

建設産業における静脈物流システムの構築*

Design of Reverse Logistics System for Closed Loop Supply Chains in Construction*

中村裕幸**

By Hiroyuki NAKAMURA**

1. はじめに

循環型社会における建設ロジスティクスは、動脈物流と静脈物流で構成される。動脈側を構成する資材の使用や生産・物流・流通システム等に対する投資は、経済的評価をベースに意思決定が行われる。一方静脈側では経済的評価の行いにくい環境問題の側面が強く、循環型社会システムとしての経済評価を行う際の障害となっている。筆者は、建設作業所への資材納入に関する動脈側の一連の実験的研究^{文 1-13)}を行ってきた。本論では、これらの結果を踏まえ、循環型社会のために必要な静脈側物流システムの設計について報告する。

2. 循環型社会経済システムと建設ロジスティクス

昨今、循環型社会の成立に向け、さまざまな取り組みが行われている。循環型社会とは、循環型社会形成推進基本法(2000年6月2日公布)において、“製品等が廃棄物等となることが抑制され、並びに製品等が循環資源となった場合においてはこれについて適正に循環的な利用が行われることが促進され、及び循環的な利用が行われない循環資源については適正な処分が確保され、もって天然資源の消費を抑制し、環境への負荷ができる限り低減される社会をいう。”と定義されている。これに対し、植田^{文 14)}は“現在の廃棄物を大量に排出する技術体系や社会システムを前提にして、排出された廃棄物をリサイクルしようと試みる社会のことでなく、技術体系や社会経済システムそのものを大量廃棄型から循環型へ転換することで、人間活動と自然との

*キーワード：循環型社会，建設ロジスティクス，静脈物流

**工修，清水建設(株)技術研究所

(東京都江東区越中島3-4-17，

TEL03-3820-5510，FAX03-3820-5955)

関係において最も環境親和的状态を作り上げる社会”と定義を拡張している。

本研究では後者の定義を採用し、循環型社会の実現に対し建設ロジスティクスの観点からアプローチする。

なお、本論文では一般にロジスティクスが動脈物流と同意に扱われていることを踏まえ、静脈側におけるロジスティクスという意味で静脈物流を用いる。特に廃棄物の収集運搬等をさす場合には、物的流通を用いる。

(1) 循環型社会と静脈産業

循環型社会への転換において、建設ロジスティクスが貢献できる領域は次の4項目にまとめられる。

動脈物流との組み合わせにより構築される循環型建設生産システムの実現による、リサイクル率(資源循環率)の向上と、さらなる資源循環によるCO2の削減

動脈物流と静脈物流を統合することにより向上される資材輸送システムの実現による、道路交通渋滞の解消や沿道・都市環境の向上

静脈産業の成熟による周辺既存産業の効率化、および新規産業の拡大による雇用の増大

新規産業の創出による周辺基盤整備へのPFIの適用促進

循環型社会を作り上げるためには、「安全・透明性」「公共・社会性」「効率・経済性」を担保した静脈産業のシステムティックな仕組みの整備が必要である。

それぞれの目的とそれらを具体化するための手段を表-1にまとめる。

表 - 1 循環型社会に必要な「安全・透明性」「公共・社会性」「効率・経済性」の目的と
具体化の手段例

	安全・透明性	公共・社会性	効率・経済性
目的	<ul style="list-style-type: none"> 不法投棄の防止の仕組みを含む適正処理 トレーサビリティの確保 廃棄物品質の保証 	<ul style="list-style-type: none"> 車輛のCO2発生抑制 市街部交通量の抑制 最終処分量の削減 分別回収の推進 雇用の確保 誰でも使えるオープンなシステム 	<ul style="list-style-type: none"> 廃棄物運送効率の向上 建設廃棄物のマテリアルリサイクルの向上 小口で回収しても効率が悪くならない
手段(例)	<ul style="list-style-type: none"> Internet情報発信(廃棄物の種類ごとの入出荷量とリサイクル量) GPSによる車輛追跡 廃棄物に対する品質評価と品質保証手法・システムの構築 	<ul style="list-style-type: none"> 分別によるインセンティブが自動的に働く価格差をつける 混ぜないで集荷・仕分け・搬出 ITの仕組みと物流の仕組みを開放 	<ul style="list-style-type: none"> データセンターによる情報提供 共同巡回回収 静脈物流センターでの流通加工(破碎、圧縮) 一定の品質の廃棄物を再資源化施設へ安定供給

(2) 静脈産業の社会的費用便益の定式化

植田^{文15)}はリサイクルの社会的費用便益を式(1)のように定式化している。

$$NBR = SCV + SCD - SCS \quad (1)$$

ただし

NBR: リサイクルによる純便益(社会的便益 - 社会的費用)

