

小水力発電所における無電源除塵機の適応性検討

人力除塵業務の削減

Application Feasibility Study of an Electricity-free, Hydro-driven Dust Cleaner at Small Hydro Power Stations

Toward labor reduction in manually operated cleaning jobs

(三重支店 工務部 土木建築課 土木G)

中規模以上の水力発電所の取水口、水槽などに設置されている除塵機は電源が必要なため、電源のない山間部の溪流取水地点には設置できない。また従来仕様の除塵機は大型のため、水路幅の狭い箇所にも設置できない。したがって、このような取水口にはピッチの粗いスクリーンを設け、水路保守委託者が人力で除塵しているのが現状である。三重支店では、平成12年度から水路保守委託者の合理化が実施されるのに伴い、早急に何らかの措置を講ずる必要があるため、電源を必要としない小型除塵機に着目し、試作機を製作の上、その適応性について検討したのでここに報告する。

(Civil Engineering Group, Civil and Architectural Engineering Section, Electrical Engineering Department, Mie Regional Office)

A driving power supply is indispensable for dust cleaners provided at intake ports, water tanks and elsewhere in hydro power stations of medium scale and above. Due to the lack of an electric power supply, however, it is impossible to install them at intake ports along mountain streams. Besides, as the conventional cleaners are large, installing them at narrow sections of the water channel is also impossible. Accordingly, dust has been cleaned manually in mountainous areas by operators from a water channel maintenance agency, with the aid of a rough-mesh screen installed at intake ports. Due to the planned rationalization starting this 2000 fiscal year at contracted water channel maintenance agencies, we are faced with the need to take quick action. We conceived of a small dust cleaner that does not require electric power, fabricated a trial model and studied its application feasibility. This paper reports the details of our study.

1 検討の背景

当社の小水力発電所については、水路の保守および除塵作業のため、水路保守委託者を配置してきた。

昨今の労働環境に照らし合わせると委託内容には3K業務が多いことから、土木建築部門では3K業務を排除すべく平成9年度より水路保守委託業務内容の見直しを進めてきた。この結果、委託者により毎日実施されてきた除塵業務を廃止することとなり、人力作業に変わる設備として除塵機設置の必要性がクローズアップされてきた。

しかし、従来仕様では電源が必要なこと、あるいは規模が過大で設置できないことから、単純構造で水路の流水を利用して水車の回転動力を得るコンパクトな無電源除塵機の開発に着手した。モデル地点に千草水力発電所（最大認可出力500kW、最大使用水量0.54m³/s）第二沈砂池地点を選定し、実証試験と適応性の検討を行った。

本文では無電源除塵機の試作機製作、現地据付、細部改良および適応状況について報告する。

2 無電源除塵機基本設計

除塵機掻き上げ荷重の決定にあたっては、現地調査を行い、主たる流塵が落ち葉やビニール袋、ペットボトルなど比較的軽量のゴミであることが分かったため、従来の電動式除塵機の場合より荷重を小さくすることとした。

また、掻き上げ速度は、出水期・洪水時などに一気に流入する塵芥を考慮し、目詰まりによる発電量の低下を防止できるよう、電動式除塵機並の速度を目標にした。

3 詳細仕様検討

1) 流速の確保

現地調査を行ったところ設置地点の流速は30cm/sと遅く、水車を回転させ掻き上げ力が得られるのか不安があった。

そこで、流況を改善するために水路のなかにもう一つの水路を作るいわゆる水路の二重化を図った。これは水車前面の流水断面を狭めて流速を上げるものである。

2) 水車形状

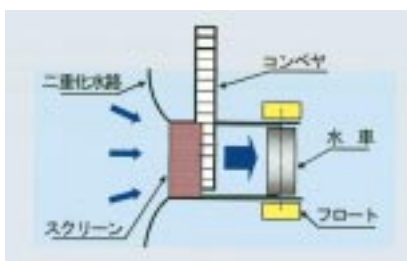
水車および水車羽根の形状は、除塵機の駆動力を得るのに大きな影響を与える。形状決定にあたっては水路の二重化により得られる水車前面流速を90cm/sと仮定し、掻き上げ荷重を試算した結果から水車幅80cm、径60cm、羽根長さ25cmとした。

3) 水位変動への追従

流れ込み式発電所であるため、水路水位は常に変動する。平成6年から平成9年まで4年間の水位変動範囲は55cmであった。水車を効率よく回転させるためには、このように変動する水位に追従させる必要が

