

# 質を重視した建設リサイクル

## 再生骨材コンクリート利用促進と カーボンニュートラルに向けての取組と広報

2024.3.13

ACRAC (エーシーラック)  
一般社団法人 再生骨材コンクリート普及連絡協議会  
柴谷 啓一

〒116-0013 東京都荒川区西日暮里2-18-1 増尾ビル8F

TEL:03-5615-2010

E-mail: [info@acrac.jp](mailto:info@acrac.jp) HP: <https://acrac.jp>

# 目次



## 1. コンクリート用再生骨材

- (1) 再生骨材コンクリートとは
- (2) JIS A 5021～5023
- (3) 製造方法
- (4) 実績



## 2. ACRAC(再生骨材普及連絡協議会)

- (1) 組織
- (2) 品質監査制度



## 3.カーボンニュートラル

- (1) CO2とは
- (2) 再生骨材CO2吸収量と

統計

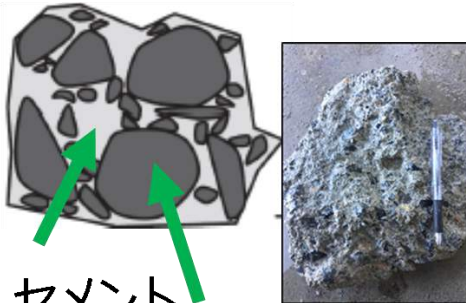
# 1. コンクリート用再生骨材

## (1) 再生骨材コンクリートとは



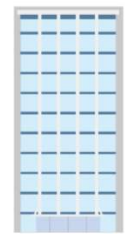
解体

コンクリート塊



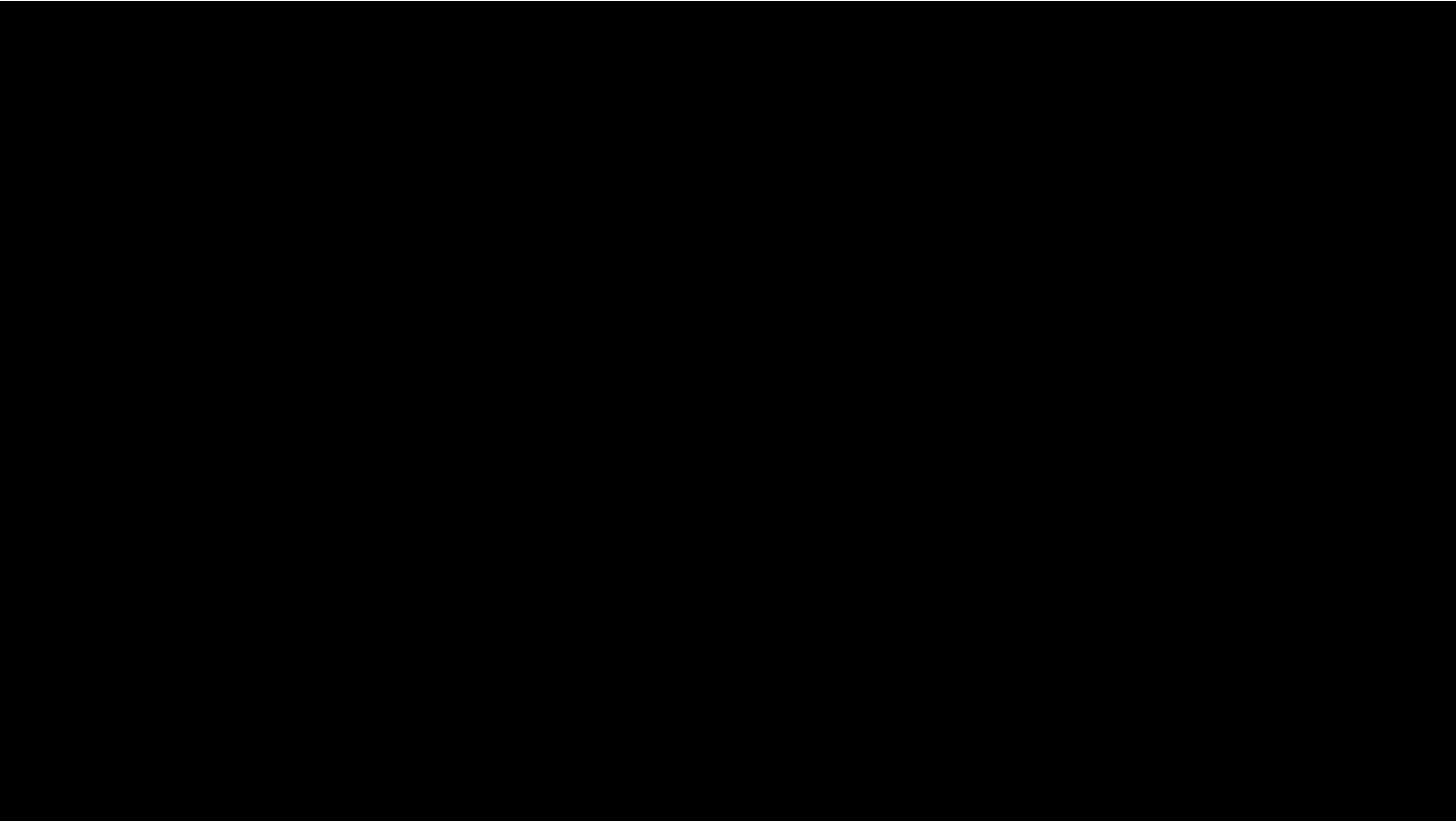
セメント  
骨材

リサイクル骨材



新築

リサイクルの循環を構築



## コンクリート塊のリサイクルの現状

建設廃棄物コンクリート塊発生量（平成14年度）

約**3,600**万t リサイクル率**98%**

**道路舗装用路盤材**が主 需要は年々減少傾向

コンクリート塊予想発生量 2050年 **4～6**倍

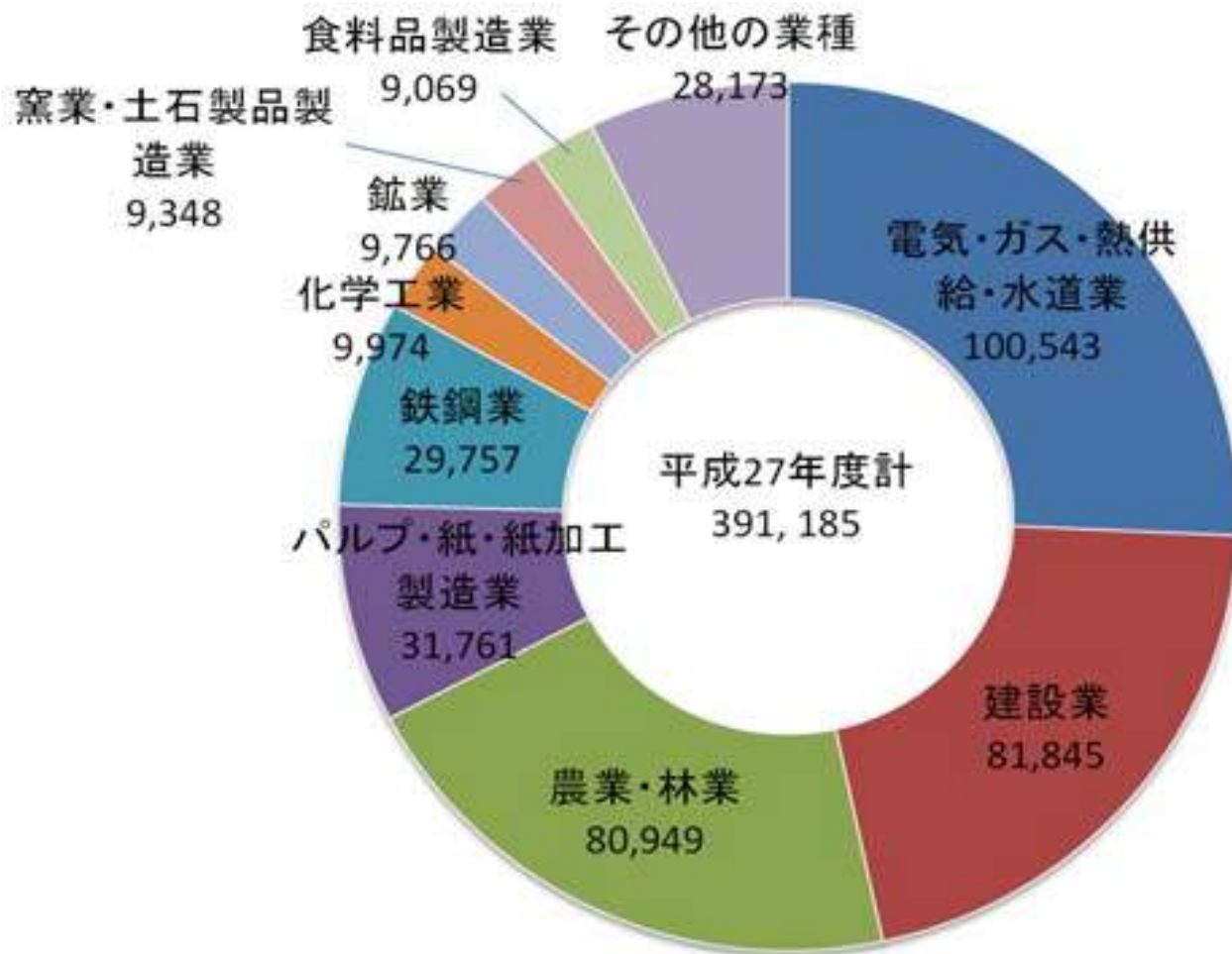
(全国生コン出荷数量グラフ参照)

- ・コンクリート用骨材への方向転換  
=循環型リサイクル  
コンクリート塊を  
コンクリートへ再利用リサイクル

大量発生対応に対する唯一の解決策

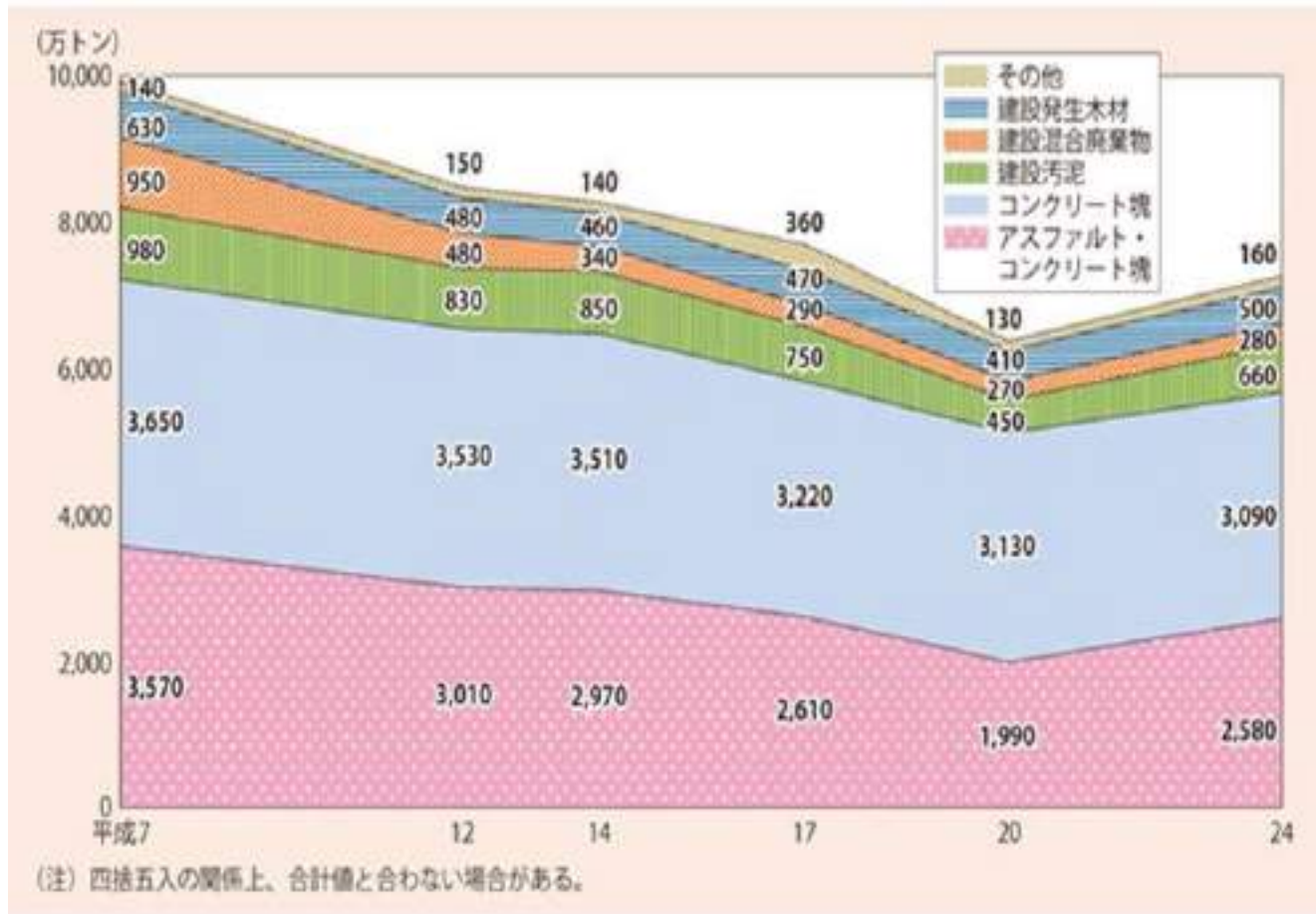
# 日本の産業廃棄物の業種別排出量

(千t)



出典: 環境省 産業廃棄物排出・処理状況調査(平成27年度実績)の概要

## 日本における建設副産物の排出量内訳の推移



出典: 国土交通白書 平成28年度資料編

- ・骨材資源を次々消費し、骨材を輸入する時代へ
- ・骨材生産に伴い、景観・森林・河床・海岸・漁場等の環境破壊も起こしてきた
- ・解体コンクリート塊4,000万tの骨材を再利用すれば、生コン用骨材の15%を削減可能  
(コンクリート構造物中の良質な骨材は、都市に蓄積された骨材資源)



# 災害がれきの割合も同様の割合



# 再生骨材コンクリートの経緯

コンクリート副産物の再利用に関する用途別暫定基準(案)平成6年4月11日

建設省総合技術開発プロジェクト(建技調発第88号)

再生骨材の種類

再生	再生粗骨材			再生細骨材		
	1種	2種		1種	2種	
種別	1種	2種		1種	2種	
吸水率(%)	3.0以下	3.0以下	5.0以下	7.0以下	5.0以下	10.0以下
安定損失(%)	12.0以下	40.0以下*	12.0以下		10.0以下	

\*凍結融解耐久性を考慮しない場合

再  
設

標準情報TRA0006「再生骨材を用いたコンクリート」 2000年  
(社)日本コンクリート工学協会

再生骨材の品質

項目		再生粗骨材	再生細骨材
吸水率(%)		7.0以下	10.0以下
微粒分量(%)		2.0以下	10.0以下
再生骨材コンクリートの種類	標準品	設計基準強度 $12\text{N/mm}^2$	
	塩分規制品	標準品	
	特注品	強度・塩分らが協議	

JASS5 鉄筋コンクリート工事 再生骨材品質 2003年  
(社)日本建築学会

再生骨材の品質

項目	再生粗骨材	再生細骨材
絶乾密度(g/cm <sup>3</sup> )	2.5以上	2.5以上
吸水率(%)	3.0以下	3.5以下
微粒分量(%)	1.0以下	7.0以下
塩化物量(NaCl)(%)		0.04以下

\* 設計基準強度 $36\text{N/mm}^2$ 以下

・2009 JASS 5 28節にJIS化された! 再生骨材

・2011 JIS A 5021 コンクリート用再生骨材

# 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

平成6年4月11日  
建設省技調発第88号

建設大臣官房技術調査室長 から

各地方建設局企画部長  
北海道開発局建設部長  
沖縄総合事務局開発建設部長 } あて

(別紙)

## 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)

建設副産物の再生利用は、環境保全、資源の有効利用、処分場の不足などの事情から緊急に取り組むべき課題となっている。ここに定める「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)」は、当面のコンクリート副産物の再生利用の促進策として、コンクリート用再生骨材、路盤材および埋め戻し材・裏込め材として再生利用する際の品質基準(案)をとりまとめたものである。

### I コンクリート用骨材

#### (1) 再生骨材の品質

#### (1) 再生骨材の品質

a) 再生骨材は、表1の品質を満足するものでなければならない。

b) 表1の品質を満足しないものあるいは化学的、物理的に不安定な再生骨材はこれを用いてはならない。ただし、試験結果等から有害な影響をもたらさないものであると認められた場合には、これを用いてもよい。

表1 再生骨材の品質

種別 \ 項目	再生粗骨材			再生細骨材	
	1種	2種	3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)注)	—	10以下	—

注) 凍結融解耐久性を考慮しない場合。

(解説)

a) 再生骨材とは解体したコンクリート塊を破碎、粒度調整をして得られる骨材で、原骨材とそれに付着したセメントペースト・モルタル分(以下付着モルタルと呼ぶ)からなる。再生骨材の品質は再生骨材に付着しているモルタルの品質や量の影響を著しく受ける。このため、この暫定品質基準(案)では、モルタルの付着量と付着モルタルの品質に関連の深い吸水率および安定性を再生骨材の品質の指標とし、この2項目により、再生細骨材を2種類、再生粗骨材を3種類に分類した。表1の吸水率及び安定性の値の上限値は、主としてコンクリートの強度・耐久性に及ぼす影響を考慮して定めたものである。

再生粗骨材2種については、凍結融解に対する耐久性に関する既往の研究より図1

細骨材で**0.2**以上変動した場合にはコンクリートのワーカビリティが変動するので配合を改めなければならない。

なお、再生骨材の粒度分布は碎石・砕砂のそれと同様の考え方ができるものとし、**JIS A5005**「コンクリート用碎石及び砕砂」の粒度分布を用いることとした。

### (3) コンクリートに対する有害物含有量の限度

コンクリートに対する有害物の含有量は、表**3**の値とする。

表**3** 有害物の含有量(重量百分率)(単位:%)

		再生粗骨材 1, 2, 3種	再生粗骨材 1, 2種
洗い試験で失われるもの	コンクリートの表面がすりへり作用を受ける場合	1.5以下	5以下
	その他の場合	1.5以下	7以下

#### (解説)

ここでは、コンクリートの物性あるいはセメントの硬化に影響を及ぼす有害物の、再生骨材中含有量の限度について規定している。再生骨材に含まれる有害物は、原コンクリートに付着してきて十分に取り除かれなかった土と破碎によって生じた微粉分が主なものである。この他、海岸地域等に建設されたコンクリート構造物では海からの飛来塩分によってコンクリート表面部に比較的高い濃度の塩分を含むことがある。本暫定品質基準(案)では、この塩分を含有するモルタル分は再生細骨材に多く含まれることから、鉄筋コンクリートには用いないこととした。また、粗骨材に関しては、影響を及ぼす付着モルタル分が処理段階で十分取り除かれた再生粗骨材**1**種のみ使用可能とした。このため塩分によって鉄筋に障害を生ずる恐れはほとんどないと考えられる。この他の有害物は正規に造られた原コンクリートでは問題になることは少ないと考えられるため、本暫定品質基準(案)では有害物含有量の限度を洗い試験で失われるものについてのみ規定した。

洗い試験で失われる物のうち、破碎粉は破碎の際に比較的多量に生じ、かなりの部分は除去されるが、残留したのもも配合には若干の影響を与えるものの、コンクリートの強度・耐久性に与える影響は少なく、このため、碎石および砕砂における有害物含有量

の最大値を適用した。

また、再生骨材の原料となる原コンクリートにアスファルトやレンガが混入して、これらが事前に除去されなかった場合、再生骨材コンクリートの品質に悪影響を与える。このため、こうした混在物は事前にできる限り取り除かなければならない。

## (2) 再生骨材コンクリート

### (4) 再生骨材コンクリートの品質

a) 再生骨材コンクリートの種類は表4によることを原則とする。ただし、別途検討を行いその構造物の使用条件下で何ら問題なく使用できると認められた場合には、表4に示す種類あるいは骨材の組合せに限定されなくともよい。

表4 再生骨材コンクリートの種類

再生骨材コンクリートの種類	再生骨材コンクリートの用途	使用粗骨材	使用細骨材
I	鉄筋コンクリート、無筋コンクリート等	再生粗骨材 1種	普通骨材
II	無筋コンクリート等	再生粗骨材 2種	普通あるいは再生細骨材1種
III	捨てコンクリート等	再生粗骨材 3種	再生細骨材 2種

b) 重要構造物に使用する再生骨材コンクリートはAEコンクリートを原則とし、かつ耐久性を考慮した水セメント比としなければならない。

### (解説)

再生骨材コンクリートでは、強度は再生骨材の付着モルタル部分に支配されるため、セメント水比を大きくしても普通コンクリートほど強度は大きくならない。この基準ではこれまでに得られた知見やデータをもとに、大幅に単位水量を増やさずに再生骨材を使用できる範囲を考慮し、かつ構造物の強度や耐久性に問題を生じないよう、また経済性等を考慮して、表4のような骨材の組合せと用途を示した。

再生骨材コンクリートでは、高強度化を期すのは品質的にも経済的にも不利で、従って合理的に使用される範囲も限定される。合理的に使用できる設計基準強度の目安を参考までに示すと以下の通りである。

## 再生骨材コンクリート

**I : 180~210kgf/cm<sup>2</sup>**

**II : 160~180kgf/cm<sup>2</sup>**

**III : 160kgf/cm<sup>2</sup>未満**

それぞれの用途に対応する構造物の種類の例としては解説表1に示すものがある。コンクリートの耐久性を確保するためには、骨材の耐久性とともにコンクリート自体の空気量および水セメント比にも配慮しなければならない。このため重要構造物に使用する再生骨材コンクリートは**AE**コンクリートとし、水セメント比は関連する基準に示された最大値以下とする。

普通骨材を再生骨材と混合して用いる場合には再生骨材のみを用いる場合より強度発現が大きくなる傾向にあるが、コンクリートの品質としては強度のみならず耐久性等を考慮しなければならない。再生骨材の品質はコンクリートの耐久性に大きく影響するため、再生骨材と普通骨材を混合使用した場合でも混合比に関係なく、混合骨材中の再生骨材の種類のみで再生骨材コンクリートの種類を決定することとした。

また、原コンクリート中に大量の塩分がしみこんでいることも予想して、鉄筋コンクリートに再生骨材を使用する場合にはモルタル分を十分に落とした再生粗骨材**1**種は使用できるものとし、再生細骨材は用いないこととした。

