

氏 名	則 武 通 彦 のり たけ みち ひこ
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	工 博 第 454 号
学位授与の日付	昭 和 51 年 3 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	多重リンク輸送システムの最適化に関する研究

論文調査委員 (主 査) 教 授 長 尾 義 三 教 授 佐 佐 木 綱 教 授 吉 川 和 広

論 文 内 容 の 要 旨

個品輸送もしくはユニタイゼーションと称する物資の輸送系において、発送地から到着地に至るまで異なる輸送機器・輸送施設が直列に配置されることがある。土取りから埋立に至るパワーシャベル・トラック・土運船、しゅんせつ工事におけるしゅんせつ船・土運船・引船の組み合わせ、および、トラック・荷役機械・船舶・荷役機械・トラックといった海上コンテナ輸送系などは代表的な例である。従来これら輸送機器・輸送施設の計画・設計は、在庫理論・待ち合わせ理論等を用いた最適化手法が多く用いられてきたが、実際は、系の部分最適解であって、系全体の最適性を保証するものではない。構成する与件ならびに操作変数の多いこと、機構が複雑なこと、ならびに、建設管理主体が1つでなかったことなど、各種の要因に起因し、系全体の取扱いを容易にさせなかったと思われるが、輸送もしくは物流の合理化が強調されている今日、解明しなければならない1つの課題である。

本論文は以上のような問題意識のもとに、おもにコンテナのような個体の輸送を対象とし、それらを輸送する運搬手段が直列に配置されて、シャトル運動を行う場合について、その系全体を1つの多重リンク輸送システムと名づけ、輸送手段、輸送施設の計画・設計に関する最適化の方法論を展開したもので、序および5章からなる。その内容の要旨はつぎのとおりである。

まず序において本論文の意義について述べ、第1章においては、問題の認識とシステムの記述を行っている。すなわち著者は、幾つかのリンクとノードの直列から構成される多重リンク輸送システムに定義を与え、これらのリンクとノードは5個のパラメータ、すなわち、システムに含まれるリンク数、各リンクで輸送活動する運搬手段の数、各運搬手段のトリップ時間、各運搬手段が輸送する輸送客体のユニットの大きさ、および、各ノードの貯留容量に着目して分析しなければならないことを強調した。そしてシステムの生産性、有効性という技術的評価のほかに、一貫して評価できる評価基準が必要であるとした。さらに、この多重リンク輸送システムの最適化を行うための階層的最適化モデルを提案し、その解法を示す数学的記述を行った。

第2章では、第1章で述べた5個のパラメータを使用して多重リンク輸送システムの輸送動態を示すモデルを提案し、確定論ならびに確率論のプロセスにおけるシステムの生産性、有効性を定量的に示すことを可能にした。さらにシミュレーションプログラムを作成し、パラメータの値を操作し、生産性、有効性に与える各パラメータの感度を分析した。その結果、リンク数、各リンクで輸送活動する運搬手段の数、各運搬手段のトリップ時間およびその確率分布形、輸送客体のユニットの相対的大きさおよび各ノードの貯留容量の大きさの変化が、結果に与える影響を測定することができた。著者はこれらの影響が実際の計画・設計に用いられるためには、各サブシステムの有効性、生産性に重みを加えた評価関数を用いることが必要であるとし、費用便益分析の手法を導入して、毎年等価で示しうる評価式を提示した。

第3章では、第1章で提唱した階層的最適化モデルが、既に開発の進んでいる最適化モデルすなわち、LPモデルや2リンクモデルなどに分割構成されることを明らかにし、これらのサブモデルの性質に詳細な検討を加えている。特に、2リンクモデルでは循環待ち合わせ行列系の拡張問題として取り扱うことができるとし、各種の輸送システムで生じる輸送動態からモデルパターンを列挙し類別を行った。そして、未だ開発の行われていない幾つかのケースについて、その解析解を求めている。従来の研究では、指数分布によるサービス、ポアソン分布による到着を基礎とする有限待ち合わせ行列問題の拡張として解かれていたのに対し、アーラン分布型の場合、さらに中間ノードで貯留施設のない場合について生ずる3ステージ問題の状態方程式を誘導し、これを解いている。これによってノードにおける輸送の問題点を一層明らかにしたばかりでなく、アーランの次数の増加による生産性、有効性への寄与を定量的に明らかにした。さらに、輸送客体の2方向流れ、すなわち、往復輸送系の場合についての動態をも究明している。

