

建設廃棄物の発生集中流動から見た 最終処分場の需給バランス評価

近江 健吾¹, 稲村 肇², 家田 仁³

¹正会員 清水建設株式会社 土木技術本部 (〒104-8370 東京都中央区京橋二丁目16-1)

E-mail:ohmi_k@shimz.co.jp

²名誉会員 東北工業大学名誉教授 (〒982-8577 仙台市太白区八木山香澄町35-1)

E-mail:hajime.inamura@gmail.com

³正会員 政策研究大学院大学 教授 (106-8677 東京都港区六本木7-2-1)

E-mail:ieda@grips.ac.jp

建設業から排出される建設廃棄物の最終処分量は長期的に減少しているものの、その減少率は低減している。加えて、再生材料の需要変動や最終処分場数の減少などから、建設廃棄物の最終処分が持続可能であるかは不透明な状況にある。本研究では、建設廃棄物に関わる発生～流動～処理処分の変化実態を分析し、地域毎に最終処分場の需給バランス評価を行った。主たる結論は以下の通り。①建設廃棄物の発生原単位は長期的に一定で、最終処分量の減少は建設投資の減少とリサイクル率向上によるものとわかった。②関東圏では平成17年度から平成24年度にかけて東京からの搬出が増加している。③需給バランス推計から、関東の管理型処分場が枯渇する可能性が示された。

Key Words : construction waste, final disposal site, supply d-mand balance

1. はじめに

建設工事に伴い排出される建設廃棄物は、平成24年度時点で全産業から排出される産業廃棄物の約2割を占めており、同様に、全産業における最終処分量の約2割を占めている¹⁾。建設廃棄物は、全国的に最終処分場の逼迫が問題となった後の平成12年に「建設工事に係る資材の再資源化に関する法律」（以下、建設リサイクル法）が制定され、排出量及び最終処分量も減少してきた。また、建設業以外でも各種リサイクル法の制定や各企業におけるリサイクル意識の高まりから最終処分量は減少しており、平成10年度で3.3年だった産業廃棄物最終処分場の残余年数は、平成24年度には13.9年まで回復している¹⁾。しかしながら、平成21年度以降は、残余年数の回復傾向も横ばいになっている。加えて、残余年数の増加は最終処分量の減少によるものであり、最終処分場の設置数と残余容量は現在まで継続して減少している状況にある。

一方、建設投資の減少傾向も鮮明である。建設投資の推移(名目値)は、平成4年度の85兆円をピークに、平成22年度までにほぼ半減している²⁾。東日本大震災

の復興等により、反転・上昇の傾向が示されるものの、将来的に新設工事が減少し、更新工事が増加することは確実と見られている³⁾。

今後、更新工事が増加することで、建設廃棄物は増加していくものと考えられる。その際、減少を続けてきた建設廃棄物からの最終処分量がどのように変化を示すか、さらには、最終処分場の数が減少している中、最終処分場の残余容量が充足するかが十分に検討されているとは言えない。

新妻⁴⁾は、建設廃棄物リサイクルの現状と課題について、建設リサイクルが推進され、資源循環型社会の枠組みが出来上がってきたとしているが、リサイクル困難材料に対する技術開発やリサイクルコストの改善、建築物解体削減への努力を課題として指摘している。

建設廃棄物の中では、アスファルト・コンクリート塊とコンクリート塊のリサイクルが最も進んでいるが、そのマテリアルサイクルについて問題を指摘する研究もある。藤川ら⁵⁾は、山口県において、アスファルト・コンクリート塊とコンクリート塊の排出量と再生利用量の需給バランスに着目して2020年までの予測を行い、再生砕石が供給過多になる可能性を示し、再生砕石の需要

確保の重要性を主張している。また、竹田ら⁶⁾は、コンクリート塊再生製品の需要低下により、最終処分されるコンクリート塊の増加が考えられるが、CO₂ 排出量の面からは、再生骨材への中間処理を行ったほうが有利となる可能性を示した。奥岡⁷⁾らは、東海三県において、再生砕石に余剰が発生することを指摘した上で、需給バランスの取れた地域循環圏を形成できる可能性を示した。以上のように、再生砕石が将来的に供給過多になる可能性が指摘されており、需要確保や環境面からの検討、地域循環圏の形成が必要となっている。

建設廃棄物の流動に着目して、環境面及び処理能力面から廃棄物処理施設の立地最適化を検討した研究もある。宮原ら⁸⁾は、千葉県における中間処理施設を処理能力の適正配置を行うことで環境負荷の削減を行うことが可能であると示した。環境負荷の面から施設配置を検討している研究事例は多い。

建設廃棄物の最終処分量は減少しているが、更なる削減へ向けての取組みの必要性や、将来的な増加への懸念が既往の研究において議論されている。また、環境面から建設廃棄物処理を検討した事例も多い。しかし、再生材料の需給を議論した事例や、施設配置の最適化は多いが、工事量により容易に発生量の変動する建設廃棄物と最終処分場の残余容量を比較検討した事例は多くない。また、ある限られた地域に焦点を絞ったものが多く、建設廃棄物と最終処分場の需給バランスを全国的に評価している事例はほとんどないのが現状である。ゆえに、本研究は、工事量の変動や再生砕石が余剰してくる可能性などを考慮した上で、建設廃棄物と最終処分場の需給バランスをマクロな視点から評価するものと位置付ける。

