

環境影響の低減に効果的なプレキャストコンクリートの製造に関する検討

広島大学大学院工学研究科 学生会員 ○澤井浩士
ランデス株式会社 正会員 藤木昭宏
広島大学大学院工学研究科 学生会員 岩谷祐太
広島大学大学院工学研究院 正会員 河合研至

1. はじめに

地球温暖化等の地球規模での環境問題が深刻な状況となっている現在、CO₂ 排出量などといった環境負荷を低減することや、有限である天然資源を有効に利用するために産業副産物を代用するといったことが必要とされている。本研究ではプレキャストコンクリート(PCa)の製造に着目し、代替材料を使用することで環境負荷の低減と天然資源の延命化の両方の観点から、環境影響の低減に効果的な PCa を提案することを目的とした。

2. 研究概要

PCa 製品工場へのヒアリング調査で得た PCa 製品の示方配合と機械の稼働による燃料消費量より PCa 製造に伴う環境影響の定量化を行った。また、数種類の示方配合のうち使用頻度の最も高い代表的な配合を基本配合として、基本配合におけるセメントの一部をフライアッシュに、砕砂の一部を熔融スラグ細骨材に、碎石の一部を再生粗骨材に、様々な組み合わせで置換したコンクリート供試体を作製し、材齢 1 日、7 日、28 日における圧縮強度を測定した。PCa の出荷材齢とされている材齢 7 日において基本配合と同等の圧縮強度を有する配合に対して、環境影響を定量化して置換前後の変化量の検討を行った。ここで、環境影響として CO₂ 排出量、SO_x 排出量、NO_x 排出量、ばいじん排出量、廃棄物のリサイクル量に着目し、算出する際にはインベントリデータを用いた。

3. 結果及び考察

基本配合に対する代替材料の置換組み合わせを表-1に示す。表-1は各配合の結合材、細骨材、粗骨材における各材料の使用比率を示している。表記の FA はフライアッシュ、溶は熔融スラグ細骨材、再は再生粗骨材をそれぞれ示す。表-2に各配合における強度試験結果を示す。強度試験の結果より、基本配合と同等の性質を有する配合に対して、環境影響の定

表-1 置換組み合わせ

配合名	W/B	結合材			細骨材		粗骨材		定量化の有無
		C	FA	BF	S	溶	G	再	
40NC	0.4	0.8	0	0.2	1	0	1	0	○
40FA20	0.4	0.6	0.2	0.2	1	0	1	0	
37FA20	0.37	0.6	0.2	0.2	1	0	1	0	
35FA10	0.35	0.7	0.1	0.2	1	0	1	0	○
35FA20	0.35	0.6	0.2	0.2	1	0	1	0	○
40溶30	0.4	0.8	0	0.2	0.7	0.3	1	0	○
40溶50	0.4	0.8	0	0.2	0.5	0.5	1	0	
37.5溶50	0.375	0.8	0	0.2	0.5	0.5	1	0	○
40再50	0.4	0.8	0	0.2	1	0	0.5	0.5	○
40再75	0.4	0.8	0	0.2	1	0	0.25	0.75	
40再100	0.4	0.8	0	0.2	1	0	0	1	
37.5再100	0.375	0.8	0	0.2	1	0	0	1	○
40FA20溶50	0.4	0.6	0.2	0.2	0.5	0.5	1	0	
37FA20溶30	0.37	0.6	0.2	0.2	0.7	0.3	1	0	
35FA20溶30	0.35	0.6	0.2	0.2	0.7	0.3	1	0	○
40FA20再50	0.4	0.6	0.2	0.2	1	0	0.5	0.5	
37FA20再75	0.37	0.6	0.2	0.2	1	0	0.25	0.75	
35FA20再75	0.35	0.6	0.2	0.2	1	0	0.25	0.75	○

(W/B 以外の数値は、各材料の構成比率を示す。)

表-2 強度試験結果

配合名	7日強度(N/mm ²)
40NC	33.1
40FA20	20.6
37FA20	27.3
35FA10	42.2
35FA20	36.4
40溶30	32.8
40溶50	25.5
37.5溶50	37.3
40再50	31.0
40再75	30.5
40再100	27.9
37.5再100	36.3
40FA20溶50	20.7
37FA20溶30	30.5
35FA20溶30	39.6
40FA20再50	19.7
37FA20再75	25.0
35FA20再75	34.6

量化を行った。環境影響の評価範囲は、材料の製造から PCa 製品製造までとしたが、材料の輸送は考慮されていない。環境影響の算出では、工場内の製品が全て基本配合で製造されるとし、基本配合に年間の製品製造量を乗じて、年間の総影響量として求めることとした。ここでは CO₂ 排出量とリサイクル量の結果を示す。

各配合における年間 CO₂ 排出量を図-1、図-2に示す。図の数値について、グラフ中の数値は各配合の代替材料置換を行った場合の年間総 CO₂ 排出量を示し、グラフ上部の数値は基本配合に対する比を示す。図-1、図-2より、セメントの 20%をフライアッシュに置換することで、21%の CO₂ 排出量を低減できるという結果となった。また、

