建築材料における回収した骨材を使用したコンクリートの性状に関する実験検討

EXPERIMENTAL STUDY ON PROPERTY OF RECLAIMED AGGREGATE FOR CONCRETE AS BUILDING MATERIALS

鈴木澄江 — * 1 陣内 浩 — * 2
荒井正直 — * 3 棚野博之 — * 4
鹿毛忠継 — * 5 辻本一志 — * 6
松沢晃一 — * 7 土屋直子 — * 8
栢田佳寛 — * 9

Sumie SUZUKI — * 1 Hiroshi JINNAI — * 2
Masanao ARAI — * 3 Hiroyuki TANANO — * 4
Tadatsugu KAGE — * 5 Kazushi TSUJIMOTO — * 6
Koichi MATSUZAWA — * 7 Naoko TSUCHIYA — * 8
Yoshihiro MASUDA — * 9

キーワード：

回収骨材, 置換率, フレッシュ性状, 力学特性, 乾燥収縮, 使用条件

Keywords:

Reclaimed aggregate, Exchange ratio, Fresh property, Mechanical property, Shrinkage, Condition of use

In this experimental study, we focus on the Ready-mixed concrete factory using reclaimed aggregate for concrete as building materials. In some Ready-mixed concrete factories, we mixed concrete using reclaimed aggregate, and tested fresh concrete and physical properties. The results show the following points: (1) concrete of using reclaimed aggregate until 20% is same as concrete using original aggregate in testing lab. and site plant (2) a reclaimed coarse aggregate kept for 1 month after collection can use ready-mixed concrete (3) a reclaimed coarse aggregate can be applied to strength class 45 in JIS A 5308.

1. はじめに

JIS A 5308 (レディーミクストコンクリート) では, 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並びに戻りコンクリートを, 清水又は回収水で洗浄し, 粗骨材と細骨材に分別して取り出し回収した骨材(以下, 回収骨材という。)の使用が認められている。これは, 2014年に改正されたJIS A 5308で規定されたものであるが, 知見不足などの観点から, 2016年に公布された建築基準法第37条(建築材料の品質)に基づく平成12 建告第1446号(最終改正: 平成28 国告第814号, 平成28年6月13日)では使用が認められなかった。

そこで著者らは, 建築材料として回収骨材の使用を認めるための技術基準を検討し, 回収骨材や回収骨材を用いたコンクリートの品質について, 一連の調査・検討を行った。既報¹⁾では, 回収骨材を使用したコンクリートを標準化している工場(以下, JIS 認証工場という。)の回収骨材の生産状況等の実態調査, JIS 認証工場の設備や回収骨材などの生産状況に関する現地調査および回収骨材の品質に関する調査について報告した。本報では, JIS 認証工場において回収された回収骨材を使用したコンクリートの性状に関する実験検討について, 既報²⁾に加筆するとともに, 内容をさらに推敲した結果について報告する。なお, 2019年現在, 本報の実験結果などをもとに平

成12 建告第1446号は改正され, 回収骨材は国土交通大臣の認定を受けることなく使用できるようになっている。

2. 回収細・粗骨材の置換率がコンクリートのスランプや圧縮強度に及ぼす影響

2.1 目的

回収細・粗骨材は, 戻りコンクリートなどから自らの工場が使用している新しい骨材(以下, 原骨材という。)と同じものを取り出したものではあるものの, 洗浄や分別の段階でまったく同じ品質のものとはならない¹⁾。そこで, ここでは回収細・粗骨材の置換率がコンクリートのスランプや圧縮強度に及ぼす影響を確認した。

2.2 実験計画

実験は, 実際に回収骨材を取り扱っているレディーミクストコンクリート工場の試験室で実施した。対象とした工場は, 細骨材を回収し, A方法(回収骨材を新しい骨材に混合する方法)で使用しているA工場, 細骨材と粗骨材を回収し, B方法(回収骨材を新しい骨材とは別貯蔵で使用する方法)で使用しているB-1工場とした。

