

楊水發電所의 經濟性

經濟的인 尖頭用電源의 檢討

高 達 元*

急速히 增大해가는 電力需要에 對備하기 爲하여 水力 資源이 豊富치 못한 우리나라에서는 火力에 置重하는 開發은 必然의 事實로 되었다. 더욱이 電力系統의 規模 漸大는 大容量 單位機를 採擇케 하므로 이러한 基底負荷 用的 高效率 火力機와 競合될수있는 水力은 거이 涸竭 된 것이 우리나라의 實情이다. 그러나 火力이 大幅的으로 開發되는 電力系統에서는 短時間 尖頭用 電源이 問題될 것인바, 이러한 境遇의 水力開發은 經濟的으로 妥當한 것이 흔히 認定되고 있다. 大體로 電力系統을 構成 하고 있는 基底負荷用 火力 더 나아가서는 原子力發電所 가 늘어나면 날수록 放置되었든 非經濟的인 水力地點이 漸次的으로 開發케 될 經濟的 妥當性이 생기게 되는 것이다. 假令 1970 年代의 水火力構成比率을 30% 對 70% 로 前提하고 開發되는 어떤 水力地點의 年平均容量率을 30%內外로 본다면, 2,000 年代에 이르러서의 火力占有 率은 80%로 增加할 趨勢인바 이때의 計劃水力地點의 年平均容量率은 30%보다는 며려진 20%內外로서도 妥當할 수 있다는 것이며 開發價値가 더욱 높아졌음을 意味하게 된다.

그러나 水力의 年容量率은 電力需要가 比較的 적은 豐水期가 介在되어 있으므로 限없이 低下될 수는 없을 것이다. 極히 低下된 年容量率로 計劃되는 水力開發은 尖頭用電源으로서 水力과 恰似한 運轉特性을 具備하고

있는 柴油發電所 或은 가스터빈發電所가 續續 開發되고 있는 限 制限을 받게되는 것이다. 結局, 系統尖頭에 對備하기 爲한 低容量率 水力開發의 經濟性은 때로는 初期投資費가 極히 低廉한 柴油 或은 가스터빈發電所 (在來式 水力發電所 建設費의 約 3分之1 程度)와의 比較에 立脚해야 할 것이다.

電源構成이 漸次的으로 火力爲主로 移行됨은 우리나라의 電源開發原則上 不可避할 것인바 最尖頭用 電源으로서의 揚水發電所는 在來式的 水力開發時 並列計劃하면 때로 經濟的價値가 높은것이 先進國의 通例이다. 거이 全的으로 火力國에서 盛行되고 있는 揚水發電所는 輕負荷日의 深夜時에 減發이 不可避한 高效率大容量 火力機의 低廉한 電力을 利用하여 貯水池에 揚水하였다가 翌日의 系統 最尖頭時에 即應되므로 一層 貴重한 價値로 需要를 充足시켜주고 있는 것이다. 在來式 水力發電所와는 달리 數日 或은 日日的 貯水容量을 保有하는 貯水池와 放水池로 足하므로 低廉한 建設單價로 竣工될 수 있는 最尖頭用 電源일 수 있다. 어쨌던 揚水發電所는 年平均 容量率이 極히 낮은 短時間運轉을 對象으로 開發케 되므로 施設規模의 大容量화가 經濟的이며 또한 一般的인 傾向이다. 이러한 大容量화는 機械器具費의 增加 및 送受電損失을 隨伴하므로 이를 輕減시키기 爲하여는 可及的 需要中心地 或은 高效率 火力機 接近할

表 1 揚水發電所의 經濟性比較表

項 目	比較對象電源	G.M.C型 柴油P/P	新銳 Base 火力P/P	揚 水 P/P
有效電力		40 MW	40 MW	40 MW
所要發電設備		42 MW	44 MW	40 MW
壽 命		20 年	30 年	50 年
建 設 費		1,360,000,000₩	1,300,000,000₩	X
建 設 單 價		118 \$/MW	190 \$/KW	
綜 合 利 子 率		10.3%	10.3%	10.3%
可變費	{ 燃料單價 維持費單價	3.04 ₩/KWH	本火力P/P 0.90₩/KWH 舊火力P/P 0.1.10₩/KWH	{ 1.50₩/KWH (綜合效率 67%)
		0.50 ₩/KWH	本火力P/P 0.10₩/KWH 舊火力P/P 0.10₩/KWH	
年容量率 3%時			本火力P/P의 平均容量率60%時 +210,000,000	