第4章は、前述の研究成果を基に、国際海上コンテナ輸送システムへの適用を試みたものである。著者は国際海上コンテナ輸送系を分析し、これが多重リンク輸送システムとしてモデル表示ができるとし、これを幾つかのサブシステムに分ち、各サブシステムの最適化モデルを、結合変数によって連結し、この変数の調整によって、多重リンク輸送システムの最適化が可能であることを実証した。

第5章結言において、以上の研究成果を取り括め、さらに、実際に適用する場合の問題点ならびに今後の研究課題を明らかにした。

論文審査の結果の要旨

コンテナのような物資は発送地から到着地まで、幾つかの輸送部分と貯留部分とを経由する。それぞれの輸送部分では異なる輸送機器がシャトル運行する。この運行は各輸送ならびに貯留部分の種類・配置・規模に影響される。著者はこのような系を多重リンク輸送システムと名付け、このシステムの性格を明らかにするとともに、輸送の本来の目的から系全体の最適化をはかることによって、部分の輸送機器、輸送施設の計画・設計の方法論を提示したものであって得られたおもな成果はつぎのとおりである。

1. 数多くの輸送系は輸送機器のシャトル運行するリンクと貯留部分であるノードで構成される多重リンク輸送システムとして示されることを明らかにした。さらにこのシステムを構成するリンク・ノードを特徴づけるのは5種の操作変数、すなわち、リンク数、各リンクで輸送活動する運搬手段の数、各運搬手段のトリップ時間、各運搬手段が輸送する物資のユニットの相対的大きさ、および各ノードの貯留容量で

あることを見出し、これらの変数を用いてシステムの動態記述ができることを提唱した。これは従来の研究が部分システムの最適化問題として扱われていたのに対し、システム全体の最適化問題として把握しようという試みであって、今後、全国幹線輸送網、あるいは共同一貫輸送システムを合理的に樹立する場合に必要な新たな見解といえる。

2. システムの評価に生産性、有効性の概念を導入し、シミュレーションプログラムによる上記5変数の操作を行い、運搬手段のトリップ時間の変動係数の差異の方が、その分布型のそれよりも大きいこと、ノードの貯留容量の大きさがシステムの有効性に大きな影響を与えることなど、従来知られていなかった多くの知見を得ることができた。

3. 多重リンク輸送システムでは適当に選んだ結合変数によって幾つかのサブシステムに分割表示できることを明らかにし、この基本型は2リンクシステムであることを見出し、実際の輸送系で用いられるこのモデルパターンを256に整理した。そして未だ開発されていない幾つかのパターンについての解明を行った。そのおもなものは、中間ノードで3ステージとして表現しなければならない輸送動態、サイクルタイムがアーラン分布型と見なされる場合についての輸送動態、ならびに輸送が2方向に行われる場合の輸送動態などを循環待ち合わせ行列問題の拡張を行うことによって解を求めることに成功し、従来近似解とのかい離の大きかった輸送動態に理論的根拠を与えることができた。

4. 多重リンク輸送システムの評価は、生産性、有効性のほかに、これに重みをつけた評価基準が必要であるとし、費用便益分析を導入した毎年等価の費用最小規準を提唱し、ノードの大きさ、結合変数に着目した全体システムの分割法を見出し、結合変数の調整による最適解を求めるアルゴリズムを提案した。これは従来、システムの評価に与える与件ならびに操作変数の数が多く、現象も簡単に記述し得ないことから、一般に系全体の最適解を得ることが困難とされていたことに対して理論的な情報を与えることに成功したといえる。

5. 以上の成果を国際海上コンテナ輸送系に適用し、内陸輸送、港頭荷役、港湾施設、ならびに海上運航船団など種類・規模・配置を、ある評価基準のもとで同時に最適化する計画設計手段を提示し、前述した理論の実証を行うと同時に、コンテナ輸送需要の増大とともに、船型・船速は増加し、それにとまって、荷役、港湾施設が質的にも改善されて行くべきであるという今後の方向にも新たな示唆を与えた。

以上要するに本論文は、多重リンク輸送システムと見なされる輸送系について輸送目的に立脚した観点から新たなシステム認識を行い、分割された幾つかのサブシステムの合成からなる階層的最適化モデルを提案し、各サブシステムの現象分析を行い、それを用いてその実際的な解法を究明したものであり、従来知られていなかったことに対し多くの貴重な知見を与えるとともに、この種の計画・設計理論に新たな指針を与えた。よって学術上・實際上寄与するところが極めて大きい。

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。