本研究では、建設リサイクル法施工後における建設廃棄物の減少、現在に至る変化の実情を把握し、その原因を明らかにする。さらに、最終処分場の需給バランス評価を行い、今後の建設廃棄物の変動が最終処分場の残余容量に与える影響を推定し、建設廃棄物の持続可能な処理に向けての示唆を得ることを目的とする。

2. 建設廃棄物発生量の変化

(1) 分析データ⁹⁾の概要

分析データは、国土交通省が建設副産物の発生量、再資源化状況及び最終処分量の動向に関する実態把握を、目的として実施している建設副産物実態調査を用いた。建設廃棄物の調査対象品目は、アスファルト・コンクリート塊、コンクリート塊、建設汚泥、建設混合廃棄物、建設発生木材、その他廃棄物（金属くず、廃プラスチック類など）である。当該統計調査は、概ね5年程度の間隔を目安に実施されており、本研究では、平成14年度、

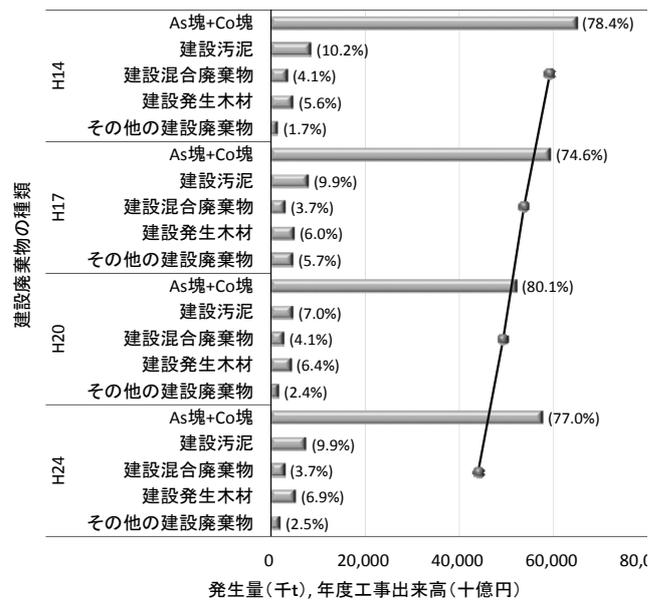


図-1 建設廃棄物の発生量と年度工事出来高の推移

平成17年度、平成20年度、平成24年度のデータを使用した。分析対象は、その他廃棄物を除いた5品目とする。本研究では、建設副産物実態調査の報告書によるデータの他、拡大推計前の調査票データより、建設廃棄物の発生場所と搬出先、搬出距離、搬出量などのデータを総合的に利用し、流動量の考察等も合わせて実施した。

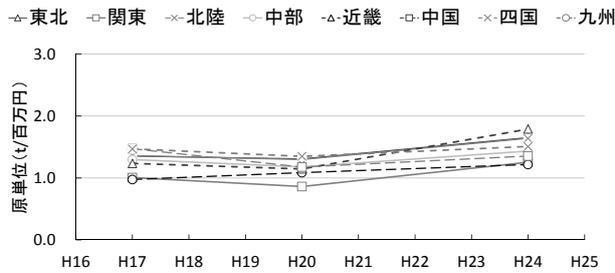
(2) 用語の定義

建設現場から発生した廃棄物は、現場内もしくは他現場での利用が行われ、それ以外が再資源化処理施設もしくは最終処分場に搬出することとなる。本研究では、建設現場で発生した廃棄物量を発生量、現場内利用及び他現場での利用を除き、搬出した廃棄物量を搬出量と定義する。なお、アスファルト・コンクリート塊とコンクリート塊は、再生利用や現場間での相互の材料移動があるため、足し合わせた上でAs塊+Co塊として扱うものとする。

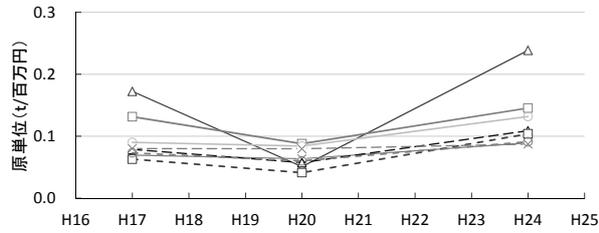
(3) 建設廃棄物発生量の変化

図-1に、建設廃棄物の発生量と年度工事出来高の推移を示す。各年度において、それぞれの建設廃棄物の種類が占める割合に大きな変化は生じていないことがわかる。平成12年の建設リサイクル法制定以降、工事出来高は毎年減少を示しており、平成24年度は平成14年度比で75%程度となっている。しかし、各々の建設廃棄物は、平成14年度と比較して減少を示している廃棄物もあるが、工事出来高減少分に見合った量は減少していないことがわかる。