実験要因と水準を表1に示す。実験要因は回収骨材の置換率とした。いずれの工場でも, 原骨材のみ(置換率0%)と回収骨材のみ(置換率100%)という2つの調査に加え, A方法およびB方法での置換率の上限(5%および20%)となる調査を試験した。

¹⁾ (一財) 建材試験センター 技監・博士(工学)
(〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町1丁目10番15号)

²⁾ 東京工芸大学工学部建築学科 教授・博士(工学)

³⁾ (一財) 日本建築総合試験所試験研究センター 材料部長・博士(工学)

⁴⁾ 国立研究開発法人建築研究所材料研究グループ
シニアフェロー・博士(工学)

⁵⁾ 国立研究開発法人建築研究所 材料研究グループ長・博士(学術)

⁶⁾ 全国生コンクリート工業組合連合会技術部 部長代理

⁷⁾ 国立研究開発法人建築研究所材料研究グループ 主任研究員・博士(工学)

⁸⁾ 国土交通省国土技術政策総合研究所 主任研究官・博士(工学)

⁹⁾ 宇都宮大学 名誉教授・工博

¹⁾ Technical Auditor, Japan Testing Center for Construction Materials, Ph.D.

²⁾ Prof., Dept. of Architecture, Faculty of Engineering, Tokyo Polytechnic Univ., Ph.D.

³⁾ Dept. Head of Testing and Research Center, General Building Research Corporation, Dr. Eng.

⁴⁾ Senior Fellow of Building Materials and Components, Building Research Institute, Dr. Eng.

⁵⁾ Dept. Head of Building Materials and Components, Building Research Institute, Ph.D.

⁶⁾ Assistant Managing Director of ZENNAMA.

⁷⁾ Senior Researcher of Building Materials and Components, Building Research Institute, Dr. Eng.

⁸⁾ Senior Researcher of National Institute for Land and Infrastructure Management, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Dr. Eng.

⁹⁾ Prof. Emeritus, Utsunomiya Univ., Dr. Eng.

表 1 実験要因と水準

工場名	置換する骨材	回収骨材の置換率 (%)
A 工場 (室内)	細骨材	0, 5, 100
B-1 工場 (室内)	細骨材, 粗骨材	0, 20, 100

表 2 使用材料

工場	種類	品質
A	水 W	上水道水
	セメント C	普通ポルトランドセメント：密度 3.16g/cm ³
	細骨材 S	鳥取県産加工砂：表乾密度 2.58g/cm ³ , F. M. 2.65
		鳥取県産加工砂：表乾密度 2.58g/cm ³ , F. M. 2.72
		回収細骨材：微粒分量 1.2%, F. M. 2.78
	粗骨材 G	新潟県産石灰碎石：表乾密度 2.68g/cm ³ , F. M. 6.56
		鳥取県産碎石：表乾密度 2.69g/cm ³ , F. M. 6.59
		山口県産石灰碎石：表乾密度 2.68g/cm ³ , F. M. 6.57
	混和剤 Ad	AE 減水剤：リグニンスルホン酸塩・リカルボン酸系化合物 AE 剤：ノニ系界面活性剤
B-1	水 W	工業用水
	セメント C	普通ポルトランドセメント：密度 3.16g/cm ³
	細骨材 S	千葉県産山砂：表乾密度 2.58g/cm ³ , F. M. 2.10
		青森県産石灰碎石：表乾密度 2.66g/cm ³ , F. M. 3.37
		回収細骨材：微粒分量 3.1%, F. M. 2.91
	粗骨材 G	高知県産石灰碎石：表乾密度 6.59g/cm ³ , F. M. 6.59
		山口県産石灰碎石：表乾密度 2.69g/cm ³ , F. M. 6.58
		回収粗骨材：微粒分量 0.5%, F. M. 6.75
	混和剤 Ad	AE 減水剤：有機酸系誘導体と芳香族高分子化合物 AE 剤：ノニ系界面活性剤

表 3 コンクリートの調合

工場	W/C (%)	目標 スランブ (cm)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				
				W	C	S	G	Ad
A	57.0	18	48.9	180	316	850	926	3.16
B-1	55.0	20*	46.1	181	329	807	975	2.96

