

## 再生骨材元年

### JIS 改正契機にコンクリートの循環利用

柴谷啓一

再生骨材コンクリート普及連絡協議会 (ACRAC) ・会長

キーワード：ASR、塩化物量、L の検査頻度とスランプ等、M の混合骨材化、5308 工場の JIS 併用取得

#### はじめに

再生骨材、再生骨材コンクリートの JIS 制定から今年度で早くも 2 回目の改正を迎える。今回の改正が漸く普及に繋がる内容になり、ACRAC ではこれによってより広報活動に励む要因となった。再生骨材もいよいよ普及拡大の段階に至ったので、再生骨材元年としての出発点を迎えた実感している。

そこで、生産者側から見た普及拡大につながる JIS 改正のポイントとその波及効果について簡単に紹介したい。

#### 1. ACRAC(再生骨材コンクリート普及連絡協議会) とは

今から 20 数年前、骨材製造業者は解体されたコンクリート塊を再利用するため再生骨材(砂利・砂)を抽出する技術開発に取り組み、ある程度品質の高い骨材の抽出に成功していた。その時期に符合するように、通産省・建設省(現経済産業省・国土交通省)でも今後大幅な増加が予想されるコンクリート副産物について再骨材化に関する制度的及び品質的な利用基準の整備に着手した。再生骨材コンクリート利用の機運が全国的に高まったのは JIS が制定された 2005 年からであり、現在では H、M、L の 3 種類の JIS について 2 回の改正が終了している。

しかし、JIS が制定されても再生骨材コンクリートが実際に使用されるのは土木工事や建築工事であり、仕様書に記載がなけれ

ば採用されず、対応するには諸制度、規格及び制定年号等あらゆる問題を解決する必要があった。そこで、全国のコンクリート用再生骨材製造業者に呼びかけ、再生骨材コンクリート普及連絡協議会 (ACRAC) を 2010 年に発足させ、法的な問題を解決することと土木・建築工事標準仕様書に再生骨材コンクリートの JIS を明記することを目標として組織的な運動を展開し、行政への働きかけを粘り強く行ってきた。そして、建築基準法告示が改正され、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)が改正され、一部ではあるが地方公共団体の公共工事仕様書に記載されたことによって、再生骨材コンクリートは公共工事採用への隘路解消が見えてきた。

再生骨材コンクリートは原料が使用済みコンクリート塊であることから、ACRAC では品質に対する信頼性と安全性を確保するために品質監査制度を設けた。この運用では会員の製造工場に出向き、品質及び管理体制を監査し、製品の抜取試験を実施している。その監査結果は学識経験者、行政関係者、研究機関、ユーザー関係者、業界関係者及び ACRAC 監査委員で構成された再生骨材コンクリート委員会で審査し、合格した製造工場には○適マークを付与している。

現在では北海道から九州まで 34 社に及ぶ会員が加盟しており、○適マーク取得工場は 9 社ある。

# 特集 2

コンクリート用再生骨材に関する基準制定の経緯は下記(図1)に記したとおりである。

1977	「再生骨材および再生コンクリートの使用基準(案)・同解説」	(社)建築業協会
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)」	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	TR A 0006「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	「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)等」	(社)JCI 北海道支部 リサイクル研究委員会
2003	JASS 5「再生骨材品質」規程	(社)日本建築学会
2005	JIS A 5021「コンクリート用再生骨材H」	経産省
2005	「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	JIS A 5023「再生骨材Lを用いた再生コンクリート」	経産省
2007	JIS A 5022「再生骨材Mを用いた再生コンクリート」	経産省
2011/12	JIS A 5021・5022・5023 第一回改正	再生骨材 JIS 改正原案作成委員会
2016	「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」 JIS を明記	国交省 国官技第379号
2018	JIS A 5021・5022・5023 第二回改正	再生骨材 JIS 改正原案作成委員会

図1 コンクリート用再生骨材に関する基準制定の経緯

## 2. 再生骨材コンクリートの JIS 規格化

環境の保全を図り、資源の枯渇を抑制し、廃棄物を削減するため、コンクリート塊を再生骨材コンクリートへ再資源化する再生骨材コンクリートの JIS の規格化が行われた。2005年には再生骨材の製造において高度な処理を施し、普通骨材と同等な品質基準として使用できる再生骨材 H の JIS A 5021、翌2006年には高い強度及び耐久性が要求されない部位に使用できる再生骨材 L を用いたコンクリートの JIS A 5023、更に、2007年には高度処理までには至らないまでも、乾燥収縮や凍結融解の影響を受けにくい構造用コンクリートに使用できる再生骨材 M を用いたコンクリートの JIS A 5022 が規格化された。コンクリート用再生骨材においては、その普及前に品質の基準を明確にしておかないと再生骨材の製品の品質が多様化して実用化に際して混乱が生じる懸

