

九州地区における建設副産物情報交換システムの
構築に関する調査研究

(財)日本建設情報総合センター研究助成事業

研究成果報告書

平成15年9月

研究代表者 松下 博通

(九州大学大学院 工学研究院)

は し が き

本報告書は、平成14年9月30日から平成15年9月30日の1年間に渡り、(財)日本建設情報総合センター研究助成事業を受けて実施された調査研究の成果を取りまとめたものである。

建設産業からの廃棄物は、産業廃棄物全体の約2割を占め、循環型社会を構築していく上で建設産業におけるリサイクルへの取り組みは重要である。また、建設発生土は廃棄物ではないものの、建設工事により多量に排出され、その半分以上が最終処分され、十分に有効利用されていない。

今後、一層のリサイクルを推進していく上で、建設副産物の排出および再生資源の受入れに関する情報交換システムが必要であると考えられる。現在、幾つかの情報交換システムが運用されているが、十分に機能を果たしているとは言い難い。

そこで本研究では、建設副産物に関する情報交換システムを構築、運用する上での問題点を提起し、リサイクル率向上のための調査研究を行った。

1. 研究課題

九州地区における建設副産物情報交換システムの構築に関する調査研究

2. 研究組織

研究代表者	松下 博通	九州大学大学院工学研究院	教授
研究分担者	佐川 康貴	九州大学大学院工学研究院	助手

3. 研究期間

平成14年9月30日～平成15年9月30日

4. 助成額

1,920,000円

助成研究者紹介

まつした ひろみち

松 下 博 通

現職：九州大学大学院 工学研究院 建設デザイン部門 教授（工学博士）

さ が わ や す た か

佐 川 康 貴

現職：九州大学大学院 工学研究院 建設デザイン部門 助手（修士（工学））

目次

第1章 序論	1
第2章 廃棄物問題の現状	3
2.1 廃棄物の種類および定義	3
(1) 廃棄物および再生資源	3
(2) 建設副産物	6
2.2 全国の産業廃棄物処理の現状	10
2.3 全国の建設副産物処理の現状	13
(1) 建設廃棄物	13
(2) 建設発生土	17
2.4 九州地区の建設副産物処理の現状	21
(1) 建設廃棄物	21
(2) 建設発生土	23
第3章 建設副産物情報交換システムに関する検討	25
3.1 (財)日本建設情報総合センターによる建設副産物情報交換システム	25
(1) 概要	25
(2) 適用範囲	25
(3) 利用対象者と活用によるメリット	25
(4) システムの機能	26
(5) 問題点	28
3.2 (財)日本建設情報総合センターによる建設発生土情報交換システム	30
(1) 概要	30
(2) 本システムの利用者と利用範囲	30
(3) システムの作業フロー	32
(4) 問題点	33
3.3 (株)建設資源広域利用センターによる建設発生土有効利用システム	35
(1) 概要	35
(2) 課題	35
3.4 建設副産物情報交換システムの提案	37

第4章	コンクリート塊の有効利用に関する研究の現状	39
4.1	路盤材としての利用	39
4.2	コンクリート用再生骨材としての利用	41
	(1) 法律および規準化の流れ	41
	(2) 製造方法	42
	(3) 再生骨材の品質	44
	(4) 再生骨材コンクリートの性質	47
	(5) 課題	52
第5章	結論	55

第 1 章 序論

建設廃棄物は廃棄物全体の約 2 割を占め、循環型社会を構築していく上で建設産業のリサイクルに対する取り組みは重要である。国土交通省の調査によると、平成 12 年度における建設廃棄物の再資源化率は、建設廃棄物全体で 85%、アスファルト・コンクリート塊で 98%、コンクリート塊で 96%となっており、高い成果が得られている。しかしながら、建設汚泥、建設発生土などについては再資源化率が低く、リサイクルが進んでいない。また、アスファルト・コンクリート塊およびコンクリート塊については、リサイクルの「量」は増えているが、再資源化後の用途が主に路盤材に限定されているなど、資源有効利用の観点からは、リサイクルの「質」を向上させる必要がある。

今後いっそうのリサイクルを推進していく上で、建設廃棄物の排出および再生資源の受入れに関する情報交換システムが必要である。現在、公共工事については(財)日本建設情報総合センターなどによる建設副産物の情報交換システムが運用されているが、発注者同士の情報交換が十分に行われていない、本システムへの登録が義務づけられていない、等の問題点を有する。再生資源の利用においては最終的には運搬コストが問題であり、ある地域内での情報交換システムの運用が効果的であると考えられる。また、ストックヤードや再資源化施設の最適配置についても検討する必要がある。

そこで本研究では、まず、全国における産業廃棄物処理に関する現状について述べた。また、全国および九州地区における建設副産物（建設廃棄物および建設発生土）の発生および処理状況についてまとめた。

次に、現在運用されている建設副産物情報交換システムの特徴および情報交換システムを構築、運用する上での問題点について取りまとめた。その上で、新たに、建設廃棄物のうち、コンクリート塊についての情報交換システムを提案した。

さらに、建設副産物の中でも排出量の多いコンクリート塊に特に着目し、コンクリート塊から製造した再生骨材の有効利用に関する研究の現状をとりまとめるとともに、有効利用システムを構築し、情報交換システムを運用する上での問題点について検討した。

最後に、本研究により得られた知見などを総括し、結論とした。

第 2 章 廃棄物問題の現状

2.1 廃棄物の種類および定義

(1) 廃棄物および再生資源

1970 年（昭和 45 年）に、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」（略称：「廃棄物処理法」）が制定，施行された。その第一条において基本的な考え方が示されている。

第一条 この法律は，廃棄物の排出を抑制し，および廃棄物の適正な分別，保管，収集，運搬，再生，処分等の処理をし，並びに生活環境を清潔にすることにより，生活環境の保全および公衆衛生の向上を図ることを目的とする。

廃棄物処理法において，廃棄物は以下のように定義されており，自ら利用したり他人に有償で譲り渡すことができないために不要になったものを指す。

第二条 この法律において「廃棄物」とは，で，ごみ，粗大ごみ，燃え殻，汚泥，ふん尿，廃油，廃酸，廃アルカリ，動物の死体その他の汚物又は不要物であって，固形状又は液状のもの（放射性物質及びこれによって汚染されたものを除く。）をいう。

また，廃棄物は大きく一般廃棄物と産業廃棄物の 2 種類に区分されている（図 - 2.1.1）。一般廃棄物は産業廃棄物以外の廃棄物を指し，主に家庭から発生する家庭ごみと，オフィスや飲食店から発生する事業系ごみとし尿に分類される。一方，産業廃棄物は事業活動によって生じた廃棄物のうち，法律で定められた 19 種類のものを指す（表 - 2.1.1）。さらに，これらの廃棄物の中で，爆発性，毒性，感染性，その他人の健康や生活環境に被害を生じる恐れがあるものを「特別管理一般廃棄物」，「特別管理産業廃棄物」と分類し，収集から処分までの全ての過程において厳重な管理を行うこととされている。

1980 年代には，大量生産・大量消費・大量廃棄という経済活動により，最終処分場不足や不法投棄が社会問題として取り上げられた。我々の生活環境を守るためには，廃棄物を再生資源として有効に活用することが必要であることが指摘され，1991 年（平成 3 年）には，「再生資源の利用の促進に関する法律」（現在の「資源有効利用促進法」，略称：「リサイクル法」）が制定，施行された。この法律は，再生資源の利用および利用促進を図ることが目的であり，再生資源を原材料としての利用することを促進し，リサイクル率を高めるべき業種（特定業種）として，紙製造業，ガラス容器製造業および建設業が指定を受けている。建設業では，土砂，アスファルト・コンクリート塊，コンクリート塊，木くずの 4 種類が，有効利用が促進されるように品質等を工夫すべき副産物（指定副産物）に指定さ

れている。

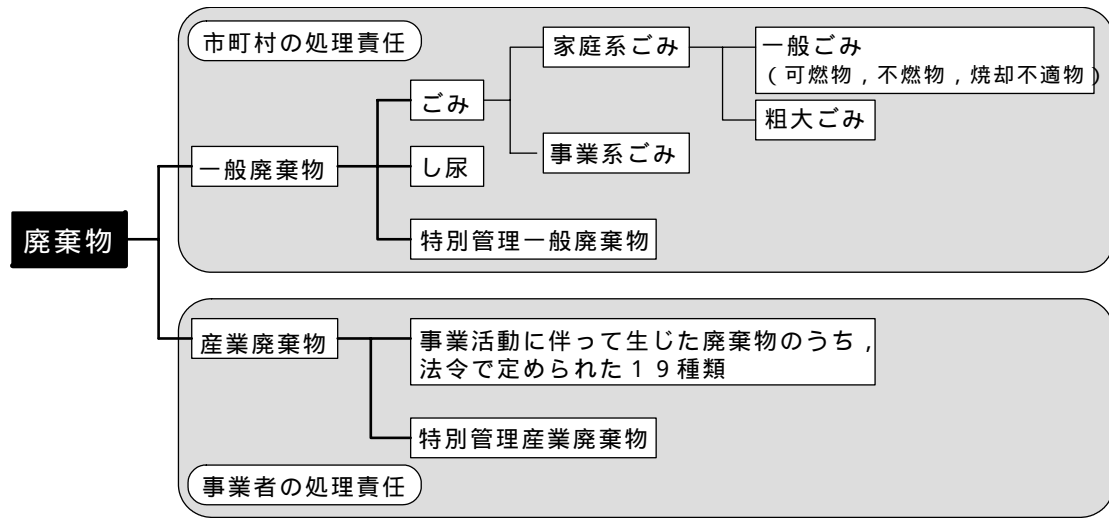


図 - 2.1.1 廃棄物の区分

表 - 2.1.1 廃棄物処理法に定められた廃棄物の分類

種 類	産業廃棄物の具体例
1. 燃え殻	石炭がら, コークス灰, 産業廃棄物の焼却灰, 炉清掃排出物等
2. 汚泥	製紙スラッジ, 活性汚泥(余剰汚泥), 凝集沈殿汚泥, めっき汚泥, ベントナイト汚泥等
3. 廃油	潤滑油, 切削油, 洗浄油, 鋳物油, 動植物油, 溶剤などの廃油
4. 廃酸	硫酸・塩酸等の無機廃酸, 酢酸・クエン酸等の有機廃酸, 写真定着廃液, エッチング廃液等
5. 廃アルカリ	苛性ソーダ廃液, アンモニア廃液, 写真現像廃液等
6. 廃プラスチック類*)	合成樹脂くず, 合成繊維くず, 合成ゴムくず等
7. 紙くず	パルプ製造業, 紙製造業, 紙加工品製造業, 新聞業, 出版業, 製本業, 印刷物加工業から生じる紙くず
8. 木くず	建設業に係るもの(工作物の除去に伴って生じたものに限る。), 木材又は木製品製造業, パルプ製造業, 輸入木材卸売業から生ずる木材片, おがくず等
9. 繊維くず	繊維工業(衣類その他の繊維製品製造業を除く。)から生ずる木綿くず, 羊毛くず等の天然繊維くず
10. 動植物性残さ	食料品製造業, 医薬品製造業, 香料製造業から生ずる動物性又は植物性の固形状の不要物
11. ゴムくず*)	天然ゴムくず
12. 金属くず*)	鉄鋼, 非鉄金属研磨くず, 切削くず等
13. ガラスくず及び陶磁器くず*)	ガラスくず, 耐火レンガくず, 陶磁器くず等
14. 鋳さい	高炉・平炉・電気炉などの残さい, 不良鋳石等
15. がれき類*)	工作物の除去に伴って生ずるコンクリートの破片, レンガの破片, その他これらに類する不要物
16. 動物のふん尿	畜産農業から排出される牛, 馬, 豚, めん羊, 山羊, にわとり等のふん尿及びこれらのふん尿を動物のふん尿処理施設で処理した
17. 動物の死体	畜産農業から排出される牛, 馬, 豚, めん羊, 山羊, にわとり等の
18. ばいじん	大気汚染防止法に規定するばい煙発生施設及び汚泥, 廃油, 廃酸等の焼却施設において発生するばいじんであって, 集じん施設によって集められたもの
19. 令第1条第13号に規定	上記1～18に掲げる産業廃棄物を処理するために処理したものであって, これらの産業廃棄物に該当しないもの

*)安定5品目:安定型処分場に持ち込み可(その他は管理型処分場へ)

(2) 建設副産物

建設副産物は、旧建設省により独自に定義されたものである。「建設副産物」とは、「建設工事に伴い副次的に得られたすべての物品」であり、図 - 2.1.2 に示す通り、建設発生土、有価物および建設廃棄物に分類される。「建設廃棄物」は廃棄物処理法で規定する廃棄物に該当するものをいい、一般廃棄物と産業廃棄物の両方を含む概念である。



図 - 2.1.2 建設副産物の分類と具体例¹⁾

建設副産物のうち、「建設発生土」は、「建設工事に伴い副次的に得られた土砂」であり、廃棄物処理法に規定される廃棄物には該当しない。建設発生土には、

土砂及び専ら土地造成の目的となる土砂に準ずるもの

港湾，河川等の浚渫に伴って生ずる土砂（浚渫土），その他これに類するもの

の2種類がある。

一方，建設工事に於いて発生する「建設汚泥」は，廃棄物処理法上の産業廃棄物に該当する。建設発生土（土砂）と建設汚泥の区分については，環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部産業廃棄物課長通知「建設工事等から生ずる廃棄物の適正処理について」（平成13年6月11日環産第276号）により，以下の通りとされている。

- ・地下鉄工事等の建設工事に係る掘削工事に伴って排出されるもののうち，含水率が高く粒子が微細な泥状のものは，無機性汚泥（以下「建設汚泥」という。）として取り扱われること。
- ・粒子が直径74ミクロンを超える粒子をおおむね95%以上含む掘削物にあつては，容易に水分を除去できるので，ずり分離等を行つて泥状の状態ではなく流動性を呈さなくなつたものであつて，かつ，生活環境保全上支障のないものは土砂として扱うことができること。
- ・泥状の状態とは，標準ダンプトラックに山積みができず，また，その上を人が歩けない状態をいい，この状態を土の強度を示す指標でいえば，コーン指数がおおむね200kN/m²以下又は一軸圧縮強度がおおむね50kN/m²以下であること。
- ・掘削物を標準仕様ダンプトラック等に積み込んだ時には泥状を呈していない掘削物であっても，運搬中の練り返しにより泥状を呈するものもあるので，これらの掘削物は「汚泥」として取り扱う必要があること。
- ・地山の掘削により生じる掘削物は土砂であり，土砂は廃棄物処理法の対象外であること。

また，（財）土木研究センターの建設発生土利用技術マニュアルでは，建設発生土は1種から4種および泥土に分類されている（図-2.1.3）²⁾。

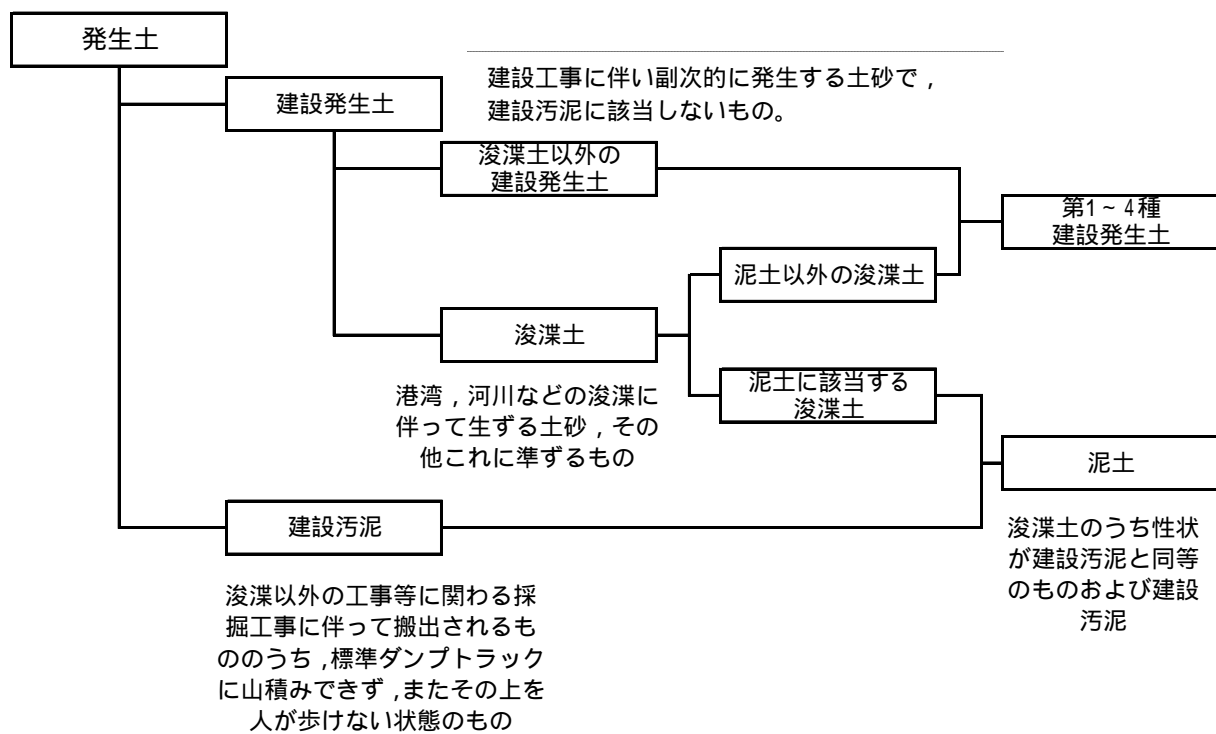


図 - 2.1.3 建設発生土と建設汚泥の関係²⁾

建設副産物、再生資源および廃棄物の関係は図 - 2.1.4 の通りである。再生資源に該当するもので、廃棄物に該当しないものとしては、建設発生土のほか、金属くず等のように他人に有償で売却できるものがあげられる。また、コンクリート塊等は、再生資源ではあるが、同時に廃棄物処理法上の産業廃棄物として取り扱う必要がある。

