

V-31 読書第二発電所水圧鉄管路地下発電所の施工について

関西電力K.K読書第二発電所建設所長 正員 東 正久
正員 田村真道

§1 読書第二発電所の概要；木曾川本流の大桑発電所($P=12,100^{KW}$ 大108発電開始)と山口発電所($42,000^{KW}$ 昭32/12 発電開始)の調整池間の落差120^mを利用するもので既設の読書発電所($P=42,100^{KW}$ 大12/12 発電開始)があるが最大使用水量は低水量に近い水路式である。木曾川の有効利用上本流に高さ30^mの読書ダムを新設左岸に両発電所用の取水口と併設し延長8,340^mの圧力トンネルで地下式の読書第二発電所($P=70,000^{KW}$)へ導水両発電所の間にも新設した配電盤室から $P=112,000^{KW}$ の発電所としてノ人制御する堰堤水路式発電所である。工事の特長は堰堤左岸は深い洪積層で最高30^m延長118^mに渉りコンクリート止水壁を階段式坑道掘削で施工したこと。水圧管路は水平垂直のトンネル内にZ^H鋼の内張管を本邦最初に採用したこと、地下式発電所としたことである。工期は昭33/11/15土木本工事着工、35/10/14通水、35/11/16発電開始した。

§2 地下発電所

[A]地下発電所選定の理由；位置は山口調整池終端右岸で急勾配で山が逆り国鉄中央線が通っている。線路と河岸の間は狭い風化花崗岩の急傾斜で地掘削の危険性調整池内仮締切堤工事の困難と他方発電所近傍の試掘坑ボーリング調査弾性波調査により、 $N80^{\circ}E$ 、 $N80^{\circ}W$ 系の断層群があり節理亀裂は発達しているが硬質花崗岩で湧水も少ないことが確認され決定した。

[B]地下発電所としての特殊設計；(1)連絡トンネル群。工事施工上と運転時地表との連絡用として機器搬入路発電所横坑放水路斜坑を設けた。機器搬入路は発電所中段部の掘削発電所コンクリート運搬電気機器の運搬に使用し又発電機より屋外の主要変圧器に至る相分離密閉型母線が布設してある。発電所横坑は地下発電所の上段坑部の掘削巻立、水圧管路立坑部の掘削に使用しその一部を発電機冷却水槽に利用している。発電所横坑の途中より分岐した放水路斜坑は水圧鉄管路下部の掘削巻立発電所下段部の掘削放水路水槽放水路の掘削巻立に使用した。(2)天井アーチ側壁コンクリート。外国の実例では天井アーチ側壁の巻立を施工しない所もあるが当所の岩盤は前述のように最良条件でなくロックボルト落石防護金網コンクリート仮巻等で落盤肌落ちの防止を必要とする程度下、たので天井側壁をコンクリート巻立で補強した。(3)湧水処理。掘削中は幸い湧水は少なかったが通水に伴う湧水の処理対策として発電所と鉄管路との間に水抜坑を設け坑内よりボーリング孔を上下の方向に穿孔し地下水位の低下を計った。通水後測定結果湧水量に変化は認められない。側壁には排水バルブを埋設岩盤にも穿孔し湧水を所内へ排水する。所内は鉄管アーチ片面アルミ箔貼付耐酸被覆鋼板屋根を設け二重屋根とし側壁の内側 $84\sim 86$ ^m間隔をおいて防水コンクリートブロック積壁を設け二重壁構造とした。なお天井側壁からの湧水は二重壁の間のエスロンパイプを至て所内最下段の排水ポットへ排水される。(4)所内環境計画として発電機の騒音防止のため組立室より上の二重壁全面に吸音材を取付け75^{dB}程度に止め

ることができた。照明計画は蛍光灯を全面的に使用し、照明学会規準の照度即ち組立室150lx、其他作業室100lx程度とした。色彩計画は作業能率向上と主眼とし暖色系でつや消性の塗料を使用した。(5)空気調和設備。強制換気方法により運転時の機器の発熱量を除去し、室内温度を30~10℃間に調和するとともに周壁面の結露を防止することを主眼としている。

発電所横坑より外気を取り入れ給気系空気調和機内で清掃冷却(又は加温)加圧し給気系ダクトで山側側壁より各室へ吹出し、川側側壁より排気系ダクトで機器搬入路へ排気する。外気温は夏30℃冬22℃で湿度は80%、岩盤温度12℃として検討すれば、外気温15℃以上で結露がおこるから外気を冷却し、15℃以下では結露は起り難いので換気だけ行えば充分である。

(C)掘削； 全高28mを3段に、上段部(アーチ部)、中段部(組立室床面以上)、下段部(組立室床以下)に分け、アーチ部の天井コンクリート巻上げ後、中段下段と掘り下った。各段共導坑より斜坑を切上げ、それを「グローリーホール」として確積に利用し、大部分の掘削を終り、残部は「ベンチカット」ローダー確積で掘削した。上段部は昭33.11~34.5間の6ヶ月、中段部は昭34.4~34.6間の3ヶ月、下段部は昭34.5~34.9間の5ヶ月を要し、昭34.9トラフト据付に着手した。

(D)コンクリートはアーチ部、側壁部並にケーシング周辺及びバーレル各地階の3段階に分け、アーチ部は掘削完了后直ちに打設した。側壁コンクリート打設には足場丸太の棧道とシュート、カートを使用し、完了と同時に300T天井走行クレーンを据付、水車据付后、ケーシング周辺の打設を開始し、昭35.6全コンクリートを完了した。

83 水压鉄管の設計； (1) 水压は設計158m、最大静水压124m、流量73 $\frac{m^3}{sec}$ 、内径55~58"で延長138m(内2H鋼使用)116.4m、鉄厚17mmまではSM41Wを、それ以上に2H鋼を使用し鉄厚15~19mmとなった。設計には内圧の外に内張管であるため外圧としてその奥の静水压(最小7 $\frac{m}{m}$)とすることを考え、全管に約10m間隔にスチフナーを取付けた。安全率は降伏率に対し内圧2、外圧1.3とした。

(2) 2H鋼の使用については各種の予備試験を行なった。母材試験結果は日本製鋼規格に全部合格、溶接条件についても数次の試験結果決定し、特に立坑部の現場円周継手には管内から横向姿勢の裏波溶接を採用した。水平部は裏波溶接は不適で両面溶接とした。その間2H鋼の溶接継手の諸試験並に溶接性試験を行なった。各々良好な結果を得た。又据付現場は湿度80%で湿度に対する溶接棒の管理要項を決めて厳守させた。(3) 2H鋼を使用することで鉄管重量でSM41W使用に比し68%、HT-50材に比し85%となり、露出鉄管の場合は外圧に対するスチフナー重量が減り、重量比も小となり、より節減できる。

84 水压鉄管路の施工； 掘削は上部水平部、立坑上部、下部水平部と3つに分け、各々鉄管路上部横坑、発電所横坑、放水路斜坑を作業坑とし、導坑、立坑導坑で貫通後切抜けた。地質は硬い花崗岩で素掘りの鉄管据付を施工した。鉄管の据付は長さ2.0m半円環で貨車輸送、仮工場で単位管にし、鉄管路上部横坑を全て立坑上部の80T走行クレーンで吊下し、水車側より据付け、水平部は全長据付後、立坑部は2単位管(長さ40m)据付後コンフリーを填充した。鉄管、地山コンクリートの応力を測定するために2ヶ所に応力測定装置を設置して測定している。

工期は掘削昭33.11~34.8間の8ヶ月、鉄管据付コンクリート巻上げ昭34.11末~35.5間の6ヶ月を要した。