

矢作川水系最適発電計画システムの開発

ネットワークアルゴリズムを適用した水系発電計画

Development of a Power Generation Optimizing System for Hydroelectric Power Plants on the Yahagi River Network Algorithm Applied to Operation Planning

(岡崎系統運用センター 給電課)

岡崎給電制御所が運転している矢作川水系の矢作第一発電所から越戸発電所までの発電機群を対象とした翌日発電計画の策定は、経験豊富な運用者の手作業により行われており、策定・出水時の計画修正にかなりの時間を必要としていた。そこで、発電経路、水量および時間帯を工夫することにより発生電力量が最大となるアルゴリズムを開発し、これに河川や貯水池に関する各種の運用制約事項を運用条件として織り込むことにより、高効率かつ短時間で作成可能な「最適発電計画システム」の実用化開発を行うとともに、その有効性を検証した。

(Load Dispatching Section, Power System Operations Center, Okazaki Regional Office)

Before, daily power generation planning for hydroelectric power plants (Yahagi Daiichi to Koshido) on the Yahagi River took even experienced operators a lot of time. But, we developed an algorithm that optimizes power generation in consideration of the root or mass of the water. It was applied to a working system in which restraints caused by rivers and pools were taken as conditions, enabling us to efficiently and quickly plan daily power generation. It has been confirmed that the system helps us improve plant efficiency and save time in planning.

1 開発の背景・目的

電気事業においては近年益々、業務効率化・コストダウンに対する要請が強まっており、水力発電においてはその発電電力量を増加させるなど、高効率かつ経済的な運用が求められてきている。

今回、管内の矢作川水系発電所群に着目し、高効率発電計画を目的としたネットワークアルゴリズム(最適化理論)を取り入れたシステム開発を行うこととした。

システム開発にあたり、翌日発電計画策定において人間系による判断を極力少なくして計画策定時間の短縮を図るように考慮した。

2 研究の概要

(1) ネットワークアルゴリズム(最適化理論)

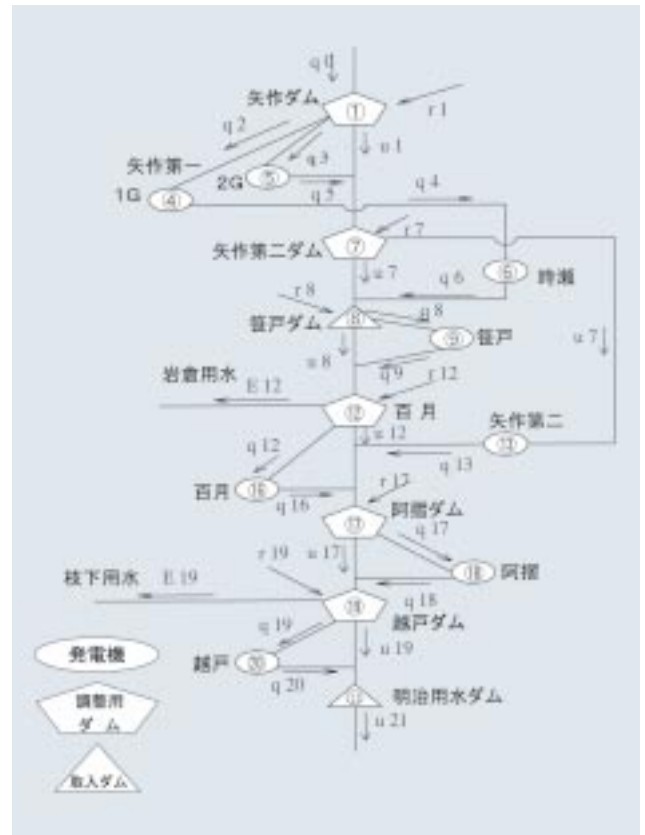
矢作川水系の水系モデル化(第1図)を行い、最小費用問題に対するシンプレックス法を適用し、矢作ダム以下5貯水池、調整式発電所を含む8発電機の日間運用における最適化問題として以下のように定式化した。

【目的関数】

$$\min - \sum_{t=1}^{144} \sum_i \rho^t c_i^t q_i^t, \quad i=4,5,6,9,13,16,18,20$$

