潮力發電에 대하여

技術資料

安 守 漢*

—차 례—

1. 概 要
2. 潮力發電方式과 年間發電量
3. 우리나라의 潮力地點
4. 潮力發電開發에 대한 問題點과 展望
5. 參考文獻

1. 概 要

數年前 石油波動때 水力, 火力 및 原子力과 같은 一般的인 發電以外의 대체에너지에 대해서 關心이 集中되어 있으나 대체에너지로서는 太陽熱, 風力, 地熱, 波力, 潮力 등을 생각할 수 있다. 이 中에서 大規模의 發電이 可能한 것이 潮力이라고 할 수 있다. 우리나라의 西海岸一帶는 世界的으로 潮差가 큰 곳이므로 潮力은 우리나라에 주어진 天賦의 資源이라고 할 수 있다.

우리나라 西海岸의 潮力發電에 대해서는 日帝時代때부터 擧論이 되었던 것이나 具體的으로 調査된 것은 없는 것으로 알고 있다. 그 後 數次에 걸쳐서 個別的으로 西海岸의 潮力發電의 可能性에 대해서 論議가 있었으나 發電原價가 비싸다는 理由로 別로 關心이 없었다.

數年前의 石油波動以後, 潮力發電에 대한 關心은 다시 대두되고, 1974年度에는 國內各界人士들이 모여서 潮力發電에 대한 세미나까지 開催한 바 있다. 그리고 同年에 建設部는 牙山灣[1]을 그리고 科學技術處는 加露林灣[2]을 各各調査한바 있다. 이와 같은 調査는 槪略的이기때문에 正確한 것은 알 수 없으나 大體的으로 發電原價가 他發電의 경우보다 훨씬 비싼 것으로 나타나고 있다.

世界的으로 潮差가 큰 地點의 潮力發電可能地點에 대한 調査는 오래前부터 여러곳에서 實施된 바 있다. 즉 英國의 Severn 河口[3][4][5][6][7], Solway Firth灣[8], Lough-Strangford와 Laugh Carlingford,[9] 佛蘭西의 Rance河口[7][8], Chausey[10], 美國의 Passamaquoddy[7][10], 알라스카의 Knik Arm[11], 아르젠틴의 San Jose[7][10], 그리고 蘇聯의 白海와 Kislaya Cuba灣의 潮力發電計劃 등은 오래前부터 많은 調査가 이루어지고 있다. 이中에서 佛蘭西의 Rance潮力發電所는 1966年에 建設되어 施設容量 240,000KW로서 現在 發電中이고, 蘇聯의 Kislogubsk 發電所[12]는 한 發電單位가 400kW인 試驗發電所이다.

위에서 列擧한 世界各國의 潮力調査地點의 潮差는 大部分 10m 以上이며 特히 Fundy灣과 Severn河口의 경우는 約 15m나 된다. 이와같은 큰 潮差를 가진 地點이 아직 開發이 되지 않고 있는 理由는 여러가지 있겠으나 1次的으로 發電原價가 他發電보다 비싸기 때문일 것이다.

最近의 新聞報道에 의하면 우리나라도 今年度부터 本格的으로 潮力發電地點의 調査를 한다고 한다. 우리나라 뿐만 아니라 여러 外國에서도 潮力發電計劃에 대해서는 經驗이 적으므로 充分한 調査와 硏究가 있어야 할 것이다. 이와같은 時期에 潮力發電計劃에 대해서 많은 論議가 있어야 할 줄 믿는다.

2. 潮力發電方式과 年間發電量

海岸에 潮池를 만들어서 水門과 發電單位에 의해서 潮池水位를 調節하면 潮池와 外海의 水位差를 만들 수 있으며 이 水位差에 의해서 發電하는 것이 潮力發電의 原理이다. 潮池의 數에 따라서 單潮池와 複潮池 또는 多潮池가 있고, 落差의 利用方法에 따라서 單動式과 複動式이 있다. Fig. 1이 潮池에서 外海로 放流할 때

