展望・廃棄物分野

廃棄物最終処分場の 再生技術の現状と課題

井上 雄三*

1. はじめに

20世紀型の大量生産・消費・廃棄から循環型社会へのパラダイムシフトは、最終処分場に対しても大きな影響を投げかけている。とはいえ最終処分される廃棄物がなくなる訳ではない（環境省では平成22年までに9年の埋立量の半分に削減する目標が示されている）。そうであれば、廃棄物最終処分場の整備と適切な運営は、むしろ循環型社会に必要な基盤施設と位置づける必要がある。ところが、埋立構造や埋立廃棄物に対する住民の不安や事業者に対する不信感等により、地域住民との合意形成が難しく、新たな最終処分場の立地が困難になってきており、最終処分場の確保に不安を抱いている地方自治体も少なくない。こうした状況下、平成14年に環境省では新たに最終処分場の容量増加政策として、“最終処分場の再生、ルネサンス”補助事業が立ち上げられた。

以上の現状を踏まえて、本報告では近年注目されている“最終処分場の再生”についてその技術システムのあり方、課題、技術的現状を概観する。

2. 最終処分場の再生とは

最終処分場の再生とは、狭義には過去に埋め立てられた埋設物（ごみや覆土材など）を掘り起こした後、選別および熱処理等減容・安定化処理を行い、最終処分場を再び利用可能な状態に復元することをいう。処分場の再生の目的は、掘削・減容化による処分場の埋立容量の増加あるいは延命化であるが、環境汚染防止対策が不十分な過去の不適正処分場跡地の修復技術としても注目されている。

3. 最終処分場を巡る現状と問題点

平成12年度における一般廃棄物の総排出量は、5,236万t、1人1日当たり1,132gであり、前年度に比べて僅かに増加している。総ごみ処理量の中で、中間処理されるごみ量4,678万tのうち焼却される量は4,030万t（直接焼却率：77.4%）、最終処分量は直接埋立量308万t（5.9%）と中間処理残渣量743万t（14.3%）を合わせて1,051万t、毎年大凡4%減少を続けている。最終処分場の施設総数は平成12年現在2,077施設、総残余容量は1億5,700m³、残余年数は全国平均で12年、首都圏が12年、近畿圏が9.5年と比較的余裕があるような印象を受けるが、これらの数値は都道府県の残余年数の平均であり、市町村ごとに大きく異なっている。残余容量が逼迫し、埋立地確保に不安を抱いている自治体も少なくない。

一方、産業廃棄物の排出量は、ほぼ横ばい状態で平成12年度は4億600万tである。最終処分量は、近年の社会状況を反映して年間7.8%の割合で減少しているものの、その量は4,500万tにも及んでいる。最近の処分場の施設整備状況をみると、平成13年4月時点において2,717施設（遮断型：41、安定型：1,643、管理型：1,033）があり、埋立残余容量は1億7,600万m³となっている。新設処分場は平成11年から極端に少なくなっているが、処分量の減量化により全国レベルではむしろ3～4年へと漸増している。ところが首都圏や近畿圏のような大都市圏では1～2年という状況が起こっている。事態を重く見た自治体では既存埋立地の延命化や再生に乗り出すところ（亀山市、諫早市、高砂市、安城市など）も現れ始めている。

ところで、平成9年法改正以前には最終処分場の廃止制度がなく、埋立終了後は廃止措置のみで明確な規定はなく、その後の施設の管理状況が不明なものが少なくない。わが国の一般廃棄物最終処分場の総数は、平成6年の時点で2,392ヶ所となっている。しかし、この数字は閉鎖後の管理状況の不備もあり、実数が明らかでない。樋口ら¹⁾は、処分場施設総数を3,500施設以上と推計している。さらに平成5年度版施設年報²⁾で調査した2,313施設のうち、しゃ水工のない施設が1,538施

*国立環境研究所 Yuzo INOUE

設（67％）と報告された。ただし、平成9年に旧厚生省から不適正処分場の恐れ指摘を受けた処分場（公表）は、その後大部分は改善措置がなされている。一方、産業廃棄物の管理型最終処分場は、同じく樋口らによれば過去20年間で約2,000施設（供用1,100、閉鎖／廃止900）と推定している。

