

# 水力發電便益에 對한 小考

—多目的댐 開發計劃을 中心으로—

吳 世 薰

<正會員·水公 安東댐 機電課長>

## <目 次>

概 要

一次便益과 二次便益의 概念  
보다 愼重한 電力價値의 檢討  
代替電力價値의 變化

發電所의 利用率

財 源

水力發電의 長點

結 論

## 概 要

多目的댐 開發計劃에 있어서 많은 論議의 對象이 되고 있는 發電便益의 基本概念과 評價方法에 對하여 略述하러 한다.

水力發電의 便益評價基準은 水力發電에 代替할 수 있는 火力設備의 代替費用으로 定義하고 있다.

그런데 近來 原子力發電, 超高壓送電에 依한 電力의 廣域融通, 火力 및 水力터빈 發電機의 大型化, 特殊尖頭發電所의 增加等으로 代替費用算定을 爲한 代替設備의 選定을 매우 複雜하게 하였다.

評價分析에 있어서 便益(또는 効用)은 直接便益만이 考慮되며 間接便益은 普通 計量化되지는 않았지만 이것은 開發途上의 經濟에 있어서 大端히 重要視되고 있다.

選定된 代替火力의 費用을 分析할때 電力의 價値는 두가지 要素로 區分된다. 하나는 設備에 對한 KW當 固定費이며 다른 하나는 電力量(KWH)에 對한 可變費이다. 그러나 電力의 價値를 보다 더 조심성있게 다루기 爲하여는 廣範圍한 發電所利用率에 對한 檢討가 行하여져야 하며 또 負荷特性에 相應할 수 있는 最適의

火力設備에 對한 推定費用에 基礎를 두어야 하는 것이다. 例를 들어 基底負荷發電所(Base load plant) 또는 特殊尖頭發電所(Specialized peaking plant)에 따라 電力의 價値는 變하게되며 便益算定은 實際使用되는 保障出力(Dependable hydro capacity)과 年間 平均發電量에 依하여 하게 된다.

一般的으로 水力和 火力의 經濟性檢討는 複利現價分析으로 이루어지는데 水力 Project에 對한 年間經費와 分析期間中의 代替火力의 費用을 5%割引해서 그래프에 그려보면 資金流通에 相異한 樣相을 나타내게 되며 이것은 利率이 分析結果에 크게 影響을 준다는 것을 쉽게 알수있다. 이 外에 水力은 火力에 比하여 電氣의 特性이나 經濟的으로 測定하기 힘든 여러가지 長點을 지니고 있다. 따라서 現在 水力에 있어서 約 10%의 價値를 火力보다 더 認定하고 있으나 이러한 調整係數(Adjustment factor)는 繼續히 檢討하여야 할 것이다. 이것을 實質的으로 檢討하는 方法으로는 水力을 包含하거나 除外한 狀態下에서 電力系統을 分析하여 決定할 수도 있고 또 많은 可變要因과 假定數値를 電子計算機로 處理하여 어느程度의 近似値를 얻을수도 있다.

## 一次便益과 二次便益의 概念

便益은 慣習上 一次 및 二次便益의 두 部分으로 規定되는 것이며 一次 및 二次라는 用語는 直接 또는 間接이란 말로도 널리 使用되고 있다.

一次便益이란 Project의 生産物이 最初로 使用 또는 消費되는 地點에서 測定되는 財貨 및 서비스(Service)의 增加를 意味하는 것으로 普通 그 生産物의 價値 또는 價格으로 表示되고 數量化되는 것이다.

二次便益은 最初 使用地點이외에서 發生하는 便益을 말하며 이것은 普通 生産物의 直接價値以外的 것으로

測定되는 것이다. 즉 Project에 의한 生産物의 最初使用者以外의 者의 所得增加를 말한다.

最近 이와 같이 直接과 間接效果사이에 一般의 使用되는 區分에 對하여 옳지 못하다는 反對意見이 나오고 있다. 지금 關心을 끄는 二次便益은 事實上 國民 生産에 공헌한다는 말로서 表現되는 生産效果用의 目的外에 成就되는 目的에서 直接測定된다는 것이다.

實質的으로 經濟 및 財政分析에 있어서 現在 重要視되는 것은 一次 或은 直接發電便益을 數量化하는 것이다.