* 韓國電力株式會社 技術部 電源開發課

年間可變費	37,150,000 ₩/年	舊火力P/P의 代替容量率57%時 -239,500,000 ₩/年	16,740,000 W/年
年容量率 5%時		+210,000,000 ₩/年	
年間可變費	62,000,000 ₩/年	-231,000,000 ₩/年	26,270,000 ₩/年
年容量率 7%時		+210,000,000 ₩/年	
年間可變費	124,000,000 ₩/年	-222,500,000 ₩/年	36,800,000 ₩/年
年容量率 10%時		+210,000,000 ₩/年	
年間可變費	124,000,000 ₩/年	-210,000,000 ₩/年	52,540,000 ₩/年
年容量率 15%時		+321,000,000 ₩/年	
年間可變費	180,000,000 ₩/年	-198,000,000 ₩/年	78,810,000 ₩/年

表 2 揚水 P/P의 妥當投資限度額

比較對象 年容量率	G.M.C型 柴油 P/P	新銳 Base 火力 P/P	가스터빈 P/P	低速型 柴油 P/P
3%	1,748,000,000	1,968,000,000	1,710,000,000	2,155,000,000W
5%	1,885,000,000	1,950,000,000	1,888,000,000	2,194,000,000W
7%	2,020,000,000	1,930,000,000	2,055,000,000	2,235,000,000W
10%	2,225,000,000	1,897,000,000	2,320,000,000	2,293,000,000W
15%	2,575,000,000	1,846,000,000	2,760,000,000	2,392,000,000W
建設單價	118 \$/KW	190 \$/KW	108 \$/KW	160 \$/KW
可變費單價	3.54 ₩/KWH	1.00 ₩/KWH	4.11 ₩/KWH	2.09 ₩/KWH
備 考	單位容量을 2.0MW로 假定했음	單位容量을 150MW로 假定했음	單位容量을 15MW로 假定했음	單位容量을 2.0MW로 假定했음

것이며 보다 高落差임이 有利하게 됨은 從來의 水力地點 選定時와 같다.

以上에서 揚水發電所의 開發計劃은 豫想되는 年容量率과 密接한 關係가 있다는 概念을 述했는바 具體的으로 是 아래와 같은 經濟性比較에서 確認될 수 있다.

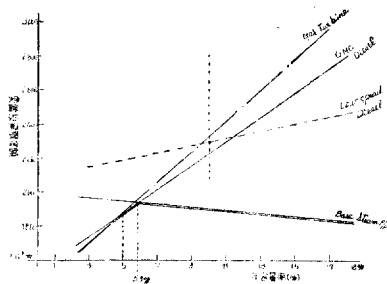


그림 1

揚水發電所의 妥當投資限度額은 年容量率 3%로 假定時 가스터빈發電所와의 比較에서 1,714,000,000₩로 算出되고 있는바 計算方法은 先進國에서 應用되고 있는 現在 價值合計係數를 適用하는 아래數式에 依據했다. 即

$$T_g = C_g + \frac{V_g}{i} + \frac{C_g}{(1+i)^{20}}$$

$$T_d = C_d + \frac{V_d}{i} + \frac{C_d}{(1+i)^{20}}$$

$$T_s = C_s + \frac{V_s}{i} + \frac{C_s}{(1+i)^{20}}$$

$$T_p = C_p + \frac{V_p}{i} + \frac{C_p}{(1+i)^{20}}$$

但 T; 現在價值合計額

C; 初期投資費(妥當投資費)

V; 可變費(燃料費 및 維持費)

i; 利子率

$\frac{1}{(1+i)^n}$; 複利合計係數의 逆數로서 現在價值合計係數임

n; 壽命期間

添字 g,d,p,s, gas turbine, diesel, pumping, base steam 發電所의 略字임.