解表1 再生骨材コンクリートの適用構造物の例

再生骨材コンクリートの種類	構 造 物
I	橋梁下部工、擁壁、トンネルライニング等
II	コンクリートブロック、道路附属物基礎、側溝、集水柵基礎、重力式擁壁、重力式橋台、法枠、中埋めコンクリート、消波根固めブロック、砂防ダムおよびその付帯工
III	捨てコンクリート、均しコンクリート、強度の必要ない裏込めコンクリート、土間コンクリート、その他建築物の非構造体

各地方整備局 企画部長  
北海道開発局 事業振興部長 } 殿

大臣官房技術調査課長  
(公印省略)

### コンクリート副産物の再生利用に関する用途別品質基準について

コンクリート副産物の再生利用に関しては、「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(案)」(平成6年4月11日付け建設省技調発第88号)を通知しているところであるが、このたび「コンクリート副産物の再生利用に関する用途別品質基準」を別途のとおりとりまとめたので、通知する。

なお、「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)」(平成6年4月11日付け建設省技調発第88号)は廃止する。

## コンクリート副産物の再生利用に関する用途別品質基準

はじめに

コンクリート構造物の解体にともなって発生するコンクリート塊(以下、「コンクリート副産物」という。)の活用は、環境保全、資源の有効利用、処分場の逼迫などの事情から緊急に取り組むべき課題となっている。コンクリート副産物は、これまで再生路盤材として主に用いられてきたが、これに加えコンクリート用骨材として用いることも有効活用を図る上で必要となってきた。

コンクリート副産物の利用に関しては、「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(案)」として、平成6年4月11日に建設省技調発第88号が示されたところである。その後、再生骨材の品質および再生骨材を用いたコンクリート(以下、「再生骨材コンクリート」という。)の品質に関する規格が平成17～19年に日本工業規格として新たに定められたとともに、再生骨材及びこれを用いたコンクリートの製品認証に関する指針案が(公社)日本コンクリート工学会から示された。また平成24年には、再生骨材 M、L を用いたコンクリート(以下、それぞれ「再生骨材コンクリート M」、「再生骨材コンクリート L」という。)に関する JIS 規格(JIS A 5022および JIS A 5023)の改定が行われ、特に再生骨材コンクリート M については、耐凍害品が設定されることになった。これらは、再生骨材を用いたコンクリートの品質に対する信頼性の向上に寄与するものと期待されることである。

一方で、再生骨材コンクリート M は乾燥収縮ひずみが、通常のコンクリートよりも大きくなる可能性があるため、JIS 規格においても、その適用範囲についての記述がなされている。社会資本の基本をなす土木用コンクリート構造物については今後も一層の耐久性向上に努め、将来にわたって必要となる維持管理負担の軽減を図っていくことが重要である。従って、再生骨材コンクリートの特徴を十分に理解し、その品質に適合した用途にこれを用いることが必要である。

本品質基準は、このような背景に基づき、新たにコンクリート副産物の有効な活用方法として(1). 再生骨材コンクリート、(2). 路盤材、(3). 埋め戻し・裏込め材に分類し、再生骨材 M 及び L を利用するうえで参考とすべき事項についてとりまとめ、具体的な使用範囲の標準を示したものである。

なお、再生骨材のうち、再生骨材 H はすでに再生骨材として JIS A 5021 が制定されていて、通常のレディーミクストコンクリート(JIS A 5308)の使用材料にも含まれることから、JIS A 5021 および JIS A 5308 に従うこととし、ここでは特に取り扱わないこととする。



## I. 共通 1.

### 適用範囲

本基準は、コンクリート副産物の再利用を行う土木工事(港湾空港関係を除く)に適用する。

## II. 再生骨材コンクリート 1

### 1. 工場の選定

再生骨材コンクリートは、JIS マーク表示認証製品を製造している工場(工業標準化法の一部を改正する法律(平成16年6月9日公布)に基づき国に登録された民間の第三者機関(登録認証機関)により製品に JIS マーク表示する認証を受けた製品を製造している工場)から選定し、**再生骨材コンクリートM**についてはJIS A 5022、**再生骨材コンクリートL**については JIS A 5023 に適合するものを用いることを原則とする。

#### (解説)

現場打ちの再生骨材コンクリート MについてはJIS A 5022、現場打ちの再生骨材コンクリート LについてはJIS A 5023 に適合するものを使用することを原則とする。

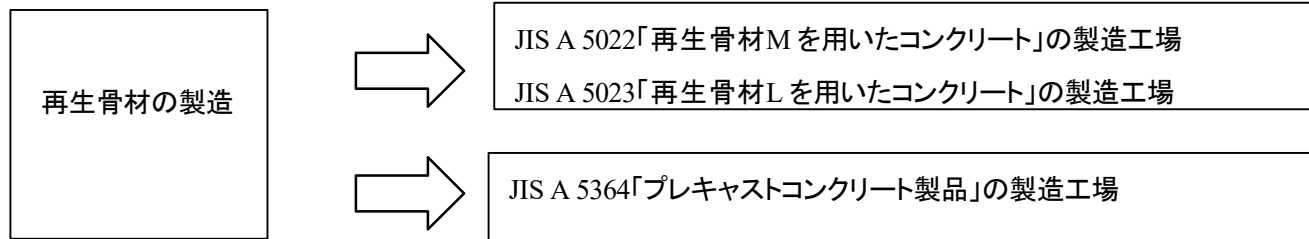
再生骨材の製造のみを行う場合や、再生骨材を購入してレディーミクストコンクリートを製造する場合についても、再生骨材コンクリートの JIS 表示認定製品を製造する工場から選定することを原則とする。

再生骨材を購入して、プレキャストコンクリート製品を製造する工場に関しては、JIS A 5364に従って再生骨材Mを使用することを条件に、JIS A 5364 に適合するプレキャストコンクリート製品を製造する工場を選定することができる。

さらに、コンクリートの製造、施工、試験、検査及び管理などの技術的業務を実施する能力のある技術者(コンクリート主任技士等)が常駐しており、配合設計及び品質管理等を適切に実施できる工場から選定することを基本とする。

工場の選定と認証JIS規格との関係を図1に示す。

なお、トラックミキサで練混ぜを行う再生骨材コンクリートは原則として使用しないこととする。



注) JIS A 5022「再生骨材 M を用いたコンクリート」  
 JIS A 5023「再生骨材 L を用いたコンクリート」  
 JIS A 5364「プレキャストコンクリート製品－材料および製造方法の選」

図1 工場の選定と認証JIS規格との関係

## 2. 再生骨材の含有率

再生骨材コンクリートは、粗骨材の全質量に対する再生粗骨材の割合が 20%以上でなければならない。

(解説)

再生骨材コンクリートの利用意義は、コンクリート副産物の廃棄量の削減にある。このため、あまりに少量の再生骨材を混入しただけの再生骨材コンクリートでは、その利用意義が極めて乏しい。このため、再生粗骨材の最小含有率を規定した。再生細骨材に関しては最小含有率の規定を設けないこととした。これは、細骨材にのみ再生骨材を使用するという配合設定は稀であることや、混合後の細骨材に対して、再生細骨材の混入の有無を確認することが容易でないためである。

表1 再生骨材コンクリートの標準的な使用範囲(現場打ちコンクリート)

再生骨材コンクリートの種類 1種:粗骨材のみに再生骨材を使用したコンクリート 2種:粗骨材・細骨材双方に再生骨材を使用したコンクリート		再生骨材Mを用いた コンクリート		再生骨材Lを用いた コンクリート	
		1種	2種	1種	2種
構造体でない部位		○	○	○	○
構造 体	無筋コンクリート部材	○ <sup>1)</sup>	—	—	—
	鉄筋 コンクリ ート部材	乾燥収縮の影響あるいは塩害の影響を 受けにくい部材	△ <sup>2)</sup>	—	—
		乾燥収縮の影響あるいは塩害の影響を 受ける部材	—	—	—

注1) 凍結融解作用を受ける部材には耐凍害品を用いる。

注2) 凍結融解作用を受ける部材には耐凍害品を用いる。ただし、この用途については、再生骨材コンクリートについてJIS A 5022 もしくはJIS A 5023 に準拠するとともに**第三者機関による再生骨材コンクリート及び再生骨材の品質に関する定期的な監査**が実施されていることが前提となる。

表2 再生骨材コンクリートの適用箇所の例(現場打ちコンクリート)

再生骨材コンクリートの種類	適用可能な条件	適用箇所の例
M 1種	無筋コンクリート部材	重力式擁壁、道路付属物基礎、根固めコンクリート、その他の無筋コンクリート <sup>1)</sup>
M 1種・2種 L 1種・2種	構造体でない部位 (コンクリートに対して高い強度や高い耐久性に関する性能が求められないもの)	捨てコンクリート、均しコンクリート、強度の必要ない裏込コンクリート、土間コンクリート

1) 再生骨材コンクリート M(1種)の乾燥収縮及び凍結融解の影響を受けにくい箇所への適用にあたっては、現場条件等を確認しつつ、適切に判断すること。

# 1. コンクリート用再生骨材

(2) JIS A 5021、5022、5023

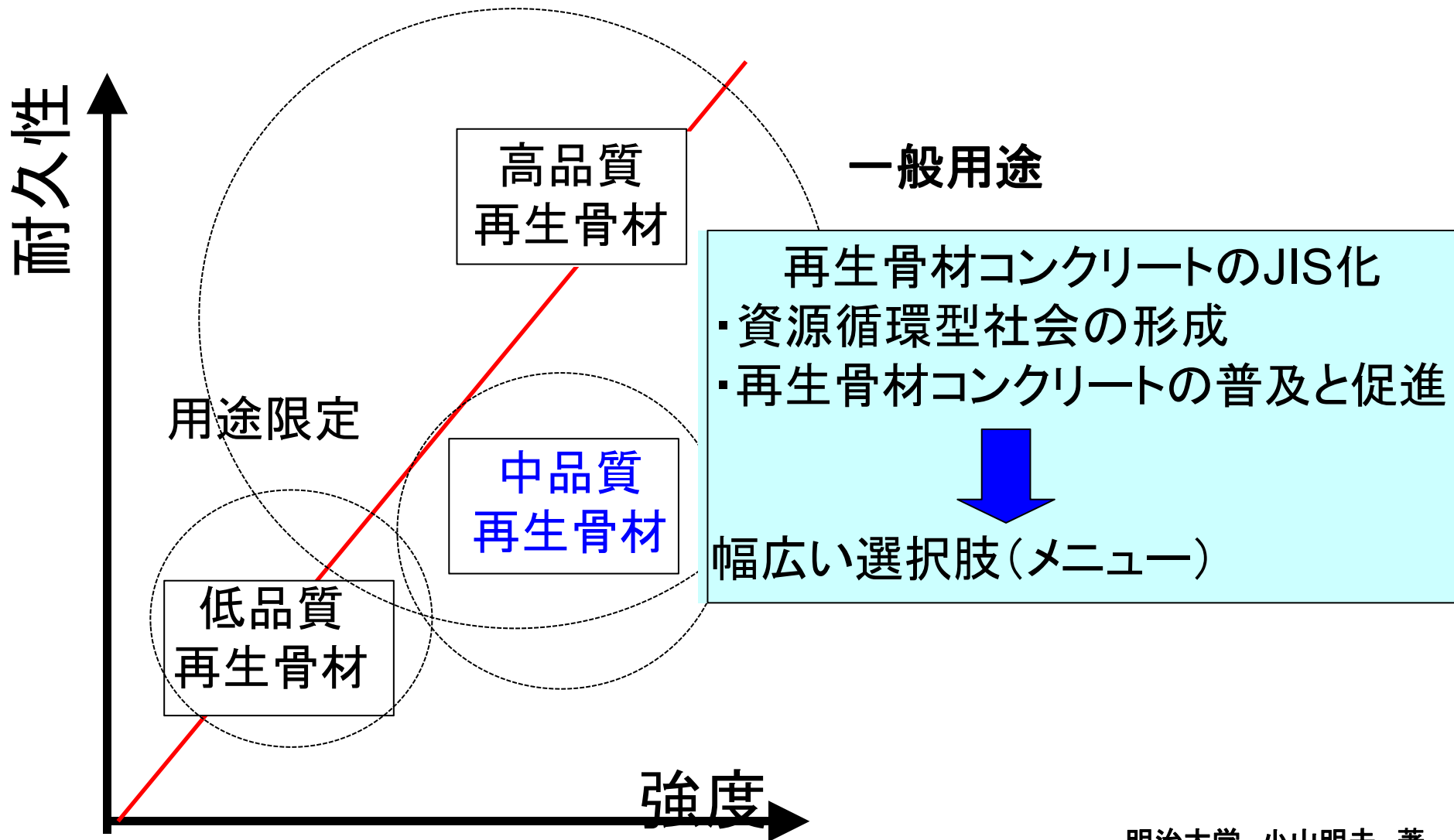
## 4. 再生骨材コンクリートの品質

### ① コンクリートリサイクルに関する品質規格の経緯

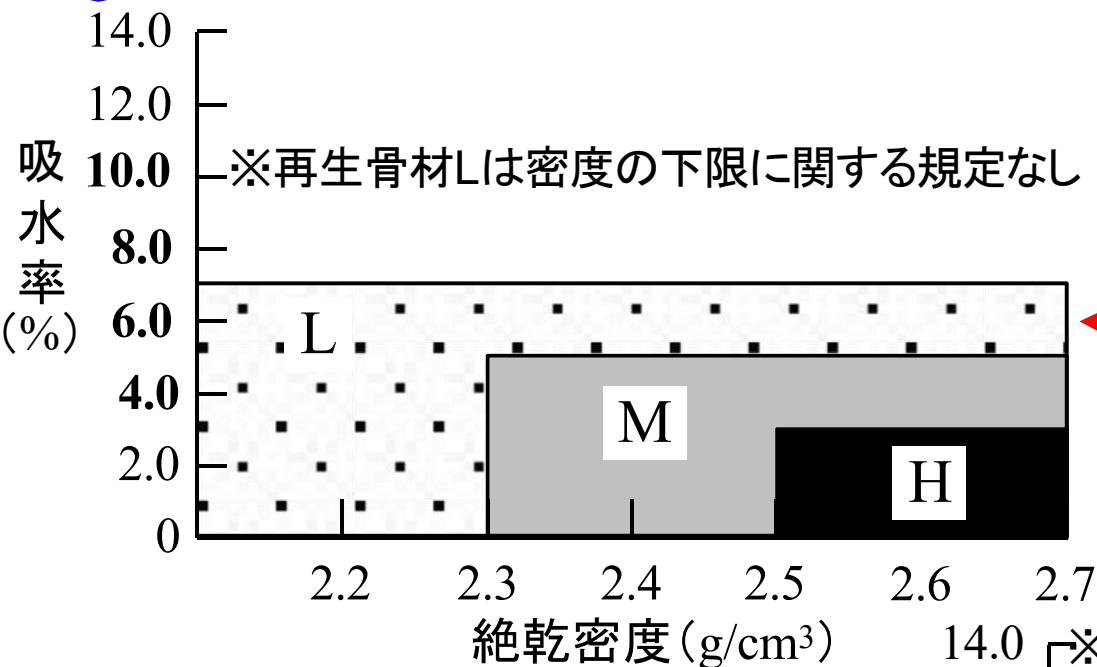
1977	S52		(社)建築業協会
1986	S61	「再生粗骨材の品質基準(案)・同解説」 「再生粗骨材を用いる再生コンクリートの使用基準(案)・同解説」	建設省総合技術開発プロジェクト 「建設事業への廃棄物の利用技術の開発」
1994	H6	「コンクリート副産物の再利用に関する用途別暫定品質基準(案)」	建設省技調発第88号
1999	H11	「建築構造用再生骨材認定基準」	(財)日本建築センター
2000	H12	TR A 006「再生骨材を用いたコンクリート」	通商産業大臣公表標準文書
2002	H14	「プレキャスト無筋コンクリート用再生粗骨材の品質規格(案)」 「再生粗骨材を用いたプレキャスト無筋コンクリートおよびその材料の製造のに関する規格(案)」	(社)日本コンクリート工学協会北海道支部 リサイクル研究委員会
2003	H15	LASS 5「再生骨材品質」規程	日本建築学会
2005	H17	JIS A 5021「コンクリート用再生骨材H」	日本産業標準調査会
2005	H17	「電力施設解体コンクリートを用いた再生骨材コンクリートの設計施工指針(案)」	(社)土木学会
2006	H18	JIS A 5023「再生骨材Lを用いた再生コンクリート」	日本産業標準調査会
2007	H19	JIS A 5022「再生骨材Mを用いた再生コンクリート」	日本産業標準調査会
2012	H24	第1回JIS H,M,L の改正 ACRACから3名委員として参加	日本産業標準調査会委員会
2016	H28	コンクリート副産物の再利用に関する用途別品質基準	国土交通省技術調査課
2016	H28	第2回JIS H,M,L の改正 ACRACから3名委員として参	日本産業標準調査会委員会

# 再生骨材コンクリートJISの経緯

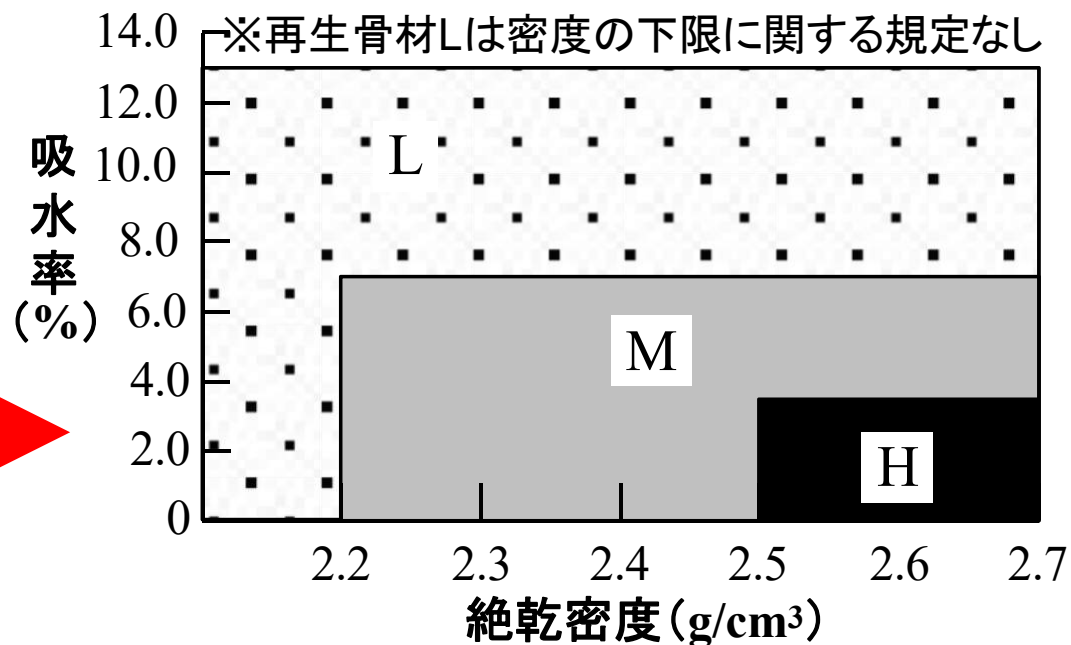
## 再生骨材コンクリートのJIS化の方針



# 再生骨材コンクリートJISの経緯



再生細骨材の種類と品質



# 基準又は基準案の比較

## 骨材一覧

標題	コンクリート用再生骨材H		再生骨材コンクリートM 附属書A		再生骨材コンクリートL 附属書A		電力施設解体コンクリート を用いた再生骨材コン クリートの設計施工指針(案) 土木学会		JASS5鉄筋コンクリート 工事 日本建築学会	
規格番号	JIS A 5021		JIS A 5022		JIS A 5023					
制定年月日	平成17年3月20日		平成19年3月20日		平成18年3月25日		平成17年3月		平成21年4月20日	
改正年月日	令和5年5月		令和5年5月		令和5年5月				改定版	
種類	粗骨材	細骨材	粗骨材	細骨材	粗骨材	細骨材	粗骨材	細骨材	粗骨材	細骨材
記号	RHG	RHS	RMG	RMS	RLG	RLS			JIS A 5021(H17),JIS A 5022(H19)に適合する骨材	
絶乾密度(g/cm <sup>3</sup> )	2.5以上	2.5以上	2.3以上	2.2以上						
吸水率(%)	3.0以下	3.5以下	5.0以下	7.0以下	7.0以下	13.0以下	7.0以下	13.0以下		
微粒分量(%)	1.0以下	7.0以下	2.0以下	8.0以下	3.0以下	10.0以下	2.0以下	10.0以下		
すりへり減量(%) (舗装版に用いる場合)	35以下									
粒度	40-5,25-5 20-5,15-5 13-5,10-5 40-20,25-15 20-15,25-13 20-13,25-10 20-10,	5以下	40-5,25-5 20-5,15-5 13-5,10-5 40-20,25-15 20-15,25-13 20-13,25-10 20-10,	5以下	40-5, 25-5, 20-5, 40-20,	5以下	25-5, 20-5, 15-5, 40-20, 25-15, 20-15,	5以下	平成17年JIS A 5021,平成19年JIS A 5022に適合する骨材の粒度	5以下
粗粒率許容差	±0.20		±0.20				±0.15		±0.20	
隣接する篩	差が45%以下		差が45%以下				差が45%以下		差が45%以下	
粒形判定実績率	55%以上	53%以上	55%以上	53%以上			55%以上	53%以上	55%以上	53%以上
	±1.5%		±1.5%						±1.5%	



骨材一覧

標題	コンクリート用再生骨材H		再生骨材コンクリートM 附属書A		再生骨材コンクリートL 附属書A		電力施設解体コンクリート を用いた再生骨材コンク リートの設計施工指針(案) 土木学会		JASS5鉄筋コンクリート 工事 日本建築学会	
規格番号	JIS A 5021		JIS A 5022		JIS A 5023					
制定年月日 改正年月日	平成17年3月20日 令和5年5月		平成19年3月20日 平成5年5月		平成18年3月25日 令和5年5月		平成17年3月		平成21年4月20日 改定版	
種類	粗骨材	細骨材	粗骨材	細骨材	粗骨材	細骨材	粗骨材	細骨材	粗骨材	細骨材
塩化物量	0.04%以下。 ただし購入者承認で0.1%以下		0.04%以下。 ただし購入者承認で0.1%以下		当事者間規定は0.04%以下。 ただし購入者承認で0.1%以下				0.04%以下。ただし購入者承認で0.1%以下	
アルカリシリカ反応性 (無害の定義)	原骨材の全てが特定		原骨材の全てが特定		原骨材の全てが特定				平成17年JIS A 5021,平成19年JIS A 5022に記載する区分	
	原骨材、もしくは再生骨材がASR反応性試験で無害		原骨材、もしくは再生骨材がASR反応性試験で無害		原骨材、もしくは再生骨材がASR反応性試験で無害					
	解説表1のIV: 原骨材のASRは不明、試験もない場合、再生骨材Hが検査(2週に1回以上)で無害		解説表1のIV: 原骨材のASRは不明、試験もない場合、再生骨材Mが検査(2週に1回以上)で無害		解説表1のIV: 原骨材のASRは不明、試験もない場合、再生骨材Lが検査(2週に1回以上)で無害					

