

建設リサイクルの推進に向けて

大阪市立大学名誉教授
都市リサイクル工学研究所

山田 優

<http://urei.eco.coocan.jp>

「建設リサイクル」とは、

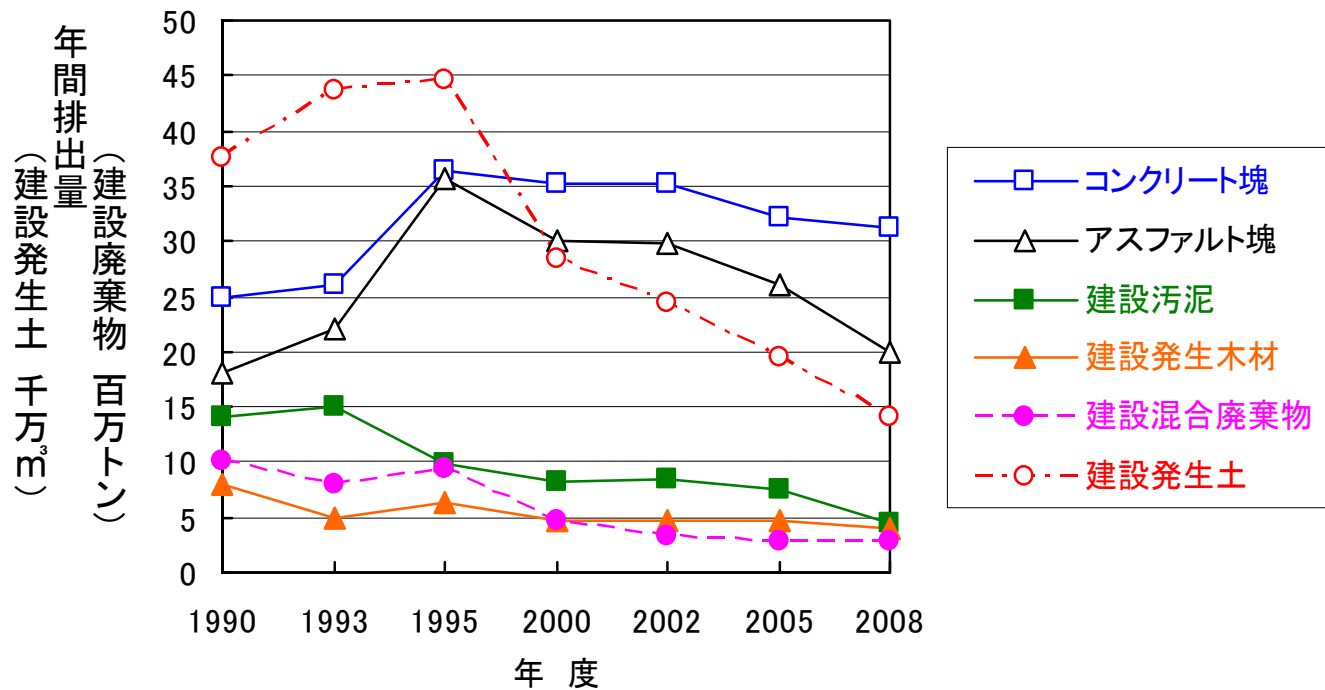
建設副産物のみならず他産業から発生するものも含めて建設資源とする省資源・資源循環への取り組みである。

(1996年の建設リサイクル推進懇談会提言より)

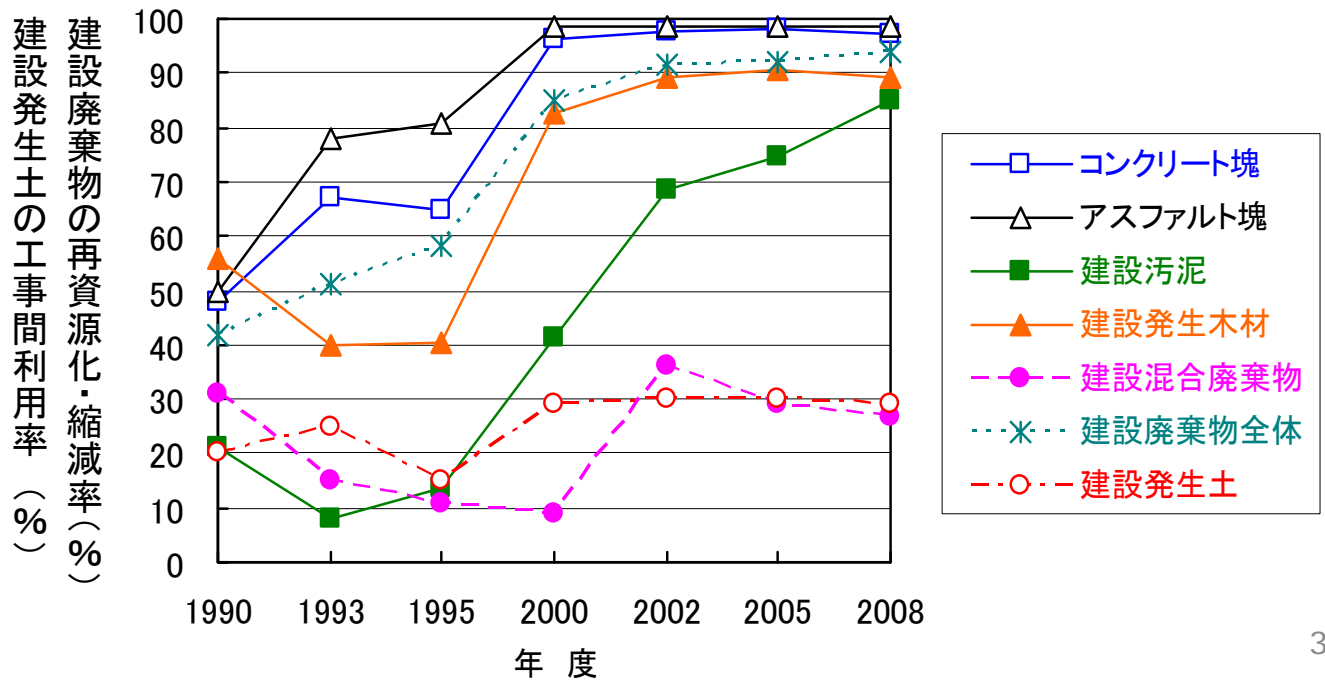
各産業でリサイクルが進むが、そこで利用できないものの多くを建設資源として利用することが期待される。

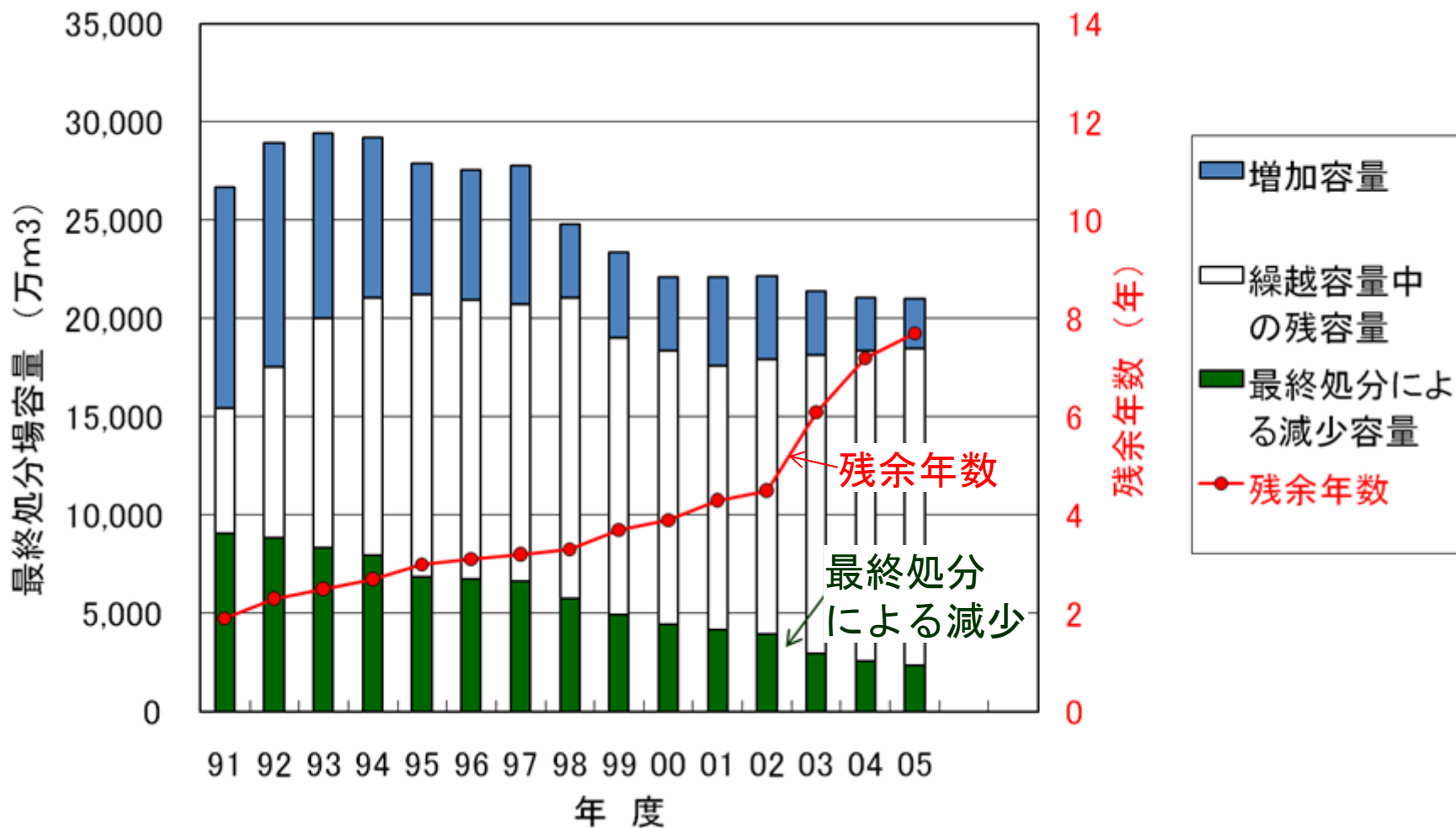
すなわち、ゼロエミッション、省資源・資源循環型社会の構築のために建設リサイクルは重要な役割を持っている。

主な建設副産物の年間排出量の推移



主な建設廃棄物の再資源化・縮減率および建設発生土の工事間利用率の推移





産業廃棄物処分場の容量と残余年数の推移

(環境省統計より)

現状、リサイクルが促進され、建設廃棄物全体の再資源化率は92%(2005年度)にまで上昇した。

しかし、

- ・再資源化が低い品目が残っている。
- ・発生抑制の取り組みは緒に就いたばかりである。
- ・不法投棄廃棄物の7割(2006年度)を建設廃棄物が占めている。
- ・「リサイクルの質の向上」については、まだ十分な成果が得られていない。

第3次環境基本計画(2006年閣議決定)、第2次循環型社会形成推進計画(2008年閣議決定)の考え方を基本とし、リサイクルの「質」の観点の施策強化につなげていく必要がある。

(「建設リサイクル推進計画2008」前文より)