※B-1 工場の目標スランブは、荷卸し時 18cm を目標として工場練上りの値とした。また、空気量も荷卸し時 4.5% を目標として工場練上り 5.0% を目標とした。

使用材料を表 2 に、コンクリートの調合を表 3 に示す。回収骨材は、採取から 1 週間程度以内のものを使用した。コンクリートの調合は、建築工事で比較的多く使用されている水セメント比 55% 程度とし、各工場が標準化している調合の中から選定した。

実験の手順としては、まず原骨材のみを使用したコンクリートを 1 バッチ練り混ぜ、これを基準として回収骨材を使用したコンクリートを各 7 バッチ練り混ぜ、スランブや空気量の再現性を確認した。また、それぞれのバッチから採取した標準養生供試体について、第三者試験機関において材齢 28 日圧縮強度を確認した。

2.3 実験結果

A 工場でのスランブと空気量の試験結果を図 1 および図 2 に示す。A 工場では、回収細骨材使用時でも化学混和剤の使用量は原骨材の場合と同様としているという実績から、実験での化学混和剤使用量もすべて同一とした。A 工場での実験結果では、回収細骨材の使用

図 1 回収細骨材の置換率とスランブの変動 (A 工場)

図 2 回収細骨材の置換率と空気量の変動 (A 工場)

表 4 圧縮強度試験結果 (A 工場)

回収細骨材 置換率 (%)	各バッチの材齢 28 日標準養生圧縮強度 (N/mm ²)								変動 係数 (%)
	1	2	3	4	5	6	7	平均	
0	32.4	—	—	—	—	—	—	—	—
5	33.2	33.5	33.0	34.2	32.6	34.5	33.5	33.5	2.0
100	30.0	31.5	33.3	33.3	32.9	32.5	32.6	32.3	3.7

は、スランブを増加させ、空気量を減少させる傾向にあった。また、回収細骨材を使用した場合でも、スランブや空気量が大きく変動するような傾向は見られなかった。A 工場での圧縮強度試験結果を表 4 に示す。A 工場の実験では、回収細骨材のみを使用したコンクリートであっても、原骨材のみを使用したコンクリートと圧縮強度は同等という結果となった。この工場では回収細骨材を使用した同一調合の場合コンクリートの空気量が減少しており、その影響も含んだ結果になったものと判断した。また、回収骨材を使用した調合 7 バッチの圧縮強度の変動係数も 2.0% および 3.7% と比較的小さな値であり、回収細骨材の使用が圧縮強度の再現性を阻害するような傾向は認められなかった。

B-1 工場でのスランブと空気量の試験結果を図 3 および図 4 に示

す。B-1 工場では、回収細・粗骨材の使用時には空気量が増加する傾向があることを把握していたため、実験では AE 減水剤の使用量はすべて同一とし、回収細・粗骨材使用時の AE 剤の使用量をメーカーのカタログ値で空気量 0.5% 分低減し練り混ぜを行った。なお、回収細・粗骨材のみを使用したコンクリートで AE 剤の使用量を原骨材のみを使用したコンクリートと同一とした場合についても、1 バッチだけ追加して練り混ぜた。

B-1 工場での実験結果では、回収細・粗骨材の使用は、スランブを増加させ、空気量を増加させる傾向にあった。空気量の増減傾向は A 工場とは逆であり、AE 剤の使用量を原骨材のみを使用したコンクリートと同一とした場合には、さらに空気量が増加する結果となった。ただし、回収細・粗骨材置換率 20% の場合の空気量の増加はばらつきの範囲と捉えてもよく、AE 剤添加量で十分調整できるものと判断された。B-1 工場での圧縮強度試験結果を図 5 および表 5 に示す。7 バッチの圧縮強度の変動係数は 1.3% および 1.5% と比較的小さな値であり、回収細・粗骨材の使用が圧縮強度の再現性を阻害するような傾向は見られなかった。ただし、回収細・粗骨材置換率 100% の場合の圧縮強度は約 2 割程度低くなっており、空気量の増大以外の要因が影響している可能性が推察された。B-1 工場では原骨材に石灰砕砂および石灰砕石を使用しており、それらの微粒分が圧縮強度へ寄与している可能性が高く³⁾、回収細・粗骨材を 100% 置換した場合には、強度低下に繋がった要因と推察された。