H: 試験結果の4/3倍した値を塩化物量  
コンクリート、モルタルの可溶性塩分量 = 全塩分の3/4

M,L: 試験結果の4倍した値を塩化物量  
コンクリート、モルタルの可溶性塩分量 = 全塩分の1/4

# 原コンクリートでの原骨材の特定



同一構造物から採取したコア

≡



受入時のコンクリート塊

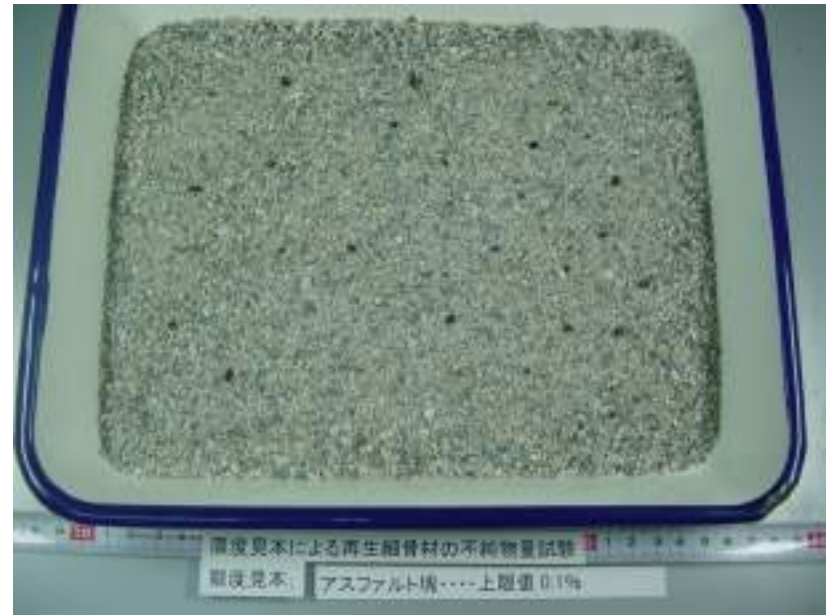
骨材一覧

標題	コンクリート用再生骨材H		再生骨材コンクリートM 附属書A		再生骨材コンクリートL 附属書A		電力施設解体コンクリート を用いた再生骨材コンク リートの設計施工指針(案) 土木学会		JASS5鉄筋コンクリート 工事 日本建築学会 土木学会	
規格番号	JIS A 5021		JIS A 5022		JIS A 5023					
制定年月日 改正年月日	平成17年3月20日 令和5年5月		平成19年3月20日 令和5年5月		平成18年3月25日 令和5年5月		平成17年3月		平成21年4月20日 改定版	
種類	粗骨材	細骨材	粗骨材	細骨材	粗骨材	細骨材	粗骨材	細骨材	粗骨材	細骨材
不純物(上限値%)										
A.タイル、れんが <sup>6</sup> 陶器、 AsCr	1.0		1.0		2.0		タイル、れん が <sup>6</sup> 5.0		2.0	
B.ガラス片	0.5		0.5		0.5				0.5	
C.石膏、ボード	0.1		0.1		0.1		As分 0.5		0.1	
D.C以外の無機系ポー ド	0.5		0.5		0.5		As塊 5.0		0.5	
E.プラスチック	0.2		0.2		0.5			細骨材はふ るい分けで 除去される ので定めな い	0.5	
F.木片、紙、布、As塊	0.1		0.1		0.1		塩化ビニ、 ガラス片 1.0		0.1	
G.アルミ、亜鉛以外の 金属	1.0		1.0		1.0				1.0	
全不純物量	2.0		2.0		3.0					3.0
アルミ、亜鉛の有害量 判定試験における気体 発生量	5mL		5mL		-		木片等有機、 紙認められ ない事		-	

# 骨材の限度見本



再生粗骨材



再生細骨材



# 不純物



骨材一覧

<p>標題</p>	<p>コンクリート用再生骨材H</p>		<p>再生骨材コンクリートM 附属書A</p>		<p>再生骨材コンクリートL 附属書A</p>		<p>電力施設解体コンクリート を用いた再生骨材コン クリートの設計施工指針(案) 土木学会</p>		<p>JASS5鉄筋コンクリート工 事 日本建築学会</p>	
<p>規格番号</p>	<p>JIS A 5021</p>		<p>JIS A 5022</p>		<p>JIS A 5023</p>					
<p>制定年月日 改正年月日</p>	<p>平成17年3月20日 令和5年5月</p>		<p>平成19年3月20日 令和5年5月</p>		<p>平成18年3月25日 令和5年5月</p>		<p>平成17年3月</p>		<p>平成21年4月20日 改定版</p>	
<p>種類</p>	<p>粗骨材</p>	<p>細骨材</p>	<p>粗骨材</p>	<p>細骨材</p>	<p>粗骨材</p>	<p>細骨材</p>	<p>粗骨材</p>	<p>細骨材</p>	<p>粗骨材</p>	<p>細骨材</p>
<p>製造</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・現コンクリートは、ASRの変状のないもの</li> <li>・原コンクリートは、多量の塩化物のないもの</li> <li>・現コンクリートは、多量の不純物のないもの</li> <li>・現コンクリートは、十分に硬化しているもの</li> <li>・現コンクリートは、化学的汚染のないもの</li> <li>・海水を洗浄水で使用しない</li> <li>・貯蔵は、分離、不純物混入防止</li> <li>・各製造工程で区分AとBが混ざらないよう</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>・現コンクリートは、ASRの変状のないもの</li> <li>・原コンクリートは、多量の塩化物のないもの</li> <li>・現コンクリートは、多量の不純物のないもの</li> <li>・現コンクリートは、十分に硬化しているもの</li> <li>・現コンクリートは、化学的汚染のないもの</li> <li>・海水を洗浄水で使用しない</li> <li>・貯蔵は、分離、不純物混入防止</li> <li>・各製造工程で区分AとBが混ざらないよう</li> <li>・原コンクリートは、軽量骨材コンクリートを使用してはならない</li> <li>・耐凍害品の原コンクリートは、凍害劣化のない骨材</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>・原コンクリートは、ASRの変状のないもの</li> <li>・原コンクリートは、多量の塩化物のないもの</li> <li>・現コンクリートは、多量の不純物のないもの</li> <li>・現コンクリートは、十分に硬化しているもの</li> <li>・現コンクリートは、化学的汚染のないもの</li> <li>・海水を洗浄水で使用しない</li> <li>・貯蔵は、分離、不純物混入防止</li> <li>・各製造工程で区分AとBが混ざらないよう</li> <li>・原コンクリートは、軽量骨材コンクリートを使用してはならない</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>・原コンクリートは、スラグ骨材、軽量骨材、再生骨材コンクリートを使用してはならない</li> <li>・原コンクリートの圧縮強度は16N/mm<sup>2</sup>以上でなければならない</li> <li>・原コンクリートに凍結融解作用、ASR、化学浸食作用、火災による特徴的劣化がみとめられないこと</li> </ul>		<p>平成17年JIS A 5021,平成19年JIS A 5022に記載する製造</p>	

# アルカリシリカ反応

- コンクリート中のアルカリ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ )と、ある種の砂や砂利(骨材)が反応することにより、吸水膨張性の物質が生成し、コンクリートに大きなひび割れを発生させたり、鉄筋を破断させる現象。



アルカリシリカ反応によるひび割れ



鉄筋の破断







再生骨材コンクリートの種類

基準	品名	骨材寸法	スランプ	呼び強度											
				18	21	24	27	30	33	36	40	42	45	曲げ4.5	
JISA5308	普通コンクリート	20,25 40	8,12,15,18 21,45,50,55,60 5,8,10,12,15	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	高強度・舗装コンクリート	20,25,40	12~60 2.5 6.5									50	55	60	○
JISA5022	標準品 (再生M1種,再生M2種)	20,25 40	8,12,15,18 21 5,8,10,12,15	○	○	○	○	○	○	○					
	耐凍害品(再生M1種)	20,25	8,10,12,15,18,21				○	○	○	○					
JISA5023	再生骨材コンクリートL	20,25,40	8,12,15,18	○	○	○									
		20,25,	21	○	○										
														構造物の種類、条件	
電力施設	鉄筋コンクリート	20,25,40	8,10,12,15,18 15,18	設計基準強度 30N/mm2以下							断面形状		一般 複雑(小)		
			8,10,12,15,18 15,18								鋼材配置		一般 密		
	5,8,10,12 5,8		断面形状								一般 大				
JASS5	再生骨材コンクリート	JISA5308付属書Aの再生骨材H(H17)及びJISA5022(H19)を適用													

耐凍害品:再生粗骨材Mの凍結融解抵抗性

FM凍害指数0.08以下が条件

再生骨材コンクリートの品質

基準	空気量	スラブ許容差 (cm)				塩化物含有量	ASR抑制対策
		2.5	5, 6.5	8~18	21		
JISA5308 (2024)	4.5  ±1.5	±1	±1.5	±2.5	±1.5  (±2)	0.30kg/m <sup>3</sup> 以下	<ul style="list-style-type: none"> <li>混合セメント使用(高炉スラグ40%以上、FA15%以上)</li> <li>アルカリ総量規制-3.0kg/m<sup>3</sup>以下</li> <li>区分Aの骨材使用</li> </ul> ※2024年改正で火山ガラス微粉末の追加
JISA5022 (2024)	標準品 4.5±2.0  耐凍害品 5.5±1.5		±1.5	±2.5	±1.5 (±2)	0.30kg/m <sup>3</sup> 以下  *1	<ul style="list-style-type: none"> <li>アルカリ総量規制 *2</li> <li>-3.0kg/m<sup>3</sup>以下</li> <li>-3.5kg/m<sup>3</sup>以下(混合セメント(高炉スラグ40%以上、FA15%以上)使用)</li> <li>-4.2kg/m<sup>3</sup>以下(混合セメント(高炉スラグ50%以上、FA20%以上)使用)</li> <li>単位セメント量上限値規制</li> <li>-M1:400kg/m<sup>3</sup>以下、M2:350kg/m<sup>3</sup>以下+附属書Eで反応性なし(混合セメント(高炉スラグ40%以上、FA15%以上)使用)</li> <li>-M1:500kg/m<sup>3</sup>以下、M2:350kg/m<sup>3</sup>以下(混合セメント(高炉スラグ50%以上、FA20%以上)使用)</li> <li>区分Aの骨材使用</li> </ul>
JISA5023 (2024)	±2.0 (指定がある場合)			±3.0	±2.0	0.30kg/m <sup>3</sup> 以下 (指定がある場合)  *1	<ul style="list-style-type: none"> <li>ASRの抑制方法(必要に応じて指定する場合):</li> <li>a) 高炉スラグの分量(質量分率)が40%以上の高炉セメント</li> <li>b) フライアッシュの分量(質量分率)が15%以上のフライアッシュセメント</li> <li>c) 質量の総和に対して、8.4 a) 5)に規定する高炉スラグ微粉末を40%以上、又は8.4 a) 1)に規定するフライアッシュを15%以上混和したポルトランドセメント</li> <li>d) 質量の総和に対して、8.4 a) 5)に規定する高炉スラグ微粉末を40%以上、又は8.4 a) 1)に規定するフライアッシュを15%以上混合</li> </ul>

$$*1 \quad C_0 = \frac{C_1 \times W_1}{100} + 4 \times \frac{C_L \times W_L}{100} + \frac{1}{4} \times \frac{C_H \times W_H}{100} + 4 \times \frac{C_M \times W_M}{100} + \alpha \times \frac{C_2 \times W_2}{100}$$

$C_0$ : 再生骨材コンクリートの塩化物含有量(kg/m<sup>3</sup>)  
 $C_1$ : フレッシュコンクリート中の塩化物イオン濃度(%)  
 $W_1$ : 配合設計に用いた(再生骨材コンクリート配合計画書に示された)単位水量(kg/m<sup>3</sup>)  
 $C_L$ : 再生骨材L中の塩化物イオン濃度(%)  
 $W_L$ : 配合設計に用いた(再生骨材コンクリート配合計画書に示された)再生骨材Lの量(kg/m<sup>3</sup>) M0. 20%、L0. 25%、再生細骨材の場合H0. 20%、  
 $C_H$ : 再生骨材H中の塩化物イオン濃度(%) M0. 30%、L0. 50%の小さい方の値とする。  
 $W_H$ : 配合設計に用いた(再生骨材コンクリート配合計画書に示された)再生骨材Hの量(kg/m<sup>3</sup>)  
 $C_M$ : 再生骨材M中の塩化物イオン濃度(%)  
 $W_M$ : 配合設計に用いた(再生骨材コンクリート配合計画書に示された)再生骨材Mの量(kg/m<sup>3</sup>) C2: 普通エコセメント中の塩化物イオン濃度(%)  
 $\alpha$ : JIS R 5214における塩化物イオン残存比(普通エコセメント以外は $W_2$ : 配合設計に用いた(再生骨材コンクリート配合計画書に示された)単位セメント量

\*2 全アルカリ量 試験によって求めた値、または下記

$$rrg=0.025 \times Qrg+0.075 \quad Qrg=aQrg+1.64 \sigma$$

$rrg$ : 粗骨材全アルカリ量(%)  $Qrg$ : 粗骨材吸水率(%)  
 $aQrg$ : 過去の平均吸水率(%)  $\sigma$ : 標準偏差(%)  
 細骨材は $rrs=0.033 \times Qrs+0.067$ で計算  
 又は上記で求めた値と再生粗骨材の場合H0. 15%、

$\alpha$ : JIS R 5214における塩化物イオン残存比(普通エコセメント)

# 1. コンクリート用再生骨材

## (3) 製造方法

## 電力施設解体コンクリートを用いた 再生骨材コンクリートの設計施工指針(案)



製造方式		製造フロー					製品
ふるいわけ法	原コンクリート	分級装置		再生細骨材			
	ジョークラッシャー		簡易処理	再生粗骨材			
破砕法	原コンクリート	分級装置	インパクトクラッシャー	分級装置	再生細骨材		 写真2-2 再生骨材
	ジョークラッシャー	再生路盤材		ロッドミル類	分級装置	再生粗骨材	
磨砕法	偏心ローター式	原コンクリート	分級装置	偏心ローター			
		ジョークラッシャー		廃棄	分級装置	再生粗骨材	
	スクリー磨砕法	原コンクリート	分級装置	スクリー磨砕装置			
		ジョークラッシャー		廃棄	分級装置	再生粗骨材	
機械式すりもみ法	原コンクリート	分級装置	機械すりもみ装置		再生細骨材		
	ジョークラッシャー	廃棄		分級装置	再生粗骨材		
ロッドミル法	原コンクリート	分級装置	ロッドミル	分級装置	微粒分除去	再生細骨材	
	ジョークラッシャー			廃棄		再生粗骨材	
比重選別法	原コンクリート	分級装置	磨鉱機	分級装置	比重選別機	再生細骨材	
	ジョークラッシャー	インパクトクラッシャー		磨鉱機	戻し材等	再生粗骨材	
加熱すりもみ法	原コンクリート	充填型加熱設備	チューブミル一次	チューブミル二次	分級装置	再生細骨材	
	ジョークラッシャー				微粉分	再生粗骨材	



各方式

破碎法 →

磨碎法



# 加圧摩砕方式

竹中工務店 サイクライト  
(栗本鐵工・大阪市立大学)



# 太平洋セメント スクリー方式

# 機械すりもみ方式

## 大東土木 鹿島建設

ACRAC会員(株)近畿道路資材



写真2.7

処理装置

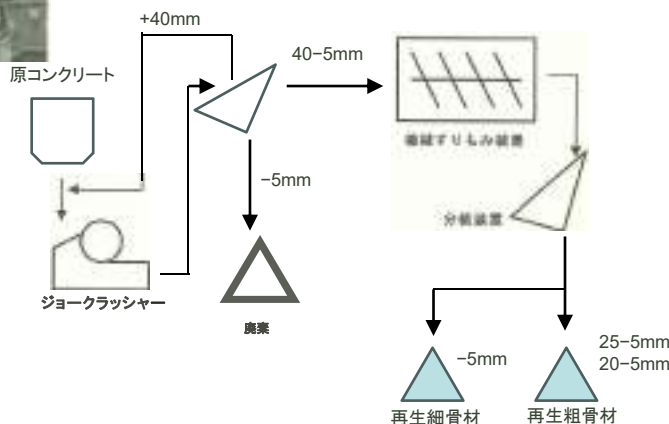


図2.6 処理方法 フロー

### ③機械すりもみ法

本磨砕法は、再生粗骨材と再生細骨材の品質向上を目的としたものであり、乾式および湿式による処理が可能である。処理装置を写真2.7に、処理方法のフローを図2.6に示す。この方法の特徴は、前処理として分級装置により40mmを越える粒子と5mm以下の粒子を除去したものを、ポーJレミルの一種である機械すりもみ装置に投入し、二次処理する方法である。

機械すりもみ装置の構造の概要を図2.7に示す。この装置はドラム本体を仕切り板で細かく区切り、その中に鉄球を充填し、仕切り板を回転させることにより、原骨材周囲に付着したモルタル分を除去するものである。本装置を用いて乾式で製造した再生骨材の品質の例を表2.4に、本手法によって製造された再生骨材の外観を写真2.8に示す。

<本体>

コンクリート塊投入

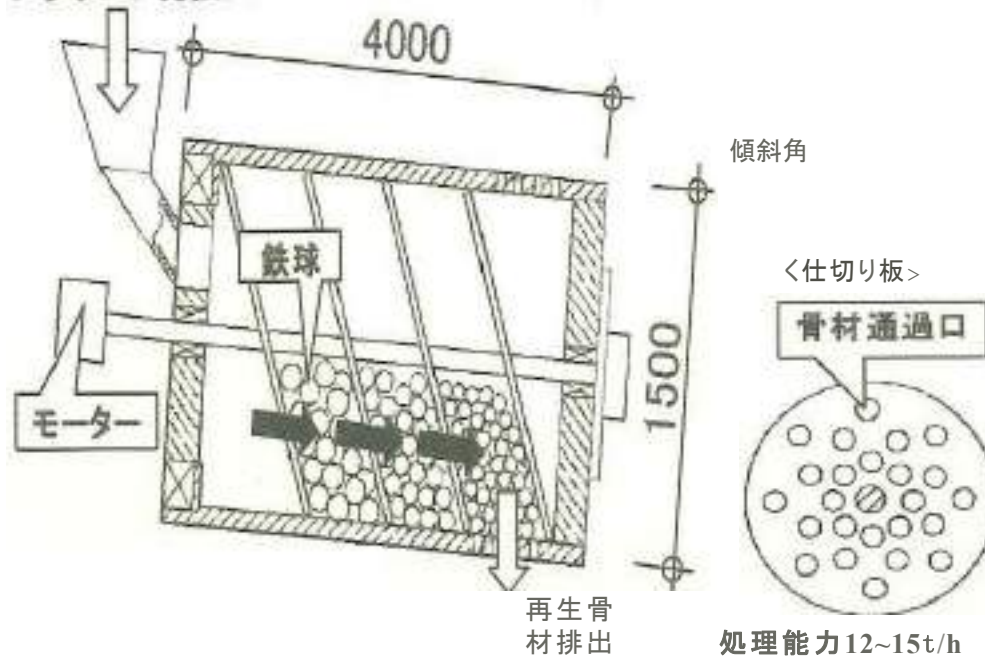


図2.7 機械すりもみ装置 概要図

表2.4 再生骨材の品質の例 依田ら359)

項目		測定値	
原骨材	絶乾密度 (g/cm <sup>3</sup> )	粗骨材	
		細骨材	
	吸水率 (%)	粗骨材	
		細骨材	
原コンクリート		圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	28.0~34.5
		ヤング係数 (kN/mm <sup>2</sup> )	
再生骨材 (')	絶乾密度 (g/cm <sup>3</sup> )	粗骨材	2.61
		細骨材	2.42
	吸水率 (%)	粗骨材	1.16
		細骨材	4.62

注(リ) 再生細骨材は、0.3mm以下を除去したものの測定値を示す。



再生骨材  
(左:再生粗骨材, 右:再生細骨材)

(カラー写真p104参照)

# ロッド・ミル方式

ACRAC会員(株)武蔵野土木工業



写真2.9  
処理装置(処理能力:80t/h)

## ロッドミル法

本磨砕法は、再生粗骨材の品質向上を目的とした湿式の製造方法であり、処理装置を写真2.9に、処理方法のフローを図2.8に示す。この方法の特徴は、異形鉄筋を挿入したミルを回転させながら一次破碎材を投入し、異形鉄筋の衝撃力で原骨材周囲に付着したモルタル分を除去するものであり、

異形鉄筋の本数と投入址等を調整することにより、再生骨材の品質を調整することが可能である。再生骨材の品質の例を表2.5に、本手法によって製造された再生骨材の外観を写真2.10に示す。

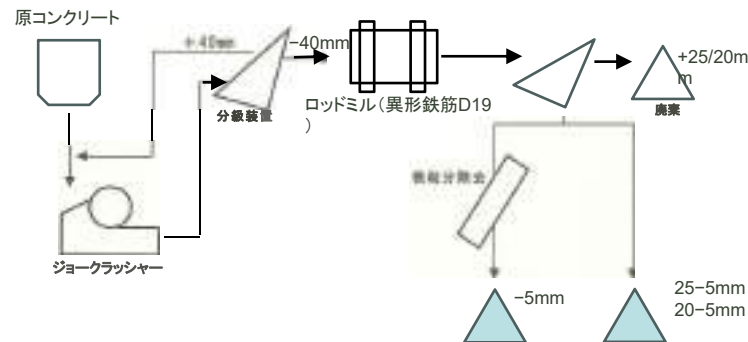


図2.8 処理方法

フロー

# ロッド・ミル方式

0.85以上 締り基礎の比量重量

項目		測定値				
原コンクリート	圧縮強度(N/mm <sup>2</sup> )	33.1				
	ヤング係数(kN/mm <sup>2</sup> )	31.1				
鉄筋(D19)本数(本)		15	30	60	80	
再生骨材	絶対密度(g/cm <sup>3</sup> )	粗骨材	2.38	2.39	2.47	2.53
		細骨材	2.17	2.22	2.17	2.24
	吸水率(%)	粗骨材	4.76	4.48	3.21	2.40
		細骨材	8.80	7.78	8.95	7.39



写真2.10 再生粗骨材(D19 x 60本)  
(カラー写真p104参照)