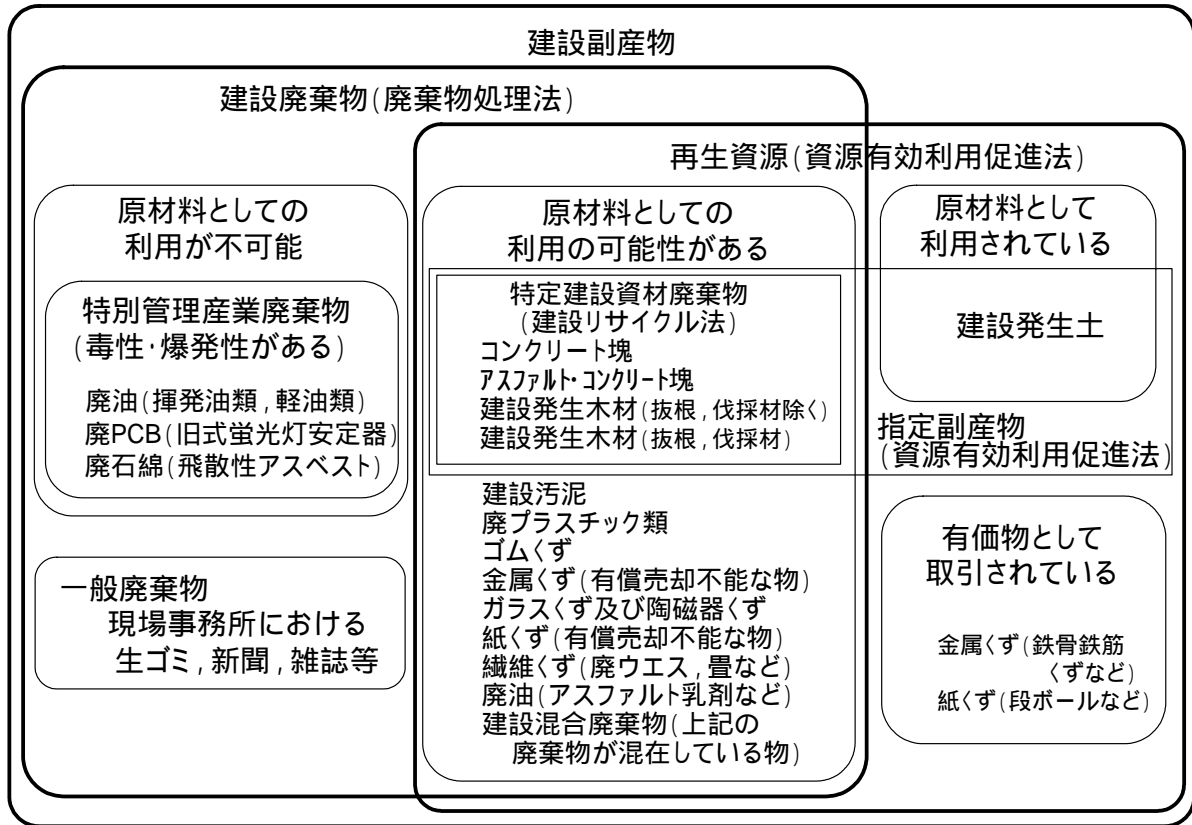


図 - 2.1.4 建設副産物と再生資源, 廃棄物との関係

2.2 全国の産業廃棄物の処理の現状⁴⁾

平成12年度における全国の産業廃棄物の総排出量は約4億600万トンであり、平成2年以降、多少の増減は見られるが4億トン前後で推移しており、ほぼ横ばいである。排出量を業種別に見ると、電気・ガス・熱供給・水道業（下水道業を含む）が約9,150万トン（22.5%）と最も多く、建設業は農業に次いで多く、約7,901万トン（全体の19.5%）を排出している（図-2.2.1）。

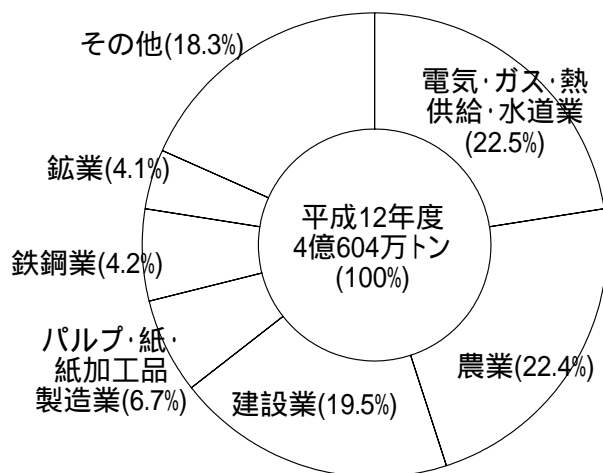


図 - 2.2.1 産業廃棄物の業種別排出量

次に、排出量を種類別に見ると、汚泥の排出量が最も多く、約1億8,918万トン（全体の46.6%）であり、次いで、動物のふん尿が約9,049万トン（22.3%）、がれき類が約5,883万トン（14.5%）となっており、この3品目で全排出量の約8割を占めている（図-2.2.2）。

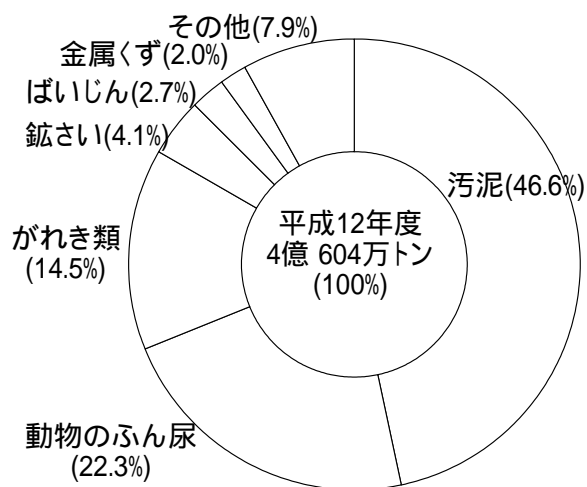


図 - 2.2.2 産業廃棄物の種類別排出量

さらに、排出量を地域別に見ると、関東地方の排出量が最も多く、約 1 億 1,553 万トン（全体の 28.5%）であり、九州地方は中部地方、近畿地方に次いで多く、約 5,086 万トン（12.5%）となっている（図 - 2.2.3）。

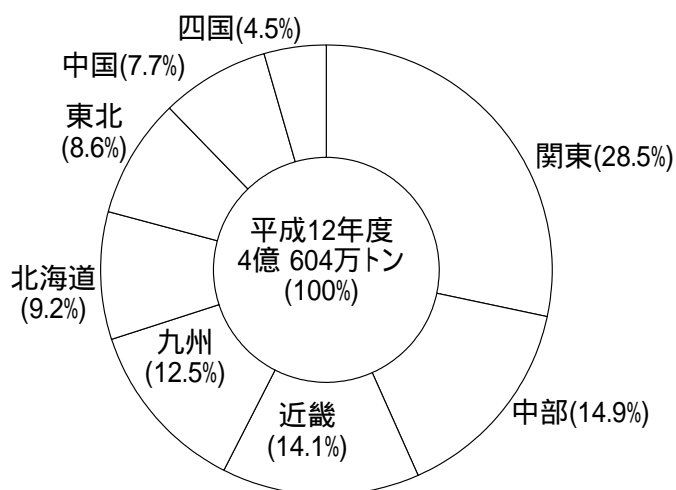


図 - 2.2.3 産業廃棄物の地域別排出量

産業廃棄物の処理フローを図 - 2.2.4 に示す。総排出量約 4 億 600 万トンのうち、中間処理されたものは約 3 億 300 万トン（全体の 75%）、直接再生利用されたものは約 8,000 万トン（20%）、直接最終処分されたものは約 2,300 万トン（6%）となっている。また、中間処理の段階において約 1 億 7,700 万トンが減量化され、約 1 億 2,600 万トンの残さが再生利用（約 1 億 400 万トン）または最終処分（約 2,200 万トン）されている。最終的には、排出量全体の約 45%にあたる約 1 億 8,400 万トンが再生利用され、11%にあたる約 4,500 万トンが最終処分されている。

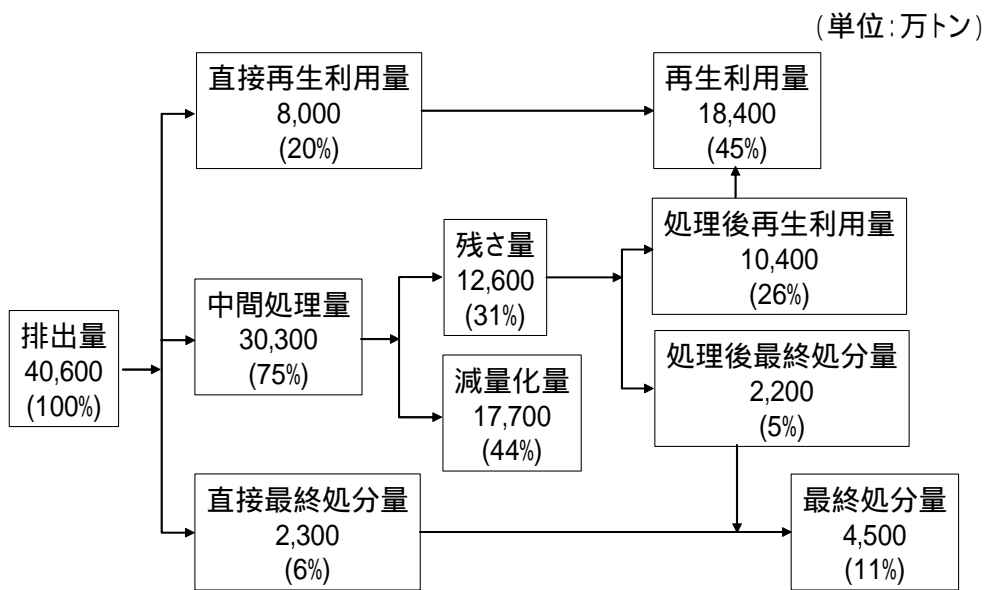


図 - 2.2.4 産業廃棄物の処理フロー

2.3 全国の建設副産物処理の現状⁴⁾

(1) 建設廃棄物

排出量

図 - 2.3.1 に全国の建設廃棄物の種類別排出量の推移を示す。平成2年度から平成7年度にかけては、全体量は7,600万トンから9,900万トンと約30%の増加を示しており、特にアスファルト・コンクリート塊およびコンクリート塊の排出量の増加が著しい。また、平成7年度から平成12年度にかけては、全体量は8,500万トンへ減少しているものの、アスファルト・コンクリート塊およびコンクリート塊は大きく、平成12年度で全体の約76%を占めている。

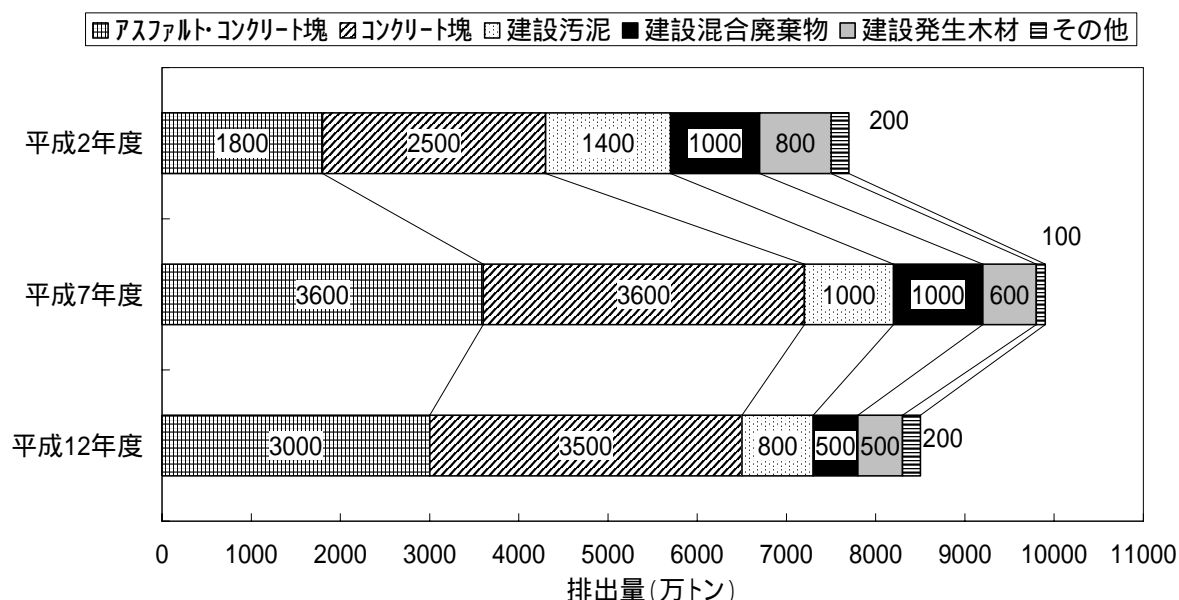


図 - 2.3.1 建設廃棄物種類別排出量

最終処分量

図 - 2.3.2 に建設廃棄物の最終処分量の推移を示す。平成2年度から平成7年度にかけては、4,400万トンから4,100万トンへと若干の減少であったが、平成12年度は1,280万トンと、大幅に減少している。特に、アスファルト・コンクリート塊およびコンクリート塊の最終処分量の減少による影響が大きい。

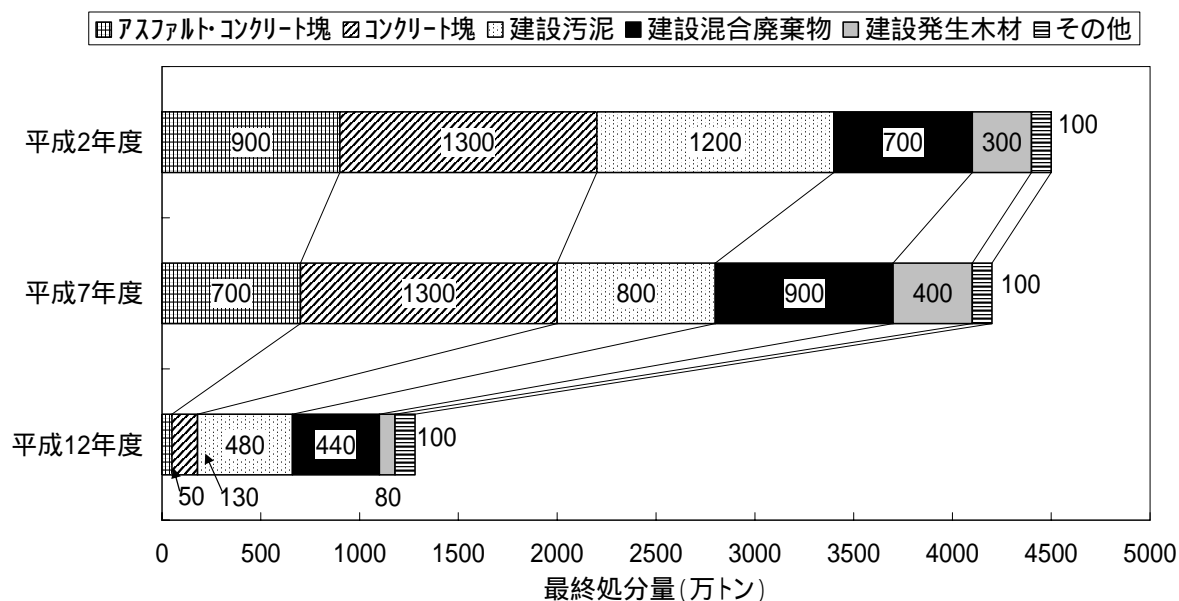


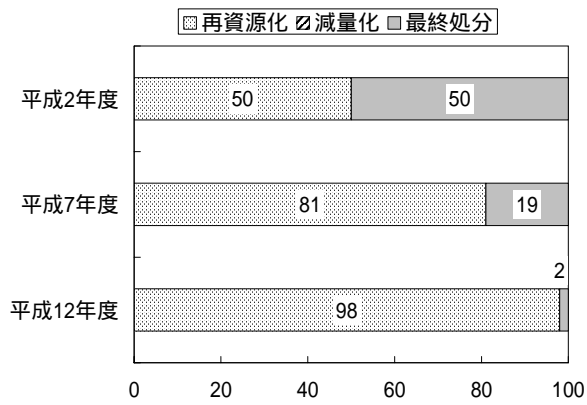
図 - 2.3.2 建設廃棄物種類別最終処分量

再資源化等の状況

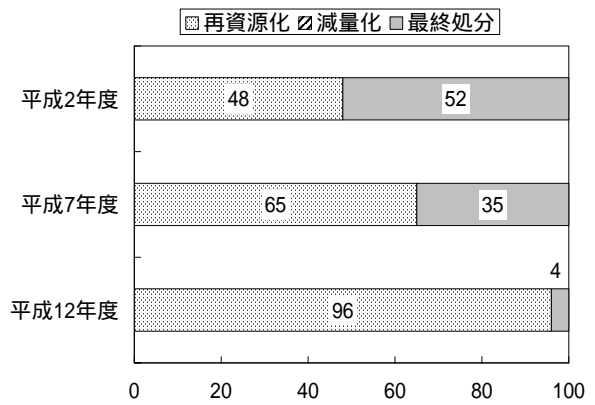
図 - 2.3.3 に、各建設廃棄物および建設廃棄物全体の再利用等の割合を種類別に示す。アスファルト・コンクリート塊およびコンクリート塊の再資源化の割合は年々増加しており、平成 12 年度においてはいずれも 95% を超えている。建設汚泥については、平成 12 年度に再資源化率が 30% へと増加しており、有効利用が進み始めているものの、依然として再資源化率は低位に留まっており、今後も一層の努力が必要であると言える。

一方、建設混合廃棄物および建設発生木材はリサイクルが進展しておらず、再資源化率はほぼ横ばいとなっている。特に、建設混合廃棄物は、リサイクルが技術上困難な廃棄物であることから、ほとんどが最終処分されている。