揚水發電所의 妥當投資限度額計算에 있어서 가스터빈發電所와의 比較時는 上記數式中 $T_g = T_p$ 로 놓아 未知數 C_p 를 求하면 된다.

$$C_p = \frac{C_g \left\{ 1 + \frac{1}{(1+i)^{20}} \right\} + \frac{1}{i} (V_g - V_p)}{\left\{ 1 + \frac{1}{(1+i)^{50}} \right\}}$$

또한 新銳 Base 火力發電所와의 比較에 있어서는 $T_s = T_p$ 로 놓고 未知數 C_p 를 求하면 된다. 따라서

$$C_p = \frac{C_s \left\{ 1 + \frac{1}{(1+i)^{30}} \right\} + \frac{1}{i} (V_s - V_p)}{\left\{ 1 + \frac{1}{(1+i)^{50}} \right\}}$$

既述한 揚水發電所의 妥當投資限度額은 比較對象電源에 따라 差異가 생기나 計算된 數值自體의 絕對性은 固執하지 아니하며 다만 相對的인 面에서의 傾向만이 重要視될 點을 添言하는 바다. 表 1 에서 볼수 있는바와 같이 揚水發電所의 가장 經濟的인 妥當投資限度額은 壽命期間을 通한 年平均容量率이 3%인 境遇 1,710,000,000W로서 가스터어빈 發電所와의 比較가 가장 妥當하며 年平均容量率이 7%以上이 豫想될 때 妥當投資 限度額은 新銳 Base 火力發電所에 立脚한 比較에서 1,930,000,000W인바 G.M.C型 汽機發電所의 2,020,000,000W나 가스터어빈 發電所의 2,055,000,000W보다 적으므로 가장 經濟的인 比較對象電源임을 알 수 있다.

다시말하면 年容量率 3%以下의 運轉이 妥當할時 어떤 揚水發電所의 初期建設費가 1,710,000,000W보다 적다면 가스터어빈 發電所의 建設計劃을 止揚하고 揚水發電所를 計劃함이 電力系統上 더욱 有利함을 나타내 주고 있는 것이다. 또한 年容量率 10%의 運轉이 豫想될 때 어떤 揚水發電所의 가장 經濟的인 妥當投資限度額은 1,897,000,000W으로서 이보다 적은 建設費에 依해 開發可能한 揚水發電地點이 있다면 亦是 電力系統上 가장 有利한 尖頭用 電源임을 뜻한다. 年容量率이 15%以上인 境遇 揚水發電所의 妥當投資限度額은 1,846,000,000W으로서 年容量率이 높아짐에 따라 揚水發電所의 妥當投資限度額은 더욱 적어야함을 알 수 있는바 이는 年容量率이 높아질수록 揚水發電所는 特別히 有利한 地點이 아닌 限 建設할 수 없게 된다는 것이며 新銳 Base 火力發電所의 開發이 妥當함을 뜻한다.

結局 年容量率 3%에서 15%에 亶한 各種 尖頭用 電源과의 經濟性 比較에서 다음과 같은 事實을 發見할 수 있을 것이다. (揚水發電所의 妥當投資限度額 計算表 및 圖表를 參照)

(1) 低速型 汽機發電所(光州汽機, 往十里의 M-A-N 또는 Niigata 製 汽機와 같이 海軍重油를 燃燒하는 發電所를 말함)는 現地組立.

이 可能한 大容量單位機製作이 不可能한 限 換言하면 建設單價를 더욱 廉化시킬 수 없는 限 우리나라의 電力系統에 있어서는 가장 非經濟的인 尖頭用電源이며 開發將來性은 거의 稀薄하다. 다만 小規模의 投資費와 低廉한 燃料費 및 短期(1年半 程度)에 完成될 수 있으므로 新銳火力開發이 加意치 못한 水主火從國에서는 年容量率 이 約 10%以上으로 豫想될時 比較的 經濟的인 尖頭用 電源일 수 있을 뿐이다.