2.4 まとめ

2 つの工場で実施した室内実験により、回収骨材の置換率がコンクリートのスランブや圧縮強度の再現性に及ぼす影響はあまりないことが確認できた。また、JIS で許容している回収骨材 20% 以下の範囲ではフレッシュ性状および材齢 28 日の圧縮強度に問題のない知見ではあるが、回収骨材の使用がコンクリートの空気量を増減させる傾向が確認された。この点はレディーミクストコンクリートの製造時に AE 剤の添加量の調整に留意が必要であることを示唆していた。

3. 回収粗骨材の保管期間がコンクリートのスランブや圧縮強度に及ぼす影響

3.1 目的

既報¹⁾で報告した工場でのヒアリング調査では、回収細骨材については、残存する僅かなセメントによって保管期間が長くなると固結するという意見があった。一方、回収粗骨材については、保存期間が長くても固結の起こらない状態のものが回収できているという意見もあった。そこで、ここでは実験の約 1 ヶ月前、約 1 週間前、2 日前に回収した 3 つの回収粗骨材を用いて、回収粗骨材の保管期間がコンクリートのスランブや圧縮強度に及ぼす影響を確認した。

3.2 実験計画

実験は、実際に回収粗骨材を取り扱っているレディーミクストコンクリート工場 (B-2 工場) の試験室で実施した。実験要因と水準を表 6 に示す。実験要因は使用する回収粗骨材の保管期間とした。使用材料を表 7 に、コンクリートの調合を表 8 に示す。コンクリートの調合は、建築工事で比較的多く使用されている水セメント比 55% 程度とし、工場が標準化している調合の中から選定した。実験の手順は前章と同様であるが、採取可能な回収骨材の量の関係から練混ぜバッチ数については、実験の約 1 週間前に回収した回収粗骨材と約 1

図 3 回収細・粗骨材の置換率とスランブの変動 (B-1 工場)

図 4 回収細・粗骨材の置換率と空気量の変動 (B-1 工場)

図 5 回収粗骨材の置換率と圧縮強度の変動 (B-1 工場)

表 5 圧縮強度試験結果 (B-1 工場)

回収骨材 置換率 (%)	各バッチの材齢 28 日標準養生圧縮強度 (N/mm ²)								変動 係数 (%)
	1	2	3	4	5	6	7	平均	
0	32.8	—	—	—	—	—	—	—	—
20	33.5	33.6	34.2	34.7	34.1	34.4	34.4	34.1	1.3
100	28.2	27.9	27.9	27.9	28.0	29.1	28.2	28.2	1.5

表 6 実験要因と水準 (B-2 工場 (室内))

実験要因	水準
回収粗骨材の採取時期	2 日前, 約 1 週間前, 約 1 ヶ月前

表 7 使用材料

工場	種類	品質
B-2	水 W	工業用水
	セメント C	普通ポルトランドセメント：密度 3.16g/cm ³
	細骨材 S	千葉県産山砂：表乾密度 2.58g/cm ³ , F.M. 2.02 青森県産石灰砕砂：表乾密度 2.69g/cm ³ , F.M. 3.62
	粗骨材 G	山口県産石灰砕石：表乾密度 2.69g/cm ³ , F.M. 6.58 青森県産石灰砕石：表乾密度 2.69g/cm ³ , F.M. 6.60 回収粗骨材：微粒分量 0.1%, F.M. 6.80
	混和剤 Ad	AE 減水剤：有機酸系誘導体と芳香族高分子化合物 AE 剤：特殊アミン活性剤と非イオン系界面活性剤

表 8 コンクリートの調合

工場	W/C (%)	目標 スランブ (cm)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				
				W	C	S	G	Ad
B-2	55.0	18	46.7	172	313	836	982	3.13

