

低落差를 이용한 小水力 發電



1. 머리말

제 2차 석유 파동 이후, 에너지를 둘러싼 情勢는 석유사용의 量的制約을 제기로 석유의존 탈피의 필요성에 쫓기게 되고 석유 대체 에너지로의 전환과 새 에너지源의 개발에 박차를 가하게 되었다.

그러나 현재는 석유가격이 안정되고 있다고는 하지만 언젠가는 고갈될 것으로 예상되는 가운데 안정된 電力의 확보라는 관점에서 自然의 순환 에너지인 물을 이용한 水力發電을 다시 한번 생각하여야 한다.

이제까지의 개발지점은 經濟的인 대규모 水力發電이 대부분이었는데, 스케일 메리트 없고 경제적으로 빈약하다고 보아지던 中小水力發電地點에서의 개발이 필요하다고 본다.

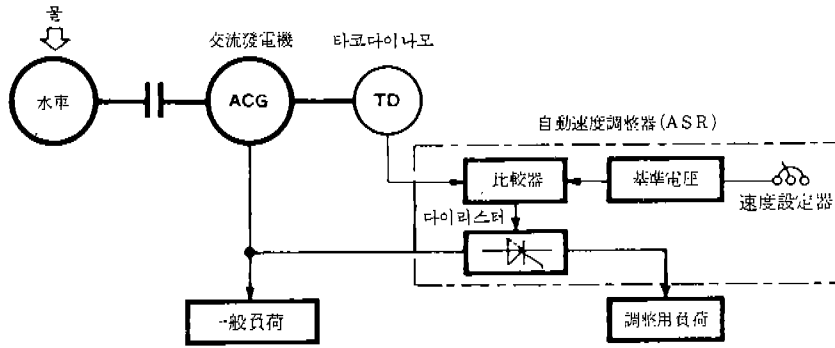
수력발전은 降雨量이 풍부한 우리나라의 國產 에너지로서, 대기환경에 대한 영향도 없고 클린하며 또한 國內 灌溉施設 등에 포함된 수력 에

너지는 아주 많다고 본다. 이를 위하여는 전설비를 싸게 하며 落差, 流量의 이용범위를 넓히고 회수 에너지의 증가를 도모하는 동시에 中小水力發電用으로서의 水車가 필요해진다.

기존의 관개水路 등은 落差가 작은 반면, 수량이 풍부한데, 이러한 에너지를 회수할 수 있는 水車の 개발이 요망되고 있었다. 여기서는 일본에서 개발한 3m 이하의 低落差로 大流量에 적합한 水車, 즉 開放周流形 水車を 소개하기로 한다.

2. 시스템의 概要

이 시스템의 개요를 그림 1에 든다. 먼저 水力 에너지가 水車を 통해 기계 에너지로 변환되고 다시 발전기를 회전시켜서 電氣 에너지로 변환된다. 발생하는 電氣의 周波數를 안정시키기 위해 電子回路를 응용한 ASR(자동속도 조정기)를 사용한다. 일반 부하와는 별도로 설치한 速



〈그림 1〉 시스템 개요

度調整用 負荷(히터 등)를 제어하여 수차의 회전속도를 일정하게 유지한다.

가. 水 車

既設開水路에 직접 설치할 수 있는 水車로서 落差가 3m 이하인 低落差地點의 未利用 水力 에너지의 回收에 착안하였다.

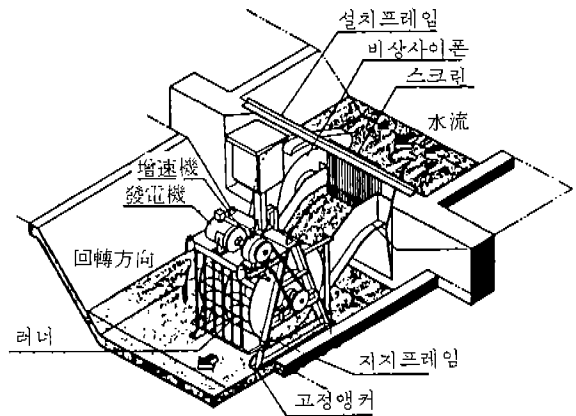
통상적인 水車는 수차 지름이 水深에 比較하여 대단히 크고 그것 때문에 회전수가 낮으며, 용도는 모두 그 회전 토크를 動力으로 하여 사용하고 있는 예가 많다. 이번에 개발한 水車는 발전 시스템에 적응되는 水車를 목표로 하여 지름을 아주 작게 하고 회전수를 높여, 發電 시스템에의 直結을 쉽게 함으로써 경제적 효과를 높이고 低落差에 적응시켜 광범위한 流量에 대응할 수 있는 水車 形狀을 고안하였다. 이 水車構造는 그림 2와 같다.