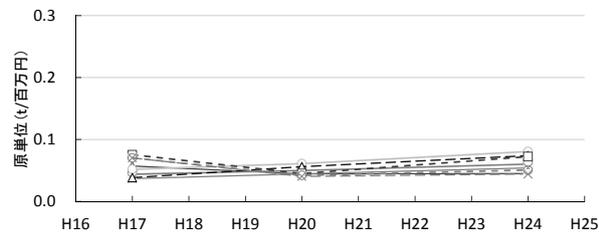
図-2に、各地域における建設廃棄物の搬出量を年度工事出来高²⁾で除して算出した原単位を廃棄物種類毎に示す。全ての廃棄物種類において、平成20年度の原単



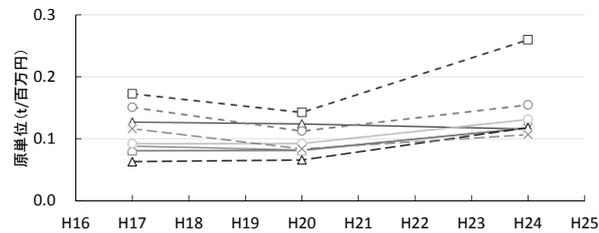
(a) As塊+Co塊



(b) 建設汚泥

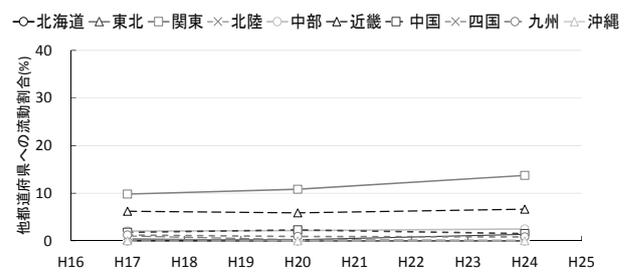


(c) 建設混合廃棄物

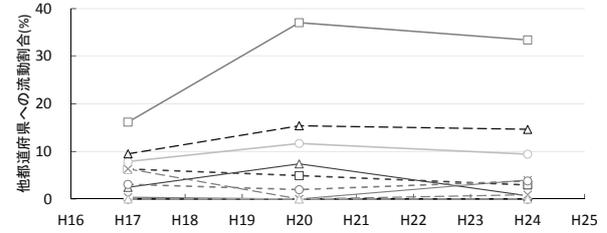


(d) 建設発生木材

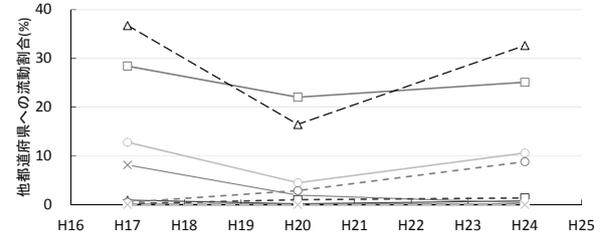
図-2 年度工事出来高による原単位



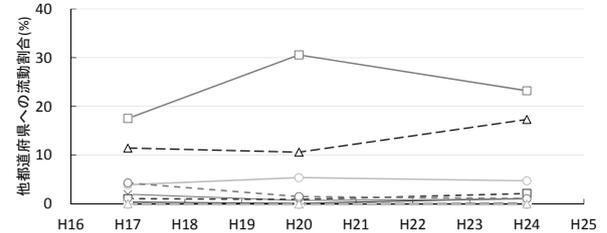
(a) As塊+Co塊



(b) 建設汚泥



(c) 建設混合廃棄物



(d) 建設発生木材

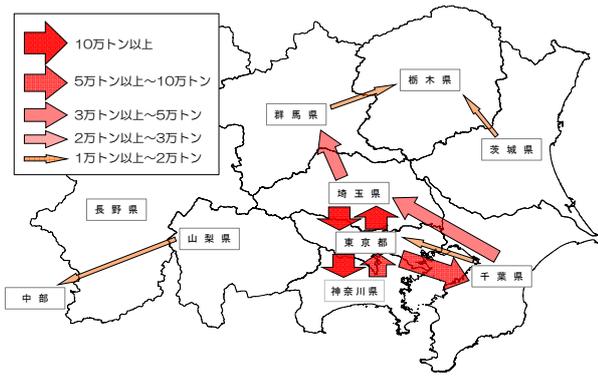
図-3 他都道府県への流動割合

位が前後と比較して小さい値を示す傾向がある。建設汚泥の北陸、建設発生木材の中国など、一部を除けば、概ね各年度のばらつきに大差はない。さらに、地域別ごとの廃棄物においても、明確に原単位が大きい地域は確認されず、工事特性や工事単価といったパラメータが原単位に与える影響は大きくないと考えられる。

