

研究概要書：ゴミゼロ型・資源循環型技術に関する研究

プロジェクトリーダー名：港湾研究部長 齋藤 純
 技術政策課題：(2) 地球環境への負荷の軽減
 関係研究部：下水道研究部、建築研究部、住宅研究部、沿岸海洋研究部、
 港湾研究部
 研究期間：平成13年度～平成17年度
 総研究費：約531百万円

1. 研究の概要

循環型社会を実現していくため、社会のあらゆる分野において、廃棄物の発生抑制、資源の循環的な利用の推進、適正な最終処分が求められている。

建設分野においては、「建設リサイクル法」の制定や「建設リサイクル2002」の策定により各種の施策が講じられている。平成14年度における建設廃棄物の最終処分量は、平成7年度と比較して約80%減少し、再資源化率は全体で87%となっているが、廃棄物の種類別に見ると、アスファルト・コンクリート塊やコンクリート塊が98～99%と高い再資源化率を達成しているのに対して、建築廃棄物が多くを占める建設混合廃棄物や建設発生木材の再資源化率は低迷している。

また、資源の循環的利用や適切な廃棄物処理を推進していくためには、それを支える効率的な静脈システムの形成が求められている。さらに、産業廃棄物最終処分場の残余容量は全国で約6.1年分、首都圏で約2.3年分と依然として逼迫しており、最終処分場の安定的な確保、とくに海面処分場整備に対する要請が高まっている。

そこで、循環型社会を実現していくための広範な課題の中から、土木・建築の分野において緊急に取り組むべき課題として、以下に示す3つの技術分野を取り上げ、研究開発を実施した。

- (1) 建築廃棄物の発生抑制、リサイクル技術
 - 木質系建築廃棄物の発生抑制技術の開発
 - 建設混合廃棄物の合理的な再資源化技術に関する研究
- (2) 静脈システム形成に関する技術
 - 生ごみ等有機系廃棄物の最適処理による環境負荷低減技術に関する研究
 - 静脈物流ネットワークの計画手法に関する研究
- (3) 廃棄物海面処分場の建設・管理技術
 - 極大地震動を考慮した管理型廃棄物埋立護岸遮水構造の性能設計法の開発
 - 管理型廃棄物海面処分場の信頼性向上技術の開発
 - 海面処分場立地のための社会的受容性の分析

2. 研究の目的

(1) 建築廃棄物の発生抑制、リサイクル技術

木質系建築廃棄物の発生を抑制するため、解体時における廃棄物の発生抑制に配慮した木造構工法の設計・施工技術を確立すること、建築材料及び部材の合理的な再資源化技術を確立すること、技術普及のために必要な木造建築物の環境負荷評価ツールを提案すること、廃棄物の発生を抑制するための技術・政策を検証するためのモデルを開発することを目的とする。

また、建設混合廃棄物について、再資源化の技術基準を開発するとともに、普及のための技術政策及びその構成要素となる技術を開発し提案することを目的とする。

(2) 静脈システム形成に関する技術

ディスポーザー排水の下水道施設による収集及び処理に関して、生ごみ移行量及び負荷量原単位を把握し、下水道施設への影響検討方法及びライフサイクルアセスメント等による総合的な評価手法を構築した。また、分散型生ごみ処理システムの総合計画手法及び分散型生ごみ処理システムを構成する部位の性能評価方法を構築した。

これらの成果は、ガイドライン「ディスポーザー導入時の影響判定の考え方」に反映され、下水道によるディスポーザー導入の影響検討に活用されている。また、「自立循環型住宅への設計ガイドライン」を通して住宅の計画・設計に活用されるとともに、性能評価手法の有効活用によって適切なシステムの普及促進につながる。

以上のことから、当初の目標は十分達成されたと評価できる。

b) 静脈物流ネットワークの計画手法に関する研究

廃棄物の広域流動量推計モデルの構築、海上輸送を活用した静脈物流ネットワーク構築の効果の検証を行い、これらの成果は、今後、リサイクルポートにおける海上輸送を用いた静脈物流ネットワーク形成に関する施策展開に活用されることが期待される。ただし、廃棄物輸送や廃棄物処分の実態に関するデータの不足等により、廃棄物流動量推計モデルについては、推計精度に課題が残された。また、静脈物流ネットワークの計画手法の構築については、実際のネットワーク計画に必要な最適化手法の構築には至らなかった。