# 加熱すりもみ方式 三菱マテリアル

# 密度による選別 湿式比重選別方式

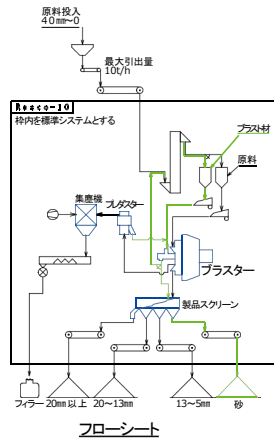
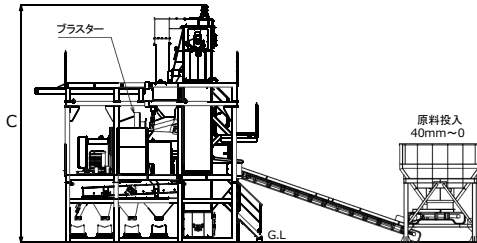
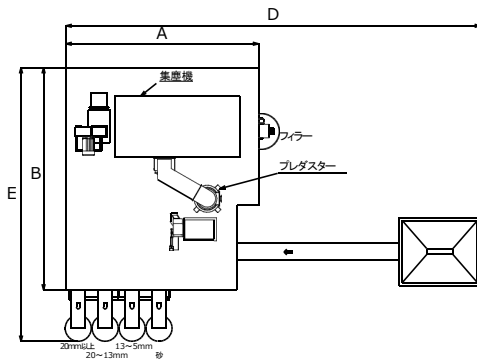
ACRAC会員(株)京星







標準仕様



型式	Resco - 10
A	7,000
B	8,000
C	8,500
D	15,000
E	10,000

Resco 能力表

型式	Resco - 10
処理能力(原料 - 40mm)	5 ~ 10t / h
プラスタター	RC8 - 10
集塵風量	250 m <sup>3</sup> / min

※処理能力は廃コンクリートの性状及び再生骨材の品質レベルで変動する



テストプラント

社内テスト承ります

原料必要量 3ton

テストの照会に際しては、下記事項をお知らせください。

原料について (a)種類 (b)含水率 (c)最大塊 (d)粒度構成

製品について (a)種類 (b)目標品質 (c)必要サンプル量

【注意】(1)記載事項は改良の為、予告なく変更することがあります。(2)詳細についてはその都度、当社営業担当者へ、お問い合わせください。

**コトブキ技研工業株式会社**

本社 〒160-0022 東京都新宿区新宿1丁目8-1 大橋御苑ビル2F TEL.03-3226-3366(代)  
 (東京営業所)  
 広島営業所 〒737-0144 広島県呉市広白岳1丁目2-2 TEL.0823-73-1131(代)  
 大阪支店 〒532-0011 大阪府淀川区西中島7丁目1-5 辰野新大阪ビル4F TEL.06-6303-3366(代)  
 店

安全上のご注意 安全にお使いいただくために  
 ご使用の前に取扱説明書をよくお読みの上、  
 正しくお使いください。

<https://www.kemco.co.jp>

KEMCO

# Resco

リ ス コ

High Quality Restarted Concrete Dry system

低騒音・無粉塵・乾式

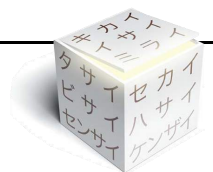


強力なショットプラスタター“RC8”を搭載し、原料の廃コンを加熱させることなく

H規格の再生骨材を効率的に生産します。

次代を創造する多面体へ。

## NEXT BOX IS KEMCO.



# Resco

リ ス コ

## 廃コンクリートから高品質骨材を乾式にて生産するシステム

### Resco開発の背景

- 分別解体や建設廃材の再資源化等の義務付け (平成14年5月施行:建設リサイクル法)
- 1960年代の高度成長期に建造された構造物が解体され、今後コンクリート廃材の発生量が急増
- 現状用途の舗装用路盤材の需要は減少し、一般構造用コンクリートへの適用が必要とされる
- コンクリート再生骨材がJISに制定

### 再生の方法

- 廃コンクリート中の砂サイズ以上の粒子粗原料へ砂サイズ以下の粒子(プラスト材をプラストローターにてプラストすることでモルタル分やセメント付着物を除去し高品質な粗骨材・細骨材に再生する。

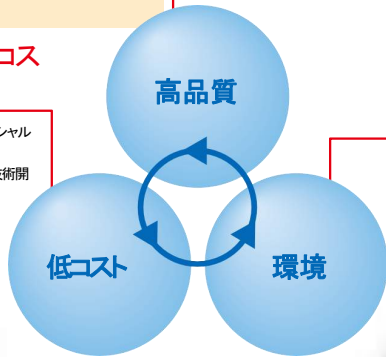


## 業界初の多くの特長

- **粗骨材と細骨材とも-H規格を達成する**  
⇒プラスト時間の調整でL~H任意に対応できる
- **破砕されない状態で粗骨材が回収できる**  
⇒砂粒子のプラストにより、粗骨材は破砕されにくい
- **骨材表面に付着物が無く、綺麗である**  
⇒プラスト効果により、骨材の表面洗浄を行う
- **品質管理**  
⇒プラスト時間や消費動力の把握にて行い、また各バッチごとの情報が管理できる  
汚染土壌の洗浄(粘土質は不可)除染にも適応の可能性有り

## イニシャル・ランニングコストを低減

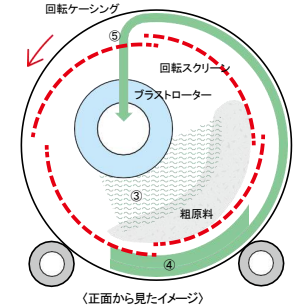
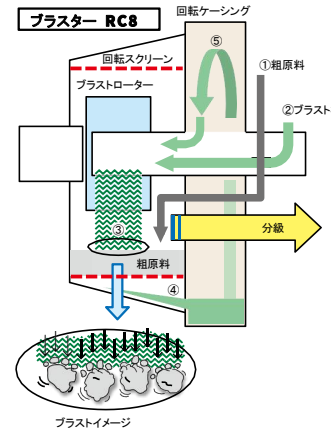
- ・乾式設備により汚水処理が不要となりイニシャルコストを低減
- ・プラスト、選別、分級が同時にできる構造の技術開発により、ランニングコストを低減



## 環境問題に最大限配慮した設備

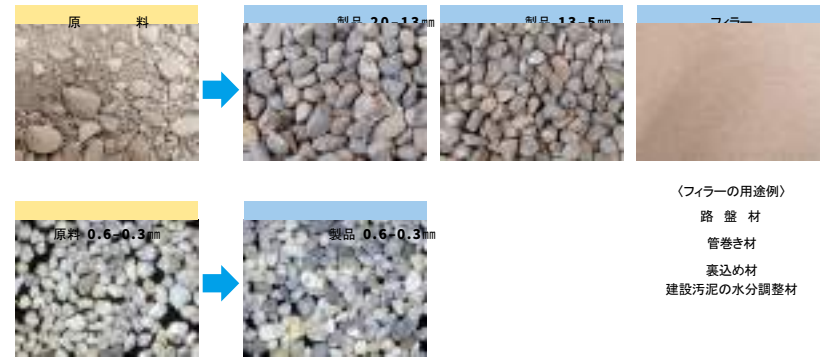
省スペース・無粉塵・低騒音

### プラストのイメージ



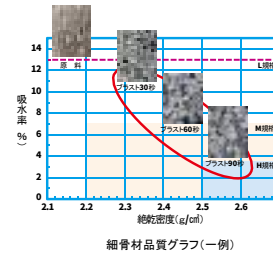
- (正面から見たイメージ)
- 回転ケーシングの回転により、プラストローターの粗原料は常に新鮮代謝され効率良く粗原料の全表面にプラストされる。また、品質の調整はプラスト時間の調整によって行う。
- ① 粗原料(砂サイズ以下投入)
  - ② プラスト材(砂サイズ以下投入)
  - ③ プラストの衝撃によりセメントおよびモルタルを剥離
  - ④ スクリーンで砂粒子を選別
  - ⑤ 砂粒子をプラスト材としてロータリに再投入
- ※プラスト中に発生する微粉(フィラー)は集塵機により分級回収

### 原料と製品の写真



(フィラーの用途例)  
路盤材  
管巻き材  
裏込め材  
建設汚泥の水分調整材

### 再生骨材のJIS規格



試験項目	L		M		H	
	粗骨材	細骨材	粗骨材	細骨材	粗骨材	細骨材
総乾密度 $g/cm^3$	-	-	2.3以上	2.2以上	2.5以上	2.5以上
吸水率%	7.0%以下	13.0%以下	5.0%以下	7.0%以下	3.0%以下	3.5%以下
すり減り減量	-	-	-	-	35%以下	-
微粒分量%	3.0%以下	10.0%以下	2.0%以下	8.0%以下	1.0%以下	7.0%以下
実積率%	-	-	55%以上	53%以上	55%以上	53%以上

細骨材品質グラフ(一例)

特集

廃棄物処理とリサイクル技術

# コンクリート廃材から骨材の再生

## —廃棄物処理と粉砕技術—

花崎 芳朗\*, 坂田 博志\*\*

### 1. はじめに

振動式粉砕機をはじめ各方式の破砕機・粉砕機の特徴を活かした粉砕技術は多くの廃棄物処理分野で、さまざまな目的に使用されている。ここでは、振動式粉砕機および慣性円錐型磨砕機を例に利用技術の1つを紹介する。

一般に粉砕の目的は、① 有効成分分離・抽出のための前処理、② 混合・均一化による粉体の製造、③ 微粉化による、比表面積を大きくして反応速度のアップや活性化、に大別される。

廃棄物処理に使用される粉砕技術には、食品廃棄物処理場の発酵処理前工程の振動ミルによる微粉砕などのように、③を目的とした例もある。しかしながら、大部分の廃棄物処理で破砕・粉砕機が使用される目的は、**a)** 廃棄自動車などの排ガス触媒から貴金属の回収、**b)** AV 機器・PC などの基盤から銅の回収、**c)** 一般ごみ焼却場のガス化炉排出物から、不燃物分離を目的とした前処理、など上記①を目的に使用されている。同じ目的でも、**a)** はすべてを微細化することが目的で、**b, c)** は、粉砕物の被粉砕性の差を利用してふるい分けなどで成分分離しようとするものである。

ここでは、目的①の1つであるが、廃コンクリートから、骨材を再生するシステムでの粉砕利用技術について紹介する。この骨材再生システムは、篠崎建材合資会社・ラサ工業株式会社およびユーラステクノ株式会社で共同開発した高品質再生骨材製造システムである。

#### 1-1. 廃コンクリートの現状

ビル・橋などの解体から発生するコンクリート塊は、2000年度で、3,527万t。再利用率は96%以

上<sup>1)</sup>といわれるが、その用途のほとんどは舗装用路盤材や埋戻し・裏込め材である。しかしながら、道路整備が進んだ現在、路盤材としての需要が今後とも高い水準で望めない実情である。一方、この廃コンクリート塊は、2020年度には5,000万t発生すると推定<sup>2)</sup>されている。このような状況の中、近い将来、再生骨材をより積極的にコンクリートに利用していかなければならなくなると予測されている<sup>3)</sup>。すでに2005年には“JIS A5021コンクリート用再生骨材 H”というJIS規格が、続いて2006、2007年には“再生骨材 L & M を用いたコンクリート” JIS A5023 & JIS A5022 が制定。骨材の規格が整備され、コンクリート骨材としての再利用の準備が整いつつある。

#### 1-2. 開発のコンセプト

このような背景の中、大学・セメント会社・建設会社など独自の再生骨材製造システムが研究開発されつつある<sup>4)</sup>。ところが、実際に再生骨材製造プラントを設立するには必ずしも満足できるものでないと考え、次の点をコンセプトに新規開発を行った。

〈開発コンセプト—システムの特徴〉

- ・ JIS A5021 “コンクリート用再生骨材 H” をクリアした粗骨材・細骨材を安定して製造できること
  - 連続プロセスで再生処理可能である—
- ・ 環境に優しいプロセス
  - 乾式プロセスで、水処理不要
  - 空気流により骨材粒子を洗浄
  - 低騒音・設備壁から 1 m で 65 dB (境界で 55 dB(A) をクリア)
  - 粉塵のない設備
- ・ 熱エネルギー不要な省エネプロセス

コンクリートの組成は、生コンの組成に見ることが出来る。一例を図1、表1に示した。コンクリートの強度を発揮するための粗骨材・細骨材とこの骨材を結合するセメントと水の水和物(セメントペースト)から構成される。再生骨材の製造とは、このコンクリートから、結合材の役目をするセメントベ

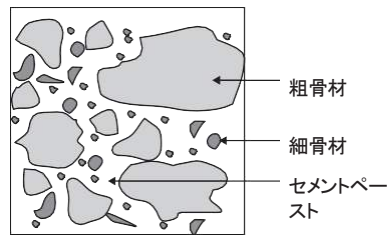


図1 コンクリートの構成

材料名	重量比[%]
セメント	13.1%
水	7.8%
粗骨材	40.5%
細骨材	38.5%
混和材	0.1%

文献に見る骨材の特性値	吸水率 [%]	絶乾密度 [kg/l]
粗骨材平均値	0.59	2.67
細骨材平均値	1.55	2.56

試験項目	再生粗骨材			コンクリート用 砕石
	H	M	L	
絶乾密度[g/cm <sup>3</sup> ]	2.5 以上	2.3 以上	—	2.5 以上
吸水率[%]	3.0 以下	5.0 以下	7.0 以下	3.0 以上
微粒分量[%]	1.0 以下	1.5 以下	2.0 以下	1.0 以下
すりへり減量[%]	35 以下	—	—	40 以下
規格 No. JIS A.....	A5021	A5022	A5023	A5005

試験項目	再生細骨材			コンクリート用 砕砂
	H	M	L	
絶乾密度[g/cm <sup>3</sup> ]	2.5 以上	2.2 以上	—	2.5 以上
吸水率[%]	3.5 以下	7.0 以下	13.0 以下	3.0 以下
微粒分量[%]	7.0 以下	7.0 以下	10.0 以下	7.0 以下
すりへり減量[%]	—	—	—	—
規格 No. JIS A.....	A5021	A5022	A5023	A5005
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	
想定される用途	とくに制限なし(通常の骨材と同等)		杭、基礎梁、鋼管充填コンクリートなど、乾燥収縮の影響を受けにくい部材での使用を想定	裏込め・均し・捨てコンクリートなど、高い強度高い耐久性が要求されない部材および部位での使用を想定

\* Yoshiro HANASAKI; ユーラステクノ(株)技術部取締役部長(Tel. 03-3863-6421)

\*\* Hiroshi SAKATA; ラサ工業(株)羽犬塚工場設計技術課環境設計担当課長(Tel. 0942-52-7116)



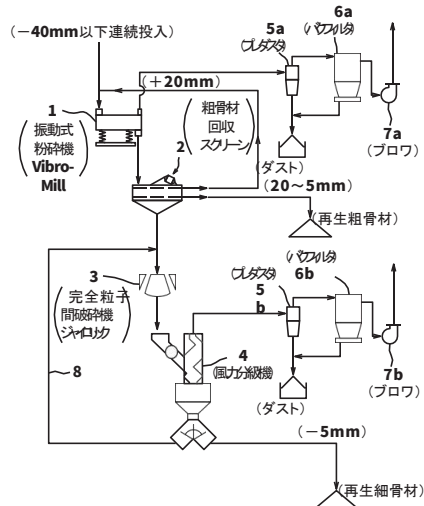


図2 再生骨材製造システムフロー図

は、H規格値を満足できない。

そこで、さらにセメントペーストのストリッピングを進めるため、完全粒子間磨砕を行うことが可能な慣性円錐型磨砕機“ジャイロリック”に供給される。細骨材中間製品は、最適な磨砕力と回転振動で磨砕され、風力分級機でセメントペーストを分離されるとともに、細骨材の表面を空気洗浄する。分級

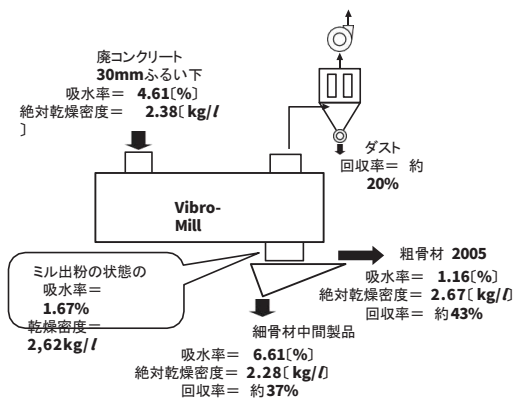


図3 廃コン処理:特性値の変化(収率は参考値)

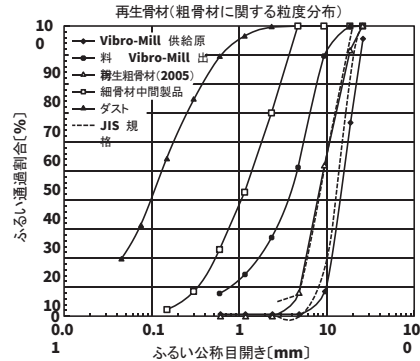


図4 バイプロミル前後の粒度分布

製品の細粒側は、ダストとして回収され、粗粒側は、細骨材として回収され、一部はジャイロリックに再度循環される。このジャイロリックに循環する割合を循環率と呼び、この割合の調節により、細骨材の特性値をコントロールすることができる。

## 2-2. 振動式粉砕機“バイプロミル”

骨材再生用に使用した振動式粉砕機“バイプロミル”を写真1に示す。

骨材再生用バイプロミルは錘を回転させ振動を発生する加振機と水平に配置された中空円筒状の粉砕ドラムから構成される。加振機を中心に両サイドに粉砕ドラムが配置され、振動部全体が防振ばねで支えられた構造となっている。一般には粉砕媒体とし

て鋼球や鋼棒(ロッド)が使用されるが、ここではロッドが充填されている。

バイプロミルは大きな振動強度で振動する。粉砕ドラム内の粉砕媒体は、相互にぶつかりあいながら、ドラム内を公転

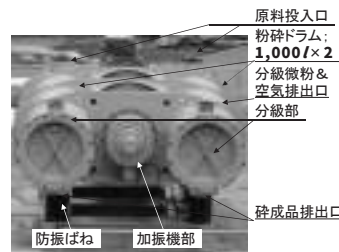


写真1 骨材回収用振動ミル YAMT-2000

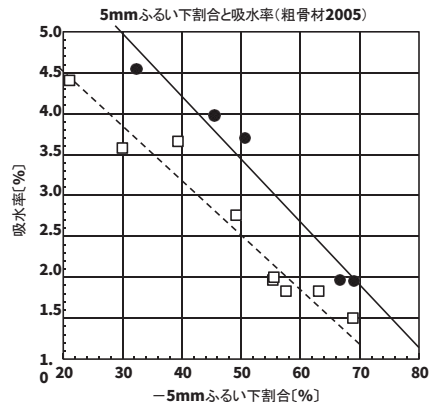


図5 粉砕の程度と吸水率

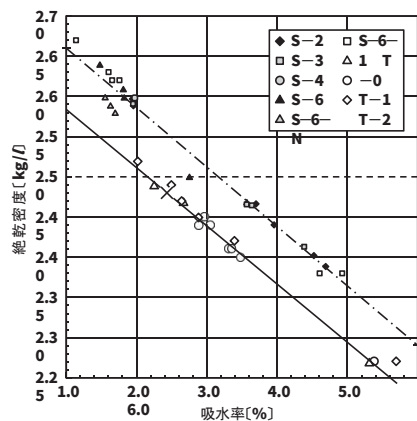


図6 原料に起因する吸水率と絶対乾密度(粗骨材 2005)

する。粉砕機に供給された材料(以下、砕料という)は、粉砕媒体から与えられる衝撃力と媒体の公転で砕料粒子相互に作用する摩擦力で粉砕される。砕料である廃コンクリートは、衝撃力で(骨材単体粒子+セメントペースト)まで粉砕され、摩擦力で骨材単体粒子に固着したセメントペーストの分離作用を受けると推定される。

### 2-3. 粗骨材の再生処理

このパイロミルでの粉砕の程度と吸水率との関係を実験的に求め図5に示した。



写真2 慣性円錐型磨砕機“ジャイロリック 600”

図5で破線および白抜きのプロットで示した実験は、ビル解体廃コンクリートなど良質な原骨材が使用されていると推定されるものを選別し再生原料とした場合であり、実線(黒丸)は、それ以外(選別なし)のものである。

横軸は-5mm含有率≒0%の原料を再生処理し5mm以下がどの程度増加したかを粉砕の尺度として使用し、縦軸は、ミル出粉を目開き4.75mmでふるい分けふるい上を粗骨材とみなして吸水率を測定したものである。その結果、再生原料とする廃コンクリートの質により、規格値を満足させるための粉砕の程度が異なることがわかる。また、廃コンクリートとして入荷したもから大まかに夾雑物を除去し、破砕&ふるい分けで30mm以下に調整された再生原料をパイロミルで処理した場合の、粗骨

材の粒度領域での吸水率と絶対乾密度を図6に示した。原骨材、すなわち、新品の粗骨材の吸水率と絶対乾密度の関係は、JIS再生粗骨材H規格のポイントである点(吸水率、絶対乾密度)≒(3.0, 2.5)を通る直線関係が知られており、廃コンクリートを選別した再生処理品は、この直線に重なるが、未選別のは、好ましくない方向にシフトした直線となる。この場合でも、本方式の再生処理では、単位再生処理量当たりのエネルギー密度を上げること、すなわち、粉砕の程度を上げることで、H規格をクリアできるが、図5, 6で骨材の回収率が低下することがわかる。

### 2-4. 慣性円錐型磨砕機“ジャイロリック”

ジャイロリックの概観を写真2に示し、磨砕原理図を図7に示す。“ジャイロリック”は、固定して設置された逆円錐状のコーンケーブと対向して取り



写真 3 再生粗骨材(吸水率=1.6%, 絶乾密度=2.6 kg/l)



写真 4 再生粗骨材(吸水率=3.0%, 絶乾密度=2.5 kg/l)

機を使用して付着微粉を除去する方法で1回～3回繰り返し、磨砕を行いその結果を図8に示した。

ジャイロリック2回処理で細骨材H規格を満足することがわかる。回分処理でなく連続処理でプロセスを構築するため、図2に示す処理方式すなわち、風力分級機で微粉を除去した粗粒(骨材側)の一部をジャイロリックで再磨砕する方法で吸水率の変化のシミュレーションを実験で求めたデータをもとに行った。

ジャイロリック供給材料の吸水率=6.61%、原細骨材の吸水率=1.45%と仮定して算出した結果を図9に示す。その結果、風力分級機出粉の約50%を循環することで、吸水率3.5%を満足でき、回分試験の結果ともほぼ一致することがわかった。

