

再生利用の経済評価に関する一考察

建設省 土木研究所 光家 康夫*
山本 聡**
次郎丸敬太**
○ 井手 統一**

By Yasuo MITSUIE, Akira YAMAMOTO, Keita ZIROUMARU, Tsunekazu IDE

近年、建設副産物の問題は、最終処分場の逼迫、環境保全や省資源に対する社会的な要請等の理由から特に首都圏等において緊急の課題となっており、問題の根本的な解決に向けて建設副産物再利用の促進に取り組む必要がある。本稿では、公共事業に建設副産物（アスファルトコンクリート、コンクリート、建設発生土、汚泥、混合廃棄物）を使用した場合の経済評価について、局所的環境汚染（再生プラント周辺の限られた地域に及ぶ環境汚染）や広域的環境汚染（CO₂の排出に伴う地球温暖化等の地域全体に被害の及ぶ環境汚染）、森林資源の減少、最終処分場の枯渇の外部費用項目を選定し、再生材と新材の外部不経済費用による単価比較を実施した。

【キーワード】建設副産物、外部費用、環境汚染

1. はじめに

都市開発や地下利用の増大に伴い建設副産物の排出量は増大しており、最終処分場・建設発生土受入適地の不足、不法投棄、住民の苦情といった問題が発生している。建設省では、建設副産物対策の中でも中心的なリサイクル推進について平成3年10月より「再生資源の利用の促進に関する法律」（通称：リサイクル法）を施行し、建設副産物のリサイクルを強力に推進している。今後、益々建設副産物が増大すると予測される中で、この問題の根本的解決に向けて建設副産物の再生利用促進に取り組む必要があるため、リサイクル技術の研究開発は、建設省の重点研究課題の一つに指定されている。

再生材を利用するか否かについては、現在の問題点の抽出・改善、さらに環境及び省資源といった社会全体の便益にも配慮することが必要である。

2. 再生利用の経済評価方法

(1) 外部費用の定義

外部費用の定義は、「ある経済主体の行動結果が市場での取引を通してでなく、直接他の経済主体に影響を及ぼすとき、その影響を貨幣的に評価したものをいい、そのうち、デメリットとなるものを外部不経済費用という」である。

(2) 対象副産物の種類

アスファルトコンクリート、コンクリート、建設発生土、汚泥、混合廃棄物の5つについて検討した。

(3) 対象地域

建設副産物の処理・処分方法が緊急の課題となっている首都圏を考慮して、東京都、神奈川県、千葉県の一都二県とした。

(4) 外部費用項目の選定

新材、再生材ともいくつかの外部費用項目が想定されるがここでは共通する事項である生産、再生施設及び最終処分場による局所的環境汚染と広域的環境汚染、さらに経済活動で間接的に生じる森林の減少（伐採）、最終処分場の不足による管理型最終処分費の高騰分とした。

* 積算技術研究官 0298-64-2486

** 積算技術研究センター システム課
0298-64-2211

(5) 外部費用算定方法

選定した外部費用項目に対する算定方法を以下に示す。

a) 局所的環境汚染

処理・処分場に起因する大気汚染、騒音、振動、美観の損失等によって引き起こされる地価下落額を計上し、ヘドニック法（不動産価値法）によって外部費用の算定を行った。

建設副産物の数量単位（t）当たり外部費用 C_1 （円/t）は次の式により求められる。

$$C_1 = \frac{\Delta P \times \omega}{S}$$

ただし、 ΔP ：処理・処分場の環境汚染によって引き起こされた地価下落額（円）

ω ：地代の利回り

S ：年間処理・処分量（t）

ここで、地価下落額 ΔP を算定する方法としては、処理・処分場運転開始前後の地価の動向から算定する時点比較方式（相続税路線価が存在する場合）と処理・処分場周辺地域と比較対象の地価を比較する地点評価方式の2方式を使用した。しかし、処理・処分場及び残土処分場のデータについては、公表されたデータが存在しないため、「工業統計表」（通商産業省）の県単位データ等を用いて外部費用を算定するものとした。