以上のことから、一定の有益な成果は得られたものの、当初の目標はあまり達成できなかった。

(3) 廃棄物海面処分場の建設・管理技術

a) 極大地震動を考慮した管理型廃棄物埋立護岸遮水構造の性能設計に関する研究

護岸の地震時変形に伴う遮水工の局所変形特性の解明、管理型廃棄物埋立護岸の地震時挙動の解明及び管理型廃棄物埋立護岸の性能規定型設計法の構築を行った。また、研究を進める過程で、通常想定される地盤及び構造物の変形レベルでは遮水シートは破断せず、局所的な突き刺し等により破損すると考えるべきであることが明らかになったため、「管理型廃棄物埋立護岸遮水工の健全性評価手法の開発」を検討項目として追加した。本研究項目に関しては、要素実験により遮水シートの破損・変形検知技術の原理等の妥当性が検証できた。

これらの成果は、「管理型廃棄物埋立護岸の設計・施工・管理マニュアル（改定案）」、環境省の廃棄物最終処分場跡地形質変更にかかる政省令の制定及び基準策定等に反映された。

以上のことから、当初の目標は概ね達成されたと評価できる。

b) 管理型廃棄物海面処分場の信頼性向上技術の開発

埋立護岸からの保有水の浸出に対する長期安全性評価手法を構築した。信頼性の高い遮水構造については、独立行政法人港湾空港技術研究所が実施した民間企業との共同研究の成果に基づいて、新たな構造を提案した。維持管理手法（モニタリング、保有水管理）の高度化については、保有水の水位管理、保有水等の水質モニタリングに基づく海面処分場の維持管理手法の高度化について提案した。

これらの成果は、「管理型廃棄物埋立護岸の設計・施工・管理マニュアル（改定案）」、環境省が施行する予定の「海面最終処分場閉鎖・廃止基準適用マニュアル」等に反映された。

以上のことから、当初の目標は概ね達成されたと評価できる。

c) 海面処分場立地のための社会的受容性の分析

研究対象にできるような海面処分場の問題事例を見つけることができなかつたため、陸上処分場の問題事例の情報収集と整理、沿岸環境に対する住民意識調査を中心として、海面処分場についての留意事項を整理するという目標設定に変更した。したがって、陸上処分場の問題の状況の把握や沿岸環境に対する住民意識の分析については、一定の有益な知見が得られたが、海面処分場につい

ての直接的な分析・整理を行うことができなかった。
 以上のことから、目標はあまり達成できなかった。

○成果

「研究成果及び活用（別紙様式）」のとおり。

○本研究開発の実施方法・体制の妥当性

それぞれの個別研究課題について、関係研究部が分担または協力して研究を進めるとともに、必要に応じ国土交通省本省や地方整備局、地方公共団体、国の研究機関、大学、民間団体、企業等とも連携して研究を実施した。研究分野が広範囲であったことから個別研究課題間での密な連携を取る体制は取らなかったが、効率的な研究実施の観点から、本研究の実施方法・体制は概ね妥当であったと判断する。

●研究の実施体制

個別研究課題	担当研究部及び主な連携先
木質系建築廃棄物の発生抑制技術の開発	建築研究部、総合技術政策研究センター、 (独)建築研究所、(独)森林総合研究所等
建設混合廃棄物の合理的な再資源化技術に関する研究	建築研究部、住宅研究部、(独)建築研究所
生ごみ等有機系廃棄物の最適処理による環境負荷低減技術に関する研究	下水道研究部、建築研究部
静脈物流ネットワークの計画手法に関する研究	港湾研究部
極大地震動を考慮した廃棄物埋立護岸遮水構造の性能設計法の開発	沿岸海洋研究部、土木シート技術協会、民間企業グループ、京都大、九州大、国立環境研、(独)港湾空港研
管理型廃棄物海面処分場の信頼性向上技術の開発	港湾研究部、沿岸海洋研究部、(独)港湾空港研、国立環境研
海面処分場立地のための社会的受容性の分析	沿岸海洋研究部、熊本大

