

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の選定方法を考察する問題が生じる。この種の問題は数理計画法を採用すれば、いわゆる Fixed Charge Problem となることはよく知られている。そこで、このような公的プロジェクトの望みを評価するのに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が、十分なされていないと後になんで多くの問題が生じる。ここで考察しようとしている環境問題も、実は、従来欠かしていたターミナル立地とともに外部不経済を、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步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なっている。

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。この活動によるとアクセス道路上では自動車交通が発生する。この自動車交通が周辺沿道地帯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、今回は騒音のみを取り上げた。また、対象とする道路は、主に市内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。²⁾

騒音を発生させる要因としては次の三つのものがある。①素因→自動車の走行、②必須要因→住民の存在、③最大要因→交通量、速度等。すなはる、騒音とは、発生源とそれらとうましく感じる受音者があってはじめて成立し、それが各種最大要因によつて変化するのである。これらの対策としては、各要因に対する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を考えられる。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、多少以上の環境水準の状態にさげることが可能である。③に対しては、輸送効率や自動車の経済速度などをより経済的評価が加えられなければならず難しい問題が残る。したがって、ここでは②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。具体的には、3.で述べる。

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1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されるとの報告がある。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。³⁾

無限長の1車線道路上を音響パワーの等しい無指向性点音源とする自動車が速度 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、無限の自動車からなる騒音レベルの最大値は式(1)で与えられる。

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

ここで、 PWL : 自動車1台のパワーレベル。 (1) 式に基づいて、一般道路を適用した騒音の予測式が、次のようく与えられた報告があるので、それを使用する。⁴⁾

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

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

ところで、輸送トラックの平均積載率を \bar{Q} 、平均速度を \bar{V} 、1台の積載量を Q (t/h) 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

$$N = \frac{x}{365 \times Q \times \eta} \quad (3)$$

(3)式を(2)式に代入することにより、騒音量の予測を行なうことができる。ここでは、道路構造とて、高架と掘削の2種類を設定し、さらに防音壁を設けることによって減音効果を高めた。これらの減音量はつりでは、別途計算を行ない、予測騒音コンターは、これから統合して作成した。

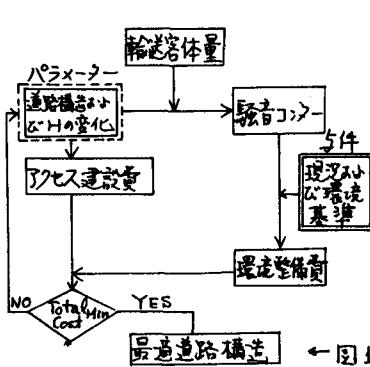
3. 環境整備の方法と騒音対策 アクセス道路の沿道周辺に各種の用途がはりつりがあり、各用途に対する環境基準が与えられている。そして、各用途の需要量を一度ストックさせて、それを計画する土地利用に従って新たに各ゾーンにはりつける操作を行なう。このときの整備の手法としては、改良、転換、移転の3種類を用いた。そして、それらに対して費用を設定した。すなはち、① 改良費用: $C_i = \sum C_{ij} (Y_{ij}, L_{ij}^k, B_{ij})$, ここで、 Y_{ij} : 第jゾーン第i用途の許容水準, L_{ij}^k : 第j用途の第k許容項目の環境水準, B_{ij} : 第jゾーン第i許容項目の現況水準。ここでは、許容項目が騒音のみである。許容水準の定義として、 $L_{ij}^k \leq B_{ij}$ ならば、 $Y_{ij} = B_{ij}$ となり、改良費用は0。 $L_{ij}^k > B_{ij}$ ならば、 $Y_{ij} = L_{ij}^k$ となり、改良費用は正値となる。② 転換費用 = 構造物の解体費 + 土地の整備費 + 構造物の搬送費 + 構造物の建設費。③ 移転費用 = 転換費用 + 移転先の土地買収費。また、騒音防上の観点から、道路の構造を高架と掘削の2種類につりで設定した。そして、そのときの建設費用は、次式に示す計算をして。C: (万円/m),

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

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って最適な道路構造を決定しようとするものである。すなはち、アクセス道路建設費用と環境整備費用の和が最小となるものを考へてみれば、それは道路建設とともに発生する騒音対策を含め上で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く得られる取扱貨物量と総費用との関係を図3に示す。その結果は、講演時に発表する。

4. おわりに 本研究は、ターミナル立地選定時における環境問題をどのように組入れるか、また、外部不経済費用としてどのふうに計上するかの目的があった。ここでは、騒音対策とて、公害防止対策としての一つの考え方を示したが、この考え方には、騒音と限らずあらゆる外部不経済費用について用いることができる。一方、ここでは対象をアクセス道路に限ったが、より対象範囲を広げた問題を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られる。

参考文献 1)長尾義三、森杉寿芳、山田孝嗣: 最適ターミナル立地の合理的な構成につれて、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: 騒音の都市計画的対策、騒音・振動公害一予測と対策の現状、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.



← 図1 最適道路構造を得るシステム

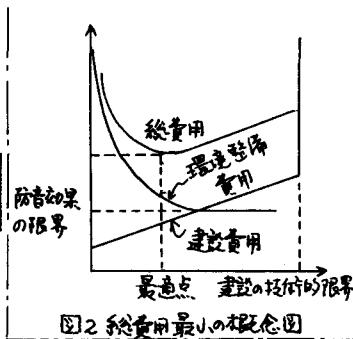


図2 総費用最小の概念図

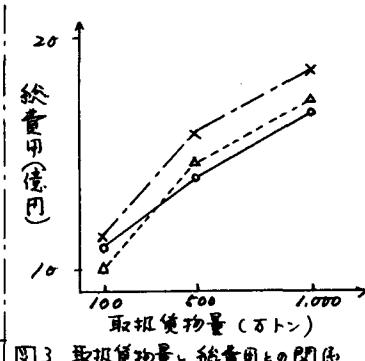


図3 取扱貨物量と総費用との関係