나. 增速機

開放周流形 水車의 회전수는 다른 高落差水車에 비해 낮기 때문에 最適의 전력발생을 얻기 위해 간단하고 고효율인 增速機構를 설치한다.

다. 發電機

발전기는 交流周期型의 F중 絶緣으로 자유로운 보수를 특징으로 하는 브러시리스 方式을 표



〈그림 2〉 水車構成圖

준으로 하였다. 부하조건에 따라서는 유도발전 기로도 가능하다.

라. 制御盤

수시감시제어를 기본으로 하여 手動, 起動, 停止, 出力開放保護, 自動警報 등과 같은 보호기능을 가지며, 속도조정은 전자식 자동속도 조정기(ASR)를 채용하고 있으므로 良質이고 안정된 發電이 가능하다.

3. ASR 作動概要

일반부하가 발전기의 發生出力보다 적어지면 회전속도가 상승하므로 타코다이 나모의 出力電이 기준전압(이 경우, 정격속도에 대응)보다 높아지며 ASR이 작동, 속도조정용 부하와 일반부하의 합계가 발전기의 발생출력이 되도록 제어되어 水車의 회전수를 안정시킨다. 일반부하와 속도조정용 부하의 合計가 발전기의 발생 출력보다 커진 경우도 동일하게 제어한다. 이같이 하여 일반부하가 0~100%까지 변화하더라도 회전속도를 일정하게 유지할 수 있다.

만일, 水量이 定格水量보다 감소한 경우, 일반부하가 경부하이면 속도조정용 부하의 電力을 감소시켜서 회전속도를 일정하게 유지할 수 있다.

4. 主要用途 및 設置場所

- (1) 工場用 電源의 일부
- (2) 養魚·畜産의 動力源, 熱源
- (3) 리프트 등 관광 레크리에이션 관련시설 전원
- (4) 無人地區의 保守電源(공원의 조명·분수)
- (5) 농업시설의 동력원, 열원
- (6) 일리케이션용 통신 등의 전원
- (7) 水門·除塵機 등의 전원

5. 特徵

- (1) 開水路의 토목구조를 변경시키지 않고 설치 가능
- (2) 水車·增速機·發電機와 一體構造로 구성되었기 때문에 설치·유지관리가 용이하다.
- (3) 開水路用 水車이기 때문에 수차의 전면에 스크린을 설치함으로써 流水內의 異物質에 대해 지장이 없다.
- (4) 水車의 上流側에 간단한 보를 만들어, 水位를 조절함으로써 最適의 水力 에너지를 회수할 수 있다.

6. 水車의 保護裝置

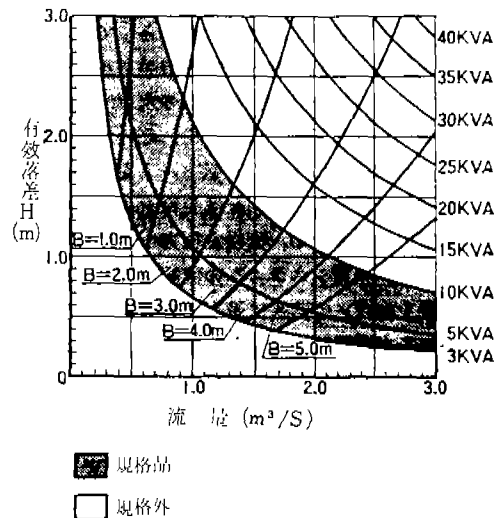
- (1) 異物이 흐르는 장소에는 水車前面에 스크린을 설치한다.
- (2) 發電이 필요없는 시기에 水車を 끌어올리는 장치도 설치할 수 있다.
- (3) 필요 이상의 流量은 바이패스 水路(사이폰 등 餘水吐出)를 설치하여 대응한다.
- (4) 수차보호를 위해 보호 커버를 설치한다.
- (5) 안전확보를 위해 수차주변에 펜스를 설치한다.