「質の高いリサイクル」とは、

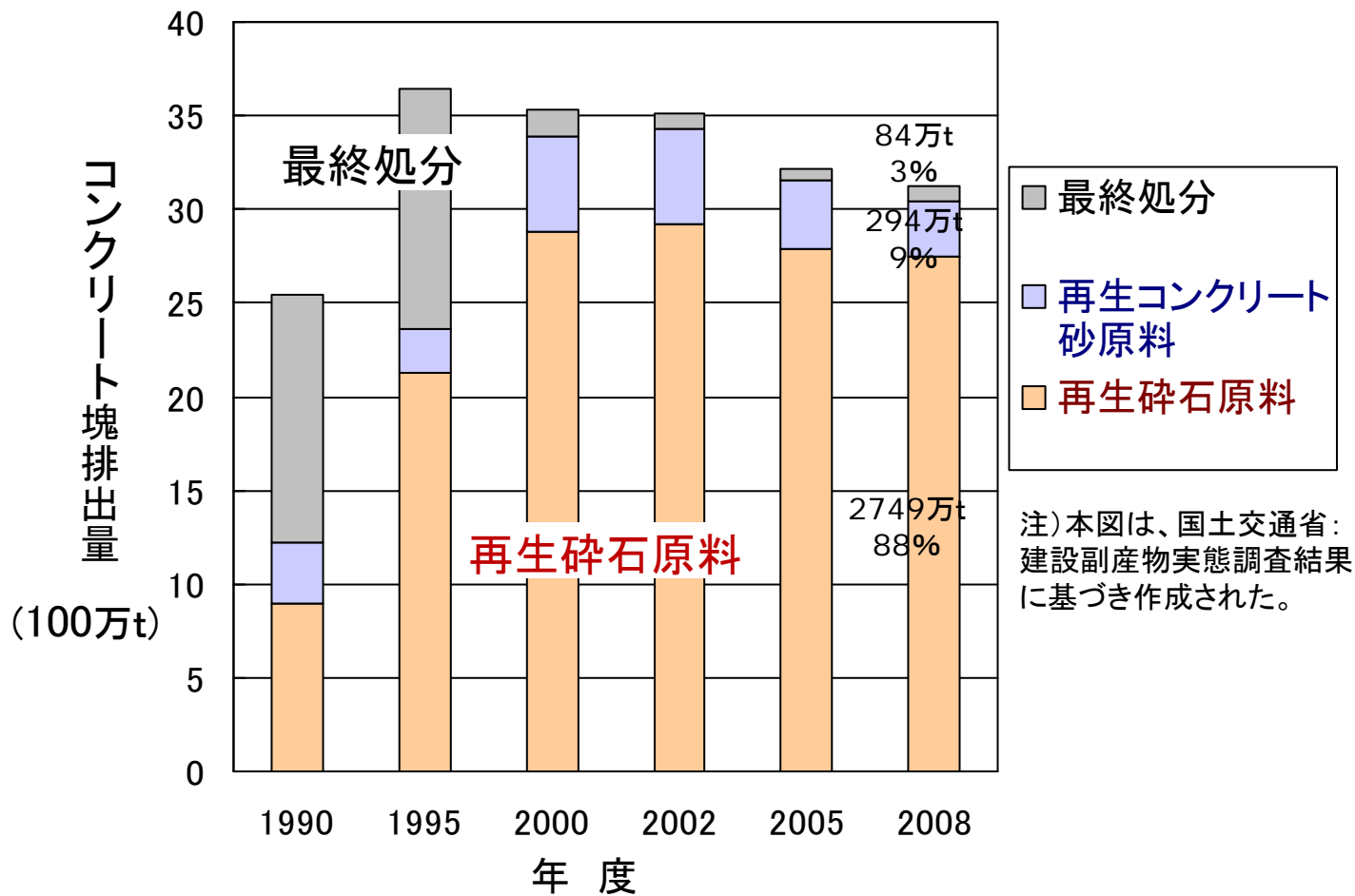
単に最終処分量を減らすだけのリサイクルではなく、

省資源、資源循環のために有効なリサイクル

建設資材の量と質を確保するためのリサイクル

発生から再利用・最終処分まで、全体の利益のためのリサイクル

コンクリートのリサイクル

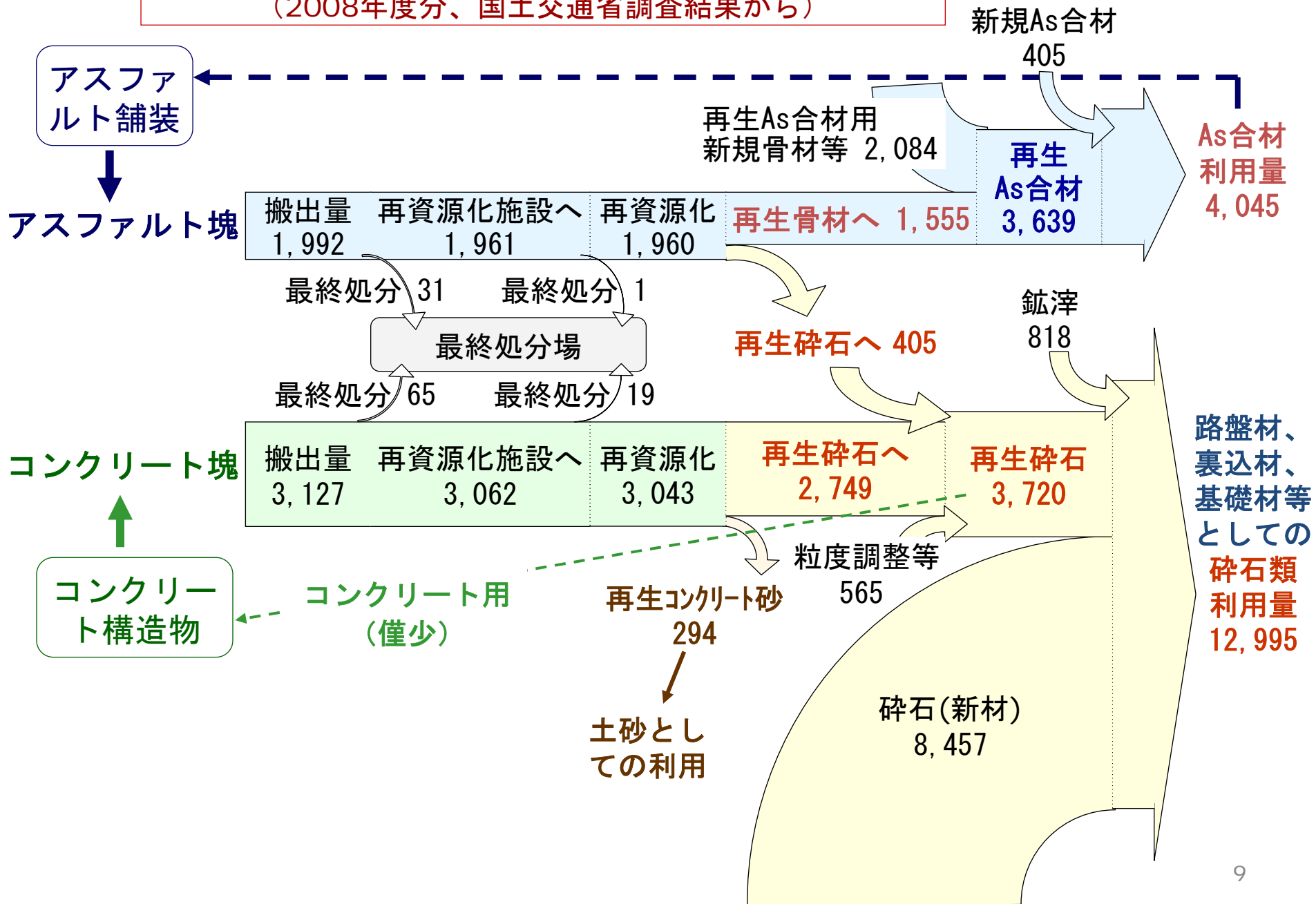


コンクリート塊の排出量と用途内訳の推移

アスファルト塊・コンクリート塊の利用状況

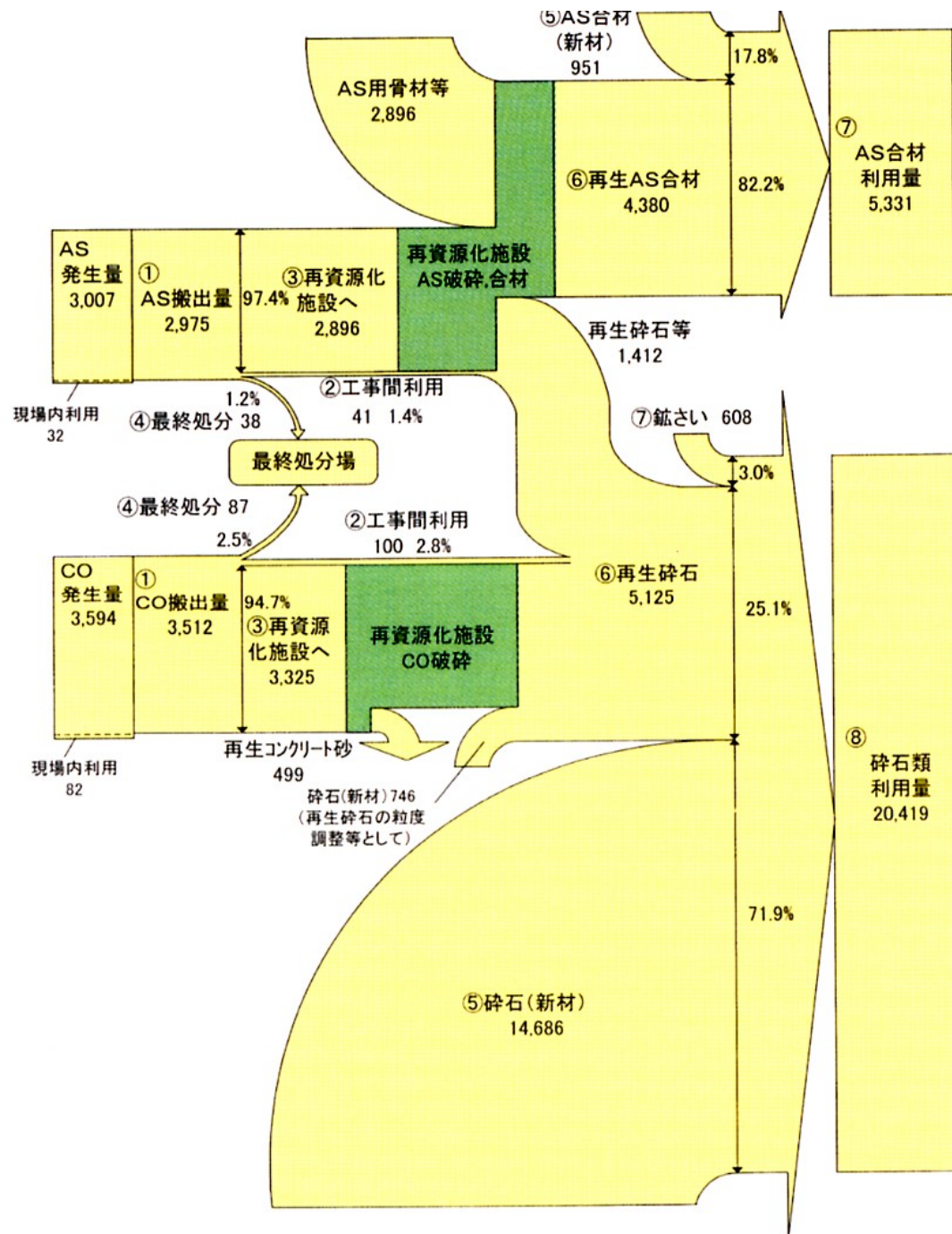
(2008年度分、国土交通省調査結果から)

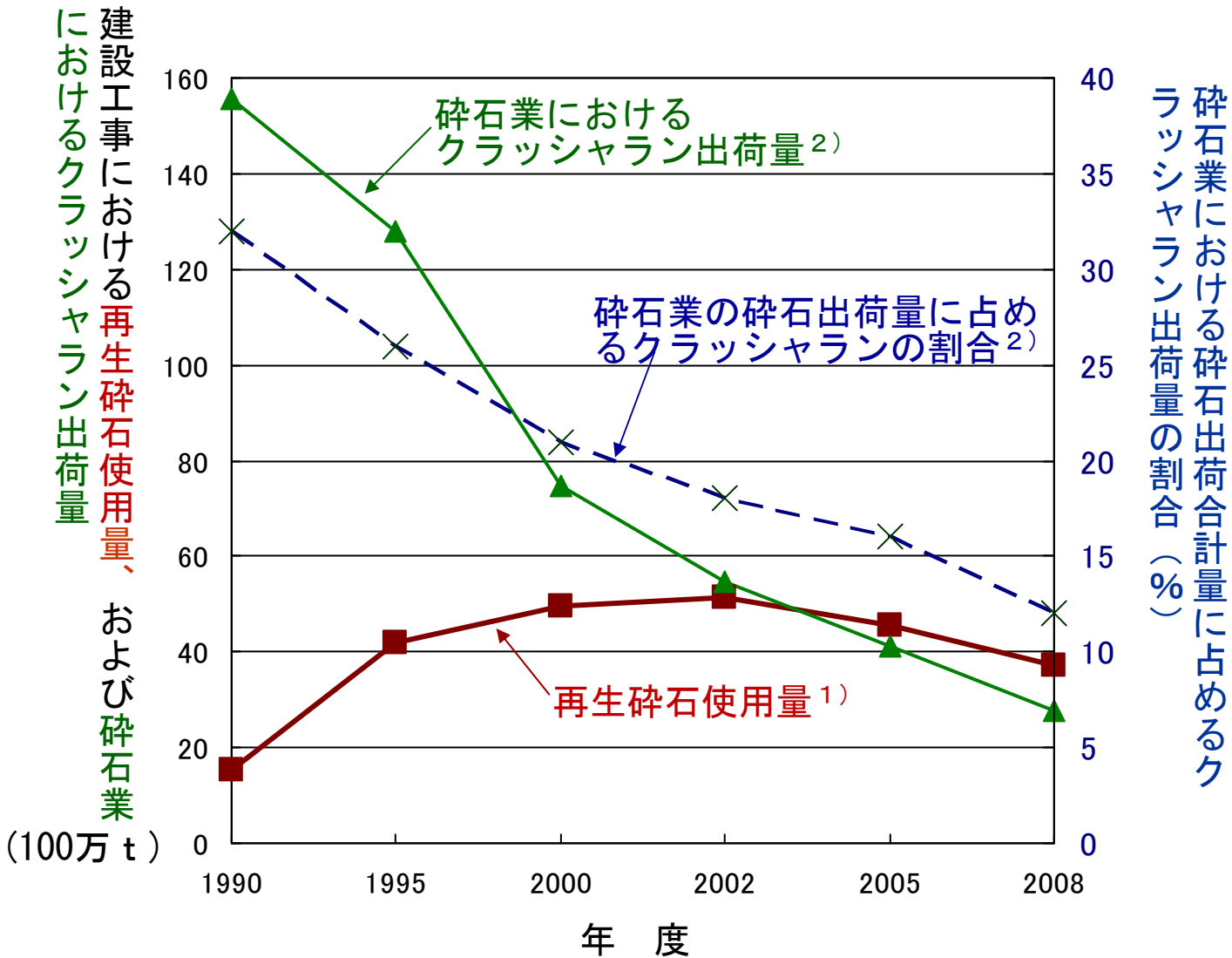
(単位：万トン)



2002年度分 コンクリート塊・ アスファルト塊の 再資源化フロー

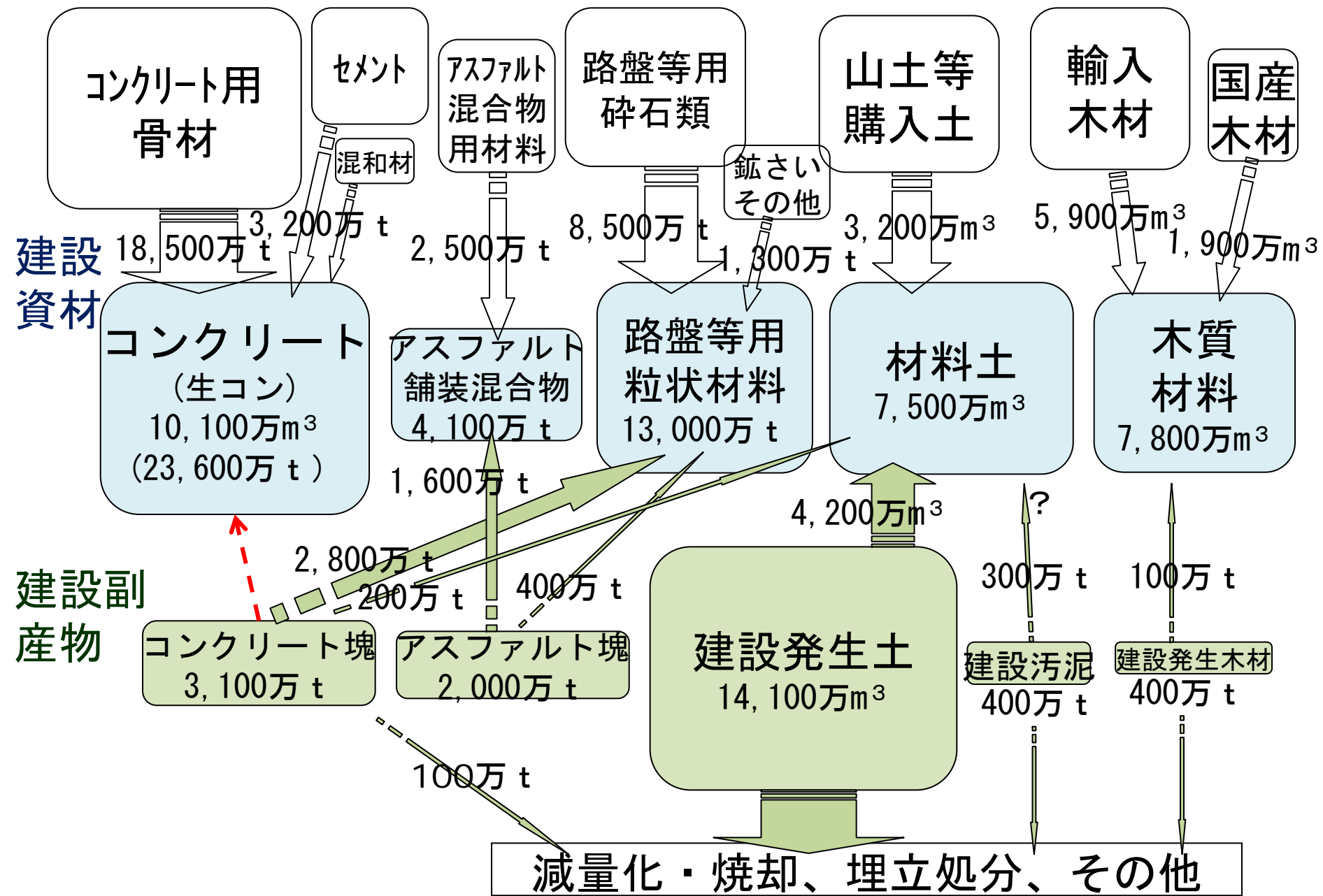
建設副産物リサイクル
広報推進会議発行「よ
くわかる建設リサイク
ル」より引用





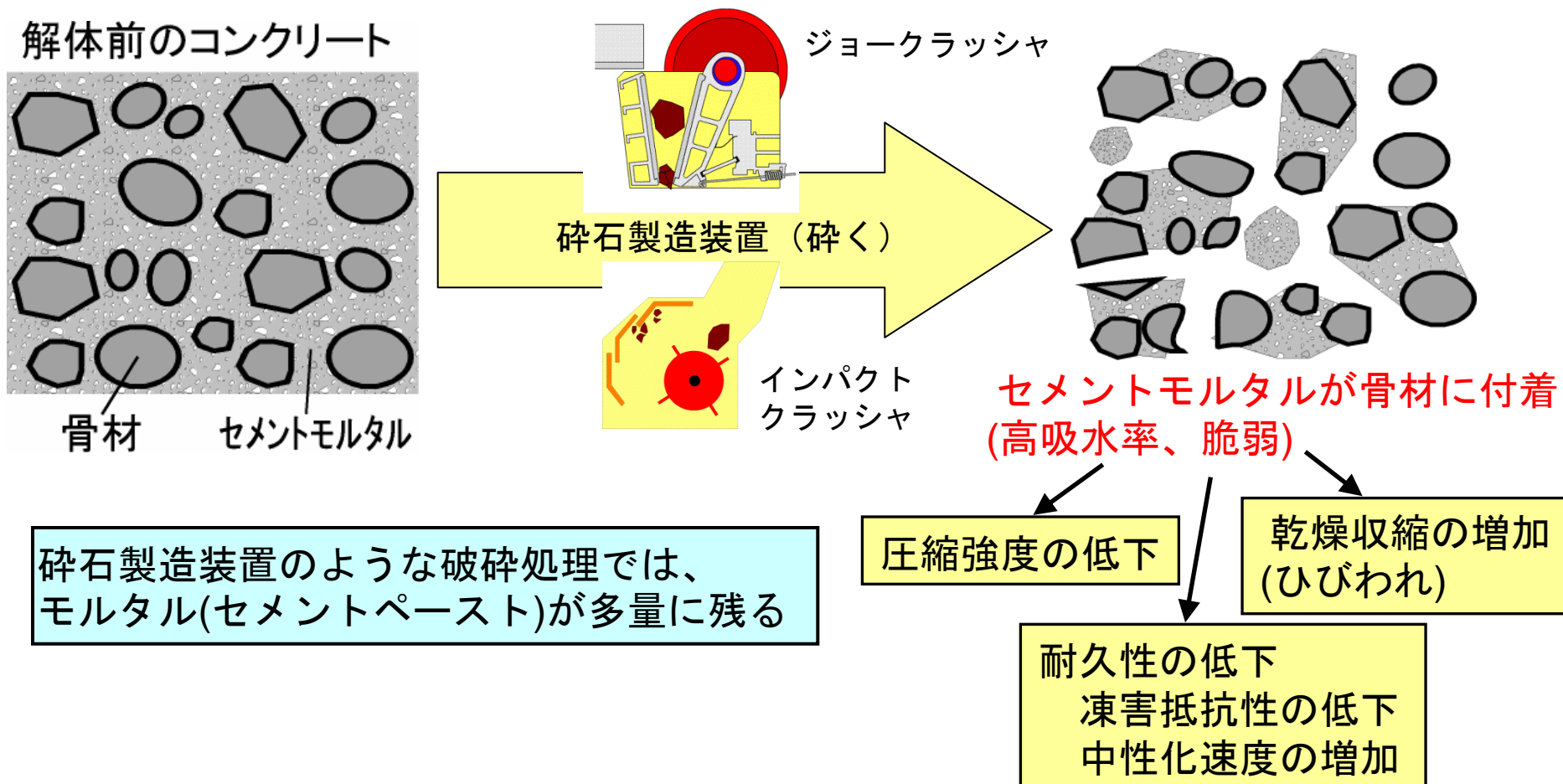
- 1) 国土交通省：建設副産物実態調査結果より
 2) 経済産業省：砕石等動態統計調査結果より

