

第V部門

2024年9月6日(金) 16:50 ~ 18:10 C200(川内北キャンパス講義棟C棟)

再生コンクリート／海洋コンクリート

座長：小山田 哲也（岩手大学）

17:40 ~ 17:50

[V-478] 改質再生骨材コンクリートにおけるCO<sub>2</sub>排出量削減効果の定量評価

\*竹入 陽太<sup>1</sup>、松田 信広<sup>2</sup>、伊代田 岳史<sup>3</sup> (1. 芝浦工業大学大学院、2. (株) 東京テクノ、3. 芝浦工業大学)

キーワード：再生骨材、炭酸化、CO<sub>2</sub>固定量、CO<sub>2</sub>排出量、カーボンニュートラル

脱炭素社会の実現に向け、コンクリートやコンクリート用骨材によるCO<sub>2</sub>の固定化などの検討が行われている。本研究では、強制炭酸化により改質した低品質再生骨材の使用による、コンクリートのCO<sub>2</sub>削減効果の定量評価を行うため、普通ポルトランドセメント、高炉セメントB種、高炉セメントC種を用いた場合の改質再生骨材コンクリートについて、普通骨材コンクリートと同一強度レベルでのCO<sub>2</sub>排出量削減効果について検討した。結果として、いずれのセメント種においても、改質再生骨材の使用によってCO<sub>2</sub>排出削減効果が確認できた。また、BC配合では貧配合においてカーボンニュートラルの可能性を示唆できた。

改質再生骨材コンクリートにおける CO<sub>2</sub> 排出量削減効果の定量評価

芝浦工業大学大学院 学生会員 ○竹入 陽太  
 (株) 東京テクノ 松田 信広  
 芝浦工業大学 正会員 伊代田 岳史

## 1. はじめに

脱炭素社会の実現に向け、コンクリートやコンクリート用骨材による CO<sub>2</sub> の固定化などの検討が行われている。再生骨材は、解体前、製造過程、保管時、強制炭酸化といった複数の過程において CO<sub>2</sub> を固定化できる可能性がある。また、再生骨材の中でも、特に品質の低い再生骨材 L および L 規格外品（以下、低品質再生骨材）は、製造にかかわるコスト・エネルギーが低いこと、付着モルタルの割合が多いため高い CO<sub>2</sub> 固定能力を期待できるといった利点がある。筆者らのグループはこれまでに、低品質再生骨材を強制炭酸化させることによって、付着モルタル部分が緻密化し、骨材自体の密度・吸水率を改善できること、この骨材と普通ポルトランドセメントを併用したコンクリートにおいては、強度・耐久性を改善可能であることを報告している。

本研究では、カーボンニュートラルの実現に向け、改質再生骨材の使用による、コンクリートの CO<sub>2</sub> 削減効果を定量評価するため、改質再生骨材コンクリートについて、普通コンクリートと同一強度レベルでの CO<sub>2</sub> 削減効果について検討を行った。

2. 改質再生骨材コンクリートの CO<sub>2</sub> 削減効果

## 2.1 概要

改質再生骨材コンクリートにおける CO<sub>2</sub> 排出量削減効果の定量評価には、同一強度レベルでの評価が必要である。そこで、まずはコンクリートの C/W と圧縮強度の関係を確認し、配合設計を行った。使用骨材の物理的性能を表-1に示す。普通細・粗骨材(OS, OG), 低品質再生細・粗骨材(RS, RG), 強制炭酸化(20°C, 60%RH, CO<sub>2</sub>濃度5%, 7日間)を行った改質再生細・粗骨材(RSC, RGC)を使用した。コンクリートの配合を表-2に示す。セメントは、普通ポルトランドセメント(OPC), 高炉セメントB種(BB),

表-1 使用骨材の物理的性能

記号	骨材種類	強制炭酸化	絶乾密度 (g/cm <sup>3</sup> )	吸水率 (%)
OS	普通細骨材	-	2.60	1.21
RS	低品質再生細骨材	なし	2.00	11.59
RSC	再生細骨材	あり	2.04	10.29
OG	普通粗骨材	-	2.67	0.51
RG	低品質再生粗骨材	なし	2.22	7.25
RGC	再生粗骨材	あり	2.28	5.92