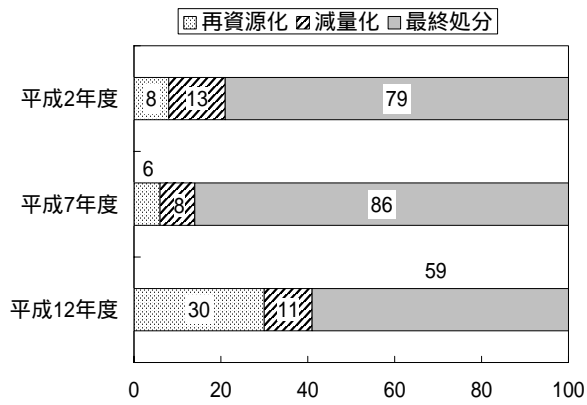
また、平成 12 年度における再資源化等の状況を地域別に示したものが、図 - 2.3.4 である。九州地区はいずれの品目も全国の平均値よりも低くなっており、特に建設汚泥と建設発生木材の再資源化率が低くなっている。



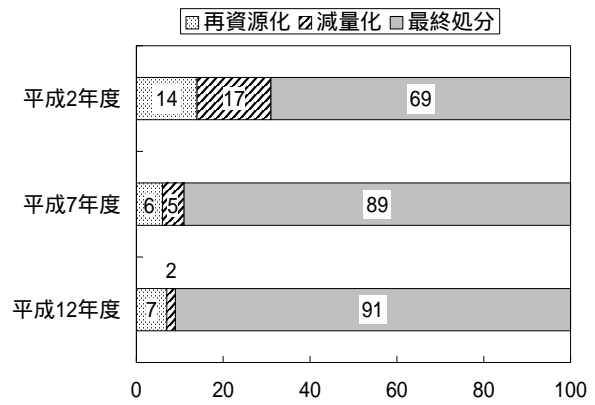
(a) アスファルト・コンクリート塊



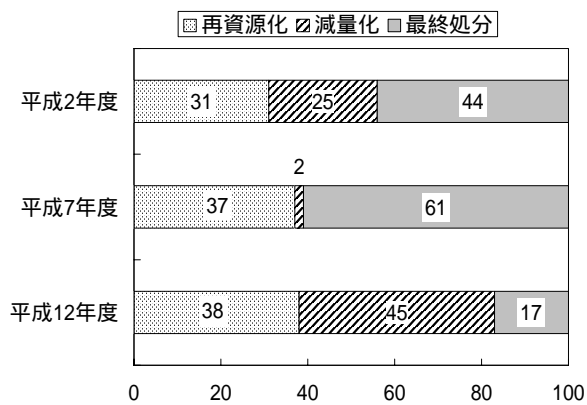
(b) コンクリート塊



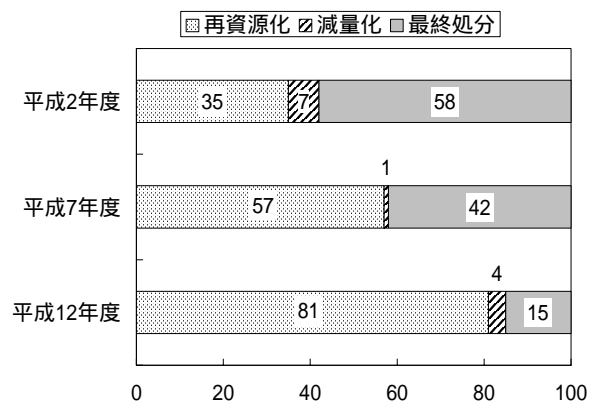
(c) 建設汚泥



(d) 建設混合廃棄物



(e) 建設発生木材



(f) 建設廃棄物全体

図 - 2.3.3 建設廃棄物の種類別再資源化等の状況

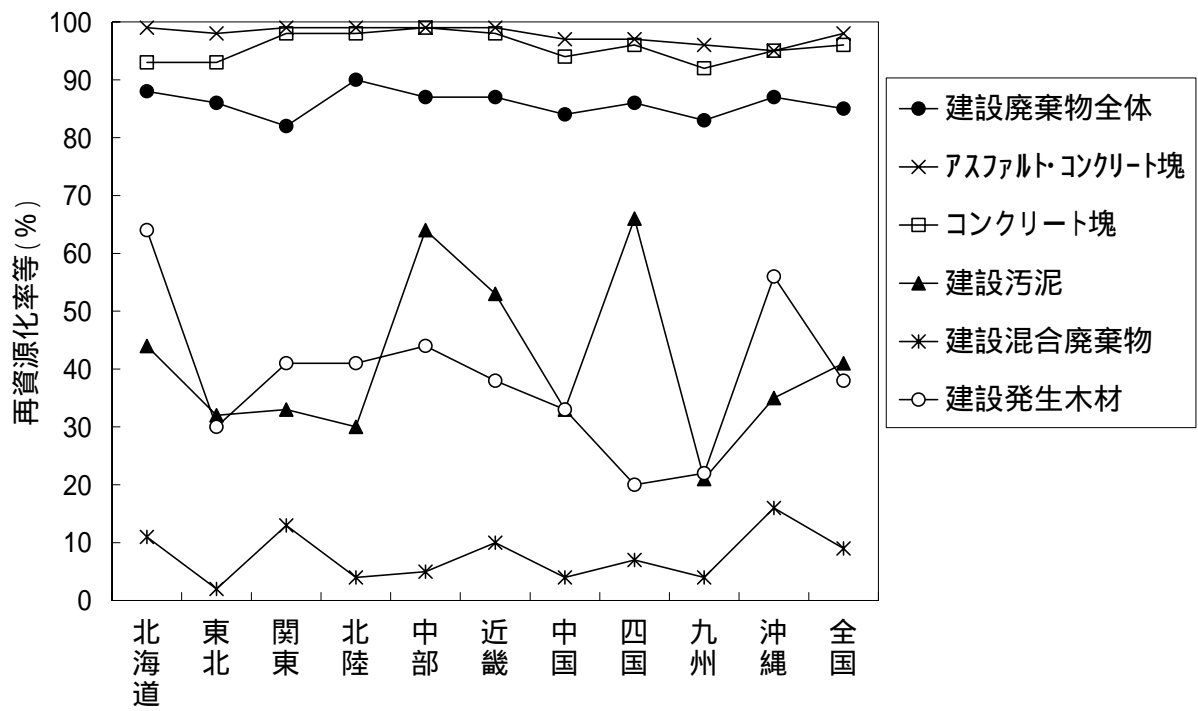


図 - 2.3.4 建設廃棄物の再資源化率等（平成 12 年度）

(2) 建設発生土

搬出量および処理フロー

図 - 2.3.5 に建設発生土の搬出量の推移を示す。建設廃棄物の排出量と同様に平成 2 年度から平成 7 年度にかけては増加し、その後、平成 12 年度では減少している。地域別に見ると、関東地方が最も多く、次いで九州地方が多くなっている。次いで、近畿、中部、東北地方が多い。関東地方は、全体に占める割合が最も多いが、年ごとに全体に占める割合は小さくなっている。一方、九州地方は、平成 12 年度で搬出量は減少しているものの、全体に占める割合は増加しており、平成 12 年度で約 17%となっている。

平成 12 年度における建設発生土の処理フローを示したものが、図 - 2.3.6 である。搬出された建設発生土のうち、他の工事現場で利用されたものの比率（工事間利用率）は、以下の式より、29%となる。

$$\text{建設発生土の工事間利用率} = \frac{\text{工事間利用} + \text{再資源化施設}}{\text{搬出量}} = \frac{\quad + \quad}{\quad} = 29\%$$

また、建設工事における土砂利用量のうち、建設発生土あるいはそれを再資源化施設において中間処理したものを使用した比率（有効利用率）は、以下の式より、54%となる。

$$\begin{aligned} \text{建設発生土の有効利用率} &= \frac{\text{工事間利用} + \text{再資源化施設} + \text{再生砂}}{\text{土砂利用量}} \\ &= \frac{\quad + \quad}{\quad} = 54\% \end{aligned}$$

すなわち、建設発生土の搬出量のうち 29%としか再利用されていない一方で、建設工事においては約半分の新材（山砂、海砂など）を新規に購入するという矛盾が生じている。

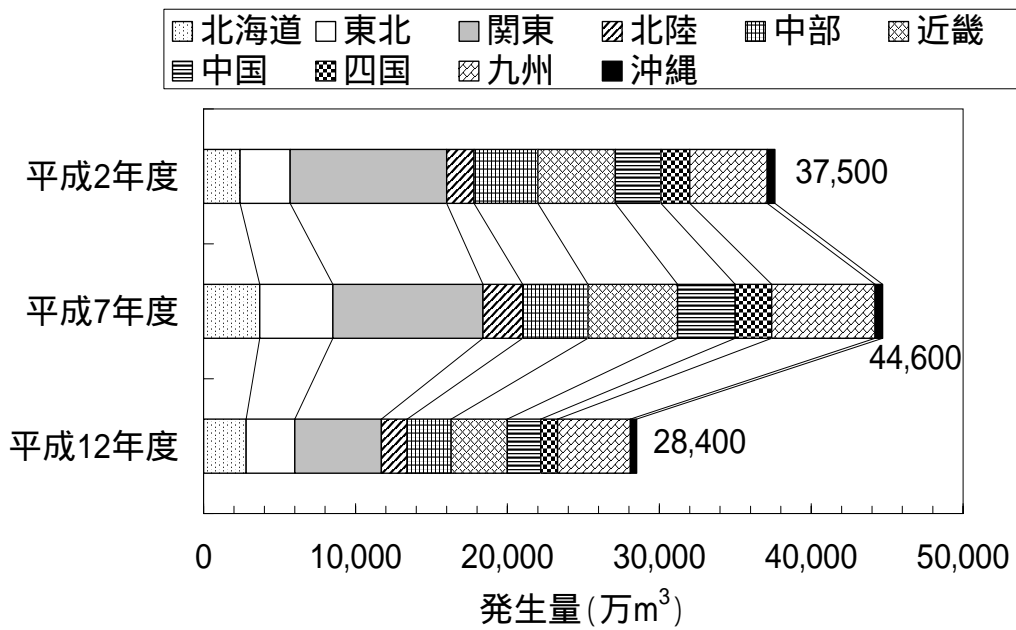


図 - 2.3.5 建設発生土搬出量の推移

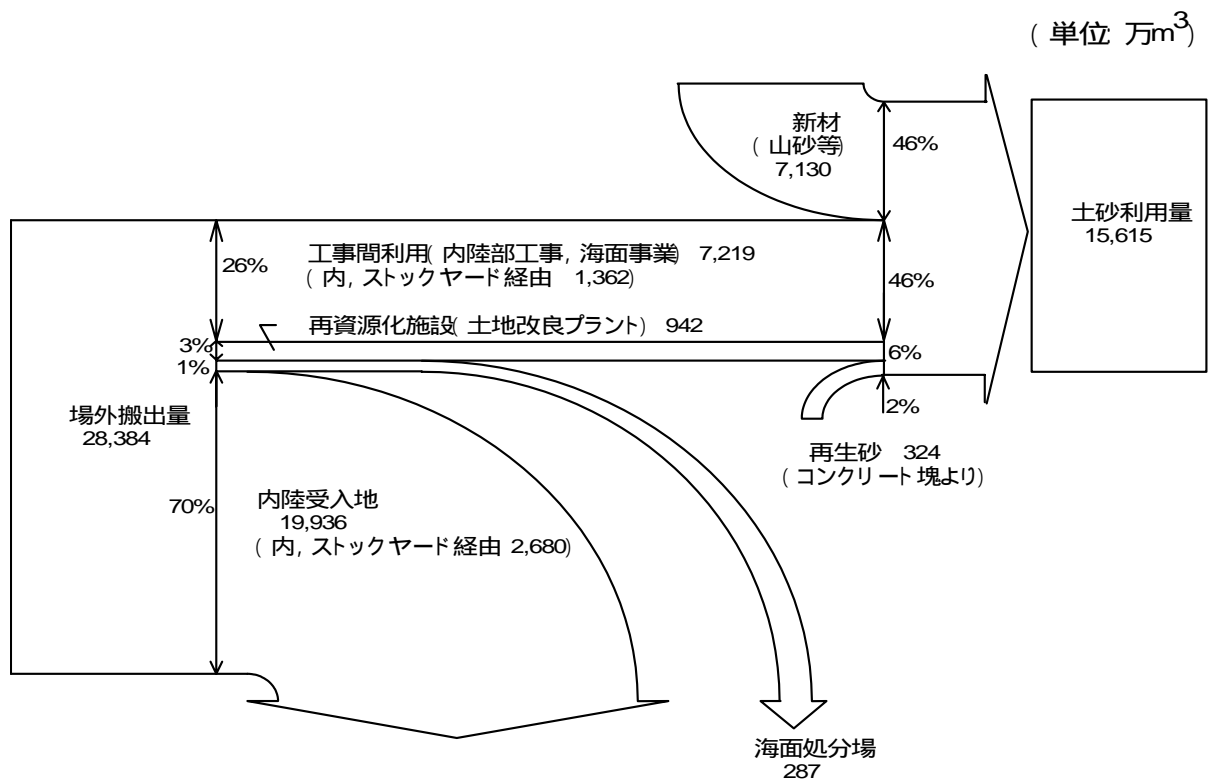


図 - 2.3.6 建設発生土の処理フロー

土質区分

図 - 2.3.7 に搬出された建設発生土および搬出先別の土質区分を示す。また，表 - 2.3.1 に旧建設省による土質区分基準（平成 6 年 7 月 20 日，建設省技調発第 173 号）を示す。

図より，搬出量全体，工事間利用，再資源化施設，内陸受入地は，構成割合がほとんど変わらないことが分かる。つまり，品質が高く，埋め戻し材や盛土材，裏込材などとして問題なく使用が可能な第 1 種や第 2 種であっても，再資源化施設に搬出され，処理が行われたり，内陸受入地で処分されている。また，海面処分場に搬出されるものは第 4 種や泥土が多くなっているものの，第 1 種および第 2 種が 25% を占めており，有効利用されていないことが分かる。

以上のことより，建設発生土を有効に利用するためには，その品質や量，搬出場所，搬出時期を登録し，検索が可能となる情報交換システムが必要であると言える。また，工事間利用されたもののうち，ストックヤードを経由したものが約 18% と少ないことから，ストックヤードを増やすことにより，土質区分に適した利用先へと搬出が可能になると考えられる。

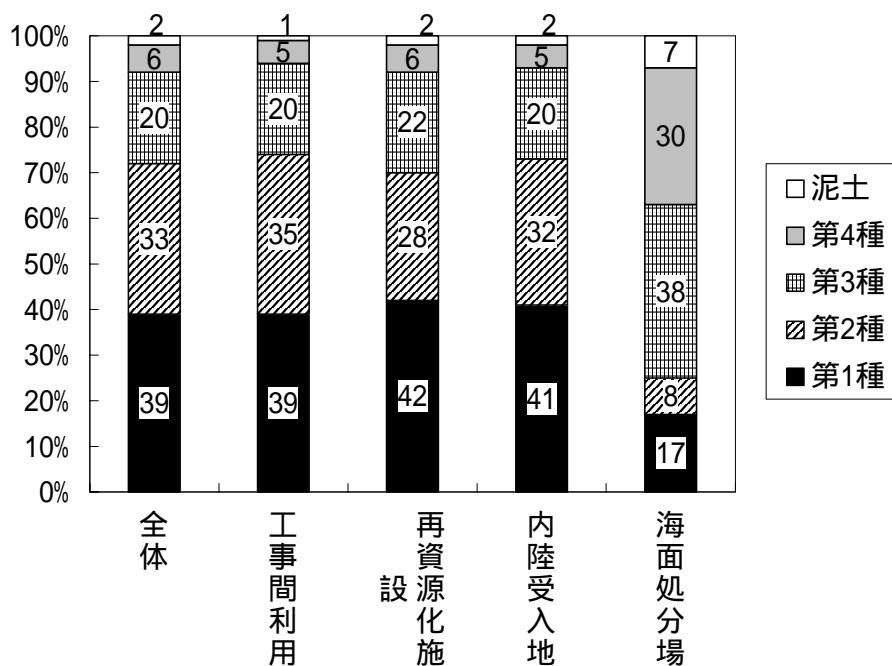


図 - 2.3.7 建設発生土の搬出先別土質区分

表 - 2.3.1 建設発生土の土質区分

区 分 (建設省令)	土質区分	コーン 指 数 qc ^{*3)}	日本統一土質分類		備考 ^{*2)}	
			中 分 類	土 質	含 水 比 (地山) Wn(%)	掘削方法
第1種建設発生土 砂、礫及びこれらに 準ずるもの	第1種発生土	-	(G) (S)	礫 砂	-	*排水に考慮するが、 降水、浸出地下水等 により含水比が増加 すると予想される場 合は、建設省令の1 ランク下の区分とす る。 *水中掘削等による 場 合は、建設省令の2 ランク下の区分とす る。
	第1種改良土		(改良土) ^{*6)}		-	
第2種建設発生土 砂質土、礫質土及び これらに準ずるもの	第2a種発生土	8以上	(GF)	礫質土	-	
	第2b種発生土		(SF)	砂質土 (Fc=15 ~ 25%)	-	
	第2c種発生土			砂質土 (Fc=25 ~ 50%)	30%程度以下	
	第2種改良土		(改良土)		-	
第3種建設発生土 通常の施工性が確保 される粘性土及びこ れに準ずるもの	第3a種発生土	4以上	(SF)	砂質土 (Fc=25 ~ 50%)	30 ~ 50%程度	
	第3b種発生土		(M)・(C)	シルト、粘性土	40%程度以下	
	第3種改良土		(V)	火山灰質粘性土	-	
第4種建設発生土 粘性土及びこれに準 ずるもの(第3種発生 土を除く)	第4a種発生土	おおむね 2以上	(SF)	砂質土 (Fc=25 ~ 50%)	-	
	第4b種発生土		(M)・(C)	シルト、粘性土	40 ~ 80%程度	
			(V)	火山灰質粘性土	-	
	第4種改良土		(O)	有機質土	40 ~ 80%程度	
(泥土) ^{*1)} 浚渫土のうちおおむ ねqc _e 2以下のもの 及び建設汚泥	泥 土 a	おおむね 2以下	(SF)	砂質土 (Fc=25 ~ 50%)	-	
	泥 土 b		(M)・(C)	シルト、粘性土	80%程度以上	
			(V)	火山灰質粘性土	-	
	泥 土 c		(O)	有機質土	80%程度以上	
			(Pt)	高有機質土	-	