ヶ月前に回収した回収粗骨材を使用したコンクリートのバッチ数は各 5 バッチとした。なお、化学混和剤の使用量はすべて同一とした。

3.3 実験結果

B-2 工場でのスランブと空気量の試験結果を図 6 および図 7 に示す。回収粗骨材の保管期間を 2 日前, 約 1 週間前, 約 1 ヶ月前としたいずれのコンクリートでも, スランブと空気量が大幅に変動するようなことはなかった。B-2 工場での圧縮強度試験結果を表 9 に示す。圧縮強度試験結果についても, いずれの保管期間とした回収粗骨材を用いても, 原骨材を使用したコンクリートと同程度の圧縮強度を安定的に得られることが確認できた。

3.4 まとめ

保管期間の異なる回収粗骨材がフレッシュコンクリートのスランブや空気量, 硬化コンクリートの圧縮強度に及ぼす影響を調べた結果, ほぼ影響はないことが確認できた。

前章の結果とあわせて考えれば, JIS の規定の範囲内で回収細・粗骨材を使用したコンクリートは, 原骨材のみを使用したコンクリートとほぼ同等のフレッシュコンクリートの性能と圧縮強度を得ることができると判断された。そこで次章では, 実機ミキサで製造したコンクリートによってスランブなどの保持性能を検証するとともに, 室内試験で確認しなかった静弾性係数, 長さ変化率などの検証を行った。

4. 回収細・粗骨材の使用が実機ミキサで製造したコンクリートのスランブや空気量の経時変化に及ぼす影響

4.1 目的

ここでは, 実機ミキサで製造したコンクリートを使用し, 回収細・粗骨材の使用がスランブや空気量の経時変化に及ぼす影響を確認するとともに, 圧縮強度, 静弾性係数, 長さ変化率の検証を行った。

図 6 回収粗骨材の採取時期とスランブの変動 (B-2 工場)

図 7 回収粗骨材の採取時期と空気量の変動 (B-2 工場)

表 9 圧縮強度試験結果 (B-2 工場)

回収粗骨材 保管期間	各バッチの材齢 28 日標準養生圧縮強度 (N/mm ²)							変動 係数 (%)
	1	2	3	4	5	6	7	
比較用 (原骨材)	35.5	—	—	—	—	—	—	—
2 日前	35.5	36.9	37.6	35.6	36.5	37.2	37.5	2.3
1 週間	36.7	36.0	35.9	36.1	36.4	—	—	0.9
1 ヶ月	35.3	35.2	35.4	36.2	35.9	—	—	1.2

表 10 実験要因と水準 (B-1 工場 (実機))

実験要因	水準
回収細・粗骨材の置換率 (%)	0, 5, 20

4.2 実験計画

実験は 2 章で室内試験を行った B-1 工場で実施した。実験要因と水準を表 10 に示す。実験要因は回収細・粗骨材の置換率とした。

ここまでの室内実験の結果から, 実機試験での回収細・粗骨材の置換率は JIS 範囲内での使用を意識し, 置換率の水準は 0%, 5%, 20% の 3 水準とした。使用材料, 調合は 2 章での室内実験と同様としたが, 現場到着を想定した目標スランブとなる時間を 30~60 分後と設

図 8 回収細・粗骨材の置換率とスランブの経時変化 (B-1 工場)

図 9 回収細・粗骨材の置換率と空気量の経時変化 (B-1 工場)

定したため、AE 減水剤の使用量は室内試験よりも 10% 程度増量した。

実験では、実機ミキサで練り混ぜた各コンクリートをトラックアジテータに積載し、練上がり時、30 分後、60 分後、90 分後のスランブと空気量を確認した。また、現場到着を想定した 60 分後のフレッシュコンクリートの試験終了後、圧縮強度試験、静弾性係数試験および長さ変化試験に使用する供試体を採用した。

