

残コン・戻りコンゼロと CO₂ 削減を建設現場で同時に実現する炭酸ガスを利用した残コン処理システム

渡 邊 賢 三・坂 根 英 之・吉 田 祐 麻

建設業の工事現場で様々な理由から発生する残コン・戻りコンは、これまで大半が再利用されることなく処分されてきた。本報告では、大規模現場では一般的に設置されている濁水処理装置に、簡易な振動ふるいなどを追加することで構成した、残コン・戻りコンを処理するシステムについて紹介する。処理内容としては、再利用可能な粗骨材と CO₂ を吸収・固定して中和された処理土、そして pH と濁度を下げ放流可能な水に分離するものである。一連の分離・処理過程において液化炭酸ガスを使用して、残コン・戻りコンのセメント分に CO₂ を吸収・固定させることで、現場から出る残コン・戻りコンの削減と同時に CO₂ の削減を達成した。

キーワード：環境負荷低減、残コン・戻りコン、CO₂、炭酸カルシウム、濁水処理

1. はじめに

地球温暖化を要因とした気候変動により自然災害が激甚化する傾向にあり、その一因とされる CO₂ の排出量を減らすことは、世界的に喫緊の課題となっている。ここで、CO₂ 排出量を建設業との関わりで整理したのが図-1であり、実に日本の全 CO₂ 排出量の約 43% が建設業に関連する¹⁾。その内訳としては、建設重機などから排出される施工時の CO₂ は 1.3%、約 1,100 万 t²⁾ で比較的少ないものの、建物の運用時と建設資材の生産・運搬時に起因するものがその大部分を占めることが分かる。さらに、図-2 に示すように我が国の産業分野が排出している CO₂ 排出量約 3 億 9 千万 t のうち、鉄鋼業が 40%、窯業土石が 8% を占める³⁾。ここで、鉄とセメント・コンクリートを主

に取扱う材料としている建設業において、各種技術によって CO₂ 排出量を削減していくことが極めて重要である。

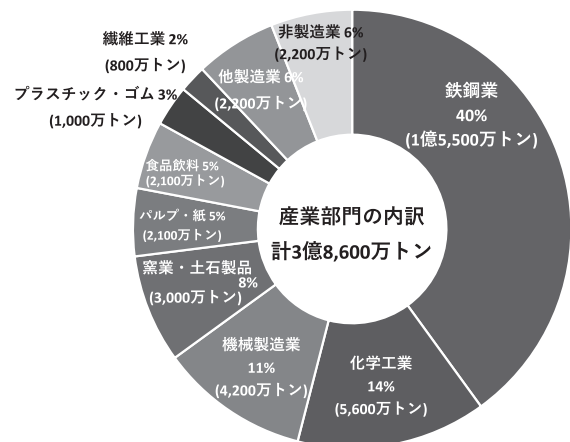


図-2 日本の産業別 CO₂ 排出量 (文献³⁾ に基づき作成)

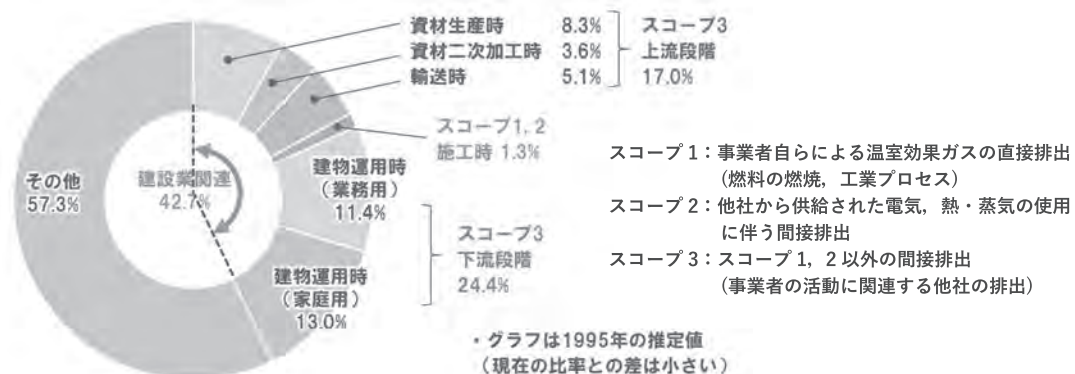


図-1 建設業に関連する CO₂ 排出割合 (文献¹⁾ に基づき作成)

そこで、鉄鋼業においては、従来のコークスを用いて鉄を還元する手法からの変革が研究されており、水素を活用して還元しつつ、排出したCO₂を分離回収する技術が開発され、実証実験レベルにまで至っている⁴⁾。また、セメント産業においては、エネルギー、原料、CO₂固定・再利用など環境負荷低減に関する複合的な取り組みが伝統的になされてきている⁵⁾。コンクリート業界についてもCO₂削減の技術開発は加速しており、CO₂をコンクリートが吸収・固定して、大気中からのCO₂の削減を実現する技術が開発され、実用化されている⁶⁾。