前述한 바와 같이 水力發電便益評價에 있어서 對替費用을 使用하는 概念에 對한 基礎的인 理論根據는 電氣는 同一한 것이며 市場化할수 있고 또 水力發電設備가 없을 때 其他方法에 依하여 供給이 손쉽게 可能하다는 것이다. 또 類似한 代替設備의 費用은 消費者가 代價를 支拂하는데 주저하지 않는 範圍어야 하며 費用算出에 있어서는 類似代替事業에 關聯된 利子, 減價償却, 諸稅, 保險, 運轉費 및 其他 모든 費用을 考慮한다

그러나 計劃立案者로서 꼭 留意하여야 할 것은 間接便益으로 發生하는 地域의 勞動力과 自己資源의 使用 및 外貨의 節約等으로 經濟的 자극을 더욱 增大시킨다는 點이다.

## 보다 慎重한 電力價値의 檢討

水資源開發에 있어서 電力價値를 보다 慎重하게 考慮할때 電氣事業의 環境變化와 需要의 增加는 單一利用率에 局限한 價値의 適用을 不合理하게 하였다. 即 水力을 尖頭出力用으로 利用하려는 傾向과 單一地點에서 보다 容量이 큰 大單位容量을 擇할 때의 經濟性은 낮은 利用率의 運轉에서 생기는 電力價値에 對한 檢討의 必要性을 意味하는 것이다.

水力發電의 구실이 變하게된 독특한 예는 美國 西北太平洋地域의 電力市場이다. 이 地域은 現在水力을 全的으로 依存하는 美國에서 唯一한 地域이다. 그러나 앞으로 10年 내지 15年內에 이 地域의 基底負荷(Base load)는 大部分 高効率火力發電所에 依하여 供給될 것이며 水力은 尖頭負荷를 供給될 것으로 豫測된다.

예를 들어 그랜드·쿠리에서 현재 공사중인 6개의 600MW 發電機 즉, 3,600MW의 追加設置를 包含한 第三發電所의 完成으로 既存 2,000MW 發電所의 年間利用率 約 80%는 將次 大略 45%까지 減少하게 될 것이며 또 여기에 3,600MW를 다시 追加하는 案이 計劃되어 있으므로 이것이 完成되면 約 9,200MW의 設備는 長期間을 통해 볼때 年間平均利用率은 30%로 推

定된다. 또 다른 하나의 비근한 例는 美開拓局이 캐리포니아주 아메리칸江(American River)에 있는 既存貯水池에 現在 아번달 發電所이다. 最近의 經濟的 規模에 對한 調査는 最初로 完成하였을 時에 比하여 三倍의 容量增設이 妥當한 것으로 나타났으며 이것은 結局 平均年間利用率을 約 10%程度로 減少시키는 것이다.

## 代替電力價値의 變化

電力의 價値는 類型, 供給하여야 할 負荷의 特性 및 地域環境等에 따라 變한다.

中間規模에 있어서는 固定費用節減의 問題로 效率이 低下할때 尖頭用在來式 火力發電所가 가장 經濟的으로 보인다. 利用率이 極히 低下할때에는 낮은 固定費와 높은 燃料費로 매우 짧은 時間運轉할 수 있는 가스터빈(Gas Turbine)이 가장 좋을 것이다.

代替設備의 容量은 評價對象의 水力設備의 規模에 依하여 決定할 必要는 없으며 選定된 規模는 電力市場의 規模에 따라 100MW의 가스터빈 또는 1,000MW의 原子力發電所와 같이 水力設備容量을 無視하고 反映되는 것이다. 그러나 代替設備의 制限을 받는 僻地에서는 小型디젤發電機의 配列이 基準電力價値評價에 있어서 適當한 代替設備로 考慮될수도 있다.

또 KW 및 KWH 가치의 큰 變動要因은 負荷曲線의 어느部分을 爲하여 設計되느냐에 따라 發電設備의 類型을 定하기 때문이다. 따라서 매때로는 發電設備의 類型이나 利用率이 說明되지 않는限 KWH當의 原價가 어떻다는 말을 하는것은 妥當하지 못하다. 따라서 數次 言及한바와 같이 價値의 最終的 決定에는 水力發電所利用率의 計算, 調達財源의 假定 및 送電費 等과 같은 其他의 要因이 考慮되어야 하는 것이다.

## 發電所의 利用率

特定地域의 市場調査에서 얻어진 第1圖의 例와 비슷한 Cost Curve에서 利用率의 넓은 變動과 諸要因의 組合에 맞는 값을 選擇할 수 있다. 이러한 資料는 水力設備의 使用의 樣相變化를 豫測할 수 있고 代替火力이 다른 類型의 發電所나 또는 發電所의 組合을 考慮할 必要가 있을 境遇에 分析을 容易하는 것이다. 勿論 Cost curve를 作成하기 前에 水力發電所에 適用할 發電所利用率을 반듯이 決定하여야 하는 것은 事實이다. 왜냐하면 KW 가치의 要因은 最惡의 流量條件下에서 水力設備가 系統負荷에 또는 豫備電源으로 常時發電用으로 틀림없이 應할 수 있는 限界에서 規定하는 保障

出力을 適用하는 것이다. 또 電源의 一部로서 水力發電所가 併用運轉할 境遇와 常時電力量의 相互融通 및 購入의 可能性도 考慮하여야 한다. 貯水池操作檢討에서 얻어지는 平均電力은 普通 評價의 目的을 爲한 年間利用率을 計算하는데 必要한 要素가 된다.

