

氏 名	常 松 芳 昭 つね まつ よし あき
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	工 博 第 335 号
学位授与の日付	昭 和 48 年 7 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当
研 究 科 ・ 専 攻	工 学 研 究 科 土 木 工 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	水の輸送・配分システムの解析に関する研究
論文調査委員	(主 査) 教 授 岩 佐 義 朗 教 授 村 本 嘉 雄 教 授 中 川 博 次

論 文 内 容 の 要 旨

流体としての水が、農業用水、都市用水、工業用水として輸送、配分されるとき、その水理学的挙動は圧力輸送方式である管水路の水理と重力輸送方式である開水路の水理とに分類される。ところが、輸送と配分という点に重点をおいて取り扱うとき、従来の水理学において慣用されてきた分布型の表現よりもむしろこの型を単純化した集中型システムによるものを、グラフ理論の応用ならびに計算機シミュレーションを用いた水理解析が技術的にも実際的にもすぐれている。この研究は、以上の観点にもとづき行なわれたものであり、緒論、2編10章および結論とより成っている。

緒論は、わが国における水資源の空間的・時間的偏在と需要増加に対処する技術的方策の一つとしての水の輸送・配分法の重要性和その解決手段を考察し、本研究のとるべき立場を明らかにするとともに、各編・各章の研究目的とその内容を明らかにしたものである。

第I編は圧力輸送方式である管水路における水の輸送・配分システムを取り扱ったものであり、以下に述べる5章から成っている。

第1章は序論であって、管水路における水の輸送・配分に関する各種の水理計算法を比較し、現代の要請に対応する計算法はグラフ理論と計算機シミュレーションによらなければならないことを示したものである。

第2章は、この研究に用いられるグラフ理論の概要とその管水路系構造への適用を示し、圧力輸送方式による流量配分問題は、ネットワークシステムにおいては与えられた全流量のシステム内での配分が、またトリートメントシステムにおいては与えられた圧力水頭および全流量のシステム内でのそれが対応していることを明らかにした。

第3章は、この研究の基礎理論を構成するものであって、一次元水理解析法における定常管水路流の数学モデルをグラフ理論によって表現し、ネットワークおよびトリートメントシステムにおけるシステムモデルを行列とベクトルによって示したものである。

第4章は、前章で得られた表示をもとにして、管水路における流量配分計算法の一般的な定式化と計算機による行列演算処理の手順とその成果を示したものである。まず、流量変動が小さいときに得られる線形近似モデルを解析し、ついで通常の非線形モデルによる管水路網の水理機能を解析した。これはトポロジーモデルの構造を表わす原始ループ行列、あるいは接続行列のみを用いたもので、逐次計算の初めに補木に対してのみ流量を仮定すればよいことを明らかにした。また、ループをもたないトリー状管水路にも接続行列のみを用いた流量解析手法を示した。

第5章は、水輸送を主眼とした送水管系においてあらわれる非定常送水問題をトリーシステムの応答として取り扱ったものである。とくに、送水管系は貯水池や大気に接続される開放型であるから、その基本構成単位である直列型と三分岐型の基本トリーシステムについて応答特性を数値シミュレーションによって明らかにした。

第Ⅱ編は重力輸送方式である開水路における水の輸送・配分システムを取り扱ったものであり、以下に述べる5章から成っている。

第1章は序論であって、開水路における水の輸送・配分法における開水路不定流の水理学の占める重要性を示すとともに、各種の数値解析法による輸送、貯留効果の算定から、実際上有効な集中定数型モデルへの展開の必要性を論じたものである。

第2章においては、不定流に関する各種の数値解析法を用いて不定流輸送にともなう河道貯留を表わした。ついで、近似計算法による結果との比較から、開水路による水輸送は集中定数型のパラメトリックモデルで実際上有効であることを論じ、以下の輸送システム解析の基礎を明らかにした。