上述のとおり、コンクリートに関連するCO₂排出量が多いことから、建設に関係する各業界によって各種削減の技術開発が本格化してきているものの、建設現場において、そのコンクリートが使用されることなく常習的に廃棄されている。このようなコンクリートは、残コン・戻りコンと称され、その量は年間で150～200万m³と算定されている⁷⁾。一般的なコンクリートのCO₂排出量を約0.25t/m³とすると、実に50万tものCO₂を無駄に排出してしまっている計算となる。この理由として、受入れ検査に不合格になってアジテータ車から荷卸しされることなく返却されたり、打込み完了時にコンクリートポンプ車や圧送配管内に残ったコンクリートが、型枠の中に打ち込まれることなく、廃棄物として処理されたりしている。そこで、残コン戻りコンの現状を調査し、削減する技術や方策について多くの検討がなされている。例えば、これまでは、打込みの終盤に打設当番がコンベックスと目視にて、コンクリートの必要量を測っていたのに対し、携帯端末のカメラとAR技術で正確なコンクリート量を計算することが可能となっている⁸⁾。また、戻りコンから骨材などを取り除いた後、スラッジ水を脱水したスラッジケーキを含水率が1～2%程度となるまで破碎乾燥処理して製造する再生セメントが実用化されている⁹⁾。あるいは、全国で同じ形状の型枠に、残コンを用いて統一規格のブロックを製造する仕組みを構築することで、残コンを有効利用し、ブロック積みの擁壁やトンパクの代用など多様な用途に使用する取組が始まっている¹⁰⁾。さらに、セメント、コンクリートに関係する産官学が集い、地球環境に配慮した活動を行っていくことを目的とした団体が立ち上がり、残コン・戻りコンに関する各種情報提供などが行われている¹¹⁾。このような背景のなか、本報告では、残コン・戻りコンを現場で処理しつつCO₂を固定した材料循環メカニズムの確立の第一歩として、大規模現場では一般的に設置されている濁水処理装置に、簡易な振動

ふるいなどを追加することで構成した、残コン・戻りコンを処理するシステム¹²⁾について紹介する。

2. 残コン・戻りコン

(1) 残コン・戻りコンとは？

残コンとは⁷⁾、受入れ検査で合格となり、アジテータ車に積み込まれている一部が工場に戻ったもの、アジテータ車に積み込まれている全量が使用されずに工場に戻ったもの、および打設終了後ポンプ車のホッパや輸送管などに残ったものと説明される。また、戻りコンとは⁷⁾、受入れ検査で不合格となり生コン工場に戻ったものと定義され、残コン・戻りコンは現場で使用しなかったコンクリートの総称である。

(2) 残コン・戻りコンが発生する理由

残コン・戻りコンがなくなる理由として、現状の建設現場では残ったコンクリートを処理することができないことがある。また、コンクリート打設の終盤になり、コンクリートが打ち込まれていない体積を正確に測ることが難しく、多めに発注してしまうことが多い。

さらに、そもそも建設現場でコンクリートが残ってしまう理由の一つとして、施工者が型枠内の寸法を正確に測ってコンクリートの容積を算出したとしても誤差が生じることがある。例えば、コンクリートの空気量の基準値は4.5%±1.5%であり、最大3%の誤差が生じることになる。また、幅15m×長さ20mの構造物の高さが1mm低くなると約0.3m³のコンクリートが余ることになる。さらに、注文するコンクリート量のミスや、施工中のトラブルなどが原因で残コンが発生する場合もある。

これらに加えて、品質確保の観点で、打設の最後にコンクリートが不足することを避けるため、施工者があえて余裕を持たせてコンクリートを注文することがある。打込みの最後になってコンクリートが不足すると、コールドジョイントのような重要な問題が生じることになりかねない。そのため、施工者はコンクリートを多めに注文する傾向がある。たとえ、アジテータ車1台分(4.5m³)の生コンクリートを余らせて、かつ戻りコンの補償をしたとしても、施工したコンクリート構造物を造り直すよりも遥かに安くなるケースが多いのである。

