再生骨材および再生骨材コンクリートに関する JIS 規格

野口 貴文^{*1}・小山 明男^{*2}・鈴木 康範^{*3}

概要 再生骨材または再生骨材を用いたコンクリートに関する3種類のJISが、日本コンクリート工学協会の調査研究活動を基に、2005年から2007年にかけて制定された。本稿は、制定されたJISの体系およびその内容について解説するものである。

キーワード：コンクリート廃材，再資源化，再生骨材，再生骨材コンクリート，JIS

1. はじめに

高度経済成長期に建設された多数のコンクリート構造物のうち、あと数年で陳腐化または劣化により寿命を迎えて解体される可能性のあるものは少なくない。また、これまで解体コンクリートの主な再利用先であった道路建設も、公共工事の縮減に伴い減少の一途をたどっている。これらの推察を踏まえると、数年後には、路盤材として賄いきれないコンクリート廃材が発生することが見込まれる。そのような状況下、日本コンクリート工学協会は、経済産業省より「建設廃棄物コンクリート塊の再資源化に関する標準化調査研究」の委託を受け、2002

年度から4年間（委託期間は3年間）、コンクリート廃材をコンクリート用骨材として再利用するために必要となるJISの整備を目的として委員会を設置して調査研究活動を行った。その成果は、2005～2007年にかけて制定された再生骨材または再生骨材を用いたコンクリートに関する3種類のJISとして結実した。本解説では、制定されたJISの概要を紹介することとする。

2. 再生骨材に関するJISの体系^{1), 2), 3)}

構造物の解体等により発生したコンクリート廃材の処理工程は図-1に示すように分類され、各工程の処理方法に応じて品質・用途の異なる製品が製造される。処理

図-1 コンクリート廃材の処理工程

*1 のぐち・たかふみ／東京大学 大学院工学系研究科 准教授（正会員）

*2 こやま・あきお／明治大学 理工学部 建築学科 准教授（正会員）

*3 すずき・やすのり／住友大阪セメント(株) セメントコンクリート研究所 グループリーダー（正会員）

図-2 再生骨材に関する JIS の体系

図-3 再生骨材の絶乾密度・吸水率の範囲

段階を増やしたり処理を高度化したりすることにより、残存するセメント硬化体の量が減少し、密度が大きく吸水率の小さい再生骨材を得ることができるが、必要なコストおよびエネルギーは増大し、副産微粉も増加することとなる。JIS は、コンクリート用に利用される全ての再生骨材が網羅されるべく、図-2 に示すように体系化されている。通常の天然骨材と同等の品質を有する高品質再生骨材であるコンクリート用再生骨材 H (以下、再生骨材 H) は、JIS A 5308 (レディーミクストコンクリート) の附属書 1 で碎石・砕砂や砂利・砂と同様に扱われることが意図されたため、骨材のみの規格、すなわち JIS A 5021 (コンクリート用再生骨材 H) として制定されているが、中品質再生骨材であるコンクリート用再生骨材 M (以下、再生骨材 M) および低品質再生骨材であるコンクリート用再生骨材 L (以下、再生骨材 L) は、JIS A 5308 には組み込まれず、それぞれを用

いたコンクリートは JIS A 5022 (再生骨材 M を用いたコンクリート) および JIS A 5023 (再生骨材 L を用いたコンクリート) というように独立した規格となっている。再生骨材の品質を規定する最も基本的な指標である密度と吸水率の範囲を種類ごとに示すと図-3 のようになる。

3. 高品質再生骨材 (再生骨材 H) の JIS 規格¹⁾

3.1 再生骨材 H の定義、種類および品質

再生骨材 H は、「構造物の解体などにより発生したコンクリート塊に対し、破碎、磨砕、分級等の高度な処理を行って製造したコンクリート用再生骨材」と定義される。高度な処理とは、原骨材に付着したセメントペーストを除去するための処理であり、現在実用化されている除去方法としては、コンクリート塊を加熱してセメントペーストを脆弱化させた後に磨砕する方法や機械的にコ

Japanese Industrial Standards of Recycled Aggregate and Recycled Concrete using Recycled Aggregate

By T. Noguchi, A. Koyama and Y. Suzuki

Concrete Journal, Vol.45, No.7, pp.5~12, Jul. 2007

Synopsis Utilization of recycled aggregate has been of great interest to researchers and engineers in construction fields and remarkable progress in research on its property as a construction material has also been obtained recently. However, for promoting more usage of the recycled aggregate for construction, standardization on its quality is indispensable. Therefore, Japanese Industrial Standard of recycled aggregate and recycled concrete using recycled aggregate was stipulated from 2005 to 2007. This paper reports on the overview of the Japanese Industrial Standards.