- *1) 泥土のうち建設汚泥は、廃棄物処理法に定められた手続きが必要である。
- *2) 計画段階（掘削前）において土質区分を行う必要があり、コーン指数を求めるために必要な資料を得られない場合には、日本統一土質分類と備考欄の含水比（地山）、掘削方法から概略の土質区分を選定し、掘削後、所定の方法でコーン指数を測定して、土質区分を決定する。
- *3) 所定の方法でモールドに締固めた試料に対し、ポータブルコーンペネトロメータで測定したコーン指数。
- *4) 表中の第1種～4種改良土は、土（汚土を含む）に改良材を混合し、化学的に性状を改良したものである。例えば、第3種改良土は、第4種発生土または泥土を安定処理し、qc_e4以上の性状に改良したものである。
- *5) 含水比低下、粒度調整などの物性的な処理を行った場合には、処理後の性状で再度判定し、改良土としてではなく、発生土として土質区分を判定する。
- *6) 第1種改良土は、礫、砂状を呈するもの。

2.4 九州地区の建設副産物処理の現状³⁾

(1) 建設廃棄物

排出量

図 - 2.4.1 に九州地区における建設廃棄物の種類別排出量の推移を示す。図には全国規模の建設副産物実態調査が行われた平成 2 年度，平成 7 年度および平成 12 年度の調査結果を示している。平成 2 年度から平成 7 年度にかけては，全体量は 688 万トンから 960 万トンと約 40%の増加を示しており，特にアスファルト・コンクリート塊およびコンクリート塊の排出量の増加が著しい。また，平成 7 年度から平成 12 年度にかけては，全体量は 930 万トンへ減少しているものの，アスファルト・コンクリート塊およびコンクリート塊は増加しており，これらで全体の約 82%を占めている。

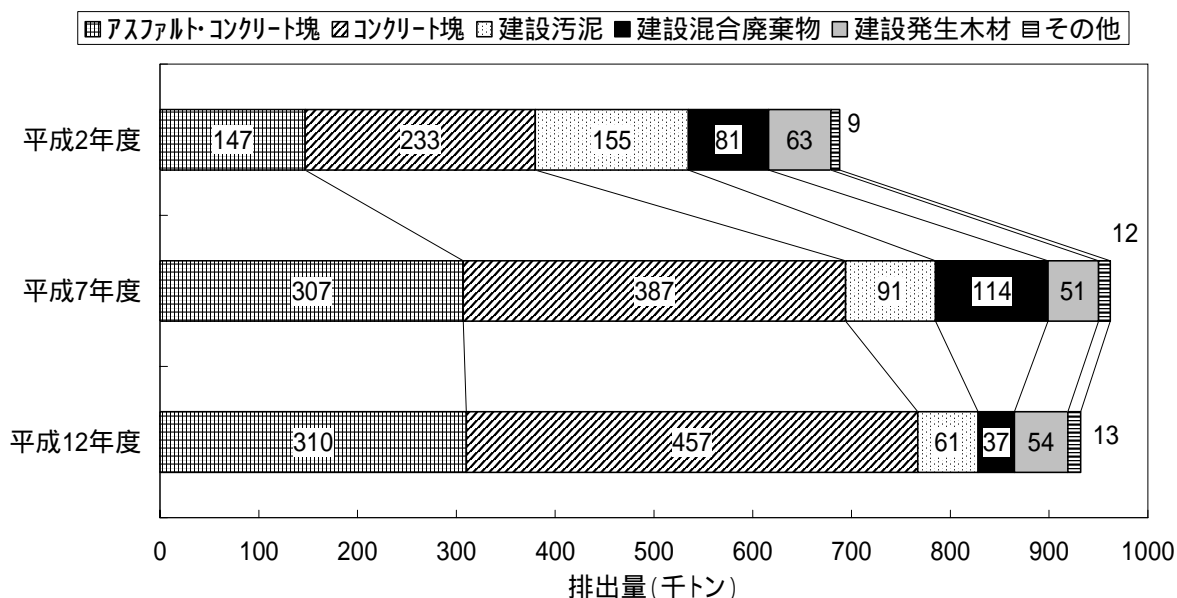
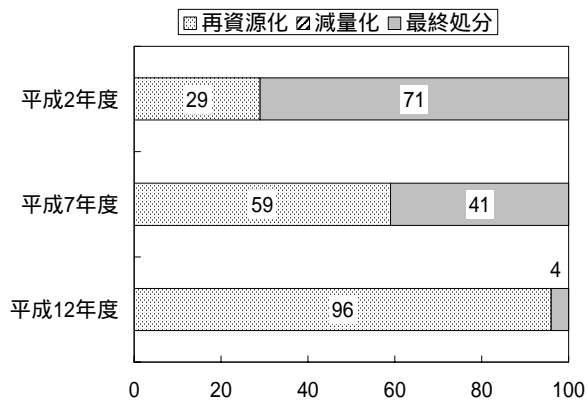


図 - 2.4.1 九州地区の建設廃棄物の種類別排出量

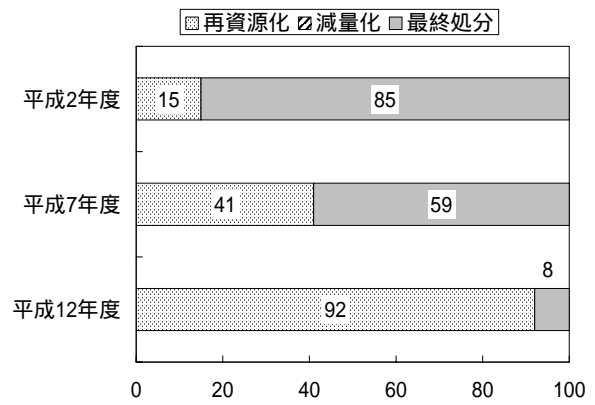
再資源化等の状況

図 - 2.4.2 に各建設廃棄物及び建設廃棄物全体の再利用等の割合を示す。アスファルト・コンクリート塊およびコンクリート塊の再利用の割合は年々増加しており，平成 12 年度においては再利用率が 90%に達している。また，建設発生木材は再資源化率が 22%，減量化率が 51%となっており，有効利用が進んでいる。

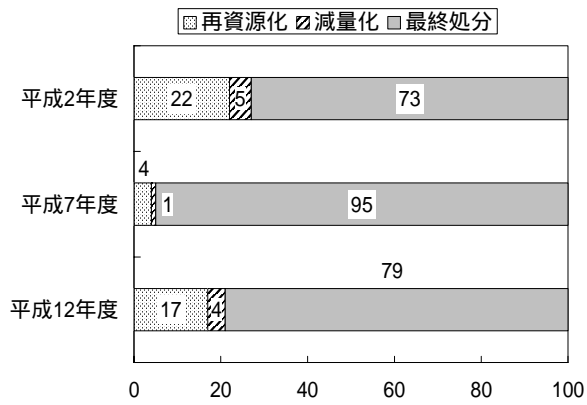
一方，建設汚泥については，全国での再利用および減量化の割合の合計は 41%に達しているのに対し，九州地区においては約半分の 21%にとどまっており，建設汚泥の有効利用が進んでいないことが分かる。さらに，建設混合廃棄物は有効利用されておらず，平成 12 年度では 4%しか再資源化されていない。



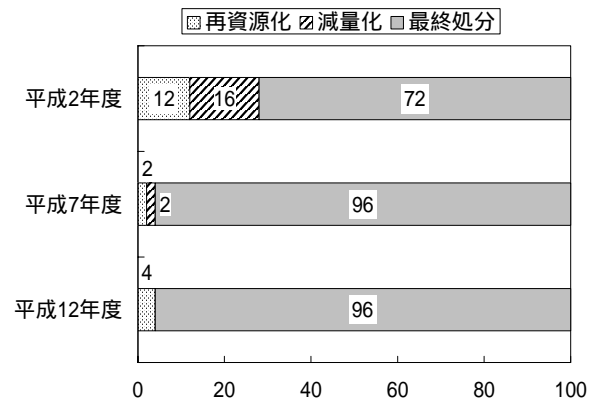
(a) アスファルト・コンクリート塊



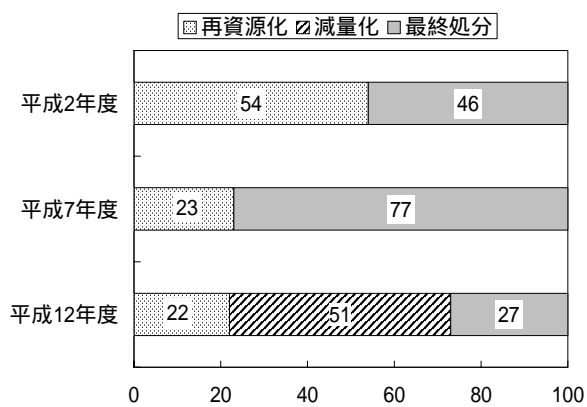
(b) コンクリート塊



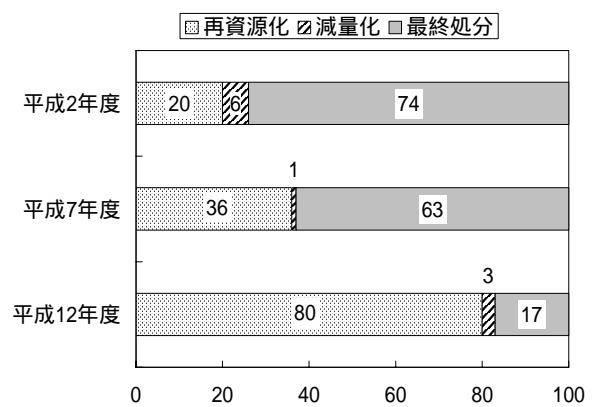
(c) 建設汚泥



(d) 建設混合廃棄物



(e) 建設発生木材



(f) 建設廃棄物全体

図 - 2.4.2 九州地区の建設廃棄物の種類別再資源化等の状況

(2) 建設発生土

図 - 2.4.3 に県別の建設発生土の搬出量の推移を示す。九州全体で平成 2 年度には 5,140 万 m³、平成 7 年度には 6,830 万 m³、平成 12 年度には 4,820 万 m³ が搬出されており、全体に占める割合は、福岡県および鹿児島県が多くなっている。

建設発生土の搬出量のうち、平成 2 年度には 21%、平成 7 年度には 11%、平成 12 年度には 33%が海面埋め立て、土質改良プラントおよび公共工事等へ搬出され、再利用されているものの、その割合は低く、依然として建設発生土の半分以上は内陸部で埋め立てられている。

図 - 2.4.4 に、平成 7 年度および平成 12 年度における建設工事（海面埋め立て工事は除く）での土砂利用量を示す。なお、図中の「有効利用率」とは、建設工事において利用された土砂のうち、他工事から搬入し、再利用された建設発生土の割合を示す。平成 12 年においては、搬出された 4,820 万 m³のうち、1,580 万 m³が建設工事で有効利用されているものの、搬出量全体に対する割合（工事間利用率）は約 33%にとどまっており、建設発生土の半分以上が内陸部で埋め立てられていることになる。なお、この値は全国での値（29%）とほぼ同様となっている。

一方、このような状況にも関わらず、山砂などの新規の材料が投入されており、建設工事での土砂利用量の約 34%にもものぼる。この値は全国での値（54%）よりも低いものの、建設発生土のさらなる有効利用が求められる。

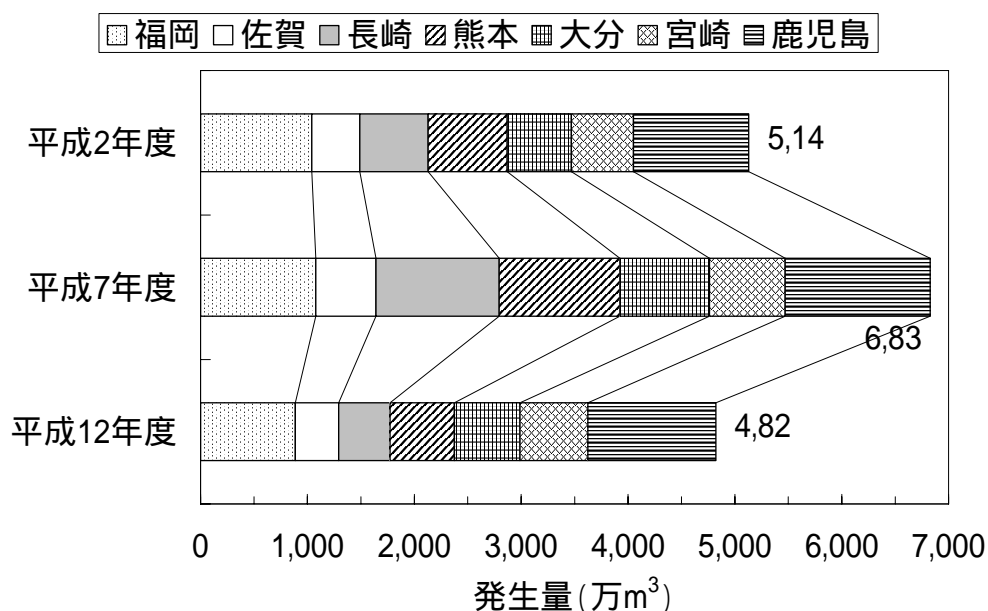


図 - 2.4.3 県別の建設発生土排出量の推移

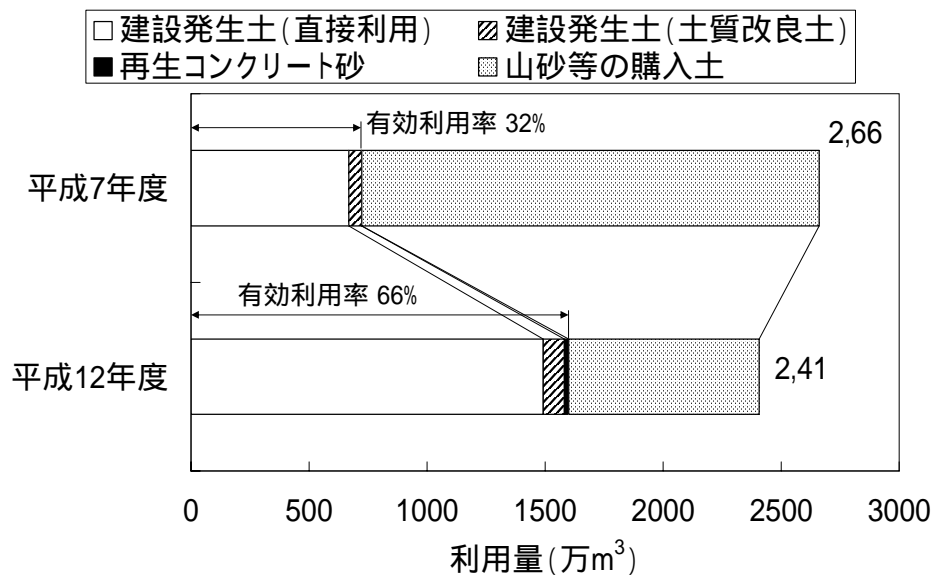


図 - 2.4.4 建設工事における土砂種別利用量

【参考文献】

- 1) 建設副産物リサイクル広報推進会議：総合的建設副産物対策平成 15 年度版
- 2) (財)土木研究センター：建設発生土利用技術マニュアル，p.3，1998
- 3) 環境省ホームページ，<http://www.env.go.jp/recycle/waste/sangyo.html>
- 4) 国土交通省：平成 12 年度建設副産物実態調査結果

第3章 建設副産物情報交換システムに関する検討

3.1 (財)日本建設情報総合センターによる建設副産物情報交換システム

(1) 概要

(財)日本建設情報総合センター（JACIC）では、平成8年度より、建設副産物情報交換システムを運営、管理している。本システムは、工事発注者、排出事業者および処理業者間の情報交換により建設副産物に関わる需要・供給バランスの確保、適正処理の推進、リサイクル率の向上および建設リサイクル法の各種書類作成作業の省力化を図ることを目的としたものであり、特徴は以下の通りである。

〔特徴〕

全国共通の標準化仕様に基づき、全国どこでも使用可能である。

インターネット技術を利用した、WEB オンラインシステムである。

各ユーザが登録した工事データ、施設データなどを一元的に運営・管理可能。

視認性の高いデジタル地図を利用している。

建設リサイクル法の各種書類作成作業の省力化が可能。

(2) 適用範囲

本システムでは、建設廃棄物の全て（アスファルト・コンクリート塊、コンクリート塊、建設汚泥、建設発生木材、建設混合廃棄物）を対象としている。また、日本全国の情報を取り扱うシステムとなっている。

(3) 利用対象者と活用によるメリット

システムが利用できるのは、

工事発注者（公共事業発注機関省庁、公団・事業団、都道府県、市町村）

排出事業者（建設工事の施工者等）

処理業者（再資源化施設等）

である。なお、システムを活用することにより、各利用者には表 - 3.1.2 に示すメリットが期待される。

表 - 3.1.2 システム利用により得られるメリット

ユーザ名	システム活用によるメリット
工事発注者	<ul style="list-style-type: none"> ・ 建設副産物の搬出先および再生資材の購入先の検索が可能。 ・ 工事現場から再資源化施設までの最短経路、距離および運搬時間の検索が可能。 ・ 適切な設計・積算の策定に寄与。
排出事業者	<ul style="list-style-type: none"> ・ 建設副産物の搬出先および再生資材の購入先の検索が可能。 ・ 工事現場から再資源化施設までの最短経路、距離および運搬時間の検索が可能。 ・ 適切な施行計画の作成および立案支援。 ・ 建設リサイクル法の各種書類作成作業の省力化。
処理業者	<ul style="list-style-type: none"> ・ 自社施設の周辺工事の検索が可能。 ・ PR欄の利用による、自社のPR活動。 ・ 情報公開による業界の市場活性化。