### 3. おわりに

振動式粉砕機“パイロミル”と慣性円錐型磨砕機“ジャイロリック”を中心機とした廃コンクリー

トからJIS再生骨材H規格を満足する骨材再生システムについて簡単に紹介した。再生処理品の例を写真3, 4に示した。また、現在40t/hの骨材再生設備が稼働を開始したところである。関係各位のご理解をいただき、再生骨材の活用で、環境および資源枯渇問題に役立てれば幸いである。

#### 参考文献

- 1) 国土交通省リサイクルホームページより
- 2) JIS A5021「コンクリート用再生骨材 H」
- 3)「廃コンクリートリサイクル技術の実用化研究」、クリモト技法, No. 43(2000.9)
- 4)「解体コンクリートから高品質再生骨材の回収試験」、コンクリート工学年次論文集, Vol. 22, No. 2(2000)
- 5)「コンクリート用再生骨材の実用化に関する基礎的研究」、コンクリート工学年次論文集, Vol. 23, No. 1(2001)
- 6) 講演 No. 1488「再生粗骨材製造と表面改質」、日本建築学会学術講演梗概集(北陸), 2002年8月
- 7)「コンクリート廃材による再生骨材製造設備」、日本産業機械工業会雑誌「産業機械」No. 687(Dec. 2007)

# 1. コンクリート用再生骨材

## (4) 実績



# 再生骨材コンクリートの出荷実例

ラウンド1京都伏見店新築工事及び立体駐車場建設工事

期 間	配 合	打 込 箇 所	容積(m <sup>3</sup> )
H15年 12月 ～ H16年3月	18-18-20N	外工	605.5
	21-15-20N	駐車場土間	1730.5
	24-15-20N	建築スラブ	2640.25



# 大阪歯科大学外構工事

期 間	配 合	打 込 箇 所	容 積 (m <sup>3</sup> )
H8.9/19~12/24	16-10-20N	捨てコン	169.25
	18-12-20N	側溝、ベース	410.25
	21-12-20N	基礎、土間	211.00
	モルタル550N	防水コン	87.00



# 京都府宇治宅地造成工事

期 間	配 合	打 込 箇 所	容 積 (m <sup>3</sup> )
H8.12/3~H9.2/13	16-8-20N	捨てコン、石積	261.25
	21-15-20N	擁壁	126.25
	モルタル400N		1.00



## シニア友隣園新築工事

期 間	配 合	打 込 箇 所	容 積 (m <sup>3</sup> )
H15年 6月～7月	18-10-20N	ステコン	34
	21-15-20N	基礎及び土間部	293
	21-18-20N	立上り部	1101
	モルタル	仕上げ	82.5





# 枚方市北中振阪急不動産集合住宅（14Fマンション）建設工事

期 間	配 合	打 込 箇 所	容 積 (m <sup>3</sup> )
H11.7/19~8/31	24-18-20BB	杭(38本)	2,338.50
H11.7/30~8/31	21-8-20BB	ピット	1,134.00





所在地:横浜市港南区

用途:共同住宅

構造規模:RC造 地上5階

再生骨材コンクリートの適用部位と打設量:

適用部位:場所打ち杭、基礎スラブ他、地下構造部

打設量:約**1000m<sup>3</sup>**

再生骨材クラス:**Mクラス**

設計基準強度:**27、33N/mm<sup>2</sup>**



所在地:東京都文京区

用途:事務所

構造規模:RC造 一部S造 地上4階

再生骨材コンクリートの適用部位と打設量:

適用部位:基礎、基礎梁

打設量:約**120m<sup>3</sup>**

再生骨材クラス:**Mクラス**

設計基準強度:**27N/mm<sup>2</sup>**

# 再生骨材コンクリート利 用 工 事 事 例 集







図2. 再生骨材・再生骨材コンクリートの供給エリア

出典:再生骨材コンクリート普及連絡協議会広報資料(2022.3)を基に作成



表5. 再生骨材コンクリート製造工場の概要及び供給能力


会社名	工場名	住所	ACRAC® 会員	製造する再生骨 材コンクリ ート	再生骨材 に係わる JIS 認証	JIS A 5308 既存工場	ACRAC® 監査適 合工場	出荷能力・製造能力			
								単位	時間	日	月
宮松エスオーシー株式会社	りんかい工場	東京都大田区城南島 2-6-3	-	M	A5022	-	-	m³	120	250	2000
				H	A5308	○	-	m³	150	300	1000
	川崎工場	神奈川県川崎市中原区宮内 1-22-7		H	A5308	○	-	m³	120	120	2000
宮松城南株式会社	本社工場	東京都大田区城南島 1-1-3	○	L	A5023	○	-	m³	20	100	1200
株式会社東京テクノ	町田工場	東京都町田市小野路町 3343	○	M	A5022 所得予定	○	-	m³	20	100	1200
三和建業株式会社	-	埼玉県朝霞市上内間木 164-1	-	L	A5022 または A5023 取得予定	○	-	m³	-	120	-
株式会社ティーエムスリー	-	神奈川県横浜市都筑区川和町 212	-	H	A5308	○	-	m³	120	120	2000

表6. 再生骨材製造工場の概要及び供給能力

会社名	工場名	住所	ACRAC® 会員	製造 する 再生 骨材	再生骨材 に係わる JIS 認証	JIS A 5308 既存工場	ACRAC® 監査適 合工場	出荷能力・製造能力			
								単位	時間	日	月
成友興業株式会社	城南島工場	東京都大田区城南島 3-3-3	○	H(粗)	A5021	-	-	t	-	-	-
株式会社豊田商店	城南島工場	東京都大田区城南島 1-1-3	○	M(粗)	-	-	○	t	-	-	-
武蔵野土木工業株式会社	町田リサイクルプラント	東京都町田市小野路町 3343	○	M(粗・細)	-	-	○	t	-	-	-
増尾リサイクル株式会社	朝霞工場	埼玉県朝霞市上内間木 548-1	○	L(粗)	-	-	○	t	-	200	-
篠崎建材株式会社	愛川工場	神奈川県愛甲郡愛川町角田 1075-1	○	H(粗)	A5021	-	○	t	-	-	-

出典：一般社団法人再生骨材コンクリート普及連絡協議会資料を基に作成  
 ※「ACRAC」とは一般社団法人再生骨材コンクリート普及連絡協議会を指します。

● カヌー・スラローム会場整備工事

事業者名	東京都生活文化スポーツ局	再生骨材コンクリートの利用	再生骨材コンクリートの種類:
施設名	カヌー・スラロームセンター		再生骨材コンクリートL 打設量:3,370 m <sup>3</sup> 打設箇所:均しコンクリート
所在地	東京都江戸川区臨海町六丁目地内		
工事種類	土木工事		
工事概要	施設用途:— 構造規模:—		


再生骨材コンクリートの種類:再生骨材コンクリート H、再生骨材コンクリートL  
打設量:  
【H】1,618 m<sup>3</sup> 【L】157.5 m<sup>3</sup>  
打設箇所:  
【H】躯体コンクリート  
【L】捨てコンクリート、押さえコンクリート、嵩上げコンクリート

事業者名	東京都生活文化スポーツ局	再生骨材コンクリートの利用	再生骨材コンクリートの種類:再生骨材コンクリートL
施設名	カヌー・スラロームセンター管理棟		打設量:72.1 m <sup>3</sup> +39 m <sup>3</sup>
所在地	東京都江戸川区臨海町六丁目地内		(その1)
工事種類	建築工事		工事含む)打設箇所:捨てコンクリート
工事概要	施設用途:事務所(管理棟) 構造規模:鉄骨造、地上 2階 延床面積 1,233.89 m <sup>2</sup>		


事業者名	東京都生活文化スポーツ局	再生骨材コンクリートの利用
施設名	カヌー・スラロームセンターろ過施設	
所在地	東京都江戸川区臨海町六丁目地内	
工事種類	建築工事	
工事概要	施設用途:機械室(ろ過棟) 構造規模:鉄筋コンクリート造地上1階、地下1階 延床面積 848.94 m <sup>2</sup>	

## 【公共工事】


### ● オリンピックアクアティクスセンター(仮称)(27)新築工事

事業者名	東京都生活文化スポーツ局	再生骨材コンクリートの利用	再生骨材コンクリートの種類: 再生骨材コンクリートL 打設量:978 m <sup>3</sup> 打設箇所:捨てコンクリート
施設名	東京アクアティクスセンター		
所在地	東京都江東区辰巳二丁目二番 1号		
工事種類	建築工事		
工事概要	施設用途:観覧場、水泳競技場構造 規模:S造、一部 RC 造 地上4階、地下1階		

### ● 大井ホッケー競技場(仮称)(29)新築及び改修その他工事

事業者名	東京都生活文化スポーツ局	再生骨材コンクリートの利用	再生骨材コンクリートの種類: 再生骨材コンクリートL 打設量:307.1 m <sup>3</sup> 打設箇所:捨てコンクリート
施設名	大井ふ頭中央海浜公園 ホッケー競技場		
所在地	東京都品川区八潮四丁目一番 19号 東京都大田区東海一丁目八番 (大井ふ頭中央海浜公園ス ポーツの森内)		
工事種類	建築工事		
工事概要	施設用途:観覧場、喫茶店、 サービス業を営む店舗ほか 構造規模:鉄筋コンクリート造一部鉄骨 造、鉄骨鉄筋コンクリート造ほか、地上 3階		


● 武蔵野の森総合スポーツ施設(仮称)(25)メインアリーナ棟新築工事

事業者名	東京都生活文化スポーツ局	再生骨材コンクリートの利用	再生骨材コンクリートの種類:
施設名	武蔵野の森総合スポーツプラザ		再生骨材コンクリートL 打設量: 157 m <sup>3</sup> 打設箇所: 捨てコンクリート
所在地	東京都調布市西町 290-11		
工事種類	建築工事		
工事概要	施設用途: 観覧場 構造規模: 鉄骨造ほか、 約 27,600 m <sup>2</sup>		


● 有明アリーナ(仮称)(27)新築工事

事業者名	東京都生活文化スポーツ局	再生骨材コンクリートの利用	再生骨材コンクリートの種類:
施設名	有明アリーナ		再生骨材コンクリートL 打設量: 1,758 m <sup>3</sup> 打設箇所: 捨てコンクリート
所在地	東京都江東区有明一丁目十一番		
工事種類	建築工事		
工事概要	施設用途: 観覧場、水泳競技場 構造規模: 鉄筋コンクリート造ほか、地上 5 階		

● 平成 27 年度海の森水上競技場整備工事(建築工事含む)

事業者名 東京都生活文化スポーツ局		再生骨材コンクリートの利用	再生骨材コンクリートの種類:再生骨材コンクリート H 打設量:21,101 m <sup>3</sup> (土木工事) 242.8 m <sup>3</sup> (建築工事)打設箇所: コンクリート構造物(土木工事)捨てコンクリート(建築工事)事/建築工事
施設名	海の森水上競技場		
所在地	東京都江東区青海三丁目地先		
工事種類	施設用途:観覧場、事務所、機械室		
工事概要	構造規模:鉄骨造、地上 4 階		

● 有明テニスの森公園及び有明コロシアム(29)改築及び改修その他工事

事業者名	東京都生活文化スポーツ局	再生骨材コンクリートの利用	再生骨材コンクリートの種類: 再生骨材コンクリートB 打設量:約 450 m <sup>3</sup> 打設箇所:捨てコンクリート
施設名	① ショーコート棟 ② クラブハウス、インドアコート棟		
所在地	東京都江東区有明二丁目 二番 22 号		
工事種類	建築工事		
工事概要	① ショーコート棟 施設用途:観覧場 構造規模:鉄筋コンクリート造一部鉄骨造・鉄骨鉄筋造 ② クラブハウス、インドアコート棟 施設用途:体育館、事務所、 物品販売店、飲食店構造 規模:鉄骨造、一部木造		

【その他公共工事】

● 武蔵野の森公園防災公園整備工事

事業者名	東京都建設局	再生骨材コンクリートの利用	再生骨材コンクリートの種類:再生骨材コンクリート H 打設量:41 m <sup>3</sup> 打設箇所: 建築物の主要構造部、基礎、杭耐圧版、基礎梁、鋼管充填、鉄筋コンクリート等
施設名	ソーラー式公園灯・入口表示灯		
所在地	東京都府中市朝日町三丁目地内ほか		
工事種類	建築工事		
工事概要	施設用途:公園照明 構造規模:24基		

● 補助 81 号線街路整備に伴う荒川線電気設備移設第二期工事(その 1)

事業者名	東京都交通局	再生骨材コンクリートの利用	再生骨材コンクリートの種類:再生骨材コンクリート H 打設量:24.94 m <sup>3</sup> 打設箇所: 架線柱用基礎(23箇所)、踏切警報器・遮断機用基礎 (4箇所)
施設名	都電荒川線		
所在地	都電荒川線向原停留所から東池袋四丁目停留所間		
工事種類	建築工事		
工事概要	施設用途: 電車線路設備、踏切保安設備 構造規模:架線柱、踏切警報器・遮断機		

● 多磨霊園集合墓地整備工事(その 2)

事業者名	東京都建設局	再生骨材コンクリートの利用	再生骨材コンクリートの種類: 再生骨材コンクリート H 打設量: 13.8 m <sup>3</sup> 打設箇所: 建築物の主要構造部、基礎、杭、耐圧版、基礎梁、鋼管充填、鉄筋コンクリート等
施設名	—		
工事場所	東京都府中市多磨町地内		
工事種類	建築工事		
工事概要	施設用途: — 構造規模: —		

● 大栗川堤防緑化工事(その 11)


事業者名	東京都建設局	再生骨材コンクリートの利用	再生骨材コンクリートの種類: 再生骨材コンクリート M 打設量: 24.7 m <sup>3</sup> 打設箇所: 均しコンクリート
施設名	—		
工事場所	東京都多摩市和田地内大栗川		
工事種類	土木工事		
工事概要	施設用途:— 構造規模:—		

● 木下川排水機場耐震補強工事

事業者名	東京都建設局	再生骨材コンクリートの利用	再生骨材コンクリートの種類: 再生骨材コンクリート M、 再生骨材コンクリートL 打設量: 【M】7 m <sup>3</sup> 【L】295 m <sup>3</sup> 打設箇所: 【M】乾燥収縮や塩害を受けにくい構造部材や無筋コンクリート部材等 【L】建築物の主要構造部、基礎、杭、耐圧版、基礎梁、鋼管充填、鉄筋コンクリート等
施設名	木下川排水機場		
工事場所	東京都江戸川区平井七丁目地内		
工事種類	建築工事		
工事概要	施設用途: 排水機場構造 規模:—		

## 【民間工事】

### ● 事例①(再生骨材コンクリート普及連絡協議会会員企業の事例)

工事種類	建築工事	
再生骨材コンクリートの種類	再生骨材コンクリート M	
打設箇所	地下構造物	
打設量	1,500 m <sup>3</sup> 程度	

### ● 事例②(再生骨材コンクリート普及連絡協議会会員企業の事例)

工事種類	土木工事	
再生骨材コンクリートの種類	再生骨材コンクリート M	
打設箇所	土間コンクリート	
打設量	100 m <sup>3</sup> 程度	

### ● 事例③(再生骨材コンクリート普及連絡協議会会員企業の事例)

工事種類	土木工事	
再生骨材コンクリートの種類	再生骨材コンクリート M	
打設箇所	裏込めコンクリート	
打設量	1,000 m <sup>3</sup> 程度	



表9. 再生骨材コンクリート普及連絡協議会会員企業の製造、出荷事例

工事名	工事種類	打設箇所	再生骨材コンクリートの種類	打設量(m <sup>3</sup> )
T 運輸株式会社 Y 流通センター新築工事	建築工事	床	H	3,465
株式会社ROKH店工事	建築工事	スラブ	H	2,640
H 集合住宅建設工事	建築工事	杭、ピット	H	2,340
K 食品株式会社 KM 工場工事	建築工事	土間	H	2,250
Y 電機株式会社 D 事業所工事	建築工事	杭	H	1,965
K 建設株式会社工事	建築工事	基礎、基礎梁耐圧盤	M	1,836
G 建設株式会社工事	建築工事	基礎、地中梁、耐圧盤	M	1,550
株式会社 O 組工事	建築工事	耐圧盤、フーチング	M	600
K 市 M 地区工事	土木工事	擁壁、石積み、ベース	M	2,208
M 市 T 地区工事	土木工事	擁壁、石積み、ベース	M	706.75
K 市 F 地区工事	土木工事	擁壁、石積み、ベース	M	700.25
H 市 H 地区工事	土木工事	擁壁、石積み、ベース	M	689.25
N 市 N 地区工事	土木工事	擁壁、石積み、ベース	M	623.5
O ビル保全他工事	土木工事	補強壁、スラブ	L	1,275

【再生骨材コンクリートを使用した二次製品】

再生骨材コンクリートのうち、再生骨材コンクリート M(JIS A 5022)は二次製品(プレキャストコンクリート)にも利用することが可能であり、様々な二次製品に利用されています。

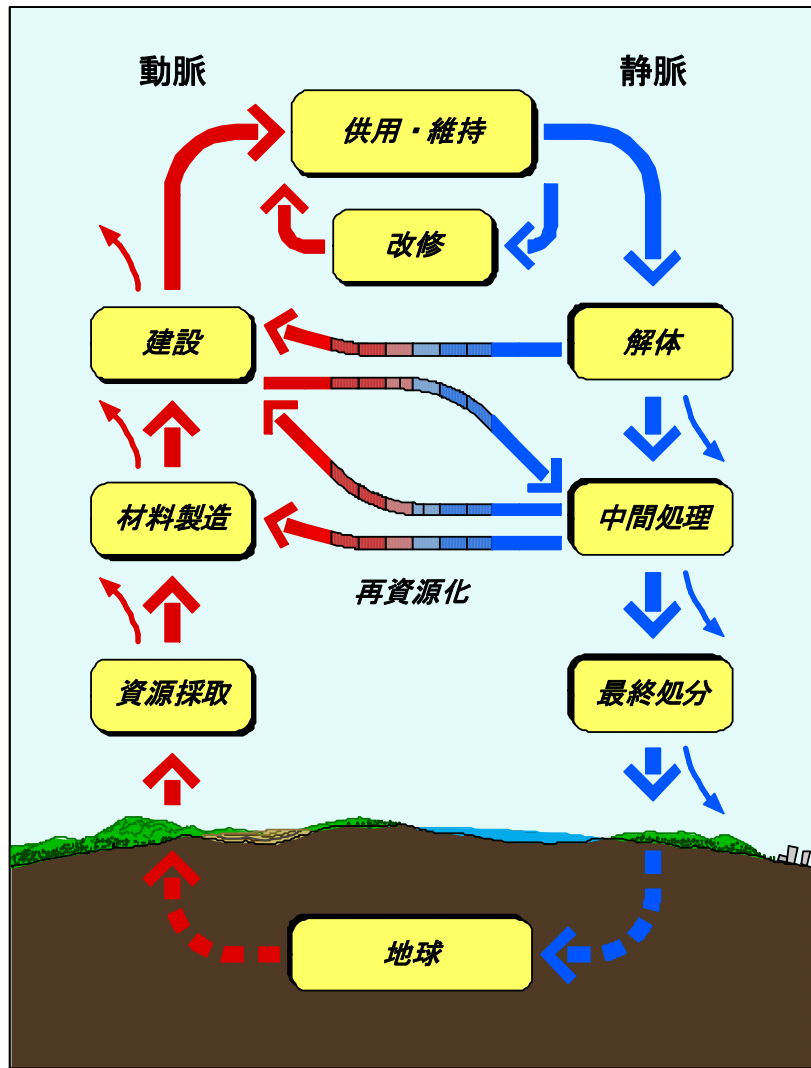
二次製品の例:コンクリート管、側溝、マンホール、擁壁、境界ブロック、インターロッキングブロックなど



## 2. ACRAC(再生骨材普及連絡協議会)

### (1) 組織

# 一般社団法人 再生骨材コンクリート普及連絡協議会 ACRAC (エーシーラック)



建設材料の循環系

全ての建設材料は、地球から採取され地球に戻されます。建設活動による材料消費のスピードは地球の復元力や資源の補充速度をはるかに越えていて、このまま使い続けると日本の豊かな環境は破壊され、資源は枯渇し、地球は廃棄物の山になってしまいます。

最終処分として地球に戻す前に様々なリサイクルの流れをつくり、材料を長期間使用する仕組みづくりが重要な課題になっています。

コンクリートは、セメントと骨材と水と少量の添加剤からできており、土木や建築には大量に使用される材料です。

したがって、建設材料の中で大きな比率を占めるコンクリートのリサイクルは、環境保全や資源保護にとっては非常に重要な課題です。

再生骨材コンクリート普及促進連絡協議会 (ACRAC) は、使用済みになったコンクリート塊から取り出した骨材をコンクリート用に再生した再生骨材コンクリートの利用を促進しコンクリートの完全リサイクルを目指して2010年に発足した団体です。

# ACRACの会員による供給体制

## ① 全国会員 (2023年12月現在)



支部名称	会社名	住 所
北海道 地方支部	越智建設株式会社	北海道苫小牧市新開町3丁目11番4号
	株式会社アベゼン	宮城県仙台市太白区鉤取2丁目24-37A-204
東北地方支部	増尾リサイクル株式会社	東京都荒川区西日暮里2-18-1
関東地方支部	宮松城南株式会社	東京都大田区城南島1-1-3
	株式会社豊田商店	東京都大田区城南島1-1-3
	武蔵野土木工業株式会社	東京都八王子市宇津木町435-1
	株式会社東京テクノ	東京都町田市小野路町3343
	大森産業株式会社	神奈川県厚木市上依知2930
	篠崎建材株式会社	神奈川県愛甲郡愛川町角田1075-1
	株式会社 安藤・間	東京都港区赤坂6-1-20
	前田建設工業株式会社	東京都千代田区富士見2-10-5
中部地方支部		
関西地方支部	株式会社 京星	大阪府枚方市大字尊延寺965
	有限会社京栄資材	京都府京都市伏見区横大路天王前42-2
	WETECO株式会社	京都府京田辺市甘南備台2丁目14番地
	株式会社 坂出興産	大阪市此花区常吉2-2-27
	株式会社 近畿道路資材	兵庫県尼崎市元浜町1丁目77
	ウィル・エンジニアリング株式会社	大阪市中央区島町2-1-5
	株式会社 神戸マテリアル	兵庫県神戸市北区山田町藍那字伝庫3-6
中国・四国 地方支部	慶幸合同会社	広島県東広島市西条町西条326-1
	株式会社スナダ	広島県東広島市志和町七条柘坂10488-160
九州・沖縄 地方支部	樋口産業(株)・福岡建材(株)	福岡県福岡市早良区有田5-5-16
	株式会社 三純建設	鹿児島県鹿児島市鴨池1-25-1
	加藤産業 株式会社	長崎県長崎市竹の久保町20番9号
賛助会員	住友セメントシステム開発株式会社	東京都港区芝大門1-1-30 芝NBFタワー3F
	株式会社氣工社	神奈川県藤沢市菖蒲沢15番地
	日工株式会社	東京都千代田区神田駿河台3-4-2日専連朝日生命ビル5F
	株式会社 アーステクニカ	東京都千代田区神田神保町2-4 東京建物神保町ビル8階
	宮松エスオーシー株式会社	神奈川県川崎市中原区宮内1-22-7