①時点比較方式

評価対象地域（当該処理・処分場に起因する環境汚染が及んでいる地域）を、地域内を横断する路線によってさらに細かい小地域 a_i （ $i=1, \dots, k$ ）に分割し、各小地域と時点評価地域とで、処理・処分場運転開始後の地価の推移より地価下落率を求めることによって、地価下落額 ΔP を算定した。

$$\Delta P = \sum_{i=1}^k \Delta P_i$$

$$\Delta P_i = \frac{\alpha_i}{1 - \alpha_i} \times P_{a_i}$$

ただし、 ΔP_i ：小地域 a_i における地価下落額（円）

α_i ：小地域 a_i における地価下落率

P_{a_i} ：小地域 a_i の地価総額（円）

（処理・処分場運転開始後の値）

②地点比較方式

環境汚染以外の地価決定条件が等しい評価対象地域と地点比較地域の地価総額の差を、環境汚染による地価下落額 ΔP とした。

$$\Delta P = P_B - P_A$$

ただし、 P_B ：地点比較地域の地価総額

P_A ：評価対象地域の地価総額

③県単位データを用いる場合

$$\Delta P = \chi \times \psi \times P \times \alpha$$

ただし、 χ ：工場の総敷地面積（ m^2 ）

ψ ：環境汚染地域面積／敷地面積

P ：公示地価（円/ m^2 ）

α ：地価下落率

b) 広域的環境汚染

CO_2 排出の外部費用の算定を行った研究事例としては数種のものが知られているが、本検討では汎用性が高い宇沢フォーミュラを用いて外部費用の算定を行った。

CO_2 排出による重量単位（t）当たりの外部費用 C_2 （円/t）は、次の式で求められる。

$$C_2 = E \times R \times P_t$$

$$P_t = \frac{\beta}{\delta + \mu} \times \frac{N}{\bar{V} - V} \times y_t$$

ただし、 E ： CO_2 濃度（C-t/円）

R ：各処理・処分施設毎の建設副産物の受入れ単価、また碎石製造工場及び土採掘現場については碎石及び購入土の単価（円/t）

P_t ：t年度に CO_2 を1C-t排出したことにより生じる外部費用（円/C-t）

β ：地球温暖化によって引き起こされる状態に対して人々がその被害をどの程度深刻に受けとめるかを表す指標（ $0 < \beta < 1$ ）

δ ：社会的割引率

μ ：大気中の CO_2 が1年間に海洋面に吸収される比率

N : 世界の総人口 (人)
V : 大気中におけるCO₂の蓄積量
(C-t)
 $\bar{V}$: 大気中におけるCO₂の蓄積量の
臨海水準 (C-t)
y_t : t 年度における1人当たりの国
民所得 (円/人)

外部費用の算定に当たって、各建設副産物の処
理・処分施設が属する産業連関表上の産業部門と、
対応するCO₂濃度を表-1に示す。

表-1 各処理・処分施設が属する産業連関表上の産業部門及びCO₂濃度

建設副産物	処理・処分施設	産業連関表上の産業部門	CO ₂ 濃度E (c-t/円)
ア ス コ ン	アスコン製造工場	産業廃棄物処理 (産業)	6.70×10^{-7}
	中間処理場		
	再生処理場		
	安定型最終処分場		
コンクリート	中間処理場	産業廃棄物処理 (産業)	6.70×10^{-7}
	安定型最終処分場		
	砕石製造工場		
建設発生土	土採掘現場	砕石	2.09×10^{-6}
	土質改良プラント	砂利・採石	1.64×10^{-6}
	残土処分場	産業廃棄物処理 (産業)	6.70×10^{-7}
		港湾・漁港	1.53×10^{-6}
汚 泥	中間処理場	産業廃棄物処理 (産業)	6.70×10^{-7}
	管理型最終処分場		
混合廃棄物	中間処理場	産業廃棄物処理 (産業)	6.70×10^{-7}
	安定型最終処分場		

また、t 年度にCO₂を1C-t 排出したことにより
生じる外部費用P_tを算定するために用いた定数
を表-2に示す。

表-2 CO₂排出による外部費用P_tの算定に用いる定数

定 数	採用した値
社会的割引率 δ	5%/年
海洋面のCO ₂ 吸収率 μ	4%/年
CO ₂ 蓄積量の臨海水準 $\bar{V}$	1兆2,000億c-t
CO ₂ 蓄積量 V	8,000億c-t
地球温暖化の深刻度 β	0.1
世界の総人口 N	52億人 (1990年度)
1人当たりの国民所得 y _t	277万円/人 (1990年度)

c) 森林の減少

建設副産物の処理・処分から経済活動の上で
間接的に生じる森林の伐採について外部費用の
算定を行った。

$$C_3 = F \times R \times Q_t$$

$$Q_t = \frac{\gamma}{\delta} P_t$$

$$F = \frac{\varepsilon \times \omega \times \theta}{\eta \times \lambda}$$

ただし、F : 建設副産物を単位金額当たり処理
・処分する際に伐採される森林の
面積 (ha/円)

