

水力式除塵機の機能とその周辺の水理学的特性に関する研究

水利用学分野 奥 睦志

キーワード：流速，流向，三次元流速

1. はじめに

水利施設の機能維持には河川，農業用水路から流れてくる様々なゴミを取り除く作業が必要不可欠である。除塵機とは水利施設の取水口等に，ゴミを取り除くために設置される装置であり，その運転に電力等の動力を必要とするものが多い。鳥取県倉吉市関金町の南谷発電所に設置されている除塵機は水の流れを動力とするため運転費用が掛からない。しかし，除塵の仕組みや機能に関して不明な点が多く，これまでに調査もされていない。そこで本研究では既設の除塵機の改良や運転・維持費用の少ない除塵機の開発に有用な知見を得ることを目的とし，除塵機能調査と流向・流速調査を行った。

2. 調査対象施設

調査対象除塵機の概要を図1に示す。南谷発電所の除塵機は発電機上流の水路に設置されており，円筒状ドラムに金網を外張りした構造である。流れてくる主なゴミは木の葉や枝で，金網に引っ掛かったゴミをドラムが回転することで水路2へと流し，除塵機を通過した水は水路1を流れて発電機へと向かう。水路の流量は一定であるため，水位の変動はほとんどない。除塵機の上流では水路幅が変化する部分があり，それによって淀みや複雑な流れが生じると考えられる。水路左岸側の大きな淀みには，砂等の除去できないゴミが堆積する。また，除塵機直上流には水路の底に板が設置されており，除塵機付近の流向・流速を変化させる。本除塵機は簡易な構造を持ち，水の流れを動力とするため，設置・運転費用が低い除塵機だと言える。

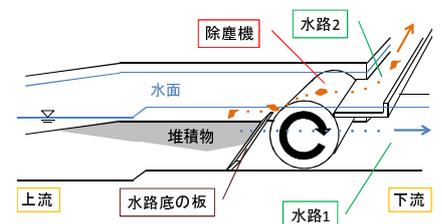


図1 調査対象除塵機概要

3. 調査方法

3.1 除塵機能調査

除塵機能を調べる実験を行った。対象の水路に流れてくる可能性があるゴミを上流から流し，ゴミが水路2へ流れた場合は除塵成功とし，それ以外を除塵失敗とした。ゴミの状態によって結果が異なると考えられるので，ジュース缶，ペットボトルに関しては満水の状態と空の状態それぞれ実験を行った。

3.2 流向・流速調査

除塵機が設置されている水路の上流部において流向・流速調査を行った。三次元流速計(KENEK VP3000)を用いて，図2に示す測定断面で流速成分を測定した。流速成分は上下流成分(X値)，左右岸成分(Y値)，鉛直成分(Z値)であり，12.5秒間の平均値を各点の流速とした。各断面の流向・流速は，断面1については水路底の板，断面2，3，4は水路幅が狭まる部分，断面4，5，6は水路幅が広がる部分の影響をそれぞれ受けていると考えられる。1つの断面につき，測定点は25箇所設けたが，断面6については断面積が小さいため16箇所とした。なお，堆積物がある箇所では測定を行っていない。

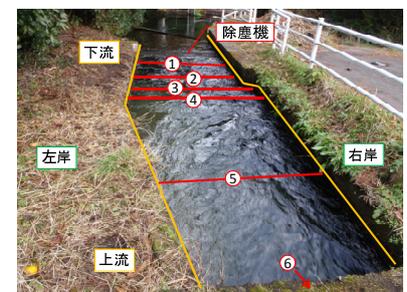


図2 測定断面

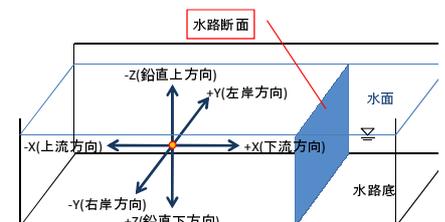


図3 流速成分

4. 調査結果と考察

4.1 除塵機能調査

実験結果を表1に示す。ほとんどのゴミを取り除くことができたが，満水状態のジュース缶は取り除くことができず，水路の左岸側の淀みへ堆積した。左岸側の淀みには砂も大量に堆積していたことから，比重が大きい物や流れに乗りにくい形状の物は除塵されずに淀みへ堆積すると考えられる。ま

た、1m 程の枝とジュース缶はそれぞれ除塵機の網目、除塵機と水路壁の隙間に引っ掛かり、回転を止める場合があった。なお、今回の調査で除塵が成功する確率が 100%であったゴミでも、除塵機より下流側で確認できたことから、実際には取り除けない場合もあると考えられる。管理者への聞き取り調査によると、1日2回の点検の際に、下流へ流れたゴミを取り除く作業を行っている。また、以前は満水のジュース缶等も取り除くことができ、当時は堆砂の量が現在に比べ少なかったことから、堆砂が除塵機の機能低下に影響すると考えられる。