(4) システムの機能

システムは、工事の設計、積算、発注、施工から完了までの事業の各段階において利用される。図 - 3.1.1 にシステムのイメージ図を示す。システムの基本的な処理フローは、登録フローと検索フローから成り、それぞれの機能を表 - 3.1.3 に示す。

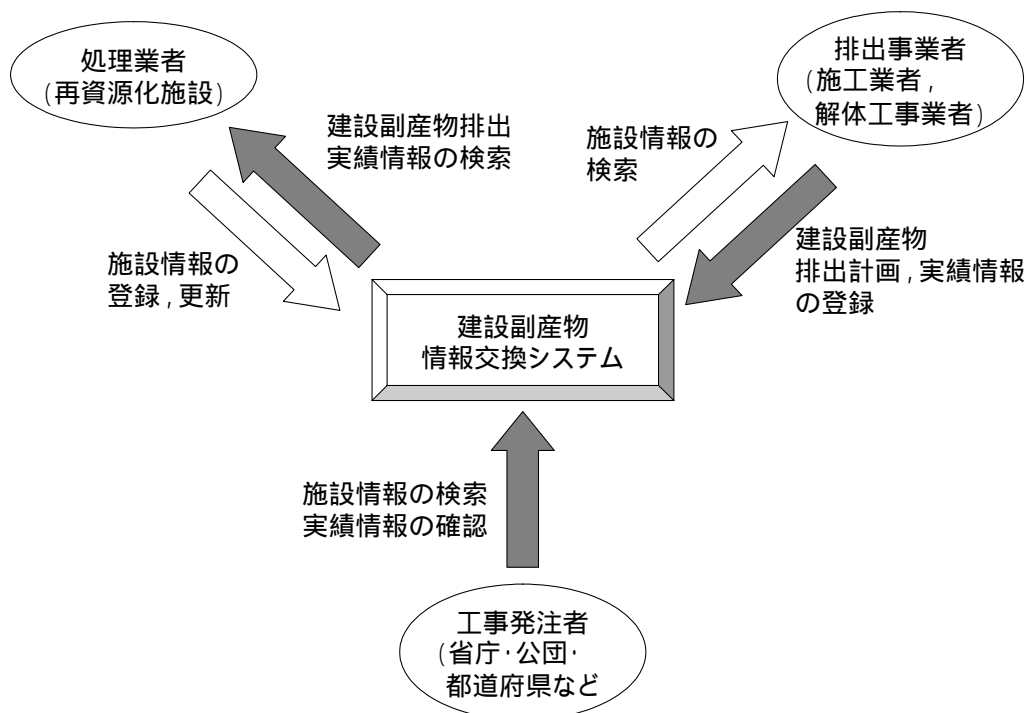


図 - 3.1.1 システムのイメージ図¹⁾

表 - 3.1.3 システムの機能および内容

機能		内容
登録フロー	施設情報の登録・更新機能	<p>処理業者は、システム登録時に施設情報の登録を行う。 また、登録情報は、リアルタイムに更新が行える。</p> <p>【項目】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 処理事業所情報 (事業所住所, TEL, FAX, 担当者名, 業許可情報など) ・ 再資源化施設情報 (施設名, 施設住所, 受入可能品目, 受入時間帯, 自社PRなど) ・ 最終処分場情報 (施設名, 施設住所, 受入可能品目, 受入時間帯, 自社PRなど)
	工事計画情報の登録機能	<p>排出事業者が施行計画立案時に工事計画情報の登録を行う。 建設リサイクル法に基づく様式が出力可能。</p> <p>【項目】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 工事概要 (発注者名, 工事名, 工事種類, 施行場所, 工期など) ・ 建設副産物排出計画情報 (建設副産物の種類, 月別の排出量など) ・ 建設資材利用計画情報 (再生資材の種類, 月別の利用量など)
	工事実績情報の登録機能	<p>排出事業者は施工時に随時、処理施設利用実績の登録を行う。</p> <p>【項目】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 建設副産物排出実績情報 (建設副産物の種類, 月別の排出量, 排出先の処理施設など) ・ 建設資材利用実績情報 (建設資材の種類, 月別の利用量, 供給先の処理施設など)
検索フロー	施設情報の検索機能	<p>工事発注者および排出事業者は、地図情報により運搬経路、距離、時間の検索が可能。 発生材の処理先、再生資材の処理先の確認を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 工事発注者・・・工事の設計・積算時 ・ 排出事業者・・・施工計画立案時
	工事情報の検索機能	<p>工事発注者は、排出事業者の登録内容から、適正処理、再生資材の利用の確認を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 建設副産物排出計画, 実績 ・ 建設資材利用計画, 実績

(5) 問題点

本システムにおける問題点を取りまとめると、以下の通りとなる。

まず、本システムは「建設副産物情報交換システム」であるにも関わらず、対象の品目は「建設廃棄物」である。すなわち、建設副産物である建設発生土は含まれておらず、建設発生土については、次項で述べる、建設発生土情報交換システムが運用されている。このように異なる情報交換システムを運用しているのは、廃棄物処理法で廃棄物と規定される建設廃棄物と、廃棄物ではない建設発生土との違いによるものであると考えられる。例えば、建設発生土を産業廃棄物に指定すると、収集や運搬を業とする場合や処理施設を設置する場合に、新たに都道府県知事の許可が必要となるため、建設発生土の有効利用は困難になると考えられる。

また、本システムにおいては、アスファルト・コンクリート塊、コンクリート塊、建設汚泥、建設発生木材、建設混合廃棄物の建設廃棄物全てを取り扱っているが、これらはそれぞれ排出量が全く異なるにも関わらず、一つのシステムで情報が管理されている。再資源化処理施設における取扱品目は1箇所につきほぼ1品目に限定されるにも関わらず、多種の品目を取り扱うシステムを利用することは、操作が煩雑になる可能性がある。

次に、本システムでは、再資源化施設において処理された後の再生材の供給場所や量、品質に関する情報は登録されない。再生材を有効利用するためには、再生材の供給場所や量、品質などに関する情報を容易に検索できるシステムが必要である。例えば、宮崎県における再生クラッシャーランの在庫状況は、インターネット上に公開されており、閲覧が可能である（図 - 3.1.2）²⁾。

管内 町村名	会社名	連絡先	所在地	在庫量 (m ³)
宮崎県	原田建設	0985-24-7483	宮崎市大平山原平山田大谷5446	40
	(有)井上産業	0985-41-0180	宮崎市大平成生野字ノヤノ野5179-5	2,500
	(株)田村産業	0985-51-2212	宮崎市大平成生野字大蔵2781	2,900
	旭興産(株)	0985-59-1195	宮崎市大平樋江字豊十5474-7	350
	(有)4世生建設	0985-48-1212	宮崎市大平九郎町字小丸3702-3	750
	(株)興栄企業	0985-55-7411	宮崎市大平郡前山山下字1587-1	7,600
清武町	(有)入船産業	0985-85-1284	清武町大平船14369	-
田野町	(有)共栄興業	0985-86-0186	田野町字白粉・尾乙2402-146	1,300
日南市	天野産業(株)	0985-24-3951	日南町字1291-2	7,000
	弘明開発事業(協)	0987-27-0815	日南市大字新之井字池之腰九野4681	900
	日南開発(有)	0987-23-1101	日南市大字新野字上五馬ノ谷2707-乙	50

図 - 3.1.2 再生クラッシャーランの在庫状況に関する情報（宮崎県）²⁾

さらに、ストックヤードに関する情報は全く登録されていない。再生材の有効利用の比率を上げるには、発生時期と再生利用の時期、および発生量と再生利用の量のギャップをいかにして埋めるかが重要である。そのためには、ストックヤードは必要不可欠であり、その情報について容易に情報を得るための機能が必要であると言える。

最後に、再生材の利用調整機能が組み込まれていないため、有効利用されるか否かは発注担当者の意識あるいは認知度に依存することとなる。この問題点を改善するためには、情報交換システムを全国規模のものから都道府県単位あるいは地方単位のものへと適用範囲を小さくし、各地方建設副産物対策連絡協議会などで利用調整を行う必要があると考えられる。

3.2 (財)日本建設情報総合センターによる建設発生土情報交換システム

(1) 概要

(財)日本建設情報総合センターが運営する建設発生土情報交換システムは、建設発生土を対象に、設計、積算から発注、施工、完了までの各段階で工事間利用に関わる情報を全国一元的なデータベースを構築し、オンラインネットワークシステムにより、リアルタイムに建設発生土に関する情報交換を可能とするシステムであり、平成 11 年度より運用されている。本システムの利用により、建設発生土の工事間利用に関する最新の情報が入手可能なばかりではなく、その相手工事担当者に対して工事間利用の意思の確認等も可能となっている。併せて、建設発生土の再資源化施設情報の提供や、建設副産物の窓口担当者に対する集計機能なども付加されている。

(2) 本システムの利用者と利用範囲

本システムの利用者の区分とそれぞれが利用可能な機能を表 - 3.2.1 に示す。また、具体的な機能を表 - 3.2.2 に示す。

表 - 3.2.1 利用者と利用可能な機能

区分	具体的な利用者	機能の利用範囲
公共工事の 工事発注 担当者	以下の発注機関の工事発注担当者 ・ 国土交通省, 農林水産省, その他の国の機関 ・ 公団, 事業団 ・ 都道府県, 市区町村	本システムの全ての 機能が利用可能 ただし, 集計表ダウン ロード機能を除く
発注機関の 建設副産物 窓口担当者	地区協議会事務局(地建等の建設副産物担当係) 地区協議会構成機関(公共機関の協議会窓口) ただし, 地区協議会構成機関であっても, 公共機関以外の機関は対象外とする。	本システムの全ての 機能が利用可能
工事請負者	公共工事の工事発注者(上記)から工事を 請け負った施工会社	発注後情報の「更新」 のみ利用可能
特別に認め られた機関	以下の要件に基づき運営機関が認定する。 公的な利用調整機関あるいは公益機関で, かつ, 地区協議会の推薦があること。	本システムの全ての 機能が利用可能 ただし, 集計表ダウン ロード機能を除く

表 - 3.2.2 システムの機能

段階	機能		利用概要	利用者	
工事発注前	情報登録	登録	新規の工事情報を本システムに登録する。 (原則として当該工事の施工前年度に登録する)	発注者	
		編	更新		既に登録している工事情報の登録内容の変更を行う。
			削除		既に登録している工事情報の削除を行う(理由の入力も可能である)。
		集	復活		上記「削除」機能を用いて削除した工事情報のうち、削除日時から1年間以内のデータを復活させる。
	検索	地図	地図を利用して検索結果を表示する。 担当工事を中心に半径50km圏内を示す円を描き、検索結果(調整相手候補工事)位置を示す。 また、検索結果工事を対象に、土質及び土量規模を距離別に集計も可能である。		
		一覧表	検索結果を一覧表示し、調整相手候補工事の選定を行う。 データの並び替え処理(ソート機能)も同時に行うことが可能である。		
	調整	申込	調整相手候補工事を選定後、相手先に調整の連絡希望の意思をシステム上で送信する機能。併せて自動的にFAXによる連絡も行われる。		
		回答	連絡希望を受けた工事担当者が、連絡希望元に回答を送信する機能。併せて自動的にFAXによる連絡も行われる。		
		調整結果	調整した結果を本システムに登録する。		
	発注	発注処理	工事発注時に当該工事情報の見直しを行い、「発注」とする。併せて、請負会社に関する情報を入力する。		
施工時	発注後工事情報	情報登録	更新	発注後の工事情報に変更が生じた場合、この情報の内容の変更を行う。	発注者及び工事請負者
		検索	地図 一覧表	発注後に工事間利用相手候補工事の検索を行うことが出来る。検索方法は、施工予定情報段階と同様の処理が可能。	発注者
完了	完了処理	工事完了時に当該工事情報の見直しを行い、「完了」とする。			
工事完了後	完了工事情報	情報登録	更新	完了後に当該工事情報の最終確認(見直し)を行う。	発注者
			工事間利用実績入力	工事間利用実現の有無、実現しなかった場合はその理由を入力する。	
随時	施設情報閲覧		本システムに登録されている全国の施設(ストックヤード、土質改良プラント)情報を閲覧する事が可能。	発注者及び工事請負者	
	集計表ダウンロード		予定段階、発注後段階、完了段階での各工事情報につき、各種集計表をダウンロードする機能。	協議会構成機関事務局	

(3) システムの作業フロー

本システムの作業フローは、図 - 3.2.1 に示す通りである。工事発注前に相手候補となる工事の検索，申込等を行うほか，発注後に何らかの理由で事前の調整結果の履行が不可能になった場合においても，再度，相手候補工事の検索，申込等を行うことができる。

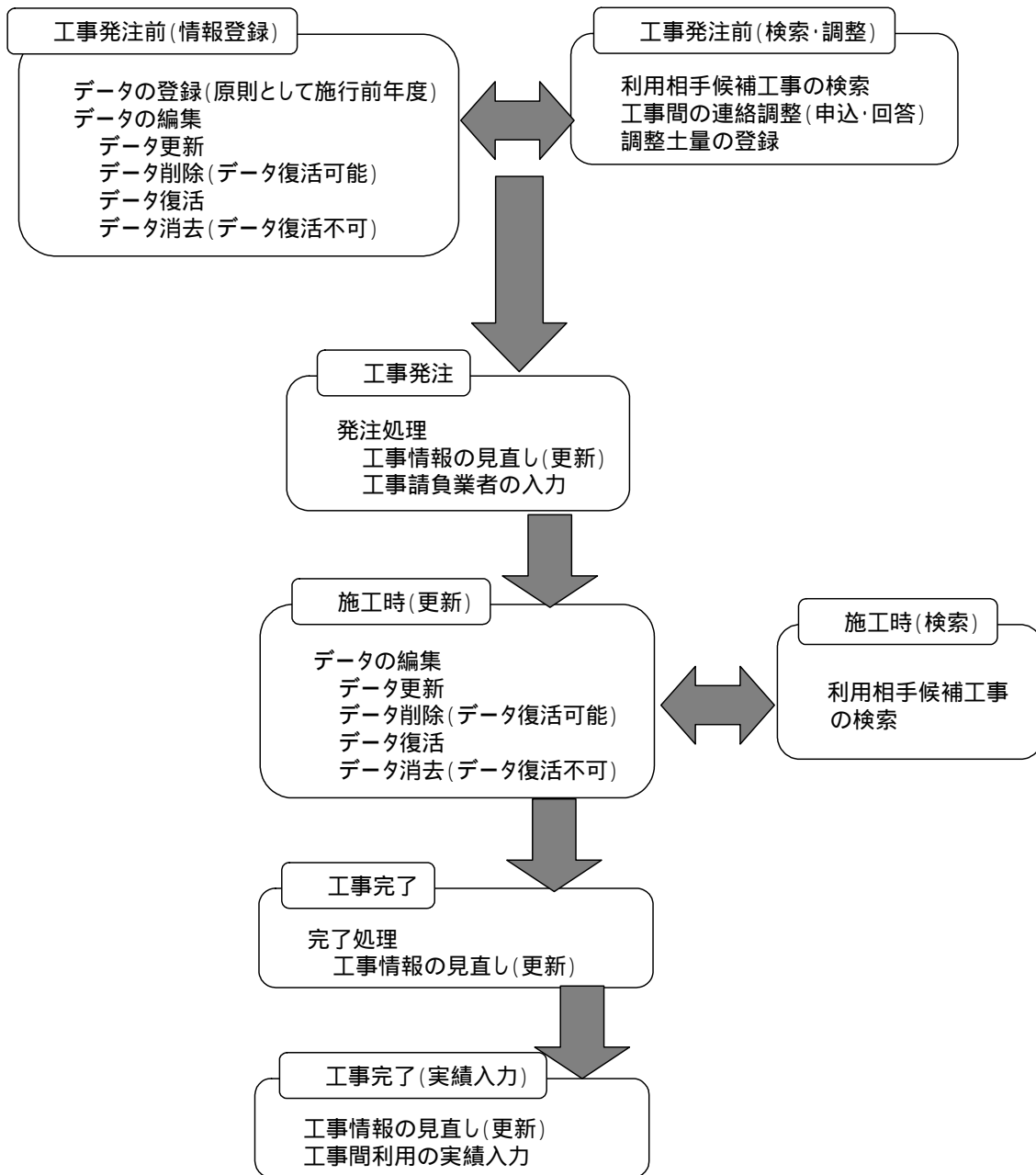


図 - 3.2.1 システムの作業フロー

(4) 問題点

表 - 3.2.3 に建設発生土情報交換システムへの加入機関を、発注機関および地域別に集計したものを示す。関東地方、中部地方および九州地方は加入数が多いが、北陸地方や沖縄は加入数が少なく、地域により差が見られる。また、公共工事における建設発生土のうち約 40%を市町村からの排出が占めるにも関わらず、市町村の加入率が極端に少ない。

また、平成 14 年度に本システムに登録された工事件数は、3,178 件であり(表 - 3.2.4)、搬出土として登録された量は 1,950 万 m³であるが、これは公共工事において搬出される量の約 8%にしか過ぎない。また、搬入土として登録された量は 1,200 万 m³であり、これは公共工事において利用された土砂の量の約 8%にしか過ぎない。さらに、「工事発注予定」として登録されたデータが年度末になってもデータ更新が行われないケースも数多く見られ、データの更新が十分に行われていないのが現状である。