(2) G-M-C型 汽機發電所(木浦 및 往十里에 있는 高速型 汽機)는 年容量率 10% 以下에서 大體로 恰似한 經濟性을 示顯하고 있으나 大容量單位機 製作에 依한

建設單價의 低廉을 招來치 못하는 限 우리나라의 電力系統에 있어서는 가스터어빈 發電所와 競合되기 어려울 것이다. 한편 가스터어빈 發電所는 先進國에서 大容量單位機(40MW)를 成功的으로 製作하고 있어서 年容量率 約 6%以下의 運轉이 確實한 境遇 가장 經濟的인 尖頭用 電源일 수 있다. 既述한 바와 같이 新銳 火力開發이 어려운 水力國에서는 年容量率 10%以下의 尖頭用 電源으로 高速型汽機 或은 가스터어빈 發電所가 最經的이다.

(3) 系統需要的 增大는 大容量火力機의 開發을 同伴하므로 이에 基因되는 建設單價의 低廉은 將次도 繼續期待 할 수 있다. 그러나 가스터어빈 發電所는 火力機의 이러한 傾向과 一致되기 어렵다. 따라서 圖表1에 나타났는 年容量率 5.8%보다 더욱 低下된 年容量率 下에서의 運轉을 必要로하지 않는 限 即 豫想했던 需要보다 其成長이 急激함이 밝혀지므로 因하여 短期間이나 마 電源不足이 豫想된 다든가 할때에 一定한 供給信賴度를 維持하기 爲하여 開發이 妥當할 수 있을 뿐이다.

結論的으로 揚水發電所의 經濟性은 壽命期間을 通한 年平均容量率 即 年間所要 運轉時間이 얼마로 豫想되느냐에 따라서 때로는 가스터어빈 發電所에 基礎한 比較에서 或은 電力系統에 들어오는 新銳 Base 火力發電所에 基礎한 比較結果로 左右될 수 있는 것이다. 年容量率을 5.8%以上으로 볼것이나 또는 그 以下로 볼것이나 하는 決定은 極히 어려운 問題이므로 年容量率이 5.8%의 妥當點에서 4%의 妥當點으로 降下할 수 있는 誤差要素는 充分히 있는 것이다. 이러한 誤差가 生길 수 있는 主要原因은 年年增大하는 想定需要的 誤差, 利率의 上昇傾向, 各種 電源에 따른 建設單價 및 燃料單價의 變動趨勢, 年負荷率의 變動, 系統事故의 豫想, 異常湯水의 發生確率, 電力系統의 運營狀況等等 當初假定的 適正與否에 있는바 容量率이 極히 낮았을 時(5%以下) 有利視되었던 가스터어빈 發電所와의 比較에 立脚한 揚水發電所의 가장 經濟的인 妥當投資限度額 決定은 全系統을 함께 考慮할時 때로 健全치 못한 尖頭用電源 開發方式일 수 있다. 가스터어빈 發電所는 短期(1年以內)에 比較的 小規模의 投資費로서 完成될 수 있는 電源이므로 需用家에 對한 良質의 電力供給原則의 絕對性與否에 따라 極히 短時間運轉의 必要性을 前提하여 調相機運轉의 容易性 및 全自動運轉의 普遍性을 利用할 수 있음을 勘案한 나머지 開發이 妥當할 수 있을뿐이다. 要컨대 長期 電源開發 原則에서 볼때 우리나라에 있어서 揚水發電所의 經濟性比較를 目的으로한 對象電源은 與件이 크게 變動하지 않는 限 가스터어빈 發電所가 아니라 新銳 Base 火力發電所라야 함을 強調하게 된다. 한편 電力系統이 擴張됨에 따라 開發된 高效率 大容量機는 深夜 또