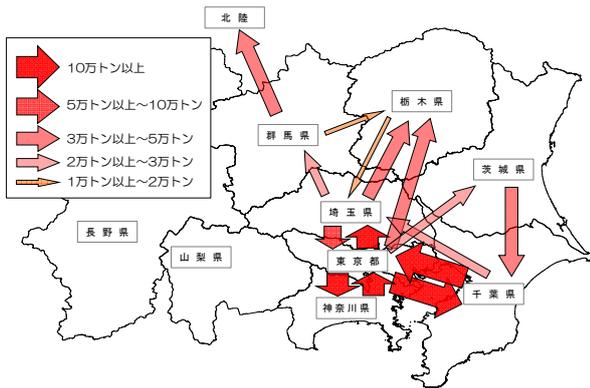
以上より、平成14年度以降の建設廃棄物の発生量は、建設投資減少による工事減少に起因した減少量以上には減少していないことがわかった。さらに、搬出量の原単位も、廃棄物種類によらず減少していないことから廃棄物の発生量は抑制されていないと言える。現場内利用や他現場での利用による搬出量削減は多少進んでいると考えられるが、今後、より一層の廃棄物発生抑制に取り組む必要がある。

3. 建設廃棄物の流動変化

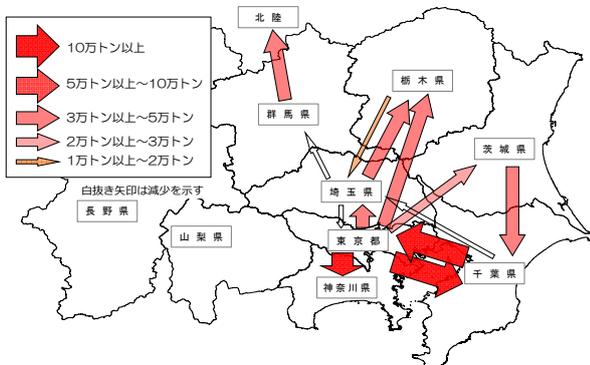
図-3に、廃棄物種別毎の他都道府県への流動割合の変化を示す。なお、ここでの流動割合は、自都道府県での搬出量における他都道府県への搬出量の割合を示している。廃棄物種別で見ると、最もリサイクルの進んでいるAs塊+Co塊が、他廃棄物と比較して、最も低い流動割合を示している。再生材料の市場が完成されているため、再資源化処理施設の数も多く、年度や地域によるばらつきも少ない。全体を通じて、関東、近畿、中部は他地域と比較して、高い流動割合を示している。一方で、東北、四国などほとんど流動を示していない地域も存在する。地域別に見ると、関東は平成20年度に一旦減少



(a) H17年度の流動量



(b) H24年度の流動量

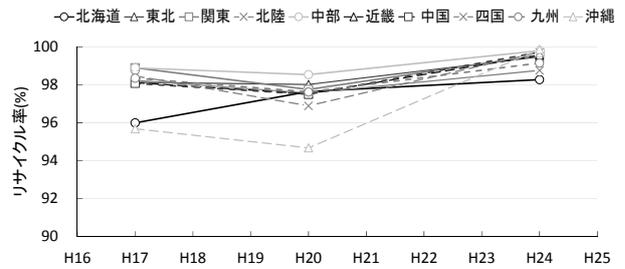


(c) H24年度とH17年度の差分

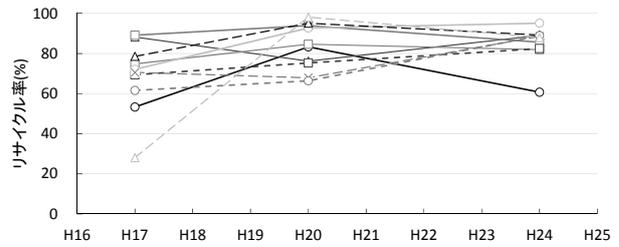
図-4 As塊+Co塊の流動量の変化

して、平成24年度で増加すると言う傾向を示すものが多い。ただし、As塊+Co塊では、一貫して増加を示している。近畿も同様の傾向が見られるが、As塊+Co塊の増加傾向は関東ほど明瞭ではない。また、特に増加量が多いのは、関東の建設汚泥である。建設汚泥は、シールド工事や建築の基礎杭工事等から主に排出されるため、大都市を持つ地域での排出がそれ以外の地域と比較して、圧倒的に大きいのが特徴である。引続き、都市部では、建設汚泥を発生させる工種が豊富であるため、流動割合は高いまま推移する可能性がある。