R : 各処理・処分施設毎の建設副産物
の受入れ単価、また砕石製造工場
及び土採掘現場については砕石及
び購入土の単価 (円/t)

Q_t : 森林1haを伐採することによって
CO₂吸収量が抑制されることから
生じる外部費用 (円/ha)

γ : 森林1ha当たりの1年間に吸収する
CO₂量 (C-t/ha)

δ : 社会的割引率

P_t : t 年度にCO₂を1C-t 排出したこ
とにより生じる外部費用 (円/
C-t)

ε : 国内森林需要 (m³/年)

ω : 国内森林面積 (ha)

θ : 建設副産物を単位金額当たり処理
・処分する際の木材生産額
(円/円)

η : 国内森林容量 (m³)

λ : 国内木材生産額 (円/年)

表-3に森林の減少の外部費用算定に用いた定
数を示す。

表-3 C₃算定に必要な諸定数

定 数	値
森林1ha当たりCO ₂ 吸収量 γ	5c-t/ha
国内森林需要 ε	1.11×10^8 m ³ /年
国内森林面積 ω	2.52×10^7 ha
国内森林容量 η	3.14×10^9 m ³
国内木材生産額 λ	7.47×10^9 円/年

d) 最終処分場の枯渇

累積最終処分量vと処分コストc (円/t) と
の関係を経年で調査し、累積最終処分量が1単位
増加するときの処分コストの増加分 $\Delta c / \Delta v$ を
処分場枯渇による外部費用C₄ (円/数量単位)
とした。

cとvとの間に、以下の様な線形関係が回帰分
析で求められたとする。

$$c = a v + b$$

この場合、

$$C_4 = a \text{ となる。}$$

なお、累積最終処分量 v については、廃棄物処理法が制定された1970年度を起点とした。

3. 外部費用算定結果

(1) 局所的環境汚染

算定結果をまとめたものを図-1に示す。中間中間処理については、最終処分、残土処理に比べて外部費用は小さい値となった。

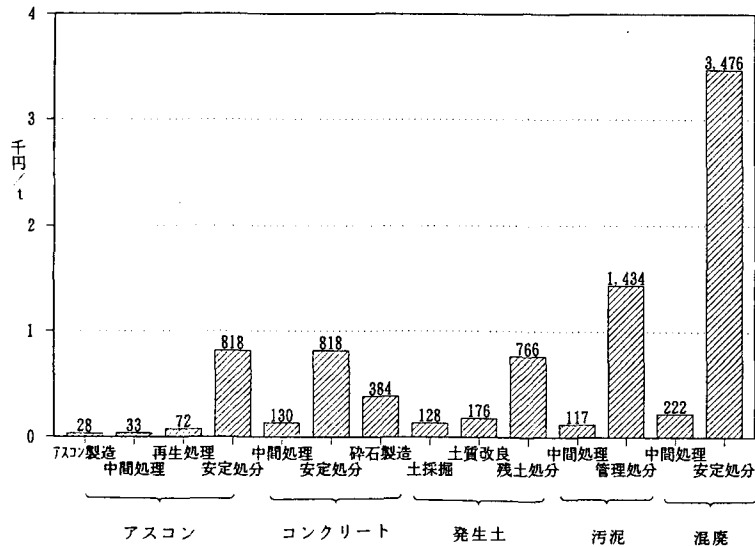


図-1 局所的環境汚染による外部費用の算定結果

(2) 広域的環境汚染

算定結果をまとめたものを表-4に示す。

表-4 広域的環境汚染による外部費用の算定結果

建設副産物	処理・処分施設	外部費用
アスコン	アスコン製造工場	1,635円/t
	中間処理場	31円/t
	再生処理場	445円/t
	安定型最終処分場	126円/t
コンクリート	中間処理場	35円/t
	安定型最終処分場	126円/t
	砕石製造工場	123円/t
建設発生土	土探掘現場	46円/t
	土質改良プラント	74円/t
	残土処分場	162円/t
汚泥	中間処理場	115円/t
	管理型最終処分場	134円/t
混合廃棄物	中間処理場	201円/t
	安定型最終処分場	535円/t

(3) 森林の減少

算定結果をまとめたものを表-5に示す。

表-5 森林の減少による外部費用の算定結果

建設副産物	処理・処分施設	外部費用
アスコン	アスコン製造工場	2.02×10^{-3} 円/t
	中間処理場	0円/t
	再生処理場	0円/t
	安定型最終処分場	0円/t
コンクリート	中間処理場	0円/t
	安定型最終処分場	0円/t
	砕石製造工場	3.86×10^{-1} 円/t
建設発生土	土探掘現場	0円/t
	土質改良プラント	0円/t
	残土処分場	4.89×10^{-2} 円/t
汚泥	中間処理場	0円/t
	管理型最終処分場	0円/t
混合廃棄物	中間処理場	0円/t
	安定型最終処分場	0円/t

