

リサイクル骨材を用いたコンクリートの性状および硬化物性に関する研究 その6 再生骨材コンクリートへの適用性

正会員 ○船尾 孝好*¹ 同 谷村 賢一郎*²
同 平田 孝博*³ 同 中野 慶*⁴
同 徳増 俊彌*⁵ 同 鈴木 峰人*⁶

再生骨材コンクリート 再生骨材 リサイクル骨材
回収骨材 再生砕石 団粒化骨材

1. はじめに

本稿では、実験に使用したリサイクル骨材が再生骨材 H または再生骨材コンクリート M または L の JIS に対する適用性について検討した。また、リサイクル骨材の今後の展望について報告する。

2. 再生骨材または再生骨材コンクリートへの適用性

2.1 回収骨材

回収骨材は、「戻りコンクリート並びにレディーミクストコンクリート工場において、運搬車、プラントのミキサ、ホッパなどに付着及び残留したフレッシュコンクリートを、清水または回収水で洗浄し、粗骨材と細骨材とに分別して取り出したもの」と JIS A 5308 9.5 に規定されている。なお、戻りコンは、自工場へ持ち帰ったものが対象となっている。

また、回収骨材の要求品質は、微粒分量のみであり、新骨材の微粒分量を超えてはならないと規定されており、微粒分量以外の骨材の物性に関する要求品質はなく、非常に簡単な管理となっている。しかしながら、新骨材に対する回収骨材の置換割合は A 法で 5%、B 法で 20% 以下と多量に使用できないこととなっている。

本研究においては、その 3 およびその 4 で報告した通り、回収骨材（特に回収細骨材）の置換率を大きくすると、単位水量が減少し、目視評価も悪くなり、圧縮強度が低下する傾向が認められた。しかし、いずれも調査設計を見直すことにより、通常のコンクリートと同様の性能が得られる範囲であると考えた。

そこで、JIS A 5021 コンクリート用再生骨材 H（以下、再生骨材 H）への回収骨材の適用性を検討することとした。なお、回収骨材は、再生骨材 H の適用範囲に含まれないため、骨材の品質のみを比較対象とした。表 1 に示すように、今回の実験で使用した回収骨材は回収細骨材の絶乾密度を除いて、再生骨材 H の物理的性質に適合していることが分かる。なお、すりへり減量については、舗装版に用いる場合に適用されるため、今回、試験は行っていない。また、アルカリシリカ反応性においては、回収骨材の場合、自工場で管理する骨材であり、原骨材

の特定は容易である。さらに、不純物量においても、レディーミクストコンクリートの荷卸し後に、繊維補強材等の混和材を添加する場合を除き、コンクリートの品質に影響するものは含まれないと考えられる。

JIS A 5308 では、新骨材への置換が前提とされているため、フレッシュコンクリートおよび圧縮強度への影響を考慮して、置換率の上限が定められているが、再生骨材 H として認められれば、調査を検討した上で回収骨材を多量使用したレディーミクストコンクリートの製造を見いだせることができる。

2.2 再生砕石

JIS A 5023 再生骨材コンクリート L 附属書 A コンクリート用再生骨材 L（以下、再生骨材 L）では、レディーミクストコンクリートの戻りコンを硬化させた塊を破砕して製造したものが規定されている。ただし、十分に硬化していないものを対象としないため、フレッシュ時に水を加えたもの及び運搬車から排出後 1~3 日で砂利状に砕いたものは適用外となっている。今回の実験で用いた再生砕石は、戻りコンを材齢 4 日以降で破砕したものをを用いており、再生骨材 L の規定を満足する。一方、エイジング期間による影響を確認するため、再生砕石 R2 においては、材齢 1 日で破砕することとした。

表 1 再生骨材 H の規格値と回収骨材の測定値

試験項目	再生粗骨材 H	回収粗骨材	再生細骨材 H	回収細骨材
絶乾密度(g/cm ³)	2.5以上	2.57	2.5以上	2.44
吸水率(%)	3.0以下	1.30	3.5以下	2.73
すりへり減量(%)	35以下	—	—	—
微粒分量(%)	1.0以下	0.5	7.0以下	2.0
粒形判定実積率(%)	55以上	59.7	53以上	58.8

表 2 再生骨材 L の規格値と再生砕石の測定値

試験項目	再生粗骨材 L	再生砕石		再生細骨材 L	再生砕砂	
		R1	R2		R1	R2
吸水率(%)	7.0以下	5.80	2.93	13.0以下	8.10	10.27
微粒分量(%)	3.0以下	2.8	1.2	10.0以下	9.9	5.5