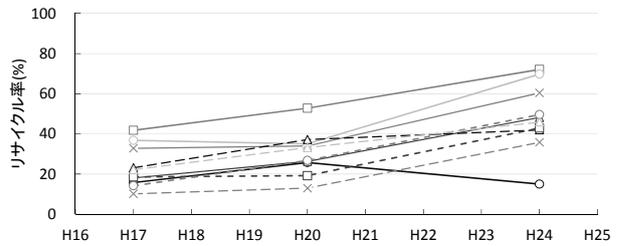
図-4に、平成17年度から平成24年度にかけての



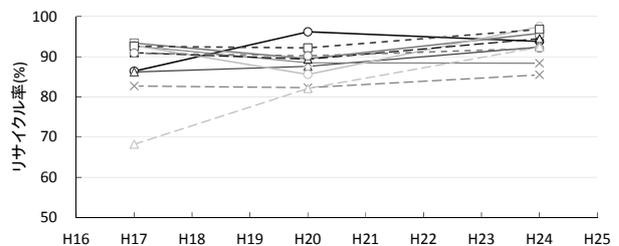
(a) As塊+Co塊



(b) 建設汚泥



(c) 建設混合廃棄物



(d) 建設発生木材

図-5 リサイクル率の変化

As塊+Co塊の流動量の変化を示す。H17年度と比較して、H24年度は流動を示す矢印が増加していることがわかる。差分を見ると、減少を示す矢印よりも増加を示す矢印が増加している。特に、東京から他県への搬出が軒並み増加していることがわかる。増加量では、東京と千葉間の相互搬出が最も大きいのが、千葉から東京への搬出は、大規模再開発プロジェクトによる大量搬出が大きく影響しており、一過性のものである可能性が高い。一方で、東京からの搬出は、栃木や茨城まで及んでおり、東京での処理が追いついていない状況が背景にあると考えられる。

4. 建設廃棄物の処理処分状況の変化

図-5に、リサイクル率の変化を示す。ここで、リサイクル率は、搬出量に対する再資源化量の割合を示す。平成20年度から平成24年度にかけて、北海道の建設汚泥と建設混合廃棄物のリサイクル率が低下しているが、その他は廃棄物の種類によらず、概ねリサイクル率が向上している。特に、As塊+Co塊では、平成17年度に96%程度だった北海道・沖縄も含めて、平成24年度には、全ての地域で98%以上という高いリサイクル率を達成している。なお、全体でのAs塊+Co塊のリサイクル率は、平成24年度で99.4%となっており、完全リサイクルに近い状態となっている。建設汚泥に関しては、平成17年度と平成24年度を比較すると、概ねリサイクル率が向上しているが最大発生地である関東では、リサイクル率が向上していない。これは、神奈川県のリサイクル率が低迷していることが原因である。一方で、建設混合廃棄物における関東のリサイクル率の向上は著しい。これは、東京・神奈川のリサイクル率が向上したことが大きい要因である。建設混合廃棄物のリサイクル率は、全体で58.2%を示しており、都市部が牽引している形となっている。建設発生木材も同様の傾向があり、大都市を抱える地域でのリサイクル率が高いが、北陸や四国といった地方部のリサイクル率の向上が進展しない点が目立っている。

以上より、As塊+Co塊については、リサイクル率は99.4%と高い値を示しており、更なる向上の余地は少ないことがわかった。さらに、As塊+Co塊の再生サイクルにひずみが生じる可能性も指摘⁵⁻⁷⁾されている。

図-6に、再生砕石の需給状況を示す。同図より、生産量と出荷量はともに減少を示していたが、平成21年度を境に生産量が増加し、平成22年度には在庫量も増加傾向を示すようになった。平成26年度には、在庫量は145万トンとなり、平成19年度の83万トンから75%程度増加を示した。表-1に、再生砕石の出荷先を示す。出荷先は、主に道路の路盤材やその他の埋戻し材に使用されているものが99%以上を占める。今後、更新工事が増加したとすると、より供給量は増えるが、主な出荷先の道路工事が増加するわけではない。再生砕石として出荷する際には、新材を配合するため、在庫はさらに増加する可能性がある。そのため、現在1%未満となっているコンクリート用骨材の使用率を向上させていく必要がある。再生砕石が再資源化処理施設の在庫ストックヤードを満杯に近く占めてしまうと、最終処分を選択する排出事業者が増加することで、リサイクル率が低下する可能性がある。その他の建設廃棄物に関しては、特定地域のリサイクル率を向上させることで全体リサイクル率の向上が期待できると考えられる。

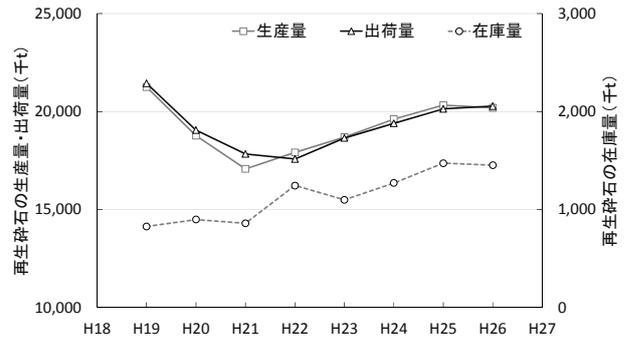


図-6 再生砕石の需給状況¹⁰⁾

表-1 再生砕石の使途

年度	出荷量 (千t)	道路・他 (千t)	(割合)	コンクリート用骨材 (千t)	(割合)
H19	21,435	21,154	98.7%	281	1.3%
H20	19,051	18,697	98.1%	355	1.9%
H21	17,836	17,764	99.6%	73	0.4%
H22	17,579	17,520	99.7%	59	0.3%
H23	18,645	18,573	99.6%	71	0.4%
H24	19,397	19,336	99.7%	61	0.3%
H25	20,132	20,009	99.4%	123	0.6%
H26	20,272	20,174	99.5%	98	0.5%