7. 水車의 選定

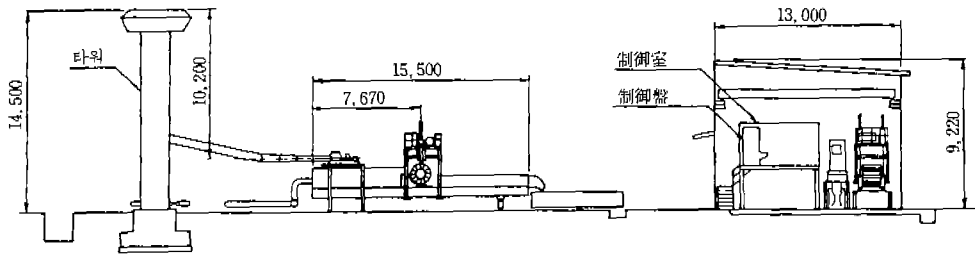
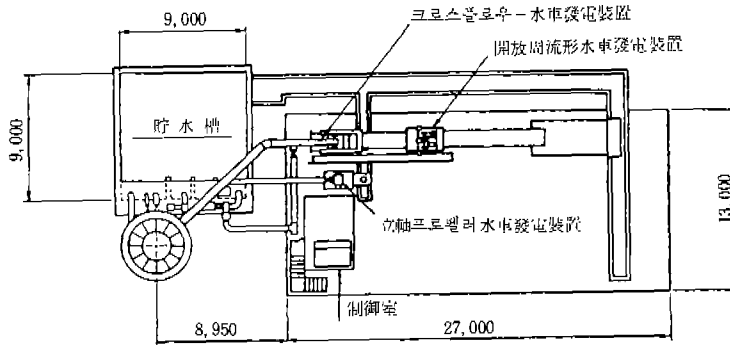
開放周流型 水車의 出力은 유효낙차와 流量으로 표시된다. 그림 3에 開放周流型 水車의 選定圖를 표시한다.

$$P = g \cdot Q \cdot He \cdot \eta$$

여기서 P : 발생전력	kW
g : 重力加速度	9.8m/S ²
Q : 流量	m ³ /s
He : 유효낙차	m
η : 총합효율	0.48



(그림 3) 水車發電機의 選定圖



〈그림 4〉 實驗裝置構成圖

8. 實驗裝置

가. 裝置概要

실험장치의 구성은 그림 4와 같이水槽·送水裝置·送水管·流量制御 밸브·水路·水車·流量測定槽·排水路로 형성되는 순환수로로서, 자유로운 流況이 만들어지게 되어 있다.

다음, 실험에 사용한 水車는 수차 러너 내를 통과하는 流況을 관찰할 수 있도록 러너의 側板이 투명한 아크릴 수지제로 되어있고 날개는 볼트 고정으로 되어 있으며 날개의 부착각도나 형상을 변화시킬 수 있게 되어 있다.

나. 實驗結果

- (1) 等效率曲線의 최고 효율점은 $\eta=70\%$ 이다.
- (2) 수차 지름과 날개 길이의 비(L/D)는 0.25

~0.27이 적합하다.

(3) 수차효율에 대해 下流水深이 크게 영향을 주므로 하류수심이 수차에 닿지 않도록 하는 것이 좋다.

(4) 수차효율을 상승시키려면 수차와 보의 간격을 작게 하여야 한다.

(5) 수차 폭에 관계없이 효율은 거의 일정하다.

(6) 수차 날개는 水流側에서 수위상승이 허용된다면 보 올리기 효과에 의한 出力의 증가를 도모하는 것이 좋다.

9. 맺음말

이상, 開放周流型 水車의 개요에 대해 설명하였다. 새로운 에너지와 함께 미니 하이드로요망이 높아질 것으로 볼때 앞으로 이러한 종류의 설비에 대한 社會的 요구는 한층 높아질 것이다