念があることから普及前に JIS の規格化が進められたのである。

コンクリート用再生骨材の JIS で取り決められている概要を確認したい。JIS で制定されている各再生骨材の物理的性質の規格値は下記(図2、図3)の通りである。

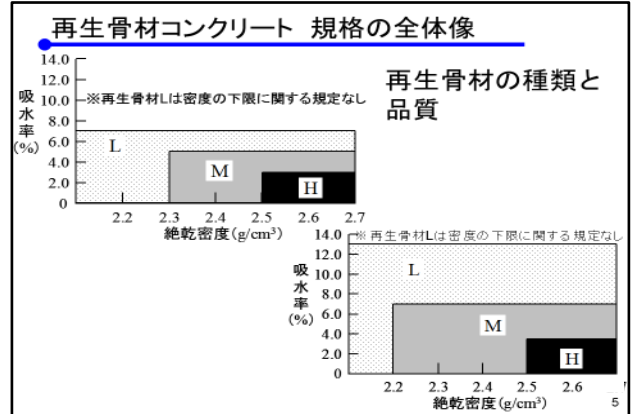


図2 再生骨材種類別品質

再生骨材コンクリート 規格の全体像			
再生骨材の種類とコンクリート用途			
	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 細骨材 3.5%以下	5%以下 7%以下	7%以下 13%以下
想定する主な用途	特に制限無し (JIS A 5308と同様の利用を想定)	杭、耐圧版、基礎梁、鋼管充填コンクリートなど 乾燥収縮や凍結融解を受けにくい構造部材	捨てコン等の高い強度 や高い耐久性が要求されない部材
呼び強度	18~45を想定(JIS A 5308で規定の予定)	18~36	標準品: 18 仕様発注品の上限: 24
JIS規格の形態	骨材の規格	コンクリートの規格	コンクリートの規格
発行	「JIS A 5021」 2005年3月	「JIS A 5022」 2007年3月	「JIS A 5023」 2008年3月

5021: 2011改正  
5022・5023: 2012改正

再生骨材の品質範囲

再生骨材コンクリートの用途

図3 再生骨材種類別用途等

これらはいくまで物理的性質の内容であり、この品質に見合う製造機器に関してはメーカーを交え日々各社において開発に取り組んでいるのが現状である。JIS で定められている上記の物理的性質以外の骨材試験項目については下記(図4)となる。

- ・不純物量
- ・粒度 ・粗粒率 ・粒径
- ・微粒分量
- ・塩化物
- ・アルミ亜鉛片
- ・ASR 等

図4 物理的性質以外の試験項目

# 特集 2

## 3. 改正のポイント

JIS 改正は、詳細な点を含めると多岐にわたるが、この項では ACRAAC が注目している点を以下の 5 つのポイントとして整理し、解説を加える。

- 1) ASR(アルカリシリカ反応)
- 2) 塩化物量
- 3) L の検査頻度とスランプ等
- 4) M の混合骨材化
- 5) JIS A 5308 工場の JIS 併用取得

### 1) ASR(アルカリシリカ反応)

本来コンクリート用の骨材は ASR 試験で無害の判定を行って区分を明示する規定がある。無害でない判定 (B 区分) の骨材を使用する場合は、ASR 抑制対策を施して対応しなければならない。再生骨材の場合においても同様で、無害の判定を下すためにはあるロット単位で製造した骨材の ASR 試験を行うが、その前に再生骨材には特有な特定作業が義務づけられている。これは過去に建てられた構造物のある単位で打設会社が複数ある場合、骨材の種類が異なる可能性を確認する必要があるからで、構造物の解体前に階層部位ごとにコア抜きを行わなければならない。過去の構造物の打設記録から ASR 区分が判断できれば良いが、50 年～60 年以前の構造物では記録の保存がない。しかも、骨材生産業者が構造物解体前に施主側にコア抜作業の了承を得るのは極めて難しく、従来は特定作業が出来ないことで B 区分の骨材としてしか扱われなかった。