表 2 に再生骨材 L の規格値と再生砕石 R1 および R2 の測定値を示す。どちらの再生砕石においても、再生骨材 L に適合することが認められる。

本研究では、その 3 およびその 4 で報告した通り再生砕石 R1 においては、置換率を大きくすると、単位水量が若干減少し、圧縮強度が低下することが分かった。しかし、目視評価は全て 5 と、フレッシュコンクリートの性状は良いことが分かる。再生砕石 R2 骨材を用いた場合、細骨材の置換率を 100%とした場合、単位水量が減少し、目視評価が悪くなることが分かった。しかし、置換率に関係なく圧縮強度の低下は認められず、若干、圧縮強度が高くなる傾向が認められた。

以上のことから、生コン工場においても、戻りコンを硬化し、破砕することで再生骨材 L と同等の品質の再生骨材を製造できることが分かった。

2.3 団粒化骨材

今回の実験では、戻りコンにポリアクリルアミドの高分子系団粒化剤を添加することにより、粒状に改質する処理方法を用いた。改質した骨材の目視状況から、再生砕石と同等の見た目となったため、再生骨材 L への適用性を検討することとした。

表 3 に再生骨材 L の規格値と団粒化骨材の測定値を示す。物理的性質においては、団粒化骨材でも再生骨材 L の規格を十分に満足していることが分かる。

団粒化骨材を使用した場合、特に団粒化細骨材の置換率が大きくなると、単位水量が増加する傾向となり、目視評価も悪くなる傾向となった。なお、圧縮強度の低下が認められなかった。

以上のことから、薬剤を用いた戻りコンの改質によって、再生骨材 L 相当の再生骨材を生コン工場においても製造可能であることが分かった。

2.4 リサイクル骨材使用時の課題

再生砕石および団粒化骨材においては、室内実験では、人力によるふるい分けで、細・粗骨材に分別することができたが、現状の生コン工場の設備では、骨材の分別機がないため、分別の方法若しくは、分別を必要としない、リサイクル骨材の使用方法を確立する必要がある。

3. 適用性に関するまとめ

今回の室内実験で使用したリサイクル骨材は、基準配合をベースにして、単位水量を増減することにより、目標スランプが得られるように、調合の補正を行った。その結果、フレッシュコンクリートの目視評価が悪くなる傾向が認められ、圧縮強度が低下する傾向が認められた

表 3 再生骨材 L の規格値と団粒化骨材の測定値

試験項目	再生粗骨材L	団粒化粗骨材	再生細骨材L	団粒化細骨材
吸水率(%)	7.0以下	3.26	13.0以下	6.79
微粒分量(%)	3.0以下	1.3	10.0以下	4.0

ものの、調合計画を一から行うことで、生コン工場においても製造可能であると考え。今後、実機練りにおけるリサイクル骨材の検討および、実機実験を計画する。

4. 今後の展望

回収骨材が再生骨材 H として認められれば、JIS A 5308 の認証工場では使用骨材の全量を回収骨材で使用することが可能となり、JIS マーク認証品としても出荷することができる。

再生砕石および団粒化骨材においては、再生骨材コンクリート L への適用が認められれば、新骨材と混合することにより、再生骨材コンクリート M への適用も視野に入れることができ、普及の追い風になると考える。

本研究では、生コン工場が抱える最大の問題である、戻りコンの処理に着目し実験を行った。戻りコンは、生コン工場内で処理した後、そのほとんどが産業廃棄物として処分されているが、これを生コンの使用骨材とすることで、産業廃棄物の減量と共に、資源循環型コンクリートの製造が可能となる。

5. おわりに

これまで JIS A 5308 において、スラッジ水や回収骨材といった戻りコンを由来とする廃棄物の再利用が認められてきた。しかし、標準化し製造する生コン工場は少なく、一般的に普及していないのが現状である。

これには、生コン工場側にも責任の一端はあるものの、需要家によって使用が制限される場合もあり、普及の足枷になってきたと考える。

今後、天然資源の枯渇や廃棄物処分場の残余年数、SDGs の達成、カーボンニュートラル実現といった環境問題に対して、生コン工場においても必ず資源循環型コンクリートが求められる。これまでは、需要家からの要望を受けて対応してきた生コン工場であったが、これからは、未来志向で自らが提案しステークホルダーと共に環境問題の解決を推進していきたいと考える。

謝辞 今回、実験にご協力頂いた生コン工場および関係者の方々に、ここに感謝の意を表します。

*1 阪神生コン建材工業 *2 新関西菱光
*3 千石 *4 藤原生コン
*5 報栄生コン *6 岡本生コンクリート

*1 Hanshin Ready Mixed Concrete Corporation *2 Sinkansairyoko Corporation
*3 Sengoku Corporation *4 Fujiwara Namakon
*5 Houei Readymixed Concrete Co.,Ltd *5 Okamoto Concrete Corporation