

土石系循環資源の需要供給システムに関する現状分析

九州大学大学院 学生会員 ○日名子 慶 正会員 中山 裕文 島岡 隆行
 国立環境研究所 正会員 大迫 政浩 エックス都市研究所 正会員 小林 均

1. はじめに

土石系廃棄物等に分類される、がれき類、無機性の汚泥、鉱さい、土砂などは、平成17年度のわが国の産業廃棄物等の排出量8.9億tのうち5.4億tを占めている。一方で、土石系廃棄物等は土石系循環資源として年間3億tが循環的に利用されている。しかしながら、様々な要因の影響を受け、土石系廃棄物等の需給動向が年々変化していることから今後の土石系廃棄物等の需給バランスの崩壊が危惧されている。これに対応するためには将来の循環的利用のあり方を検討する必要があるが土石系の資源は種類、発生要因、利用先などが多岐にわたるため、供給、需要のそれぞれについて分析する必要がある。本研究では、土石系循環資源を供給面と需要面のそれぞれの視点に分け、供給面、需要面のそれぞれにおいて土石系循環資源をとりまく背景と課題を整理することで、現状を把握した。さらに将来の土石系物質フローのあり方について特に道路事業のマテリアルバランスに着目した検討を行った。

2. 土石系循環資源ライフサイクルを示す物質フローと評価の視点

平成17年度の土石系廃棄物等および土石系循環資源の物質フローを図1に示す。土石系廃棄物等は建設業やその他の産業から年間5.4億tもの量が発生している。発生源としては、ストック解体由来のものと産業全般の生産活動に伴い発生するものとに分類することができる。これを図中①に示す「土石系循環資源供給システム」とした。具体的には、建築物の解体や道路の修繕事業から発生するコンクリート塊、アスファルト塊、建設発生土をストック解体由来の土石系循環資源とし、港湾・空港建設、石炭火力発電所の発電課程、鉄鋼の生産過程、一般ごみ溶融施設などから発生する建設発生土、石炭灰、鉄鋼スラグ、溶融スラグを産業全般（ストック解体以外）由来の土石系循環資源とし、分析を行った。次に、需要面をみると、土石系資源の総物質投入量10.6億tのうち、7.6億tは天然資材、3億tは再生材となっている。投入された土石系資源のうち、将来廃棄物となる可能性（潜在廃棄物）という観点¹⁾から、廃棄物となる可能性の低い利用先（土地造成、港湾など）、高い利用先（道路、鉄筋コンクリート建築物など）とに分け、図中②の「土石系循環資源需要システム」とした。図2に各システムで対象とする土石系循環資源の種類、利用先、供給先の分類を示す。

3. 分析結果と考察

3.1 土石系循環資源供給システムの現状分析

土石系廃棄物等のうち、建設発生土を除いた種類別発生量（平成17年度）を図3に示す。図よりストック解体由来の土石系廃棄物等の発生量は5千8百万tであり、産業全般（ストック解体以外）における生産活動に由来するものが5千7百万tであった。ストック解体由来の土石系廃棄物等の内訳では、コンクリート塊が55%、アスファルト塊が45%となっている。これらは鉄筋コンクリート建築物の寿命や今後の道路修繕面積の変化によって発生量が変わり、将来の物質フローに大きく影響を与えることが分かる。産業全般（ストック解体以外）由来の内訳では、鉄鋼スラグが3千8百万t（67%）、石炭灰が1千百万t（19%）とこの二つで大部分を占めている。これらは今後の鉄鋼生産量、火力発電所における石炭利用量の変化に影響を受けることで産業全般由来の土石系循環資源発生量に大きく影響を及ぼす。また、図4に建設発生土の要因別発生量を示す。建設発生土発生量3億4千万tのうち9千3百万t（27%）が道路修繕等のストック解体由来であり、今後の道路修繕面積や修繕工法の変化に左右される。一方、ストック解体以外の建設発生土の発生とは、例えば、中央環状品川線（200万m³排出）や東名～関越外環道路（1100万m³排出）などの大規模幹線道路の建設、空港拡張などによるものがあり、このような大規模工事によって発生量が大きく変動する。