表-2 コンクリートの配合

骨材	セメント	W/C (%)	s/a (%)	air (%)	単位水量 (kg/m <sup>3</sup> )
普通骨材 低品質再生骨材 改質再生骨材	OPC BB BC	50	48	4.5	175

表-3 使用材料のインベントリデータ<sup>一部2)</sup>

材料	CO <sub>2</sub> 排出量 (kg-CO <sub>2</sub> /t)
普通ポルトランドセメント	766.6
高炉セメントB種	458.7
高炉スラグ微粉末	26.5
普通粗骨材	2.9
普通細骨材	3.9
低品質再生粗骨材	2.1
低品質再生細骨材	2.2
改質再生粗骨材	-22.2
改質再生細骨材	-54.7

C種(BC)を使用した。配合設計では、OPC, BBを用いた普通コンクリートは、再生骨材以外の材料が同一のものを使用する生コン工場の工場式を採用し、BCはデータがないことから本検討にて作製した。作製した供試体は脱型後、材齢28日まで標準養生を行い、JISA1108に準拠して圧縮強度試験を行った。

## 2.2 C/W と圧縮強度の関係

図-1にC/Wと圧縮強度の関係を示す。改質再生骨材コンクリートのC/Wと圧縮強度の関係は、全配合で正の相関を示すことが確認できた。また、OPCでは、改質再生骨材による圧縮強度改善効果が確認できるが、BB, BCと高炉スラグ微粉末の混合割合の増大に伴い圧縮強度改善効果は小さくなった。これより、BB, BCの低品質再生骨材を用いた場合のC/W式は改質再生骨材を用いた場合のC/W式に対

キーワード 再生骨材, 炭酸化, CO<sub>2</sub>固定量, CO<sub>2</sub>排出量, カーボンニュートラル  
 連絡先 〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5 芝浦工業大学  
 TEL:03-5859-8356 E-mail:ah20055@shibaura-it.ac.jp

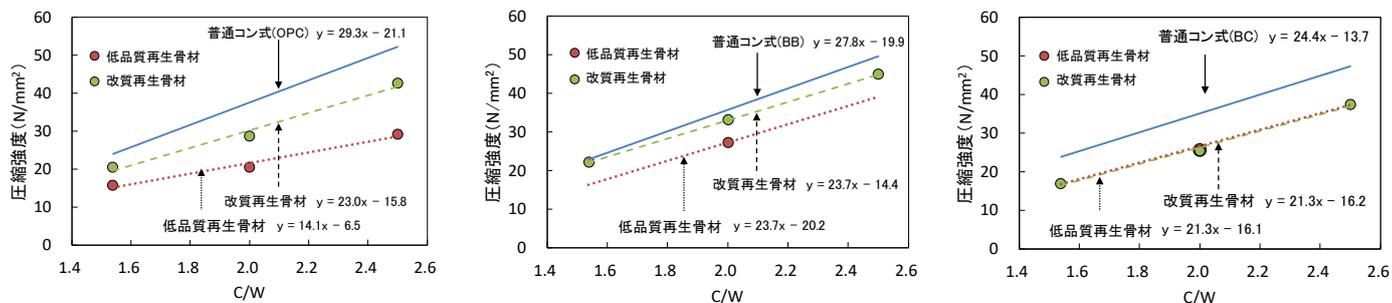
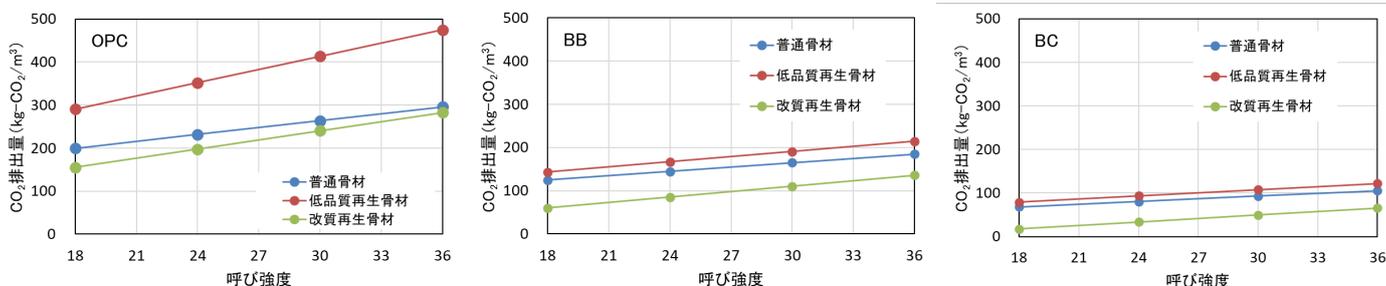


