

超低落差에 의한 水力揚水 發電 共用裝置의 考案 및 實驗

A Study of Hydraulic Pump and Generator by Low Head for Irrigation

洪 思 天*
Sah Chun Hong

I. 序 論

國內 各地에 散在되어 있는 比較的 流量이 豐富하고 容易하게 落差를 얻을 수 있는 農漁村의 小溪谷이나 小河川 또는 貯水池의 樋管流出口 또는 用水路의 落差工等에 적은 施設費로서 構造가 簡單한 機械裝置를 灌溉用水 電氣動力 및 照明電燈을 손쉽게 얻게 한다는 것은 우리나라 農漁村 實情으로 보아 切實하게 必要한 것이다. 本 考案의 着眼點은

1 揚 水

燃料나 壓力을 供給하지 않고 流水의 壓力만을 利用하여 高地帶에 揚水하고

2 農漁村 電化

非灌溉期(8個月間)에는 全動力을 發電에 利用하고 灌溉期(4個月間)에는 計劃된 灌溉用水를 揚水하고 남은 剩餘動力은 農家電燈用, 搗精用으로 利用하게 하며

3 多目的化

同一한 小型 機械裝置를 利用하여 揚水과 發電을 兼하게 하고

4 機械效率의 向上

機械 및 電氣的인 에너지의 中間損失을 極小化시킨 것 等이다.

II. 機械裝置의 原理 및 性能

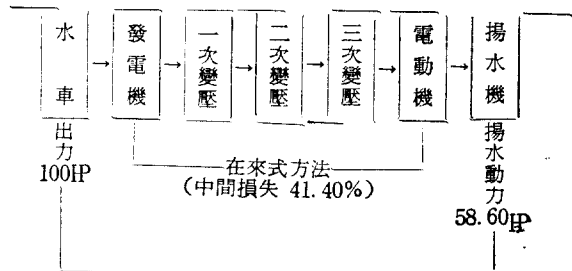
2.1 機械의 原理

이 機械裝置의 原理는 水車·揚水機 및 發電機의 原理를 綜合하여 結合한 것으로서 同一運動軸에 依하여 回轉케 한 機械構造이다 이 機械의 特徵은 在來의 揚水裝置와 같이 發電機·電動機 및 變壓器 等이 必要없게 되며 機械의 에너지에서 電氣에너지로 變化시키고 다시 電氣энер지를 機械에너지로 變化시키는데 隨伴되는 모든 에너지의 損失을 極小化시키며 電氣的效率을 在來式보다 向上시키고 있다.

2.2 性能 및 效率比較

2.2.1 在來式 壓力에 依한 揚水效率

表 1



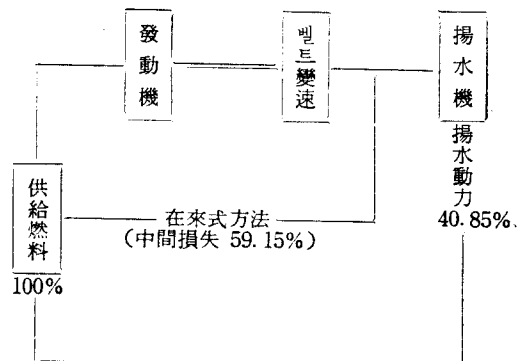
但 送電線 損失을 加算치 않았음

機械의 效率을 다음과 같이 假定하면

水車의 出力效率	約 82%
變壓器 出力效率	約 84%
一次變壓器 出力效率	約 99%
二次變壓器 出力效率	約 90%
三次變壓器 出力效率	約 90%
電動機 出力效率	約 87%

2.2.2 在來式內燃機關에 依한 揚水效率

表 2



機械의 效率을 다음과 같이 假定하면 動力 傳達效率

(但 100%에 該當하는 燃料供給)

$$100 \times 0.43 \times 0.95 = 40.85(\%)$$

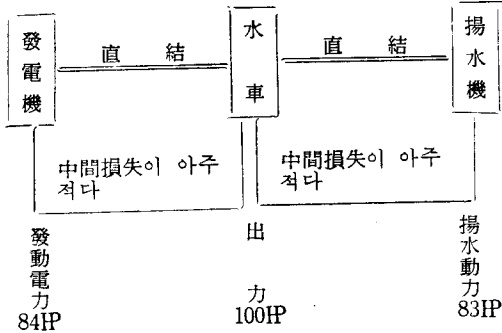
* 漢陽大學校 産業大學院 講師
政府綜合廳舍, 三一路빌딩 技術顧問

100% - 40.85% = 59.15%

即 100HP을 出力할 수 있는 燃料가 供給되어도 揚水 動力으로서 59.15HP 以下가 된다.