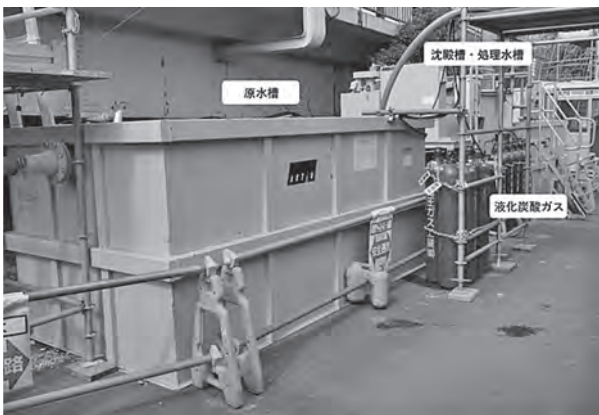
3. 建設現場で残コン・戻りコンを処理する方法

(1) 残コン・戻りコン処理システムの概要

建設現場においてコンクリートを余らせたとしても、これを建設現場内で処理することができれば、残コン・戻りコンは発生しないことになる。残コン・戻りコンを建設現場内で処理するため、比較的大規模な建設現場では一般的に行われている濁水処理の装置を活用する方法が考えられる。建設現場では、写真一1および図一3に示す濁水処理装置を用いて、泥水やコンクリートの洗い水などの濁水を炭酸ガスで中和し、凝集剤で濁度を下げたうえで、その処理水を排出

している。この濁水処理装置を応用して、残コンを建設現場で処理する方法を考案した。その全体システムを図一4に示す。

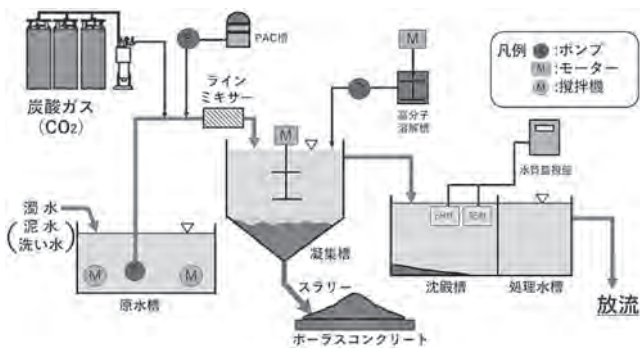
まず、アジテータ車に残ったコンクリートに必要な応じて超遅延剤を添加し、適量の水を加えて高速攪拌する。その後、アジテータ車から流動性の高いコンクリートを振動ふるいに入力する。コンクリートは散水装置が付いた振動ふるいの上を通過して、ふるい前面に、写真一2に示すように分離して洗われた粗骨材が排出される。建設現場においてアジテータ車に残ったコンクリートを振動ふるいに入れている状況を写真一



写真一1 濁水処理装置の全景



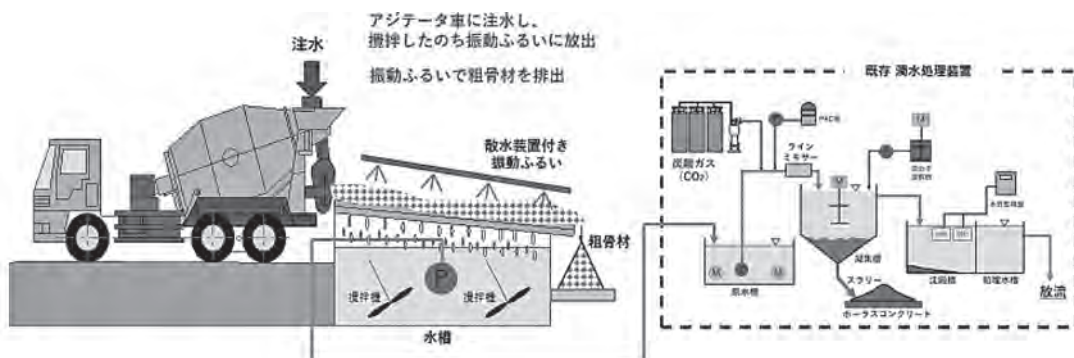
写真一2 散水装置付き振動ふるいの稼働状況



図一3 濁水処理装置の処理フロー



写真一3 アジテータ車からコンクリートを散水装置付き振動ふるいに入れている状況



図一4 建設現場での残コン処理システムの全体フロー

3に示す。写真に示すとおり、ふるい分けされた粗骨材は、洗浄された状態で前面のピットに排出される。

モルタル分は振動ふるいの下にセットした水槽に落ちる。水槽内に落ちたモルタル分は、水槽内に取り付けた攪拌装置で攪拌し、懸濁水状になったものを既存の濁水処理装置に送り込み、炭酸ガスで中和する。それにより高アルカリ成分が炭酸化するため、生成される炭酸カルシウムや骨材は一般残土として処理が可能となる。濁水処理装置内で、生成されたCO₂を吸収・固定した処理土を写真-4に示す。この処理土は炭酸カルシウムと細骨材の混合物であり、将来的に法規制を変えることができれば、この処理土を現場内で使うことも可能となる。処理された水は、pHと濁度が規準値以内であることを確認して河川などに放流する。放流水のpHの確認状況を写真-5に示す。