建設工事における再生砕石使用量および 砕石業におけるクラッシュラン出荷量の推移



主な建設副産物の発生と再利用の現状(2008年度分)

コンクリート塊を破碎しただけの再生骨材は、セメント分を含有していて低品質、構造用コンクリートに適さない。



碎石製造装置のような破碎処理では、モルタル(セメントペースト)が多量に残る

コンクリート再生骨材に係るJIS規格

再生骨材の呼称		再生骨材H	再生骨材M	再生骨材L
骨材の品質 (吸水率)	粗骨材	3.0%以下	5.0%以下	7.0%以下
	細骨材	3.5%以下	7.0%以下	13.0%以下
想定される 使用用途		特に制限なし (通常の骨材と 同等)	杭、基礎梁、鋼管充 填コンクリート等、乾 燥収縮や凍結融解の 影響を受けにくい部 材での使用を想定	裏込めコンクリート、 均しコンクリート、捨て コンクリート等、高い強 度・高い耐久性が要求 されない部材及び部位 での使用を想定
JIS規格		H17.3制定済み JIS A 5021「コン クリート用再 生骨材H」	H19.3制定済み JIS A 5022「コンク リート用再生骨材Mを 用いたコンクリート」	H18.3制定済み JIS A 5023「コンク リート用再生骨材Lを用 いたコンクリート」
JIS規格の形態		骨材としての 規格	コンクリートとしての 規格	コンクリートとしての 規格

コンクリート再生骨材の高品質化の方法：

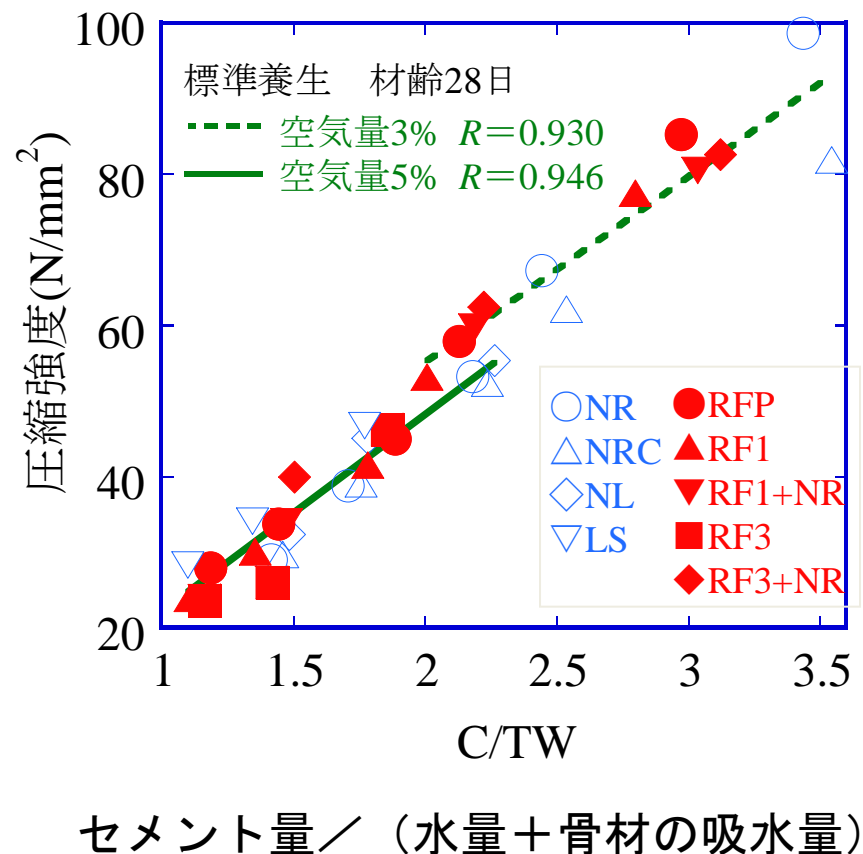
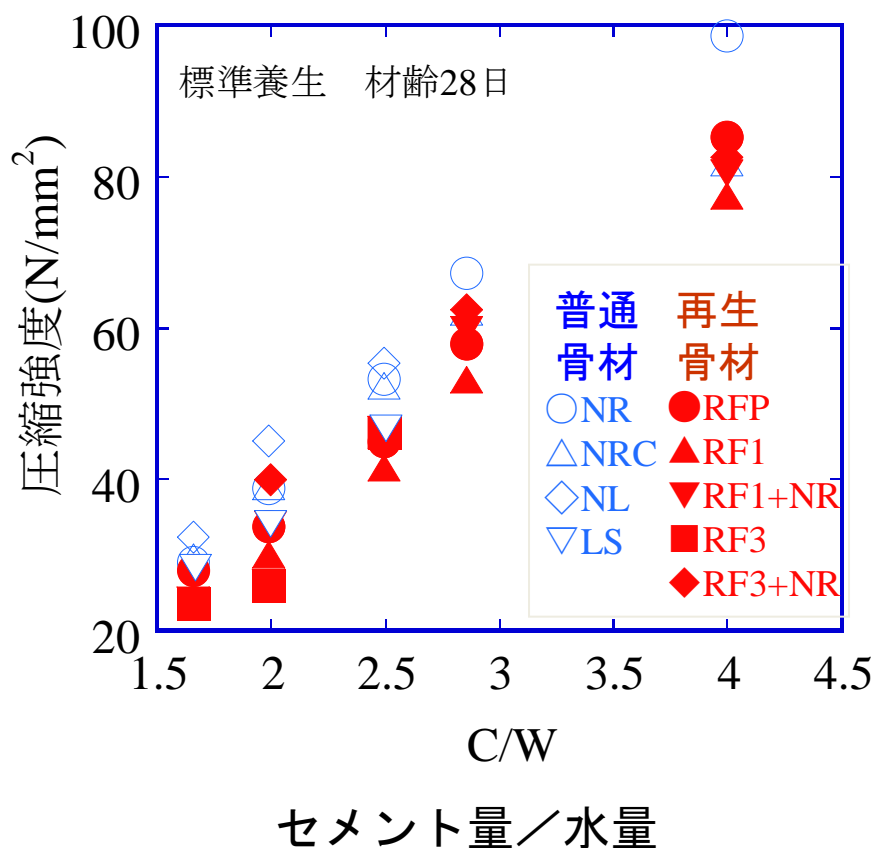
- (1) 機械的すりもみ(摩砕)処理によるセメント水和物分の分離除去
- (2) 水を用いた洗淨、比重分離等による不良質粒子の分離除去

これらの方法により、再生粗骨材Hの製造は可能

← (株)宗星：H23年度会長賞

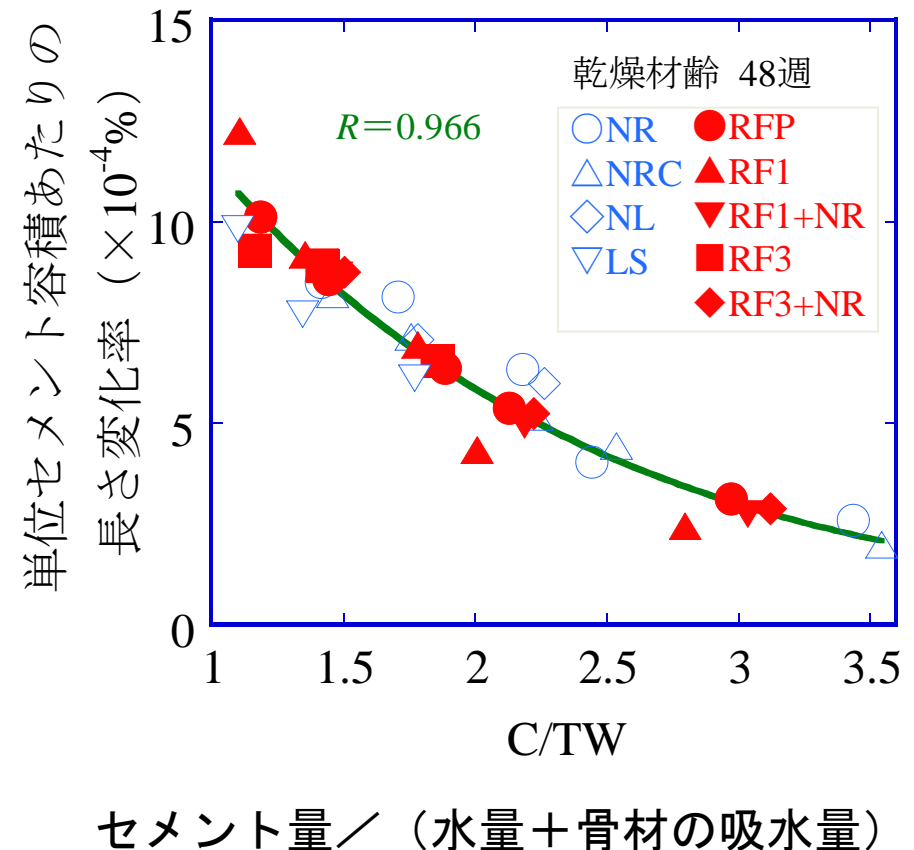
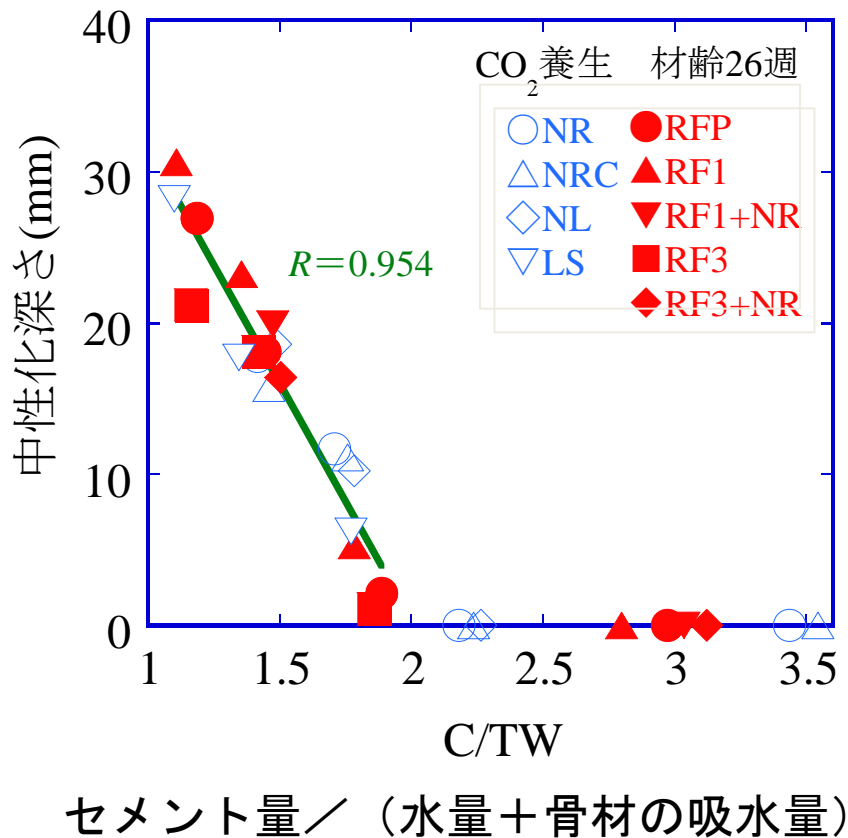
さらに、前処理として300°C程度の加熱をすれば、(1)の摩砕処理により再生細骨材Hの製造も可能

再生細骨材(L)または普通細骨材を用いたコンクリートの 圧縮強度試験結果の例



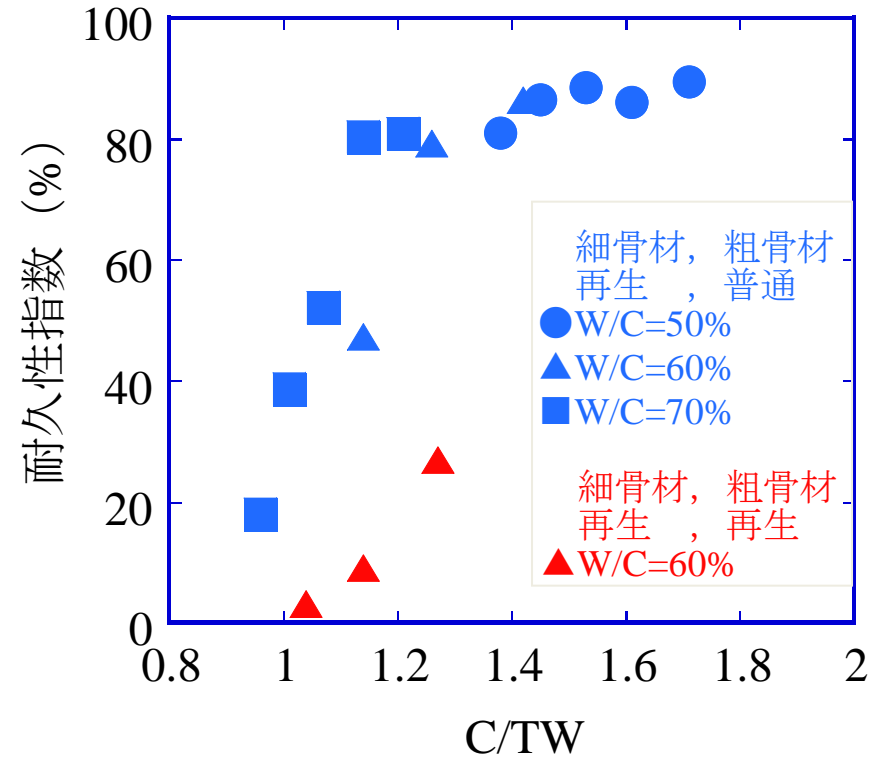
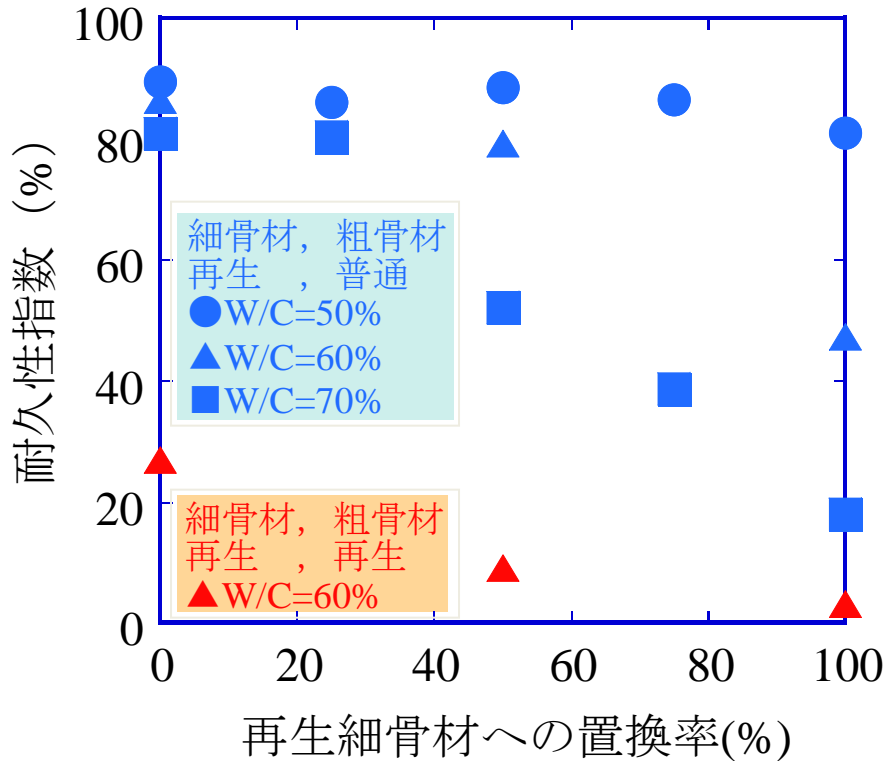
麓隆行氏（近畿大学）の研究成果より

再生細骨材(L)または普通細骨材を用いたコンクリートの 中性化深さ試験結果および乾燥収縮試験結果の例



麓隆行氏（近畿大学）の研究結果より

再生細骨材(L)または普通細骨材を用いたコンクリートの凍結融解抵抗性試験結果の例



セメント量 / (水量 + 骨材の吸水量)