Keywords : recycled aggregate, recycled concrete using recycled aggregate, Japanese Industrial Standards

ンクリート塊を磨砕する方法などがある。コンクリート製杭やコンクリート製管など、比較的密度の高い骨材を用いた高強度コンクリートを簡単に破碎して製造される再生骨材は、高密度・低吸水率となる可能性が高いが、セメントペーストを大量に含むおそれがあるため、コンクリートに導入されるアルカリ量が多くなるとともに、乾燥収縮ひび割れを生じやすくするおそれがあるため、JIS A 5021 の対象外となっている。また、十分に硬化していないコンクリートは水分を多く含んでいるので、破碎装置にセメントペーストが付着する可能性が高く、破碎・磨砕能力の低下を招くおそれがあるので、再生骨材 H の原料として用いない方がよい。

3.2 種類、品質、試験方法および検査方法

再生骨材 H は、通常の骨材と同様に、粗骨材と細骨材の 2 種類に分けられるとともに、表-1 に示す粒度区分およびアルカリシリカ反応性による区分が設けられている。粒度範囲が広くなり過ぎると製造・貯蔵段階で粗粒と細粒とが分離しやすくなるため、再生粗骨材 H には 4005 という粒度区分はなく、4020 と 2005 の 2 区分を混合して用いることとなる。

再生骨材 H は、コンクリートの品質に悪影響を及ぼす不純物を有害量含んではならず、表-2 の規定に適合しなければならない。不純物量の試験方法については、JIS A 1141（密度 1.95 g/cm³ の液体に浮く粒子の試験方法）があるが、レンガ・タイル・金属片などを検知できないこと、試験に用いられる塩化亜鉛の濃厚溶液は試験者の皮膚に有害であること、および試験後の廃液処理に伴う環境汚染を生じる可能性があることを考慮して、限度見本による方法が採用されている。限度見本と比較される試料の最小質量は、再生粗骨材 H では粗骨材の最大寸法（ミリメートル表示）の 0.2 倍をキログラム表示した量であり、再生細骨材 H では 500 g である。

再生骨材 H の品質基準を表-3 および表-4 に示す。再生骨材 H の絶乾密度および吸水率の規定値としては、JIS A 5005 および JIS A 5308 附属書 1 に示される値が採用されている。ただし、骨材密度の変動は製造されるコンクリートの体積に影響するため、生産者と購入者の協議によって定められた絶乾密度に対して±0.1 g/cm³ 以内という許容差が規定されている。すりへり減量は、再生粗骨材 H を舗装版に用いる場合についてのみ 35% 以下と規定されている。また、安定性については、試験結果が付着ペースト量に左右されるため、再生骨材の凍結融解抵抗性を適切に評価できないこと、および安定性を満足した原骨材がコンクリート用骨材として使用されていることに鑑み、再生骨材 H では安定性は規定されていない。粗粒率の許容差に関しては、再生粗骨材 H ではフレッシュコンクリートの品質に悪影響を及ぼさない範囲に規定されており、再生細骨材 H ではスラグ細骨材の規定が準用されている。また、粒径判定実積率は

表-1 再生骨材 H の粒度による区分

区分	粒の大きさの範囲 mm	記号
再生粗骨材 H 2505	25～5	RHG 2505
再生粗骨材 H 2005	20～5	RHG 2005
再生粗骨材 H 1505	15～5	RHG 1505
再生粗骨材 H 4020	40～20	RHG 4020
再生粗骨材 H 2515	25～15	RHG 2515
再生粗骨材 H 2015	20～15	RHG 2015
再生細骨材 H	5 以下	RHS

表-2 再生骨材 H の不純物量の上限值

分類	不純物の内容	上限値(%)
A	タイル、れんが、陶磁器類、アスファルトコンクリート塊	2.0
A	ガラス片	0.5
C	石こうおよび石こうボード片	0.1
D	その他無機系ボード	0.5
E	プラスチック片	0.5
F	木片、紙くず、アスファルト塊等	0.1
	不純物量の合計（全不純物量）	3.0