写真-4 炭酸カルシウムと細骨材の混合物



写真-5 pH測定状況

(2) 実験結果と課題および今後の方針

今回の実験において処理後の処理土を分析した結果、コンクリート1m³当たり約10kgのCO₂を固定化できていることを確認した。また、処理工程中のpHの経時変化を図-5に示す。図には、ふるい直下

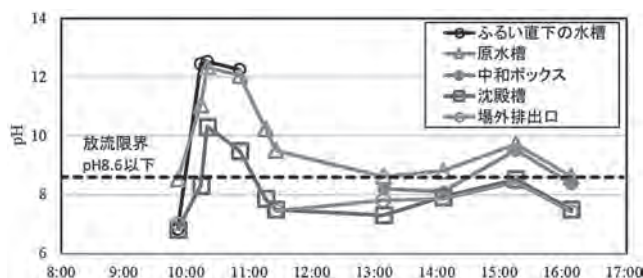


図-5 各場所でのpHの経時変化

の水槽、原水槽、中和ボックス、沈殿槽、場外排出口の各場所での結果を示す。図示するように、最終ノッチでのpHが処理開始から8時間後に規準値であるpH8.6以下になった。

今回の実験は、処理能力10t/hの濁水処理施設を用いて、コンクリート1m³当たり2m³の水を加水して処理を実施した。その結果、粗骨材のふるい分け、洗浄はコンクリートの投入と同時に比較的短時間で完了した。一方で、pHの低下を含む水処理には8時間を要することが分かった。

一方、この工程によって残コン・戻りコンにCO₂を吸収・固定することを実証できたため、今後、その値を定量的に評価することで、現場におけるCO₂の削減を見える化して貢献することも可能である。将来的には、濁水処理装置で使用する炭酸ガスに建設現場で排出される重機などの排ガスを用いることができれば、建設現場から排出されるCO₂も削減できるようになる。

4. おわりに

濁水処理装置に、簡易な振動ふるいなどを追加することで構成した、残コン・戻りコンを現場で処理するシステムについて紹介した。処理過程において液化炭酸ガスを使用して、残コン・戻りコンのセメント分にCO₂を吸収・固定させることで、現場から出る残コン・戻りコンの削減と同時にCO₂の削減を達成した。今後は、各種現場に適用し、建設現場からのCO₂排出量の削減と資源の有効利用による環境負荷低減に貢献していく所存である。

JICMA

《参考文献》

- 1) 漆崎昇, 水野稔, 下田吉之, 酒井寛二: 産業連関表を利用した建築業の環境負荷推定, 日本建築学会計画系論文集, No.549, pp75-82, 2001.
- 2) 国土交通省: 建設施工分野における地球温暖化対策の推進, shiryout2.pdf (mlit.go.jp) 202208 確認
- 3) 経済産業省: 温室効果ガス排出の現状等, 003_03_00.pdf (meti.go.jp) 2022.08 確認

- 4) 例えば, 宇治澤優: 水素時代の鉄づくり, ゼロカーボン・スチールへの挑戦, 季刊新日鉄住金, Vol.25, pp.22-25, 2019 pdf用.indd (nipponsteel.com)
- 5) 例えば, 細谷俊夫: セメント産業におけるCO₂排出削減の取組み, コンクリート工学, Vol.48, No.9, pp.51-53, 2010.
- 6) 例えば, 取達剛ら: コンクリート構造物への強制炭酸化技術の適用によるCO₂排出削減, コンクリート工学, Vol.48, No.9, pp.39-42, 2010.
- 7) 日本コンクリート工学会, 残コン・戻りコンの発生抑制及び有効利用に関する技術検討委員会報告書, 2012
- 8) 大林組: コンクリートの残りの必要数量計算アプリ「ピタコン™」を開発しました | ニュース | 大林組 (obayashi.co.jp) 2022.8 確認
- 9) 大川憲, 青木真一, 関田徹志, 笠井哲郎: 戻りコンクリートから製造した低炭素スラッジ再生セメント, コンクリート工学, Vol.59, No.9, pp.801-806, 2021.9
- 10) 残コンブロック, 残コン, コンクリートブロック | 残コンブロック利用促進協議会 (zancon.jp)
- 11) 生コン・残コンソリューション技術研究会 RRCS_Association_生コン・残コン (rrcs-association.or.jp) 2022.07 確認
- 12) 野口貴文, 坂田昇: CO₂を削減しつつ, 残コン・戻りコンをゼロにする新たな方策, セメント・コンクリート, Vol.41, No.5, pp.10-16, 2022

[筆者紹介]

渡邊 賢三 (わたなべ けんぞう)
鹿島建設㈱
技術研究所 土木材料グループ
グループ長



坂根 英之 (さかね ひでゆき)
鹿島建設㈱ 機械部
機械技術イノベーショングループ
担当部長



吉田 祐麻 (よしだ ゆうま)
鹿島建設㈱
技術研究所 土木材料グループ
研究員