今回の改正では、この特定作業に現実的な方法が追加された。既に解体されている構造物は通常人頭大コンクリート塊で中間処理施設に持ち込まれる。その際、発生地、施主、運搬車、運搬会社、積荷形状、種類等を記載するマニフェストが義務づけられている。1 車両に 1 枚、10 t 積載車ならコンクリート塊 6 m<sup>3</sup>に一枚提出される。このマニフェストを利用すれば搬入元や搬入構造物が特定でき、1 車両ごとに骨材の特定作業を行うことで解体前の構造物コア採取よりも特定する頻度が確実に増加し、より安全で正確な結果が判明するとされた。そこで今回の改正では特定作業の種類において 10

t にか所以上の特定作業で可能という項目が追加され、より詳細でより安全な特定方法となった。また、大型車両で持ち込まれる大コンクリート塊であっても、6 m<sup>3</sup>にか所以上の作業をすればより頻度が増すことになる。コア採取の特定方法は、コア断面の骨材が削られ特定し易い利点を持っている。解体塊の特定方法はセメント紛体が骨材を覆い判断しづらいとの意見があったが、その部分だけ水で少し洗うと明瞭な骨材外形が浮かび上り、特定作業が可能と実証された。この追加により、B 区分となっていた H 骨材をはじめ、ASR 抑制対策として使われた高炉スラグ、フライアッシュ等によって強度の制限を余儀なくされてきた M 骨材についても A 区分の骨材として使用可能になった。この A 区分骨材は、レディーミクスト工場が再生骨材を受け入れていく大前提でもある。どの工場であれ B 区分の骨材を積極的に原料として購入し使用することは考えにくく、B 区分では販売が拡販できないことに繋がる。構造部材に使用しない L であっても、納入先の指定があれば A 区分を出せることは、取引上有利に働き使用拡大に大いに寄与する要因となる。

### 2) 塩化物量

現行の JIS では、再生骨材の付着モルタルの関係上、溶出する塩化物量は全塩化物量に対して H では 3/4、M、L では 1/4 と考えられ、塩化物イオン濃度の測定値からそれぞれ 4/3 倍、4 倍の値を採用しなければならないと規定している (図 5)。

#### JIS A 5022の改正ポイント

※フレッシュコンクリート中の水の塩化物イオン濃度の試験では、直ちに練混ぜ水に溶出する塩化物は全塩化物イオン量の4分の1程度に過ぎない。そこで、フレッシュコンクリート中の水には、セメントの全塩化物イオン量、及び再生骨材Mの全塩化物イオン量の4分の1が溶出すると仮定し、再生骨材コンクリートMの塩化物含有量を算定

再生骨材Hの4/3、再生骨材Lの4倍に対して、再生骨材Mの倍率を見直ことが出来ないか？

ACRAAC所属会員の製造する再生骨材L・Mクラスで塩化物量試験値の差の検証や実験を行ったが、規定の改正には、更にデータの収集が必要と判断。

図 5 溶出した塩化物イオン濃度の測定



# 特集 2

これは工程上の都合からいち早く塩化物量を求める手法として採用されていたのだが、今回全塩化物試験（JIS A 1154（硬化コンクリート中に含まれる塩化物イオンの試験方法、pH調整規定済、全塩化物量抽出可）が追加採用され、塩化物の絶対値が明らかになるため4倍や4/3倍することで基準値内に収まらない懸念を解消できるようになった。従って、普通コンクリートで取り扱われているのと同様にセメント量の抑制対策の計算にも利用でき、各クラスにおける骨材使用が幅広く利用し易くなったといえる。また、本来MとLの付着モルタル量には当然差があるのだが、Lの安全率4倍をMにも適用するのは過大であるため、ACRACで検証試験及び実験を行った。しかし、結果はデータのばらつきが多く、更に多くのデータ収集が必要と判断された。

その際、参考資料として沿岸付近で築23年間飛来塩分を受けたコンクリート構造物（防護壁）を分析したのだが、結果は、塩化物の浸透は促進されておらず、数10年を経ても低塩化な良質なコンクリートのままであった。これは日本のコンクリート構造物の品質が如何に高品質（対塩化物）かを証明している結果となった。

### 3) Lの検査頻度とスランプ等

再生骨材コンクリートLの改正では、骨材でなくコンクリート試験に注目すべき改正が行われ、その内容が普通コンクリートや再生骨材コンクリートMに極めて近いものとなった。スランプに10、12cmを追加することで（図6）、普通コンクリートと同様のスランプを指定できるようになった。