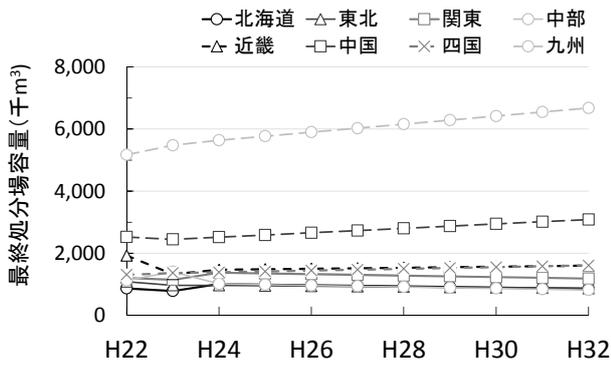
表-2 需給バランスの想定ケース

	安定型最終処分場	管理型最終処分場
対象廃棄物	As塊+Co塊	建設汚泥、建設混合廃棄物 建設発生木材
ベースケース	リサイクル率現状維持	
ケース1	再生砕石の在庫が最終処分されると仮定	低リサイクル地域が平均値まで向上
ケース2	現在の最終処分量が倍増したと仮定	全地域のリサイクル率が平均的に向上
ケース2'	ケース2に加え、更新工事の増加によって建設廃棄物の発生量が年3%増加	

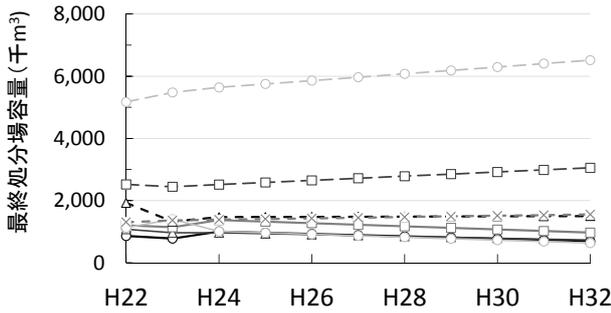
5. 最終処分場の需給バランス評価

再生砕石の需給バランスが崩れてきていることや、特定地域のリサイクル率向上による全体リサイクル率の向上等、リサイクル率を取り巻く状況が明らかとなった。ここでは、リサイクル率の変動を考慮し、地域別の最終処分場容量と最終処分量の関係から、平成32年度までの残余容量を推計した。

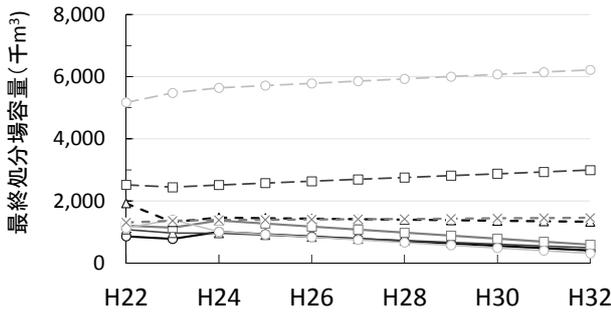
地域別の最終処分場の容量は、環境省のデータ¹¹⁾による。平成24年度以降の最終処分場の増加速度は、平成22年度から平成24年度の平均値を、最終処分場の残余容量で配分したものとした。建設業と他産業の最終処分場の容量の割合は、平成24年度の比率(22.8%)を用いて算出するものとし、その割合は変化しないと仮定した。さらに、地域別の廃棄物発生割合も平成24年