最終処分場における環境汚染リスクも重要な問題である。上記の不適正処分場の指摘施設の中で約1割の42施設で基準超過項目は、大部分の施設はCODMnであったが、Pb28施設、As 7施設、1,2-ジクロロエタン2施設、T-Hg、Cd、シアン、シマジン1施設であった。ダイオキシン類も任意報告で埋立地内保有水等に高濃度検出が示された。また、可燃性ガス（メタン）や有害ガス（硫化水素など）の発生が報告されている。以上のように古い処分場についてはしゃ水工もなく、不適正処分場の指摘がなされたところも少なくなく、将来的に適切な環境汚染防止対策が必要となろう。

4. 再生技術の現状・課題

最終処分場の再生は、埋設廃棄物を掘り起こし（攪乱し）、結果的には再び大気に晒し、内部に閉じこめられていた有害物質や悪臭物質を容易に周辺環境に拡散・輸送・移動させる可能性を著しく高める行為である。特に、覆土材料などの土や安定化物、プラスチックや未分解の紙類・木質などの可燃物あるいは金属を分離・処理する工程で粉塵、VOCあるいは悪臭物質等を発生させる可能性がある。粉塵にはダイオキシン類等の微量有害化学物質や有害重金属を含む可能性も高い。以上のように再生事業においては、一連の再生工程における環境影響防止が最も重要な課題となる。

一方、再生事業フローの途中において最終処分場の特性によっては現状の技術レベルでは封じ込めをすることが最もよい場合もある（再生事業の中止→修復事業への転換）し、予めある程度埋立層内部を通気等により安定化した後、掘削工程や分離工程に入ることも考えられる。したがって、最終処分場の再生では、掘り起こし工程の前に処分場の再生ニーズ・目的の確認、最終処分場の性状把握、その後にニーズ・目的合致性の評価（現状維持、封じ込め、資源化・再生、熔融・再生等）および工程選択を行う一連の事前調査・計画策

定・評価が必要になる。

再生事業は、事業性評価と住民理解の社会事業であり、総合技術システムとして位置づける必要がある。以後、技術システムを構成する重要な技術を示す。なお、埋立地再生の技術ステップについては、わが国では埋立地再生総合技術研究会の平成14年度報告書³⁾およびブレント・イナンチ、井上⁴⁾の「諸外国の最終処分場再生の現状」にレビューされているので参照されたい。

（1）埋立地の特性把握技術

基礎・本調査からなり、本事業を推進や工程選択を行うための極めて重要な技術である。基礎調査とは、不適正処分場や旧構造基準処分場の特性化情報の把握、埋設埋立物の処理方法の検討、掘削による作業環境や周辺環境影響評のための調査である。

また、本調査では目的事業の効果（埋設廃棄物の物性把握、容量増加率、延命化効果）、選別、運搬等再生事業工程に伴う作業環境や周辺環境への影響を評価するための調査技術である。これらの技術には埋立履歴調査手法、埋設廃棄物探査手法、埋設廃棄物安定化把握手法、埋設廃棄物性状把握手法等の技術がある。ボーリングやテストピットによる埋立層直接把握技術あるいは比抵抗探査や電磁探査技術のような間接的な埋立層把握技術が利用されているが、後者については最終処分場の調査事例が少なく、その信頼性が今後の課題である。

事業実施工程における作業環境や周辺環境影響把握に関する技術に関しては、これも諸外国をも含めてその実施例がそれほど多くはないが、北米廃棄物協会（SWANA）⁵⁾は処分場再生に係る技術上の基準を提案している。またフロリダ州では埋立地調査法としてテストピットを5エーカーに1個としている。井上⁶⁾は、ボーリングバー調査によるテストピット場所決定法を明らかにした。一方、選別や運搬等における作業環境や周辺環境への影響把握技術として、交通・大気汚染分野の環境計測技術が利用可能である。また、埋設廃棄物の性状を把握するためにテストピット掘削ごみをスケルトンバケットやトロンメル、磁力選別機、風力選別機等を用いて選別し、埋立地ごとにその性状特性を把握する必要がある。