- ρ^t : 時刻 t における発電コスト係数
- c_i^t : 時刻 t における発電所 i の発電機効率
- q_i^t : 時刻 t における発電所 i の使用水量
- i : 各発電機のポイント
- q : 各経路における水量のベクトル
- u : 各貯水池のダム放流水量のベクトル
- r : 各貯水池に流入する河川渓流水量のベクトル

(2) プロトタイプの製作(システム基本構成)



第1図 矢作川水系モデル

発電計画作成時データ入力機能

【作成時データ入力】

翌日発電計画作成に必要なデータ入力および運用制約諸元データの設定

【運用特性カーブ入力】

実運用可能とするためあらかじめ各発電機の使用水量の運用制限値を設定、この範囲で最適化計算させる。

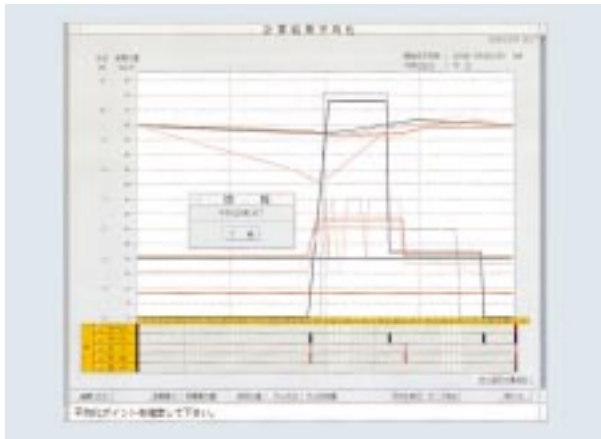
計算実行機能

【最適化計算処理】

作成時入力データにより最適化計算を行い10分毎の各発電機使用水量、ダム水位、ダム放流量の結果を表示

【計算結果平均化】

最適化計算結果を任意の時間帯を指定しその間で使用水量を平均化運用可能カーブへ転換させる。



第2図 システム仕様(平均化結果グラフ)

特性データ変更機能

各発電機または発電所個々の特性データを設定
発電計画結果編集・出力機能

【運転カーブ表示】(各種出力一覧表示)

【計算結果データ保存】

計画作成したデータを事例として保存し、そのデータを呼び出し活用が可能(保存ケース最大70件可能)



第3図 出力帳票(水系運用日誌)

(3)システム総合評価

岡崎給電制御所にある既設の運用者支援システム
端末へプロトタイプを組み込んで検証を実施した。

従来手法(主に人間系)との比較

過去の水系運用日誌より実績データを発電計画データとして、最適化システムに展開してその効果を検証した。

【発電電力量】

矢作ダムからの使用水量別に従来手法と比較した結果を表1に示す。

この表より、矢作ダム使用水量が高くなるほど従来手法に対する年間発電量改善率が大きくなる。これは運用する水量が多いほど効率的な水の運用が可能であることを現している。

矢作ダム使用水量が30m³/s以上で使用した場合、概算(平成9年度実績データ代入による計算結果)で比較すると平均化結果で6,425MWhの電力量増加が見込める。

第1表 年間総発電量(従来手法との比較)

算定対象 矢作ダム使用水量	該当 日数	年間総発電量〔MWh〕			年間発電量改善率〔%〕
		従来手法 a	平均化結果 b	比較 c=b-a	平均化結果/従来手法
15m ³ /s以上	221	251,333	252,141	808	0.32%
20m ³ /s以上	161	212,134	215,444	3,310	1.56%
30m ³ /s以上	80	138,873	145,298	6,425	4.63%
40m ³ /s以上	42	85,765	91,862	6,097	7.11%
50m ³ /s以上	17	39,849	43,687	3,838	9.63%

【発電計画作成時間】 検証時実測値データ

従来手法では約2時間かかっていたケースで、発電計画1件あたり20分程度で作成が可能となる。



写真-1 システム外観(運転カーブ)

3

今後の展開

今回の研究によって、発電計画最適化の実システムとして基本的な機能についての開発と検証が終了した。今後はさらに実地検証を継続し、運用上の細かな制約事項に対して問題ないか確認する予定である。



執筆者 / 日野 聡
Hino.Satoshi@chuden.co.jp