分析期間中 可能出力의 增大 或은 貯水量의 增減 또는 調整을 必要로하는 其他要因으로 保障出力 或은 平均發電量 어느 하나에 큰 變化가 있다던 여러개의 利用率에 對하여 檢討할 必要가 있다. 때로는 保障出力과 聯關이 있는 常時電力量과 非常時電力量 사이에 어떤 차질을 들 必要가 있다. 또한 年中에 이미 他電源으로 應하여졌고 또 尖頭負荷에 一致하지 않는 時間에 規則적으로 發生하는 非電力用으로 放水됨으로서 發電되는 에너지도 있다.

이때 이런 類型的의 電力을 生産하는데 必要한 增加費用은 無視되며 이 價値는 節約되는 燃料費에 相當된다 普通的 境遇 保障出力이 設備容量보다 적은 Project에서는 그差에 對한 價値를 若干은 考慮하고 있는 것이다. 이와 같은 豐水年의 어느 期間에 豫測할수 있으며 一時斷續적으로 供給하였거나 또는 他電源의 어느 定해진 補修期間中 豫備電源으로 使用되거나 或은 系統費에 어떤 節減을 갖이고 올때 便益을 發生하는 것이다. 따라서 非保障出力價値에 對한 보다 細密한 檢討가 없는 限 Project의 保障出力에 依한 KW 便益의 價値를 確定지을수 없다.

結局 KW 便益算定에 있어서는 設備容量과 常時出力의 差의 1/2에 該當하는 超過出力에 對하 KW 便益을 包含하여야 하는 것이다.

## 財 源

우리는 年間費用을 計算함에 앞서 固定費와 耐用年限에 對한 假定이 必要하다.

지금 一般的으로 Project의 經濟評價에 있어서 水力設備의 耐用年限을 100年으로 假定하는데 比하여(現在 우리는 50年을 便益-費用算定에 適用하였음) 火力設備의 耐用年限은 30~35年으로 假定한다.

代替設備의 類型을 選定하는데 考慮되는 發電原價는 利子, 減價償却, 諸稅, 保險 및 中間代替費 등으로 構成되는 固定費에 크게 左右된다.

이 固定費는 財源에 따라(또는 事業主가 누구냐에 따라) 資本費가 7%~12%까지 變化한다.

上述한 바와 같은 財源의 差異에서 오는 分析上의 影響度에 對한 檢討를 爲하여 水力發電費分析에 適用되었던 同一한 條件의 資金을 代替設備에도 適用하여

한 例의 經濟性比較를 하여 보겠다.

水力發電은 建設資金이 集中的으로 投入되고 壽命이 길며 또 年間運轉費가 적은데 反하여 代替火力은 一般的으로 이와 正反對이기 때문에 實際로 價値를 計算하기에는 複雜하다. 長期의 分析期間을 볼때 두번 또는 그 이상의 全般的인 施設의 代替가 必要한 것이다. 보다 簡略한 評價分析에서는 KW 및 KWA의 價値를 對替費用線曲에서 直接算出하여 調査對象 全期間에 걸쳐 年平均 水力의 出力에 直接適用한다. 이러한 接近方法은 便利에 對한 均等支出은 순환하며 代替火力이 그 技能을 상실할 때마다 發電所를 再建設한다는 假定이다. 그러나 이 假定은 分明히 價格양등의 可能性과 代替火力에 보다 重要한 觀心사인 技術의 進歩를 考慮하지 않은 點이 있기는 하나 이것은 將來豫測의 許多한 可變性 및 推定의 難點으로 위의 두 要因은 現在의 分析에서는 適用되지 안으며 따라서 代替費用의 算定은 既存技術의 知識에 基礎를 두는 것이다.

