

3. 端出場水力発電所の概要

添付図 「端出場水力発電所概要」 参照
水力発電出力=水量×有効落差×効率×g

3-1 発電計画

水利権申請は、前述の 6000kw 案と違い、銅山川 日浦坑口に近接する河川より取水する 4500kw 案で申請し、明治 43 年許可を受ける。

許可条件は、最大取水量 40 ㌥ (1.11m³/s)、銅山川水系、七番川・日浦谷・大野谷・新山谷・暗谷の 5 渓谷 (総流域面積 23.87km²) である。

旧別子の小足谷は水質問題、国領川の寛永谷・柳谷はペルトン水源の為か取水していない。

取水位置は標高約 EL785m 付近とし、EL764m ~ 742m レベルで分水嶺下を横断、東平側を上部水槽 EL734m に導水、端出場 EL136.9m との高低差 597.18m (有効落差 560.60m) を生む。

発電所を端出場地点に選定したのは、低標高、資材輸送等の適地によるもので、採鉱現場に隣接する必要は無かった。

水利権許可には、申請後約 13 ヶ月を要し、交渉の困難さを感じさせるが、詳細は不明。

銅山川分水水利権により、国領川山根 (流域面積 33.6km²) の低水時水量は 1.7 倍に増大する。

吉野川分水の前例は、明治 33 年吉野川上流穴内川より高知県に分水した、雨喜ヶ峰灌溉疎水がある。925m の隧道工事に難渋し、完成している。

3-2 取水口、水路設備

七番川取水地点は、現在の別子ダムと同位置。七番川に沿い左岸~右岸のレンガ水路を流れ、隧道で日浦通洞水路に合流する。

昭和 5 年七番川ダム (高 25.45m 長さ 771.817m、曲線重力式) 有効容量約 36 万 m³ の調整池を建設し渇水期出力は倍増する。

今は、別子ダム貯水池内に水没しているが、文化財に相当する貴重な構造物である。

日浦谷は、日浦通洞坑口近くの、日浦谷より取水、隧道で日浦通洞水路に合流。

暗谷、新山谷取水は、銅山川右岸添いの木樋水路で通水。大野谷は土管とサイフォン管で日浦水路に合流し、日浦坑口に至る。当水路は昭和 2 年コンクリート水路に改造されている。

大野谷の河川横断サイフォン設備は明治期の工作物。鉄管は更新し、現在も使用されている。

分水嶺下を縦断する 4000m の水路は、第三・日浦通洞に併設されている。

日浦通洞範囲は、坑道横を掘り下げた溝水路、第三通洞範囲は、水路隧道を新設している。

鉱脈に近接した水路は、相互干渉を惹起し、大正期、水路位置を付け替えている。

分水嶺下を貫く水路の建設には、第三・日浦通洞の存在が不可欠で、明治 27 年第三通洞の計画時に 18 年後の発電水路併設構想を抱いていたとも思える。

東平側、第三通洞出口の柳谷より、石ガ山丈下の上部水槽間は、通称「横水路」と言う。

柳谷より岩屋谷間 678m は隧道。岩屋谷より下流の横水路 2158m は、レンガ水路、隧道、橋梁 (木樋) で山腹に沿い、上部水槽に至る。

上部水槽は、水路と水圧鉄管を連結する施設で、煉瓦造り。完成直後の大正 4 年貯水槽 (容量 1150m³、電力換算 1300kwh) を増設している、増設水槽は負荷調整用の用水を貯水するもので、直接配電の電力運用時代には不可欠な設備。

