

建設発生土再利用のための情報交換システムの改善策に関する研究

名古屋工業大学 学生員○村井 康介 名古屋工業大学 正会員 秀島 栄三
名古屋工業大学 学生員 林口 暢高 名古屋工業大学 正会員 山本 幸司

1. はじめに

限りある資源を有効利用し廃棄物を減少することは、今日の環境問題の中で非常に重要な課題である。なかでも建設副産物に関しては、廃棄物全体に占める最終処分量の割合の多さや不法投棄という社会問題からも再利用の促進が急がれる。「建設副産物実態調査(センサス)」¹⁾によれば、近年の社会情勢や景気悪化などの影響を受け、建設工事に伴う建設発生土の総量は減少する傾向にあるが、リサイクル率は未だ低いレベルにとどまっている(図1)²⁾。

建設現場からの残土を別の工事現場で再利用するというプロセスを一つの社会的なシステムとしてみた場合、最適化問題の一つと考えられる。端的には、和田・山本³⁾が示したように線形計画法あるいは輸送問題を用いて輸送費と保管費の総費用最小化を求めることが挙げられるが、ここでは関係者が確定的であること、システムに関する情報(時間的変化も含めて)を全ての関係者が共有できていることが前提となっている。一方、リサイクルプロセスの現場をみると、なかなか社会的効率性は改善されないようである。そこで本研究では、漸次的に社会的最適状態に到達させるための方策について検討する。具体的には、関係主体は個別に行動し、情報が不完全であることを前提とした上で、第三者(自治体等)が関係主体に情報提供を強制するのは不可能であるため、可能な限り情報提供を促進させ、それにより需給のマッチングを促進させる場合について考察する。

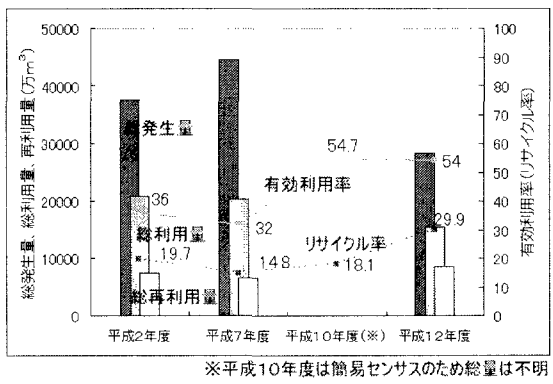


図1 建設発生土の近年の動向

2. 建設発生土再利用プロセス

(1) 発生土輸送モデル

図2に、和田・山本³⁾に基づく建設発生土再利用プロセスの捉え方を示す。輸送費、保管費を含む総費用を最小化するような配分計画が行われる。建設発生土の土質区分第4種⁴⁾や建設汚泥を再利用プロセスに乗せる場合には、土質改良プラントにおいて所定の処理を行う必要がある。また、発生した時期と再利用される時期とがうまく一致しない場合はストックヤード(仮置場)に保管することになるが、ここでは保管費が課せられる。いずれの需要側の工事現場にも受け入れられない土は最終処分場に運ばれる。一方、建設発生土だけで需要を満たすことができない場合はバージン材により補われる。この場合はバージン材の購入費を要する。

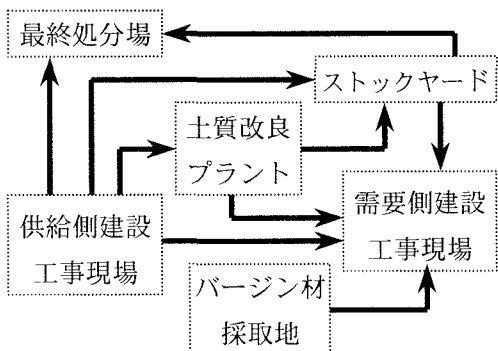


図2 再利用プロセス

(2) 問題の定式化

上述のプロセスを踏まえ、各時点における地点間の土輸送量の配分を輸送計画問題として定式化する。バージン材購入、廃棄処分をできるかぎり行わないようにするには計算上、それらに係る費用パラメーターを操作的に大きくすればよい。

$$\sum_{i=1}^{I+S} \sum_{j=1}^{J+1} (m_{kij} + c_s) x_{kij} + \sum_{y=1}^Y \sum_{j=1}^J (m_{kyj} + c_{ky}) x_{kyj} + \sum_{i=1}^I \sum_{z=1}^Z (m_{kiz} + c_{kz}) x_{kiz} \longrightarrow \min$$
$$\text{s. t. } \sum_{j=1}^{J+1} x_{kij} + \sum_{z=1}^Z x_{kiz} = a_{ki} \quad (2) \quad \sum_{i=1}^{I+S} x_{kij} + \sum_{y=1}^Y x_{kyj} = b_{kj} \quad (3) \quad \sum_{j=1}^J x_{kij} + \sum_{z=1}^Z x_{kiz} + \sum_{s=1}^S x_{kss} = x_{kas} \quad (4) \quad \sum_{i=1}^I x_{kis} + \sum_{s=1}^S x_{kss} = x_{kbs} \quad (5)$$