2.2.3 本 考案(揚水, 發電共用裝置)에 依한 揚水, 發電效率

表 3



機械의 效率를 다음과 같이 假定하면

- 水車의 出力效率 82%
- 揚水機의 出力效率 83%
- 發電機의 出力效率 84%

動力 傳達效率(但 水車의 出力을 100%로 假定)

本 揚水機 및 發電機는 水車와 連結되어 있으므로 水車의 原動力이 中間損失이 거의 없이 揚水動力 또는 發電動力으로 傳達된다. 即 水車의 出力이 100HP인 境遇에 100HP 가까운 揚水動力 또는 發電動力이 되는 것이다.

Ⅲ. 水力自動揚水, 發電裝置

3.1 機械裝置의 構造 斷面圖

圖面의 簡單한 說明

그림 1 機械의 全體 縱斷面圖

그림 2 그림 1중 A-A' 側에서 본 案內羽根 調節裝置 部分圖

그림 3 그림 1중 B-B' 線을 切斷한 平面圖

3.2 機械裝置의 詳細

그림 1에서 表示하는 바와 같이 導水管(1) 中心部에 터어빈軸(2)과 펌프軸(14)을 各各 分離接續할 수 있도록 裝設하여 軸(5)은 中空軸으로 되고 이 中空軸 內部에 貫插된 心軸(5) 下端에는 水車羽根(8)의 軋치(pitch)를 變化시키는 調節管體(7)를 固着하여 上端은 凹型으로 된 嵌持溝(5)를 形成하여 中空軸 內部에서 上下로 昇降 되도록 되어 있으며 中空軸(3)에는 發電機(4) 및 調速機(10)를 裝置하여 그 軸 上端은 스트레인(strain)을 穿設하여 接動크랏치판을 貫插 自在케 하였으며 크랏치판(13)은 다시 上端에 펌프(15)를 直結한 펌프軸에 連

結되고 있으며 펌프 排出管은 導水管 上側 彎曲部에 聯關되고 있다. 以上 說明한 各 裝置는 모두 導水管 中復部에 柱立되어 있는 胴管(2) 內에 收藏되어 물이 들어가지 못하게 密閉되어 있다. 또 導水管과 胴管의 圓柱사이에는 案內羽根(9)이 그림 3에서 보는 바와 같이 하여 各 案內羽根 일측에는 齒車(20)를 裝着 하되 各 齒車(21) 사이에는 遊齒車를 齒合시키며 特 히 구동齒車(19)는 偏心圓板(6)과 聯關되는 齒車(17)를 着動시키는 電動機(22)와 連結된 齒車(18)와 相互 齒合하게 하였으며 導水管 一측에는 또한 크랏치 作動핸들(16)이 裝着되고 있는 것이다. 이제 本 考案의 作動順序를 說明하면 먼저 물이 導水管內에 流入되면 案內羽根을 通하여 水車터어빈이 回轉하게 된다. 이때 揚水가 必要할 때는 핸들을 前方으로 顛倒시키면 크랏치판이 터어빈軸과 固 連結되어 펌프가 起動하게 되며 揚水가 必要치 않을 때는 핸들만 反對 側으로 다시 당기면 터어빈軸과 펌프軸이 分離되어 펌프 作動은 停止된다. 이때 發電機는 계속 回轉되어 照明用 電燈動力 等이 負荷를 給 수 있게 된다. 펌프나 發電機의 可動中 負荷에 따라 變化되는 水車터어빈의 回轉數는 動體 內에 裝置된 調速機에 附設된 接續板이 항상 昇降하면서 接點板의 上下에 接續되어 三相電力의 位相을 바꾸어 주며 發電機와 連結된 모타의 回轉 方向을 달리 해주고 모타와 直結된 齒車는 齒車와 구동 齒車를 各各 連動시키는데 萬若 水車터어빈의 速度가 빨라지거나 늦어지거나 할 때는 接續板이 接點板의 上下 어느 곳에든지 接續되면서 停止되고 있던 모타는 可動되어 前記한 바와 같이 齒車는 偏心圓板에 依하여 心軸을 昇降시켜 調整管體로서 水車羽根의 軋치를 變化시켜 주는 同時에 구동齒車에 裝着된 齒車는 遊齒車에 依하여 回轉하게되며 따라서 案內羽根의 軋치도 同時에 調整하여 주므로써 水車터어빈의 正常 回轉을 維持하게 된다. 揚水가 不必要할 때는 핸들로써 크랏치板에 依하여 터어빈軸에서 펌프軸을 分離해서 水車터어빈을 繼續可動시키고 照明이나 또는 搗精動力으로 利用하기 爲하여 發電機를 分離하여 運轉하게 된다. 이와 같이 本 考案은 灌溉, 揚水 照明 및 搗精動力 等を 分離하거나 또는 同時에 利用할 수 있는 多目的 機能을 具備 한 것이다. 動力을 얻기 어려운 農村 山間僻地 어디든지 손쉽게 電力을 얻을 수 있음은 물론 特 히 그 構造에 있어서는 水車發電機 및 펌프가 連動軸에 裝着하므로써 齒車벨트 等の 動力傳達 裝置가 不必要한 분 아니라 펌프의 호수의 不必要, 機械 效率의 向上, 電氣의인 調速機具의 自動化 및 機械의인 調速機具의 變化를 兼用할 수 있는 등 여러 가지 長點을 具備하고 또 水車터어빈의 形體가 작고 그 構