表-3 再生骨材 H の物理的性質

項目	再生粗骨材 H	再生細骨材 H
絶乾密度 (g/cm ³)	2.5 以上	2.5 以上
吸水率 (%)	3.0 以下	3.5 以下
すりへり減量 (%)*	35 以下	-
微粒分量 (%)	1.0 以下	7.0 以下

*：舗装版に用いる場合に適用する。

表-4 再生骨材 H の粗粒率・粒形・塩化物量

項目	規定内容
粗粒率	再生骨材 H の粗粒率の許容差は、生産者と購入者が協議によって定めた粗粒率に対して±0.20 とする。
粒形	再生粗骨材 H の粒形判定実積率は、55% 以上でなければならない。また、その許容差は、生産者と購入者が協議によって定めた粒形判定実積率に対して±1.5% とする。 再生細骨材 H の粒形判定実積率は、53% 以上でなければならない。また、その許容差は、生産者と購入者が協議によって定めた粒形判定実積率に対して±1.5% とする。
塩化物量	再生骨材 H の塩化物量は、0.04% 以下でなければならない。ただし、購入者の承認を得て、その限度を 0.1% 以下とすることができる。

JIS A 5005 に準じて定められているが、複数の原骨材が混入すると粒形判定実積率が変動するため、コンクリートの品質の安定化を図ることを目的として、その許容差が規定されている。ただし、再生骨材 H を碎石・砕砂などと混合使用する場合には、生産者と購入者との協議によって粗粒率および粒径判定実積率の許容差を緩和することができる。塩化物量の上限值 0.04% に関しては、可溶性塩化物の試験では付着ペースト中のセメントに含まれる塩化物を全て検出できないため、経験に基づき、試験結果の上限値を 0.03% に規定するという対応がなされている。

再生骨材 H のアルカリシリカ反応性が無害であると

表-5 再生骨材 H のアルカリシリカ反応性が
無害となるための条件

再生粗骨材 H	1. 原粗骨材のすべてが、特定される。
	2. 原粗骨材のすべてが、試験成績書等またはアルカリシリカ反応性試験で無害と判定される。
	3. 再生粗骨材 H が、アルカリシリカ反応性試験で無害と判定される。*
再生細骨材 H	1. 原粗骨材および原細骨材のすべてが、特定される。
	2. 原粗骨材および原細骨材のすべてが、試験成績書等またはアルカリシリカ反応性試験で無害と判定される。
	3. 再生細骨材 H が、アルカリシリカ反応性試験で無害と判定される。*

*：原骨材のすべてが、アルカリシリカ反応性試験によって無害と判定された場合には、再生骨材 H のアルカリシリカ反応性試験を省略することができる。

判定されるためには、表-5 に示す条件がすべて満たされなければならない。再生骨材 H のアルカリシリカ反応性を区分 A として扱う場合には、原骨材が特定されていることが必要条件となるが、原骨材の特定については、解体構造物等の工事記録、原コンクリートの配合報告書、原骨材の試験成績書などによって原骨材の種類および産地または品名を明らかにする方法と、解体構造物等の事前調査において原コンクリートの一部を採取してその観察結果から原骨材の産地または品名が不明のまま特定する方法がある。

再生骨材 H の検査ロットの大きさは、生産者と購入者との協議によって種類ごとに決定することができるが、その最大値は 2 週間で製造できる量と規定されている。原骨材のすべてが特定される場合には、比較的品質の安定した再生骨材 H が製造されるが、原骨材が特定されない場合や種類・産地の異なる原骨材が混在する場合には、再生骨材 H の品質変動が大きくなる可能性があるため、原骨材のすべてが特定される場合よりも検査ロットの大きさを小さくする必要がある。

4. 中品質再生骨材（再生骨材 M）を用いたコンクリートの JIS 規格²⁾

4.1 再生骨材コンクリート M の定義および適用範囲

再生骨材コンクリート M を、「構造物の解体などによって発生したコンクリート塊に対し、破碎、磨砕、分級等の処理を行い製造したコンクリート用再生骨材 M を骨材の全部又は一部に用いたコンクリート」と定義した。通常の骨材との混合利用を認めているが、一方で通常の骨材に少しでも再生骨材 M が混入すれば、それは再生骨材コンクリート M として扱われる。