# 再生骨材コンクリートの品質

## ④ACRAC会員におけるJIS・大臣認定取得状況

凡例 ● 認証取得

支部名称	会社名	JIS認証			大臣認定	
		JISA5021 コンクリート用 再生骨材H	JISA5022 再生骨材Mを用いた コンクリート	JISA5023 再生骨材Lを用いた コンクリート	単独	共同
北海道地方支部	葵星株式会社					
	越智建設株式会社					
東北地方支部	株式会社アベゼン					
関東地方支部	増尾リサイクル株式会社			●		
首都圏支部	宮松城南株式会社		●		●	●
	星揮株式会社(東京)					
	株式会社豊田商店					
	武蔵野土木工業株式会社					
	株式会社東京テクノ		●			●
	大森産業株式会社					
	篠崎建材株式会社	●				
	株式会社 安藤・間					
前田建設工業株式会社						
中部地方支部						
関西地方支部	株式会社 新和石産					
	有限会社京栄資材					
	WETECO株式会社					
	EACLE株式会社					
	星揮株式会社(関西)	●	●		●	●
	NPO法人 AGRE(アグレ)					
	株式会社 坂出興産					
中国・四国地方支部	慶幸合同会社					
	株式会社スナダ					
九州・沖縄地方支部	樋口産業(株)・福岡建材(株)			●		
	揮砂テクノロジー株式会社					
	株式会社 三純建設					
賛助会員	住友セメントシステム開発株式会社					
	株式会社氣工社					
	日工株式会社					
	有限会社 環境総合管理機構					
	宮松エスオーシー株式会社					



# ACRACの国への活動

## ①環境省 グリーン購入特定品目への申請

再生骨材として特定品目への参入を申請しているが、現在はロングランリスト入りで留まっている。

- ・ 特定調達品目に指定されることにより普及を図る
- ・ 全国都市部への再生骨材の安定的生産・供給体制の確立が求められる

## ②国土交通省 建築基準法37条告示1446号の改正

☞2016年に告示1446号のJIS A 5308の年号が2014年度版へ変更され、再生骨材Hが建築物へ使用できるようになった

☞建築基準法37条告示にJIS A 5022、JIS A 5023を追記するのは困難であるので再生骨材L、Mを建築物に使用する場合は以下ようになる

- ・ Lは、使用する部位の殆どが建築基準法に関係ないが混合して構造物に使用する場合は法的検討の対象になる
- ・ Mを建築物に使用する場合は、大臣認定が必要という従来の考え方は変わらない。

**基整促S43(2023年～)進行中**

☞再生骨材コンクリート実用化検討委員会が発足しMの建築物への使用について検討する

☞大臣認定について、ACRACとして簡略化の方法に取り組む

## ③国の平成6年の暫定基準(案)の改正

「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)」が廃止され2016年に「コンクリート副産物の再利用に関する用途別品質基準」として示された

☞コンクリート副産物の再利用を行う土木工事に適用されるものに再生骨材コンクリートが規定されている

- ・ 再生骨材コンクリート・路盤材・埋戻材・裏込材

## ④国土交通省 標準仕様書への記載

国の土木工事共通仕様書および公共建築工事標準仕様書への再生骨材コンクリートH、M、Lの明記を技術調査課に陳情している

## ⑤再生骨材コンクリートの公共工事への利用促進

再生骨材コンクリートを利用に向けて以下の2つ提案を国にしていく

- ・ 捨てコンクリートなど高い品質を要求されないものから再生骨材コンクリートを利用するための「通達」
- ・ ACRAC品質監査制度を公的基準にするため適合工場製品の試験施工に対する国による調査実施

## ⑥内閣府

官民研究開発投資拡大プログラム(PRISM)の革新的建設/インフラ維持管理技術中の災害廃棄物等を用いたリサイクルコンクリートの実用化技術の開発プロジェクトへの参加

# ACRACの地方公共団体への活動

- ・平成13年のグリーン購入法の施行により、地方公共団体等には、環境物品等の調達方針の作成および当該方針に基づいて物品等の調達を行うよう努力義務が課せられた。これを受けて、各都道府県では、環境物品等の普及促進および環境物品等に関する情報の提供を行うことを目的として、独自に「リサイクル製品認定制度」の構築を進めている。
- ・多くの都道府県がリサイクル製品認定制度を有するようになっている。
- ・リサイクル課の設置:再生骨材コンクリートについて、リサイクル製品認定制度要綱の作成している。・都道府県で独自の認定基準を作成しているが、最も先進的な東京都、大阪府及び神奈川県の実例を示す。

## 東京都の公共工事環境配慮方針

### ①土木材料仕様書

東京都建設局発行の土木材料仕様書の改訂で、再生骨材M/Lを用いたコンクリートが追加され公的な仕様書に再生骨材コンクリートが明記された。



### ②「東京都建設リサイクル推進計画」

都内において建設資源循環を促進していくため、R6年度の都関連工事における建設廃棄物の再資源化・縮減率99%と定め(達成基準値)、これを達成又は維持するため9の個別計画を掲げている。

### ③「東京都建設リサイクルガイドライン」

ガイドラインは、この個別計画を着実に推進するため、建設資源循環に関する各種の施策の実施について必要な事項を定めている。

### ④「東京都環境物品等調達方針」

東京都等の公共工事において、環境に配慮した物品の調達を進めるとともに、公共事業から発生する県境負荷低減を図ることを目的として、東京都環境物品等調達方針及び東京都島しょ地域における環境物品等調達方針を定める。

### ⑤「東京都建築工事標準仕様書」

東京都の建築工事の際用いられるコンクリート工事仕様書に再生骨材コンクリートJISの3規格が、コンクリートの種類として規定された。

## 神奈川県整備局公共工事グリーン調達基準

H19年11月30日から新たに「認定対象品目」を設定し、期間を定めて、その資材を募集・認定している。認定資材は、H20年4月から県土整備局公共工事県土整備局公共工事グリーン調達基準に定める利用方針に基づいて率先利用を進めている。

### 基本的な考え方

- ・公共工事の構成要素である資材等の使用にあたって事業ごとの特性を踏まえ必要とされる強度や耐久性、機能を備える
- ・公共工事のコストについては、予算の適正な執行の観点からその縮減に鋭意取り組んできている
- ・調達目標の設定は使用形態に差異があること、調達可能な地域や数量が限られている資材等もある
- ・環境負荷低減方策としては、資材等の使用の他に、環境負荷の少ない工法等を含む種々の方策が考えられ、ライフサイクル全体にわたった総合的な観点からの検討を進めていく

## 大阪府都市整備部土木工事共通仕様書 附則(案)

大阪府都市整備部発行の土木工事共通仕様書附則(案)(H27年4月)では、再生骨材M/Lを用いたコンクリートが追加され、公的な仕様書に再生骨材コンクリートが明記された。





# 6. 再生骨材コンクリートの動向

## ③ ACRACの活動

活動内容	年次活動	今後の課題
再生骨材及び再生骨材コンクリートに関する技術の調査・研究及び支援	<b>総会</b> 趣旨:会員の親睦 頻度:1回/年(5~6月) 内容:各年度活動方針・計画・内容の発表 ・会員の交流・親睦 ・事務局報告	<b>会員拡大及び供給体制の確立</b> ・全国組織の構築する(全国に各支部) ・会員ネットワークによる供給体制構築 ・全に出荷できる体制の構築 ・会員以外製造所の把握
再生骨材及び再生骨材コンクリートに関する技術者育成の支援	<b>技術部会</b> 趣旨:会員技術力の向上、種々技術的判断 頻度:4回/年(3月、6月、9月、12月) 内容:会員技術者の親睦・交流 ・品質監査制度の推進・管理・審議 ・JIS改正に向けた審議・提案 ・会員工場における課題の審査	<b>品質管理及び技術の革新</b> ・品質監査制度の公的基準を目指す ・再生骨材コンクリート委員会の公的認知 ・技術革新(耐久性能低下要因除去、適用範囲拡大、品質向上、総アルカリ量低減、収縮量減少)
再生骨材及び再生骨材コンクリートに関するシステム開発の整備及び支援	<b>品質監査制度</b> 趣旨:工場監査による品質の安定化 頻度:1回/年(6~3月) 内容:品質保証機構・監査委員による監査 ・監査委員による監査報告書の作成 ・「品質監査審議会」の審査 ・再生骨材コンクリート委員会承認 ・○適マーク工場承認証付与	<b>環境負荷低減</b> ・CO2削減効果の数値化 ・ブルーカーボンの研究と事業化展開 ・グリーンカーボン効果のしくみの顕在化 ・資源循環のしくみの可視化
再生骨材及び再生骨材コンクリートに関する品質管理	<b>技術認定講習会</b> 趣旨:行政及び研究者の講演、会員間交流 頻度:1回/年(11~12月) 内容:行政によるリサイクル関連制度・政策	<b>公共事業の利用促進</b> ・建築基準法37条告示にJIS A 5022, JIS A 5023を記載するため国へ陳情 ・グリーン購入特定調達品目参入の陳情 ・国、地方公共団体標準仕様書の明記 ・公共事業の率先品目への参入
再生骨材及び再生骨材コンクリートの技術に関するセミナー・講習の開催		<b>品質・コスト安定</b> ・コスト調整部会調査により普及段階における標準コストの提示 ・地方公共団体都市部における供給体制の
再生骨材及び再生骨材コンクリートの普及に関する諸々の環境整備		
再生骨材及び再生骨材コンクリートに関する広報及び図書等の刊行		
その他この法人の目的を達成するために必要な事業		

## 2. ACRAC(再生骨材普及連絡協議会)

### (2) 品質監査制度

# 2023年 技術講習会

## ACRAC品質監査制度について

2023. 06. 15



一般社団法人 再生骨材コンクリート連絡普及協議会

## はじめに

◇コンクリート用再生骨材は、主に使用済みのコンクリートから再生されるものであり、原料骨材の受入、再生・製造工程、検査・保管における品質の管理体制は、監査に求められる重要な要件であります。

この監査はJISの取得工場だけでなく、ACRAC会員や会員以外の製造工場（中間処理業者）及び大臣認定取得工場にとっても、管理体制の維持継続を図るうえでも意味のある制度と考えます。

◇再生骨材コンクリートの規格をめぐる変化や社会の情勢変革の中で、再生骨材コンクリート普及連絡協議会（以下、ACRACという）が2010年11月設立されました。

その後、ACRACでは、一般社団法人の登録を経て、一般社団法人 再生骨材コンクリート普及連絡協議会(Advanced Concrete Recycling Affairs Council)として2020年6月1日の設立となりました。

ACRAC品質監査は、規格基準を参考に協会独自の基準を設置し、会員各社の技術力の向上と品質の確保を目的として、2012年10月から品質監査制度を試行的に実施し、2013年度より施行を始め11年目を迎える事が出来ました。

◇ACRAC品質監査制度の透明性、信頼性を高めるため第三者機関である一般財団法人日本品質機構（JQA）を主査とし2023年度監査を行いました。

◇2022年秋 日本建築学会 「建築工事標準仕様書の鉄筋コンクリート工事」（JASS 5）の大改正され中で、「低炭素」や「資源循環の等級」などの環境面に関して記述が追加・強化され、再生骨材コンクリートが幅広く使用できる内容となり、再生骨材コンクリートの認知度が上がると思われる。

## 目 的

- ◆ 一般社団法人 再生骨材コンクリート普及連絡協議会は、会員各社の技術力の向上、品質の確保により、社会的に信頼性を高め、安定した品質のコンクリート用再生骨材の供給を目的として監査を実施する。

## 概 要

- ◆ 監査資格として、会員各社（ACRAC主催の技術認定に関する受講者が在籍していること）を対象とする。監査の実施については、**第三者機関であるJQA1名（主査）**とACRACから委託を受けた監査員1名の計2名で監査を行う。
- ◆ 監査は、統一した基準に基づいて「**A. 総括的事項**」「**B. 個別事項**」「**C. 実地検査**」の調査を行う。
- ◆ 監査結果は、「**品質監査審議会**」において判定および認定行い、「**再生骨材コンクリート委員会**」で承認されたのち、合格証および**適**マーク使用承諾書を品質監査委員長名で交付する。
- ◆ 合格書および**適**マークの有効期間は、当該監査の次年度から3年間とする。
- ◆ 次の場合は、使用期間中でも合格書の返還および**適**マークの取消しの処置を品質監査委員会が行う。
  - (1) 法令違反等、社会的に負の評価を受けた場合
  - (2) 販売停止命令、休業した場合
  - (3) 生産活動上必要な品質監査に関する実務経験が3年以上の者で、ACRACが実施する技術認定に関する受講終了者が在籍しない場合。

# 品質監査チェック項目概要

## 品質監査

### A: 総括事項

- ①品質保証      ②コンクリート用骨材の適合性      ③環境負荷低減
- ④技術力の確保      ⑤教育訓練      ⑥不適合管理      ⑦環境保全

### B: 個別事項

#### 1. 製品の管理基準

- ①製品品質の明確化

#### 2. 製造の管理基準

- ①原コンクリート  
(戻りコンクリートを含む)

- ②製造方法

#### 3. 設備の管理基準

- ①製造設備管理

- ②検査設備管理

#### 4. 外注管理基準

- ①外注管理

### C: 実地検査

#### 製品検査

- ①密度 (絶乾) ・ ②吸水率 ③微粒分量

## A：統括的事項の調査

### ○製品品質を確保するための標準化・マニュアル化の有無

⇒社内規格および製造マニュアル（下表①）

### ○環境負荷やCO<sub>2</sub>排出量に関する事項

⇒原コンの受入れ量および投入量、廃棄物の管理・消費電力量および使用燃料の管理（下表②、③）

### ○技術力の確保・向上

⇒品質管理統括者\*の選出（下表④） \*実務経験3年以上・ACRAC技術講習会の修了

分類	項目	内容
A. 統括的事項		①品質保証
		②コンクリート用骨材の適合性
		③環境負荷低減
		④技術力の確保
		⑤教育訓練
		⑥不適合管理
		⑦環境保全

## B：個別事項の調査

### ○製品の管理

⇒物理的性質（密度・吸水率・微粒分量）・不純物量・塩化物含有量その他は工場毎の規定に準拠（下表①）

### ○製造の管理

⇒原コンクリートの管理 ⇒マニフェスト・受入れチェックシート等 ⇒製造方法・作業方法

⇒作業標準・管理日報、その他は工場毎の規定に準拠（下表①、②）

### ○設備の管理

⇒製造設備・貯蔵設備・試験設備（下表②）

分類	項目	内容
B. 個別事項	1. 製品の管理基準	①製品品質の明確化
	2. 製造管理基準	①原コンクリート（戻りコンクリートを含む）
		②製造方法
	3. 設備の管理基準	①製造設備管理
②検査設備管理		
4. 外注管理基準	①外注管理	

## C：実地検査

### ○製品の抜き取り検査

⇒物理的性質（密度・吸水率・微粒分量）がそれぞれ工場毎に設定する再生JISの品質規格を満足すること＊社会的信頼性向上のため第三者試験機関に試験を依頼

分類	項目	内容
C. 実地検査	製品検査	①密度
		②吸水率
		③微粒分量



再生骨材区分		絶乾密度 (g/cm <sup>3</sup> )	吸水率 (%)	微粒分量 (%)
H	RHG	2.5以上	3.0以下	1.0以下
	RHS	2.5以上	3.5以下	7.0以下
M	RMG	2.3以上	5.0以下	2.0以下
	RMS	2.2以上	7.0以下	8.0以下
L	RLG	—	7.0以下	3.0以下
	RLS	—	13.0以下	10.0以下

## 監査結果の評価

### 【評価方法】

監査の結果、実態調査では各項目a・・・適合、b・・・一部不適合、c・・・不適合により判定し、

a：減点なし                      b：減点2点                      c：減点5点

減点法により評価を行う。減点の合計が20点未満を合格基準点とする。

実地検査は、その結果が判定基準を満足すること。

### 【品質監査基準の見直し】

品質監査基準は、年度監査の結果を踏まえて品質監査審議会で原則年に1回の見直しを行います。



# 品質監査制度の流れについて

ACRAC  
再生骨材コンクリート普及連絡協議会

総会: 6月開催

技術部会  
(会員企業の技術者)

主な活動内容: 品質監査制度に関する意見交換  
: 情報交換、技術的課題の検討  
: 国家プロジェクトへの対応、その他  
: 品質監査基準の見直し(1回/年)

開催 4回/年 3月・6月・9月・12月

品質監査委員会  
東品質監査員(3名): 西品質監査員(2名)  
(会長および部会長より委員を選出): 現在

※: 監査員: 養成・検定

委託

監査委員(2名を1組として監査)  
監査基準に基づき監査の実施および評価  
※: 第三者機関を主査監査員 (JQA)

監査実施時期

10月~1月

報告

品質監査審議会  
(適) マーク認定

開催予定: 1回/年 2月

品質監査結果の判定および認定

再生骨材コンクリート委員会  
(学識経験者・行政関係者・ユーザー・品質監査委員)

開催予定: 1回/年 3月

監査結果の承認

品質監査 適合工場

4月1日より交付

## 第5回再生骨材コンクリート委員会

### 議事次第

- 一、開催日時・場所                   2020年7月16日～8月7日:委員による再生骨材コンクリート委員会協議
- 2020年8月8日～8月27日:再生骨材コンクリート委員会の指摘事項をまとめ、品質監査審議会(WEB会議)を開催して検討
- 2020年8月28日～9月11日:品質監査審議会の協議結果をまとめて、再生骨材コンクリート委員会の委員長・委員に報告
- 2020年9月12日～9月25日:委員長による判定審査及び対象工場への合格証及び○適マーク使用承諾書の交付

新型コロナウイルス感染拡大により通常の再生骨材コンクリート委員会が開催できないので、本年度の委員会はメールにて品質監査審議会の資料を提示し、それに対する委員からの意見収集によって審議とした。

#### 一、出席予定者(敬称略・順不同)

委員長	池田 尚治	横浜国立大学名誉教授
委員	山崎 淳	日本大学名誉教授
	小山 明男	明治大学理工学部建築学科教授
	高木 千太郎	一般財団法人首都高速道路技術センター上席研究員 (元東京都建設局道路管理部専門参事)
	岩月 栄治	工学部・愛知工業大学教授
	依田 和久	鹿島建設株式会社
	味岡 良春	一般財団法人日本碎石協会

佐藤吉里	宏行哲郎	ACRAC 品質監査審議会委員長	ACRAC 品質監査審議会委員
細野松田	知之信広	ACRAC 品質監査審議会委員	ACRAC 品質監査審議会委員
加保木村	進一信康	ACRAC 品質監査審議会委員	ACRAC 品質監査審議会委員
篠崎胸永	宏太圭介	ACRAC 品質監査審議会委員	ACRAC 品質監査審議会委員

○ 適 マーク (品質監査基準適合マークの使用範囲)

ACRAC品質監査基準マーク



品質監査基準マークの使用範囲

- 一、骨材成績表
- 一、骨材納品伝票
- 一、その他該当する工場が発行する文書
- 一、名刺、カタログ

品質監査合格証

監査合格工場に発行するもので、有効期間は3年とする。また、この期間中に1回/年の製品抜取検査を行う。  
指定機関：(一財)日本品質保証機構

## 3.カーボンニュートラルへ

### (1) CO<sub>2</sub>とは

## おさらい . . . 二酸化炭素濃度とは

・産業革命時（1750～1840年） 280 ppm



毎年331～335億t 排出  
(1 ppm = CO<sub>2</sub>・80億トン)

2023年

420 ppm (1兆1200億トンの増加) 変異図

・自然減少値 1000年後 19～33%

2000 ppm (2300年)

・化石燃料100%消費 18兆トンのCO<sub>2</sub>量



5～9°C温度上昇 古代の濃度

・臨界値 350 ppm . . . グリーンランド、南極の氷床やアルプスの氷河維持  
海水の炭酸化抑制

\*差 70 ppm (5600億トンのCO<sub>2</sub>を除去)

・1997年COP3京都議定書 . . . COP21パリ協定、COP28ドバイ合意

・Tipping Point (ブラックスワンの到来)

## 我々の分野

・2020年にコンクリート、鉄、プラ、人工物 > 地球上の生物

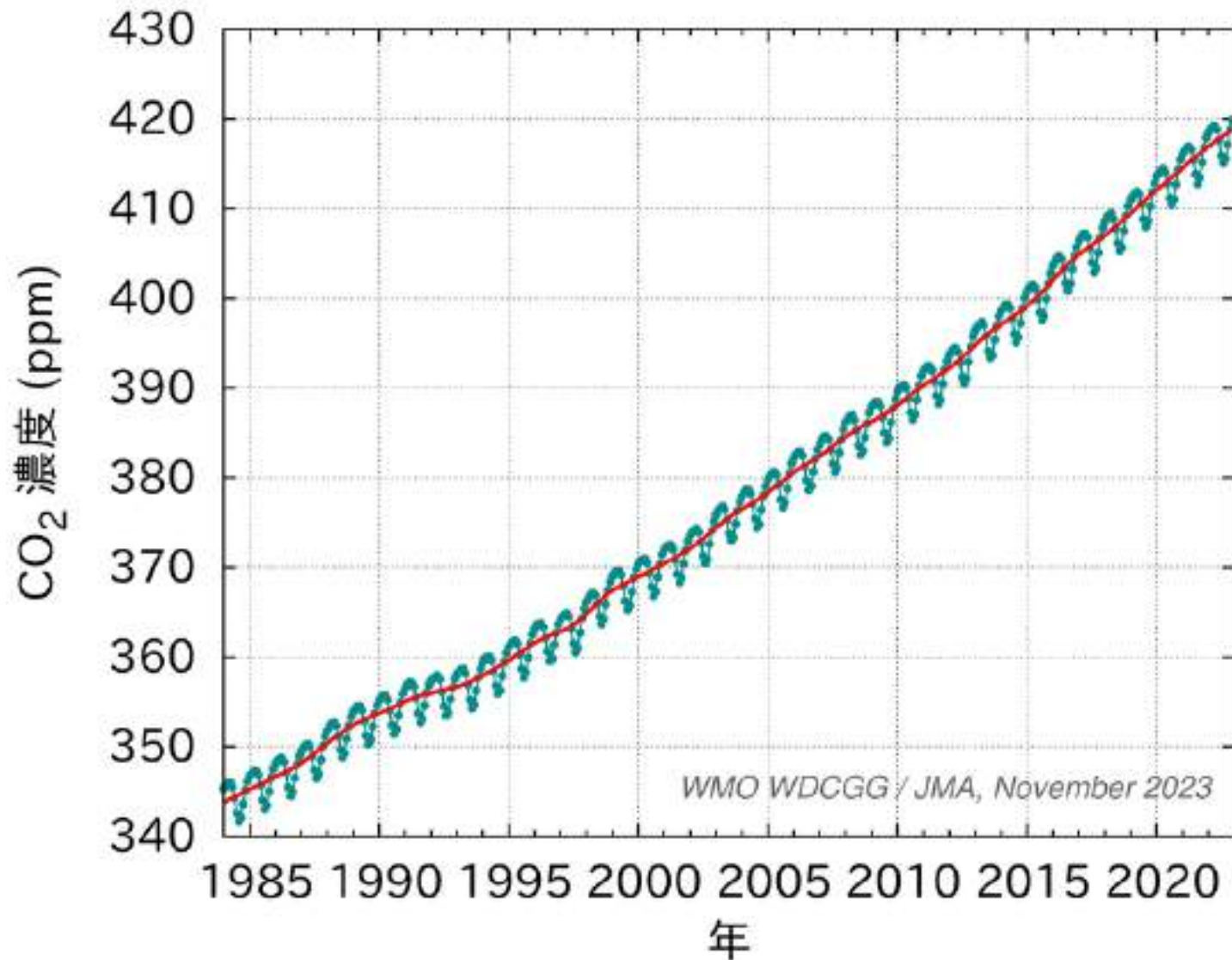
地球上の一人当たり 530kg/年のコンクリートを使用 (鉄240kg) (64kg-CO<sub>2</sub>/人・年)