그림 1

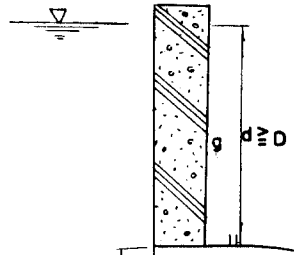


그림 2

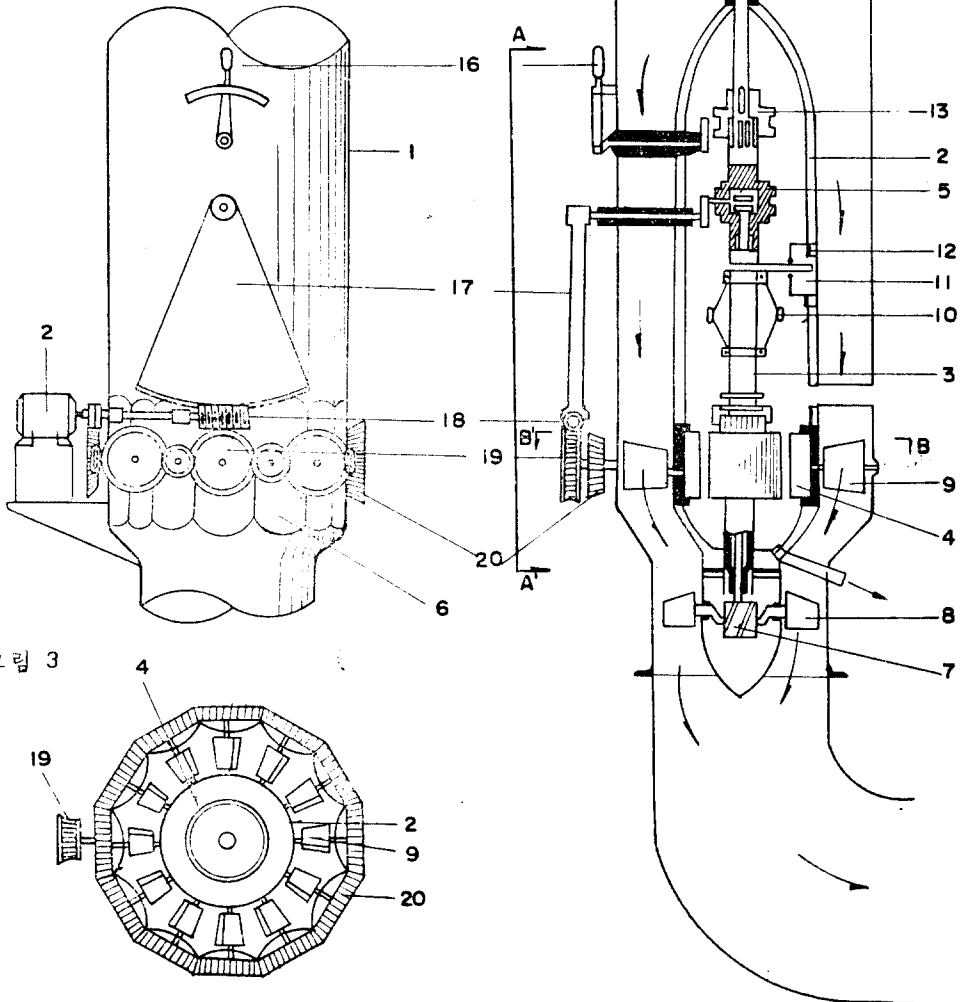
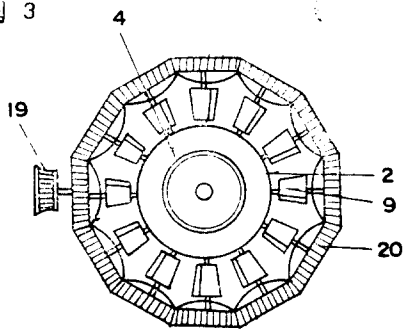


그림 3



造가 單純化되어 있어 製作費가 低廉하고 容易하게 運轉을 施行할 수 있음은 물론 移動 設置하여 可動할 수 있도록 構成한 小溪谷 및 小河川에 適合한 揚水, 發電機이다.