第3章は、この編の研究の基礎理論を与えるものであって、河道における流入流量、流出流量ならびに貯留の間のパラメトリックな関係を不定流の解析理論および数値計算より表わしたものである。まず、一様水路における不定流の摂動理論よりこの関係を明らかにした。ついで、実際の河道におけるものへの適用を図るために、等価一様水路の概念を導入し、同様の関係を得ている。とくに、後者のそれは実際の河川における実例と比較して妥当性を得たものである。

第4章は、第3章で得られた各河道区間のパラメトリックモデルを用い、グラフ理論によって開水路における不定流輸送システムの開発とその流量解析法とを論じたものである。とくに、管水路におけるそれとの比較において一般的な定式化と演算処理を明らかにしている。

第5章は、開水路の一部に設けられた遊水調節池による流量配分と輸送におけるその効果を輸送システム論から論じたものである。とくに、調節池系における流量配分モデルの作成法と調節池の機能解析法とを集中型システムによって明らかにし、実際の遊水調節池系での効果を示している。

最後に結論では、この研究で得られた水の輸送・配分システムの集中定数型モデルによる成果を概括するとともに、この研究の実際的な面における適用の可能性を示した。

論文審査の結果の要旨

わが国における近年の水資源不足の原因の一つとして、自然水の時間的・空間的分布と水需要のそれとの著しい不均衡によることが挙げられる。その技術的解決法の一つとして、水資源のより効率的な運用法

の確立があり、具体的には水の輸送・配分システムを実際的な目的にそって作成することにある。また、管水路や開水路の流れの輸送・配分を目的とした水理計算法は複雑であって、実際の目的に供しえないこともあり、何らかの簡単かつ精度の高い実用計算法の展開が永らく望まれていた。

この研究の意義もこれらの点にあり、管水路ならびに開水路の流れの数学モデルをグラフ理論によって表現し、計算機シミュレーションを用いた輸送・配分システムにおける流量解析法を開発したものであり、得られた成果の主なものを示すと、以下のようである。

I. 管水路における輸送・配分システムについて

(1) 複雑な管水路系はネットワークとトリーの両システムで構成されることから、その流れの数学モデルをグラフ理論によって簡単かつ統一的に表現し、管水路系水理解析の計算機シミュレーションが容易に行われるようにした。

(2) 上述の結果より、逐次近似法による数値解析を行うため、流量計算式を行列とベクトルで定式化した。とくに、複雑な管水路系の水理計算に対し原始ループ行列あるいは接続行列を用い、またトリー状管水路系には接続行列のみを用いて解く手法を開発した。これらは、従来においてきわめて繁雑であったこの種の水理計算に計算機による標準的な解法を与えたものであり、この研究で得られた大きな成果の一つである。

II. 開水路における輸送・配分システムについて

(1) 重力輸送方式である開水路流において、輸送、配分が問題とされるのは主として不定流である。この点より、2種の条件下における不定流の各種の近似解、数値解を比較し、適当な河道区間長における貯留と流出・流入流量との関係は等流モデルで近似されることを見出すとともに、この精度をさらに高めて、流れを集中定数型パラメトリックモデルで表わした。この結果、輸送・配分の目的に適した解法の開発が行なわれることとなった。これは、本研究のもついま一つの大きい成果であるのみならず、洪水の数値予報にも貢献しうるものである。

(2) このモデルにグラフ理論を適用して流量解析法の定式化を行い、開水路トリーシステムの統一的計算法を図式化した。

(3) 遊水調節池系の水理現象を数値解析し、ポイントシンク系によって近似されることを明らかにした。この結果、遊水調節池系の輸送・配分システムにおけるモデル化が可能となるとともに、代表的な例によって解法ならびに系の輸送・配分システムに対する応答を明らかにし、実際上への応用の基礎が与えられた。

以上要するに、本論文は管水路ならびに開水路における水の輸送・配分システムの計算機による解法を検討し、従来きわめて複雑な形でしか取り扱われえなかったこの種の問題を簡明かつ統一的に表現する方法を提案するとともに、実際的な計算法を確立したものであり、学術上、実際上寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。