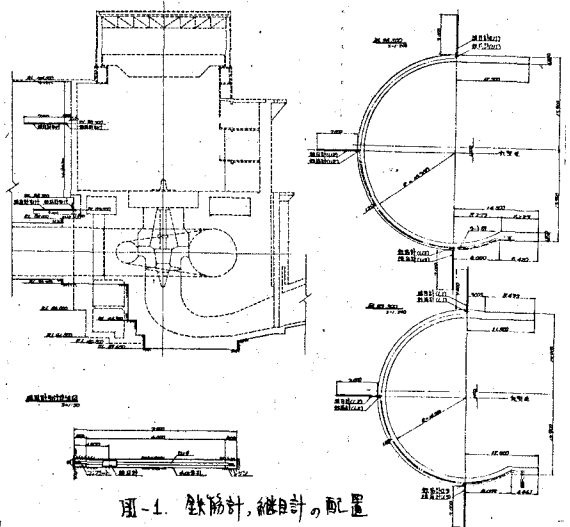


図-1. 鉄筋計, 継ぎ手の配置

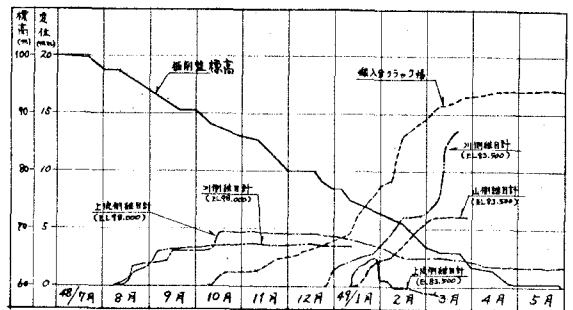


図-2. 周辺地山移動観測結果

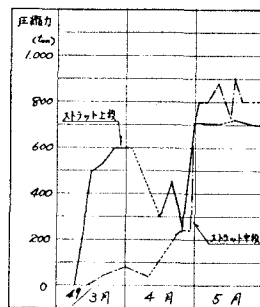


図-4. ストラット応力

図-3. 鋼管ストラット工

