

京都大学工学部

正会員

長尾義三

京都大学工学部

正会員

○若井郁次郎

運輸省

正会員

小田孝嗣

1. はじめに 輸送システム内での輸送リンクの結節点としてのターミナル(空港、港湾など)をとらえた場合、その最適な立地パターンを選定する方法を考察する問題が生じる。この種の問題に数理計画法を援用すれば、いわゆる Fixed Charge Problem となることはよく知られている。¹⁾ したがって、このような公営的プロジェクトの望ましい評価のための費用便益分析が使われる。その場合、費用や便益の内容についての吟味は、十分なまわっていないと後になって多くの問題が生じる。そこで考察しようとしている環境問題も、実は、従来欠如していたターミナル立地にもなる外部不経済を、特に取上げて、費用の一部として計上する方法、およびそれらの費用をプロジェクトに内生化することによって整合性のある計画へ一歩近づけることを提案するものである。本研究では、妥当な計画目標はすでに上位計画によって与えられている場合の大規模プロジェクト(ここでは、ターミナルの立地)の環境問題について考察を行っている。

2. 道路騒音の対策と予測 ターミナルが立地すると、そこを経由して輸送活動が開始される。この活動によってアクセス道路上には自動車交通が発生する。この自動車交通が周辺沿道地域に与える悪影響としては、騒音、大気汚染、振動などがあるが、今回は騒音のみに取上げた。また、対象とする道路は、5件以上の主要幹線道路からターミナルを接続するアクセス道路に限って取上げた。

騒音が発生させる要因としては次の三つのものがある。²⁾ ①素因→自動車の走行、②必須要因→住民の存在、③拡大要因→交通量、速度等。すなわち、騒音とは、発生源とそれらもうるまじいと感じる受音者があってはじめて成立し、それが各種拡大要因によって変化するのである。これらに対処するには、各要因に対してそれぞれ次のように考えられる。①に対しては発生源対策が考えられる。しかし、技術的限界があり即効性が期待できない。②に対しては、ある種の整備方法を設定して土地利用の適正化を図ることにより、以前の環境水準の状態、あるいは、それ以上の環境水準の状態に導くことが可能である。③に対しては、輸送効率や自動車の経済速度などによる経済的評価が加えられなければならない難しい問題が残る。したがって、ここでは④が最も有効な方法であると考えられるので、この立場から考察を進める。具体的に、以下述べる。

さて、1車線等間隔モデルの研究については、従来、多くの研究成果が発表されている。たとえば、Stevens, 久我, 庄司・小本・中村, Johnson and Saundersらの研究がある。取扱う道路構造は2車線道路であるが、受音点と車線中央との距離が車頭間隔や車線間隔に比較して大きい場合、2車線等間隔モデルによる騒音は1車線等間隔モデルで近似せしむとの報告がある。³⁾ したがって、以下の考察では、1車線等間隔モデルを取扱う。⁴⁾

無限に長い1車線道路上に音響パワーの等しい無指向性点音源とみなせる自動車(速度 v (m/sec), 車頭間隔 d (m))で走行していると仮定する。また、受音点から車線までの垂直距離を l (m)、その点での騒音レベルを L とする。このとき、無限回の自動車からなる騒音レベルの最大値は次式で与えられる。

$$L_{\max} = \text{PWL} - 8 - 20 \log_{10} l + 10 \log_{10} \pi \left(\frac{l}{d} \right) \frac{\sinh 2\pi (l/d)}{\cosh 2\pi (l/d) - 1} \quad (1)$$

ここに、PWL: 自動車1台のパワーレベル。(1)式に基づいて、一般道路に適用した騒音の予測式が、次のようになされたと報告があるので、それを使用した。⁴⁾

$$L_{\max} = 10 \log_{10} \left(\frac{N}{Q} \right) + 30 \log_{10} \left(\frac{V}{60} \right) + 45.3 \quad (\text{dB(A)}) \quad (2)$$