4.3 実験結果

B-1 工場でのスランブと空気量の経時変化を図 8 および図 9 に示す。回収細・粗骨材を使用したコンクリートであっても、スランブ、空気量の経時変化は原骨材のみを使用したものとほぼ同等であった。硬化コンクリートの試験結果一覧を表 11 に、回収細・粗骨材の置換率と長さ変化率の関係を図 10 に示す。室内試験と同様に、圧縮強度は回収細・粗骨材の使用による影響をほとんど受けなかった。静弾性係数に関しても、回収細・粗骨材の使用による影響は見られなかった。長さ変化率は、回収細・粗骨材の置換率が 5% のときに小さくなるという結果となったが、現状ではそのような現象が生じる理由が明確ではないため、今回の実験では、回収細・粗骨材の使用によって長さ変化率が大きくなるような問題は生じないと解釈することとした。

4.4 まとめ

実機ミキサを用いた製造実験を行った結果でも、JIS の範囲で回収細・粗骨材を使用する場合に問題が生じるようなことはなかった。そこで、次章では最後の実験として、ほぼ原骨材に近いものが取り出せている回収粗骨材を高強度領域のコンクリートに適用した場合にどのような結果となるのかを検証することとした。

表 11 硬化コンクリートの試験結果一覧 (B-1 工場)

試験項目	回収骨材置換率 (%)	材齢		
		28 日	91 日	1 年
圧縮強度 (N/mm ²)	0	35.3	40.4	43.2
	5	34.7	39.7	42.5
	20	37.4	43.3	46.3
静弾性係数 (kN/mm ²)	0	31.5	32.5	33.4
	5	30.7	32.9	33.3
	20	28.8	34.0	32.8
乾燥収縮率 (%)	0	602×10 ⁻⁶		
	5	495×10 ⁻⁶		
	20	605×10 ⁻⁶		
質量変化率 (材齢 6 ヶ月) (%)	0	-2.5		
	5	-2.4		
	20	-2.4

図 10 回収細・粗骨材の置換率と長さ変化率 (B-1 工場)

5. 回収粗骨材の使用が低水セメント比のコンクリートの物性に及ぼす影響

5.1 目的

ここでは、回収粗骨材を呼び強度 45 程度のコンクリートに使用した場合の物性について検証を行った。

5.2 実験計画

実験は 3 章で室内試験を行った B-2 工場で実施した。実験要因と水準を表 12 に示す。ここでは、室内実験を行った水セメント比 55% のコンクリート (工場の設定している呼び強度は 27) に加え、水セメント比 39.7% のコンクリート (工場の設定している呼び強度は 45) を実機ミキサで練り混ぜ、4 章と同じ各種試験を実施した。回収粗骨材の置換率は、0% および 20% とした。コンクリートの調合は表 13

表 12 実験要因と水準 (B-2 工場 (実機))

実験要因	水準
回収粗骨材の置換率 (%)	0, 20
水セメント比 (%)	55.0 [27]
[呼び強度]	39.7 [45]

表 13 コンクリートの調合 (B2 工場 (実機))

W/C (%)	目標スランブ (cm)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				
			W	C	S	G	Ad
55.0	18	46.7	181	329	820	961	3.29
39.7	18	44.1	170	429	749	976	4.29

に示すものとし、使用する材料は3章と同様とした。

5.3 実験結果

B-2 工場でのスランプと空気量の経時変化を図 11 および図 12 に示す。呼び強度 45 と 27 のいずれの調合であっても、回収粗骨材の使用がスランプや空気量の経時変化に影響を及ぼす傾向は見られなかった。硬化コンクリートの試験結果一覧を表 14 に示す。材齢 28 日における標準養生圧縮強度が 60N/mm² 程度であった呼び強度 45 のコンクリートであっても、圧縮強度、静弾性係数および乾燥収縮率などに回収粗骨材の使用が影響する傾向は見られなかった。

5.4 まとめ

呼び強度 45 のコンクリートに回収粗骨材を 20%置換して使用した場合でも、スランプや空気量の経時変化、圧縮強度、静弾性係数および乾燥収縮率などに回収粗骨材の使用が影響する傾向は見られなかった。