IV. 試驗 實施

4.1 一次 揚水試驗

時日: 1962年 2月

場所: 忠清南道 靑陽郡 錦江上流

水車의 條件

流 量 = $0.7 \text{ m}^3/\text{sec}$

落 差 = 1.5 m

効 率 = 75%

動 力 = 10.5HP

回 轉 數 = 450/min

揚水 能^力

揚水管口徑 = 13"

揚 水 量 = $0.19 \text{ m}^3/\text{sec}$

揚 程 = 3 m

効 率 = 75%

回 轉 數 = 450/min

但 一次試驗은 揚水만의 試驗이었음.

一次 試驗 光景



水車의 始動時 물이 管體內에 吸入되는 光景(忠南靑陽郡 錦江 上流)

4.2 二次 揚水試驗

時日: 1963年 4月

場所: 江原道 金化郡 漢灘江上流

水車의 條件

流 量 = $1 \text{ m}^3/\text{sec}$

落 差 = 3 m

水車의 動力 = 30HP

効 率 = 75%

回 轉 數 = 350/min

揚水 能^力

揚水管口徑 = 24"

揚水 動力 = 24.5HP

揚 水 量 = $0.5 \text{ m}^3/\text{min}$

揚 程 = 3 m

効 率 = 78%

回 轉 數 = 350/min

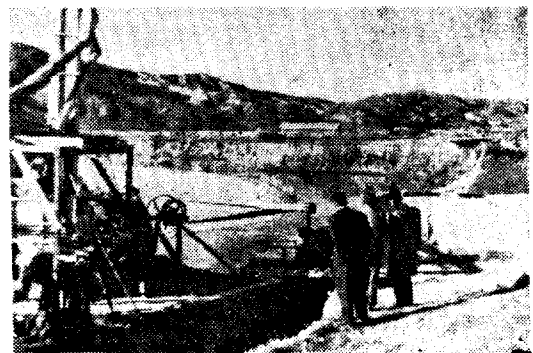
農閑期 動力

搗精 및 電燈動力 = 30HP

二次 試驗 光景



(江原道 金化郡 漢灘江 上流)
揚水管 終端에서의 揚水光景



假設 精米所 全景(漢灘江 上流)

表 4

種別	區分		備考
	設計上の提示	農工研究所 實測値	
揚程	200 m	200 m	揚水量+ 通水量
落差	2.50 m	2.47 m	
取入水量	1554 m ³ /sec	1402 m ³ /sec	
全發電量	20.16 KW	22.004 KW	
揚水用所要電量	17.35 KW	22.004 KW	
揚水機稼動時 생기는電力	2.80 KW	3.0 KW	
揚水量	0.0525 m ³ /sec	0.0404 m ³ /sec	
負壓時揚水量	0.0525 m ³ /sec	0.037 m ³ /sec	



揚水, 發電室에서 나오는放水路光景(慶尙北道 奉化郡 小川面 林基里)

4.3 三次 揚水, 發電試驗

工期: 自 1966年 4月 3日
至 1966年 6月 15日

場所: 慶尙北道 奉化郡 小川面 林基里

本 三次 揚水試驗은 農林部 및 土聯 農業土木研究所의 監督下에 實施되었음.

V. 結 論

以上 三次에 걸친 試驗을 通하여 本 揚水 및 發電裝置의 性能이 밝혀졌다. 따라서 다음과 같은 技術的인 向上을 가져올수 있을것이다.

1. 渴水期에도 流量이 있고 超低落差(1—10 m)를 얻을 수 있다면 電力이나 燃料을 供給함이 없이 水壓만으로 揚水와 發電이 可能하다.

2. 一個의 連動軸에 펌프와 水車 및 發電機를 直結하므로써 動力傳達에 中間損失을 적게하여 原動力을 最大限 利用할 수 있다.

3. 在來式으로 送電線의 延長과 變電所의 設置함이 農村電化의 길이라는 그릇된 思考를 拂式하고 山間僻地의 火田民에게도 流水만 있으면 簡單하게 灌溉用水와 電力을 供給할 수 있다.

4. 貯水池의 樋管排出口部에 이 機械를 設置하므로써 一部分 流水를 高地帶로 揚水(이는 貯水池 隣接丘陵의 階段開發을 可能하게 함) 할 수 있고 退水는 貯水池로 다시 流入하게 된다. 이로써 貯水量에 비추어 많은 蒙利面積에 灌溉할 수 있고 蒙利面積을 貯水池에 隣接시키므로 幹線水路의 短縮과 土地利用度를 높이기 된다. 또한 既存 貯水池의 餘水吐에 싸이폰裝置를 架設하여 貯水池의 滿水位를 洪水位까지 높이고 本裝置를 樋管排出口部에 設置하므로써 増水量만큼 水面以上의 隣接丘陵地帶에도 灌溉用水를 供給하여 農耕이 可能하게 된다.