再生骨材 M は、その品質が再生骨材 H と再生骨材 L の間に位置し、製造にあたって、再生骨材 L ほど簡易な処理ではないが、例えば再生骨材 H で用いられる方法の一つである加熱処理のような特殊な処理までは施さない。すなわち、本規格は、使用エネルギー、経済性等の面で再生骨材 H より有利となるように再生骨材を製

表-6 再生骨材コンクリート M の種類

コンクリートの種類	粗骨材の最大寸法 mm	スランブ ^{a)} cm	呼び強度							
			18	21	24	27	30	33	36	
再生骨材 コンクリートM	20, 25	8, 10, 12, 15, 18	○	○	○	○	○	○	○	
		21	—	○	○	○	○	○	○	
	40	5, 8, 10, 12, 15	○	○	○	○	○	—	—	

注^{a)} 荷卸し地点での値である。

造し、それを耐久性等の問題の少ない範囲で構造物の構造体コンクリートに使用する、という思想で基準が定められている。したがって、再生骨材コンクリート M は構造体に使用可能であるが、用途として想定される部材は、再生骨材 M の品質に応じて限定されている。具体的には、乾燥収縮や耐凍害性の影響を受けにくい杭、耐圧板、基礎梁、鋼管充てんコンクリートなどへの適用を想定している。

4.2 種類、品質および用途

再生骨材コンクリート M の種類を表-6 に示す。コンクリートの品質については、再生骨材コンクリート M では、品質に関する懸念事項は強度よりも耐久性に関するものであり、できる限り強度制限を設けない方向とし、呼び強度 36 までをメニューとして用意した。スランブは、粗骨材の最大寸法 20 および 25 mm の場合において、スランブ 21 cm まで選べるようになっている。なお、スランブの許容差は JIS A 5308 と同様としている。

凍結融解作用を受ける部材への使用を想定していないが、空気量については、フレッシュコンクリートのワーカビリティ確保の観点から、JIS A 5308 と同様に 4.5 % としている。なお、再生骨材 M の品質の変動が大きいことに起因して、空気量の変動も大きくなることが予想されるため、空気量の規定値に対する許容差は、± 2.0 % と JIS A 5308 よりやや大きな値に設定している。

塩化物含有量の規定については JIS A 5308 と同様であるが、試験方法において再生骨材中から直ちに溶出しない量を考慮して規定している。再生骨材の原骨材の粒子に付着するセメントペーストに含まれる塩化物イオンは、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方法では、全塩化物イオン量の 4 分の 1 程度しか塩化物イオンが溶出しない。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量および再生骨材の全塩化物量の 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することにした。さらに、普通エコセメントに含まれる塩化物イオンはその一部しかフレッシュコンクリート中の水に溶出しないため、これも同様に考慮して、再生骨材コンクリート M の塩化物含有量を（1）式で算定することとした。ここで、残存比 α は定数として設定せず、セメント生産者から報告を受けた値を用いることとしている。また、エコセメント以外のセメントを用いる場合には $\alpha=0$ と

なる。

$$C_0 = 4 \times \frac{[C_1 \times W_1 - (0.75 - \alpha) \times C_2 \times W_2]}{100} \quad (1)$$

ここに、 C_0 ：再生骨材コンクリート M の塩化物含有量 (kg/m^3)

C_1 ：フレッシュコンクリート中の水の塩化物イオン濃度 (%)

W_1 ：配合設計に用いた単位水量 (kg/m^3)

C_2 ：セメント中の塩化物イオン濃度 (%)

W_2 ：配合設計に用いた単位セメント量 (kg/m^3)

α ：セメントの塩化物イオン量の残存比

4.3 材料、配合および製造

再生骨材 M の品質基準を表-7 に示す。レディーミクストコンクリートの戻りコンクリートについては、十分に硬化させた塊を破碎して造ったものは使用できるが、フレッシュ時に水を加えたもの、運搬車から排出後 1～3 日で砂利状に砕いたものは除外した。また、再生骨材 M の原コンクリートとして使用不可能なものは、「明らかにアルカリシリカ反応が生じているもの」、「十分に硬化していないもの」、「塩化物を多量に含んでいるもの」、「軽量骨材を使用したもの」とした。さらに、再生骨材 M はコンクリートの品質に悪影響を及ぼす不純物を有害量含んでいてはならず、不純物量の上限に関する規定値は再生骨材 H と同じである。ただし、再生骨材 M の場合は、再生骨材 H と比較して製造処理が簡易なため不純物量が増える可能性が高いことから、粗骨材の最小試料質量を 10 kg に増加させている。