3-3 水圧鉄管、水車、発電機

明治後期、溶接技術の無い時代、東洋第一の高水圧 600m に耐える水密性と強度を持つ鉄管加工は難題で、実績ある独逸より輸入している。

管製作は、板厚 27mm 以下はフォルム (Ferrun) 社製の鍛造接合管。27mm 以上は鑄造管。その他付属品一式をフォイト (Voith) 社が納入した。

水車は独逸フォイト社製、ペルトン水車。同社製の「ハイドロリック ガバナー」を併用。

発電機は独逸シーメン (Simeens-Schuskert) 社製。1875KVA、600rpm、30 サイクル。2 台。

大正 12 年増設の水車発電機も略仕様。尚、昭和 28 年、1 号発電機は、60 サイクル、日立製作所製に変更している。

明治期、大型水車発電機は外国製が多用されているが、高価な輸入品採用は結果的に好成績を生む。57年間の運転を終えた時点も好調に稼働し、当発電所の評価を高める要因となった。尚、3台の同出力機の設置は、効率対策のため。

3-4 発電所建物

瀟洒な煉瓦造り建物についての資料は少ない。高速回転体の水車発電機は、堅牢な基礎構築を必要とし、岩盤上に定着している。

建屋内には、油入り変電トランスは収納しているため、防火上の目的でレンガを使用した。

外観は、モデルとして華嚴の滝や京都蹴上発電所を参考にしたとも言われている。

高額な建築投資は、発電所への期待を込めた証しで、豪華・丁寧に施工されている。

当時の住友臨時建設部の建築部門は経験豊富で実績も多く、まず建設部の指導や施工仕様等の支援を受けた事は、間違いないだろう。

別子銅山のシンボル、住友ならではの遺構。

3-5 建設工事費

3000kw発電の当初工事費は、愛媛県への報告書によると、総額 67万円。内訳は水路土木費30万円+水圧鉄管費12万円+建物費5万円+水車発電機一式16万円+その他4万円。

この金額に、日浦通洞工事や社内経費・利子等の費用は含まない。貨幣価値等で現在価格への換算は難しいが、巨額で、高価である。

4. 明治後期～大正期の電力事業

4-1 自家用、直接配電での運用

大正期の別子電力事業は、端出場水力と新居浜火力による「水主火従」方式で運用され、大半の電力は端出場水力より供給し、発電機と現場が直結した、自動車同様の「直接配電」で運用されている。

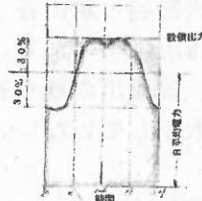
大正初期、新居浜火力の運用実態は不明だが、電力運用上、火力発電の支援は必要不可欠であり、常時即応可能な暖気状態に置かれ、密接な水火協調により運用されたと思われる。

4-2 安定供給

自家用の産業用電力では、「安定した品質、必要な電力量の供給」が必須要件となる。

安定した品質とは、負荷変動の追従（電圧・周波数の安定）、事故停電時の適切な対応。

必要な電力量は、水力渇水時出力と、火力連続発電力による、最低供給量が課題。



別子の電力日負荷変動は、昼間が多く、夜間が低い現代型。また大型電動機（最大 600kw）も多く、負荷変動率は大きい。

これら負荷変動は、水力のガバナー自動制御で調整し水量は上部水槽の貯水で補う。

水力の発電力は河川水量により決まる。端出場水力の場合、可能発電力とその日数は、

出力 (kw)	概ね
4500kw	190 日
3000kw	245 日
1500kw	320 日
1100kw	355 日

となる

大正期の火力発電所技術資料は少なく未解明。文献には、タービンの振動が多く、使用水質が悪く信頼性は低いとある。対策として発電機 2 台・ボイラー 4 缶の複数を設置し、機器寿命は短く、約 15 年で更新している。

4-3 大正期の需給トレンド（傾向）の推定

資料-1 p10 の「実績発電高」の資料より、下の仮定条件を用い、次図により検討する。

$$\text{実績電力} = \text{実績年間発電高} \times \text{日変動率} 1.3$$

$$\div \text{年稼働日数} 345 \text{ 日} \div 24 \text{ 時間}$$

$$\text{渇水期発電力} = \text{水力常時出力} + \text{火力発電力} 1/2$$

その結果

①明治42年頃、需給バランスは崩れ、渇水期発電力が不足する可能性が認められる。

それに対応して、

明治43年 新居浜火力 (1500kw)