

IV-32

地域基盤整備におけるゼロエミッション

○東北大学 学生員 清水紀行
東北大学 正 員 北詰恵一
東北大学 正 員 鈴木登夫
東北大学 フェロー 宮本和明

1. 背景と目的

地域基盤整備事業の多くは、その規模が極めて大きいために、建設、維持、管理、利用の各段階において各種多様な資源（入力）を用いて、周辺地域をはじめとした地域環境に様々な形で廃棄物や汚染物質、リサイクル資源等をはじめとする影響（出力）を及ぼす。

このことから道路整備をはじめとする地域基盤整備においても、従来の狭い枠組みでの環境事前評価にとどまらず、環境マネジメントと呼ばれる広い枠組みで発生物に対する適切な対応が強く求められている。そのため、地域基盤整備事業に伴う発生物に対する個々の対応技術はもとより、事業全体を考えたときの発生物に対する基本的な考え方を合理的に設定することが極めて重要な課題となっている。

以上のことから本研究では、地域基盤整備の中の道路整備事業に着目し、(1) 道路整備事業をひとつのシステムとして考え、「他産業の出力」を「道路整備事業の入力」として利用することや、その逆である「道路整備事業の出力」を「他の事業、産業の入力」として利用する資源循環型産業システムの基本的概念の構築、(2) 「入出力の最適化」を図るための分析枠組みの構築を行う。このようなシステム整備は国連大学が新しい産業集団の形成を主眼として提唱している「ゼロエミッション」をより拡大した概念であり、今後の地域基盤整備には不可欠な考え方といえる。本研究ではまず道路の建設段階にのみ着目している。

2. 従来の研究

既存の研究としては、レオンチェフ（1970）の産業連関分析の拡張としての公害分析がまず挙げられる。そして、我が国でも吉岡等¹⁾が29部門から構成される産業連関表とそれに関連した排出係数表等の付帯表から成る環境対策産業連関表を作成し、 SO_x 、 NO_x 、 CO_2 に関して産業別の排出量を計測している。

3. 投入物を考慮した道路建設の副産物分析表

3.1 道路建設による産業別投入量

今回、道路建設は「高架」、「トンネル」、「切り盛り」の3構造より成り立つとする。路線計画によっては各構成要素の延長が異なることとなり、その投入材の品目及び量も異なる。そこで、まずその3構造別に単位延長（km）当たりの投入量を表す行列と構成要素のそれぞれの延長から、路線代替案ごとの総投入量を物量単位で求める。

$$H = \begin{bmatrix} g_1 & g_2 & g_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} l_1 \\ l_2 \\ l_3 \end{bmatrix}$$

H：道路計画別投入量ベクトル

（品目別物量単位）

g_s ：構造別単位延長投入量当たりベクトル

（s：1＝高架、2＝トンネル、3＝切盛）

$$g_s = \left[\begin{array}{c} \text{品目} \end{array} \right]$$

l_s ：道路構造要素の延長(km)

ここで出てきた値 H は品目別の物量単位であるため、次式により各投入量の単価を用いて産業分類別の金額ベース F に変換する。

$$\text{産業別} \left\{ F = \begin{bmatrix} f_1 \\ \vdots \\ f_i \end{bmatrix} \right\} = \left[\begin{array}{c} \text{品目} \\ C \end{array} \right] \left[\begin{bmatrix} h_1 \\ \vdots \\ h_2 \end{bmatrix} \right] \left\{ \begin{array}{c} \text{品目} \end{array} \right\}$$

F：道路計画別投入額（円）（i：産業分類を示す）

C：品目物量－産業分類変換行列

（n：品目分類を示す）

3.2 道路建設による波及生産額

先に求めた F を用いて、波及生産額は通常の産業連関分析から以下の式により与えられる。

$$X = (I - A)^{-1} F$$

X : 産業別波及産出額ベクトル (円)

