

Ⅱ－87

流水を利用した水車駆動除塵機の開発

建設省 山形工事事務所 ○佐藤 芳弘
安彦 文一
遠山 勝文

1. はじめに

「長崎せせらぎ公園」は、幼児から子供を含めた家族ぐるみで川に親しめる公園として、平成4年11月に山形県中山町の最上川に架かる長崎大橋下流部の河川敷地内に完成した。この「長崎せせらぎ公園」は、電気設備等の動力を必要としない「水中水車駆動ポンプ」で三郷堰の上下流水位差を利用し、公園内の「せせらぎ水路」に揚水し、注目されている。

しかし、当水中水車ポンプの流入口には塵埃流入防止としての固定スクリーンが設置してあったが、降雨及び落葉期には、かなりの量の塵埃が水路に流入し、短時間で目詰まり状態となり、人力での除去作業を頻繁に行わなければならない状況が続いた。この状況を打開するため、除塵機の設置が急務となった。

ただし、水中水車駆動ポンプが自然エネルギー（水位差）を利用しているため、電力等を動力源とする除塵機を設置すれば、水中水車駆動ポンプを設置したメリットがなくなるため、除塵機についてもポンプと同様に自然エネルギーを利用する設備とする必要があった。

2. 除塵機の設計条件

除塵機の設計条件を下記のとおりとした。

- | | |
|-------------------------|------------------------|
| (1) 自然エネルギーを利用 | (4) 構造が単純で既設構造物に取り付け容易 |
| (2) 水中水車駆動ポンプ稼働時に常時稼働する | (5) 設置水路幅 2.50 m |
| (3) 没水しても支障がない | (6) 設置水路高 2.67 m |

3. 除塵機の設計

3-1. 除塵機の仕様

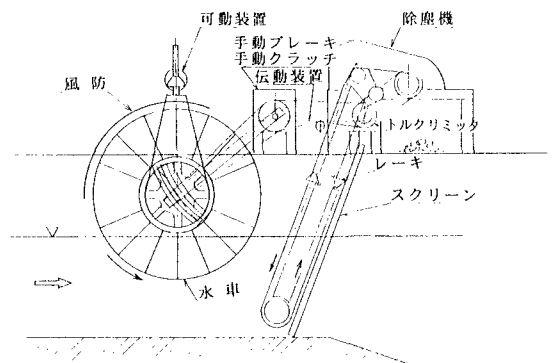
上記の設計条件から、古くから製粉等に利用されていた、構造が単純で既設構造物に設置しやすい、いわゆる古典的な水車を動力源とし、固定スクリーンに捕らえられた塵埃をレーキで掻き上げる、水車直接駆動式（チェーンにより、水車の出力を除塵機に直接入力する）除塵機が最も適していると考えた。

(1) 水車部

形 式	流し掛け式
水車外径	2,580 mm
水 車 幅	2,000 mm
〃 枚数	16枚

(2) 除塵機部

形 式	背面掻き上げ背面降下 レーキ回転式
掻上速度	0.5 m/分
レーキ有効幅	2,250 mm
スクリーンピッチ	60 mm



図－1 水車駆動除塵機構造図

3-2. 設計計算

(2) 除塵機部

流速0.5 m/s（実測した最低値）時の負荷を約200 kg（計算省略）とすると、除塵機の必要とするトルクは22 kg・mとなる。

(1) 水車部

水車の発生トルクは、下記により計算した。

羽根が流水より受ける力 $F[\text{kg}] = \text{流量}[\text{kg/s}] \times \text{相対流速}[\text{m/s}] / g[\text{m/s}^2] \times \text{水流を受ける羽根枚数}$
発生トルク $T[\text{kg} \cdot \text{m}] = \text{羽根が流水より受ける力 } F[\text{kg}] \times \text{羽根のピッチ円半径}[\text{m}] \times \text{効率}[\%]$

水車の没水深 60 cm・水路の流速 0.5 m/s・効率 40%として計算すると、水車回転数 0 r.p.m で概ね 48 kg・m、最高出力[kw]時は概ね水車回転数 2.4 r.p.m で 24 kg・m となり、除塵機の必要とするトルク 22 kg・m を満足する。 $[10^{-2} \text{ kW}] [\text{kg} \cdot \text{m}]$

4. 試験結果

上記仕様により製作し、水車部のみを先行して現地に据え付け、試験した結果を図-2に示す。試験当日の水路流速は 0.83 m/s と比較的早い流速であった。この試験結果、最高出力 kw 時で、水車の没水深 60 cm では、2.75 r.p.m で 72 kg・m、の結果が得られた。この結果は、効率 40% として計算した計算結果と、概ね一致する。従って、上記の設計計算より、除塵機の必要とするトルク 22 kg・m 以上を、流速 0.5 m/s で得られる結果となった。

ちなみに、最高出力 kw 時で、水車の没水深 70 cm では、2.6 r.p.m で 99 kg・m、50 cm では、3.1 r.p.m で 51 kg・m の結果が得られた。

5. 終わりに

試験は、流速 0.83 m/s 時のみであったが、現在、現地に設置された水車駆動除塵機は、水中水車駆動ポンプが稼働しうる流速の範囲内で順調に稼働しており、現在まで問題は発生していない。

今回設置した水車駆動装置は、水車の設置を考慮していなかった既設の水路に設置し、コンクリート構造物には一切手を付けずに取り付け、しかも強制的に流速または流量を負荷してやるものでなく、自然の流れをそのまま利用したのが特徴である。また、出力を電力に変換せずに直接駆動方式としたことで、水に強い設備となっており、河川敷地内に設置する施設としての要件を満たしている。

試験を行うまでは、自然の流れをそのまま利用するため、安定した出力が得られるか不安があったが、予想以上に安定して出力が得られた。流速 0.5 m/s 時の最高出力 w は、60 w 程度である。小形樋門樋管のモーター程度の出力であり、その程度の仕事をさせる事も可能である。どの程度の出力を必要とするかによって、設置する水路の流速を考慮しながら、水車の幅や直径を変えてやり、目的に合った水車を設計すれば様々な用途に使用可能である。たとえば、今回のように各種水路の除塵機の動力源として、または、ある特定箇所の土砂掘削の動力源として、または、水位測定や流速測定装置等の電源の発電動力として等々、様々な用途に活用すれば、環境に優しい設備・維持管理の低減に貢献するのではないと思われる。

ただし、新設の除塵設備として設計する場合は、水車は固定スクリーンの下流部に設置すれば、ゴミに対して安全度が増すであろう。また、連続稼働する設備であるため、水車回転部及び摺動部等に対摩耗性の優れた新素材を採用する等の改良を検討する必要がある。