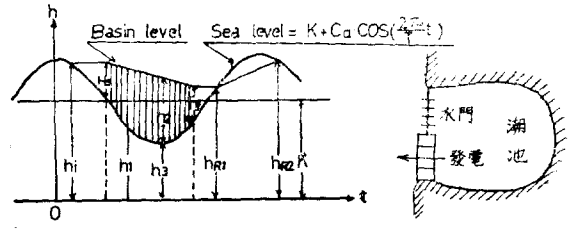

Fig. 1. Single Basin, Single Effect

*서울大工大敎授

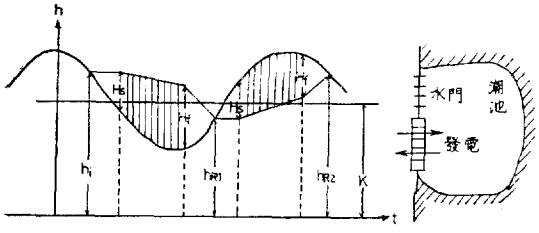

Fig. 2. Single Basin, Double Effect

發電하는 單潮池單動式이고, Fig. 2가 潮池에서 外海로 放流할 때와 外海에서 潮池로 流入할 때 發電하는 單潮池, 複動式이다. 그리고 Fig. 3은 潮池Ⅰ에서 潮池Ⅱ로 放流할 때 發電하는 複潮池單動式이고 Fig. 4가 潮池Ⅰ에서 外海로 放流할 때와 外海에서 潮池Ⅱ로 流入할 때 發電하는 複潮池複動式이다.

이 그림에서 보는 바와 같이 單潮池의 경우는 發電이 斷續的으로 이루어지나, 複潮池의 경우는 連續的으로 發電할 수 있다.

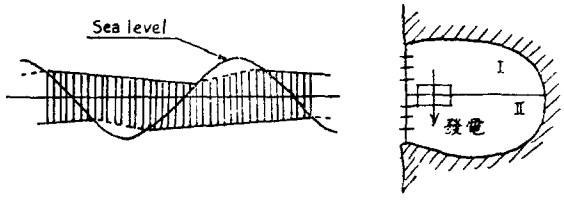

Fig. 3. Double Basin, Single Effect

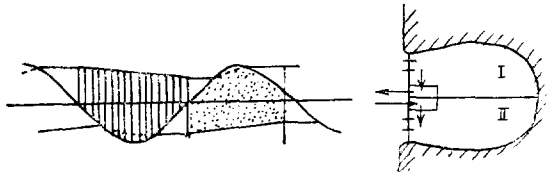

Fig. 4. Double Basin, Double Effect

이와같은 基本的인 發電方式에 揚水를 수반하는 경우도 있다. 즉 潮池와 外海와의 水位差가 작을때 揚水하여 潮池의 水位를 높이거나 낮게 해 놓고 水位差가 클 때 放流하므로서 揚水에 必要한 動力보다 훨씬 많은 動力을 얻을 수 있는 것이다. 이 以外에도 여러가지의 運轉方式을 組合하여 發電하는 경우도 있다.

潮力發電의 경우는 河川의 水力發電의 경우와는 달리 發電量을 支配하는 要素가 대단히 많다. 河川의 水力發電의 경우는 貯水池의 容量, 流量 및 落差가 주어지면 發電量을 決定할 수 있으나, 潮力發電의 경우는 潮池面積, 潮差, 潮池數運轉方式, 水門의 數와 크기, 發電單位의 크기와 數에 따라서 發電量이 달라진다. 運轉方式에 있어서는 ① 潮池의 初期水位, ② 水車의 始動落差, ③ 水車의 停止落差, ④ 潮池의 充水水位에 따라서 發電量이 달라지므로 發電量을 支配하는 要素는 대단히 많다.

위에서 列擧한 要素는 任意로 擇할 수 있으므로 그 組合은 無限이라고 생각할 수 있고, 따라서 發電量의 變化는 無限에 가깝다. 이 中에서 年間을 通해서 同一한 條件下에서 連續的으로 또는 斷續的으로 發電할 수 있는 경우의 最大發電量을 最適發電量이라 하고, 最適發電量對 建設費의 比가 가장 큰 경우의 發電施設이 最適施設規模가 될 것이다. 實際로 建設되는 潮力發電所의 施設은 이와같은 最適施設規模로 해야 한다.

다음에 潮汐의 振幅과 周期는 同一地點이라할지라도 每日 變化하고 同一한 값은 아니다. 이와같이 變化하는 潮汐曲線에서 年間發電量을 計算하는 方法은 다음과 같은 3가지가 있다. ① 年間의 全潮汐曲線을 使用하여 計算하는 方法, ② 年間潮差의 出現頻度를 使用하는 方法 및 ③ 年間潮汐曲線의 平方根, 平均自乘潮差를 使用하는 方法의 3가지이다.