麓隆行氏 (近畿大学) の研究成果より

JIS取得済 コンクリート用再生骨材製造工場

JIS取得(M)

(株)京星
(大阪府枚方市)

JIS取得(L)

樋口産業(株)
東浜工場
(福岡県福岡市)

JIS取得(L)

埼玉総業(株)
(埼玉県さいたま市)

JIS取得(L)

立石建設(株)
葛西工場
(東京都江戸川区)

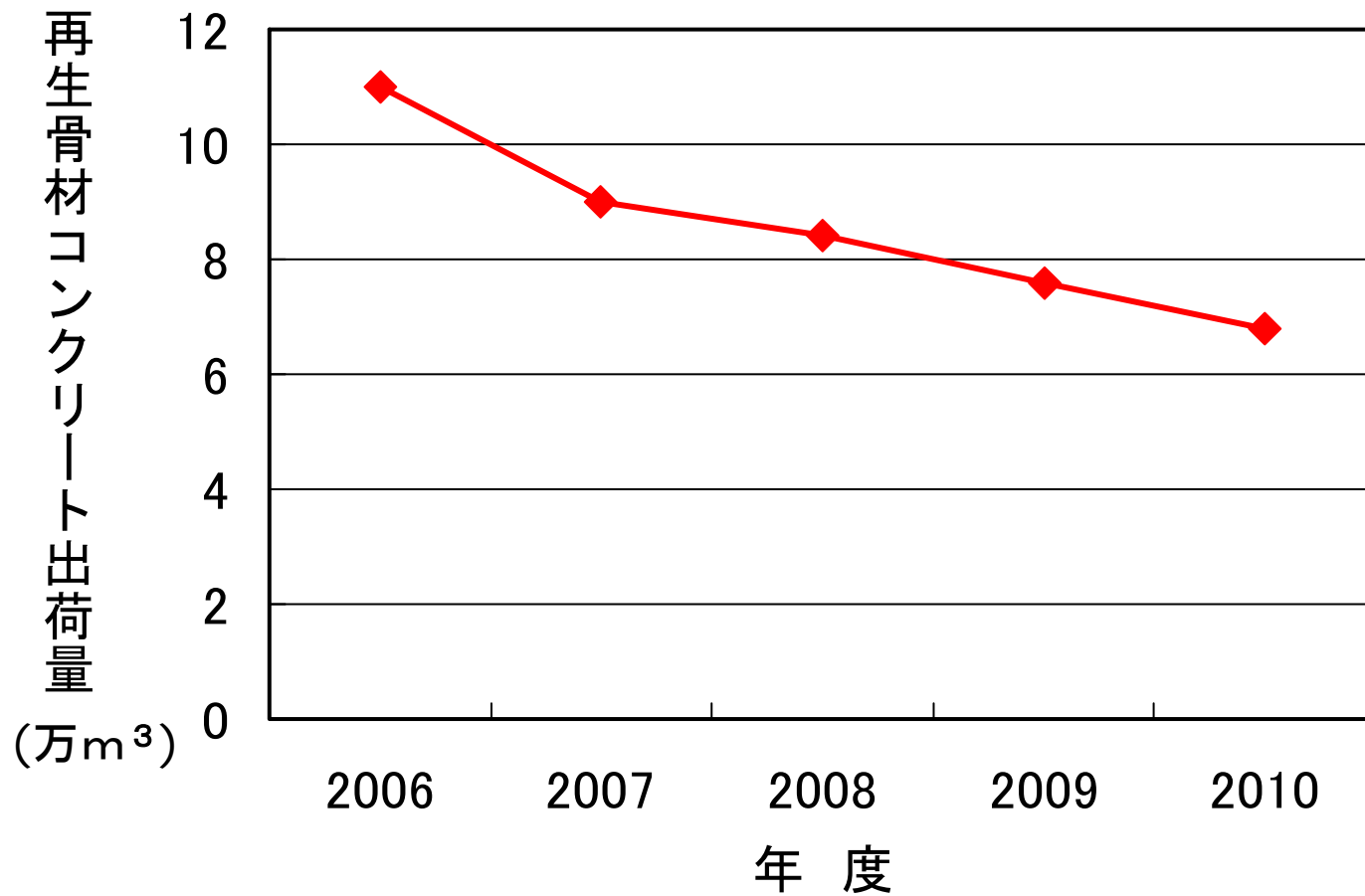
JIS取得(H)

成友興業(株)
城南島工場
(東京都大田区)

JIS取得(L)

宮松城南(株)
千葉工場
(千葉県袖ヶ浦市)

2010年11月
再生骨材コンクリート普及連絡協議会発足



再生骨材コンクリート出荷量の推移
(再生骨材コンクリート普及連絡協議会会員9社による出荷量)

“コンクリート用再生骨材”が普及しない理由

(1) 高品質化処理は、採算が合わない

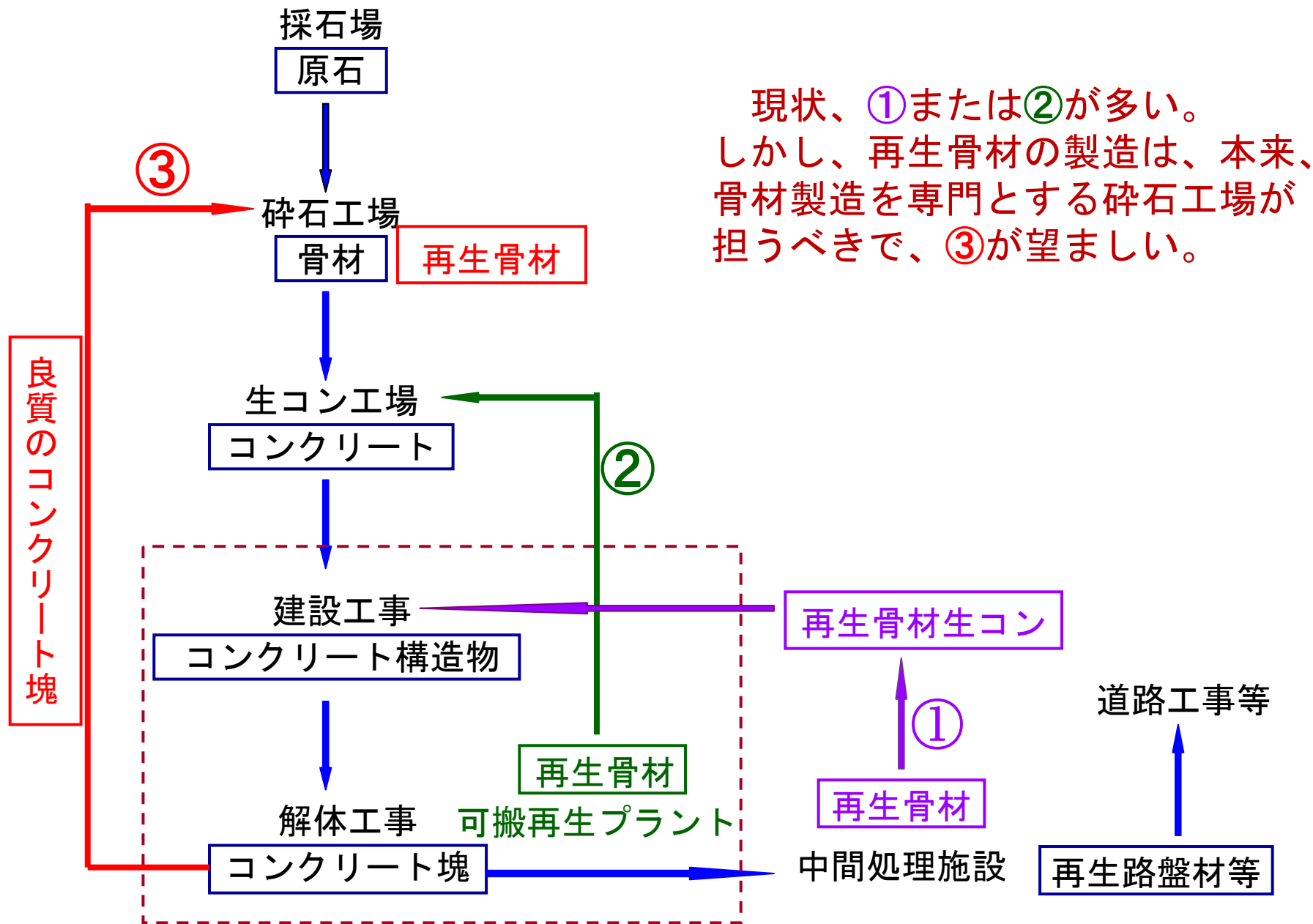
- ・ 適正規模以上の処理量確保
- ・ 新材製造と併用など、設備の高稼働率化が必要

(2) 品質が信頼されない、不安定

- ・ 高品質骨材の製造能力をもつ業者による製造
- ・ 原料となるコンクリート塊の品質確保が必要

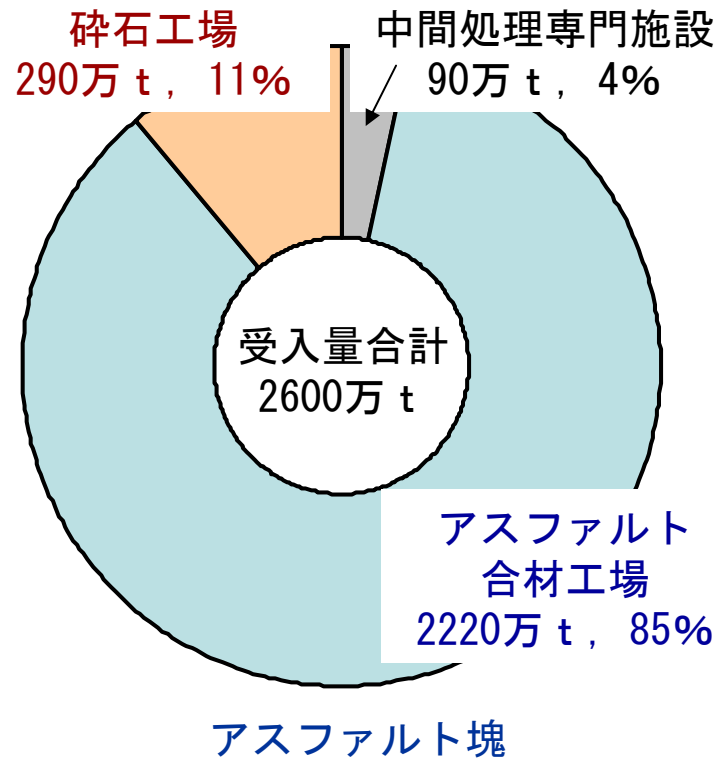
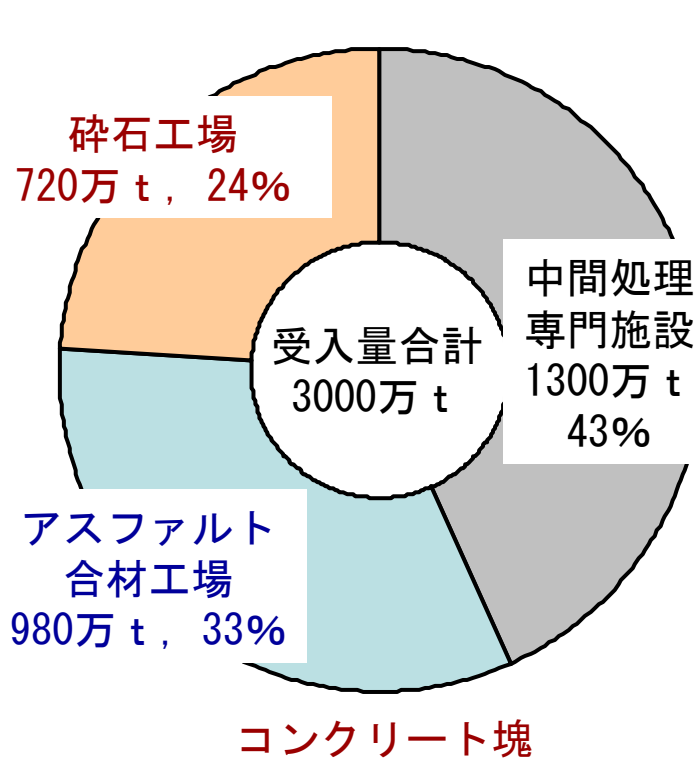
(3) 当面、多くの需要が見込めない

- ・ 高吸水率骨材に適した用途
- ・ 品質の不安定さが許容されやすい用途の検討が必要



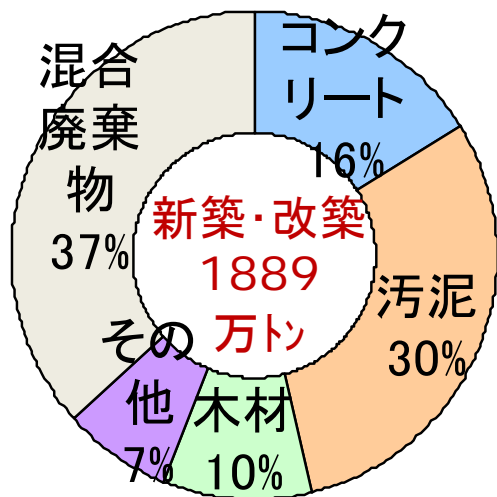
現状、①または②が多い。
しかし、再生骨材の製造は、本来、
骨材製造を専門とする砕石工場が
担うべきで、③が望ましい。

コンクリート用再生骨材の製造・使用フロー

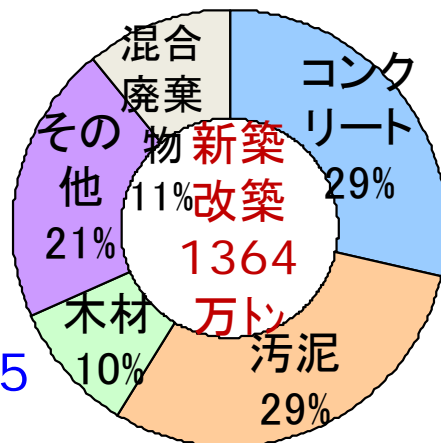


受入施設別コンクリート塊およびアスファルト塊の
年間受入量 (2007年度分推定)

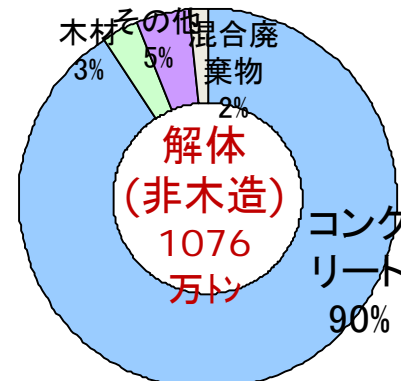
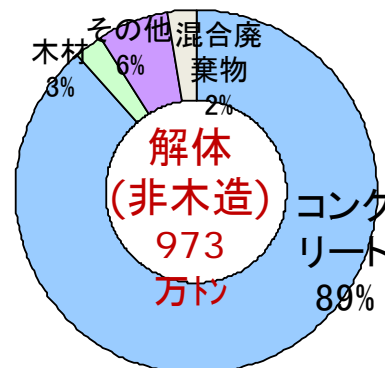
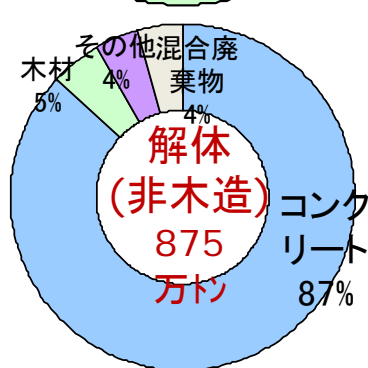
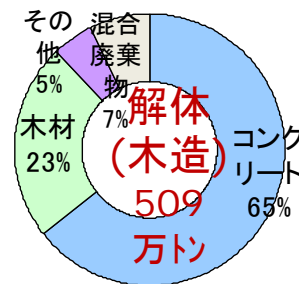
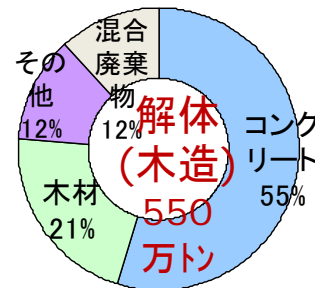
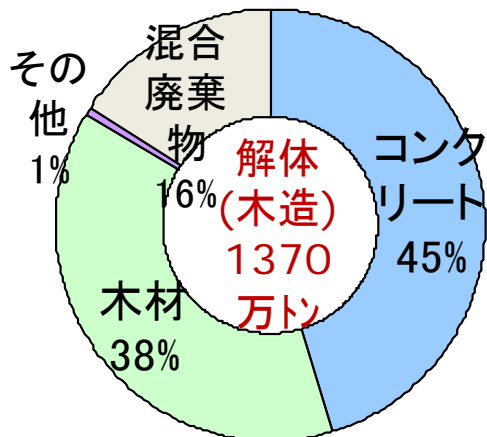
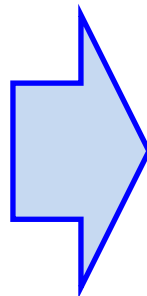
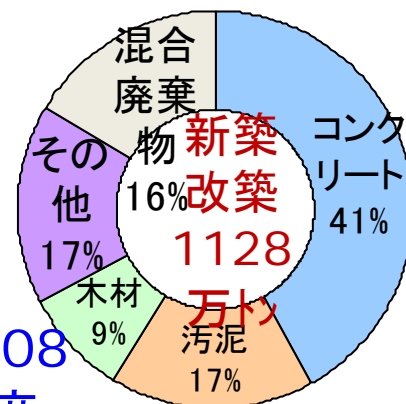
1990
年度