(2) 掘削工程関連技術

掘削（掘り起こし）工程に関連する技術は、既に他の分野で実用化されている技術（土木施工技術や鉱山掘削技術）が利用できるが、掘削物の性状が大きく異なるので、作業性や効率に関するデータを集積し、技術改良の評価・検討が必要であろう。関連技術としては、掘削現場が粉塵やVOC等周辺環境に対する影響を防止するために、覆蓋技術や環境保全（作業環境における対策技術や計測技術）が必要になる。これらの技術は既に廃棄物の中間処理、特に破碎・資源化処理において技術開発されたものが利用可能である。

しかし、硫化水素や酸欠ガスの発生、メタンなどの可燃性ガスの発生、ダイオキシン類の存在等があり、モニタリングや対策処理技術、施工技術の適法性の検討が必要である。また、処分場によっては緊急性から非常に劣悪な作業環境での掘削作業が強いられる場合も想定される。このような場合を想定して遠隔操作重機やロボット型重機等の開発も必要になる。

(3) 輸送・選別工程における技術

廃棄物の選別は、処分場ごとにその埋設物の性状が異なり、性状に応じた機種や仕様選定技術が必要になる。また、後工程になる中間処理施設の能力や処理方式にもマッチングが必要であり、フレキシビリティの高いいろいろな組み合わせを検討する必要がある。破碎・選別工程においては粉塵対策が最も重要な課題となる。特に、ダイオキシン類対策のために湿潤状態や半湿式による選別技術の検討が必要であるが、既に土壤汚染対策技術としていくつかの湿式法が開発されている。これらの技術は、前掲の文献1)および3)で検討されているので参照されたい。

運搬工程ではダイオキシン類などの有害物質や悪臭を放つごみを運搬するのであるから、場外汚染防止対策技術や運搬途中での拡散や散乱による環境汚染防止対策等の検討が必要である。これらの技術は、焼却灰や土壤汚染対策において実証された技術が利用可能であるが、実証研究の必要がある。

(4) 中間処理技術

事業対象となる埋設廃棄物は、処分場により著しく異なり、可燃物に不燃物や土砂等が混ざった

もので、埋立廃棄物とは物性的に著しく異なった組成を示す。前項の選別技術により既存中間処理施設に調和した組成に変えることもあるが、溶融技術のようにそのまま処理可能な場合もある。ただし、既存施設を利用する場合には、混合率の把握が実施レベルで必要になる。

(5) 再生埋立地整備技術

埋立地再生事業の主な目的は、埋立地を再生し、延命化を図ることである。その場合、周辺住民の受容可能な施設とするために新構造基準との整合性、跡地利用促進など地域振興のための斬新な社会システム開発が必要となる。

5. おわりに

廃棄物最終処分場の再生は、処分場の残余容量が逼迫しているわが国においては、技術開発に緊急を要する課題である。本稿では、処分場再生の目的や意義、わが国の事情を明らかにするとともに、その技術の現状や課題を明らかにした。本稿が今後のわが国の最終処分場の再生事業の発展に貢献できれば幸いである。

なお、本稿は福岡大大学院樋口先生および財日本環境衛生センター藤吉環境工学部長がまとめた、平成14年度廃棄物処理等科学研究報告書「埋立地再生総合技術システムの開発」、ならびに財日本環境衛生センターが中心となって作った埋立地再生総合技術研究会の研究成果「埋立地再生総合技術に係る研究」平成14年度報告書を参考とした。記して謝意を述べたい。

参考文献

- 1) 樋口壯太郎・藤吉秀明：埋立地再生総合技術システムの開発、平成14年度廃棄物処理等科学研究費研究報告書(2003. 3)
- 2) 平成5年度版 施設年報、環境産業新聞社
- 3) 埋立地再生総合技術研究会・(財)日本環境衛生センター：「埋立地再生総合技術に係る研究」平成14年度報告書(2003. 3)
- 4) プレント・イナンチ、石垣智基、山田正人、井上雄三：欧米諸国における最終処分場再生の現状、特集諸外国の廃棄物最終処分場の現状、環境技術、Vol.32, No.6, pp.594-600 (2003)
- 5) SWANA: Landfill Reclamation; Manual of Practice and Procedure, The Landfill Reclamation Task Force, SWANA Publication No. GR-D 2245 (1977)
- 6) 井上雄三、Bulent Inanc 他：ボーリングバー埋立ガス測定法による最適なテストピット位置選定法について（内部資料）