

コンクリートの循環利用による二酸化炭素再固定量に関する現地調査

国土交通省国土技術政策総合研究所	正会員	○神田 太朗
国土交通省国土技術政策総合研究所	正会員	瀧本 真理
国土交通省国土技術政策総合研究所	正会員	曾根 真理
国土交通省国土技術政策総合研究所	正会員	岸田 弘之

1. はじめに

構造物部材としてのコンクリートは高い循環率を達成している。現在、解体されたコンクリートの98%が再生利用されている¹⁾。従来、コンクリートの循環利用は天然資源投入量や廃棄物最終処分量を抑制することを目的として推進されてきた。天然資源投入量や最終処分量抑制に加えて、コンクリートの再生利用によって二酸化炭素(CO₂)排出量を減らす効果も期待できる。これは、コンクリートを解体して再生砕石などの細かな粒度まで破砕することによって生じるセメントの新破断面に大気中のCO₂を固定する可能性があるためである。コンクリートの解体・破砕によるCO₂固定量を調査した研究として黒田・菊地の研究がある²⁾。黒田・菊地はコンクリート破砕物によるCO₂固定量原単位を11kg-CO₂/t-コンクリートと試算している。これに再生砕石製造量¹⁾を乗じると、年間で50万トン程度のCO₂固定が見込まれる。しかしながら上記の研究において対象としたCO₂固定量は構造物の供用期間等を含めたものである。また試験体の代表性等に不明な部分が残っていることが黒田・菊地自身によって指摘されている。本調査では、既往研究に対する追加的調査を行うことでCO₂再固定量に関する知見をより確実なものにすること及び全国調査を実施する際の一連の手順を確立することを目的として、コンクリートの再生品として代表的な再生砕石のCO₂固定量を調査した。

2. 調査方法

(a) 試料採取

東京近郊の2つの中間処理工場において破砕直後の再生砕石(RC-40-0)試料を採取した。採取した試料は四分法により縮分し、速やかに大気との接触を断った。

(b) 試料暴露

再生砕石にCO₂を固定させるため、分析に供する前に一定期間(0, 28日間)大気に暴露させた。暴露期

間の設定にあたっては黒田らが再生採石工場に対して実施した製品保管期間等に関するヒアリング調査結果を参照した。保管条件については、再生採石工場の実態に即した屋外における雨ざらしの保管の他に、各種条件がCO₂固定量に及ぼす影響について分析するために散水条件と温度条件を管理した室内保管を実施した。室内保管に供した試料に対しては東京における降水頻度を参考に、週2回の散水を行った。

(c) 測定

上記期間保管後の試料中の不溶残分量、CaCO₃、Ca(OH)₂量を測定した。これらの測定にあたっては、粒径によるCO₂固定量の相違を調査するために粒径に基づいて試料を4区分した。不溶残分量の測定法はJCAS F-18「硬化コンクリートの配合推定」に従った。CaCO₃、Ca(OH)₂量は示差熱・熱重量同時測定法(TG-DTA)によって測定した。

3. 調査結果と考察

再生砕石諸元に関する測定結果を表-1に示す。再生砕石の諸元について工場間の相違は測定誤差と同程度であり、明確な違いは見いだされない。本調査の対象とした工場は非常に限られているが、今後対象工場数を増やしていくことで全国推計に利用可能な標準的な再生砕石諸元を整理できる可能性がある。含水率は粒径が小さいほど高かった。これは粒径が小さいほど単位重量あたりの表面積が大きくなるためと考えられる。粒径が小さいほど不溶残分率は低くなり、CaO含有率は高くなる。このことから粒径が小さいほどセメント分の含有率が高くなり、より多くのCO₂固定が期待できると言える。