2005
年度



2008
年度



建築工事から分別搬出される建設廃棄物の変化

コンクリート用再生骨材の 用途開発事例

- ・ **転圧コンクリート舗装の骨材として利用**（再生骨材は吸水率が高く、コンクリートの流動性が低くなりやすいが、転圧工法ではその問題が軽減される。）
- ・ **(株)京星製造の再生骨材(M)を使用し、3箇所**で試験施工

木津川堤防天端強化工事（2010年3月施工）



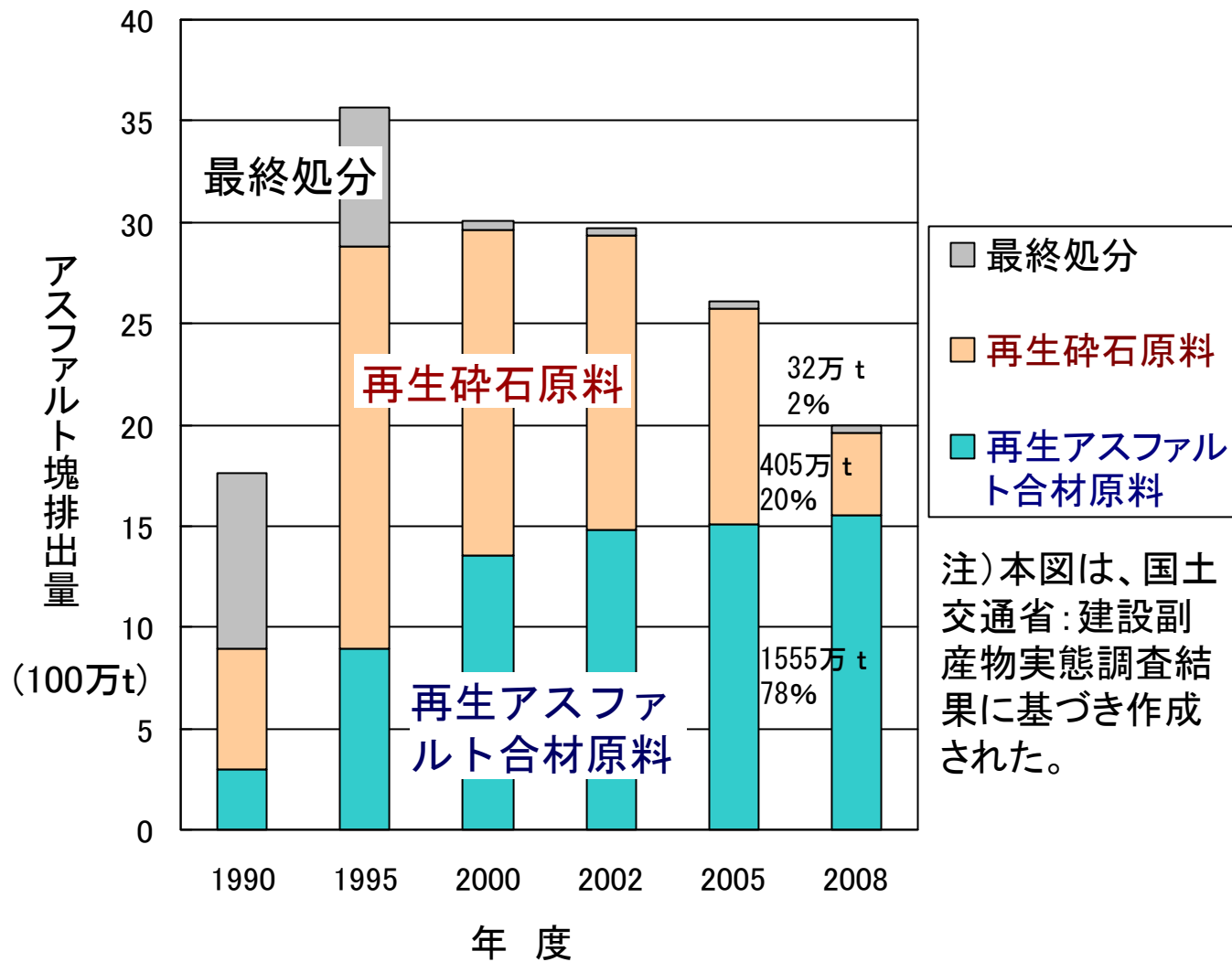
近畿地整近畿技術事務所構内（2009年12月施工）



咲洲域内道路補修工事（2010年3月施工）

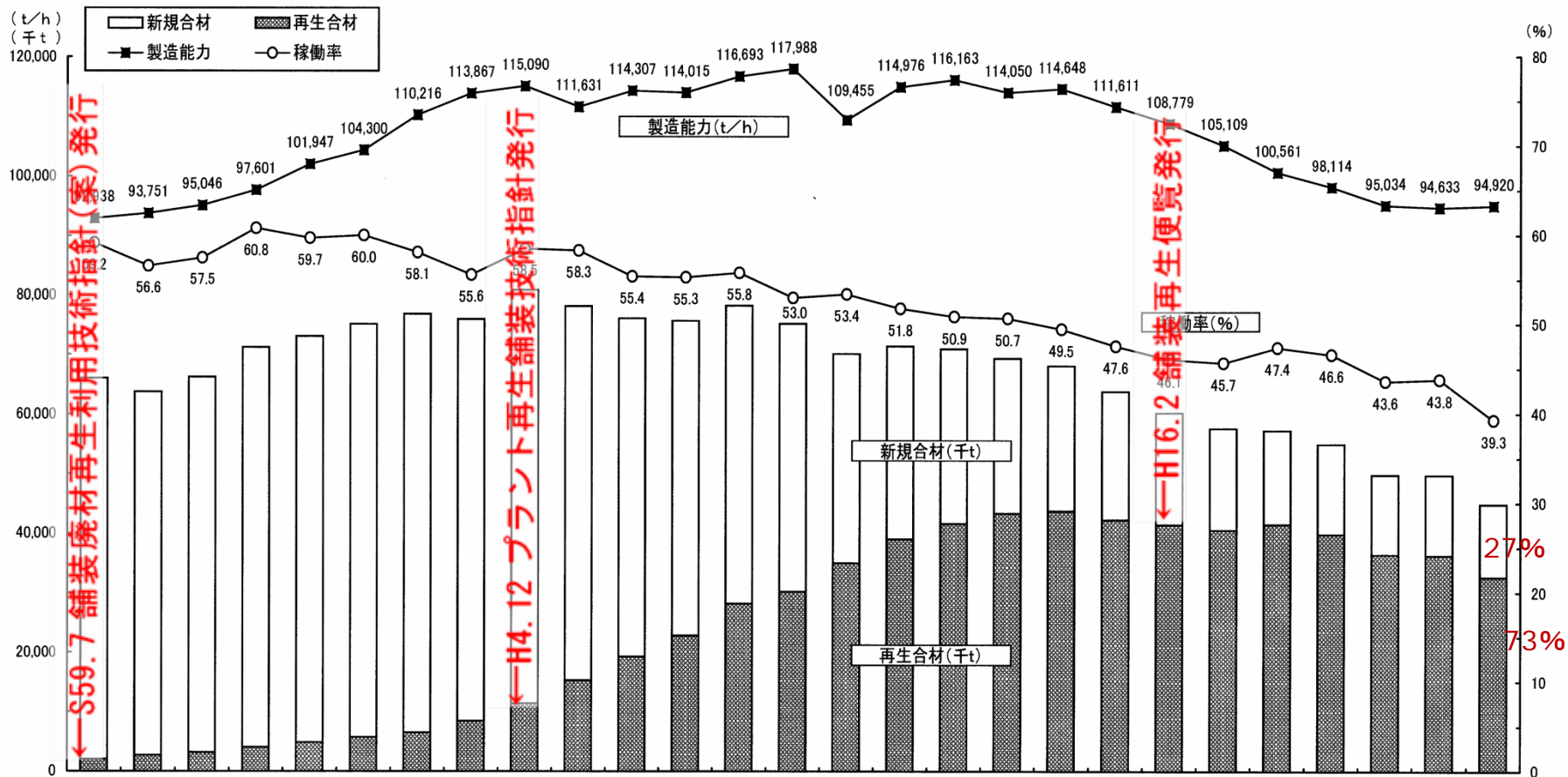


アスファルト舗装のリサイクル



アスファルト塊の用途

アスファルト合材製造数量推移 (全国)



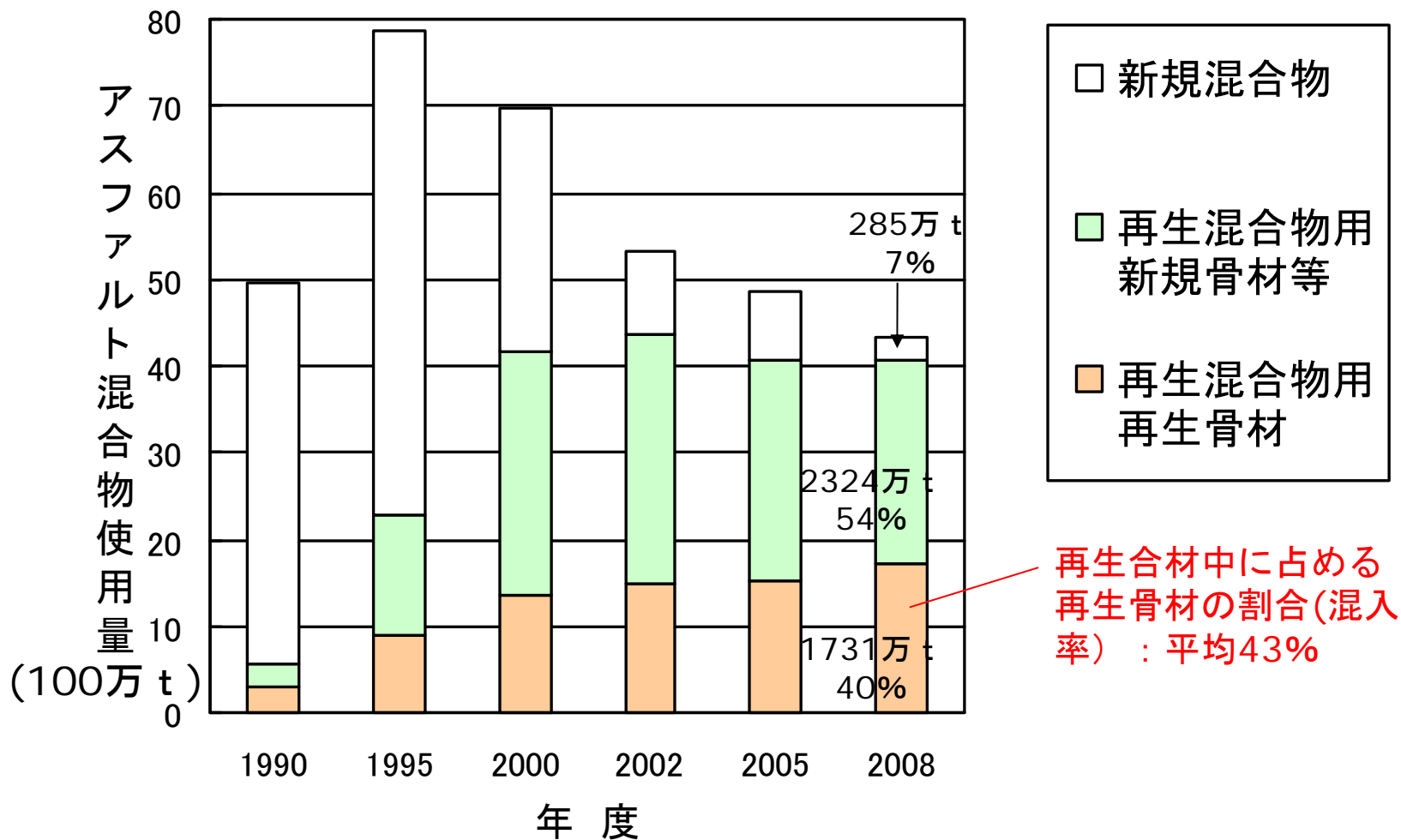
	昭和59年度	昭和60年度	昭和61年度	昭和62年度	昭和63年度	平成元年度	平成2年度	平成3年度	平成4年度	平成5年度	平成6年度	平成7年度	平成8年度	平成9年度	平成10年度	平成11年度	平成12年度	平成13年度	平成14年度	平成15年度	平成16年度	平成17年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度	平成21年度	平成22年度
新規合材	63,993	60,986	62,996	67,129	68,160	69,352	70,277	67,464	69,417	62,815	56,762	52,796	50,008	44,882	35,075	32,293	29,292	25,978	24,301	21,503	18,764	17,030	15,745	15,084	13,366	13,454	12,236
再生合材	2,018	2,706	3,194	4,064	4,859	5,720	6,519	8,467	11,421	15,280	19,265	22,843	28,186	30,264	35,062	39,107	41,671	43,392	43,800	42,280	41,442	40,554	41,473	39,813	36,393	36,234	32,573
合計	66,011	63,692	66,190	71,193	73,019	75,072	76,796	75,931	80,838	78,095	76,027	75,639	78,194	75,146	70,137	71,400	70,963	69,370	68,101	63,783	60,206	57,584	57,218	54,897	49,759	49,688	44,809

製造能力	92,938	93,751	95,046	97,601	101,947	104,300	110,216	113,867	115,090	111,631	114,307	114,015	116,693	117,988	109,455	114,976	116,163	114,050	114,648	111,611	108,779	105,109	100,561	98,114	95,034	94,633	94,920
稼働率	59.2	56.6	57.5	60.8	59.7	60.0	58.1	55.6	58.5	58.3	55.4	55.3	55.8	53.0	53.4	51.8	50.9	50.7	49.5	47.6	46.1	45.7	47.4	46.6	43.6	43.8	39.3