支出의 時間差에 對한 利子率의 變化를 分析하는 興味로운 圖式分析方法是 特殊하게 만드러진 그래프紙에 點을 찍어가면 된다. 第2圖는 二段階로 開發된 水力發電所와 이와 相應하는 代替火力의 簡略한 支出形態를 보여준다. 여기에서 가장 눈에 띄는 것은 事業初期 10年間に 發生한 總支出이 最終 80年間の 總支出과 같다는 것이다. 이러한 事實은 利子率의 增加가 事業開始以後 10年내지 20年後에 發生하는 價値의 重要度を 顯著하게 減少시킨다는 것을 알수 있다.

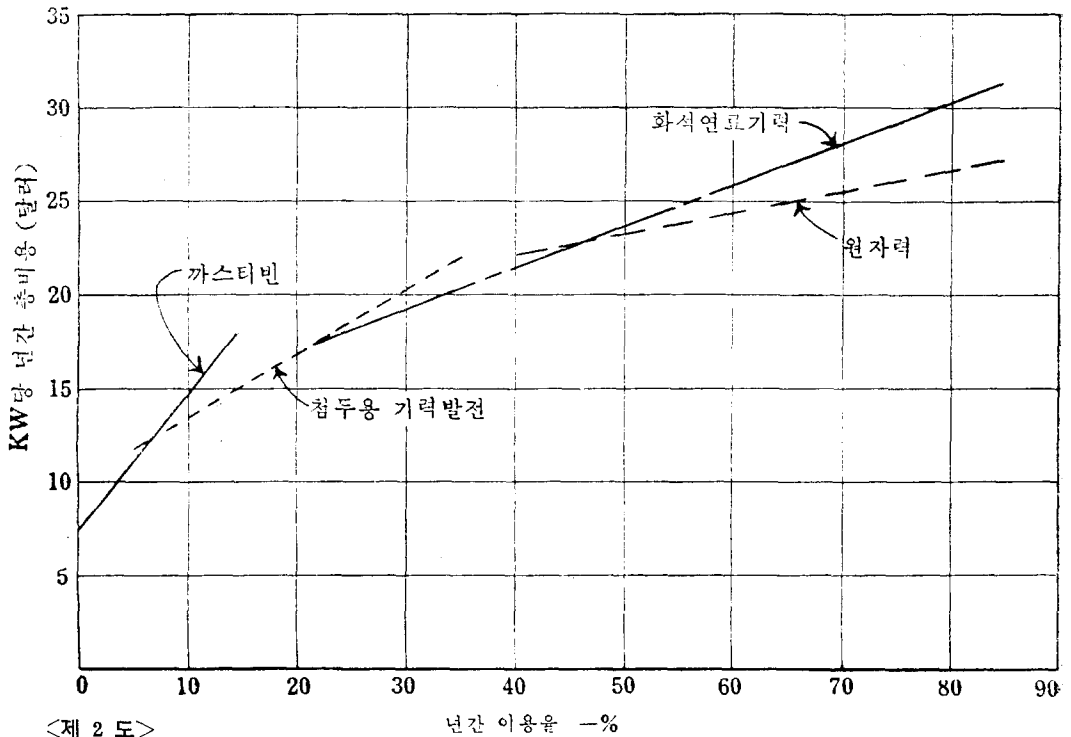
## 水力發電의 長點

水力發電이 火力에 比하여 長點이 있다는 것은 다이는 事實이다. 物理的인 特性으로 볼때 高度의 稼用性, 運轉上의 信賴性, 負荷變動에 따른 速應性 등을 들 수 있겠으나, 이 外에 河川의 流量調節, 水質改善, 리크리에이션이 있겠으며 또 모든사람이 近者 特히 觀心을 갖이고 있는 空氣 및 물의 汚染이 水力發電에서는 생기지 않는다.

한편 年年히 消費해가는 에너지 資源의 効率的인 利用이라는 面에서 물은 그대로 두면 濫費된다고 生覺할 수 있겠으나 利用한다면 얼마든지 水資源으로 에너지를 얻을 수 있고 없어지지 안으나 이와 反對로 化石燃料(石油, 石炭 등)나 原子力은 한번 쓰면 再使用 못한다. 現在 水力發電의 効率は 90%에 達하는데 比하여 火力發電의 効率は 가장 좋은 것이 40%에 不週하다. 이것은 將來 現在의 火力發電과 原子力發電은 効率面에서 技術的으로 改善이 있을 것이므로 現時點에서 水