●研究の実施方法

年度計画と研究費配分

区分 (目標、サブテーマ、分野等)	実施年度				総研究費 約 X,XXX [百万円]
	H14	H15	H16	H17	研究費配分
木質系建築廃棄物の発生抑制技術の開発	廃棄物発生抑制型木造構工法の開発				約 323 [百万円]
	建築材料・部材の再資源化技術の開発				
	普及システムの開発				

建設混合廃棄物の合理的な再資源化技術の構築	建設廃棄物の再資源化推進のための技術基盤 再使用促進に関する施策メニュー及び技術基準の開発	再資源化技術の普及基盤 再資源化シナリオの実現性に関する評価技術の開発	約 27 [百万円]
生ごみ等有機系廃棄物の最適処理による環境負荷低減技術の構築	現状分析・データ分析 実態調査 検証実験・社会実験 計画・評価手法構築		約 90 [百万円]
静脈物流ネットワークの計画手法に関する研究	廃棄物流動と処分の実態把握	流動量推計手法の開発 海上輸送を活用した静脈物流ネットワークの検討	約 5 [百万円]
極大地震動を考慮した管理型廃棄物埋立護岸遮水構造の性能設計に関する研究	護岸変形に伴う遮水工の局所変形特性の解明 管理型廃棄物埋立護岸の地震時挙動の解明 管理型廃棄物埋立護岸の性能規定型設計法の構築 政策化・マニュアル作成		約 61 [百万円]
管理型廃棄物海面処分場の信頼性向上技術の開発	現状分析	遮水性能解析手法の開発等	約 20 [百万円]
海面処分場立地のための社会的受容性の分析	事例収集・アンケートの実施	分析	約 4.5 [百万円]

○上記を踏まえた、本研究開発の妥当性

廃棄物の種類や資源循環型社会を推進していく上での取り組むべき分野は広範であるが、本プロジェクト研究では、その中から土木・建築の分野において緊急に取り組むべき課題として3つの技術分野を取り上げ、研究開発を実施した。個別研究課題ごとに見ると、当初目標を十分達成できたもの：2課題、概ね達成できたもの：3課題、あまり達成できなかったもの：2課題であり、全体としては概ね目標を達成できたと考えられる。

これらの研究成果は、政省令の改正、各種の基準やマニュアル、技術指針等に反映され、ゴミゼロ型・資源循環型社会の実現に向けた広範な施策の中で重要な役割を果たしつつあり、本研究の社会的意義は大きいと判断される。

これらのことから、本研究は概ね妥当であったと評価する。

4. 今後の取り組み

(1) 建築廃棄物の発生抑制、リサイクル技術

a) 木質系建築廃棄物の発生抑制技術の開発

今後の課題としては、①改修や増改築時に発生する解体材の分別と再資源化技術の開発、②有害物質を含んだ廃棄物の再資源化技術及び適正処理技術の開発などが挙げられる。これらについては、

総プロ「持続可能な社会構築を目指した建築性能評価・対策技術の開発（SB総プロ）」等、別課題において研究を計画あるいは実施しているところである。

b) 建設混合廃棄物の合理的な再資源化技術に関する研究

現状での再資源化における最大の課題は経済性であり、今後は、受入条件のみならず、受入条件のクリアに向けて生ずる排出側のコスト、受入側の条件解消により生ずるコスト等の検討が必要となる。また、建材製造業のみならず他産業とこれらの受入条件等の情報交換をすることで、資源の有効利用の推進が期待でき、今後、広範な情報分析及び集約が望まれる。

本研究は、総プロ「持続可能な社会構築を目指した建築性能評価・対策技術の開発（SB総プロ）」のLCW評価手法の開発において、発展的に継続しており、成果の活用がなされる予定である。

(2) 静脈システム形成に関する技術

a) 生ごみ等有機系廃棄物の最適処理による環境負荷低減技術に関する研究

ディスポーザー排水の下水道施設による収集及び処理に関しては、ガイドラインが策定されたことを受け、関連する調査研究及びディスポーザー導入の影響評価事例につきフォローしていく予定である。