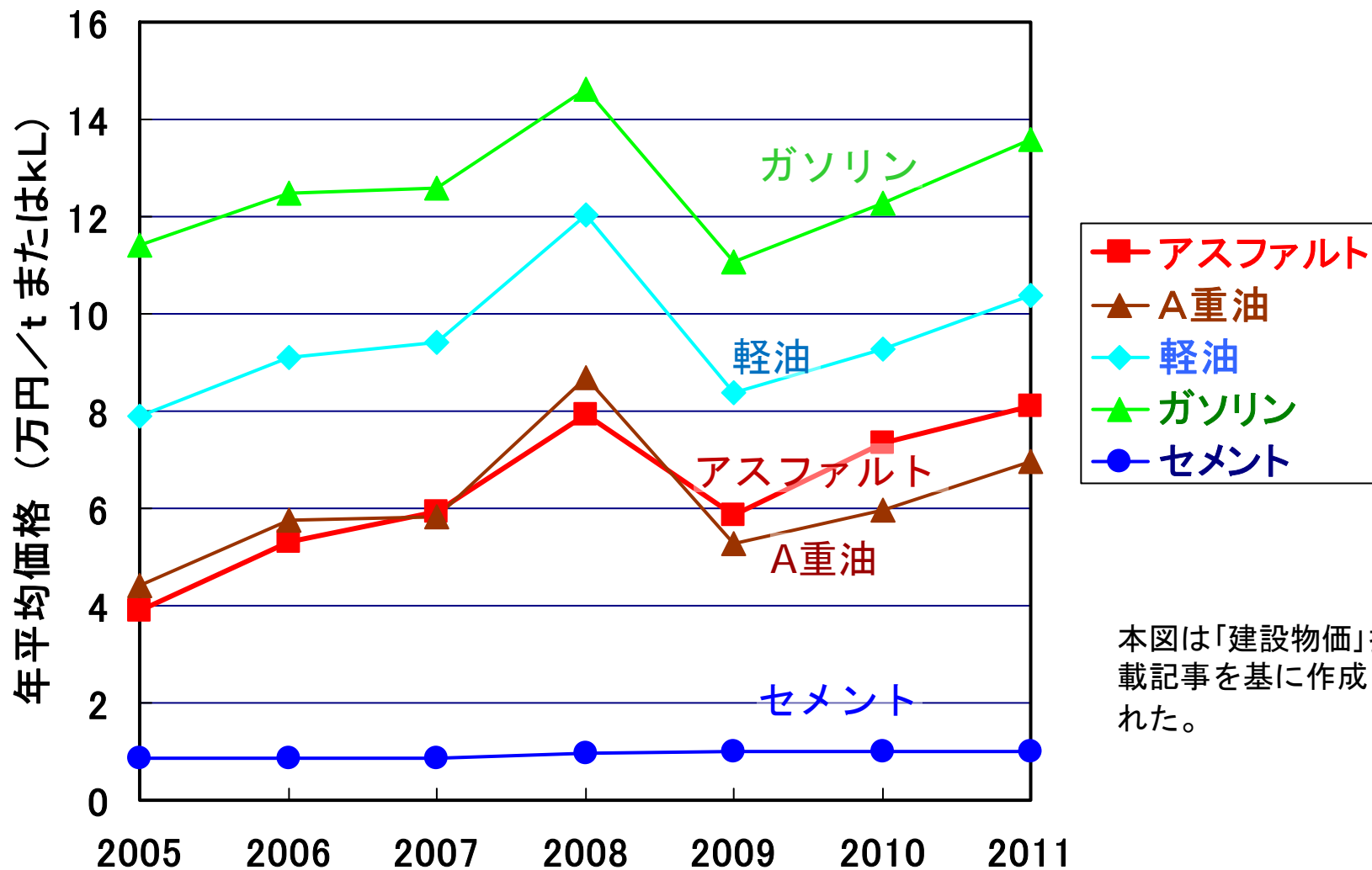
稼働率=合材製造数量÷(プラント能力×5h/日×20日/月×12ヶ月)×100

(社)日本アスファルト合材協会 資料・広報委員会

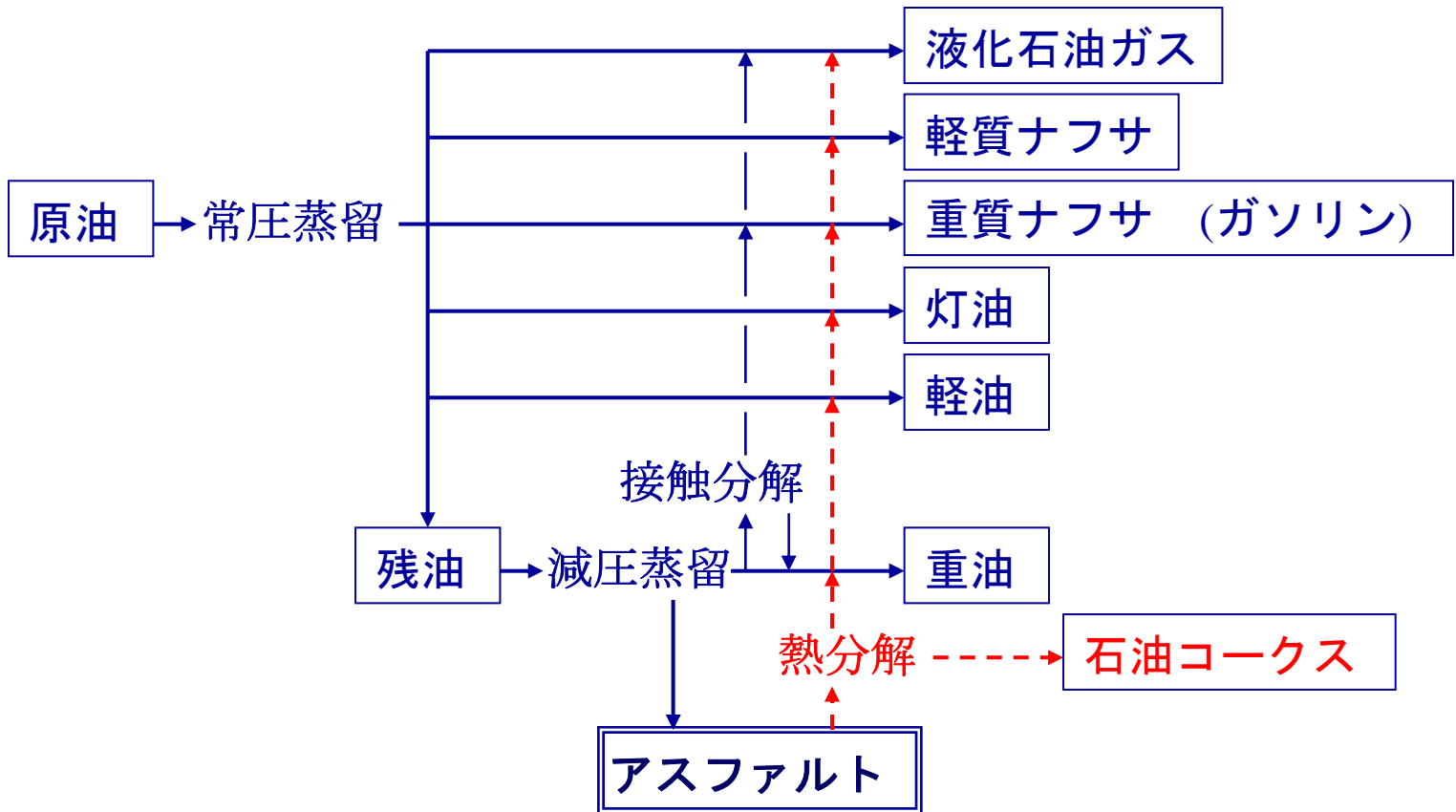
※仮設プラント分を含む



アスファルト混合物中に占める
新規材、再生材使用量の推移
(国土交通省の調査結果から)



アスファルトの価格推移



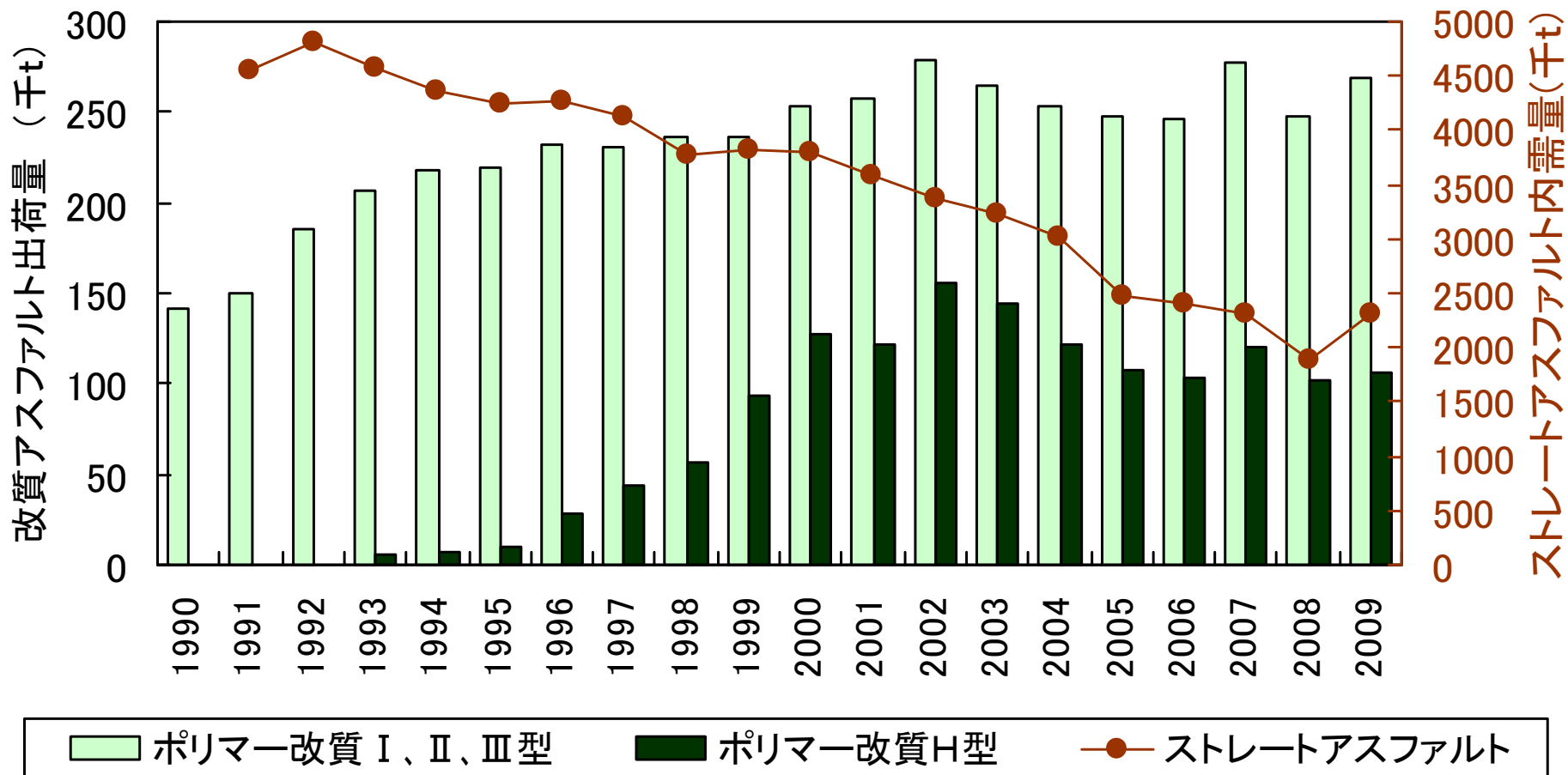
従来の石油精製工程



最近の石油精製工程

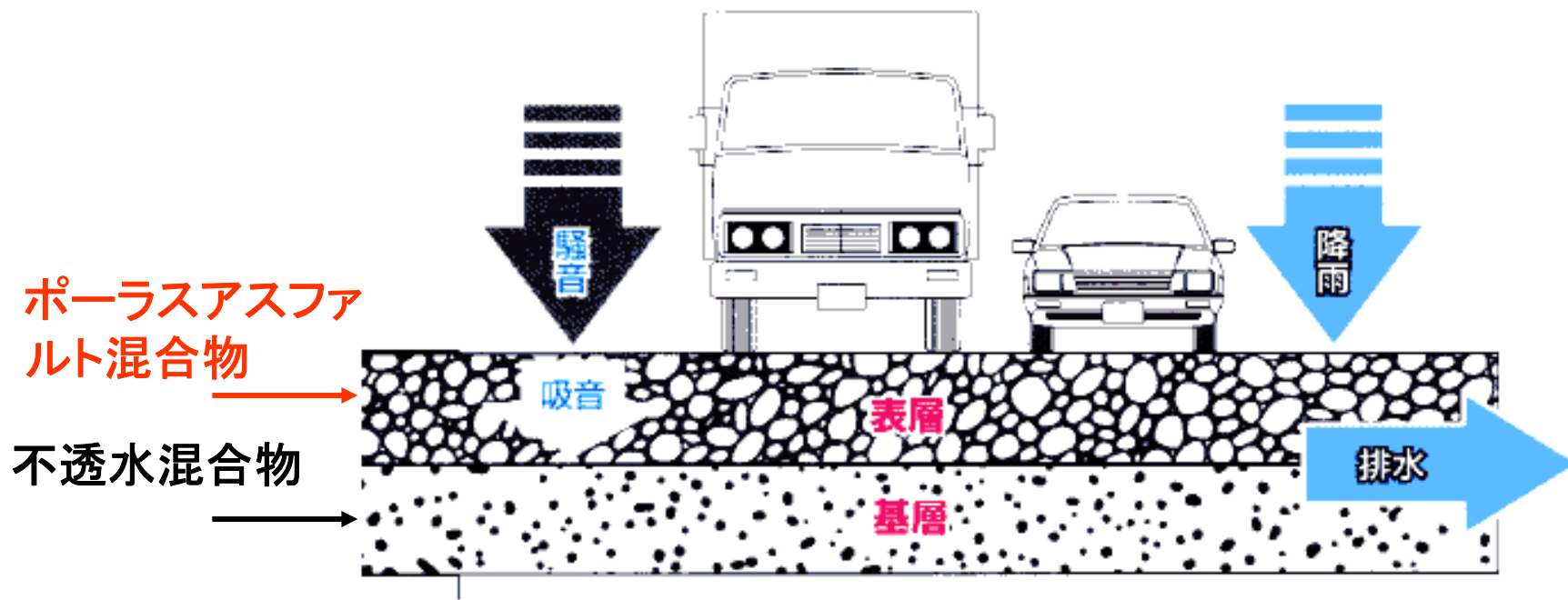
「アスファルト塊のアスファルト合材用原料としての再利用」についての問題点

1. 再生混合物中の再生骨材混入率が高くなっている。
2. 溶融しにくいアスファルトを含む再生骨材が多くなっている。

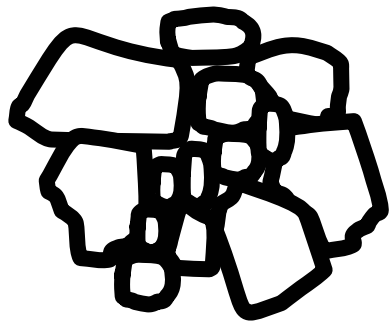


ポリマー改質アスファルトの出荷量の推移

日本改質アスファルト協会発行「改質アスファルト」掲載資料より作成
 (ストレートアスファルト内需量：国土交通省 主要建設資材需要見通しより)

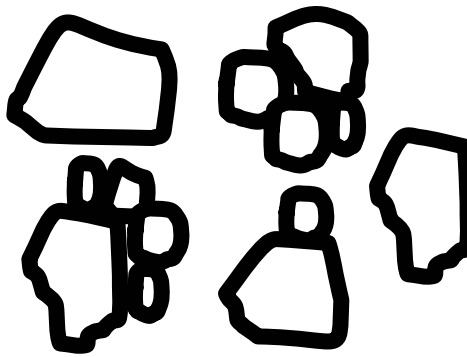


排水性舗装の断面

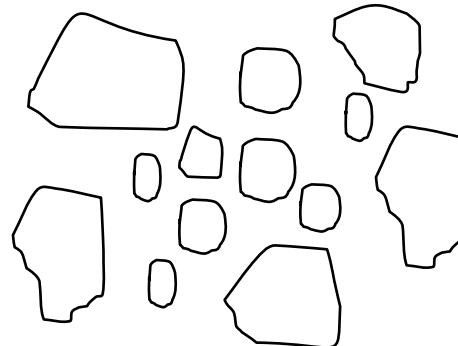


アスファルト塊

破碎
→



再生骨材



新規骨材

加熱
混合
→

再生混合物

溶融しにくいアスファルトを含有する再生骨材は、再生混合物中で分散しにくい。

新アスファルト

現状の再生アスファルト混合物製造方法



路面切削機



路面切削機の回転ドラムとビット



バックホウによるアスファルト混合物のはぎ取り



路面切削機で削り取られたアスファルト塊
(細粒分が多く、排水性舗装に適さない骨材粒度になっている。)

再生アスファルト混合物中で、
骨材とアスファルトが

- ・ 設計どおりに配合され、
- ・ よく分散、混合されていない。

排水性舗装廃材からの再生骨材を多量に使用する
場合、それが難しい。

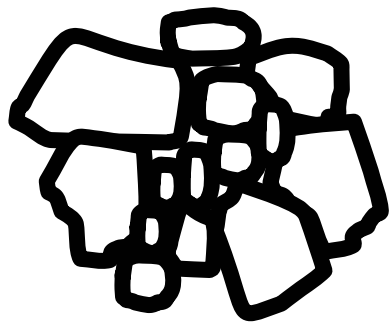
改善策

再生骨材を予め解砕し、団粒状態の大きな粒子
を少なくする。

その方法

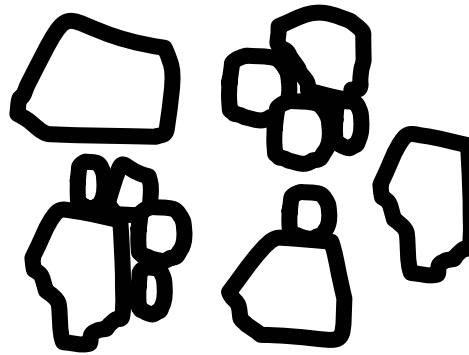
- (1) 破砕機による機械的摩砕（摩砕式）
- (2) 砂等との加熱混合（加熱式）