①의 方法은 年間潮差全部를 使用하여 發電量을 計算하는 것이므로 最適條件을 求하려면 그 計算量은 無限에 가깝다. ②의 方法은 年間潮差를 適切한 區間으로 分割하여 그 出現頻度를 求하고, 다음에 適切한 潮差를 가진 規則的인 數個의 潮汐曲線을 사용하여 發電量을 計算하고, 外挿 또는 內挿에 의해서 먼저 만든 潮差頻度表의 潮差에 대한 發電量을 求하여 各各의 出現頻度를 곱해서 年間發電量을 求한다. 다음에 ③의 方法은 年間潮差의 平方根平均自乘潮差를 求하고 이 潮差의 半이 振幅이 되는 潮汐曲線을 使用하여 潮期에 대한 發電量을 計算하는 것이다. 萬一 1日 2回潮이면 1潮期에 대한 發電量을 705倍하면 年間發電量이 된다.

以上 3가지方法에 의해서 算出된 年間發電量은 大略 같은 값이 된다. F.L. Lawton[13]에 의하면 Fundy灣의 潮力發電計劃에 있어서 年間의 全潮汐曲線을 使用한 경우와 平方根平均自乘潮差를 使用한 경우의 年間發電量에는 ±3% 程度의 差밖에 없다고 한다. 이들의 方法中에서 年間潮差의 發生頻度를 使用하는 方法은 平方根平均自乘潮差를 使用하는 경우보다 計算量이 4

~6倍 많아진다.

最適發電量을 求하는 計算量은 대단히 많으므로 人力으로서는 힘들고 電子計算機에 의해서 簡單히 求할 수 있다. 우리나라 西海岸의 加露林灣에 대한 最適發電量과 最適施設規模를 適當한 條件을 주어서 計算한 例가 發表되고 있다[14].

3. 우리나라의 潮力地點

우리나라 西海岸一帶는 比較的 潮差가 클뿐만 아니라 海岸線의 屈曲이 많으므로 짧은 防潮堤에 의해서 比較的 넓은 潮池를 만들 수 있으며 潮力地點으로서 有望한 곳이 몇 地點 있다. 潮池面積이 크면 發電量이 많고 防潮堤의 길이가 짧으면 建設費가 싸게 되므로 潮力地點으로서는 有望한 것이다. 우리나라 西海岸의 潮力地點의 概略은 다음 表와 같다[15].

表 1

地 點	潮池面積 $S(km^2)$	防潮堤의 길이 $L(km)$	S/L	平均大潮差 (m)	비 고
仁 川 灣	144	7.2	20.1	8	
始 興 灣	44	5.2	8.5	8	
南 陽 灣	32	3.7	8.8	8	
瑞 山 灣	62	2.9	25	6.6	
加露林灣	106	1.9	55.8	6.4	
安 興 灣	29	2.0	14.4	6.0	
淺 水 灣	379	4.5	83	6.2	

이 以外에 京畿灣一帶를 潮池로 하면 많은 電力을 얻을 수 있다는 것을 提案한 사람도 있으나 技術的인 面과 經濟性에 많은 問題가 있을 것이다.

表 1의 潮力地點에 대하여 여러 사람들이 適切한 條件下에 發電量計算을 한바 있으나 모두 다른 값을 나타내고 있다. 이것은 앞에서 說明한 바와 같이 潮力發電量計算은 대단히 複雜하고 많은 變數를 包含하기 때문에 各各 條件이 조금 달라지면 發電量도 달라진다.

한 例로서 加露林灣에 대해서 潮池運營方式에 대한 最適發電量을 求한 것이 表 2이다.

表 2. 加露林灣의 發電量의 計算例

運轉方式	發電單位數	水門數	年間發電量 (GWh)	比 率
一潮池單動式	40	20	933.6	1
〃 (揚水)	40	20	1,352.9	1.45
一潮池複動式	40	20	944.7	1.01
〃 (揚水)	40	20	1,439.6	1.54

위의 表에서 아는 바와 같이 潮池運營方式에 따라서 年間發電量이 1.5倍까지 差가 생긴다. 이와같은 發電量의 差는 發電原價에 至大한 영향을 미치게 하는 것이므로 發電量計算은 正確히 해야 한다. 지금 表 2에 있어서 單動式과 複動式(揚水)의 경우를 比較하면 다음과 같다. 建設費를 3,000億원으로 假定하고 綜合年利子率을 10%라고 하면 單動式은 發電原價가 32원/kwh이고 揚水를 수반하는 複動式의 경우는 20.8원/kwh이다. 發電量의 計算如何에 따라서 이와같이 發電原價에 큰 差異가 생기는 것이며 이와같은 發電原價의 差異는 潮力發電의 開發可能性에 영향을 주게 되는 重大한 일이라고 생각된다.