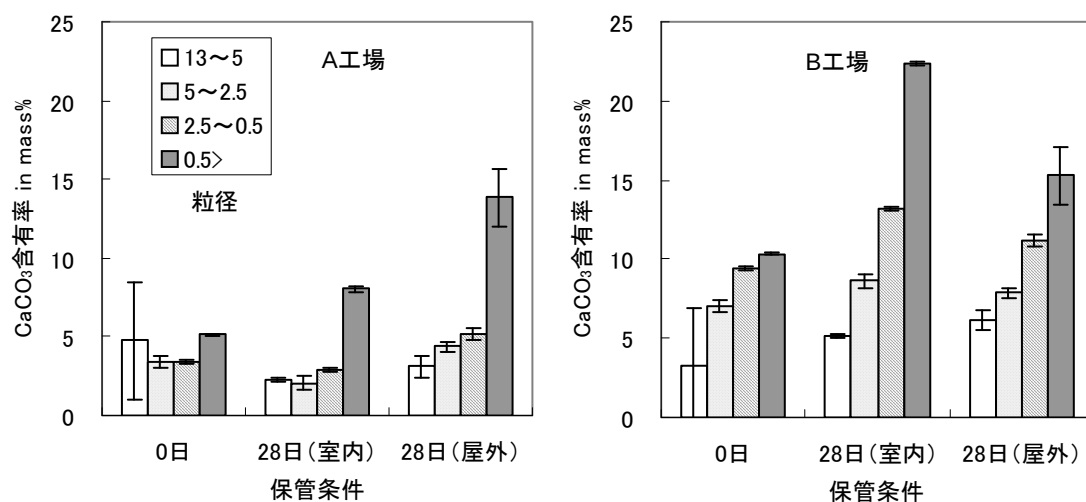
CO₂固定量に関する測定結果を図-1に示す。図中のバーは測定誤差を表す。いずれの工場、保管条件においても、測定誤差を考慮すると、0日後に比べて28日後のCaCO₃含有率は高くなっている。このことから、

キーワード 大気CO₂の再固定, 再生砕石, コンクリート構造物, 循環利用

連絡先 〒305-0804 茨城県つくば市旭1 国土技術政策総合研究所道路環境研究室 TEL 029-864-2606

表-1 再生砕石諸元

粒径 (mm)	A 工場			B 工場		
	含水率	不溶残分	酸化カルシウム	含水率	不溶残分	酸化カルシウム
	(mass%)	(mass%)	(mass%)	(mass%)	(mass%)	(mass%)
粒径 (mm)	AVE. (±SD)	AVE. (±SD)	AVE. (±SD)	AVE. (±SD)	AVE. (±SD)	AVE. (±SD)
13~5	2.54 ± 0.75	75.97 ± 2.38	8.30 ± 1.47	2.82 ± 0.32	77.07 ± 2.44	7.83 ± 1.04
5~2.5	3.18 ± 0.08	73.87 ± 0.38	8.47 ± 0.06	3.60 ± 0.25	69.53 ± 2.02	10.93 ± 0.83
2.5~0.5	3.88 ± 0.11	69.77 ± 0.32	10.03 ± 0.06	3.86 ± 0.04	65.80 ± 0.20	12.33 ± 0.12
0.5>	6.36 ± 0.21	55.27 ± 0.15	15.33 ± 0.06	6.17 ± 0.27	55.70 ± 0.10	15.20 ± 0.00

図-1 再生砕石中の CaCO₃ 含有率

保管期間中に再生砕石の新破断面の $\text{Ca}(\text{OH})_2$ と大気中の CO_2 の反応が進行し、 CaCO_3 として再生砕石に固定されることが理解できる。また 0 日後と 28 日後で粒径別の CaCO_3 含有率を比較すると、粒径が小さいほど CaCO_3 含有率増大がより大きい。これは粒径が小さいほどセメント含有率が高くなり、 CO_2 固定ポテンシャルが大きいためと考えられる。室内保管と屋外保管の CaCO_3 含有率を比較すると、工場により増加量の大小が異なっている。よって、保管条件と CO_2 固定量の関係について本調査結果のみから議論することは困難であり、この点については更なる検討が必要である。

表-1 に示した再生砕石諸元及び図-1 に示した CaCO_3 含有率に基づいて算出した再生砕石 1t あたりの CO_2 固定量を表-2 に示す。含有量は黒田・菊地の調査に比べて大きな値を示した。含有量と再固定量を比較すると、構造物供用中等に固定した CO_2 量と同程度の量を固定可能であることが分かる。

表-2 再生砕石による CO_2 固定量原単位

(kg- CO_2 /t)	0 日	28 日 (室内)	28 日 (屋外)
含有量	9.16	17.46	13.53
再固定量	-	8.30	4.37

4. まとめと今後の展開

本調査によって得た知見を以下に示す。

- 1) 本調査において用いた調査手法によって再生砕石製造による CO_2 固定量の算出が可能である。
- 2) 同様の配合の再生砕石を同様の条件で保管しても CO_2 固定量に相違が見られることから、骨材の種類や材齢、破碎方法などが CO_2 固定量に影響する可能性がある。
- 3) 再生砕石の粒径が小さいほど CO_2 固定量は大きくなる。

今後同様の手法による測定数を増やしていくことで、 CO_2 固定量の全国平均値の算出や CO_2 固定量に影響する要因分析を進めていく予定である。

参考文献：

- 1) 国土交通省総合政策局：建設副産物実態調査結果，(2002)
- 2) 黒田泰弘，菊地俊文：解体コンクリートによる二酸化炭素の固定，コンクリート工学論文集，第 20 巻第 1 号，(2009)