人間の消費ランク ①水、②コンクリート、

・セメント 800kg-CO<sub>2</sub>/t 世界生産量=40億t、全CO<sub>2</sub>排出量の8%

1m<sup>3</sup>当たり 300kg-CO<sub>2</sub>

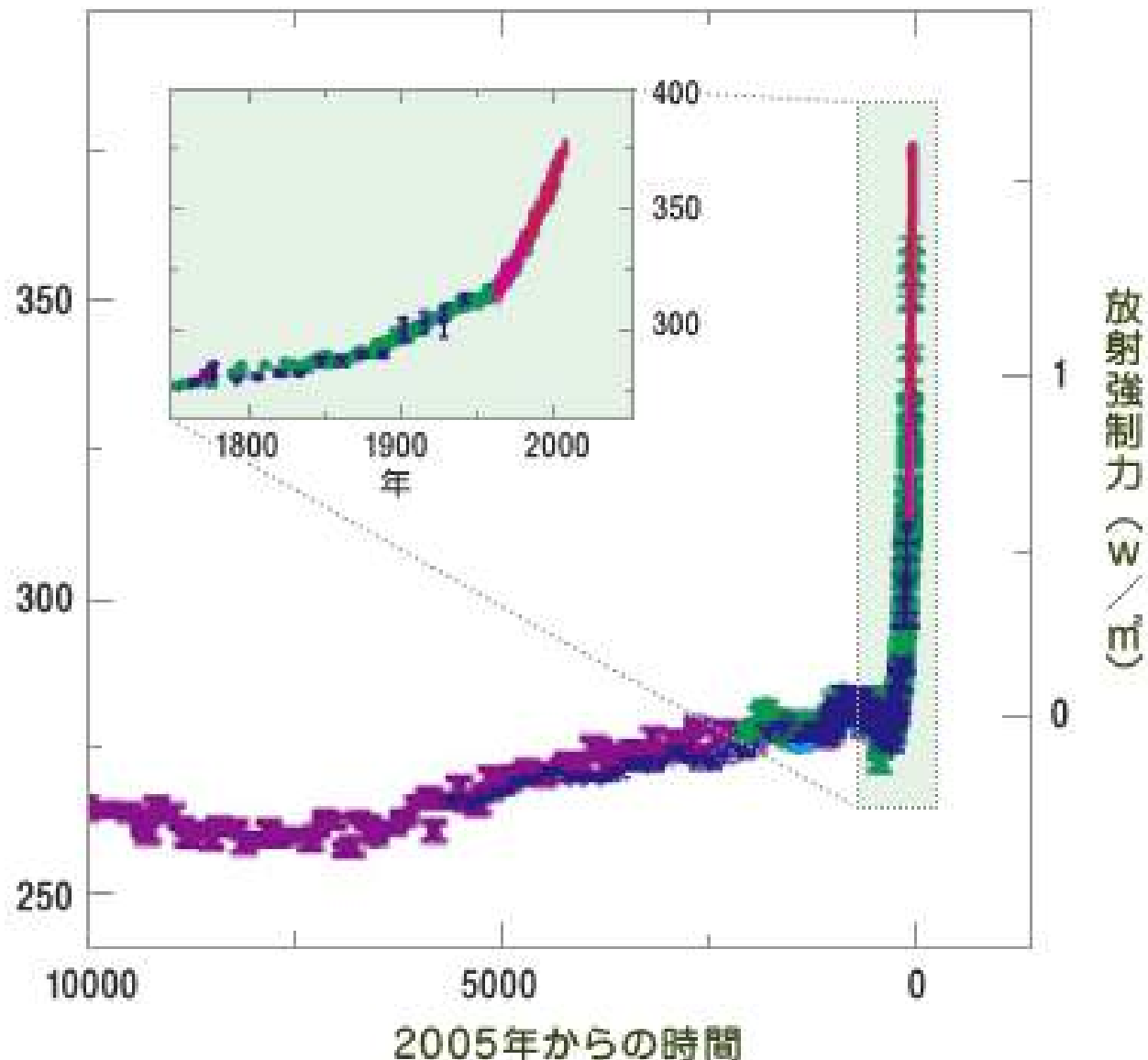
## 気中二酸化炭素の世界平均濃度の経年変化（気象庁）



青色は月平均濃度。赤色は季節変動を除去した濃度。

# 大気中のCO<sub>2</sub>濃度の経年変化 (過去1万年)

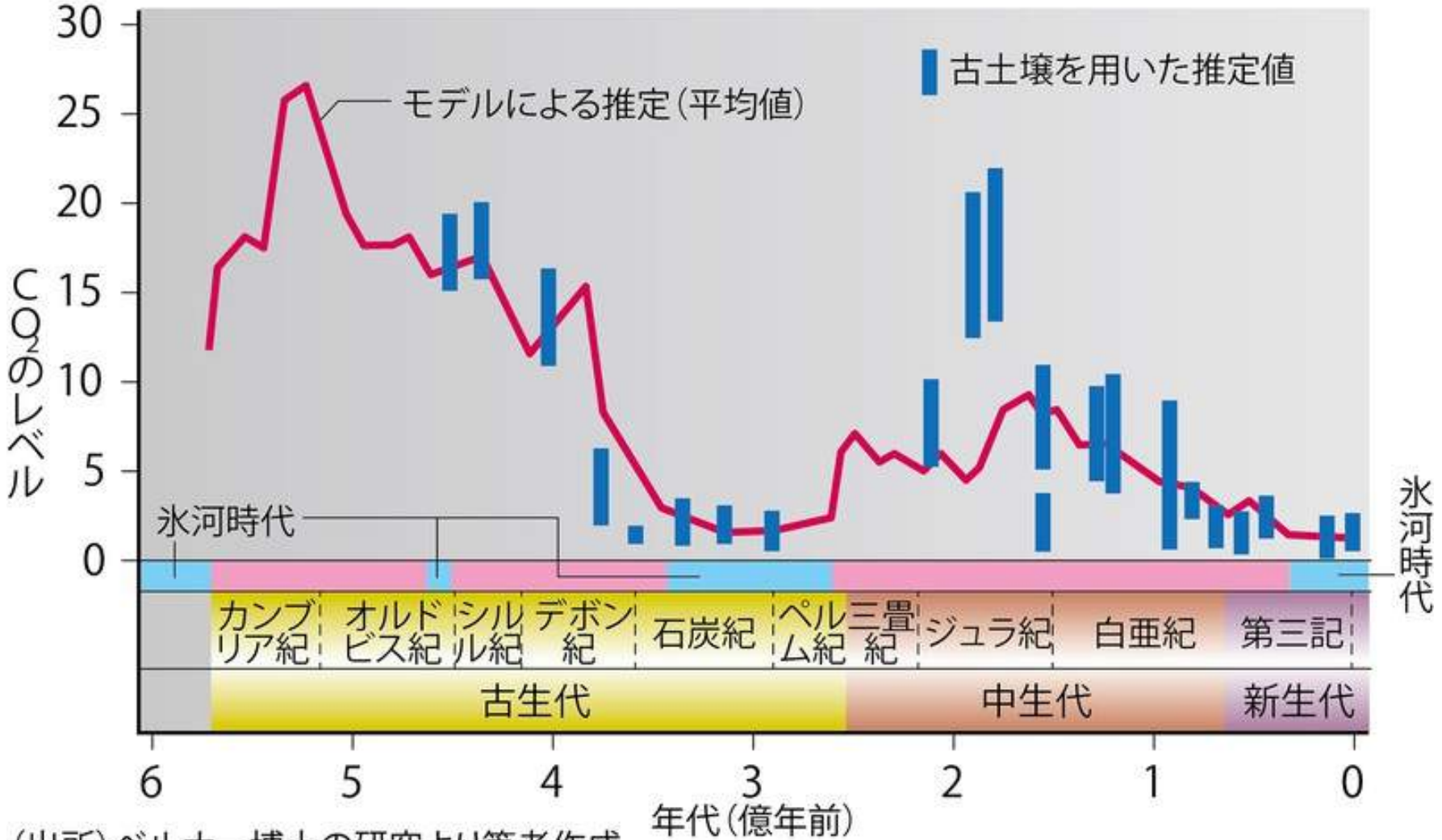
二酸化炭素濃度 (ppm)





# CO<sub>2</sub>濃度の変遷と氷河時代の消長

(現在を1とする)



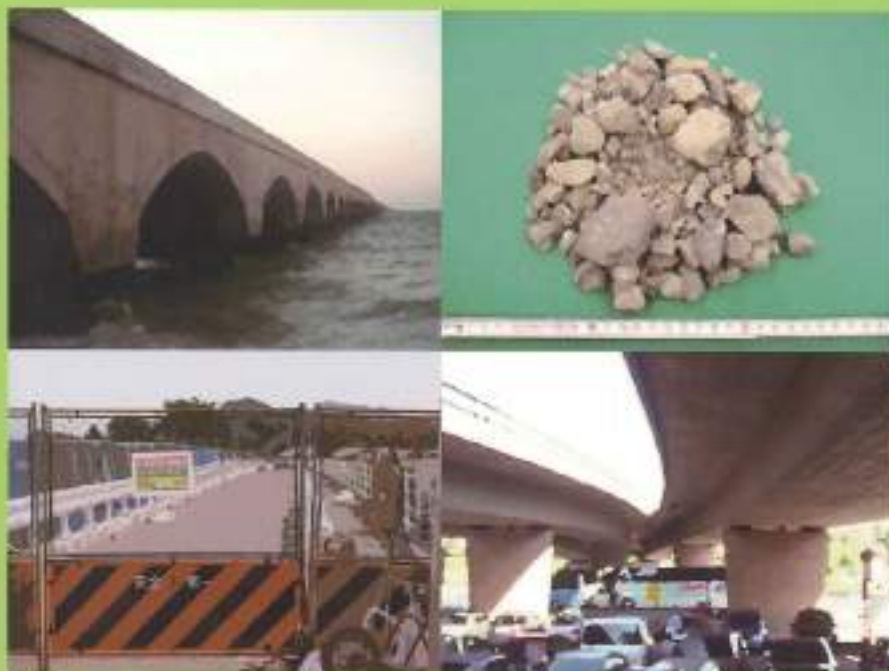
(出所)ベルナー博士の研究より筆者作成

### 3.カーボンニュートラルへ

#### (2) 再生骨材CO2吸収量と統計

# コンクリート構造物の 補修・解体・再利用における CO<sub>2</sub> 削減を目指して

— 補修における環境配慮および解体コンクリートのCO<sub>2</sub>固定化 —



## コンクリート破砕物によるCO<sub>2</sub>の固定化の定量化

前節では、炭酸化という化学反応によって、セメント水和物が空気中のCO<sub>2</sub>を固定する能力を有することを明らかにした。しかしながら、コンクリート構造物やコンクリート部材を対象にした場合、炭酸化の進行は極めて穏やかなものであり、供用中におけるCO<sub>2</sub>の固定量もわずかと考えられる。他方、コンクリート破砕物の場合、新しい破断面が著しく増えるため、CO<sub>2</sub>の固定量は大きくなると考えられるが、十分な検討は行なわれていない。

表-3.7.1 コンクリート破砕物による CO<sub>2</sub> 固定化の視覚的明示方法の概要

名称	方法のイメージ図	説明
白濁法		<ul style="list-style-type: none"> <li>CO<sub>2</sub> を固定したコンクリート破砕物を入れた容器を、大気が侵入しないよう、窒素ガスを送りながら加熱する。</li> <li>発生する CO<sub>2</sub> を、水酸化カルシウム飽和水に通過させる。白濁することで、CO<sub>2</sub> 固定を視覚的に表現する。</li> </ul>
ガスセンサ法		<ul style="list-style-type: none"> <li>コンクリート破砕物を入れた容器に CO<sub>2</sub> を充填する。</li> <li>CO<sub>2</sub> センサの数値が低下する様子から CO<sub>2</sub> が固定される様子を視覚的に表現する。</li> </ul>
天秤法		<ul style="list-style-type: none"> <li>コンクリート破砕物と不活性な砕石を同質量入れた容器を天秤に乗せ、一定時間 CO<sub>2</sub> を吹き込む。</li> <li>破砕物側に傾くことにより、CO<sub>2</sub> が固定されたことを視覚的に表現する。</li> </ul>
バッグ法		<ul style="list-style-type: none"> <li>ガスチャンプリングバッグにコンクリート破砕物を入れ、CO<sub>2</sub> を充填する。</li> <li>破砕物と CO<sub>2</sub> が反応し、袋がしばむ様子から CO<sub>2</sub> の固定を視覚的に表現する。</li> </ul>

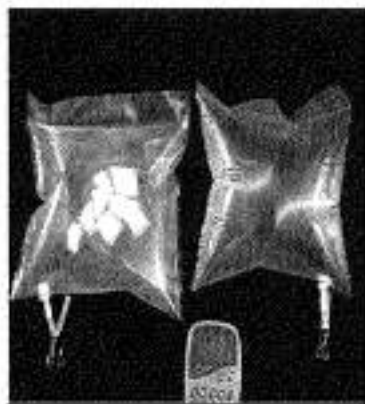


写真-3.7.3 開始直後の様子



写真-3.7.4 開始 30 秒後の様子

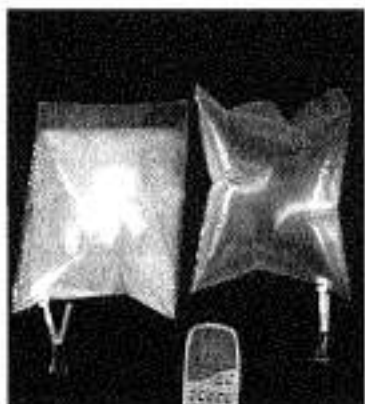


写真-3.7.5 開始 60 秒後の様子

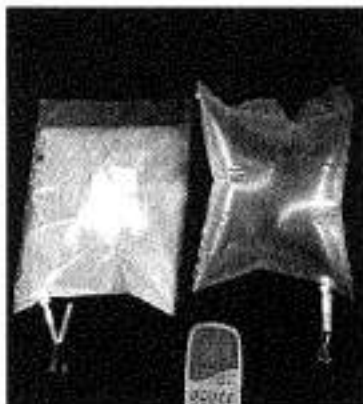


写真-3.7.6 開始 120 秒後の様子

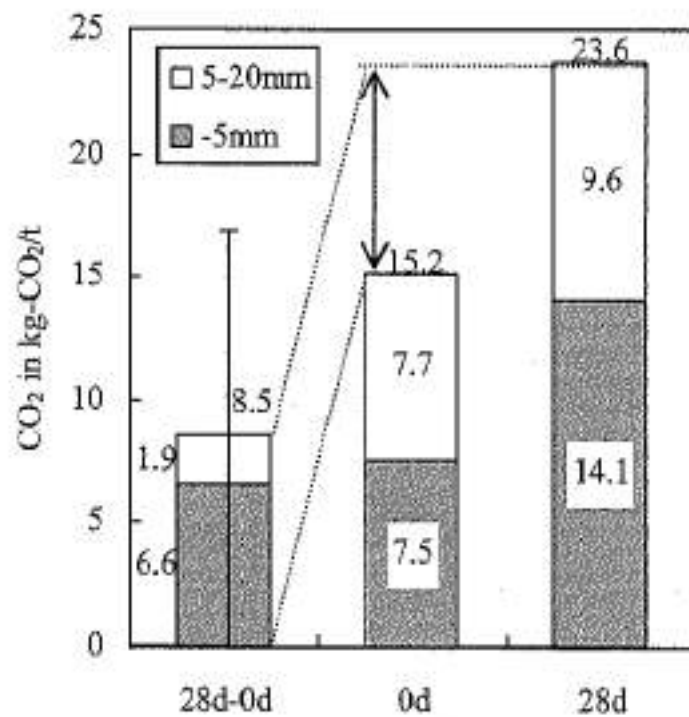


图-3.5.2 CO<sub>2</sub>固定量



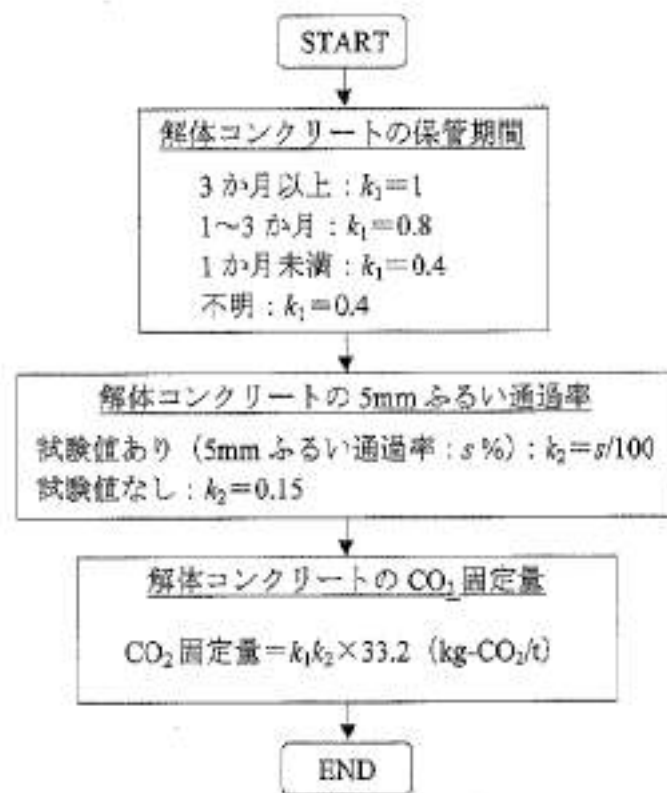


図-4.3.1 解体コンクリート塊によるCO<sub>2</sub>固定量算出フロー

# 再生骨材コンクリートの環境負荷低減・再生骨材生産による年間CO2削減量

再生骨材生産による年間CO2削減量(支部別)

(2020年1月～ 2020年12月間のデータ)

		再生骨材生産量 (t)	t当たりの生産使 用電力(KW)	t当たりの生産使 用軽油(L)	年間再生骨材による実 質CO2削減量(kg)
支部名	件数	*1	*2	*3	CO2固定量－エネル ギー消費量CO2
北海道地方支部 集計	27	317,725	1.65	1.71	1,777,945
東北地方支部 集計	76	1,853,487	2.39	0.83	13,874,166
関東地方支部 集計	120	5,662,689	1.54	0.48	50,278,676
首都圏支部 集計	30	2,512,421	1.76	0.45	22,194,953
中部地方支部 集計	99	3,218,320	1.63	0.77	25,968,431
関西地方支部 集計	52	2,842,301	0.93	1.01	22,263,971
中国・四国地方支部 集計	102	1,946,461	2.32	0.81	14,748,510
九州・沖縄地方支部 集計	120	3,059,300	2.89	0.84	21,961,950
総計	626	21,412,704	1.89	0.86	173,068,602

173,068t/年

\*1 再生骨材RC40の対象・調査(ライブラリーP86考察)

11kg-CO2/tを採用

解体コンクリート塊+破砕後1月の放置ごのCO2固定量=11.36kg-CO2/t

\*2 破砕プラントCO2発生量(ライブラリーP74)

0.561kg-CO2/kwを採用

因みにライブラリー参考電量は2.15kw/tで全国平均に近い

\*3 軽油におけるCO2発生量は環境省資料を参照

2.619kg-CO2/Lを採用

## 3.カーボンニュートラルへ

### (3) セメント代替案

# ECM<sup>®</sup> (エネルギーCO<sub>2</sub>ミニマム) セメントを使用した再生骨材コンクリート

【竹中工務店】

## ◆ 提案技術の概要

ECMコンクリート<sup>®</sup>の骨材に再生骨材を用いることにより、

- ・ CO<sub>2</sub>排出量の大幅削減
- ・ 資源の循環

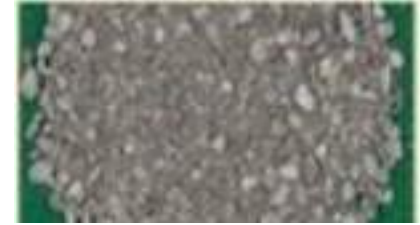
を実現する技術



ECM<sup>®</sup>セメント



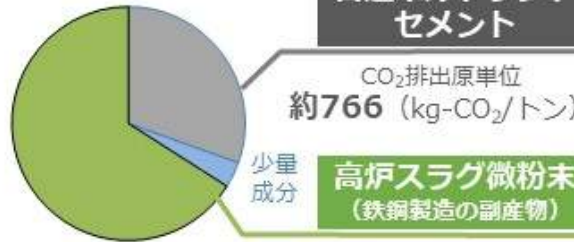
再生粗骨材



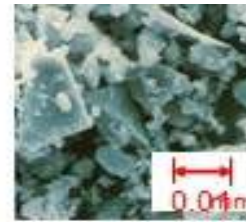
再生細骨材

## ● ECMコンクリート<sup>®</sup>とは？

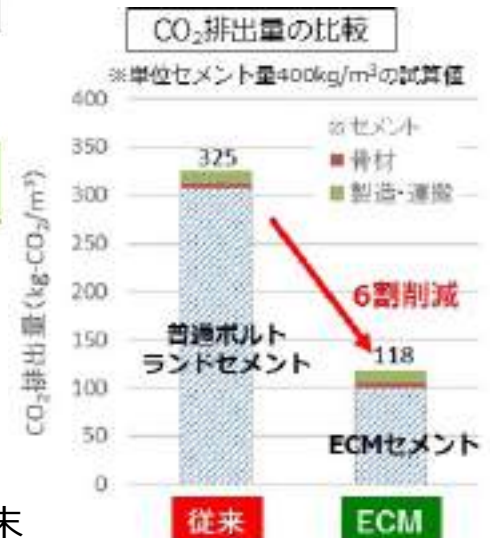
セメントの60～70%を、鉄鋼を製造する際の副産物である高炉スラグの粉末に置き換えることで、コンクリートのCO<sub>2</sub>排出量を従来のコンクリートと比較して6割削減できるコンクリート。CO<sub>2</sub>排出量の削減に加えて、アルカリシリカ反応性の抑制効果を有する。