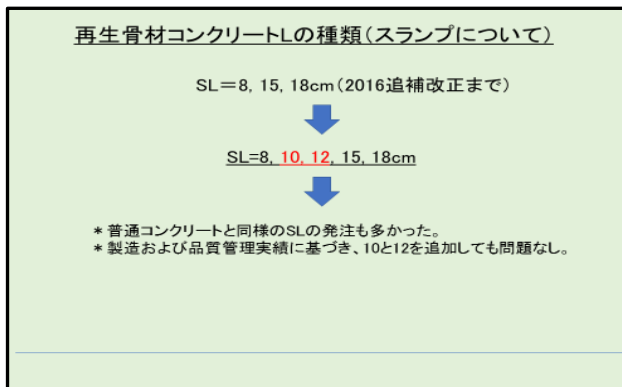


図6 スランプの追加

次に検査頻度についても試験場所が工場出荷時でも可能となり、圧縮強度も種類ごとではなく（図7）のように150 m<sup>3</sup>単位で1回に改正された。また、（図8）のように前回までのLコンクリートの種類であった「塩化物規制品や仕様発注品」が廃止され、指定項目で対応することになった。

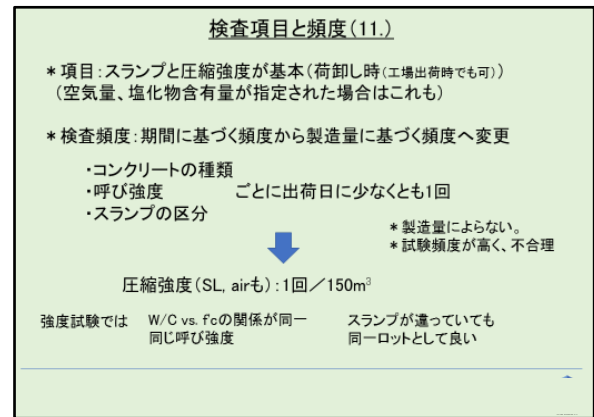


図7 検査頻度

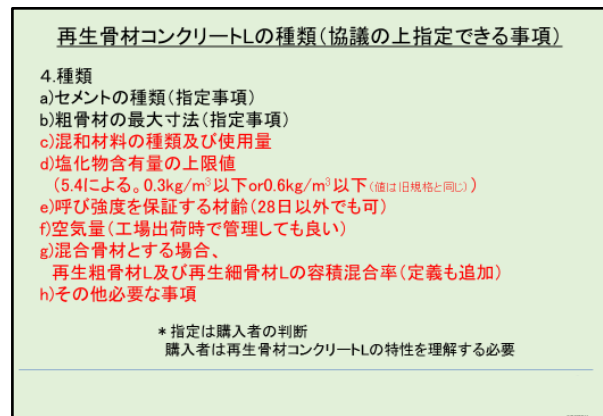


図8 指定事項種類

大きくは以上であるが、Lのコンクリート製造に関しては、レディーミクスト工場が実施している検査等と同様の内容になっており、5)で述べるレディーミクスト工場の再生JISを取得できる環境が整ったと理解している。

### 4) Mの混合骨材化

今回改正の最大といえる項目である。これは、M骨材が単体でM基準を満たす骨材のみでなく、Lと天然骨材の混合した骨材を認める混合の骨材化が明記された（図9）。これはL骨材や天然骨材が入手できれば、LのJIS工場及びJIS A 5308普通コンクリート工場がMのJISまで取得できる

# 特集 2

ことを意味する。JISL 工場で製品（商品）の種類が増えることは、各工場の販売戦略に大きく寄与でき、再生骨材 L の製造工場にとっては、販売対象先が JISA5308 工場にも広がる画期的な拡販に繋がることになる。

また、JIS A 5308 工場では、入手した骨材 L で JIS の L、M が取得でき、製（商品）のレパートリーが増加し、販売促進の一環になると考えられる。

ただ、混合した骨材の品質を確保するために、上限値が決められており、骨材 L の混合は容積比で粗骨材 50%、細骨材 30% としている（図 10）。これは、名城大学道正教授の置換法管理手法のデータ、骨材の相対吸水率の変動による W/C 別圧縮強度、乾燥収縮、中性化の結果によるものである。