分散型静脈系システム（分散型生ごみ処理システム）に関しては、研究成果の普及を図るとともに、街区・地区レベルにおける公共的サブインフラとしての生ごみ処理システムについても、検討を進める。

b) 静脈物流ネットワークの計画手法に関する研究

今後は、データ不足による研究の制約を解消するため、静脈物流ネットワーク形成を主目的とした公共主体による統計調査を行う必要がある。またネットワーク化による効果の検証のみでなく、それを最適化するための手法の検討が必要である。

(3) 廃棄物海面処分場の建設・管理技術

a) 極大地震動を考慮した管理型廃棄物埋立護岸遮水構造の性能設計に関する研究

遮水工健全性評価手法の実用化に向けて、耐久性の検証、計測機器も含めたシステム設計、施工方法等について、実海域等における実証実験により検討を進める。

遮水工の損傷検知技術、補修・修復技術の開発に当たっては、廃棄物海面処分場及びその周辺における有害物質の挙動予測や環境リスク評価も考慮した手法の検討が必要である。

b) 管理型廃棄物海面処分場の信頼性向上技術の開発

保有水の水位管理、保有水等の水質モニタリング等に基づく海面処分場の維持管理手法の高度化について、平成18年度内にガイドライン案をとりまとめることを目指して引き続き検討を進める。

c) 海面処分場立地のための社会的受容性の分析

陸上処分場における問題事例の整理は、外面的な整理にとどまっている。これを掘り下げることが望ましいが、情報の制約が大きく、これ以上研究を続けても進展は期待できない。

沿岸環境に対する住民意識の分析は、事例分析をさらに積み重ねていくことが必要である。

●研究の対象範囲

		ゴミゼロ型・資源循環型社会の推進				
		発生抑制	再利用	再資源化	効率的な輸送	適切な最終処分
一般廃棄物	生ごみ			生ごみ等有機系廃棄物の最適処理技術		<div style="display: flex; justify-content: space-between; padding: 5px;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; border: 1px solid black; padding: 2px;">管理型廃棄物海面処分場の信頼性向上技術</div> <div style="writing-mode: vertical-rl; border: 1px solid black; padding: 2px;">極大地震動を考慮した管理型廃棄物埋立護岸の性能設計法</div> <div style="writing-mode: vertical-rl; border: 1px solid black; padding: 2px;">海面処分場立地のための社会的受容性の分析</div> </div>
	建設発生木材	木質系建築廃棄物の発生抑制技術			<div style="writing-mode: vertical-rl; border: 1px solid black; padding: 2px;">静脈物流ネットワークの計画技術</div>	
産業廃棄物	建設廃棄物	建設混合廃棄物	建設廃棄物の合理的な再資源化技術			