SCV: 処女資源を用いた場合の社会的費用

SCD: 廃棄物処理・処分の社会的費用

SCS: 再生資源を用いた場合の社会的費用

式(1)の各項はそれぞれ式(2)~(4)で表され、それぞれを(1)に代入し式(5)を得る。

$$SCV = Vc + Vp + Vf \quad (2)$$

ただし

Vc: 処女資源1トンの費用

Vp: 1トンの処女資源を加工することから発生する環境汚染のインパクト

Vf: 1トンの処女資源を確保するために消費される天然資源・アメニティの損失

$$SCD = Sc + Sr + Sp + Sd + Sa \quad (3)$$

ただし

Sc: 処理・処分のための収集費用

Sr: 焼却等の処理費用

Sp: 処理の過程で発生する環境汚染のインパクト

Sd: 処分費用

Sa: 埋立処分地による自然破壊や環境汚染等処分の過程で発生する環境の損失

$$SCS = Scr + Ss + Spr \quad (4)$$

ただし

Scr: リサイクルのための収集費用

Ss: 選別、加工のための費用および工場までの輸送費用

Spr: 1トンの再生資源を加工することから発生する環境汚染によるインパクト

$$NBR = (Vc - Sc) + (Vp + Vf + Sp + Sa + Spr) + (Sc - Scr) + Sr + Sd + A \quad (5)$$

ここで、A はリサイクルその他の外部便益である。

式(5)より、特に(Sc - Scr)は廃棄物の処理・処分のための収集費用と、廃棄物をリサイクルするための収集費用との差であり、静脈側における物的流通の費用である。

3. 静脈物流システムの設計

(1) 建設系廃棄物の物的流通モデル

式(5)による評価を可能にするため、現状の建設系廃棄物の物的流通を図-1のようにモデル化する。

建設廃棄物は、排出元である、様々な種類の建設工事現場から排出された建設副産物が、からの5本のルートを通り、再資源化および最終処分されている。また、不法投棄はこれらルート上の()および()で発生していることを表す。

以上の静脈物流のモデルを元に、静脈物流システム設計の条件として下記を設定した。

都市環境向上のため車両台数を低減しつつ回収効率を向上させる物流システムであること。

廃棄物の不法投棄防止のおよび、再資源化の原材料としての品質および量の確保の観点から、トレーサビリティを担保できること。

産業廃棄物の取引市場形成や市場競争力の強化のための情報生成と整理および提供となる情報システムおよびそれを運用する体制を含むこと。

(2) 静脈物流システムの設計例

上記設計条件を満足する設計例を順に示す。なお、これらを可能にする共通条件を下記にまとめる。

- ・ 廃棄物をコンテナ化し、それぞれにID(荷札)を付与(モノと情報の一致)すること。
- ・ ユニットロード化された廃棄物の流通をIT(情報管理)により効果的にコントロールすること。
- ・ リサイクルマーケットの拡大を可能とするため、リサイクル資源の安定供給が行えること。

脈物流センターを都市内に配置し、ここを拠点とする多頻度小口(巡回)回収を行う。: 図-1に示す大規模な中間処理場は都市圏の周辺に点在

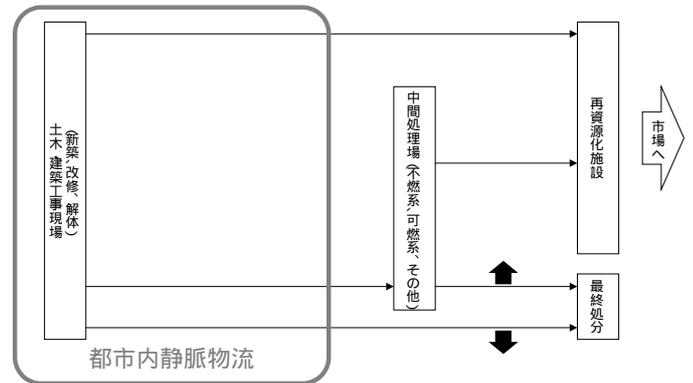


図-1 静脈物流のモデル

する。特に首都圏では大量に発生する中心部の建設廃棄物を回収するため、周辺部で発生する交通渋滞を通過するため、中間処理場を基点とする4トン車による1日あたり2サイクルの回収が一般的である。このため中間処理場では相対的に多数の回収車を利用することで対応しているのが現状である。したがって、輸送効率が悪く相対的な回収車両の増大によって、都市環境の悪化や輸送費用の増加をもたらしている。しかし、中心部での移動は比較的容易であり(首都圏内部に中間処理場をもつ零細回収業者では平均4サイクルである)廃棄物の一時保管及び周辺中間処理場への大型車両による大量輸送を行うための方面別仕分け機能をもつ静脈物流センターを設置することで回収効率を向上させ、かつ車両台数も低減させる。これは特に、保管場所が制限される多数存在する小規模現場に対し、多頻度で分別精度の良い回収を可能にする。

GPSを用いた副産物輸送管理システムによる廃棄物の位置および量及び質の情報化を行う。: 廃棄物のトレーサビリティを担保するためには、廃棄物および回収・納入などの作業の位置と時間履歴の連動が必要である。廃棄物については容器単位、または4トン車1車単位の排出を行う。これら廃棄物は排出時に質と内容及び量を回収車運転手が入力し、それぞれの排出単位ごとにユニークなIDが現場ごとに付与される。静脈物流センターや中間処理場その他での積み下ろしに関しては、その都度これらIDを照合する。