製鉄所の溶鉱炉



高炉スラグ微粉末

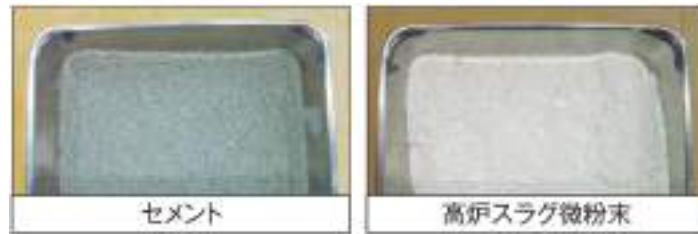


# 低炭素型のコンクリート「クリーンクリート®」

【大林組】

## ◆ 提案技術のポイントと具体的

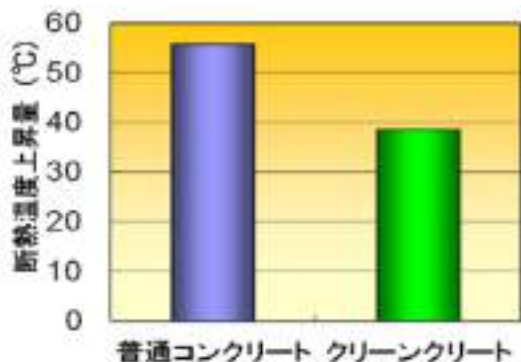
- ・セメントの大部分を高炉スラグ微粉末などに置き換え、CO<sub>2</sub>の排出量を60～80%低減可能
- ・低アルカリであることを活かし、**再生骨材や回収骨材を併用し**、資源循環型との両立を実現



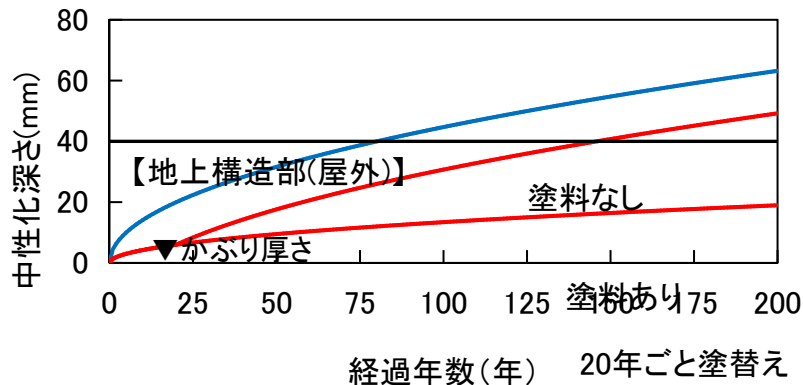
使用材料の一例

## ◆ 会場での建設工事への実装イメージ

- ・水和発熱を抑制でき、基礎などの大断面部材の地下構造部にも適用可能
- ・壁面仕上げ材クリヤ塗料で、中性化抵抗性を付与し、地上構造部にも適用可能



クリーンクリートによる水和発熱の抑制



クリヤ塗料による中性化抵抗性の付与

# NEDOムーンショット計画によるカルシウムカーボネートコンクリート「CCC」

【東京大学・清水建設他】

## カルシウムカーボネートコンクリート (CCC)

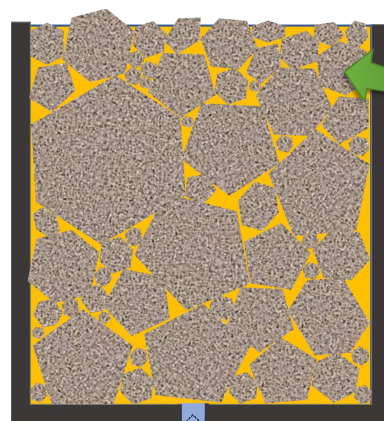


## CCCの製造原理

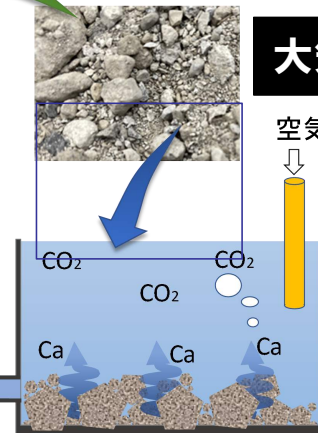
→CaとCO<sub>2</sub>を原料として結合材にする  
= 石灰岩に戻す反応を利用する

### 新しいコンクリートの骨材に

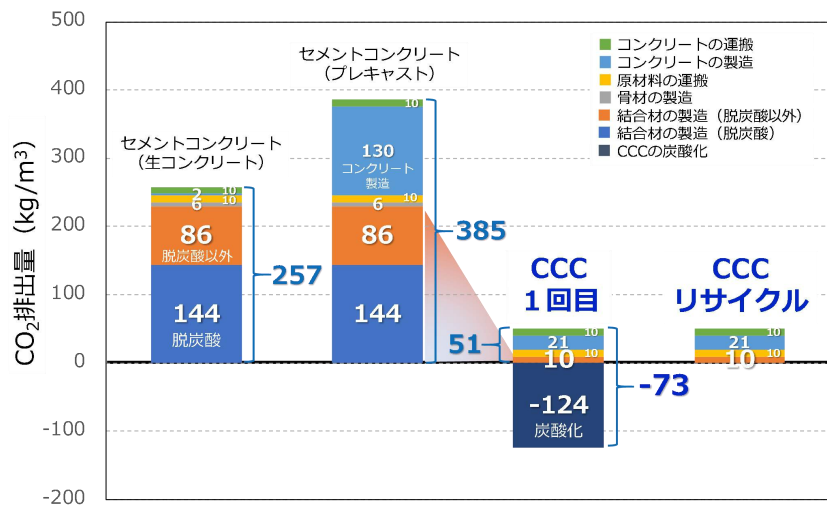
廃コンクリート  
= 貴重なCa資源



### 大気中のCO<sub>2</sub>を資源化



## CO<sub>2</sub>排出量の比較



- カーボンニュートラルの実現
- 完全な資源循環の実現

### 3.カーボンニュートラルへ (4) ブルーカーボンへ



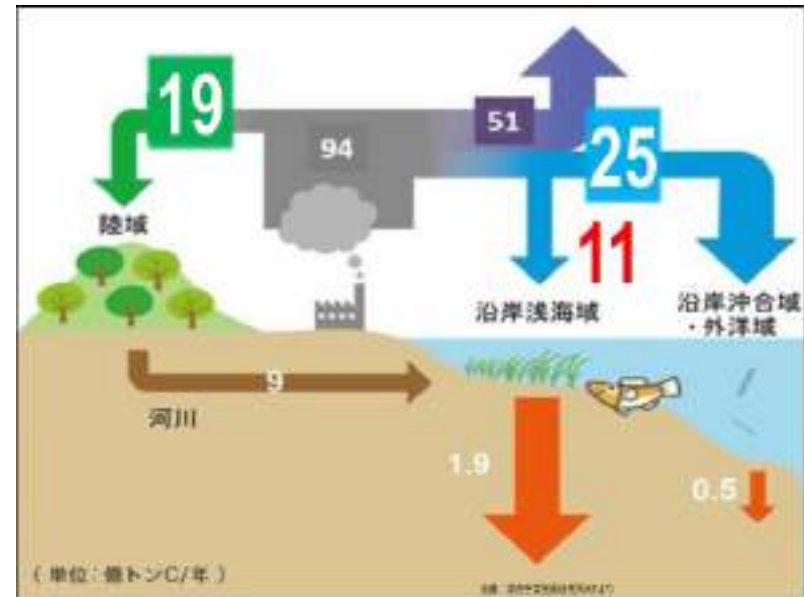
# ブルーカーボンと は

- 2009年10月に国連環境計画(UNEP)の報告書において、海洋生態系に取り込まれた(captured)炭素が「ブルーカーボン」と命名され、吸収源対策の新しい選択肢として提示
- 四方を海に囲まれた日本にとって、沿岸域の吸収源としてのポテンシャルは大きい。ブルーカーボンの活用にあたっては、その評価方法や技術開発の確立が重要

## ブルーカーボン生態系における CO<sub>2</sub>吸収の仕組み(概念図)



## 炭素循環のイメージ



排出された二酸化炭素のうち、一部が陸域(19億t-C/年)や海洋(25億t-C/年)に吸収  
※日本の沿岸域では130~400万t-C/年と試算

出典: 港湾空港技術研究所HPより

# 対象となる海洋生態系：藻場(もば)、干潟、マングローブ

## 「藻場」

大型藻類や海草が、濃密で広大な群落を形成している場所  
(環境省自然環境保全基礎調査では、「面積1ha以上、水深20 m以浅」の群落)

### 「海草(うみくさ)藻場」

- ◆ 主に温帯～熱帯の静穏な砂浜や干潟の沖合の潮下帯に分布
- ◆ 代表的な海草：アマモ、コアマモ、スガモ



### 「海藻(うみも)藻場」

- ◆ 主に寒帯～沿岸域の潮間帯から水深数十mまでの岩礁海岸に多く分布
- ◆ 代表的な海藻  
緑藻…アオサ  
褐藻…コンブ、ワカメ等



## 「干潟」

- ◆ 海岸部に砂や泥が堆積し勾配がゆるやかな潮間帯の地形。水没～干出を繰り返す
- ◆ 環境省の定義では「干出幅100 m, 干出面積1ha, 移動しやすい基質(砂、礫、砂泥、泥)



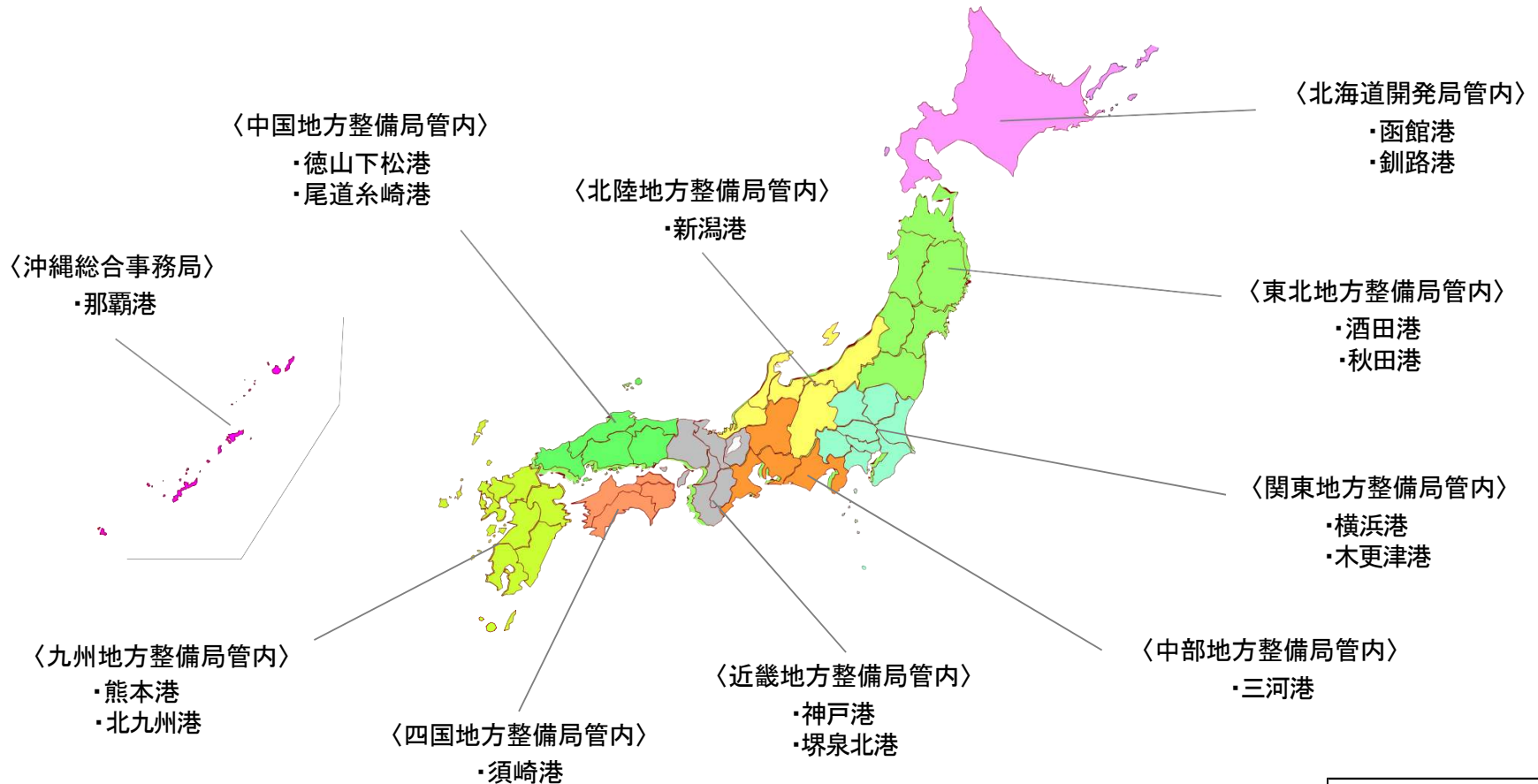
## 「マングローブ」

- ◆ 熱帯、亜熱帯の河川水と海水が混じりあう汽水域で砂～泥質の環境に分布。国内では鹿児島以南の海岸に分布
- ◆ 代表的なマングローブ植物：  
オヒルギ、メヒルギ、ヤエヤマヒルギ



○全国の港湾において、港湾工事で発生した浚渫土砂の有効活用や環境に配慮した生物共生型港湾構造物の整備等の取組を進めてきた。

○今後もこれら取組を通じ、多様な主体の連携による港湾の環境整備に取り組む。



凡例: ○○港



# ブルーカーボンブロック

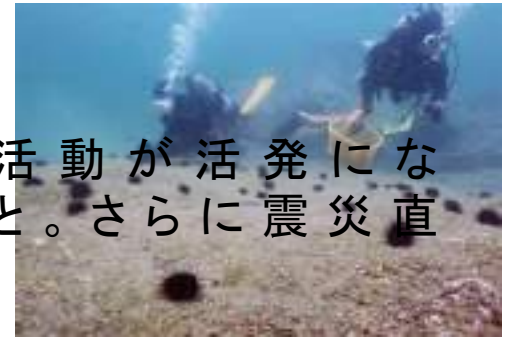
栄養塩等を継続的に供給可能な藻場ブロックの開発

# 背景

東北地方の太平洋岸(三陸)は、黒潮、親潮および津軽暖流等の寒暖流が交り、植物プランクトンが大量に発生することにより、多種多様な水産資源の生産性が高まることから世界三大漁場に数えられるほどの豊かな漁業資源を有している。このため、漁業関係者は三陸の海から多くの恩恵を授かってきた。ところが、近年、海藻がなくなる「磯やけ」が発生し、浅場生態系の環境への影響を危惧している。とくに東日本大震災以降、この現象は顕著になっている。

## 「磯やけ」の原因

- ①海水温上昇の影響により栄養塩(窒素, リン)の豊富な親潮の南下が滞り、海水が貧栄養状態となったこと
- ②同様に海水温の上昇に伴い冬季のウニの活動が活発になり、1~2月の海藻の稚苗を食い荒らしていること。さらに震災直後に漁ができず、ウニが大量発生したことも影響。「食害」
- ③森林からの川を介して供給される鉄イオンが減少したこと。



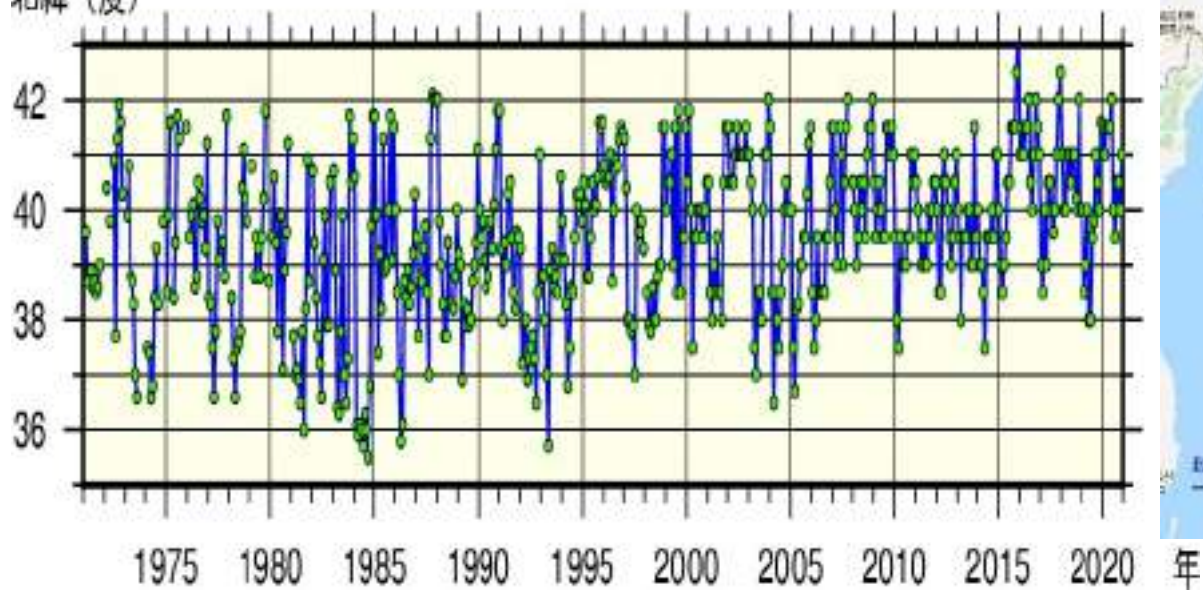
岩手・大船渡市の海底<sup>2</sup>  
(日本経済新聞)

令和3年3月1日 気象庁発表  
(次回発表予定 令和4年2月28日)

## 栄養が豊富な親潮が南下しない

[https://www.data.jma.go.jp/kaiyou/data/shindan/b\\_2/oyashio\\_exp/oyashio\\_exp.html](https://www.data.jma.go.jp/kaiyou/data/shindan/b_2/oyashio_exp/oyashio_exp.html)

北緯 (度)



日本東方海域における月ごとの親潮の南限位置の経年変動



# ブロックの構造



今回開発したコンクリート製藻場ブロックには透水性(透水係数 $1 \times 10^{-2} \text{cm/sec}$ 程度)の $300 \times 300 \times 100 \text{mm}$ のポーラスコンクリートを4枚組み込んでいる。これにより、水中への放出される鉄イオンや栄養塩の急激な拡散速度をコントロールするものである。さらに、鉄イオンや栄養塩濃度が低下した場合、横穴からキレート剤および栄養塩を追加供給することが可能であり、これまでは一過性であった鉄分や栄養塩の恒常的供給が可能となり、海藻の安定的な成長を持続できる。



鉄鋼スラグ



食品用クエン酸  
(キレート剤)

- 二価鉄は大気や水に触れるとすぐに酸化されて、三価鉄となり、難溶性となるが、二価鉄を有機酸等で包み込んだキレート鉄は酸素が触れることがなくなり、二価鉄のまま存在する

鉄イオンの溶解度 (g/L) 東京大学・吉村教授

	pH = 7.0	pH = 8.0
Fe(II)	4.46	$4.46 \times 10^{-2}$
Fe(III)	$2.23 \times 10^{-15}$	$2.23 \times 10^{-18}$

$\text{Fe}^{3+}$ は、水に溶けにくい。



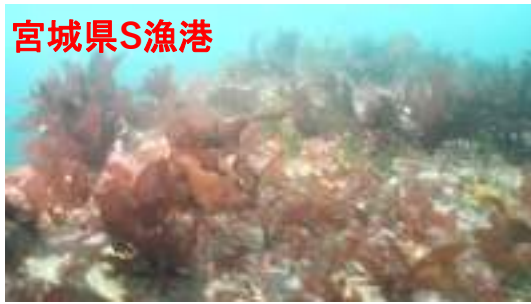
## 栄養塩等を継続的に供給可能な藻場ブロック



ブロック1個  
当たり150kg  
の海藻が生  
え、約20kgの  
CO<sub>2</sub>を固定。



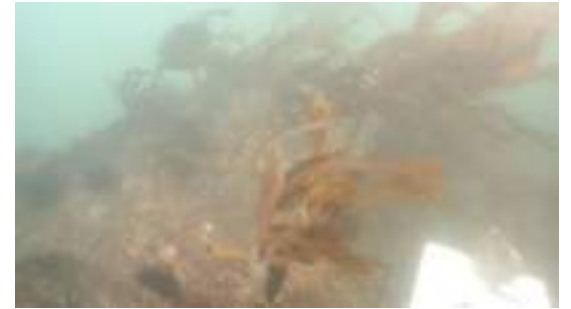
宮城県S漁港



1.5年



1年



3年



1.5年



1年



3年



1.5年



1.5年



3年

普通セメントは製造時に760kg/トンのCO<sub>2</sub>を排出していることから、普通セメントを用いた場合、ブルーカーボンを獲得しても相殺されてしまいます。



以下の機能を有する

- ・ウニプロテクター
- ・透水孔
- ・シリカ
- ・表面の凹凸



再生骨材L



ジオポリマー

## コンクリート材料の検討

### ①再生骨材の利用

- ・再生骨材は耐久性が低く、高い強度が望めないが、海水中ではその影響が少ない。
- ・未水和反応のモルタルが多く、中性化によりCO<sub>2</sub>を固定できる。

### ②再生セメントの活用

コンクリートの中には未水和のセメントが残っており、これから再生セメントを製造できれば、環境負荷の低減につながる。

### ②ジオポリマーの活用

セメントは製造時に760kg/トンのCO<sub>2</sub>を発生していることから、接合材としてジオポリマーを用いる。これによりCO<sub>2</sub>の排出量は約1/4まで抑えられる。

ご清聴ありがとうございました