(4) 最終処分場の枯渇

回帰分析を行った結果、 v と c の関係は、以下のとおりであった。(図-2)

$$c = (2.64 \times 10^{-6}) \times v - 109.2$$

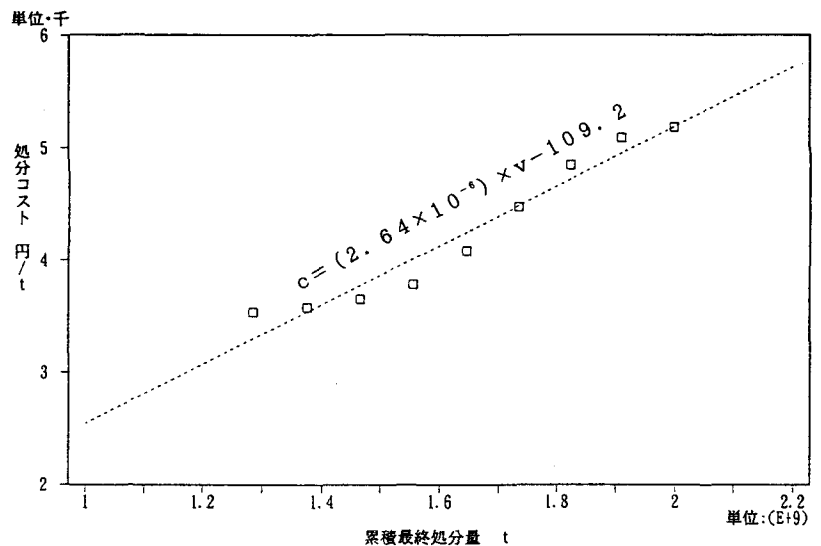


図-2 累積最終処分量と処分コストとの関係

算定結果をまとめたものを表－6に示す。

表－6 最終処分場の枯渇による外部費用の算定結果

建設副産物	処理・処分施設	外部費用
ア ス コ ン	安定型最終処分場	5.54×10^{-6}
コンクリート	安定型最終処分場	1.88×10^{-6}
汚 泥	管理型最終処分場	2.64×10^{-6}
混合廃棄物	安定型最終処分場	8.00×10^{-6}

(5) 外部費用算定結果のまとめ

外部費用算定結果をまとめたものを表－7に示す。

表－7 外部費用の算定結果のまとめ

(単位：円／t)

建設副産物	処理・処分施設	外部費用の発生要因				合 計
		局所的環境汚染 C_1	広域的環境汚染 C_2	森林の減少 C_3	最終処分場の枯渇 C_4	
ア ス コ ン	アスコン製造工場	28	1,635	2.02×10^{-3}	-	1,663
	中間処理場	33	31	0	-	64
	再生処理場	72	445	0	-	517
	安定型最終処分場	818	126	0	5.54×10^{-6}	944
コンクリート	中間処理場	130	35	0	-	165
	安定型最終処分場	818	126	0	1.88×10^{-6}	944
	砕石製造工場	384	123	3.86×10^{-1}	-	507
建設発生土	土採掘現場	128	46	0	-	174
	土質改良プラント	176	74	0	-	250
	残土処分場	766	162	4.89×10^{-3}	-	928
汚 泥	中間処理場	117	115	0	-	232
	管理型最終処分場	1,434	134	0	2.64×10^{-6}	1,568
混合廃棄物	中間処理場	222	201	0	-	423
	安定型最終処分場	3,476	535	0	8.00×10^{-6}	4,011

外部不経済項目毎に各副産物の外部不経済費用の大きさをみると、森林の減少及び最終処分場の枯渇は、ほとんど無視できるほど小さいことがわかった。また、外部費用の発生の主要因であると考えられる局所的環境と広域的環境について、表－8に示す。局所的環境で処分施設に着目すると汚泥（管理型最終処分場）、アスコン、コンクリート塊（安定型最終処分場）、発生土（残土処分場）の順に外部費用が大きくなっている。搬入の際に脱水を必要とする管理型最終処分場、規定さ