再生骨材コンクリート M に使用するセメントは、ポルトランドセメント、高炉セメント、フライアッシュセメントまたは普通エコセメントである。いずれの場合においても附属書 C で規定する方法によってアルカリシリカ反応抑制対策をとらなければならない。

再生骨材 M の生産は、不特定発生源のコンクリート塊を用いて製造されることが主体になると想定され、多くの場合にアルカリシリカ反応性の区分は「B」となる。通常生コンの JIS A 5308 では、「アルカリ総量規制」、「混合セメント」、「「無害」な骨材を使用」のアルカリシリカ反応抑制対策となっているが、再生骨材コンクリート M では、アルカリ総量と混合セメントの使用を組み

表-7 再生骨材 M の品質基準

試験項目	再生粗骨材 M	再生細骨材 M
絶乾密度	g/cm^3	
吸水率	%	
微粒分量	%	
アルカリシリカ反応性	区分「B」または区分「A」 ^{a)}	
塩化物量	%	

注^{a)} 原骨材を特定できる場合だけ、試験などを行い、区分「A」として扱うことができる。

注^{b)} 購入者の承認を得て、その限度を 0.1% 以下とすることができる。

図-4 再生骨材コンクリート L のアルカリシリカ反応抑制効果の確認試験結果³⁾

図-5 再生骨材コンクリート M のアルカリシリカ反応抑制対策の流れ

合わせた対策としている。

図-4 は、アルカリシリカ反応性の高い再生骨材 L を用いた高炉セメント B 種の抑制効果の確認実験結果であるが、これによると高炉スラグ微粉末の混入率によって膨張率に差があることがわかる。そこで、本規格のなかでは、再生骨材コンクリート中のアルカリ総量および混合セメント中の高炉セメントやフライアッシュの混入割合に応じた対策方法を規定している。図-5 にアルカリシリカ反応抑制対策の流れを示す。いずれの方法であっても、再生骨材のアルカリ量を求める必要があり、この場合は附属書 C に規定した再生骨材のアルカリ量測定試験を行うこととなる。しかし、この試験は費用や手間などの面で課題があり、そこで、アルカリシリカ反応に対して可能な限り安全となるような以下のような仮定を設けて試算を行った。

- ・既往研究から、再生骨材の吸水率からセメントペースト付着率を求める (図-6、図-7)。
- ・原コンクリートに用いたセメントのアルカリ量は過去の生産実績の最大値 (0.95%) とする。
- ・原コンクリートの配合は、単位セメント量 250～

図-6 再生粗骨材の吸水率とセメントペースト付着率の関係

図-7 再生細骨材の吸水率とセメントペースト付着率の関係

450 kg/m³ の範囲にあるとする。

試算の結果，“再生粗骨材 M 中の全アルカリ量を再生粗骨材 M 質量の 0.2% とする”，また“再生細骨材 M 中の全アルカリ量を再生細骨材 M 質量の 0.3% とする”ことで，再生骨材中の総アルカリ量を試験によって求めなくても対策が可能とした。

使用時における再生骨材の組合せは，後述する再生骨材コンクリート L と同様である。ただし，再生骨材コンクリート M では，品質低下に及ぼす影響が再生粗骨材よりも再生細骨材を使用した場合に大きくなることを考慮し，再生骨材コンクリート M 1 種（再生細骨材 M を全く使用しない場合）と再生骨材コンクリート M 2 種（僅かでも再生細骨材 M を使用する場合）の 2 種類の再生骨材コンクリート M を用意して耐久性に対する信頼性により種類を分けることとした。

再生骨材コンクリート M の製造にあたっては，トラッ

クミキサを使用できることとした。これは，多様な製造方法を許容することで再生骨材コンクリート M の普及を促そうとの考えに基づく規定であり，トラックミキサを使用すれば，固定式ミキサを持たない工場でもウェットパッチングによる再生骨材コンクリート M の製造が可能となり，経済的メリットとなる可能性もある。

4.4 試験方法，検査方法，製品の呼び方および報告

検査の方法については，再生骨材コンクリート M は用途限定があるとはいえ，鉄筋コンクリート部材への適用を想定しており，JIS A 5308 と同様に行う。JIS A 5308 では，スランプおよび空気量ならびに塩化物含有量について適宜試験を行うこととなっている。しかし，再生骨材コンクリート M では，普通コンクリートよりも品質変動が大きくなることが予想されることから，これらの検査項目について試験回数を規定した。試験頻度は，スランプおよび空気量で圧縮強度と同じ 150 m³ について 1 回の割合，塩化物含有量で 1 日 1 回である。