このように、本システムが十分活用されていない理由として、以下のことが考えられる。建設発生土を受け入れる場合、コスト面から運搬距離がほぼ 10km 以内に限定されるにも関わらず、全国規模で情報交換システムが運営されており、搬出する側も受け入れる側も十分な情報が得られないことが原因として考えられる。また、搬出時期と受け入れ希望時期、あるいは搬出量と受け入れ希望量が異なることも原因として考えられる。さらに、都市部では搬出量過剰であるにも関わらず、地方部では新材を購入して使用するという矛盾も生じている。

さらに、本システムは情報登録、検索、閲覧機能しか有しておらず、建設発生土の現場管理用を調整する機能が無いため、有効利用されるか否かは発注担当者の意識あるいは認知度に依存することとなる。この問題点を改善するためには、情報交換システムを全国規模のものから都道府県単位あるいは地方単位のものへと適用範囲を小さくし、各地方建設副産物対策連絡協議会などで利用調整を行う必要があると考えられる。

表 - 3.2.3 発注機関・地域別加入数³⁾

(平成15年6月1日現在)

	国土 交通省	他省庁	公団 事業団	都道府県 政令市	市区町村	公益民間 等	計
北海道	24	2	-	1	5	-	32
東北地方	16	1	-	26	3	1	47
関東地方	45	1	3	103	24	2	178
北陸地方	1	1	1	-	2	-	5
中部地方	32	1	4	55	35	-	127
近畿地方	25	-	4	59	1	-	89
中国地方	20	1	-	49	4	2	76
四国地方	16	-	1	4	7	-	28
九州地方	26	3	-	85	13	-	127
沖縄	-	-	-	-	4	-	4
計	205	10	13	382	98	5	713

(加入単位は、各機関の工事事務所、支社等)

表 - 3.2.4 システムデータ登録状況³⁾

(平成15年3月10日現在)

地域	工事登録件数(件)			
	予定	発注後	完了	計
北海道エリア	18	15	17	50
東北エリア	122	116	22	260
関東エリア	207	548	402	1,157
北陸エリア	-	-	1	1
中部エリア	183	139	137	459
近畿エリア	64	107	90	261
中国エリア	157	104	76	337
四国エリア	15	34	-	49
九州エリア	349	204	51	604
沖縄エリア	-	-	-	-
合計	1,115	1,267	796	3,178

3.3 (株)建設資源広域利用センターによる建設発生土有効利用システム

(1) 概要

旧建設省が主体となり、首都圏における建設発生土の抱える問題に対処するため、平成3年6月に(株)首都圏建設資源高度化センターが設立された。一方、旧運輸省が主体となり、首都圏で搬出された建設発生土を地方圏の湾岸埋立材としての利用推進を行うため、平成6年8月に(株)沿岸環境開発資源利用センターが設立された。両者はいずれも建設発生土を広域的に有効利用するための調整機関として設立されたが、建設発生土の効率的かつ柔軟な処分受け入れ体制を実現するため、両者は平成14年4月に合併し、(株)建設資源広域利用センター（UCR；Utilization of Construction Resources Center）が発足した。

UCRでは、首都圏における建設発生土の計画的な搬出、不法投棄防止のための管理業務を行っている。図-3.3.1に業務内容のイメージを示す。

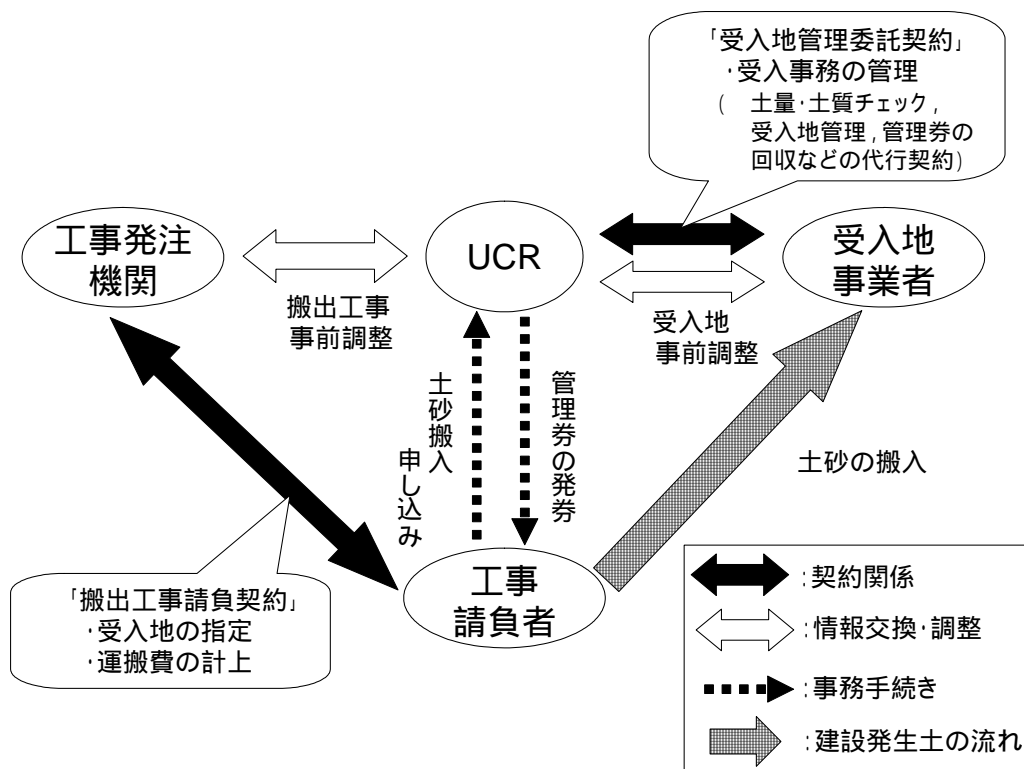


図 - 3.3.1 有効利用システムイメージ図³⁾

(2) 課題

図-3.3.2に、土砂の利用状況を示す。図より、UCRを通じて利用した建設発生土が増加し、購入土砂の量が大幅に減少している。したがって、建設発生土を有効利用するためには、利用調整機関が必要であると言える。

UCRを通じた建設発生土の利用の事例の中には、首都圏で発生した発生土を首都圏外、

例えば、東北地方や中国地方、四国地方に搬出したものも見られるが、他の方法（ストックヤードの新設など）とのコストあるいはCO₂発生量の比較し、明確にするが必要であると考えられる。

また、本システムを全国に拡大することにより建設発生土の有効利用が進展すると考えられるが、東京や大阪、名古屋などの都市圏では搬出量が多く、一方、地方部では新材の価格が安いので新材の利用が多くなっており、需給のバランスを取るための施策が必要であると言える。

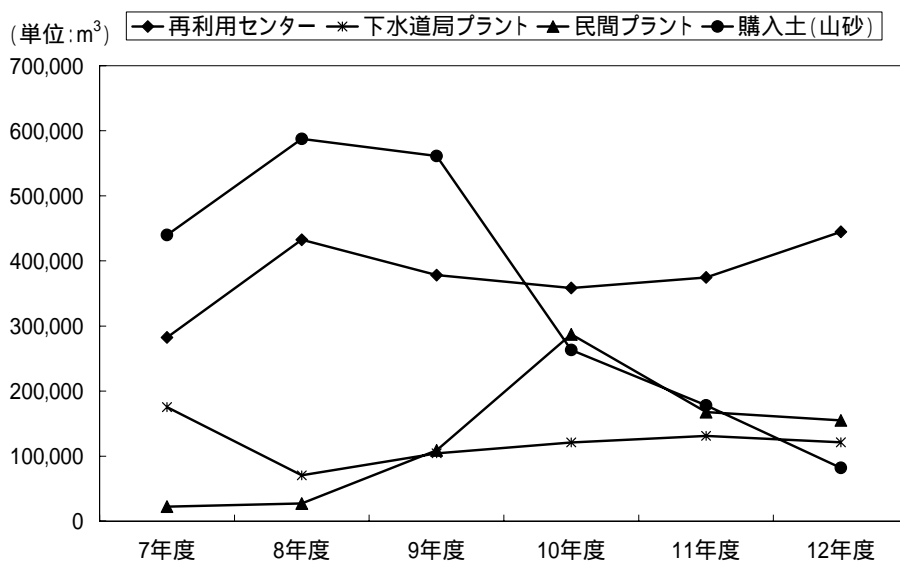


図 - 3.3.2 土砂利用の状況³⁾

新されているものとする。

建設会社から情報が登録されると、利用調整機関は、再資源化施設およびストックヤードからの情報を基に、建設会社に搬出先を指定する。再資源化施設に搬出され、再資源化された再生材（再生骨材）が、当該の現場で利用できるならば、できる限り再利用する。利用できなければ、ストックヤードへ搬出し、一時保管される。

コンクリート塊から再生骨材を製造する際には、微粉が多量に発生する。微粉の利用先としては、セメント用原料が有望視されていることから、本システムの構成メンバーにはセメント工場が必要である。また、再生骨材をコンクリート用骨材として使用するためには、プレウェッチング（あらかじめ再生骨材に吸水させること）が必要であり、骨材の品質管理には特に留意が必要のため、生コン工場およびコンクリート製品工場での再利用を考える。これらの工場ではコンクリート塊以外の再生材、例えばスラグ骨材、焼却灰なども再利用されることから、再生材の利用により、天然資源の利用量を最少化できると考えられる。

以上により、コンクリート塊を再びコンクリート用材料へと再利用するシステムが完成したが、その実績は、データベースに登録され、利用調整機関が搬出先を指定する際の参考資料として用いられる。

一方、現段階ではコンクリート塊が、埋戻材などのように建設発生土で十分な箇所に流失していることも考えられるため、建設発生土のデータベースとの情報の照合が必要であると言える。

【参考文献】

- 1) (財)日本建設情報総合センターホームページ，<http://www.jacic.or.jp>
- 2) 宮崎県ホームページ，<http://www.pref.miyazaki.jp/doboku/gijutu/recycle/saisei.htm>
- 3) 国土交通省：建設発生土の有効利用に関する検討会 資料

第4章 コンクリート塊の有効利用に関する研究の現状

4.1 路盤材としての利用

現在，コンクリート塊は，再資源化施設で破碎した後，そのほとんどが路盤材として利用されている。また，その多くが下層路盤としての利用である。

通常，アスファルト舗装は図 - 4.1.1 に示すように，表層，基層および路盤から成り，路床の上に築造する¹⁾。また，路盤は一般に上層路盤と下層路盤に分けて築造する。路盤は，上層から伝達された交通荷重をさらに分散して路床へ伝達する役割を果たすため，多給性に富む材料を用いる必要がある。

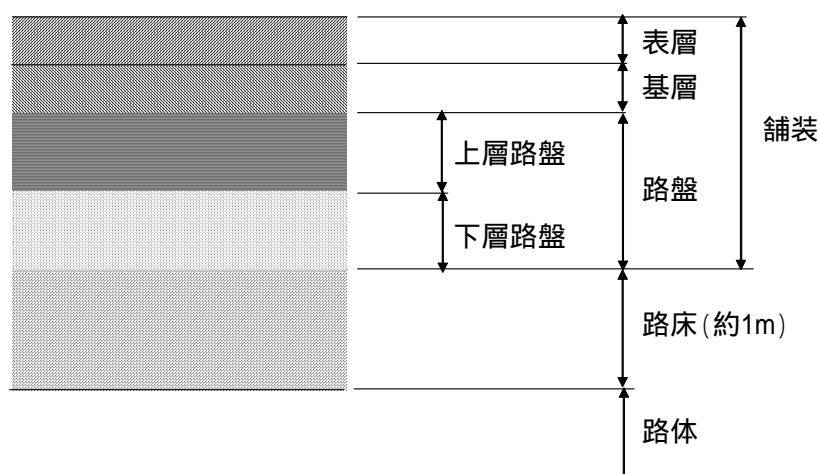


図 - 4.1.1 アスファルト舗装の構成と各層の名称¹⁾

下層路盤にはクラッシャーラン，鉄鋼スラグ，砂など比較的強度が小さく現場の近くで経済的に入手できる材料を用いる。コンクリート塊をジョークラッシャで一次破碎，インパクトクラッシャで二次破碎したもの（再生路盤材）も，下層路盤材として十分な品質を有していることが確認されている。

また，上層路盤には碎石等の強度の大きな良質な材料が用いられるが，コンクリート塊を破碎して製造した再生路盤材を上層路盤材としての適用性について検討が行われている。その結果，室内実験における締固め試験では，以下のようなことが明らかとなっている。

- (1) 再生路盤材は，締固めを行うことにより，原骨材に付着したモルタル分やモルタルのみで構成された粒子が破碎され，粒度が細くなる。
- (2) 最大乾燥密度の 95% 以上の乾燥密度が得られる含水比の幅は，碎石の場合よりも再生路盤材の方が広がる傾向にあり，実施工における含水状態の管理の面において，優れている。

- (3) 再生路盤材の製造時における処理程度が低い場合、突固め時に粒子が破碎され、粒度分布が望ましい粒度範囲内へと移動するが、必ずしも修正 CBR 値が 80%以上という規格を満足できない。しかし、マサ土を用いて粒怒張製を行うことにより修正 CBR 値は向上し、規定の 80%以上を満足することが可能である。

さらに、試験舗装が行われ、FWD により求めたたわみを用いて解析した等値換算係数は、施工から 2 年経過した後においても概ね規定値を上回ることが明らかとなっている。特に、マサ土による粒度調整を行った場合にはその規定値を大幅に上回ることで、天然粒度調整砕石を用いた場合に比べて CO₂ 排出量が減少するという結果が得られている。

4.2 コンクリート用再生骨材としての利用

(1) 法律および規準化の流れ

わが国における再生骨材の利用に関する検討は、1970年代から行われている。表 - 4.2.1 に再生骨材の利用に関する取り組みの流れを示す。

表 - 4.2.1 再生骨材利用に関するトピックス

1970年代	1974 (財)建築業協会「建設廃棄物処理再利用委員会」発足 ・ 1977 「再生骨材および再生コンクリートの使用規準(案)」 (財)建築業協会
1980年代	1981 建設省総プロ「建設事業への廃棄物利用技術の開発」 ・ 1986 「再生骨材を用いたコンクリートの設計・施工指針(案)」 「再生粗骨材の品質基準(案)」 「再生粗骨材を用いるコンクリートの使用基準(案)」 「空洞ブロック用再生骨材の品質基準(案)」
1990年代	1991 「再生資源の利用の促進に関する法律」(リサイクル法) 1992 建設省総プロ「建設副産物の発生抑制・再生利用技術の開発」 1994 「コンクリート副産物の再利用に関する用途別暫定品質基準(案)について」(建設省技調発第88号) 1999 「建築構造用再生骨材認定基準」((財)日本建築センター)
2000年代	2000 TR A 0006「再生骨材を用いたコンクリート」 2002 「建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律」 (建設リサイクル法) 2002 「コンクリート再生材高度利用研究会」発足 2002 「再生骨材標準化委員会」((社)日本コンクリート工学協会)発足 2003 JASS 5 が高品質再生骨材を規定

本格的な取り組みは、1974年に(財)建築業協会により「建設廃棄物処理再利用委員会」が発足したことに始まる。1977年には「再生骨材および再生コンクリートの使用規準(案)」が取りまとめられている。その後、1981年からは建設省総合技術開発プロジェクト(総プロ)「建設事業への廃棄物利用技術の開発」が、1992年からは同じく「建設副産物の発生抑制・再生利用技術の開発」が開始された。

また、1991年には「再生資源利用促進法」(リサイクル法)が制定され、1994年には「コ

ンクリート副産物の再利用に関する用途別暫定品質基準（建設省技調発第 88 号）が、1999 年には(財)日本建築センターの「建築構造用再生骨材認定基準」が、2000 年には JIS の前段階である標準情報 TR A 0006「再生骨材を用いたコンクリート」が出された。2002 年には「建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律」（建設リサイクル法）が施行されたほか、(社)日本コンクリート工学協会に再生骨材標準化委員会が発足した。

さらに、ゼネコン、中間処理業、セメント、生コン、コンサルタント、装置メーカーから構成される「コンクリート再生材高度利用研究会」が活動を開始している。

(2) 製造方法

鉄筋コンクリート構造物の解体により発生するコンクリート塊は、破碎プラントに搬入され、鉄筋切断などの前処理の後、グリズリフィーダーにより土砂などが取り除かれる。その後は破碎機に投入され、適当な大きさまで破碎される。通常、一次破碎および二次破碎が行われる。

破碎機には、表 - 4.2.1 に示すように、圧縮、衝撃、摩擦作用を用いたものがあり、通常、一次破碎にはジョークラッシャが、二次破碎にはインパクトクラッシャやコーンクラッシャが用いられることが多い。破碎の後、分級が行われ、再生骨材となる。図 - 4.2.1 に、再生骨材製造プラントの一例を示す。

表 - 4.2.1 破碎機の種類 ³⁾⁴⁾

破碎機構	破碎機の種類
圧縮	ジョークラッシャ, コーンクラッシャ, ロールクラッシャ など
衝撃	インパクトクラッシャ, ハンマクラッシャ など
すりつぶし, すりもみ作用	ボラウダー型磨鉱機, 一軸スクリュー式高度処理機, 湿式磨鉱型高度処理機, 縦型回転式高度処理機 など