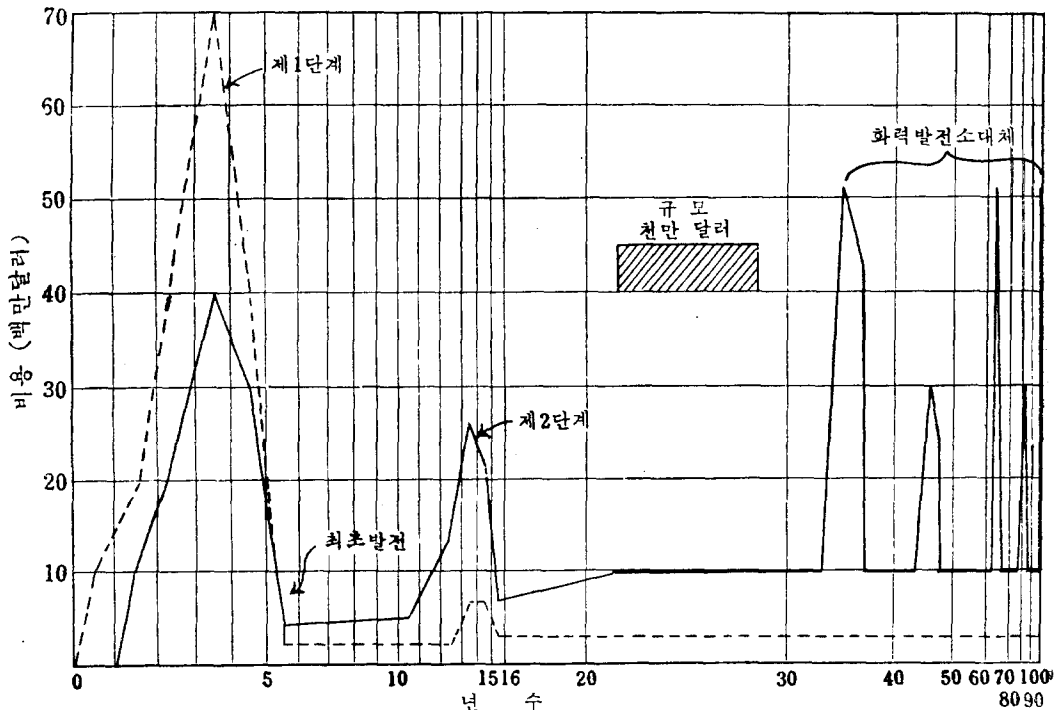
<제 1 도>

발전소 유형 및 이용률형 화력 대체 발전소 비용의 변화



<제 2 도>

가정(假定) 수력발전 사업 및 이의 추정화력 대체사업에 대한 할인현금 유통의 도식 비율  
(현재가 도표이자율 5%, 100년간)



力發電에 若干의 資用이 더 든다 하더라도 可能한 限 水力을 먼저 開發하고 化石燃料은 보다 効率의으로 利用할 수 있는 他部門에 쓰거나 또는 將次 더 効率의으로 使用하려는 것이 合理的인 것인지도 모른다. 이 以外에 水力을 지금 火力보다 먼저 開發하여야 한다는 點은 水力의 費用이 繼續的인 物價上昇으로 받는 影響은 火力의 代替建設費와 燃料費가 받는 影響에 比하여 적다는 것이다.

## 結 論

以上과 같은 여러가지 點을 考慮하여야 한다는 것은

水資源開發計劃에 있어서 發電便益을 算定하기 爲하여는 水力計劃의 發電所利用率에 가장 알맞게 特別히 設計된 代替火力發電所의 代替費用을 推定하는 것이 가장 便利하고 合理的인 接近方法이라고 結論짓는 것이다.

그러나 이와 같은 代替設備의 假定過程에서의 難點을 解消하기 위하여 過去 또 現在 10%의 調整係數를 適用 部分的으로나마 合理化하려고 하나 이것은 繼續 더 檢討하여야 할 課題이며 特히 開發途上國家에 있어서 水力의 開發이 國民經濟와 生活向上에 寄與하는 바를 제대로 反映하지 못하고 事業을 評價하려고 한다면 이것은 計劃立案者의 큰 잘못이다.

## 韓國大壩會議設立

우리나라 大壩과 關聯施設의 設計, 建設, 維持 및 運營, 貯水의 利用에 關한 學術 및 技術向上을 圖謀하며 이 分野에서의 國際的 協力을 堅密히 하므로서 國民의 福祉向上에 寄與할 것을 目的으로 社團法人 韓國大壩會議가 1971. 11. 27 創立總會를 開催하여 任員選出 및 定款審議를 完了하여 設立되었다.

選出된 任員은 다음과 같다.

會 長 : 安京模

副會長 : 趙鼎九, 崔榮博

理 事 : 金麗澤, 金璟麟, 金滌根, 金慶秀,

李正夏, 李景輔, 盧承鈺, 申庚植,

申永琦, 安守漢, 崔永澤, 鄭周永,

秦炳益, 黃燦栢

監 事 : 成樂常