再生骨材コンクリート M の用途は，主として地下構造物に限定されているとはいえ，鉄筋コンクリート部材に利用される。よって，JIS A 5308 と同等の品質保証が求められることから，JIS A 5308 と同様の項目を報告することとしている。

5. 低品質再生骨材（再生骨材 L）を用いたコンクリートの JIS 規格³⁾

5.1 再生骨材コンクリート L の定義

「再生骨材コンクリート L を，構造物の解体などにより発生したコンクリート塊を破砕して造ったコンクリート用再生骨材 L を骨材の全部または一部に用いたコンクリート」と定義した。再生骨材 L の全骨材に占める割合はグリーン調達などで指定すべきものと考え，JIS 本文において規定していない。しかし，通常の骨材に再生骨材 L を少しでも混ぜて使用すれば，そのコンクリートは再生骨材コンクリート L として扱われる。

5.2 種類，品質および用途

再生骨材コンクリート L の種類と品質基準を表-8 に，また，その一般的な用途を表-9 に示す。

再生骨材コンクリート L の品質基準は，JIS A 5308 の考え方に準じ，荷卸し地点で規定値を満足するものとしたが，スランプについては緩和規定を設けた。すなわち，標準品・塩分規制品のスランプの許容値は，荷卸し

表-8 再生骨材コンクリート L の種類と品質基準

種類	呼び強度(°)					
	粗骨材の最大寸法					
	スランプ(°)					
	塩化物含有量					
標準品	18	20 または 25 mm	10±3 cm または 18±3 cm	—	—	—
塩分規制品	18	20 または 25 mm	10±3 cm または 18±3 cm	≤0.3 kg/m ³ (≤0.6 kg/m ³)	—	—
仕様発注品(°)	18, 21 または 24	20 または 25 mm	協議	協議	協議	協議

(°)：供試体作製またはスランプ測定は荷卸し地点とするが，協議の上工場出荷時とすることもできる。

(°)：仕様発注品の呼び強度は 18, 21 または 24 と規定されているが，スランプは 21 cm 以下（呼び強度 18 の場合，スランプは 18 cm 以下），また空気量は 6% 以下で使用するのがよい。購入者が塩化物イオン含有量を指定する場合には，0.3～0.6 kg/m³ の範囲が適切である。

表-9 再生骨材コンクリート L の一般的な用途

種類	用途	
標準品	裏込めコンクリート、間詰めコンクリート、均しコンクリート、捨てコンクリートなど	
塩分規制品	標準品と同様な用途であるが、コンクリート構造物中に鋼材を配置し、かつ長期にわたって鋼材の発錆を抑制したい場合	
仕様発注品	高い耐久性を必要としない無筋コンクリート構造物または容易に交換可能な部材	標準品の用途に加えて、人工岩、重力式擁壁、ヒューム管巻立て、立抗床付、無筋コンクリートブロック（消波ブロック、根固めブロック、法面保護ブロック、植生ブロック）など
	小規模な鉄筋コンクリート構造物もしくは鋼材を使用するコンクリートブロック	L 型擁壁、U 型水路、トンネルインパート、大型消波ブロックなど

表-10 再生骨材 L の品質基準

項目		再生粗骨材	再生細骨材
物理的性質	吸水率 %	7.0 以下	13.0 以下
	微粒分量 %	2.0 以下 ⁽³⁾	10.0 以下 ⁽³⁾⁽⁴⁾
アルカリシリカ反応性		区分「B」または区分「A」 ⁽⁵⁾	区分「B」または区分「A」 ⁽⁵⁾
塩化物量 %		0.04 (0.1) ⁽⁶⁾ 以下	0.04 (0.1) ⁽⁶⁾ 以下

(3) 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、特に確認する必要はない。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、試験によって確認する。

