

小水力発電システムの研究

機械システム課 金森直希、羽柴利直 電子技術課 浅田峯夫*1

機械システム課 石黒智明 企画管理部 佐山利彦*2

コーセル(株) 中瀬典章 立山科学工業(株) 荒井勇人 (株)タカギセイコー 熊澤周士

1. はじめに

近年、水力発電の利点が再認識され低容量の水力発電システム研究開発が盛んに行われているが、小水路や排水管路のような極低容量の水エネルギー源はほとんど利用されていない。本研究では、経験や勘に基づかない客観的な評価に基づいて発電システムの実現可能性の検討や最適設計を行えるようにすることを目的として、発電システム全体を対象とした動特性シミュレータを構築し、発電システムの基礎的な特性調査を行った。

2. 動特性シミュレータによる発電特性調査

水の落差が50W程度の規模の水力発電システムを題材として取り上げ、発電システムを流路部、水車部、変速機部、発電機部に分け、各部の動特性（運動特性や電気特性）をモデル化（数式化）した。次にそれらの数式の係数を、別途製作した各部の試験装置によって同定した。このようにして数式表現した各部を動特性シミュレータ（サイバネットシステム社 MapleSim）へ入力し、一つの水力発電システムとして機能するよう構成した。作成した水力発電シミュレータの全体構成を Fig. 1 に示す。各要素ブロックは、動特性を表す微分方程式や、幾何関係を表す代数方程式そのものを表しており、要素間の結線は要素間の拘束条件となる拘束方程式を表している。

この発電シミュレータを使って、発電効率（水の流入仕事率に対する出力電圧）を調べたところ、前述の試験装置で同定したいくつかの部品が最大効率になるように組み合わせた場合において 55.6%であった。さらに流入流量の変動に対する出力電力特性を調べたところ、Fig. 2 のようになり、流量の変動周期 T_s が短いほど出力電圧の変動が抑制されることがわかった。

3. 実機による発電実験

前述の各部試験装置に使用した部品を接続して、落差約 1.7m の水力発電実験装置を試作(Fig. 3)し、発電効率を調べた。前述の最適な部品組み合わせでは静止摩擦が大きく発電機の回転が不可能であったため、次点の部品組み合わせで発電効率を測定したところ 2%であった。このときのシミュレーション値は 13.5%であり、実機とはかい離した結果となった。シミュレータを実機の実機特性により近づけるためには、流路-水車間のモデルを詳細化することが必要である。発電効率をより向上させるためには、流路-水車間のエネルギー損失を極力少なくすること、および発電機の交流化が必要である。

(詳細は平成 24 年度若い研究者を育てる会「研究論文集」P.21~26 を参照)

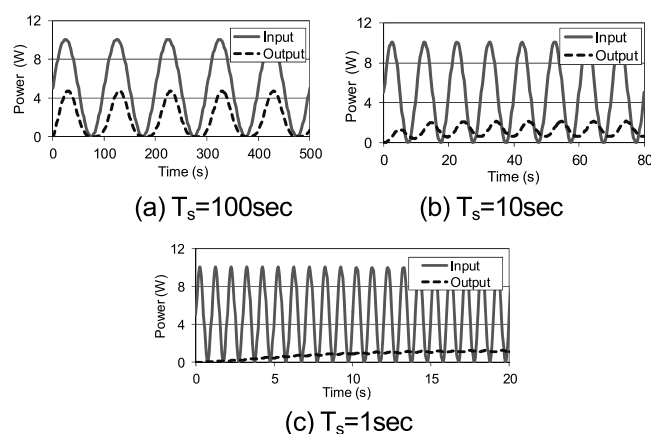


Fig. 2 Time response of input flow power and output electric power.



Fig. 3 A Prototype of hydropower system.

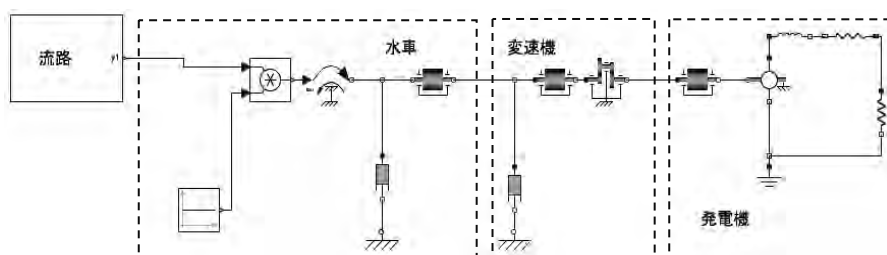


Fig. 1 Overall configuration of the dynamics simulator of hydropower system.

*1 平成 25 年 3 月退職、*2 現 電子技術課