ただし添字の i は供給地、j は需要地を表す。(i, j それぞれにストックヤード s を含む。) y は山土供給場、z

は処分場、 k は土の種類。 m_{ij} , m_{yj} , m_{iz} は地点間の単位量あたり輸送費、 c_s は単位量あたりストックヤード保管費、 c_y は単位量あたり山土購入費、 c_z は単位量あたり処分費、 x_{ij} , x_{yj} , x_{iz} は輸送土量、 a_i は供給地 i の総供給量、 b_j は需要地 j の総需要量。 x_{kas} , x_{kbs} はそれぞれストックヤードからの輸送土量、ストックヤードへの輸送土量であるが、それぞれ上限を考える ($x_{kas} \leq a_{ks}$, $x_{kbs} \leq b_{ks}$)。変数 x は全て非負で、パラメーターは全て正值。

3. 新たな情報システム導入の有効性

建設発生土の再利用を行ううえで必要な情報として、1) 発生土の供給地（発生場所）と需要地、2) 工事（残土の供給、需要）の日時、3) 供給量と需要量、4) 供給、需要日時が前後何日まで調整可能であるか、などが挙げられる。特に4) は再利用率を向上させる上で重要な情報といえる。これらの情報を一元的に管理するには情報化技術のみならず人的資源も含めた相応の情報収集提供を可能とするシステムの構築が必要である。建設発生土再利用のために、すでに表形式データの提供による情報交換システムは存在しているが、ヒアリングによれば十分活用されていないのが実状である。手間を掛けて情報を入力してもなかなか需要先が見つからないということであった。絶対的な需給のアンバランスもその原因として挙げられるが、発生土を再利用することが社会的には好ましいもののそれを個々の関係者が実現しようとするインセンティブは十分でないこと、調整コスト（実行上の労力、待機の労力など）が小さくないことも原因と考えられる。

以上の問題に対して二つの検討を行うべきと考えられる。一つは、近年の情報通信技術の発達に立脚する改善策の検討である。また一つは、調整コストを最小化するための工夫、ルールといった、どちらかといえば人的側面からの改善策の検討である。以下では特に前者について議論を続ける。

現在導入されつつある建設 CALS の一環として、インターネットを利用した情報収集・提供サービスを活用することが考えられる。このようなインターネット情報システムは様々な場面で使われており、現場内での情報共有や現場の技術者と発注者側の担当者とが共有することによって効率性の面で著しい成果を挙げている。本稿では基本フレームのみ示すこととするが、図3のように供給側、需要側、データベース、処理システムをインターネット上で一括管理するうえで再利用計画に関わる地域の情報を全て同一のデータベースに蓄積し、新しい事前情報が入力されるたびに処理システムによって計算処理された詳細情報が逐一供給側・需要側に送信されるという方法が考えられる。これ

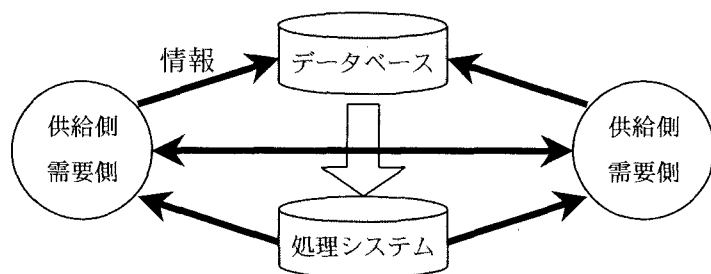


図3 インターネット上の情報交換

によって、残土再利用における時間変化への対応が改善される。また、インターネット上において、交換相手との簡単なコミュニケーションが可能となることも重要である。情報提供に基づく意思決定が行われる場合、誰に送信すべきか／すべきでないか、誰が更新すべきかを検討する必要があり、このためのロック機能をどのように設定するかも重要である。

4. おわりに

前章において本研究で構築する情報システムのイメージについて述べたが、システムはまだ完成しておらず、講演時に詳細を紹介することとする。現状では、従来のシステム最適化（供給地需要地間の配分計算）よりも時間変化への対応が過度に優先されるといった問題などがあり、修正を重ねているところである。

【参考文献】

1) 国交省:平成 12 年度建設副産物実態調査,2001., 2) 林口,秀島,山本: 建設発生土再利用のための主体間マッチングに関する基礎的考察,土木計画学研究・講演集 Vol.26., 2002, 3) 和田,山本:建設残土の再利用計画に対する輸送問題の適用に関する研究,土木計画学研究・論文集 Vol.11, 1997., 4) 土木研究センター:建設発生土利用技術マニュアル,1997.