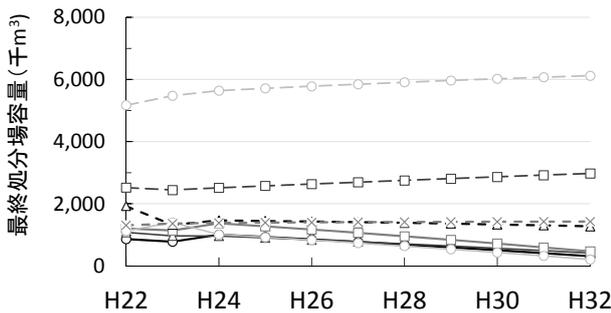
(a) ベースケース



(b) ケース 1

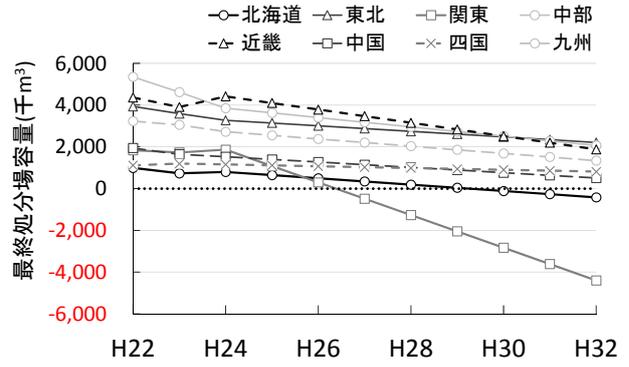


(c) ケース 2

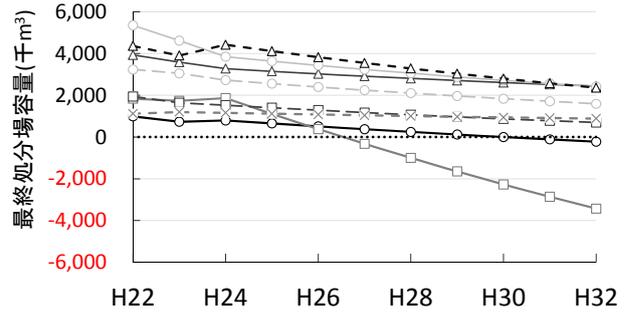


(d) ケース 2'

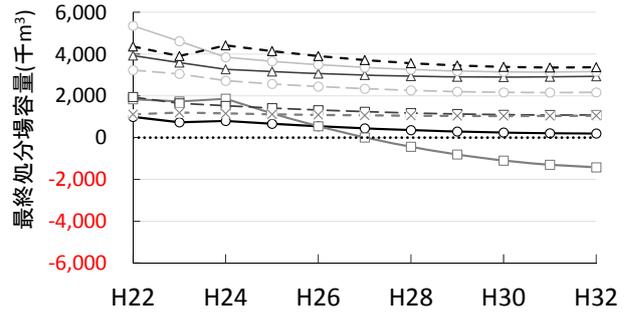
図-7 安定型最終処分場の需給バランス



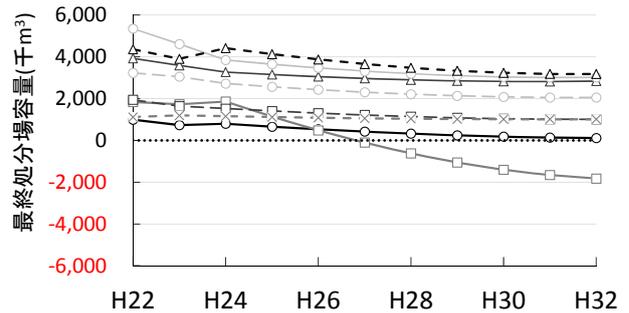
(a) ベースケース



(b) ケース 1



(c) ケース 2



(d) ケース 2'

図-8 管理型最終処分場の需給バランス

度で一定と仮定した。

(1) 検討ケース

表-2に、検討ケースを示す。安定型及び管理型最終処分場の対象を、同表に示すとおり設定した。ベースケースは、両者とも現状のリサイクル率を維持したものと

して推計した。

安定型最終処分場のケース1は、再生碎石の在庫が過剰になり、再資源化処理施設での受入れ不能な状態となり、最終処分される状況と仮定した。ケース2は、やや極端であるが、最終処分量の影響を確認するため、現在

の最終処分量が倍増すると仮定した。ケース 2'では、ケース 2 の状況に加え、国土交通省¹⁾²⁾により、平成 25 年度から平成 35 年度の間で、維持管理・更新費用が 1.2 ~ 1.4 倍になるとの試算を参考に、年 3% の建設廃棄物発生量の増加を仮定した。これは、平成 24 年度から平成 32 年度の間で約 20% の増加に相当する。

管理型最終処分場のケース 1 は、低リサイクル地域のリサイクル率が平均値まで向上したと仮定した。具体的には、建設汚泥の関東、建設混合廃棄物の北海道、東北、中国、四国、九州、建設発生木材の中国、四国である。ケース 2 では、平成 17 年度から平成 24 年度までのリサイクル率向上の平均値でそのまま向上していくと仮定した。ケース 2'では、安定型最終処分場のケースと同様に、ケース 2 に加え、建設廃棄物の発生量が年 3% 増加すると仮定した。

(2) 検討結果

安定型最終処分場のベースケースでは、残余容量が多い九州、中国がさらに増加し続ける結果となり、関東での減少傾向が確認された。ケース 1 では、ベースケースとほぼ同程度であり、傾向に差は見られない。しかし、ケース 2 になると、東北、関東、中部といった地域において、減少傾向の拡大が示された。ケース 2'では、ケース 2 と差はほとんど確認されないが、H32 年度には、東北、関東、中部がほぼ枯渇する状況になっていることがわかる。

以上から、九州、中国の安定型最終処分場の残余容量は、リサイクル率の変動や工事量の増加に伴う建設廃棄物の増加には、ほぼ影響を受けない。一方で、東北、関東、中部は、リサイクル率の変動と工事量の増加次第では、残余容量が不足する可能性があることがわかった。