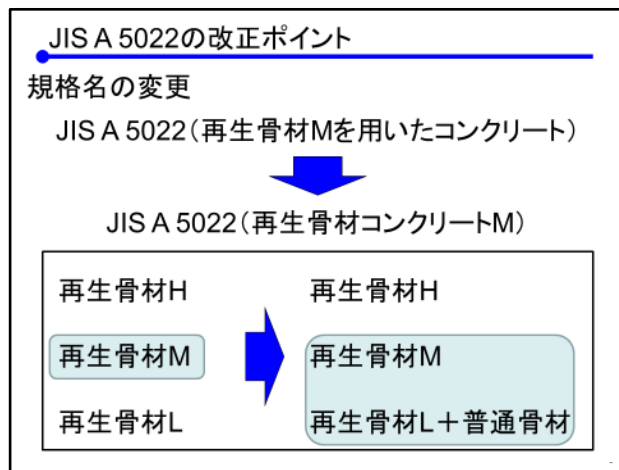


図 9 M 骨材の種類

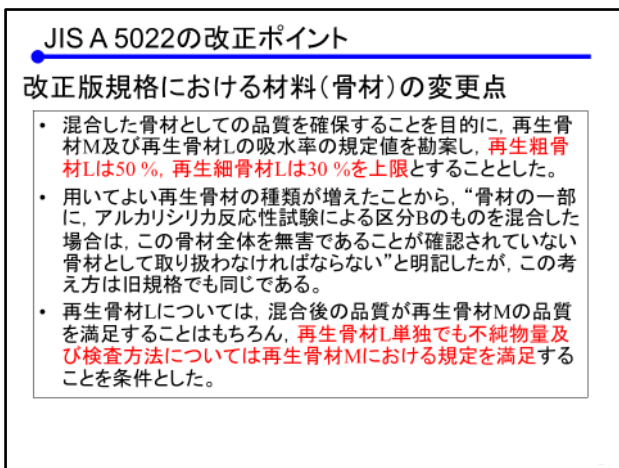


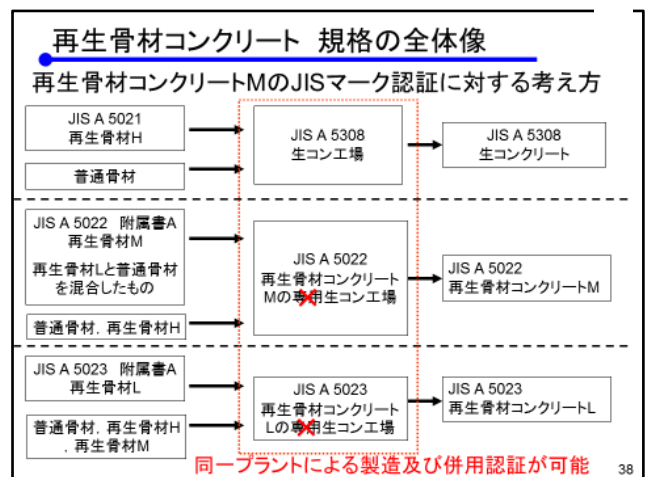
図 10 混合上限値

## 5) 5 JIS A 5308 工場の JIS 併用取得

改正前の再生骨材コンクリートに関する解説書では専用工場が望ましいという図が掲載されていたところから、再生骨材コンクリートの JIS は JIS A 5308 レディミクストコンクリート製造工場では取得できないと解釈されていた。今回の改正では、解説において取得可能が明記されており、3) で示されている L 骨材が受け入れ可能ならば、普通コンクリート工場は JIS A 5022、JIS A 5023 の再生骨材コンクリートが製造可能となる。

これは、高い強度や耐久性の要求されない捨コンクリートや環境配慮型コンクリートとして、M、L の製品（商品）レパートリーを増やすことで販売拡大に繋がるだけでなく、環境に配慮した企業イメージ向上としてのメリットがある。また、L 骨材製造工場にとっても、路盤材だけでなく管理された L 骨材製造によって得意先がコンクリート工場など今までなかった販売先（顧客）を獲得することで、販売シェア拡大が期待できる。

このことは、既存のレディーミクスト工場と再生骨材コンクリート製造工場の距離を一挙に縮め、全国のコンクリートの種類の中に再生骨材コンクリートが浸透して行く大きな契機となるものである。