I : 単位行列

A : 通常産業連関表の投入係数行列

3.3 波及効果による各産業からの副産物処理行列

ある路線計画案について考えるとして、各産業が単位生産額当たり副産物をどれくらい排出しているかを示す産業別副産物排出係数行列 W を作成する。そして先で求めた波及生産額にかけることで波及効果による各副産物量が得られる。

$$E = WX$$

$$W = \left\{ \begin{array}{c} \text{産業別} \\ \left[\begin{array}{ccc} & & \\ & w_{ij} & \\ & & \ddots \end{array} \right] \end{array} \right\} \text{副産物}$$

E : 波及効果による副産物ベクトル (物量)

W : 産業別副産物発生係数行列

w_{ij} : 産業 i から発生する副産物 j の量
(物量/金額)

3.4 道路建設による副産物量

道路建設において考慮すべきものに、前節までの産業別投入量の他に、残土や廃コンクリートなどの副産物がある。その量は、構造別の延長当たりの原単位が分かっている以下で式で得られる。

$$E_{\text{road}} = \begin{bmatrix} b_{1j} & b_{2j} & b_{3j} \end{bmatrix} \begin{pmatrix} l_1 \\ l_2 \\ l_3 \end{pmatrix}$$

E_{road} : 道路建設時の副産物 (物量単位)

b_{sj} : 道路構造単位延長当たりの副産物 j の排出量 ($s : 1 = \text{高架}, 2 = \text{トンネル}, 3 = \text{切盛}$)

3.5 副産物再生処理過程

前節で得られる副産物 E_{road} を広義のリサイクルにより商品として再利用される時の産業取引構造を R とする。この行列に、 E_{road} をかけると副産物残量と再生商品の量、廃棄のための安定化及び再生処理過程に必要な物品需要から他産業への波及生産量を示すベクトル N が得られる (図1参照)。

$$N = RE_{\text{road}}$$

N : リサイクル後の状況を示すベクトル

(副産物残量、再生商品の量、処理用物品量)

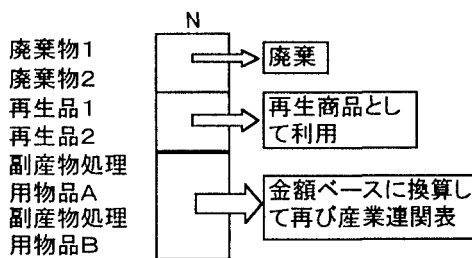
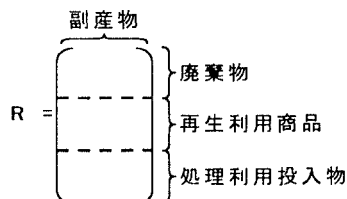


図1 ベクトル N の構成

R : 副産物処理行列



以上の計算より得られた処理過程時における物品需要を金額ベースに換算する。そして、再び3.2, 3.3のステップに戻り計算を行うことで、建設副産物の処理を行ったことによる波及効果が分かる。このようにして、道路建設による直接的な投入量による波及効果の副産物量にくわえて、その副産物を再生処理する過程で発生する様々な産業への波及による副産物量を含めて計算することができる。

4. おわりに

本稿では、道路建設時における「ゼロエミッション」の概念的な枠組みを示した。実際には既存データのみで本分析を行うことはできない状況にある。そのため今後は入手可能なデータと様々な代理指標を用いて、実際の道路整備事業をもとに実施効果を計測し、その適用可能性について検討していく予定である。

また、 E_{road} に関する分析過程は一般の産業副産物 E にも同様に適用できる。両者を含めた総合分析の実用化に関しても検討していく予定であり、これは、従来提唱されているゼロエミッションにおけるライフサイクルアセスメントにつながるものである。

参考文献

1) 吉岡完治、外岡豊、早見均、池田明由、菅幹雄 (1992) : 環境分析のための産業連関表の作成