

氏名（本籍）	後藤眞宏（茨城県）		
学位の種類	博士（農学）		
学位記番号	博甲第2,036号		
学位授与年月日	平成11年3月25日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
学位論文題目	流し掛け水車の水理特性と流水エネルギー変換技術に関する研究		
主査	筑波大学教授	農学博士	天田高白
副査	筑波大学教授	農学博士	佐藤政良
副査	筑波大学教授	農学博士	前川孝昭
副査	筑波大学教授	農学博士	生井兵治

論文の内容の要旨

地球環境問題，わが国のエネルギー事情などから，自然エネルギーの開発が求められている。本研究は用水路に賦存する未利用の流水エネルギーに着目して，これを活用するために流し掛け水車を水路に設置したときの水理特性を明らかにするとともに，流水エネルギーの変換技術を開発するものである。

矩形断面水路に流し掛け水車を水路断面に沿うように設置すると，上流側に堰上げを生じる。流し掛け水車を水路に設置したときの堰上げの影響，水車の水理特性に関する研究は国内外ともにこれまで行われていない。本研究では，水理模型を用いた実験で，流量，水位，水車羽根の高さ，水車に対する負荷を変化させ，堰上げの水理特性と得られる出力の特性を明らかにした。

その結果，水車上流の水位は，水車の負荷，羽根の高さ，フルード数に関係し，これらが大きいほど増加し，下流側には水車羽根による水面のはね上げに伴う波立ちを生じ，波立ちの大きさは回転数の変化により異なることを明らかにした。

水車の出力は，水車への負荷の増加に伴い増加し，最大値が存在すること，羽根の高さやフルード数の増加とともに高くなることが明らかになった。水車出力と効率の関係は負荷の増加に伴い変化し，効率が先に最大値に達し，その後出力が最大値に達することが明らかになった。また上下流の比エネルギー差と水車出力の関係は，負荷の増加に伴いとも増加するが，比エネルギー差の増加に対して徐々に水車出力の増加割合が低下する。水車出力が最大値に達した後では比エネルギー差のみ増加し，出力は負荷の増加に伴って減少する。

これらの水理特性をもとに，水車の堰上げ量，水車出力の定式化を行った。すなわち，水車を設置する水路のフルード数，水深，余裕高までの水位差などの水理条件から堰上げ可能な水位差を算出して，これをもとに上下流の比エネルギー差と軸トルクおよび回転数の関係，軸トルクと回転数の関係から実験範囲内の水車の出力が算定できる。

次に，流水エネルギー変換技術に関して，農業用水路へ流し掛け水車を設置する際の適応条件を検討した。すなわち，設計水位を通水するときには，水路断面に余裕高が見込まれているが，フルード数が0.5以上では溢水の危険があり，一方，羽根高さと同初期水深の比が1/3以下でフルード数0.2程度の流水条件下では負荷の増加に伴った水車出力の増加が得られない。また，水路の管理水位の範囲内では水路内水位を低く設定したほうが堰上げ効果により大きな出力の得られることが明らかになった。

農業用水路の流水エネルギーの利用方法として，大きなトルクを必要とする水路の除塵機への適用を試みた。流し掛け水車の回転力を除塵機の駆動力に利用した実物大の水車除塵機を開発して，適用可能性を検討するため

に実証試験を行った。ゴミの掻き上げには大きなトルクを必要とするので、水車の回転を1/20に減速し、掻き上げ力を増加させ、流水エネルギーによる除塵機の稼働を可能にした。また、スクリーンの設置角度を30°、ゴミを掻き上げるレーキを8本にすることでゴミを少しずつ掻き上げ、安定した稼働が可能になった。また、流量変動の大きな水路における流水エネルギーの利用方法として、自動転倒ゲートを使用した水力利用装置を開発し、実証試験を行った。自動転倒ゲートの上流に流入水を貯留し、ゲート転倒時に生じる急激な流れのエネルギーを水車で動力に変換する。ゲートは転倒と起立を繰り返し、間断的ではあるものの、流量の少ない水路や変動の大きな水路において流水エネルギーの動力への変換に有効な方法であることが明らかとなった。

審 査 の 結 果 の 要 旨

近年、自然エネルギーの利用・開発に関する研究が社会的に要請されている。本研究は、農業用水路の流水エネルギーを流し掛け水車により効率よく動力に変換・利用するための手法を水理実験を通じて明らかにするとともに流水エネルギーの動力への変換技術の開発を試みたものである。

流し掛け水車は一般には流体の持っている位置エネルギーを利用しにくい。本研究では水路断面形状に沿うように流し掛け水車を設置することによって、水車自体の堰上げ効果により流水のエネルギーから動力を取り出すとともに、水車上下流に生じる水位差としての位置エネルギーをも利用しようとした独創的な研究である。流し掛け水車による堰上げの影響、水車の水理特性に関する研究は国内外ともにこれまで行われていない。本研究は、この課題を実験を通して明らかにするとともに負荷の変化に伴う堰上げ量と水車出力の定式化を行い、たとえば小流量条件下において出力の増加率が高く、流量の少ない水路でも堰上げ効果を利用することの有効性を明らかにするなど多くの知見が得られたことは高く評価できる。また、これらの知見を実際に農業用水路に適用し、水車自体の堰上げ効果により流水エネルギーを有効に取り出せること及び取り出されるエネルギーで除塵機など種々の機器を稼働させる可能性を示したことは、今後除塵機だけでなく、わが国のみならず開発途上国の農村における動力源として、農業用水路の流水エネルギーの活用が期待されるものである。

本研究は、堰上げ量と水車出力の定量化の問題が残されているものの、これまで研究が行われていなかった低出力のエネルギー源に着目した先駆的研究であり、今後この分野の研究発展に寄与することが期待される。

よって、著者は博士（農学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。