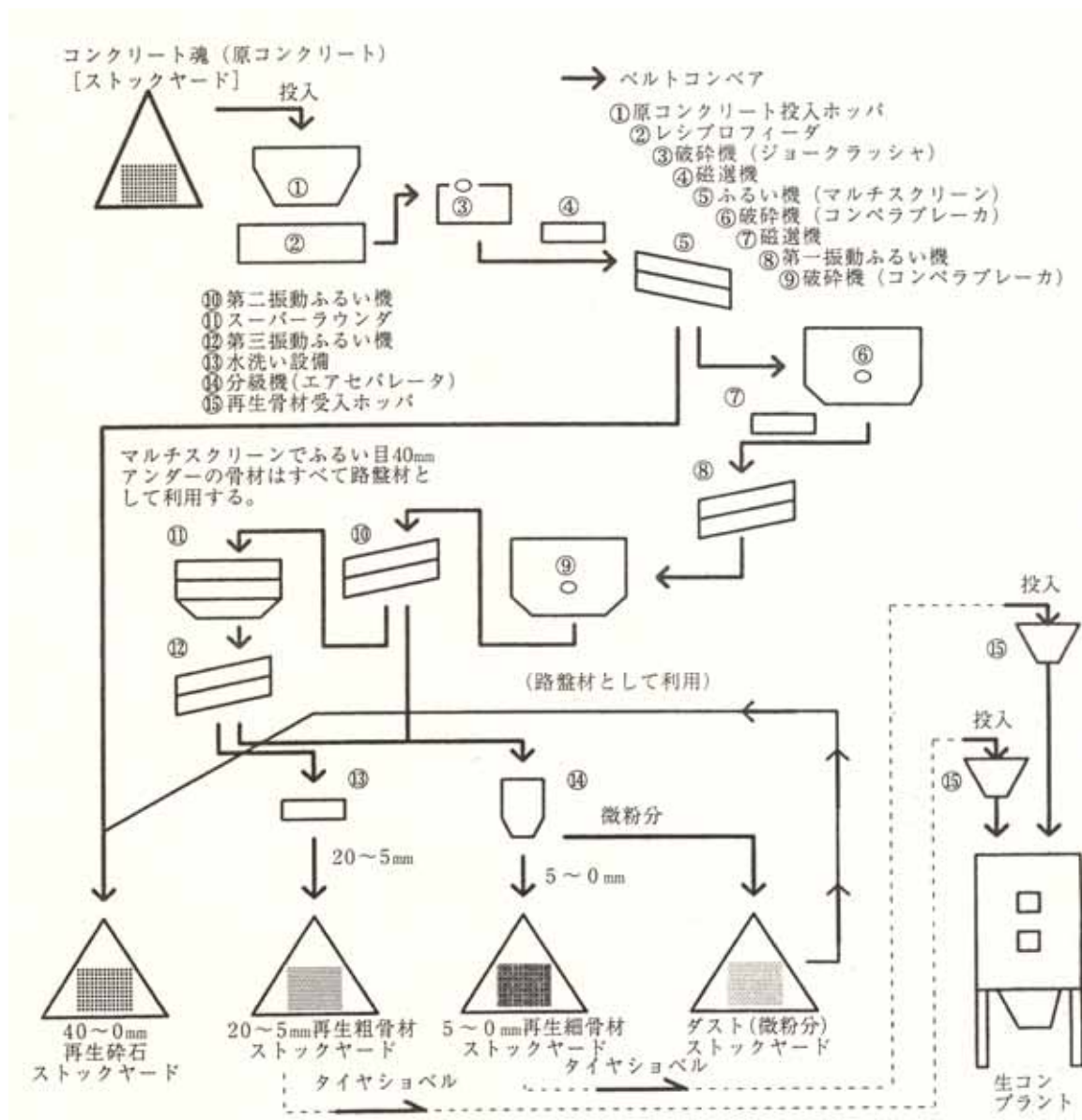


図 - 4.2.1 再生骨材製造プラント (乾式) の例⁵⁾

上記のような製造方法により製造された再生骨材は、原骨材表面にモルタルあるいはセメントペーストが付着したままであり、吸水率が極めて高く、密度が小さく、コンクリート用骨材として用いた場合には、強度や耐久性に悪影響を及ぼすことが懸念される。そこで、原骨材をできるだけ破碎することなく、原骨材の表面のモルタルあるいはセメントペーストを剥がすための処理方法 (加熱すりもみ法⁶⁾) が開発されている。図 - 4.2.2 に加熱すりもみ法による再生骨材の製造フローの一例を示す。

加熱すりもみ法の大きな特徴は、加熱工程があることである。約 300 で加熱することにより、セメントペースト部分が脆弱化し、骨材から剥がれやすくなる。加熱後には、ボールミルを用い、すりもみ作用により再生骨材を回収する。骨材は、粗骨材回収ミルと細

骨材回収ミルによって回収される。粗骨材回収ミルは二重円筒構造になっており、すりもみと分級とを同時に行うことができる。細骨材原料は、粗骨材回収ミルから発生した 5mm 以下のもので、細骨材回収ミルで処理される。製品は、再生粗骨材と再生細骨材および微粉に分けられる。

加熱すりもみ法により製造された再生骨材は、天然骨材と同等の密度、吸水率となり、高品質の再生骨材が得られる。一方で、コンクリートのペースト部分が全て微粉として回収され、弱い水硬性を示す。その再利用先として、セメント用原料や固化材などが有力視されている。しかしながら、飛来塩分などによりコンクリート中に浸入した塩化物イオンなどが微粉に濃縮される可能性があること、成分にばらつきが起こる可能性があることなどの問題を有するため、まだ十分検討が行われていない。また、原料が回収ミルに滞留する時間が長いため、破碎および分級のみを行う同規模のプラントに比べて、生産能力が小さいこと、加熱工程があるため、化石燃料が必要で、多量の CO₂ ガスを排出することなどが欠点であると言える。

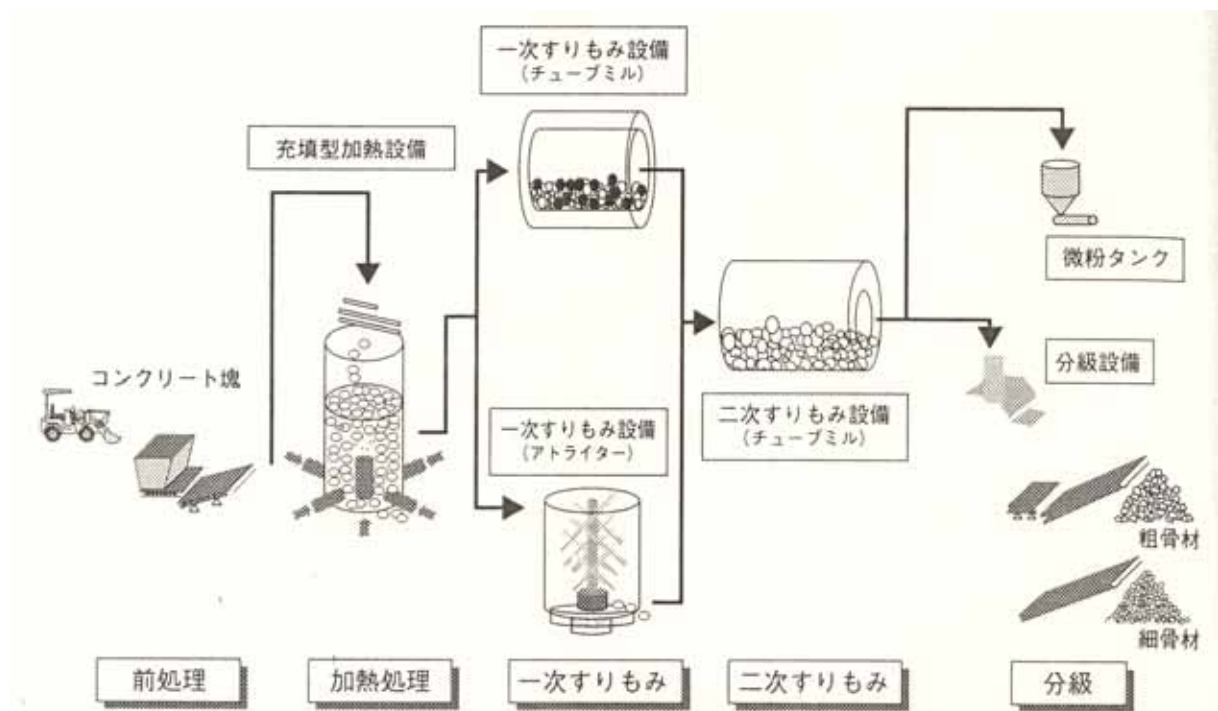


図 - 4.2.2 加熱すりもみ法による再生骨材の製造フロー⁶⁾

(3) 再生骨材の品質

品質基準

再生粗骨材は、原コンクリート中の粗骨材のまわりにモルタルが付着した状態の骨材と、破碎されたモルタルとにより構成されており、再生細骨材の多くは、モルタルが破碎され

たものである。普通骨材に比べて再生骨材は、密度が小さく、吸水率が極めて高いのが特徴であり、特に、硬化後のコンクリートの品質に最も大きな影響を及ぼす、吸水率の変動が大きい。

再生骨材の品質については、既に多くの研究が行われ、多くの基準（案）が作成されている。表 - 4.2.2 に、(財)建築業協会「再生骨材および再生コンクリートの使用規準（案）」に規定された品質基準（案）を示す。また、表 - 4.2.3 には旧建設省技調発第 88 号「コンクリート副産物の再利用に関する用途別暫定品質基準（案）について」に規定された再生骨材の品質を示す。

表 - 4.2.2 再生骨材の品質および品質基準（案）⁷⁾

再生骨材の種類		絶乾密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)	単位容積質量 (kg/l)	実積率 (%)	洗い損失量 (%)	安定性 (%)	すりへり減量 (%)	400 kN 破砕値 (%)	有機不純物	粗粒率	モルタル付着量 (%)
粗骨材	最大値	2.43	8.41	2.50	62.9	2.3	38.5	-	33.4	-	7.36	67.6
	最小値	2.13	3.60	1.23	53.3	0.1	18.2	-	23.0	-	6.06	35.5
	平均値	2.28	5.94	1.36	57.9	0.9	27.6	29.5	27.8	-	6.77	46.7
細骨材	最大値	2.14	14.4	1.55	72.0	8.6	17.3	-	-	-	3.81	-
	最小値	1.89	8.30	1.32	60.1	2.0	7.4	-	-	-	2.71	-
	平均値	2.03	11.2	1.38	64.2	5.7	12.2	-	-	良	3.32	-
品質基準案	粗骨材	2.2 以上	7 以上	-	53以上	1 以下	-	-	-	-	-	-
	細骨材	2.0 以上	13 以下	-	-	8 以下	-	-	-	-	-	-

表 - 4.2.3 再生骨材の品質基準（案）⁸⁾

種別 \ 項目	再生粗骨材			再生細骨材		
	1種	2種		1種	2種	
吸水率(%)	3以下	3以下	5以下	7以下	5以下	10以下
安定性(%)	12以下	40以下	12以下 (40以下)*	-	10以下	-

* 凍結融解耐久性を考慮しない場合

また、平成 12 年 11 月 20 日に、日本工業標準調査会から JIS の前段階である標準情報（テクニカルレポート，TR）が TR A 0006「再生骨材を用いたコンクリート」として公表された。表 - 4.2.4 に、TR A 0006 に規定された再生骨材の品質とその試験方法を示す。

表 - 4.2.4 再生骨材の品質とその試験方法 (TR A 0006 : 2000) ⁹⁾

項目	品質規定値		試験方法		品質管理試験方法	
	再生粗骨材	再生細骨材	再生粗骨材	再生細骨材	再生粗骨材	再生細骨材
吸水率(%)	7以下	10以下	JIS A 1110	JIS A 1109	付属書1 (規定)	付属書2 (規定)
微粒分量(%)	2以下 ¹⁾	10以下 ^{1) 2)}	JIS A 1103		JIS A 1103 JIS A 1801	

- 1) 骨材の製造方法が湿式の場合には、この値は通常満足されるので、特に検討する必要はない。乾式の製造方法では微粒分が著しく増えたり、泥分が混入する場合があるので、試験によってこれを確認する。
- 2) 日常の品質管理において微粒分量試験の代わりに JIS A 1801 を用いる場合には、砂当量の値が 65% 以上とする。

表 - 4.2.5 に再生粗骨材と普通砕石の品質比較の一例を示す。再生粗骨材はモルタルが付着しているため、砕石に比べて密度が小さく、吸水率が極めて高い。また、すりへり減量や英国規格 BS 812 で規定される 400kN 破砕値が大きくなる。

表 - 4.2.5 再生粗骨材および普通砕石の品質の一例 ¹⁰⁾

	再生粗骨材	普通砕石
表乾密度(g/cm ³)	2.52	2.90
吸水率(%)	5.34	0.93
粗粒率	6.54	6.60
単位容積質量(kg/l)	1.46	1.66
実積率(%)	61.0	57.8
すりへり減量(%)	30.9	13.1
400kN破砕値(%)	21.9	13.9
洗い試験(%)	0.7	-
安定性試験(%)	21.8	7.4
モルタル付着率(%)	36.8	-
密度1.95g/cm ³ に浮く量(%)	2.1	-
不純物の割合(%)	1.2	-

また、加熱すりもみ法により製造された再生粗骨材および再生細骨材の品質の一例を表 - 4.2.6 に示す。密度、吸水率ともに JIS A 5308 「レディーミクストコンクリート」の規定を満足しており、高品質な再生骨材が製造されていることが分かる。

表 - 4.2.6 高品質再生骨材の品質の一例¹¹⁾

	再生粗骨材	再生細骨材
絶乾密度(g/cm ³)	2.52 ~ 2.63	2.51 ~ 2.54
吸水率(%)	1.20 ~ 2.93	2.31 ~ 2.81
粒形判定実積率(%)	60.8 ~ 64.7	60.7 ~ 62.3
粒度	標準粒度内	標準粒度内
微粉分量(%)	0.00 ~ 0.16	0.40 ~ 1.1
塩化物量(%)	-	0.00
アルカリシリカ反応性	無害	無害
密度1.95g/cm ³ に浮く量(%)	0.00 ~ 0.45	0.05 ~ 0.33

(4) 再生骨材コンクリートの性質

配合

再生骨材は吸水率が高いので、使用に当たっては必ずプレウェッチングを行う。TR A 0006 では、「骨材は、使用前日までにプレウェッチングを終え、余剰水は水切りをして、使用時には表面水率が安定した状態になるようにしておかなければならない」と規定している。

また、再生骨材コンクリートの単位水量は、再生骨材の使用量が増えるにしたがって多くなる傾向にある(図 - 4.2.3)¹²⁾。また、図 - 4.2.4 は、再生細骨材の実積率と必要単位水量の関係(スランプ一定)を示したものであるが、モルタル付着率が高く、形状が角張っているほど単位水量が増加する¹³⁾。

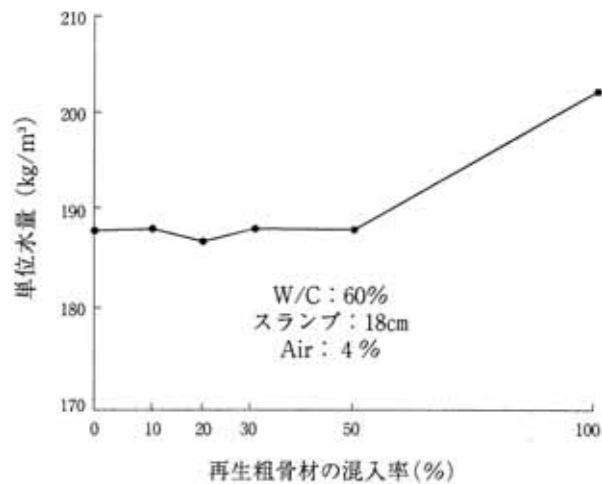


図 - 4.2.3 再生粗骨材混入率と単位水量の関係¹²⁾

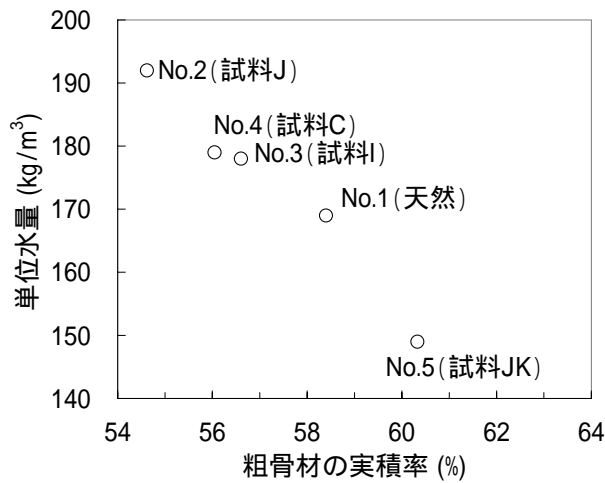


図 - 4.2.4 再生粗骨材の実積率と必要単位水量の関係¹³⁾

フレッシュ性状

再生骨材コンクリートのブリーディング量は、図 - 4.2.5 に示すように、砕石コンクリートより小さくなり、その傾向は再生骨材の置換率に比例する¹⁴⁾。これは、再生骨材に付着した微粉による影響と考えられる。また、再生骨材コンクリートの凝結は砕石コンクリートに比べて若干早くなる傾向にあるが、大きな差は見られない。

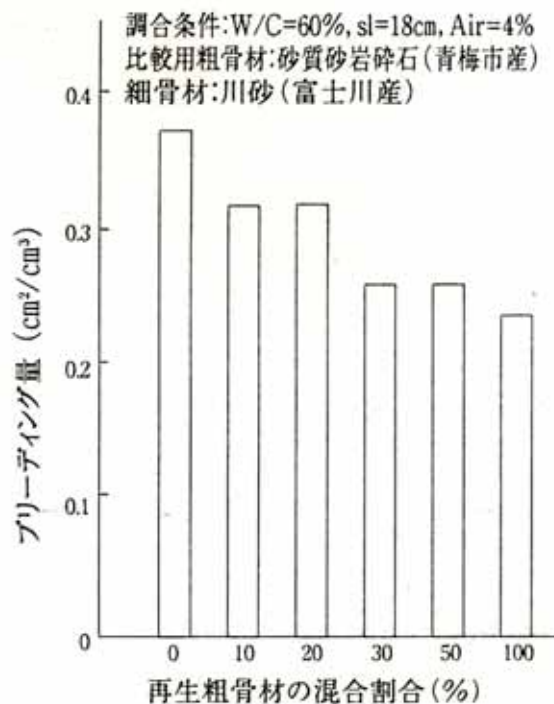


図 - 4.2.5 再生粗骨材の混合割合とブリーディング量の関係¹⁴⁾

強度および弾性係数

圧縮強度は、図 - 4.2.6 に示すように、再生骨材混入率の増加とともに低下する傾向にあるが、混入率 20%程度以下であれば普通骨材コンクリートと比べて大きな差は見られない¹⁵⁾。また、再生骨材の静弾性係数は、再生骨材の使用量の増加につれて小さくなる。