れた径以下に破碎・切断する必要がある安定型最終処分場、特に脱水及び破碎・切断の必要がない残土処分場というように、受入れ条件が厳しくなるほど外部費用が大きくなる傾向がある。広域的環境では、生産、再生過程でアスコンが大きくなっている。

表－8 外部不経済項目と副産物の外部不経済費用の関係

外部不経済項目		小 ← 外部不経済費用の大きさ → 大				
広域的	生産施設	発生土		コンクリート塊		アスコン
	再生施設	コンクリート塊	発生土	汚 泥	混 廃	アスコン
	処分施設	アスコン、コンクリート塊		汚 泥	発生土	混 廃
	局所的	アスコン		発生土		コンクリート塊
局所的	生産施設	アスコン		発生土		コンクリート塊
	再生施設	アスコン	汚 泥	コンクリート塊	発生土	混 廃
	処分施設	発生土		アスコン、コンクリート塊		汚 泥
	局所的	発生土		アスコン、コンクリート塊		汚 泥

表－9 新材、再生材を利用した場合の外部不経済費用の比較

建設副産物	材料別	外部不経済項目	外部不経済費用 (円/t)		新材－再生材 (円/t)
アスコン	新材	アスコン製造工場	1,700	2,600	2,100
		安定型最終処分場	900		
	再生材	再生処理場	500	500	
コンクリート塊	新材	砕石製造工場	500	1,400	1,200
		安定型最終処分場	900		
	再生材	中間処理場	200	200	
建設発生土	新材	土採掘現場	200	1,100	800
		残土処分場	900		
	再生材	土質改良プラント	300	300	
汚 泥	新材	管理型最終処分場	1,600	1,600	1,400
	再生材	中間処理場	200	200	
混合廃棄物	新材	安定型最終処分場	4,000	4,000	3,600
	再生材	中間処理場	400	400	

次に、表－9に示すように新材と再生材を利用した場合の外部不経済費用の比較を行った。ここで、製造→現場→処分を新材のプロセス、再

生処理→現場→再生処理を再生材のプロセスと仮定し、工場・採掘現場・最終処分場を新材を取り扱う施設、中間処理場・再生処理場を再生材を取り扱う施設として試算した。

その結果、選定した外部費用項目について社会的便益を考慮すれば、各副産物に対して私的費用が1t当たり約800～3,600円高い価格までは再生材の購入について検討する必要があることがわかった。

4. おわりに

今回、環境保全や省資源が緊急の課題となっている一都二県について、5つの建設副産物の外部費用を算出することから新材と再生材のコスト比較を試みた。その結果、新材は、再生材に比べかなり高価となることがわかった。

このような現状を踏まえて、建設副産物の再生材利用促進の観点から国民に経済的なコンセンサスが得られるように、地域性等、新材と再生材のコストに影響を及ぼす主要因を考慮したりサイクル工事の選定基準案づくりについて検討したいと考えている。

【参考文献】

- 1) Uzawa, H. "Global Warming Initiatives: The Pacific Rim," in R. Dornbusch and J. M. Poterbaeds., Global Warming: Economic Policy Responses, MIT Press, pp.275-324, 1991.
- 2) (社) 建築業協会、(社) 日本土木工業協会「建設副産物の処分実態と今後の見通し」平成3年3月
- 3) Greenberg and Hughes 1992.
Greenberg, M. and J. Hughes, The impact of hazardous waste Superfund sites on the value of houses sold in New Jersey, Ann. Reg. Sci., Vol.26, pp.147-153, 1992.
- 4) Michaels and Smith 1990.
Michaels, R. G. and V. K. Smith, Market Segmentation and Valuing Amenities with Hedonic Models : The Case of Hazardous Waste Sites, J. Urban Econ, Vol.28, pp.223-242, 1990.
- 5) McClland et al. 1990.
McClland, G. H., W. D. Schulze and B. Hurd, The Effect of Risk Beliefs on Property Values : A Case Study of a Hazardous Waste Site, Risk Analysis, Vol.10, pp.485-497, 1990.

A Study on the Economic Evaluation for Recycled Material

The problem on construction waste has become urgent, especially in Tokyo metropolitan area, from the viewpoint of resource saving, the protection of environment and the insufficiency of landfill sites. Towards the complete settlement of the problem, the reuse of construction waste have to be promoted. In this paper, first, external costs on the reuse of wastes including asphalt-concrete, concrete, soil, sludge and mixed waste are evaluated. Secondly, the social costs of virgin and recycled materials (both costs consist of internal and external) are compared. The evaluation of external cost are performed, for local pollution, which influences all over the world such as CO₂ emission, the reduction of forest, and the exhaustion of landfill site.