コアンダ効果を利用した取水設備の性能に関する水理実験
－中小水力発電への適用検討－

大成ロテック株式会社　正会員　○熊坂 理紗　インレレスウェ
大成建設株式会社　正会員　橋本 貴之　小俣 哲平　織田 幸伸

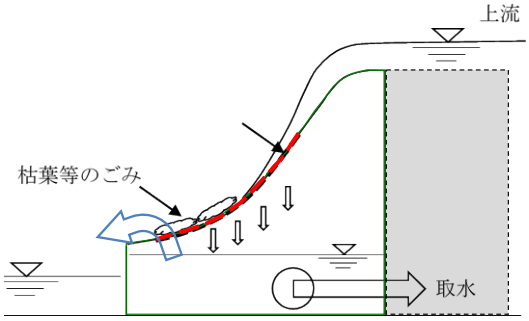
１．はじめに

我が国では，2050 年カーボンニュートラルに向けて再生可能エネルギーの導入を促進しており，中小水力発電に対する期待も高まっている．一般に水力発電は，設備利用率が高く，太陽光発電とは異なり昼夜を問わずに安定して発電できるため，エネルギー自給率の向上が見込める．しかし，従来形式の取水口およびスクリーンでは，河川や水路の流れを利用するため，流下する流木塵芥によりスクリーンが目詰まりする．そのため，除塵機の設置が必須となり，設備のメンテナンス費用や除塵後の堆積物の処理作業とその費用が運転継続中は必要となる．

そこで本実験では，流木塵芥（落ち葉や砂など）と水を分離して取水するコアンダ・スクリーン [1)]を取水設備に適用するために，昨年度 [2)]に引き続き水理実験で取水および砂の吸込みに係わる性能を確認した．

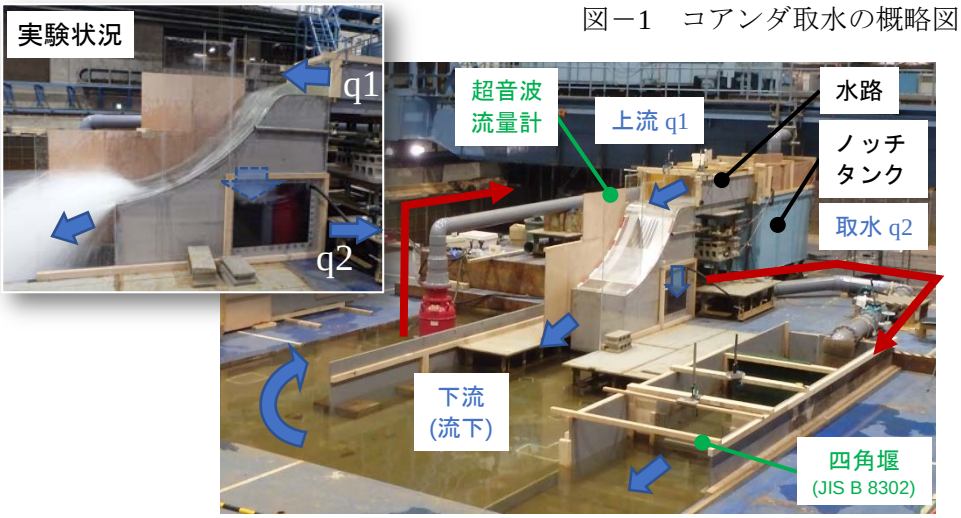
２．実験概要

コアンダ・スクリーン（以下，スクリーン）は，河道内の堰下流側に設置した取水設備に弧を有した形状で取り付け，堰からの流れをコアンダ効果によってスクリーンに沿った流れとすることができ，落ち葉や砂などを分離・除去して取水する（図－1）．本実験装置の配置状況を図－2 に示す．平面水槽のピット（一辺 7.0m，深さ 0.5m）に写真－1 の実機サイズの模型を設置し，上流側流量に対する取水量の変化および流下させた砂に対するスクリーンの分離効果を確認した．ここで，上流からの流入水はピット内に設置した水中ポンプで模型背面のノッチタンクに送水し，水路を通じて取水設備模型上に流下させた．スクリーンを通過した水の取水は，模型内に設置した水中ポンプにより実施した．なお，上流側流量 q1 は超音波流量計，取水量 q2 は四角堰（JIS B 8302）で測定した．図－3 よりスクリーンはウェッジワイヤー間隔を 1mm とし，流下させる砂は予め粒径 2mm 以下に粒度調整をして，1 ケース当たり 20kg とした．

