

IV-12 輸送施設の建設順位づけのためのモデルとその適用例(パイプライン網)

東工大 正買 ○中村英夫
運輸省 山田幸正

1 交通施設の計画モデルの機能

我々が一つの地域の交通輸送網の改善を図ろうとするとき我々のとりうる政策は多様である。新しく道路あるいは鉄道を建設することもできるし、道路の巾を広げたり鉄道の線増をしたリターミナルを作ったりするという施設の改良を行なう政策もとりうるし、速度を向上させたり、通行料を改めたりするといった運用面での改良も政策として考えられるだろう。しかしこれらの政策のどれをとるにしても、その効果はその政策が直接作用を及ぼす一つのサブシステムに対してだけでなく、他のサブシステムへも波及し、全体のシステムの形を変えさせる。しかも我々のとる政策は常に時間的自由度を持ち、いつその政策をとるか、一連の政策をどの順序で行なうかにより、個々の政策の全体のシステムへの影響は大きく変化する。

こうした政策のどれをいつ採用するかを合理的に決めようとして、この輸送計画モデルを作る場合そのモデルに必要な基本的機能は次のようなものである。

すなわち代替案を作製し、その案の結果を予測し、その結果に基く計画案の評価を行ない、それらの案の比較の結果一つの選択が行なわれるような構造をもつことである。この場合、我々のとる政策は長時間にわたっての輸送改善に役立ち得るものでなければならぬのであるから、このモデルはそうした期間全域にわたっての関係地域の状態をいろいろな時点において明らかにすることが必要であり、ある期間を表わしているシステムを試行しながら繰り返して種々の政策を試みることができるような過程であることが必要となる。

このような機能をもつモデルの一般的構造はMorlokによりA Goal-directed Transportation Planning Modelとして示唆されている。本研究ではそのモデルの考え方を参考にし、交通網計画の一つの一般的モデルを組み立て、その適用の一例として、パイプライン網計画の投資の順位づけの場合を示すことにする。

2 モデルの一般的構造

交通輸送の改善を図る場合、我々のとりうる政策は施設を建設するか、あるいはその運用を改めるかのいずれかである。この2つの政策変数をそれぞれベクトル P^t 及び O^t で表わすことにしよう。このベクトル P^t の各成分 P_j^t はjなる区間あるいはターミナルにおいてt期に存在する施設の程度を表わし整数値とする。例えば2車線道路なら2、存在しないならば0という値である。 O^t の成分 O_j^t はjなる区間でのt期における運用変数の値を示す。

ある時期tにおいてこの2つの変数の値が与えられる。すなわち我々の政策が実行せられるとその結果その地域の輸送パターンは変化し、また開発パターンも変わってくる。その関係は一般的に次のような形で示される。

まず P^t をt期における各区間の各手段の交通量よりなるベクトル、 D^t を各区間の交通需要量よりな

るベクトル, S^t を各地区の社会的経済的状態を表わす成分(例えば人口, 所得等)よりなるベクトルとする。その時これらのパラメータの間には次のような関係が成り立つと考えられる。

① 物理的技術的条件: 技術上, 輸送上の限界を示す条件で交通容量, 輸送時間の制約等を示すもので, $f_1(P^t, O^t, F^t) = 0 \dots\dots(1)$ とかける。式中の等号は不等号の場合もある。

② 需要条件: 2 地点 l, m 間の交通需要 D_{lm}^t は交通網の特性及びその地区の社会的特性によって決まることを示す条件式で, $D_{lm}^t = f_2(P^t, O^t, S^t) \dots\dots(2)$ となる。各区間の各手段ごとの交通量はこの D^t との間で $f_3(D^t, F^t) = 0 \dots\dots(3)$ とする関係をもつ。

③ 地域条件: 輸送網と各地区の社会状態との関係を表わす条件で,

$$f_4(P^t, O^t, S^t) = 0 \dots\dots(4) \text{ と表わされる。}$$

政策 P^t, O^t の全体の輸送システムに及ぼす結果が上のような形で表わされるとき, その効果をそのための投資費用 C_P と便益 B_P で評価するとするし, 我々の選べべき政策は

$$g = \sum_{t=1}^N \{ B_P^t(F^t, O^t) - C_P^t(P^t, P^{t-1}) \} \dots\dots(5)$$

を最大にする政策の時間的系列 $\{P^1, O^1, P^2, O^2, \dots\dots, P^N, O^N\}$ を求めればよいことになる。

3 パイプライン計画への適用

国内の石油製品(ナフサ, ジェット油, 灯油, 軽油, 重油, 揮発油)は現在主として内航タンカー, 鉄道タンク車, タンクローリによって輸送されているがその輸送体系の合理化のためパイプライン網の建設が予定されている。

このパイプライン網の計画に際してもどのパイプラインをいつ建設するかは石油の輸送体系にひいては全体的な輸送体系に大きな影響を及ぼす。そこで上述のモデルの考えを適用し, 関東地域にパイプライン網を建設する場合に, その位置と時期をどのようにとれば全体の石油輸送システムとして最適であるかを求めることを試みた。石油製品の輸送システムについて考える場合, 上記のモデルはその構造が簡単になり, 比較的容易にその解を見出すことができる。その理由はまず, 各地区の需要 D^t が石油輸送のための施設 P^t と直接的な関係はもたないことと仮定しうること, すなわち各時期の石油製品需要量は P^t に無関係に予測した値を用いることができることであり, また運用上の変数 O^t として採るのは運賃だけに限定することができしかもこの運賃は例えば人件費の上昇によるタンクローリの経費上昇のように外的に決められる種類のものであるからである。

このように考えると必要な制約条件は技術上輸送上条件としては 1) 各区間の各手段の容量から決まる輸送容量制約及び 2) 油槽所の能力から決まる各手段間の積み換え費の制約だけとなり需要条件としては 1) 各地区での需要量を満足させるための需要制約と 2) 精油所の供給能力よりきまる供給制約により与えられる。これらの条件式は F^t の成分すなわち各区間の各手段による輸送量 f_{ij}^t により一次式で与えることができる。

t 期の石油輸送施設(パイプライン, 貯油所) P^t を与えたときその期の効果は全体の輸送経費の節約額を C_P とすると上記の $B_P^t - C_P^t$ で評価され, しかもこれは x_k^t の一次式とかけ, x_k^t は $B_P^t - C_P^t$ を最大とする解としてシンプレックス法により求められる。

計画の最終年にあいて完成すべき施設 P^N を与えた場合, それを完成させるに, いつ, どこにどのような規模のパイプライン及び貯油所を設けるべきかは Dynamic Programming により recursive 的 g を最大にする P^t の系列として求めることができる。