4. 潮力發電開發에 대한 問題點과 展望

앞에서 論한 바와 같이 우리나라 西海岸의 潮力差는 世界的으로 큰 同時에 海岸의 屈曲이 많아서 潮池를 容易하게 만들 수 있어서 潮力發電開發의 適正地로 認定된다. 그러나 潮力發電開發은 世界的으로 하나 또는 두개 밖에 되지 않고 있으므로 技術的인面과 經濟的인面에서 硏究해야 할 事項이 대단히 많다. 우리나라도 今年부터 本格的으로 潮力發電에 대한 調査를 시작한다고 報道되고 있으므로 潮力發電의 特異性과 몇가지 問題點을 지적하는 것도 無意味한 것은 아니라고 생각된다.

(1) 바다의 潮汐現象은 太陰에 의해서 支配되고 一般的인 潮力發電도 이에 따라서 이루어지므로 一潮池發電의 경우는 人間의 生活리듬과 一致하지 않는다. 다시 말해서 電力의 需要曲線과 潮力發電曲線이 一致하지 않을 때가 많으므로 特殊한 施設을 附設하지 않는限 效率이 極히 不良하다. 一般的으로 劣願負荷時에 潮力發電이 이루어진다면 가장 좋으나 이와같은 경우는 年間을 通해서 極히 적을 것이다. 潮力發電開發의 不振理由의 하나로 생각된다.

(2) 潮力發電開發을 可能하게 한 重大한 動機의 하나는 低落差發電單位의 開發일 것이다. 一般的으로 潮差는 10m 前後이고 實際로 發電에 利用되는 落差는 10m보다 훨씬 작은 3~8m정도이다. 이와같은 低落差에서도 充分한 效率로서 發電할 수 있는 發電單位의 開發은 潮力發電開發의 促進劑가 될 것이다. 佛蘭西의 Rance 潮力發電所에 使用한 쥬—부라 터어빈은 低落差用으로 開發된 것이며 이것으로 因해서 潮力發電開發이 本格的으로 이루어진 것이다. 最近에는 보다 性能이 좋고 經濟的인 發電單位가 開發되고 있는 것으로

알고 있다. 그러나 落差가 너무 작으면 効率이 極히 낮으므로 發電量을 計算할 때 注意해야 할 것이다. 落差 8m때의 効率이 85%인 것이 落差가 3m인 경우는 60%로 効率이 減少되는 例가 있다. 이와 같이 落差가 너무 작으면 發電原價가 비싸진다는 것을 念頭에 두어야 한다. 우리나라 西海岸의 仁川, 牙山灣에 比해서 淺水灣의 潮差는 最大値가 約 3m 낮고, 平方根平均自乘潮差도 約 1m 以上 작을 것이다. 따라서 淺水灣의 潮力發電計劃에 대해서는 特히 効率에 대해서 注意해야 할 것이다.

(3) 潮力發電은 一般的으로 斷續的으로 이루어지고 揚水를 수반하는 경우가 있으므로 그 開發은 他에너지의 供給狀況과 比較檢討하여 電力需要를 圓滑하게 滿足시킬 수 있겠끔 해야 할 것이다. 特히 揚水를 수반하는 경우는 潮力地點附近에 原子力 또는 火力發電所가 있으면 대단히 有効하다.

(4) 우리나라 西海岸의 몇個潮力地點에 대한 發電量을 計算한 것이 있으나 同一地點의 發電量과 施設規模가 모두 다르다. 이와 같은 計算發電量의 差異는 앞에서 說明한 바와 같이 發電量을 支配하는 要素가 많은 것도 原因의 하나라고 생각되나 보다 根本的인 問題는 計算에 使用한 潮汐曲線이 各己 다르기 때문이라고 생각된다. 1974年 以後 우리나라에서는 潮力發電의 可能性에 대해서 여러가지 論難이 벌어지고 있다. 어떤 사람은 潮力은 우리나라에 주어진 天賦의 資源이므로 지금이라도 開發을 해야 한다고 主張하고 또 다른 사람은 發電原價가 비싸므로 아직은 時期尙早라고 主張한다. 이 두 사람은 모두 發電單價가 비싸다는데는 意見이 一致한다. 그러나 얼마만큼 비싸다는 것은 아무도 모른다. 筆者는 여기에 問題가 있다고 생각한다.

많은 사람들이 潮力發電에 대해서 論하고 있으나, 表 1의 潮力地點에 대해서 潮汐觀測記錄이 別로 없다고 하면 놀라지 않을 사람은 없을 것이다. 潮汐 現象은 時時刻刻으로 變하고 一年을 通해서도 봄, 여름, 가을, 겨울 모두 다르다. 이와 같이 變化하는 潮汐을 數日 또는 數 10日의 관측記錄만 가지고 그 地點의 潮汐現象을 確定지을 수는 없는 것이다. 그럼에도 不拘하고 이와같은 짧은 記錄 또는 全無한 記錄을 가지고 發電量을 計算하고 이것을 根據로 潮力發電의 開發可能性에 대해서 是非를 하고 있는 것이다.