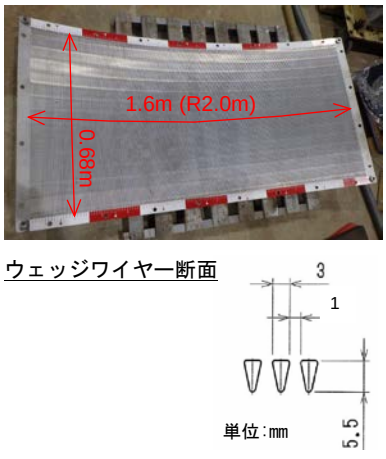


図－1　コアンダ取水の概略図

写真－1　実機模型



図－2　実験装置のセットアップ



図－3　コアンダ・スクリーン

キーワード　中小水力発電，コアンダ効果，取水，除塵，水理実験
連絡先　〒365-0027　埼玉県鴻巣市上谷 1456　大成ロテック株式会社 技術研究所　ＴＥＬ048-541-6511

© Japan Society of Civil Engineers

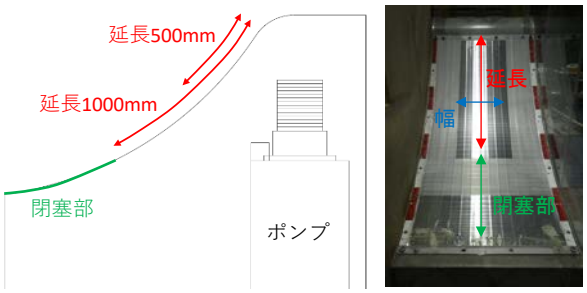
3．実験結果

(1) 取水量の確認実験

スクリーンを一部閉塞して取水範囲を変化させ，上流側流量に対する取水量を測定した．実験ケースを表－1 に示す．図－4 の通り，取水範囲はテープでスクリーン両脇を塞ぐことで幅を，下流側を塞ぐことで延長を設定した．なお，上流側流量は，0.015～0.140m^3/s の範囲で変化させた 7 ケースとした．スクリーンの取水範囲ごとの上流側流量に対する取水量の結果を図－5 に示す．この結果から，延長が 500 から 1000mm に 2 倍となっても取水量の増加は 1.1～1.6 倍であり，スクリーン上部からの取水量が多いことが確認できた．また，本実験では幅が 340 から 680mm になった場合の取水量増加は，概ね 1.5 倍程度であった．

表－1　取水量確認実験のケース一覧

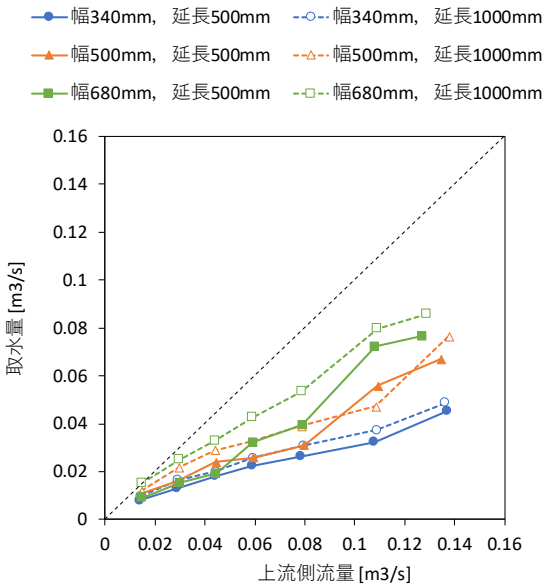
スクリーンの取水範囲			流量
幅 [mm]	延長 [mm]	面積 [cm^2]	上流側 [m^3/s]
680	500	3400	[7ケース] 0.015, 0.030, 0.045, 0.060, 0.080, 0.110, 0.14
	1000	6800	
500	500	2500	
	1000	5000	
340	500	1700	
	1000	3400	