4.2 流向・流速調査

断面1の上下流成分(X 値), 鉛直成分(Z 値)を基に作成した縦断面ベクトル分布を図4に示す。板の影響で水路底の下流向きの流れが抑えられており、流向には鉛直上向きの成分が含まれている。この二つの要因により、除塵機の上部に上向きの流れが集中することで除塵機は時計回りに回転すると考えられる。なお、水位が変化すると回転数の変化や逆向きの回転が生じる恐れがあるが、対象の水路では水位が一定なので回転への大きな影響はない。

左右岸成分(Y 値), Z 値を基に作成した横断面ベクトル分布を図5に示す。断面1の左岸側では鉛直上向きの流れが観測された。これは水路底の左岸向きの流れが水路壁、板や堆積物の影響を受けて流向を変えたことによると考えられる。また、右岸側で水路幅が狭まる断面3では水路底で左岸向きの流れが生じ、水路幅が変化していない断面4では流向がばらつく。左岸側で水路幅が広がる断面5では水面付近で左岸向きの流れが生じている。このことから、水路幅が片側ずつ変化することで流速の左右岸成分に影響が生じていることがわかる。

表1 除塵実験結果

ゴミの種類	試行数	除塵成功率
木の葉	100	100
枝(約10cm)	10	10
枝(約1m)	9	8
ジュース缶(空き)	16	14
ジュース缶(満水)	4	0
ペットボトル(空き)	4	4
ペットボトル(満水)	2	2
ペットボトルキャップ	10	10

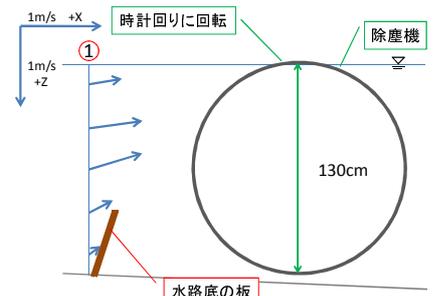


図4 除塵機が回転する仕組み

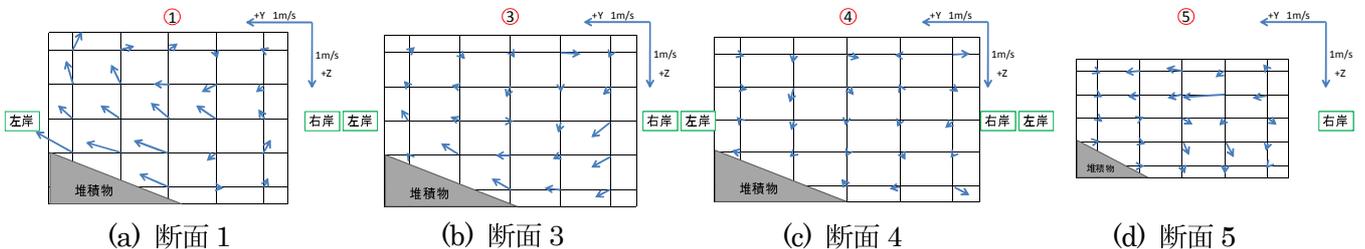


図5 横断面ベクトル分布

X 値, Y 値を基に作成した平面ベクトル分布を図6に示す。1割水深では右岸側で下流向きの強い流れが生じ、左岸側で上流向きの弱い流れが生じている。7割水深では水路幅が狭まる箇所より下流で、左岸向きの流れが生じている。水路底を流れてくるゴミは左岸側へ流され、鉛直上向きの流れによって持ち上げられる。その後上流向きの弱い流れにより断面3, 4, 5の左岸側に堆積していくと考えられる。

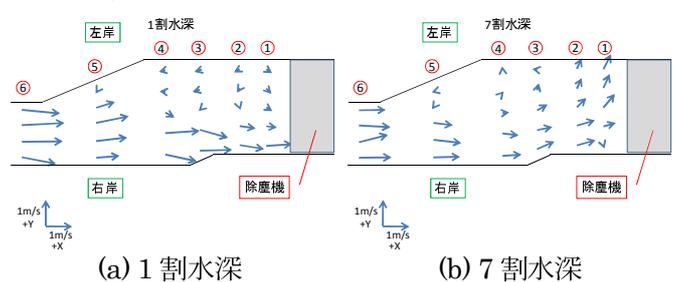


図6 平面ベクトル分布

5. おわりに

今回調査対象とした除塵機では大半のゴミを取り除くことができるが、ゴミの比重や状態によって取り除くことができない場合があるとわかった。また、水路の構造と流向・流速との関係、除塵機の回転する仕組みを明らかにすることができた。既設の水路に本除塵機を設置するには、設置可能な水路の条件や集積したゴミの処理方法を明確にしなければならない。また、堆砂が除塵機の機能低下に影響すると考えられるので堆砂の除去方法を検討する必要がある。