第1表 基本スペック

項目	基本スペック
除塵機幅	1,100mm
掻き上げ荷重	100kg
掻き上げ速度	目標値30～40mm/s



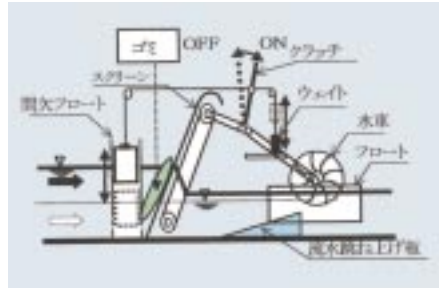
第1図 無電源除塵機概要図



写真-1 水車とフロート



写真-2 塵芥搬出コンベヤ



第2図 間欠運転システムの概要



写真-3 無電源除塵機全景

ある。

そこで、水車の両サイドにフロートを設け、変動する水位に追従できる構造とした。

4) 塵芥処理方法

掻き上げた塵芥については搬出が必要となる。

そこで、一連の除塵作業をシステム化するために塵芥搬出コンベヤを併設することとした。この作業も流水の力を利用して無電源で行えるよう配慮した。

4 試作機の設置

除塵機の設置は水路内作業となるため、発電所が稼働停止となるが、水中部内での作業がわずかであるため、半日の断水で設置が完了し、発電支障もほとんど無かった。

また、小型軽量化を図ったことから人力運搬で十分対応でき、仮設運搬設備を必要としなかった。

5 試作機の改良

1) さらなる流速の改善

水路の二重化により現状の流速30cm/sを70cm/sまでアップすることができたが目標の90cm/sは得られなかった。このため掻き上げ力は確保したものの掻き上げ速度が目標の30~40mm/sに対し、20mm/s程度と極端に遅くなるのが分かった。

そこで、今まで水車真下をスルーしている流水に着目し、下層の流水を的確に水車前面に導く「流水跳ね上げ板」を考案して設置した。その結果、流速は103cm/sまで改善でき、水車を目標速度で回転させることができた。

2) 水車羽根角度

水車の羽根角度も水車の回転効率にかなりの影響を与えるであろうと考え、羽根の角度が4段階に変わる可変型水車を製作し、回転効率が最も良くなる最

適羽根角度を調べた。羽根の角度は流水方向に対し105, 90, 75, 65度を設定した。

各々の羽根角度で水車回転速度を測定したところ、第2表に示すとおり、水車羽根が最下位置に来たときに水流を直角に受ける(90度)形状が最も速い回転を生んだ。

3) 最適な水車水位

水車を5cmピッチで沈め、無負荷時・負荷時の水車回転速度、掻き上げ速度を測定した。その結果、最適な水車水深は羽根長さの1/2に相当する12.5cmの時であることが分かり、両サイドのフロートで調整した。

以上のような試作機の改良を行い、当初設定した掻き上げ荷重・速度を満足することができた。

6 間欠運転による延命化

ここまでのシステムは流水が有る限り稼働し続けるので、ベアリングやチェーンの摩耗を促進し、ひいては故障発生の原因となることが懸念される。これを改善するため、間欠運転制御システムについて検討した。設計思想として低水位時に流塵が少なく、高水位時に塵芥が流入することに着目する。なお、低水位時に仮に塵芥が流入してもスクリーン前後で水位差がついて高水位となり、システムが稼働して除塵動作を始めるので問題はない。

そこで年間の平均水位に達したら除塵動作を始めるシステムを構築した。

このシステムの開発により、部材摩耗が著しく軽減され、設備自体の延命化が図れるものと確信している。

7 このシステムも無電源で作動するように効果および今後の展開

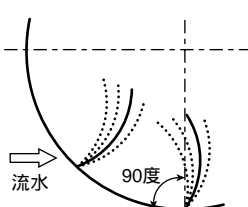
今回製作した試作機の規模・構造であれば、十分な除塵能力が得られ、小水力発電所の取水口の除塵に威力を発揮することを確認した。

さらに、間欠運転の装置を導入することにより、設備の延命化も可能となった。

第2表 水車羽根角度ごとの回転速度

形状	角度	速度(回転/分)
	105	16
	90	18
	75	8
	65	7

水路水位 42cm時(最高水位90cm)



執筆者 / 岩本 順
Iwamoto.Jun@chuden.co.jp