

北海道における小水力発電計画に関する一手法について

A breakthrough in mini-hydro power project planning in Hokkaido.

サン技術コンサルタント(株) ○正員 高島康夫 (Yasuo Takashima)
サン技術コンサルタント(株) 宮田広信 (Hironobu Miyata)
サン技術コンサルタント(株) 島田元樹 (Motoki Simada)

1. まえがき

近年水力発電の開発は下火である。その理由の第一は環境保護についての世論の高まりにあるが、さらに過去数十年にわたる高度成長期において、経済的に開発可能な地点は殆ど開発し尽くされたことも大きな理由である。これに対して現今の主流となっている化石燃料に依存する発電は地球温暖化の元凶であることは言うに及ばず、遠からぬ将来において廃棄物処理および資源の枯渇という、殆ど解決不可能な難問題に直面するであろう。水力発電は地球温暖化の原因となる CO₂ 等の排出が皆無なクリーンエネルギーを生み出す天与の循環資源であって、一旦発電設備が完成すれば資源量は時間的には無尽蔵である。従って水力開発は、たとえそれが小規模な開発であっても、未開発地点が残存する限り持続して開発さるべきである。本論文は、現今の水力開発のボトルネックとなっている問題の解決策を技術面から探ろうとするものである。以下北海道南部の小河川N川における小水力発電計画を例にとり論ずることとする。

2. 従来の水力発電方式

水力開発方式は大別してダム式と水路式の2方式がある。前者は水力エネルギー構成の一要素である水の位置エネルギーをダムの高さにより得る方式であって、ダム上流部に貯水池が形成される。このような貯水池の出現は従来河川の生態系を変更するため環境問題を惹起する。因みに平成11年6月12日施行の環境影響評価法において影響評価を行うべきと定められた第二種事業規模に対する規定値は湛水面積75ha以上100ha¹⁾となっている。よって今後の水力開発方式としてこのような湛水面積を生ずるダム式の採用は困難を伴う。これに対して水路式は自然の河川勾配を利用して落差、即ち位置のエネルギーを得る方式である。この方式は河水を取水するための堰は必要であるが、堰高が低いのでその上流に池は殆ど形成されず、環境問題は発生しない。この結果、環境問題を比較的容易にクリアできる開発方式は水路式となる。

(但し北海道条例により出力15,000KW以上の水力発電所は流れ込み式でもアセスの対象となる) 而して従来の水路式は落差を得るために、取水堰から下流数100m又は数kmの区間に一定勾配(1/1000~1/2000)のトンネル又は蓋渠水路を建設して発電所予定地点の裏山高所に設ける水槽迄を結び、水槽から水圧鉄管により一気に水車迄落下する水のエネルギーによって発電する方式であった。然しながらトンネルの建設費は高額であるため、又トンネルによらない山腹式水路の場合は水平に近

い一定の縦断勾配を保つため、大小の沢をカットする水路橋を含む水路となり、何れにしても建設費は高額とならざるを得なかった。この結果発電原価は高価となり、主として経済性の見地から水路式発電は殆ど採用されなくなっている。これは経済性のある(従来の開発方式による)水路式地点は開発し盡されて残存していないことを意味する。

3. 第5次発電水力調査による北海道における水力開発地点計画策定

昭和61年6月時点でまとめられた標記水力調査報告書²⁾によると北海道における未開発の一般水力の地点数は222地点、最大出力の合計は1316MWとなっている。この内流れ込み水路式は179地点で最大出力の合計は813MW、1カ地点当りの最大出力の平均値は4500KWであり、1000KW以下の地点はわずかに数カ地点にすぎない。この数字は、昭和61年以前においては流れ込み式と云えどもその規模が約3000KW未満の地点はスケールメリットがないとして省みないのが調査地点選定の常識であったことを物語っている。(水力発電所の出力規模は、利用可能な河川流量と落差によって定まる。この内河川流量は流域面積の大きさに比例する。よって河川上流部になるに従い、流域面積は小さくなるので流量は少なくなり、いかに高落差が得られる地点であっても得られる出力は小さくなる。) 即ち規模が約3000KW以上の地点が主として選ばれていることは、逆に言えば河川上流の小流域地点は当時の経済性の見地から調査対象として取上げることなく、未調査のまま放置されていることを意味する。よっていま何等かの開発計画におけるブレイク・スルーがあって、これら小流域における水力発電計画の経済性が確保できるならば、小水力開発可能地点はなお多数残存していることになる。本論文はこの点に着目し、これら残された小水力地点の開発計画を推進せんとするものである。その前提となる開発計画におけるブレイク・スルーを次項で論ずる。