管理型最終処分場のベースケースでは、全ての地域において、減少傾向が示されている。特に、関東では、H26 年度で残余容量が不足し、H32 年度では、400 万³程度の新規容量が必要になってしまうことがわかった。関東では、現段階においても、他産業の最終処分容量を圧迫しているといえる。ケース 1 では、各地域において減少勾配が緩やかになり、均衡状態を示す地域もある。しかし、依然として、関東と北海道は H32 年度の段階で残余容量が不足する結果を示した。ケース 2 で、リサイクル率が向上した場合には、残余容量が不足するのが関東だけとなった。その関東でも H32 年度には、減少勾配が緩やかになり、不足分は、ベースケースと比較して半減の約 200 万³程度となった。他地域においては、ほぼ均衡状態になっていることがわかる。ケース 2'では、全体的に残余容量をマイナスに押し下げる結果が得られており、傾向はケース 2 と同様である。以上から、管理型最終処分場は、関東において最も残余容

量の余裕がなく、リサイクル率が向上しても枯渇する結果となった。また、その他地域においても、ベースケース及びケース 1 において、残余容量が減少傾向を示しており、リサイクル率の向上が残余容量を確保するための課題となることがわかった。

6. 結論と今後の課題

本研究では、建設副産物実態調査から建設廃棄物に関わる発生～流動～処理処分の変化実態を分析し、地域毎の最終処分場の需給バランスの評価を行った。その結果、以下の結論を得た。

- ・建設廃棄物の最終処分量は、工事減少とリサイクル率向上により、減少してきたが、各廃棄物の流動量が増加している。
- ・再生砕石の在庫増加に示されるとおり、リサイクル材の需給バランス悪化による廃棄物増加が懸念される。
- ・安定型最終処分場は、As塊+Co塊のリサイクル率が悪化しても、すぐには需給バランスが悪化しない。しかし、東日本地域において、やや不足がちになる。
- ・管理型最終処分場は、関東で最も余裕がなく、リサイクル率が向上しても枯渇する結果が得られた。

今後の課題として、第一に建設廃棄物の発生抑制が機能していないことが挙げられる。工事量の減少とリサイクル率の向上により、建設廃棄物の最終処分量が減少してきているが、今後は発生を抑制することで最終処分量を減少させる必要がある。具体的には、設計段階から更新時廃棄物が少ない工法や設計に取り組むといった方法が考えられる。また、新規解体工法の開発や、一部構造物を残置して、基礎等に再利用するなどの有効活用などが考えられる。

第二に、増加する再生砕石の用途について、コンクリート用骨材を増加させるなど、余剰在庫を解消する用途を模索する必要がある。また、リサイクル率は、最終処分場の残余容量に大きく影響を与えるため、特に、現在低リサイクル率となっている地域のリサイクル率向上に向けての更なる努力が必要である。

最後に、関東における管理型最終処分場の枯渇は、リサイクル率が向上しても発生しうるため、新規最終処分場の建設に継続的に取り組んでいく必要がある。

謝辞：本研究において使用した「建設副産物実態調査」のデータは、統計法第 33 条に基づき調査票情報の提供を受けたものです。ここに記して、関係各位に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 環境省：産業廃棄物の排出及び処理状況等（平成24年度実績），2014.
- 2) 国土交通省：建設総合統計.
- 3) 国土交通省：平成23年度国土交通白書，pp.98-100.2012.
- 4) 新妻弘章：建設副産物のリサイクルの現状と課題，*Journal of MMIJ*, Vol. 123, No.12, pp.836-838,2007.
- 5) 藤川洋平，樋口隆哉，浮田正夫，関根雅彦，今井剛：建設廃棄物の排出量および再生利用量の予測に関する研究，*土木学会論文集 G*，Vol.62, No. 1，pp.55-60,2006.
- 6) 竹田真梨子，北垣亮馬，堺孝司：香川県におけるコンクリート系廃棄物フローとその環境負荷低減に関する研究，*コンクリート工学年次論文集*，Vol. 3 1，No. 1，2009.
- 7) 奥岡桂次郎，三宅悠介，大西暁生，韓驥，白川博章，谷川寛樹：東海三県における建設系廃棄物の地域循環圏に関する基礎的研究，*土木学会論文集 G（環境）*，Vol. 6 8，No. 6，pp.II_147-II_154,2012.
- 8) 宮原俊介，中澤公伯，宮崎隆昌：建設副産物静脈物流における処理施設の最適化に関する研究，*日本大学生産工学部第44回学術講演会講演概要*，pp.707-710,2011.
- 9) 国土交通省：建設副産物実態調査，平成14年度～平成24年度.
- 10) 経済産業省：砕石等動態統計調査，平成19年度～平成26年度.
- 11) 環境省：産業廃棄物行政組織等調査報告，平成20年度～平成24年度.
- 12) 国土交通省：インフラメンテナンス情報ポータルサイト，社会資本の現状と将来>社会資本の老朽化の現状と将来>将来推計，http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/maintenance/021_02.html.