図－4　スクリーンの取水範囲設定

(2) 砂の流下実験

次に模型上流側の水路から砂を徐々に流下させ，スクリーンを通過した砂の質量および粒度分布を確認した．なお，取水範囲を幅 340×延長 1000mm に固定し，上流側流量は表－2 に示す 3 ケースとした．表－2 より，上流側流量が小さいとスクリーンを通過する砂の量は多くなった．また図－6 より，粒径の大きい砂の割合が大きくなることが分かった．なお，写真－2 より，上流川流域が小さいと，スクリーン下流側の閉塞部に砂が溜まる状態が一時的に見られたが，実験終了時には全て流れ去っており，取水に支障をきたすような砂の目詰まりは確認できなかった．



図－5　取水量確認実験の結果

4．まとめ

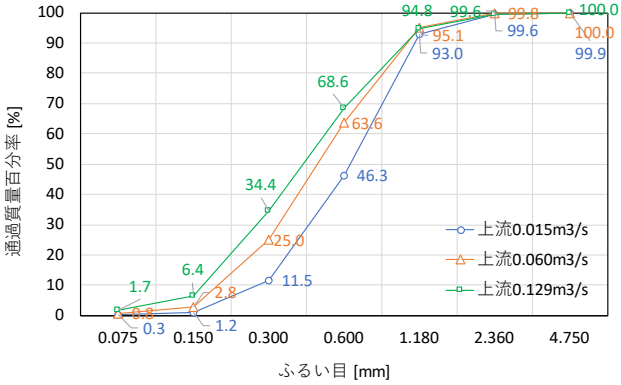
本実験の主な成果として，(1) スクリーン上部の取水効果は大きく，(2) 上流側の流量が小さいと粒径の大きい砂の通過量が多く，流量が大きいと粒径の小さい砂の通過量が多いと分かった．

参考文献

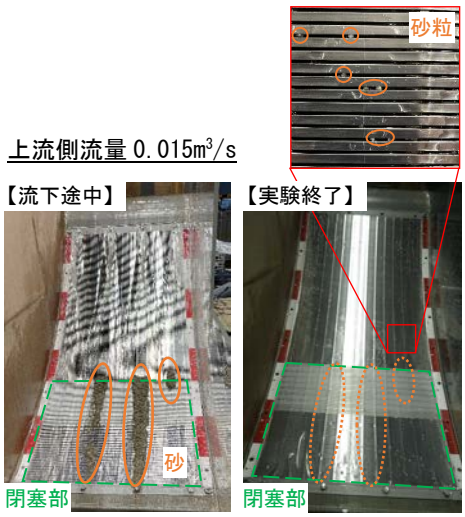
1) The United States Bureau of Reclamation (USBR)：Coanda-Effect Screens Research, https://www.usbr.gov/tsc/techreferences/computer%20software/software/coanda/index.html
2) 城本政一，長山清一郎，茂森昌幸，橋本貴之，織田幸伸：コアンダ効果を利用した取水設備に関する水理実験 －中小水力発電への適用性検討－，令和 2 年度土木学会全国大会第 75 回年次学術講演会，VI-75，2020.

表－2　通過砂量

取水範囲 幅×延長	上流側 流量	ｽｸﾘｰﾝ 通過量
mm×mm	m^3/s	kg
680×1000	0.015	1.88
	0.06	0.26
	0.129	0.52



図－6　砂の流下実験の結果



写真－2　スクリーン上の砂の状況