← 佐野正典近大教授ら：H23年度会長賞

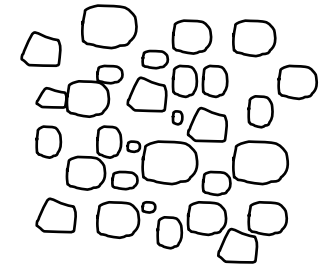


アスファルト塊

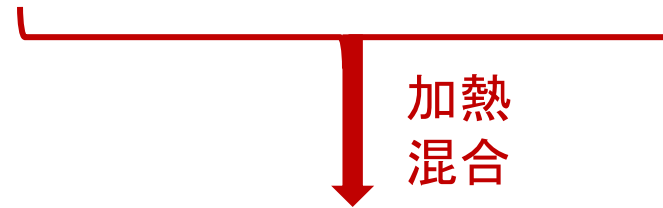
破碎



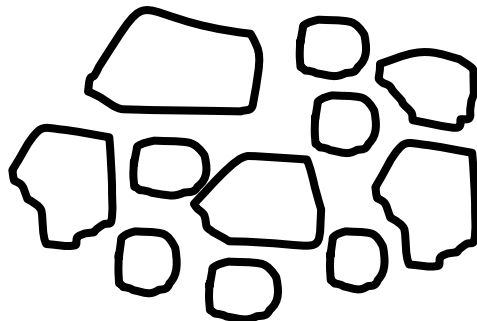
再生骨材



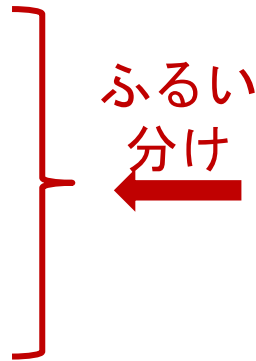
新しい砂・粉



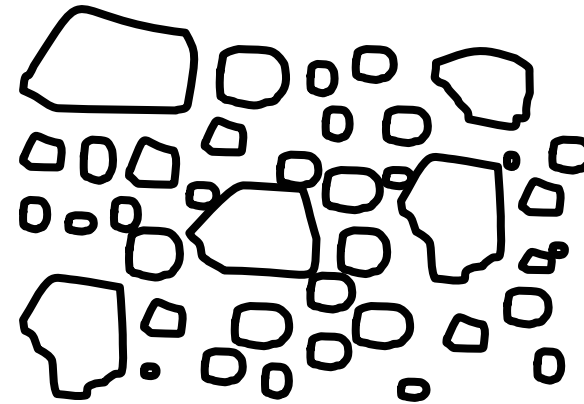
加熱
混合



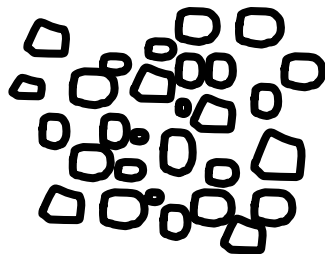
再生粗骨材



ふるい
分け



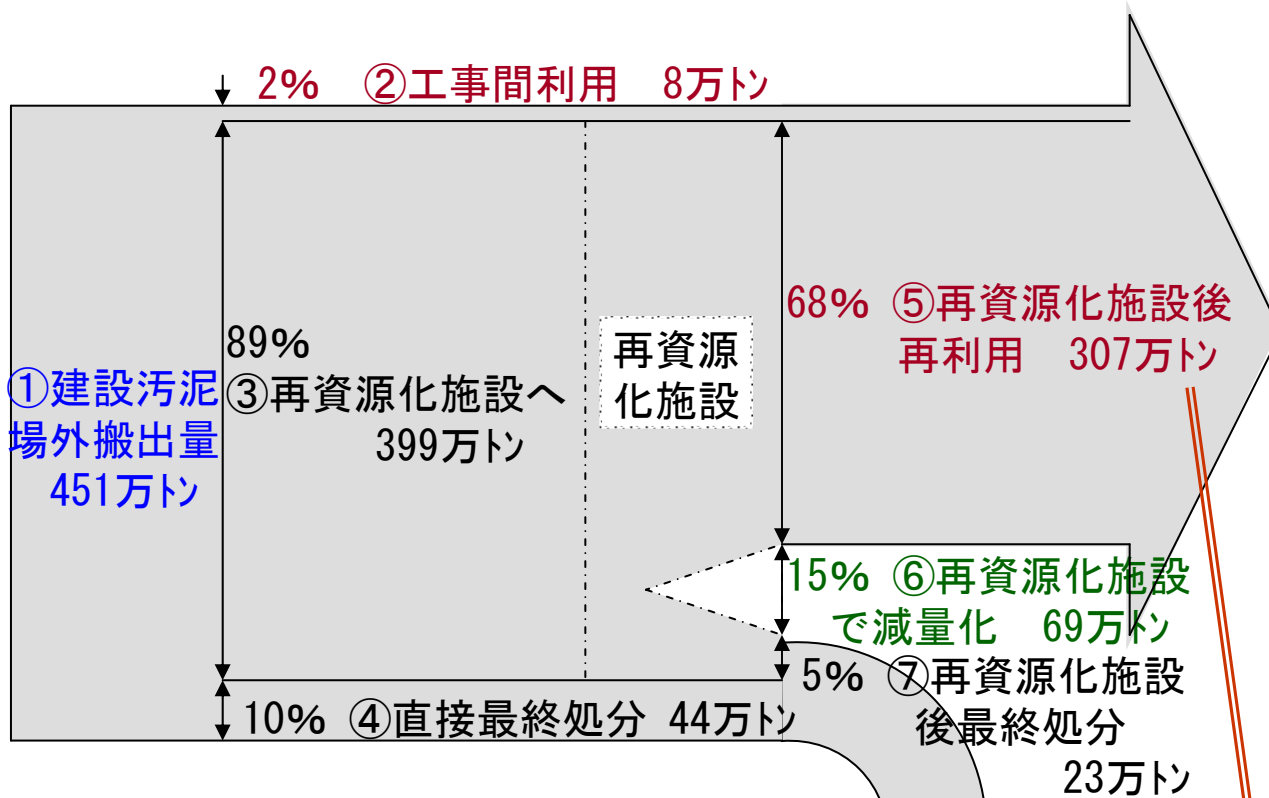
よく分離し
た再生骨材



細粒アスファルト材
(再生細骨材)

加熱式骨材再生方法の概要

建設汚泥のリサイクル



有効利用できたのか？

有償譲渡できたのか？

建設汚泥の再資源化等率

$$(\textcircled{2} + \textcircled{5} + \textcircled{6}) / \textcircled{1} = 85.1\%$$

再資源化率

$$(\textcircled{2} + \textcircled{5}) / \textcircled{1} = 69.8\%$$

建設工事における土砂利用量7,498万m³
内訳 (単位: 万m³)

- ・ 新材(山砂等) 3,156
- ・ 建設発生土の工事間利用 3,425
- ・ 土質改良プラント経由の改良土 744
- ・ コンクリートからの再生砂 147
- ・ 建設汚泥処理土 24 (48万トン)

建設汚泥のリサイクルの状況

(2008年度分、国土交通省調査)

建設汚泥の固化・再生方法

建設汚泥

泥水

フィルタープレス
などで脱水

高含水比
の泥土

固化材と攪拌混合
しながら粒状化

養生



土材料として利用

含水比調整

低含水比
の泥土

固化材
と混合

加圧
成形

養生

破碎

路盤等用
粒状材料と
して利用

脱水
ケーキ

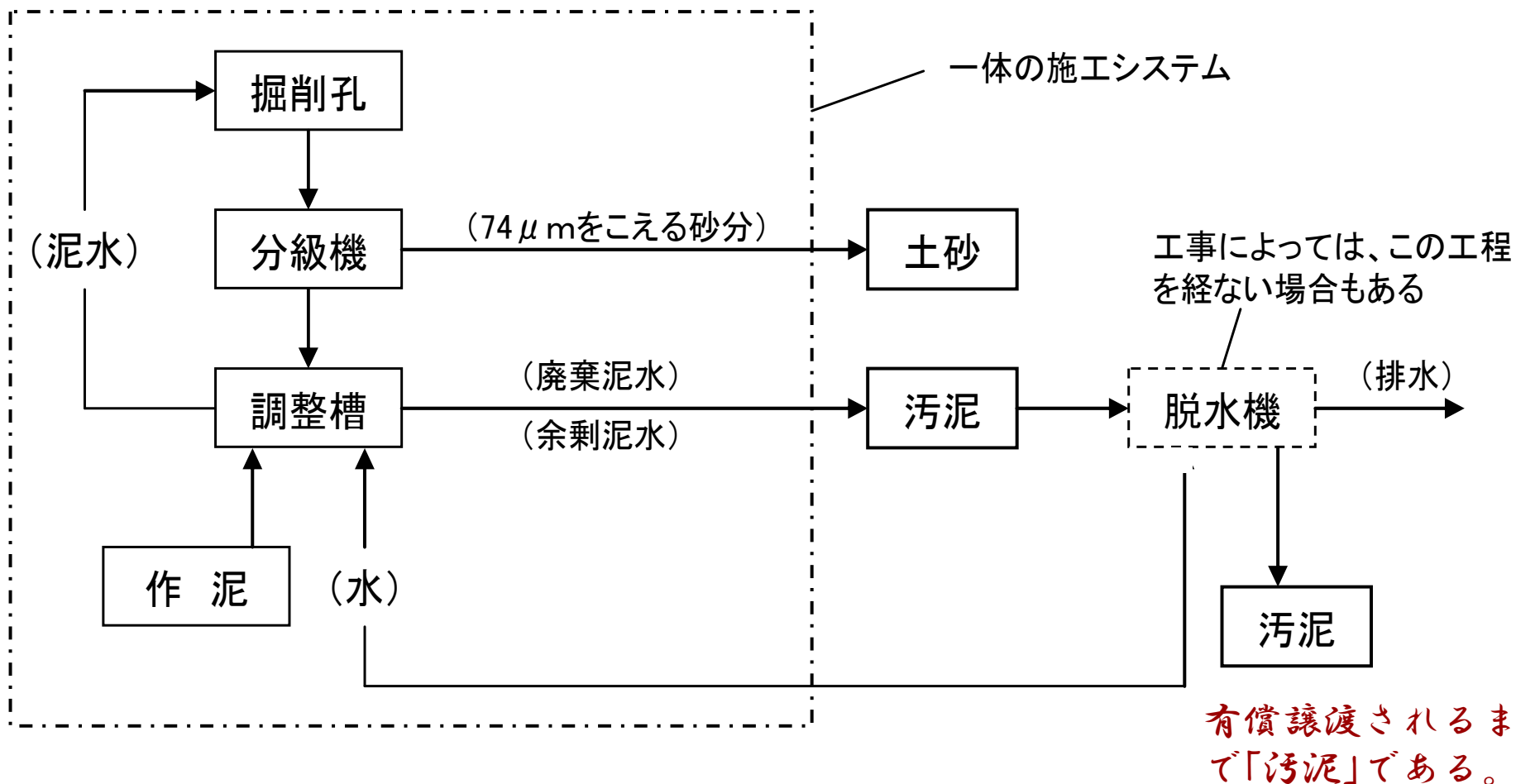


土材料として
利用したいが、有償
譲渡は困難



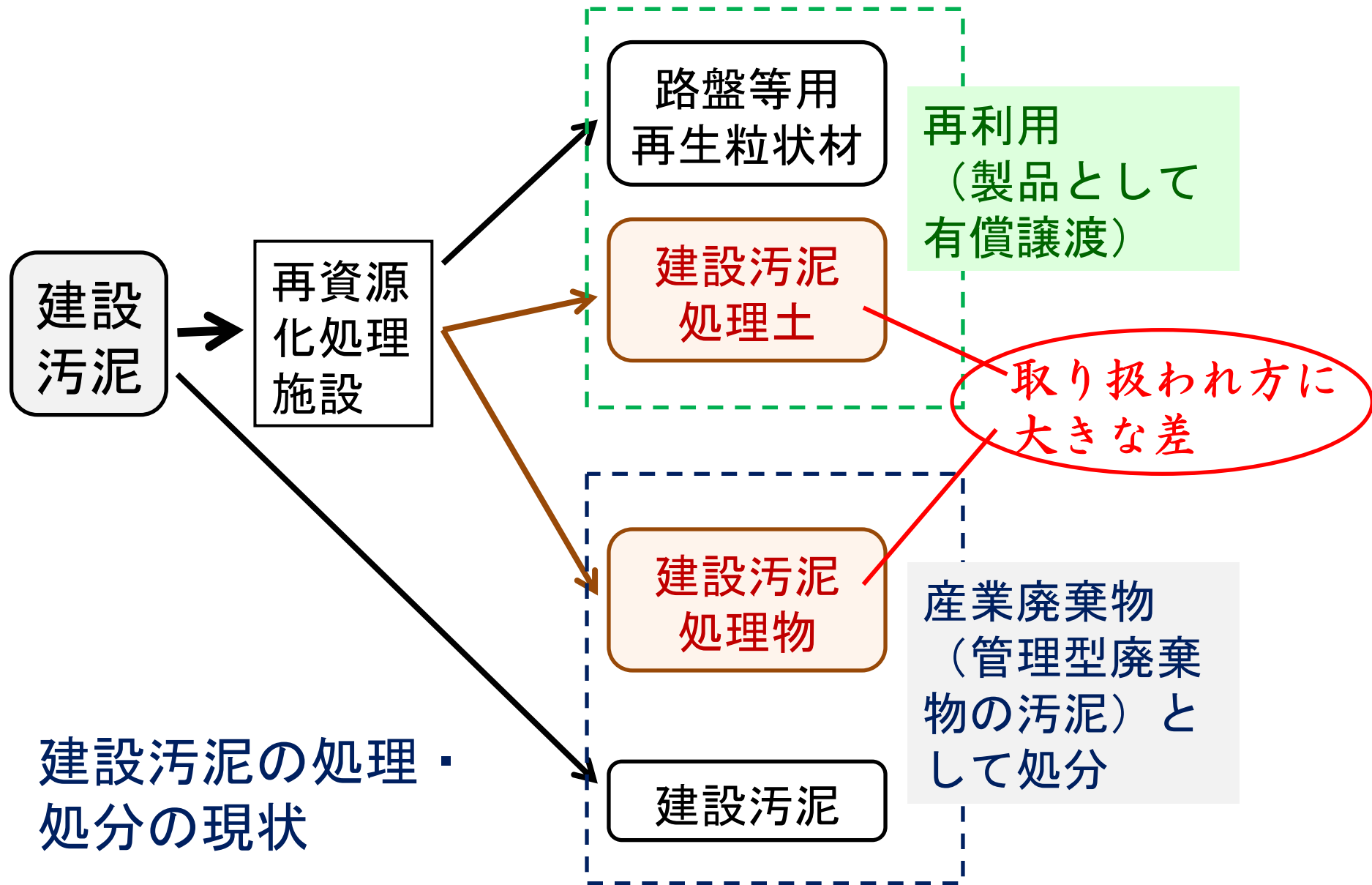
↑ 大阪ベントナイト事業
協同組合：H22年度会長賞

土砂か汚泥かの判断は、掘削工事に伴って排出される時点で行うものとする。（環廃産276号より）



建設汚泥の発生例

(泥水シールド・リバーサーキュレーション工法等、汚水循環工法で)



現状、有償譲渡できない建設汚泥処理物・再生品は、

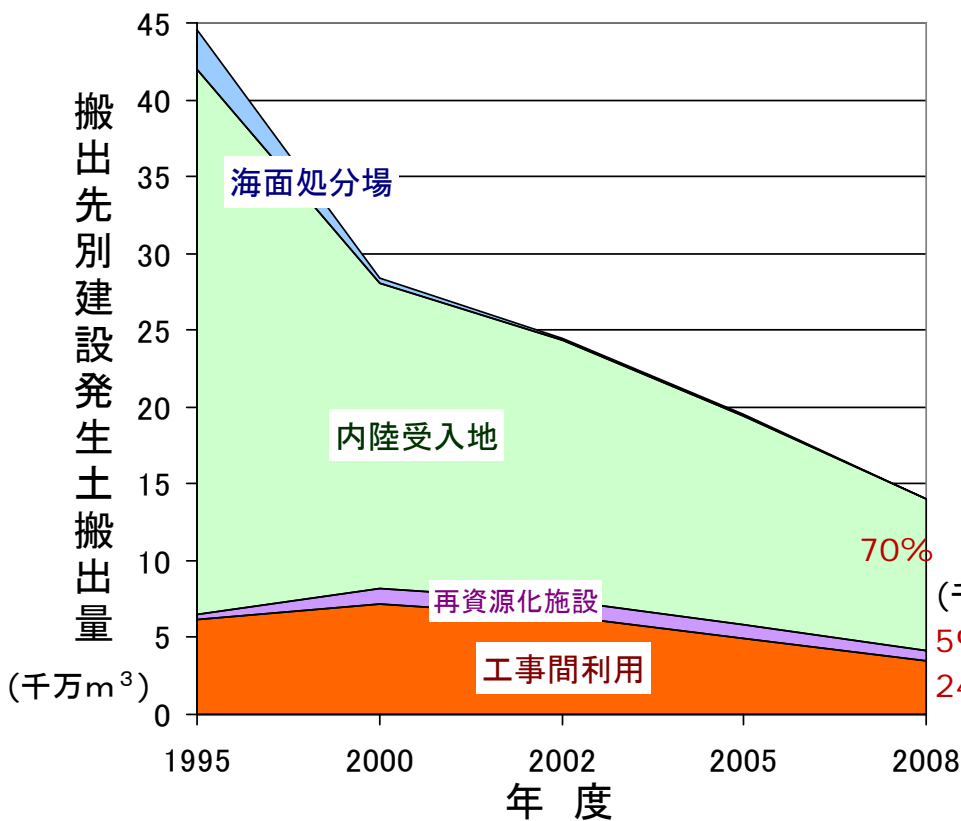
1. 再生利用制度を活用して再利用
2. 有償譲渡できるまで再度処理して再利用
(ただし、建設汚泥としての処理となる。)
3. 管理型廃棄物として埋立処分