6. 総括

建築材料として回収骨材の使用を認めるための技術基準を検討し、回収骨材を用いたコンクリートの性状について調査・検討を行った結果、以下の結論を得た。

- 1) JIS A 5308-2014 で規定された回収骨材の置換率 5%, 20%の調合では、スランプ、空気量への影響は認められなかった。一方、回収骨材の置換率を 100%とした配合では、回収細骨材のみを使用した場合、回収細骨材と回収粗骨材の両方を置換した場合ともにスランプ、空気量への影響が見られ、スランプで 1cm 程度大きくなった。空気量は工場によって異なる結果となった。
- 2) B 法で使用される最大置換率 (20%) を想定し、回収粗骨材 (2 日前採取, 約 1 週間前採取, 約 1 ヶ月前採取) を使用した調合と原骨材のみを使用した調合を比較した結果、フレッシュ性状、圧縮強度への影響は認められず、材齢 28 日の圧縮強度は、回収粗骨材であれば 1 ヶ月程度保管したものを使用しても原骨材と同等の値を示し、問題ないことが明らかとなった。
- 3) 回収骨材 (回収粗骨材および回収細骨材) の置換率を 5%, 20%とした場合の配合と原骨材のみを使用した配合を比較したところ、注水後、経時 90 分までのスランプ、空気量などのフレッシュ性状へ及ぼす影響は認められず、力学特性、乾燥収縮率への影響も認められなかった。
- 4) 回収粗骨材の置換率 20%までの調合であればコンクリートのフレッシュ性状、力学特性、乾燥収縮率は原骨材コンクリートと同等と評価できる。よって、呼び強度 45 までの調合において回収骨材を使用したコンクリートを製造できる可能性を確認した。

謝辞：本研究は、平成 29 年度「建築基準整備促進事業 S26 建築材料における回収骨材の使用に関する検討」(国住指第 4543-6 号) として実施したものである。関係各位に謝意を表します。

参考文献

- 1) 鈴木澄江, 陣内 浩, 荒井正直, 棚野博之, 鹿毛忠継, 辻本一志, 松沢晃一, 土屋直子, 榊田佳寛: 建築材料における回収した骨材の使用に関する実態調査, 日本建築学会技術報告集, 第 25 巻 第 61 号, pp. 1019-1024, 2019. 10
- 2) 鈴木澄江, 榊田佳寛, 棚野博之, 鹿毛忠継, 陣内 浩, 他: 建築材料における回収骨材の使用に関する検討 (その 1), (その 5), (その 7), 日本建築

図 11 回収粗骨材の置換率とスランプの経時変化 (B-2 工場)

図 12 回収粗骨材の置換率と空気量の経時変化 (B-2 工場)

表 14 硬化コンクリートの試験結果一覧 (B-2 工場)

試験項目	W/C (%)	回収骨材置換率 (%)	材齢		
			28 日	91 日	1 年
圧縮強度 (N/mm ²)	55.0	0	33.9	41.0	41.8
		20	37.0	42.6	45.2
	39.7	0	54.9	63.0	67.3
		20	54.7	60.9	65.9
静弾性係数 (kN/mm ²)	55.0	0	30.0	31.1	30.5
		20	31.2	33.8	30.7
	39.7	0	34.2	37.0	35.3
		20	33.5	34.6	36.0
乾燥収縮率 (%)	55.0	0	530 × 10 ⁻⁶		
		20	527 × 10 ⁻⁶		
	39.7	0	456 × 10 ⁻⁶		
		20	412 × 10 ⁻⁶		
質量変化率 (材齢 6 ヶ月) (%)	55.0	0	-2.5		
		20	-2.6		
	39.7	0	-1.6		
		20	-1.6		

- 学会学術講演梗概集 A, pp. 111-112, pp. 119-120, pp.123-124, 2018. 9
- 3) 陣内 浩, 鈴木澄江, 榊田佳寛, 棚野博之, 鹿毛忠継: 回収した細骨材を用いたモルタルに関する基礎的研究, 日本建築学会構造系論文集, pp. 129~137, Vol. 84, No. 756, 2019. 2

[2019 年 5 月 21 日原稿受理 2019 年 7 月 17 日採用決定]