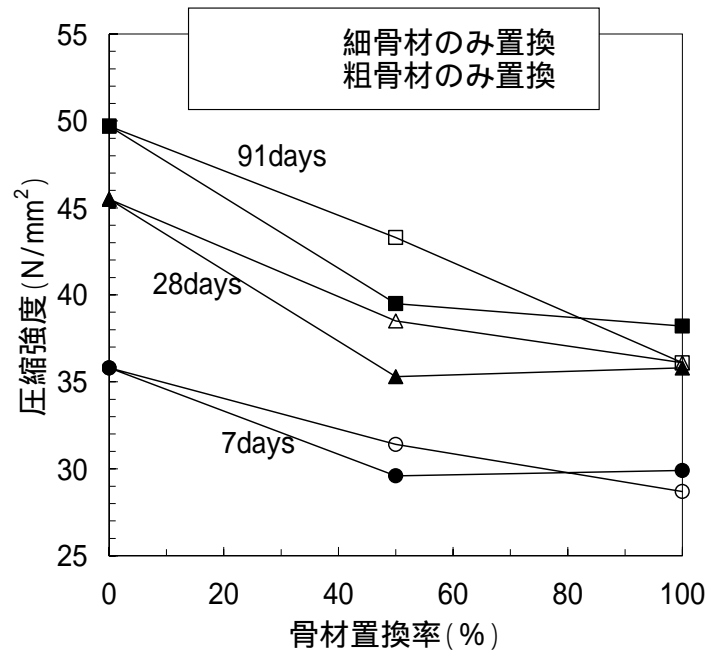


図 - 4.2.6 再生骨材コンクリートの置換率の違いによる圧縮強度の変化¹⁵⁾

乾燥収縮

再生骨材コンクリートの乾燥収縮量は、再生骨材の使用量の増加に伴って大きくなる。これは、再生粗骨材に付着しているモルタル分の影響で拘束力が小さくなるためと考えられる。また、再生骨材を用いた場合には、同一コンシステンシーを得るための単位水量が増加するため、乾燥収縮量が大きくなる。

耐久性

再生骨材コンクリートの中酸化速度および塩分拡散係数は大きくなる。粗骨材のみを再生骨材に置換した場合にはあまり影響は見られないが、再生細骨材を使用した場合には、試料量の増加に伴い中性化深さおよび塩分浸透深さは大きくなる。

図 - 4.2.7 は促進中性化試験による中性化深さの測定結果である¹⁶⁾。凡例は、再生細骨材と再生粗骨材の置換率の組合せを示す。普通コンクリート(0,0)と粗骨材のみを置換した場合(0,100)とを比較すると、中性化深さはほぼ同様の値を示していることが分かる。一方、細骨材を 50%置換した(50,100)や骨材全てを置換した(100,100)を見ると、再生細骨材の使

用量の増加に伴い、中性化深さが増大していることが分かる。

また、普通コンクリートと同様に水セメントが大きくなると、中性化しやすくなる。すなわち、中性化速度係数が大きくなる（図 - 4.2.8）¹⁷⁾。

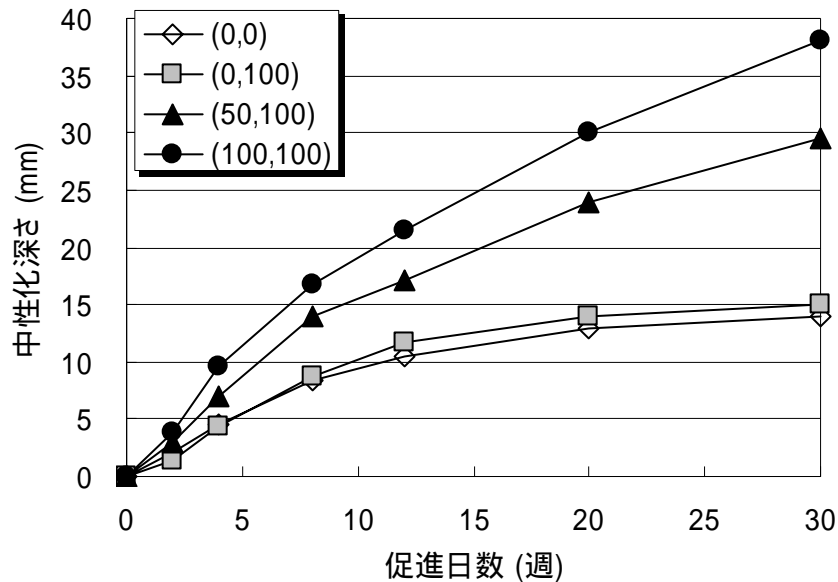


図 - 4.2.7 促進中性化試験結果 ¹⁶⁾

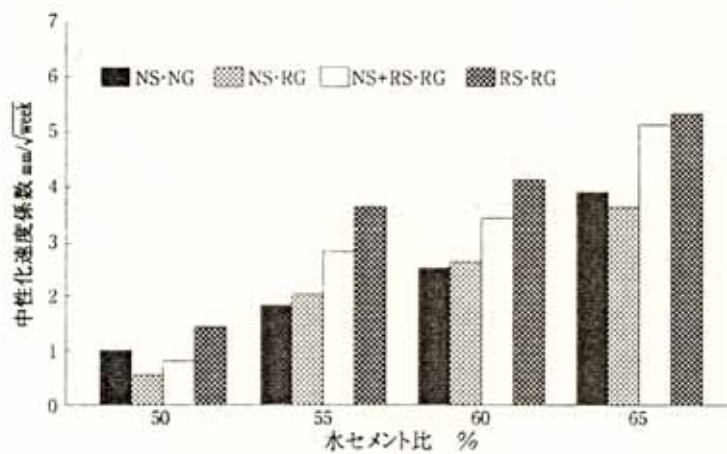


図 - 4.2.8 水セメント比と中性化速度係数の関係 ¹⁷⁾

図 - 4.2.9 は、再生骨材コンクリートを用いた塩水噴霧試験結果 ¹⁸⁾である。文献[16]における促進中性化試験による結果と同様に、普通コンクリート(0,0)と粗骨材のみを置換した場合(0,100)とを比較した場合にはほとんど変化は見られないこと、細骨材を 50%置換した(50,100)や骨材全てを置換した(100,100)を見ると、再生細骨材の使用量の増加に伴い、塩分浸透深さが増大することが明らかにされている。

再生粗骨材を用いたコンクリートの耐凍害性は、図 - 4.2.9 に示すように、再生骨材の混入率の増加とともに低下する¹⁹⁾。しかしながら、普通コンクリートと同様に AE 減水剤を用いて空気量を 6%程度とすれば、耐久性指数 60%を確保することが可能である。また、吸水率が高い再生細骨材を使った場合でも、吸水率の低い粗骨材の使用、ブリーディングの抑制および適切な空気量の確保により、耐凍害性の優れたコンクリートを製造できるという報告も見られる。

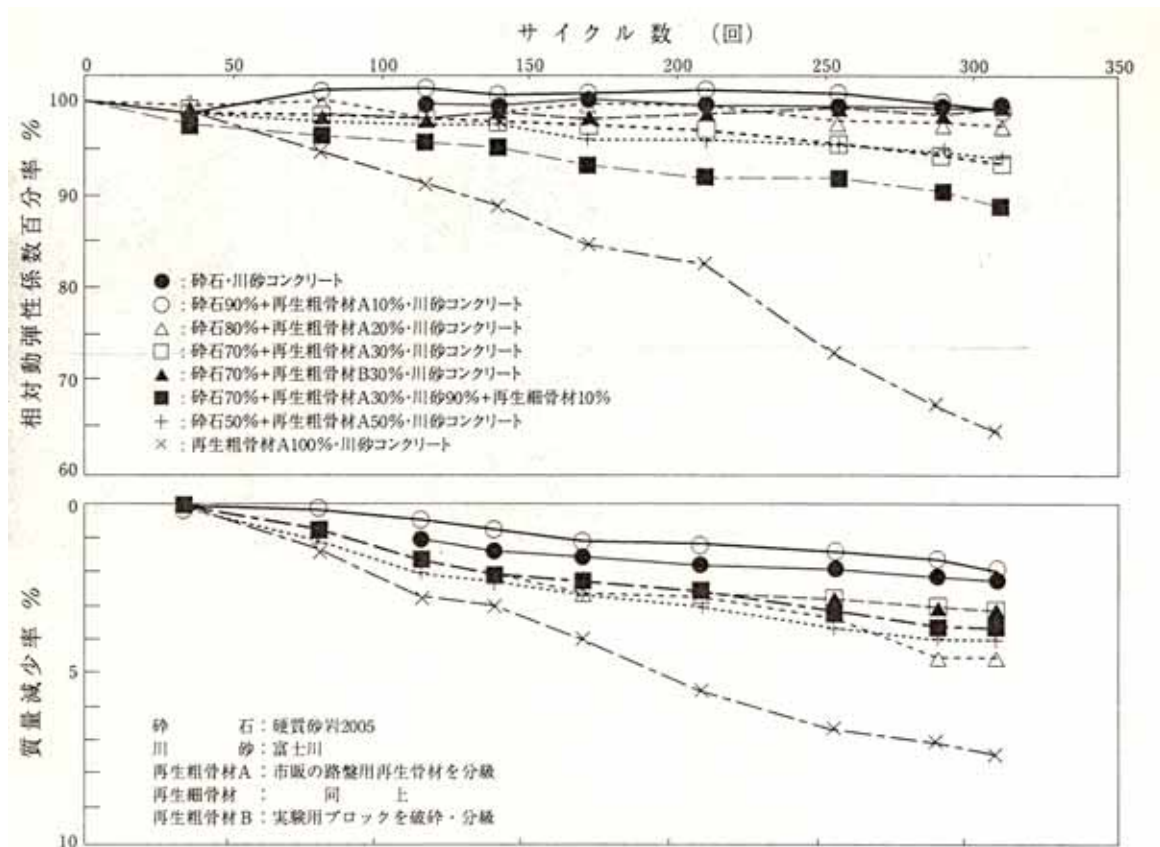


図 - 4.2.9 凍結融解試験結果¹⁹⁾

疲労特性

再生骨材コンクリートの疲労寿命は、普通コンクリートと同様に、対数正規分布することが明らかにされている。また、気中および水中の場合ともに、再生骨材コンクリートの静的強度に対する疲労強度は、普通コンクリートとほぼ同様であり、最小応力比が 10%の場合、気中の場合では 66%、水中の場合で 52%となることが示されている¹⁸⁾。

構造部材への適用性

再生骨材コンクリートを鉄筋コンクリートなどの構造部材へ適用した場合の力学的性状

について検討が行われている。その結果，圧縮強度を同一とすれば，変形性状，破壊形式は普通コンクリートとほぼ同様となり，問題がないことが明らかにされている²⁰⁾。

(5) 課題

再生骨材を本格的にコンクリート用骨材として使用するためには，今後，以下のような課題について取り組まなければならない。これらの課題を解決することにより，建設副産物情報交換システムを運用する上で，環境負荷を最小化するための技術面からの判断が可能になるものと考えられる。

まず，再生骨材は，原コンクリートの性質（原骨材の品質，水セメント比など）や破碎方法の違い，加熱処理の有無などにより，品質が大きく変動する。これを早期に判定する方法を確立する必要がある。特に，再生骨材はその表面にモルタル分あるいは微粉が付着しており，表乾状態の判定が非常に困難であるため，表乾状態を容易に判定するための手法について十分検討することが必要である。

次に，破碎工程で発生する微粉の有効利用方法を検討する必要がある。特に，加熱すりもみ法により製造した場合には，原コンクリートのうちのペースト部が全て微粉として回収されるため，加熱すりもみ法によるリサイクルシステムの実現には極めて重要であると言える。

さらに，TR A 0006 では，呼び強度 12N/mm^2 の低強度コンクリートしか規定されていない。また，特注品についても 18N/mm^2 以下とされており，構造部材への適用は想定されていない。しかしながら，今後，路盤材の需要の増加は見込めないことから，コンクリート塊は再びコンクリート用材料として再利用する必要がある。そのためには，鉄筋コンクリート部材などの構造部材への適用が必要不可欠である。

最後に，解体されるコンクリートの中には，アルカリ骨材反応を起こしたコンクリートや海砂を使用したコンクリート，飛来塩分を含むコンクリートなどが含まれることが予想される。アルカリ骨材反応を起こしたコンクリートから製造した再生骨材が，再びアルカリ骨材反応を起こすか否かについては検討されていない。また，それが普通コンクリートを対象とした抑制方法（混合セメントの使用など）が有効であるか否かも不明である。また，コンクリートに塩分が含まれる場合には，含まれる塩化物イオンが再生骨材コンクリートの耐久性に及ぼす影響について検討する必要がある。

【参考文献】

- 1) (社)日本道路協会：アスファルト舗装要綱，1992
- 2) 松下博通ほか：再生材の上層路盤材への適用に関する検討，材料，Vol.50，No.8，pp.843-850，2001

- 3) 長岡茂徳：骨材製造機械の現状，コンクリート工学，Vol.34，No.7，pp.115-121，1996
- 4) 長岡茂徳：再生骨材製造装置，コンクリート工学，Vol.35，No.7，pp.61-64，1997
- 5) 柳啓ほか：実機プラントにおける再生コンクリートの製造・工程管理，建材試験情報，No.12，1996
- 6) (財)日本建築センター：新建築技術認定事業報告書，建築構造用再生骨材「ダイヤゲイト」，1999
- 7) (財)建設業協会建設廃棄物処理再利用委員会：再生骨材及び再生コンクリートの使用基準（案）同解説 - 添付資料 - ，1977
- 8) 旧建設省通達：コンクリート副産物の再利用に関する用途別暫定品質基準（案），1994
- 9) 辻幸和ら：再生骨材を用いたコンクリートの標準情報 TR A 0006，建設リサイクル，Vol.16，pp.28-33，2001
- 10) 江本幸雄ら：再生骨材コンクリートの諸性質について，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.14，No.1，pp.229-234，1992
- 11) 古賀康男：再生骨材はいま - 高品質化の歩みと課題 - ，セメント・コンクリート，No.679，pp.1-8，2003
- 12) 川瀬清孝ら：再生骨材を混合使用したコンクリートの物性に関する一実験，昭和 58 年度日本建築学会関東支部研究報告集，1983
- 13) 佐川康貴ら：再生骨材の品質が再生コンクリートの圧縮強度に及ぼす影響，コンクリート工学年次論文集，Vol.25，No.1，pp.1265-1270，2003
- 14) 旧建設省総合技術開発プロジェクト「建設事業への廃棄物利用技術の開発報告書」，1986
- 15) 鶴田浩章ら：品質の異なる再生骨材を使用したコンクリートの強度性状，コンクリート工学年次論文集，Vol.24，No.1，pp.1317-1322，2002
- 16) 橋本学ら：再生骨材コンクリートの強度および耐久性に関する研究，土木学会第 56 回年次学術講演会概要集，第 部門，pp.394-395，2001
- 17) 笠井芳夫ら：再生コンクリートの諸物性に関する実験的研究，セメント・コンクリート論文集，No.50，pp.802-807，1996
- 18) 若林幹夫：再生コンクリートの圧縮強度および耐久性に関する検討，平成 14 年度九州大学卒業論文，2003
- 19) 川瀬清孝ら：再生骨材を混合使用したコンクリートの物性に関する実験的研究（その 3）凍結融解試験結果について，昭和 58 年度日本大学理工学部学術講演会講演概要集，1984
- 20) 小澤昌広：再生骨材を用いた構造用コンクリートに関する研究，廃棄物のコンクリート材料への再資源化に関するシンポジウム論文集，pp.7-12，2002

第5章 結論

本研究では、産業廃棄物および建設副産物に関する現状について取りまとめた上で、現在運用されている建設副産物情報交換システムの特徴および情報交換システムを構築、運用する上での問題点を指摘し、新たに、情報交換システムを提案した。さらに、建設副産物の中でも排出量の多いコンクリート塊に特に着目し、コンクリート塊から製造した再生骨材の有効利用に関する研究の現状について述べた。以下に、本研究で得られた知見をまとめる。

- (1) 産業廃棄物および建設副産物に関するデータを入手し、検討した結果、建設業からの産業廃棄物は全体の約2割を占めること、建設廃棄物のうちアスファルト・コンクリート塊およびコンクリート塊の合計で全体の4分の3を占めること、建設廃棄物の最終処分量は大幅に減少しているが、建設汚泥、建設混合廃棄物および建設発生木材の再資源化率が未だ低いことなどを明らかにした。また、九州地区においては建設発生木材および建設汚泥の再資源化率が全国で最も低いレベルであることが明らかとなった。
- (2) 建設発生土については、搬出量のうち約3割しか再利用されていないこと、建設工事における土砂利用量のうち約5割は山砂などの新材を購入して利用しており、有効利用が進んでいないことを示した。
- (3) 現在運用している情報交換システムについて調査したところ、再生材を有効利用するためには、再生材の搬出先などを指導するための利用調整機関が必要であること、コストの観点から、全国規模での運用ではなく、ある限られた範囲内でのシステムが必要であること、ストックヤードに関する情報の追加が必要であることなどが分かった。これらの結果を踏まえ、コンクリート塊に対する情報交換システムに関する提案を行った。
- (4) コンクリート塊を破砕して製造した、再生骨材を用いたコンクリートに関する研究の現状を調査した結果、再生骨材の物性、再生骨材コンクリートのフレッシュ性状、強度・変形性状については現段階においてある程度は実験データが蓄積されているものの、耐久性能（特に塩化物イオン浸透）や構造部材への適用性についてはデータが不足しており、検討の余地があることが分かった。また、再生骨材の迅速な品質評価手法や、原コンクリートの劣化状況が再生骨材コンクリートの耐久性能に及ぼす影響の評価手法を確立する必要があることを示した。