4. 水路式発電計画のブレイク・スルー

いまもし水路の縦断勾配が一定でなければならないとする従来の計画の定石を撤廃すれば情勢は一変する。即ちこの場合は取水堰地点で取水した河水は河川勾配沿い、又は河川沿いに道路が走っていれば道路の縦断勾配と同一の縦断勾配をもつ水路の建設が可能となる。よって水路を暗渠水路として計画する場合には埋込み深さがほぼ一様な暗渠水路の設置が可能となる。このような暗渠水

路の建設費が前項でみた従来方式の水路に比して低額であることは明らかである。即ち先ず山岳地帯を通過する水路に比し建設費ははるかに安く、かつ水路の傍に道路が現存するので山岳地帯の水路の場合必要となる仮設備道路等の新設が殆ど不用となる。然しながらこのような縦断勾配を持つ水路とすれば、水路の全線にわたり内水圧が作用する。これが従来の流れ込み式水路の殆どが無圧式であるのとは異なる点である。従来の水路を無圧式にせざるを得なかった理由は内圧に耐える管材としては鋼管しかなく、鋼管式水路の建設費は高額であったことにある。(従来方式では鋼管使用区間は水槽から発電所迄の水圧管路のみに限られていた。)ここで、ブレーク・スルーとして近年開発された FRPM 管(強化プラスチック管)に着目した。JISA5350 によれば設計水圧(内水圧)は1種管の 13.5kg/cm^2 から5種管の 2.5kg/cm^2 までの中がある。この値は今後建設されるであろう小水力発電所の水路に加わる内水圧を十分カバーしている。(例えば次項に示す N 発電所の水路の例では最大静水圧は発電所直前個所で 7kg/cm^2 である。)又 FRPM 管による暗渠水路の建設費は山岳地帯を通過する水路建設費よりはるかに低額である。(トンネルの最低建設費 ≈ 40 万円/m、FRPM 管水路 ≈ 11 万円/m) 従って FRPM 管水路式水力発電の経済性は向上し、従来開発を見送られてきた相当数の地点が甦ることとなる。その一例を次項で論ずる。

5. 小水力開発計画の例

N 川は源を北海道南部の N 岳東斜面に発し、約 30km 東流して太平洋に注ぐ。N 発電所計画は河口より約 14km 上流に架る N 川林道の名無し橋の上流約 400m 地点に取水堰を設けて N 川本流から取水し、既設の N 川林道沿いに延長 4.2km の FRPM 管使用の圧力水路を埋設して既設の浄水場付近に建設を予定する N 発電所迄を結ぶ。この間で得られる総落差 70m、有効落差 50.5m 及び流域面積 34km^2 をもつ取水堰地点より取水する最大使用水量 $4.7\text{m}^3/\text{s}$ により最大出力 1900KW、年間発生電力量 6.5GWH を得んとするものである。平成 12 年 7 月現在の北海道における FRPM 管埋設の基準工事費に基づいて水路工事費を、その他の工事費については平成 9 年 4 月新訂の“中小水力ガイドブック”³⁾ 記載の積算基準により工事費積算を行った結果、本発電所の総建設費は約 28 億円と推定された。水力発電所の経済性指標である C/V の値 (Cost/Value) は昭和 57 年度に創設された“水力発電施設の設置等に係る補助金”制度の補助率 30%を適用し、上記ガイドブックの基準に基づいて算定すると $C/V=0.9$ となり $C/V<1.0$ という経済性指標の目標値を達成することができた。

6. あとがき

直線区間が長く縦断勾配が略一様な北海道道路特有の路線形は本論文で提唱する道路沿いの FRPM 管水路式水力発電計画に最適である。さらに FRPM 管を用いる長距離水路は発電水力の分野では実証試験プラントとして建設された鳥取県加地発電所⁴⁾以外には例がないと思わ

れるが、農業土木の分野では実績も多く、工事費積算基準も確定している。かくて電力土木と農業土木間の技術交流が進み、本論文で提唱する小水力の新開発方式が今後、特に北海道で行われることを期待する。

N 川治水の労をとって戴いた市川勇氏、および加地発電所の例等につき貴重なアドバイスを戴いた、有賀茂氏に感謝します。



名無し橋より上流の N 川の流況
(流量豊富で清冽)



浄水場より約 2.4km 上流地点の N 林道

参考文献

- 1) 野中則彦:“環境影響評価法に関する省令策定(その1)”, 電力土木, 1998, No.278.
- 2) 通商産業省資源エネルギー庁公益事業部:“水力開発地点計画策定調査報告書”, (第5次発電水力調査), 札幌通商産業局管内, 昭和 61 年 6 月.
- 3) 新エネルギー財団, 水力本部:“中小水力発電ガイドブック(新訂版)”, 平成 9 年 4 月.
- 4) 鳥取県企業局開発課, 米澤薫:“水力発電開発利用(一体型実証試験)による加地発電所建設について”