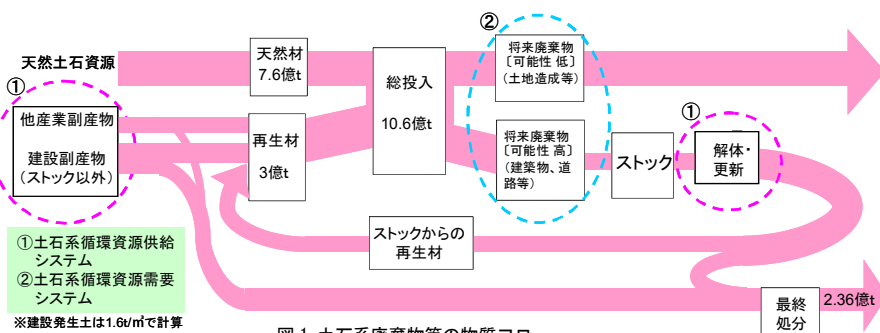


図1 土石系廃棄物等の物質フロー

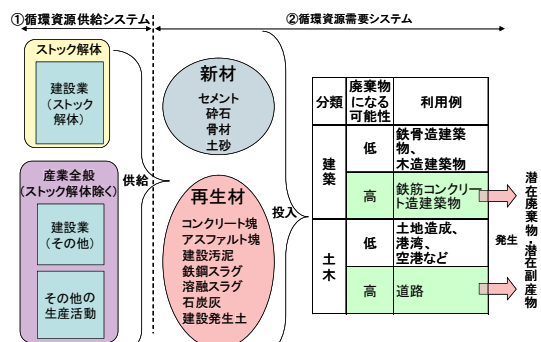


図2 供給システムと需要システムのイメージ

3.2 土石系循環資源需要システムの現状分析

図5に各循環資源の利用先内訳を示す。道路舗装やセメント原料・コンクリート骨材は、廃棄物となる可能性の高い利用先として考え、その他の事業への投入は廃棄物となる可能性の低い利用先として分類できる。循環資源の種類別にみると、コンクリート塊、アスファルト塊については、大部分が道路舗装に投入されており、廃棄物となる可能性が高い。鉄鋼スラグは道路へ22%、セメント原料・コンクリート骨材へ55%投入されており、廃棄物となる可能性が高い利用先へ合計77%投入されている。石炭灰についても、セメント原料・コンクリートへの投入が多く、82%を占めている。他方、建設汚泥はその他事業への投入が大部分を占めており、廃棄物となる可能性は低い。以上は、利用先の分類が可能な循環資源であり、全体の87%が廃棄物となる可能性の高い利用先へ投入されていることがわかった。これらの循環資源については、主な利用用途が廃棄物として発生する可能性が高く、将来における土石系廃棄物等の供給システムに及ぼすインパクトが大きい。今後の利用先の動向（道路事業での修繕面積の変化、セメント需要量の変化など）によってはこれらの循環資源は行き場を失い、最終処分量が増加することが懸念される。なお、建設発生土(174.4百万t)と溶融スラグ(0.4百万t)に関しては利用内訳が不明であったため、今回は分析対象外とした。

3.3 今後の道路事業についての考察

前節で示したように、道路事業からは土石系廃棄物等が発生する一方、循環資源の利用先としても機能している。現在、道路事業のほとんどは修繕工事であり、土石系循環資源の需要、供給の両面に及ぼす影響が大きいのが道路修繕の工法である。そこで、ここでは道路修繕における修繕工法割合を算定するために道路のマテリアルバランスから推計を行った²⁾。道路修繕の工法として、アスファルト層と路盤層の入れ替えを行う打換え工法と、表層のみの補修で路盤層はそのまま利用する切削オーバーレイ工法や路上表層再生工法に着目し、路盤材利用の面から修繕工法別の修繕面積の推計を行った。推計結果を図6に示す。道路の修繕において打換え工面積は年々減少している。打換え工法はアスファルト層と路盤層を全量掘削して路盤材を新たな資材と置き換える工法であるため、打換え工面積の減少は土石系循環資源の受け入れ先の減少を意味する。以上を考慮し、道路修繕事業における路盤材利用量を推定した結果が図7である。道路修繕における両工法の合計面積（図6の合計値）は増加しているのに対し、路盤用碎石の利用量は年々減少しているのは、修繕工法が変化したためである。ここで、打換え工法では、路盤層を掘削する際に建設発生土が発生することから打換え工面積の減少は、土石系廃棄物等の発生量を減少させる効果もある。つまり、今後の道路事業では、投入される循環資源の量は減少し、同時に発生する廃棄物等の量も減少すると考えられる。