研究課題名：ゴミゼロ型・資源循環型技術に関する研究（プロジェクト研究）

研究の成果目標		研究成果		研究成果の活用及び活用方針（施策への反映・効果等）	成果目標の達成度	備考
建築廃棄物の発生抑制技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> ・廃棄物の発生が少ない木造建築物の設計・施工技術の構築 ・解体除却材の合理的な再資源化技術の確立 	<ul style="list-style-type: none"> ・木造建築物の解体工程における解体時間・手間・解体木材の損傷程度等の測定を行い、解体分別明書要因を分析し、取り外しやすく作業性の高い接合方法等を取り入れた設計・施工技術を開発した。また、実大建物による施工・解体実験により分別解体容易性を検証した。 ・木質躯体材と仕上げ材材について、再資源化の要素技術の現状把握、再生材材の需要拡大に関する技術開発等を行った。 	<ul style="list-style-type: none"> ・木質系解体材の再資源化に関する技術指針案を作成・公表した。行政・自治体などが解体材の再資源化や廃棄物の削減等のための施策を検討する上での基礎資料として活用され、さらに、解体材の排出側と受け入れ側が解体材の排出・受け入れ基準等を検討するための基礎資料として活用される。 	◎	◎	参考資料 (P.1～9)
建設混合廃棄物の合理的な再資源化技術の構築	<ul style="list-style-type: none"> ・上記技術の環境評価・普及支援システムの提案 ・建設混合廃棄物の再資源化推進のための技術基盤の整備 	<ul style="list-style-type: none"> ・主要な建築材料の物質循環に係るデータベースを構築し、個々の木造建築物について、建設、解体、処分における資源投入量、解体材排出量、エネルギー消費量等を算定するプログラムを開発した。また、地域における処理施設の配置・能力等を組み入れ、各種政策オプションによるシナリオ分析が可能な資源循環社会モデルを開発した。 ・再資源化シナリオ対象として、断熱材、塩ビ管等を選定し、分別・処理各段階における廃棄物の品質基準（受入基準）案を作成した。 	<ul style="list-style-type: none"> ・再資源化に関する技術基盤、及び再資源化技術の開発促進のための「解体材の品質基準」として代表的な資材の標準的受入基準案を策定した。排出－受入に関わる技術開発要件が整備されることにより、新たなリサイクル技術の創出が期待される。 	○	○	参考資料 (P.10～13)
生ごみ等有機系廃棄物による環境負荷低減技術に関する研究	<ul style="list-style-type: none"> ・デイスボーターを用いた静脈システムの導入基準や計画手法の提案 	<ul style="list-style-type: none"> ・アメリカの都市を対象にデイスボーター普及率と管渠の清掃頻度の関係を分析し、デイスボーター導入による下水道への影響と維持管理実態を把握した。 ・北海道釧路市のデイスボーター設置地区と未設置地区において生ごみ量、デイスボーター排水の水質について調査し、デイスボーター導入に伴う生ごみの移行量及び負荷量原単位について把握した。 ・デイスボーター普及による下水道施設への影響評価手法、住民利便性向上便益の評価手法について検討し、地域全体のデイスボーター導入時の影響に対する総合的な評価手法を提案した。 ・都市部及び農村部における生ごみに係るフォールドデータの収集・分析等に基づき、分散型静脈システム（生ごみ処理システム）の総合計画手法を構築し、更に分散型生ごみ処理システムを構成する部位に関する性能評価手法を開発した。 	<ul style="list-style-type: none"> ・デイスボーター導入による下水道施設等への影響判定手法、住民の利便性向上の評価手法、ごみ収集・処理システムと下水道システム双方のエネルギー収支や温室効果ガス発生量に関する評価手法等を示した「デイスボーター導入時の影響判定の考え方」を作成した。 ・また、分散型生ごみ処理システムの総合計画手法及び分散型生ごみの性能評価手法を開発した。 	◎	◎	参考資料 (P.14～20)