図-1 C/W と圧縮強度の関係 (OPC, BB, BC)

図-2 呼び強度ごとのコンクリートのCO<sub>2</sub>排出量 (OPC, BB, BC)

して低品質再生骨材を用いた W/C:50%の強度結果が線上去るように切片を補正し、傾きを変えず式を平行移動させた。以上の通り、配合設計を行い次節にてCO<sub>2</sub>削減効果の定量評価を行った。

### 2. 3 コンクリートのCO<sub>2</sub>排出量

2. 2で得られたC/W式から呼び強度に対応する配合設計を行い、CO<sub>2</sub>削減効果を評価した。全ての配合は単位水量:175kg/m<sup>3</sup>, s/a:48%, 空気量:4.5%とし、変動係数は10%, 配合強度は1.73σを満足するように設計した。表-3にCO<sub>2</sub>排出量の算出に使用した各材料のインベントリーデータを示す。セメントおよび普通骨材は既往の文献<sup>2)</sup>のデータを用いている。低品質再生骨材は、再生骨材Lを製造する3工場の電力使用量の平均値から求めた。改質再生骨材は、再生骨材の製造時、保管時(28日間)、強制炭酸化時のCO<sub>2</sub>固定量を求め、低品質再生骨材のCO<sub>2</sub>排出量との収支計算から求めた。それぞれの固定量はTG-DTAを用いて測定した。製造時の固定量は、製造直後の再生骨材のCO<sub>2</sub>固定量と原コンクリートに使用した材料中のCO<sub>2</sub>固定量を測定し、その差分より求めた。保管時の固定量は、再生骨材製造直後のCO<sub>2</sub>固定量と28日間保管後のCO<sub>2</sub>固定量の差分から求めた。強制炭酸化によるCO<sub>2</sub>固定量は、筆者らがこれまでに実施した強制炭酸化を行った再生骨材のデータを整理し、実測値と推定値の平均値を用いた。なお、低品質再生細・粗骨材(改質前)のインベントリーデータ

には製造・保管時のCO<sub>2</sub>固定量は含めてない。

図-2に呼び強度ごとのコンクリートのCO<sub>2</sub>排出量を示す。OPC配合のCO<sub>2</sub>排出量は、普通骨材と比べたとき、低品質再生骨材では大幅に多くなるが、改質再生骨材を用いることでCO<sub>2</sub>排出量を削減させることができた。しかし、呼び強度の増大に従い同等の排出量となった。BB配合・BC配合では、低品質再生骨材の場合、普通骨材と同程度のCO<sub>2</sub>排出量となった。また、改質再生骨材の場合は、OPC配合のときと比べ、いずれの呼び強度においても普通骨材に対して顕著にCO<sub>2</sub>排出量を削減することができた。特にBC配合の呼び強度の低い貧配合におけるCO<sub>2</sub>排出量はゼロに近づき、カーボンニュートラルの可能性を示唆できた。

### 3. まとめ

- 1) いずれのセメントにおいても、改質再生骨材の使用によってCO<sub>2</sub>排出削減効果が確認できた。
- 2) BC配合では貧配合においてカーボンニュートラルの可能性を示唆できた。

### 参考文献

- 1) 松田信広ら:炭酸化処理による低品質再生細骨材の効果的な改質手法に関する検討,コンクリート構造物の補修,補強,アップグレード論文報告集,第23巻,pp.23-28,2023.10
- 2) 土木学会:コンクリートライブラリー125,コンクリート構造物の環境性能照査指針(試案),2005.11