産業廃棄物輸送管理システムやその他廃棄物関連情報を一元化し、環境面や廃棄物に関する情報を市場に提供するリバースロジスティクスサービスセンター（RLSC）を組織する。：動脈側での経済性は主に経済的価値によって決まるが、静脈側における廃棄物問題は経済的価値を評価しにくい環境問題の側面が強いため、循環型社会経済システムへの転換が行われにくい。このためには市場が経済的価値を評価できるような廃棄物関連の情報を一元化し、提供する機能が重要となる。また、再資源化施設への原材料としての廃棄物の質及び量を調節するため、動脈側の卸業に対応する静脈卸を提案する。

以上の条件を考慮し設計した静脈物流システムの概要を図 - 2 に示す。

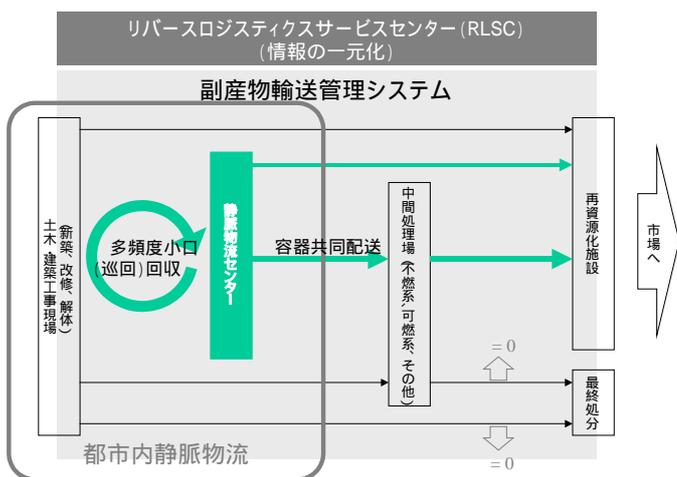


図 - 2 静脈物流システム設計例

4 . おわりに

経済的評価に必要な様々な情報を生成し、さらに建設廃棄物のトレーサビリティの担保と産業廃棄物市場の形成促進、市場に於いて取引される建設廃棄物の市場競争力の強化を支援することを狙った静脈物流システムの設計を行った。

以上のうち、現在清水建設の作業所において、(株)ユーワ（中間処理業）およびNTT東日本(株)と共同で、GPSを用いたイベントトリガーシステムを改良した副産物輸送管理システムの各機能の検証を行っている。

以上の検討を元に、早稲田大学アジア太平洋セ

ンター建設EDI共同研究会において、本設計で立案した静脈物流センターの有効性に関する静脈物流システムの実証実験を2002年9月より行うため準備を行っている。（国土交通省よりの委託事業）

以上の活動を通じ、式（5）による社会便益の評価や、静脈産業の形成に貢献できれば幸いである。

参考文献

- 1) 建設ロジスティクスの研究（その1）、小規模作業所グループ管理の新しい考え方、中村他、日本建築学会大会学術梗概集（関東）、1997年9月、pp1095-1096
- 2) 建設ロジスティクスの研究（その2）、小規模作業所での実態調査に基づく労務投入モデル作成、岡澤他、同上、pp1097-1098
- 3) 建設ロジスティクスの研究（その3）、小規模作業所への建設資材輸送の実態調査、沼田他、同上、pp1099-1100
- 4) 建設ロジスティクスの研究（その4）、作業所への巡回配送実態、中村他、日本建築学会大会学術梗概集（九州）、1998年9月、pp981-982
- 5) 建設ロジスティクスと新しい情報化の流れ、中村、第5回建築設計および生産情報の流れシンポジウム、1998年10月、pp21-31
- 6) 建設ロジスティクスの研究（その5）、建設物流システムの考え方、中村他、日本建築学会大会学術梗概集（中国）、1999年9月、pp503 - 504
- 7) 建設ロジスティクスの研究（その6）、情報システムの構築、須長他、同上、pp505 - 506
- 8) 建設作業所の資材搬出入実態と資材輸送費比率の推定、中村他、日本建築学会構造系論文集、第529号、203 - 210、2000年3月
- 9) Construction Logistics System, Nakamura, Fifth International Conference, Asia-Pacific Region of Decision Sciences Institute, 2000, July 24-27
- 10) 建設ロジスティクスの研究（その7）物流効率化実験、中村他、日本建築学会大会学術梗概集（東北）、2000年9月、pp109-110
- 11) 建設ロジスティクスの研究（その8）建設物流EDIシステム構築のための予備実験、須長他、同上、pp111-112
- 12) 建設ロジスティクスの研究（その9）建設作業の生産性評価、岡澤他、同上、pp113-114
- 13) 建設ロジスティクスの研究（その10）、建設ロジスティクスネットワーク構造のパターン化、中村裕幸、日本建築学会大会学術梗概集（東京）、2001年9月、pp1065-1066
- 14) リサイクルの百科事典、植田和弘、丸善、2002年2月25日、pp. 156 - 168
- 15) 廃棄物とリサイクルの経済学、植田和弘、有斐閣選書、1999年