＜成果目標の達成度＞ ◎：十分達成できた。 ○：概ね達成できた。 △：あまり達成できなかった。 ×：達成できなかった。

研究課題名：ゴミゼロ型・資源循環型技術に関する研究（プロジェクト研究）

研究の成果目標		研究成果		研究成果の活用及び活用方針（施策への反映・効果等）	成果目標の達成度	備考
静脈物流ネットワークの計画手法に関する研究	<ul style="list-style-type: none"> 産業廃棄物の国内における広域輸送に関する流動量推計モデルの開発 	<ul style="list-style-type: none"> 産業廃棄物の国内流動状況を把握し、輸送距離300kmが、自動車から内航海運へ主要な輸送機関が変化する分岐点であることを明らかにした。 県別の廃棄物発生量と廃棄物処理能力を説明変数とする産業廃棄物の発生流動量推計モデルを構築した。 広域輸送ネットワークの構築により、輸送の効率化（輸送コストの削減）の可能性があることを定量的に確認した。 	<ul style="list-style-type: none"> △ 	<ul style="list-style-type: none"> 今後リサイクルポートにおける海上輸送を用いた静脈物流ネットワーク形成に関する施策展開に活用されることが期待される。 	△	参考資料(P.21～24)
廃棄物海面処分場の建設・管理技術	<ul style="list-style-type: none"> 護岸の地震時変形に伴う遮水工の局所的変形特性の解明 管理型廃棄物埋立護岸の地震時挙動の解明 管理型廃棄物埋立護岸の性能規定型設計法の構築 管理型廃棄物埋立護岸の健全性評価手法の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ポリ塩化ビニル製の遮水シートを対象に、室内要素試験及び数値解析を行い、1軸引張時、突起物の貫入時および膨張時におけるシートの変形強度特性を把握した。 水中振動台を用いた模型振動実験を行い、地震動作用時の護岸変形と遮水シートの変形挙動との関連性を明らかにした。また、反力壁を用いた静的載荷実験を行い、護岸変形時の遮水シートの変形状態を把握した。 すでに導入がなされている港湾構造物や土木構造物等の性能設計法や、遮水シートに代表されるジオシンセティックス構造物中に施工した事例の設計手法・施工法等に関して調査を行い、管理型廃棄物埋立護岸の性能設計手法を構築した。 民間との共同研究により、遮水シートの損傷等の検知について、海面処分場特有の条件に対応可能な技術を複数考案し、適用性について検証した。 	○	<ul style="list-style-type: none"> 極大地震動に対応した管理型廃棄物埋立護岸遮水構造の性能設計法を提案した。 「管理型廃棄物埋立護岸（改定案）」を作成した。 環境省の廃棄物最終処分場跡地形状変更にかかる政省令の制定及び基準策定に反映させた。 環境省の海面最終処分場閉鎖・廃止基準適用マニュアル（案）の策定に反映させた。 	○	参考資料(P.25～35)
管理型廃棄物海面処分場の信頼性向上技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> 埋立護岸からの保水水の浸出に対する長期安全性評価手法の構築 信頼性の高い遮水構造の提案 維持管理技術（モニタリング、保水管理）の高度化 	<ul style="list-style-type: none"> 浸透・移流分散解析法による廃棄物埋立護岸の長期安全性評価手法を構築した。また、遮水工が損傷した場合の影響、潮位変動の影響について把握した。 独法湛空研等と連携し、変形追随性に優れた土質系遮水材料等を対象に現地実験を実施し、遮水矢板や遮水シートと土質系遮水材料とを組み合わせたフェイルセーフ機能を有する遮水構造を提案した。 海面処分場の遮水構造に係る維持管理技術（モニタリング、保水管管理）を提案した。 	○	<ul style="list-style-type: none"> 「管理型廃棄物埋立護岸の設計・施工・管理マニュアル（改定案）」を作成した。 環境省の廃棄物最終処分場跡地形状変更にかかる政省令の制定及び基準策定に反映させた。 環境省の海面最終処分場閉鎖・廃止基準適用マニュアル（案）の策定に反映させた。 	○	参考資料(P.36～44)
海面処分場の社会的受容性の分析	<ul style="list-style-type: none"> 廃棄物海面処分場立地における紛争の予防・回避のための留意事項の整理 	<ul style="list-style-type: none"> 陸上処分場における問題事例整理と沿岸環境に対する住民意識調査等をもとにした紛争の予防・回避のための留意事項を整理した。 	△	<ul style="list-style-type: none"> 今後の廃棄物海面処分場の計画、事業化において活用されることが期待される。 	△	参考資料(P.45～47)

△：十分達成できた。 ○：概ね達成できた。 △：あまり達成できなかった。 ×：達成できなかった。

研究マップ

	個別研究課題	研究部	現状の把握・分析				対策技術開発			政策化
			現状調査	現状分析	将来予測	基礎原理の開発	実用化	改良		
建築廃棄物の発生抑制、リサイクル	木質系建築廃棄物の発生抑制技術の開発	建築	↕	↕	↕	↕	↕	↕		
	建築廃棄物の合理的な再資源化技術に関する研究	住宅建築	↕	↕	↕	↕	↕	↕		
静脈システム形成	生ごみ等有機系廃棄物の最適処理による環境負荷低減技術の開発	下水道建築	↕	↕	↕	↕	↕	↕		
	静脈物流ネットワークの計画手法の構築	港湾	↕	↕	↕	↕	↕	↕		
管理型廃棄物海面処分場の建設、管理	極大地震動を考慮した管理型廃棄物護岸遮水構造の性能設計法の開発	沿岸海洋	↕	↕	↕	↕	↕	↕		
	管理型廃棄物海面処分場の信頼性向上技術の開発	港湾	↕	↕	↕	↕	↕	↕		
	海面処分場立地のための社会的受容性の分析	沿岸海洋	↕	↕	↕	↕	↕	↕		

凡例

- ほとんど研究が進んでいない領域
- いくらか研究が進んでいる領域
- かなり研究が進んでいる領域
- 本研究の範囲