## 4. JIS 改正のまとめ

再生骨材の利用者側から JIS 改正による再生骨材の流れを単純化すると、図 11 のように整理することができる。原骨材の段階

# 特集 2

で再生骨材を特定する判定を行い、ASR 試験を経て A 区分となれば、全塩化物量試験を行って普通骨材と同等の扱いにすることが可能である。この場合、L 骨材の製品については、検査頻度も普通生コンクリートとほぼ同等で特別な事をしなくて良く、手間が省けることになる。M 骨材については骨材の安心度も高く、L は、普通骨材との混合で M 骨材が可能になる。

しかし、B 区分の判定となると ASR 対策としてセメント量や種類制限等が必要になり、手間がかかることになる。

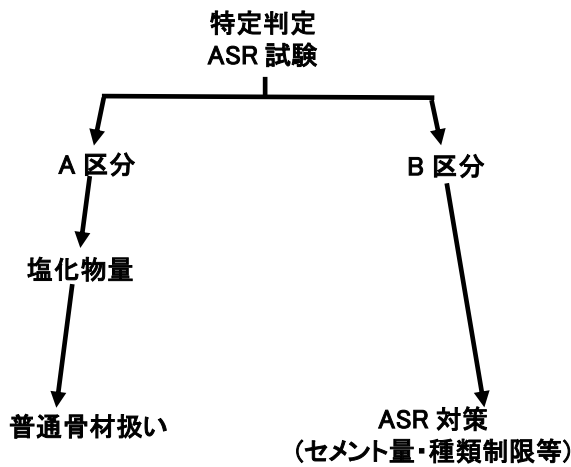


図 11 JIS 改正による再生骨材の流れ

次に、JIS 改正によるメリットをまとめる。

## 1) ユーザー共通のメリット

再生骨材コンクリートを利用するユーザーにとっての JIS 改正のメリットをまとめるとき次のようになる。

- ①リサイクル率が向上するので、環境負荷の低減に寄与し、企業のイメージアップにつながる
- ②骨材の購入価格が減少するので、収益率が向上する
- ③製品（商品）のレパートリーが増加するので顧客の要望に即した製品を提供できる

## 2) 再生骨材工場のメリット

- ①ASR 及び塩化物の試験に対応することによって、再生骨材工場は普通生コンクリート及び普通コンクリート二次製

品工場など関連企業が拡大し得意先の増加につながる

- ②再生骨材の売り上げが増加する
- ③再生骨材のユーザーにおいては、L 製造だけで JIS の M 取得が可能なので、増産につながる

## むすび

今回の JIS 改正は、コンクリートに関わる異業種が関連する業界間の距離を縮めるだけではなく、融合させる可能性を秘めた変更であって、再生骨材コンクリートの普及・拡大に極めて有効な改革であるので、これをもって再生骨材元年とも言っても良い程の内容である。

そこで我々はこの改正内容を各業界に広く広報、広宣する為、JIS 改正広報活動全国展開行動開始年度として元年と位置づけ、一層の活動強化を図ってゆく所存である。

それには、ACRAC としては、既存のレディーミクスト工場の工業組合をはじめ、コンクリート塊路盤材製造工場の組織、天然砂利や天然砕石の協会のなど、各業界に広く JIS 改正案を解説し、再生骨材への理解が全国津々浦々まで行き渡り、種々の骨材が適材適所に使用されること(図 12)が当然とされる社会が構築されるまで、ACRAC 全会員で活動していきたいと考えている。

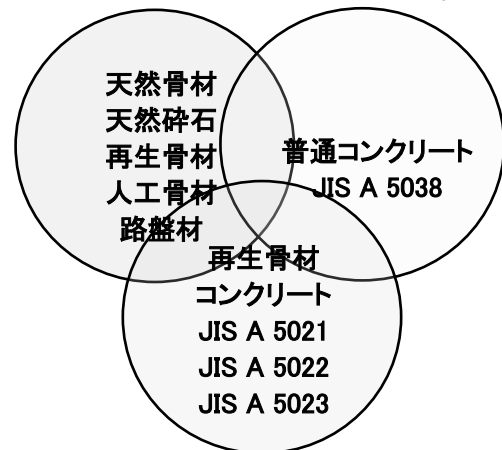


図 12 コンクリート用の骨材を俯瞰して適材適所に幅広く活用

\* 前述の図は第 6 回 ACRAC 技術認定講習会にて御講演された

東京大学 野口貴文 先生

明治大学 小山明男 先生

首都大学東京 上野敦 先生

の講演内容から引用したものである。