는 공휴日和 같은 非尖頭에 輕負荷運轉이 不可避할 것 인바 이러한 境遇 減發로 因한 熱效率 低下가 미치는 燃料單價의 高騰 및 機器의 損傷이 주는 補修費의 增加 (嚴格히 말하면 頻繁한 停止 및 起動으로 因하여 壽命이 短縮됨을 뜻함)는 30年이라는 經濟的인 壽命期間을 通하여 불배 果積되는 經費의 合計額은 決코 적지않을 것이다. 그러나 揚水發電所 開發은 火力機의 이러한 非 效率的인 運轉을 避할 수 있는 要素를 만들어주므로 火力이 壓倒的인 火力國에서는(例로서 英國, 獨逸 및 美國等) 이로인한 電力系統 運轉上의 利得이 크다는 것이 揚水發電所를 開發할 수 있는 크나큰 長點의 하나로 되어있다.

要컨대 尖頭用電源으로서의 揚水發電所는 系統을 占 有하는 構成比率이 크지않는 限 가장 經濟的인 運轉豫 備力으로서 或은 調相機로서 電力系統에 크게 貢獻됨은 勿論 特히 自流式인 境遇엔 豐水期에 溢水量을 吸收發

電하므로 系統火力의 定期補修를 圓滑하게 많은 燃料費 를 節減해줄 수 있는 役割을 다 할 수 있는 一種의 變 型式 水力發電所로서 우리나라의 電力系統에 切實히 要 求될 時期가 必히 來倒할 것인바 今後의 水力開發時에 는 揚水發電計劃을 함께 樹立하는 Idea가 때로 檢討되 어야 할 것으로 믿는다.

以上 揚水發電所의 經濟性은 豫想容量率의 適正算出 이 가장 重要한 要素가 됨은 勿論 앞으로 開發되는 新 銳 Base 火力에 立脚한 妥當投資限度額의 決定이 妥當 함을 論했는바 在來式 水力發電所와는 色다른 問題點을 內包하고 있는 揚水發電所(自流式 및 純揚水式 또는 東 海岸에 沿한 高落差山岳을 利用한 海水揚水式)의 技術 性에 對해서는 次機會로 미루어 關心있으신 參考에 資 하고저 한다.

(西紀 1966年 3月 14日 接受)

1966年度 電氣主任 技術者 資格 檢定試驗 施行

1966年度 電氣 主任 技術者 資格 檢定 試驗에 대하 여 다음과 같이 公告되었다.

상공부 公고 제 3788 호

전기 주임 기술자 자격 검정령에 의한 전기 주임 기술자 자격 검정 시험을 다음과 같이 실시한다.

1. 기술자의 자격별

- 가. 1 급
- 나. 2 급
- 다. 3 급

2. 응시 자격

전기 주임 기술자 자격 검정령(각령 586 호) 제 13 조, 제 14 조 및 제 15 조에 해당한 자.

3. 필기 시험 일자

- 자 1966. 7. 25 (월)
- 지 1966. 7. 26 (화)

4. 원서교부 및 제출 일자

- 자 1966. 6. 15.
- 지 1966. 7. 5.

5. 제출 서류

- 가. 검정신청서(소정양식) 1 통
- 나. 이 력 서 1 통

- 다. 호적초본 1 통
- 라. 최종학교 졸업증명서 1 통
- 마. 경력증명서 1 통
- 바. 사진 4매(최근 3개월 내에 촬영한 소명합판)

6. 원서 교부 및 제출처

상공부 전기국 전정과

7. 응시 수수료

- 1 급 : 1,000 원
 - 2 급 : 700 //
 - 3 급 : 500 //
- }의 정부수입인지를 검정신청서에 첨부 하여야 한다.

8. 시험 장소

수도공업고등학교(서울특별시마포구공덕동 산1-1)

9. 필기시험 합격자 발표

1966. 9. 30 (당부 제시판)

10. 참고 사항

- (1) 계산책을 지참하여도 무방함.
- (2) 기타 상세한 사항은 상공부 전기국 전정과(전화 74~3362)로 문의하시기 바람.

1966. 4. 16.

상공부 장관 박 충 훈