(4) 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 60% 以上とする。

(5) 原骨材を特定できる場合だけ、試験などを行い、区分「A」として扱うことができる。

(6) 購入者の承認を得て、その限度を 0.1% 以下とすることができる。

表-11 再生骨材 L の粒度分布（微粒分量も含む規定）

ふるいの呼び寸法 (mm)			ふるいを通過するものの質量百分率 (%)						
			30	25	20	15	10	5	2.5
再生粗骨材 L 2505	最大寸法 (mm)	25	100	95-100	—	30-70	—	0-10	0-5
再生粗骨材 L 2005		20	—	100	90-100	—	20-55	0-10	0-5

ふるいの呼び寸法 (mm)		ふるいを通過するものの質量百分率 (%)						
		10	5	2.5	1.2	0.6	0.3	0.15
再生細骨材		100	85-100	65-100	45-90	25-65	10-35	2-15

地点において規定値に対して ± 3 cm とした。ただし、運搬中のスランプ低下量を適切に考慮している場合には、当事者間の協議によってスランプの値およびその許容差 ± 3 cm を工場出荷時において規定できるとした。

標準品の呼び強度は 18 と定めた。一方、仕様発注品はあまり高い強度を要求すると経済的でなくなるので、上限の呼び強度を 24 とした。

スランプについては、再生骨材プラントの製造実績を考慮して、スランプは土木用を 10 cm、また建築用を 18 cm とした。一方、標準品・塩分規制品には AE 減水剤または高性能 AE 減水剤を用いるが、空気量は規定していない。

標準品・塩分規制品は高い強度・高い耐久性が要求されない部材および部位に使用する。特に、標準品・塩分規制品は凍結融解作用を受けない場合に限り使用する。塩分規制品は、コンクリート構造物中に鋼材を有し、かつ長期にわたって鋼材の発錆を抑制したい場合に用いる。仕様発注品は、購入者が生産者と協議して強度、粗骨材の最大寸法、スランプ、空気量、塩化物含有量などを決定し、材料および配合を指定するものである。

5.3 材料、配合および製造

再生骨材 L の品質基準を表-10 および表-11 に示す。レディーミクストコンクリートの戻りコンクリートの扱いおよび原コンクリートとして使用不可能なものは、再生骨材 M と同様である。なお、不純物は規定していないが、明らかに不純物が目立つ状態の再生骨材 L は用

いてはならない。

一般的に、再生骨材は特定の場所から入ってくるものではないので、アルカリシリカ反応性の区分は「B」が基本となる。すなわち、セメントは高炉セメント B 種やフライアッシュセメント B 種などアルカリシリカ反応抑制効果のある混合セメントを用いるか、ポルトランドセメントまたはエコセメントに高炉スラグ微粉末（分量 40% 以上）もしくはフライアッシュ（分量 15% 以上）を混和して用いることとした。

使用時の再生骨材 L の組合せを表-12 に示す。リサイクルの観点から最も望ましいのは、粗・細骨材とも再生骨材 L を用いるものであるが、ワーカビリティの改善や再生コンクリート L のアルカリ総量削減のための製造の自由度を考慮し、使用する骨材の組合せを増やした。

標準品・塩分規制品の配合の決定は、生産者に任ずることとしたが、再生骨材コンクリート L の品質が著しく低下しないように水セメント比の最大値 65% を規定した。

再生骨材はセメントペーストが付着しているので、プレウェットング散水設備を設け、再生骨材コンクリート L の流動性が時間の経過につれて大きく損なわないように、プレウェットングを練混ぜの前日までに行っておく必要がある。ミキサはバッチ式の固定ミキサのほかには連続式の固定ミキサやトラックミキサを用いることができる。

材料の計量誤差は JIS A 5308 と比べて若干緩めており、セメントが $\pm 2\%$ 、骨材が $\pm 4\%$ 、水が $\pm 2\%$ 、混和

表-12 使用時の再生骨材 L の組合せ

組合せ	粗骨材	細骨材
a)	・再生粗骨材 L の単独使用	・再生細骨材 L の単独使用 ・再生細骨材 L と通常骨材 ⁽⁷⁾ との併用
	・再生粗骨材 L と通常骨材 ⁽⁷⁾ との併用	・再生細骨材 L の単独使用 ・再生細骨材 L と通常骨材 ⁽⁷⁾ との併用
b)	・通常骨材	・再生細骨材 L の単独使用 ・再生細骨材 L と通常骨材 ⁽⁷⁾ との併用
c)	・再生粗骨材 L の単独使用	・通常骨材
	・再生粗骨材 L と通常骨材 ⁽⁷⁾ との併用	