여기서 筆者가 하고 싶은 말은 이와같은 論難이 이루어지기 前에 潮力地點에 대한 潮汐, 其他, 海像을 持續的으로 觀測해야 한다는 것이다. 虛空에 뜬 資料를 가지고 아무리 論議를 해도 砂上樓閣에 不過한 것이다.

(5) 끝으로 筆者가 提議하고 싶은 것은 潮力發電에 대해서 冷情해야 한다는 것이다. 1974年度에는 당장이라도 開發을 해야 한다고 興奮까지 한 느낌을 받았다.

世界的으로 潮差가 15m나 되고 地形이 아주 良好한 地點이 많으나 아직 開發하지 못하고 있는 것이다. 우리나라의 西海岸은 潮差가 이들의 半밖에 되지 않는다는 것을 아울러 생각해야 할 것이다.

世界的으로 有望한 潮力地點에 대해서는 參考文獻에서 보는 바와 같이 많은 調査가 이루어지고 있으며 앞으로 그 開發時期를 기다리고 있을 뿐이다. 그러나 우리나라의 경우는 어떠한가? 潮力地點의 潮汐調査도 되지 않고 發電量計算이 正確히 된 곳도 없는 것으로 알고 있다. 이것은 基礎調査는 短時日內에는 할 수 없는 일이며 最小限度 數年이라는 時日이 必要한 것이다. 潮力地點에 대한 基礎的인 調査를 長期間 계속적으로 해야 한다는 것을 이 機會에 提案하고 싶다.

參考文獻

1) 建設部：西海岸潮力發電計劃豫備妥當性調査報告書 (Sogreah. 用役會社) 1974, 9.
2) 科技處：潮力發電基礎調査에 關한 硏究(KIST 海洋開發硏究所) 1974, 12.
3) E.M. Wilson: "A Multi-Purpose Barrage on the Bristal Channel", Water Power, April, 1966.
4) "A New Severn Tidal Scheme", Water Power, July, 1967.
5) T.L. Shaw; "A Further Savern Barrage Proposal," Water Power, Oct. 1967.
6) H.E. Fentzloff: "A Fundamental Approach to Tidal Power." Water Power, Aug. 1967.
7) T.J. Gray and O.K. Gashus; Tidal Power, Proceedings of the International Conference on the Utilization of Tidal Power held at the Atlantic Industrial Research Institute, Nowa Scotia Technical College, Halifax, 1972.
8) E.M. Wilson; "Solway Firth Tidal Power Project." Water Power, Nov. 1965.
9) E.M. Wilson; "Feasibility Study of Tidal Power from Loughs Strangford and Carlingford with Pumped Storage," Proc. Institution of Civil Engineers, 32, 1~29, 1965.

10) R. Gibrat; L'energie Des Marees, Extrait du Bulletin de la Société Francaise des E'ledriciens 7'Série, Tome II, No. 29, May, 1953.
11) E.M. Wilson and M.C. Swales; "Optimization of Tidal Power Generation," Water Power, March, 1968.
12) L.B. Bemstein; "Russian Tidal Power Station is Precast Offsite Floated into Place", Civil Engineering, ASCE. April, 1977,
13) 文獻 7) 參照
14) 安守漢, 朴仁輔, 片宗根 : 潮力發電의 最適化에 대한 硏究, 大韓土木學會誌 論文集
15) 文獻 2) 參照

會員에게 알리는말씀

會員여러분의 健勝하심을 仰祝합니다.

빛나는 祖國의 繁榮과 보다 잘살기 위한 근면, 자조, 협동의 새마을정신으로 힘찬 전진의 노래가 메아리치고 있는 이때 우리는 더욱 總和團結로서 健全한 社會氣風 造成으로 **庶政刷新推進**에 더욱 앞장서서 근면, 검소한 生活로 職場에서나 家庭에서나 맡은바 任務에 더욱 充實하여야 할 것입니다.

따라서 會員여러분께서는 政府의 庶政刷新推進運動에 自律的으로 參與하여 여러분의 가족, 친지, 동료직원 및 모든 사람에게 이같은 사항을 주지 시키시어 **밝은 社會建設**을 위한 **健全한 社會紀風 造成**에 솔선수범하여 주시기 바랍니다.

1977年7月 日

大 韓 電 氣 學 會 長 白

庶政刷新은 좋은 나라를 建設하겠다는

우리社會의 **"조용한 精神革命"**입니다