今後の土石系資源の需要・供給バランスの維持のためには、需要システムでは道路事業に替わる利用先の開拓、供給システムでは廃棄物として発生する可能性の低い事業への利用の拡大を検討する必要がある。

4. おわりに

- 1) 土石系循環資源供給システムにおけるストック解体由来の土石系循環資源では特に道路事業から発生するアスファルト塊、建設発生土は打換え工面積の減少によって発生量が減少することが考えられる。産業全般（ストック解体以外）由来の土石系循環資源の発生量は関連する指標に影響を及ぼす計画やガイドラインによって今後変化し、特に発生量の多い建設発生土は大規模工事に大きく左右される問題がある。
- 2) 土石系循環資源需要システムでは廃棄物となる可能性の高い利用先への利用割合が高く、主な利用先である道路事業において受入容量が減少する傾向がみられ、将来需給バランスが崩壊することが懸念される。そのため、道路事業以外に廃棄物となる可能性の低い利用先への利用を創出し、土石系資源の持続可能な利活用を図ることにより、需給バランスを維持することが望まれる。

参考文献:1) hashimoto et al, Where will large amounts of materials accumulated within the economy go? A material flow analysis of construction minerals for Japan, Waste Management 27 (2007), pp1725-1738, 2007 2) 原卓也, 吉田好邦, 松橋隆治, 建設廃棄物に着目した道路のマテリアルバランス, 土木学会論文集No. 734/ 27, pp85~97, 2003

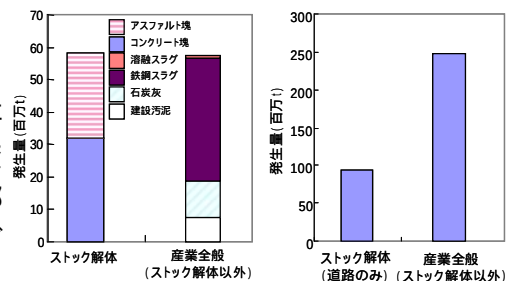


図3 各発生要因における土石系循環資源の種類別発生量

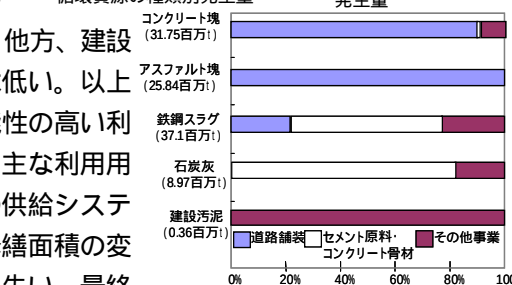


図4 建設発生土の発生要因別発生量

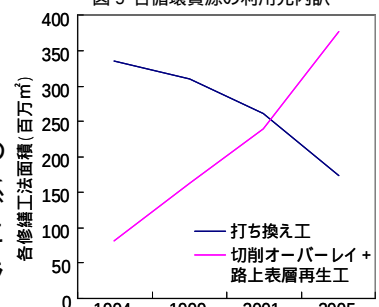


図5 各循環資源の利用先内訳

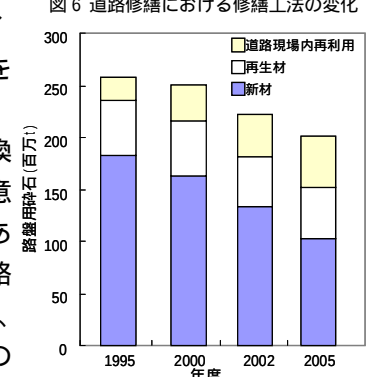


図6 道路修繕における修繕工法の変化

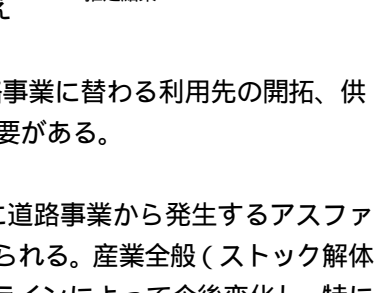


図7 道路事業における路盤材利用量の推定結果