(7) JIS A 5308 附属書 1 (規定) に適合する骨材

表-13 再生骨材 L の品質管理の項目と頻度

試験の種別	項目	頻度	試験場所
定期管理試験	密度	1 回/3 カ月	自社または公的試験機関
	吸水率	1 回/3 カ月	自社または公的試験機関
	微粒分量	1 回/3 カ月	自社または公的試験機関
	粒度	1 回/1 週間 (1 回/1 カ月) ⁽⁹⁾	自社または公的試験機関
日常管理試験	推定吸水率 ⁽⁹⁾	1 回/1 週間	製造場所
	JIS A 1109 および JIS A 1110 の吸水率	推定吸水率が規格値の 0.5% 以内となった時点	製造場所または公的試験機関
	推定微粒分量 ⁽¹⁰⁾	1 回/1 週間	製造場所

(9) 粒度区分を 2 種類とする場合、各区分について行う。

(9) 附属書 2 および附属書 3 の吸水率の推定試験方法による。

(10) JIS A 1801 によって砂当量が 60% 以上であることを確認する。

材が±2%、混和剤が±3%とした。

5.4 試験方法、検査方法、製品の呼び方および報告

標準品の検査項目は圧縮強度およびスランプであり、塩分規制品は標準品の項目に加えて塩化物含有量が含まれる。塩化物含有量は、フレッシュコンクリートの段階で JIS A 1144 に従って試験し、(1) 式に $\alpha=0$ として求めることになる。検査の頻度は、圧縮強度が 1 週間に 1 回、スランプが 1 日に 1 回、塩化物含有量が 1 日に 1 回である。さらに、現場ごとでなく、代表的なコンクリートを選んで実施する。仕様発注品は当事者間の協議によって検査項目および検査頻度を決定する。

再生骨材 L の品質管理の項目と頻度の概要を表-13 に示すが、附属書に示す簡易的な試験を日常管理試験に取り入れ、製造に迅速にフィードバックできるように配慮

した。

製品の呼び方は、コンクリートの種類を「再生 L 標準」, 「再生 L 塩分規制」, および「再生 L 仕様発注」と表記する以外は JIS A 5308 と同様である。

生産者は、再生骨材コンクリート L の納入書を 1 運搬車ごとに、また配合報告書および配合設計などの基礎となる資料を必要に応じて提示しなければならない。再生骨材コンクリート L は JIS A 5308 と比べて検査頻度が少なく、購入者はその品質に疑問を抱くおそれがある。そこで、そのような懸念を少しでも和らげるために、配合報告書では再生骨材 L の密度、吸水率、微粒分量、粗粒率および再生骨材コンクリート L の圧縮強度の定期試験結果を記載している。

6. あとがき

再生骨材に関する JIS は、2005 年 3 月に公示された JIS A 5021 (再生骨材 H), 2007 年 3 月に公示された JIS A 5022 (再生骨材コンクリート M) および 2006 年 3 月に公示された JIS A 5023 (再生骨材コンクリート L) によって体系化された。したがって、JIS が未整備な状況は解消された。今後、これらの JIS が実際に運用され、再生骨材の利用促進が進み、コンクリート塊がコンクリートにリサイクルされるという望ましいシステムが実現し、天然骨材採取量を削減するとともに最終処分場の延命化を図り、社会全体の環境負荷低減がなされることを切望する。再生骨材に関する JIS が運用される際に、JCI 基準 (案) として提示した『再生骨材 (コンクリート) の日本工業規格への適合性の認証のあり方』¹⁾ が少しでも役立てば幸いである。再生骨材の普及が一段と進めば、現時点において最良と思われる再生骨材および再生骨材コンクリートの JIS 体系に矛盾が生じることも考えられる。その場合には、次回の JIS 改正において矛盾を除き、整合性の取れた再生骨材および再生骨材コンクリートの JIS 体系を構築していきたい。

参 考 文 献

- 1) (財) 日本規格協会: JIS A 5021 (コンクリート用再生骨材 H), 2005. 3
- 2) (財) 日本規格協会: JIS A 5022 (再生骨材 M を用いたコンクリート), 2007. 3
- 3) (財) 日本規格協会: JIS A 5023 (再生骨材 L を用いたコンクリート), 2006. 3
- 4) (社) 日本コンクリート工学協会: 再生骨材コンクリートの現状と将来展望—JIS 概要と普及促進に向けて—, 2006. 11