ここに、 N : 交通量(台/k), V : 自動車の速度 (km/h)。 (2)式は $V=60$ km/h の PWL を基準にしている。

さらに、輸送トラックの平均積載率を η , 平均速度を $\bar{V}$, 1台の積載量を Q (t) とすれば、輸送客体量と交

通量との間には次式が成立する。

又：輸送客体量

$$N = \frac{X}{365 \times Q \times \tau} \quad (3)$$

(3)式を(2)式に代入することにより、騒音量の予測が行なうことができる。ここでは、道路構造として、高架と掘削の2種類を設定し、さらに防音壁を設定することにより、減音効果を高める。これらの減音量については、別途計算も行ない、予測騒音コンタークは、これら総てを加味して作成した。

3. 環境整備の方法と騒音対策 アクセス道路の沿道周辺に各種の用途がはりつており、各用途に対し環境基準が与えられている。そして、各用途の需要量を一層ストックさせて、それを計画する土地利用に従って新たに各ゾーンにはりつける操作を行なう。このときの整備の手法としては、改良、転換、移転の3種類を考えた。そして、それぞれに対して費用を設定した。すなわち、① 改良費用 $C_j = \sum C_{ij}(Y_{ij}, L^k, B_{ij})$ 、ここに、 Y_{ij} ：第jゾーン第i評価項目の計画水準、 L^k ：第k用途の第i評価項目の環境水準、 B_{ij} ：第jゾーン第i評価項目の現況水準。ここでは、評価項目は騒音のみである。計画水準の定義として、 $L^k \leq B_{ij}$ ならば、 $Y_{ij} = B_{ij}$ となり、改良費用は0。 $L^k > B_{ij}$ ならば、 $Y_{ij} = L^k$ となり、改良費用は正値をもつ。② 転換費用 = 構造物の解体量 + 土地の整備費 + 構造物の移送費 + 構造物の建築費。③ 移転費用 = 転換費用 + 移転先の土地買収費。また、騒音防止の観点から、道路の構造を高架と掘削の2種類について設定した。そして、そのときの建設費用は、次式により計算をした。C：(万円/m)。

$$\left. \begin{aligned} C &= 8.4H + 195 \quad (\text{万円/m}) \quad H: \text{高さ(m)} \quad (\text{高架に対して}) \\ C &= 27H' + 180 \quad (\text{万円/m}) \quad H': \text{深さ(m)} \quad (\text{掘削に対して}) \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

したがって、本研究での騒音対策としては、道路構造からの対策と環境整備(土地利用)とを組合せることにより、最適な道路構造を決定しようとするものである。すなわち、アクセス道路建設費用と環境整備費用の和が最小になるものを考えれば、それは道路建設にとっても発生する騒音対策を含め、最適なものと考えられる。この手順のフローチャートを図1に示す。また、概念図を図2に示す。最後に、具体的な数値計算により得られた取扱貨物量と総費用との関係を図3に示す。その他は、講義時に発表する。

4. おわりに 本研究は、ターミナル立地選定時において環境問題とどのように組み入れるか、また、外部不経済と費用としてどのように計上するかを目的であった。ここでは、騒音を対象として、公害防止対策としての一つの考え方を示し、この考え方は、騒音に限らずあらゆる外部不経済に対して用いることができると考えられる。一方、ここでは対象をアクセス道路に限ったが、さらに対象範囲を広げ、問題と取扱う必要があると考えられる。特に、ターミナル周辺への影響に関する調査が必要であると考える。

参考文献 1)長尾義三、森杉寿男、山田孝嗣：最適ターミナル立地の合理的選定について、土木学会全国大会・第30回年次学術講演会(発表予定)、10/1975。 2)毛利正光：騒音の都市計画の対策、騒音・振動公害—予測と対策の現状—、土木学会関西支部、昭和49年6月。 3)中村隆一：都市騒音の軽減に関する基礎的研究、京都大学学位論文、昭和43年10月。 4)道路騒音調査委員会：自動車騒音と道路構造、日本音響学会誌、26巻2号、1970。