しかない。

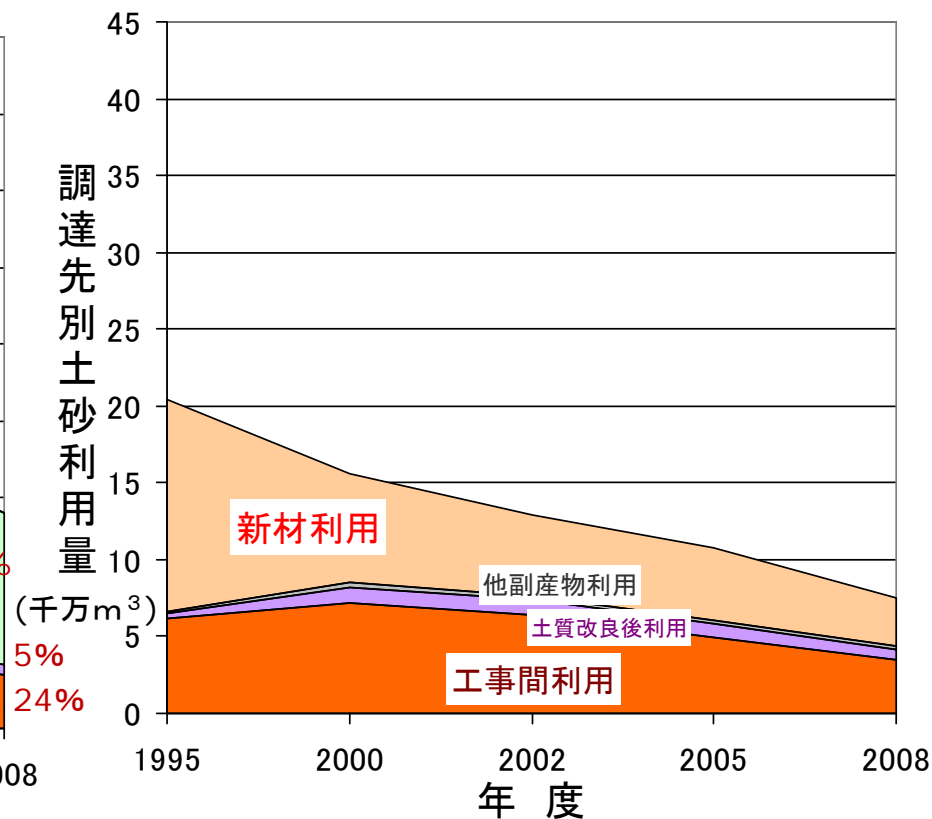
・路盤等用再生粒状材化など、有償譲渡されやすい再生品の製造をもっと積極的に奨励するか、または
・有償譲渡できないが、汚泥に戻らない安定した建設汚泥処理物・再生品は、安定型廃棄物とみなし、再生路盤材などの原料として利用できないのか？

建設発生土のリサイクル

- ・建設発生土の搬出量は減少したが、依然、建設工事で必要とする土砂の量より多い。
- ・にもかかわらず、山土などの新材を使用している。
- ・工事間利用率は30%程度にとどまっている。



搬出先別建設発生土搬出量の推移



調達先別土砂利用量の推移

建設発生土に係る課題と方策

1. 搬出量の削減

- 掘削量を少なくする工法の採用、構造設計
- 現場基盤面のかさ上げ、空き地に小山築造

2. 工事間利用の促進

- 情報交換システムの活用
- ストックヤードの確保、共同利用
- 土質改良プラントの整備

3. 土砂利用量の拡大

- 原則として新材（購入土）を使わない。
- スーパー堤防、低地のかさ上げ、人工山
- 砕石用途の土の利用
- 高架道路を、橋梁でなく盛土で

土質改良プラントの役割

- **がれき類が混入した建設発生土の再資源化**
(破碎・混合などの処理)

1970年頃の道路工事では、分別掘削は行われなかった。

← (株)オージーロード：H23年度会長賞

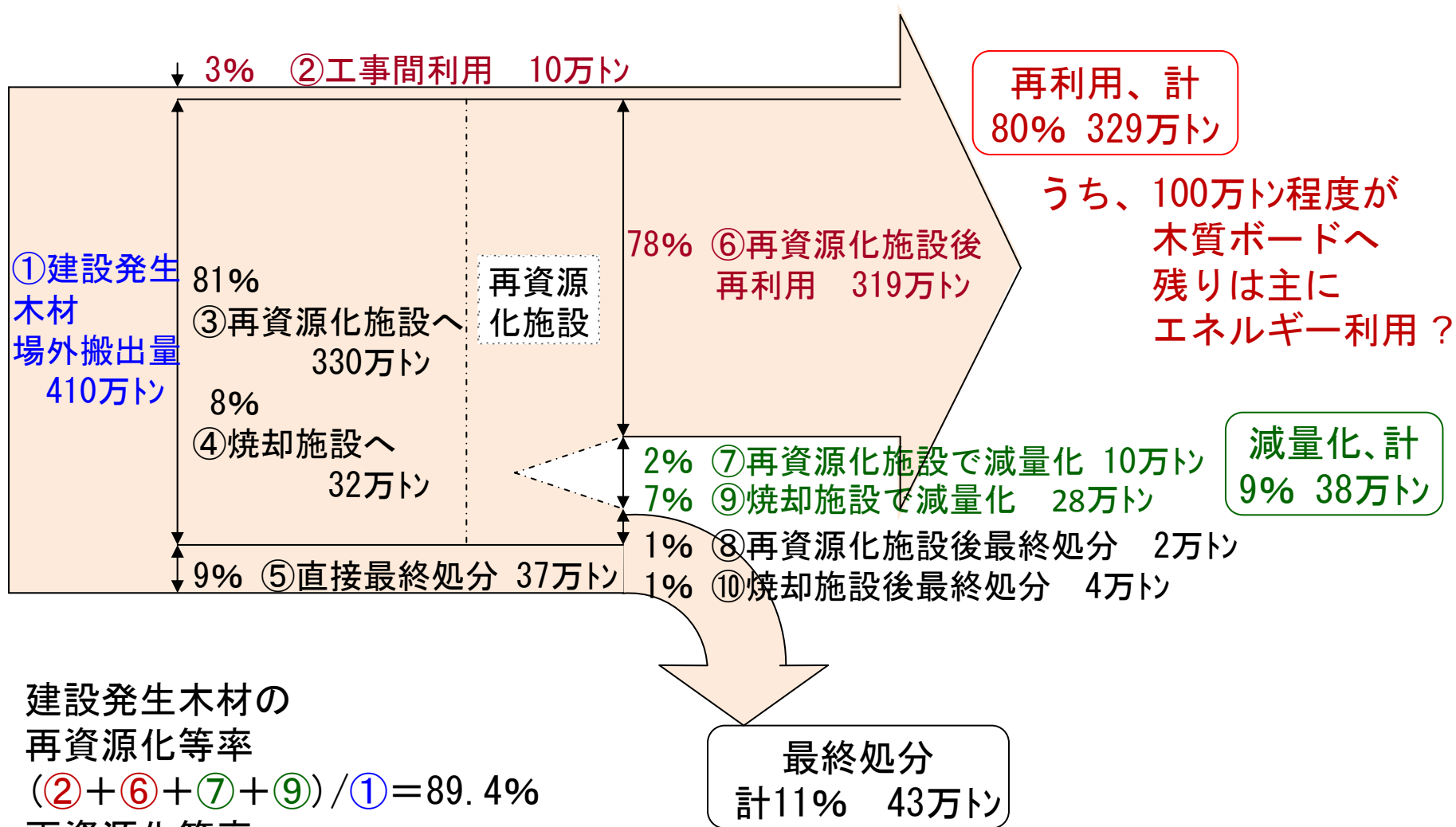
- **粘性分の多い軟弱土の改質**
(石灰などの添加・混合)



- **汚染土壌の浄化**
(分級洗浄などによる有害物の分離)
(汚染土壌の減量化)

← 日本国土開発(株)大阪支店
：H22年度会長賞

建設発生木材のリサイクル



建設発生木材の
再資源化等率

$$(\textcircled{2} + \textcircled{6} + \textcircled{7} + \textcircled{9}) / \textcircled{1} = 89.4\%$$

再資源化等率

$$(\textcircled{2} + \textcircled{6}) / \textcircled{1} = 80.3\%$$

建設発生木材のリサイクルの状況

(2008年度分、国土交通省調査)

木くずの発生量と再資源化の状況（2008年度）

種 類		発生量	再資源化量	用 途
A. 建設系	建設発生木材	410万トン	350万トン (80%)	木質ボード100万トン 残りエネルギー利用
	その他の産廃木くず	30万トン		
	一廃木くず	260万トン	130万トン (50%)	
B. 合板 ・製材系	合板・製材工場、 プレカット工場など	430万トン	409万トン (95%)	木質ボード、エネルギー 、堆肥利用
C. その他	林地残材	800万トン	8万トン (1%)	ほとんど未利用

注）本表は日本繊維板工業界および農林水産省の資料を参考に作成された。

「マテリアル利用」よりも「エネルギー利用」への傾向が強い。

課題：林地残材のリサイクルをどうするか。

その他の建設副産物

都市公団(現、都市再生機構)モデル分別解体工事(H13, 三鷹台)における分別物の種類と住宅戸当たり発生量
(RC造2DK、延床面積47.8m²/戸)

- ・ コンクリート 34,880kg
- ・ 金属 2,274kg
- ・ 木材 1,260kg



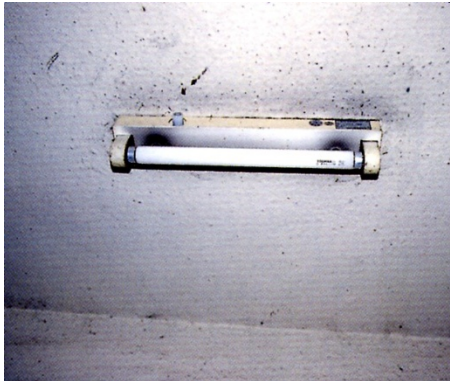
- ・ 畳 199kg



- ・ 石膏ボード 34.5kg



- ・ 蛍光灯 0.53kg



- ・ 塩ビ管・継手 100kg



- ・ 板ガラス 61.6kg



- ・ 発泡スチロール 0.14kg



- ・ グラスウール 3.9kg



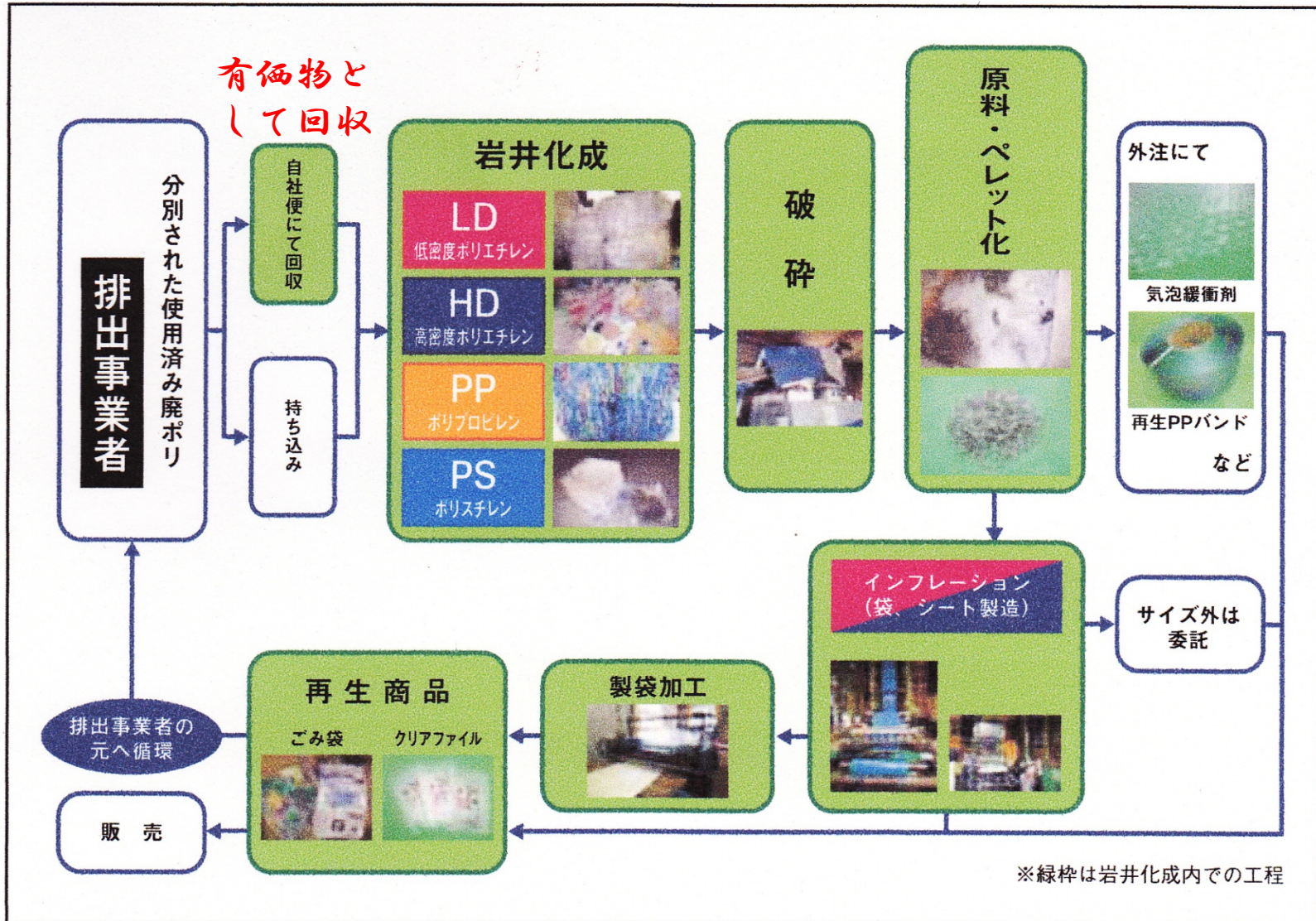
国土交通省による建設混合廃棄物の組成調査結果（2011年実施）

単位：%

分類		新築工事 (ビル)		新築工事 (木造)		解体工事 (木造)	
できるもの マテリアルリサイクル	コンクリート	0.09	20.02	0.11	24.54	0.98	9.67
	石膏ボード(付着物無)	1.97		3.26		1.64	
	石膏ボード(付着物有・リサイクル可)	0.15		0.27		0.00	
	塩ビ管・継ぎ手	0.70		0.41		1.97	
	金属	3.46		1.51		4.25	
	段ボール	9.97		17.10		0.32	
	その他紙類	3.67		1.89		0.51	
できるもの リサイクル サーマル	その他プラスチック	27.89	58.46	31.28	57.32	11.61	39.73
	木	10.07		7.47		19.67	
	繊維	0.56		0.13		0.48	
	可燃混合物	19.95		18.43		7.97	
できないもの 最終処分せざる	その他がれき類	1.07	21.52	0.31	18.14	21.16	50.60
	石膏ボード(付着物有・リサイクル不可)	0.18		0.13		0.10	
	その他ガラス陶磁器	6.68		6.80		8.54	
	安定型混合物	0.16		0.17		0.00	
	管理型混合物	13.43		10.72		20.81	

リサイクル事業の成功例

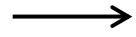
(株)岩井化成の「廃ポリエチレン(袋、シート)のリサイクルシステム」
(H23年度(財)クリーン・ジャパン・センター会長賞受賞)



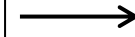
課題「発生から再利用・最終処分まで、全体の利益のためのリサイクル」

コスト優先
の分別順位

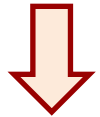
段ボール
スクラップ
木くず
コンクリートがら
廃プラ



混合
石膏ボード
紙
可燃
不燃
木



中間処理場
(選別負荷 大)



処理優先
の分別順位

廃石膏ボード
可燃物
不燃物



リサイクル品
混合（複合）



中間処理場
(選別負荷 小)

中間処理業者が望む分別優先順位の切り換え

建設リサイクル2011.冬号(No.54)掲載
建設廃棄物協同組合専務理事 松原泰男氏の寄稿から

E N D

ご清聴ありがとうございました。