キーワード 環境負荷、プレキャストコンクリート、CO₂ 排出量、リサイクル量

連絡先 〒739-8527 東広島市鏡山 1-4-1 広島大学大学院工学研究科 構造材料工学研究室 TEL 082-424-7786

溶融スラグ細骨材を置換した場合は CO₂ 排出量が増大するが、それは砕砂に比べて溶融スラグ細骨材の製造に伴う CO₂ 排出量が大きいためである。再生粗骨材を使用した場合は CO₂ 排出量に大きな変化は見られなかった。

次に各々の配合における年間リサイクル量を図-3、図-4 に示す。図-3、図-4 より、フライアッシュを置換した場合はリサイクル量に大きな変化は見られないが、溶融スラグ細骨材を 50%置換した場合は約 10 倍に、再生粗骨材を 100%置換した場合は約 19 倍と増大することが分かった。このことから、溶融スラグ細骨材や再生粗骨材を使用した場合、廃棄物処分量が大きく減り天然資源の延命化を図ることができる。しかし、溶融スラグ細骨材を置換した場合のリサイクル量は焼却灰の再利用量を示しており、再生粗骨材を置換した場合のリサイクル量は廃コンクリートの再利用量を示しているため、一概にリサイクル量の観点から再生粗骨材のほうが溶融スラグ細骨材より優れているとは言えない。

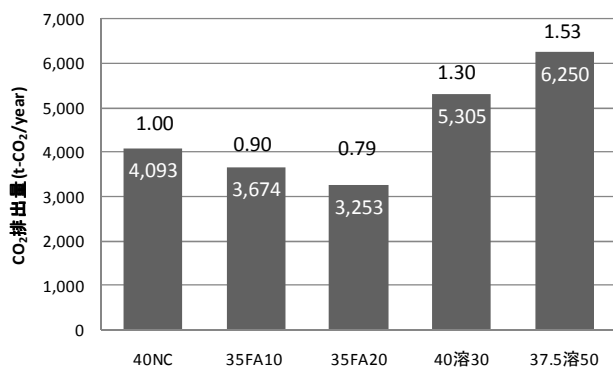


図-1 代替材料を置換した場合の年間総 CO₂ 排出量

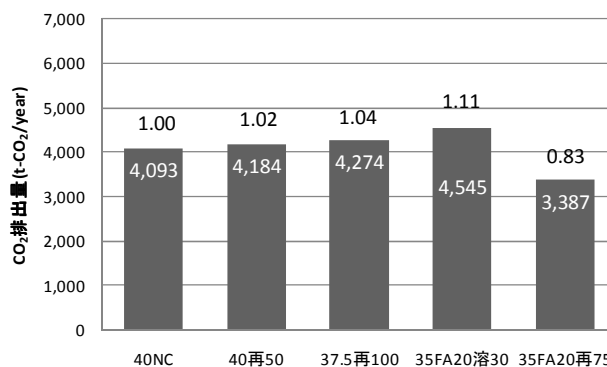


図-2 代替材料を置換した場合の年間総 CO₂ 排出量

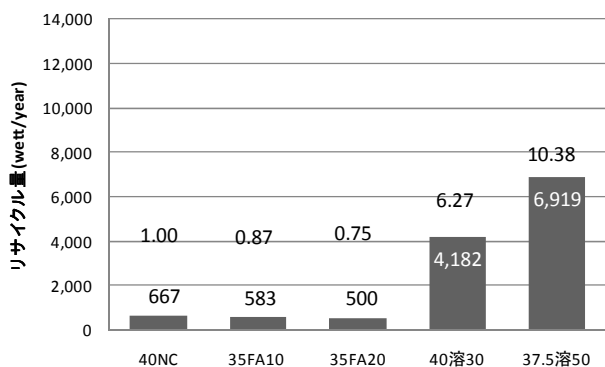


図-3 代替材料を置換した場合の年間総リサイクル量

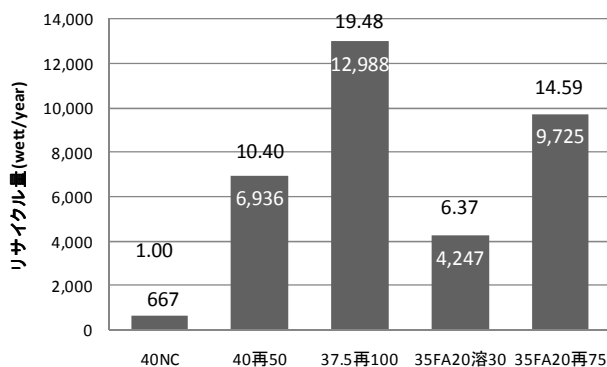


図-4 代替材料を置換した場合の年間総リサイクル量

4. 結論

本研究では PCa の製造の際に、より環境に与える悪影響を低減できる手法の検討を行った。セメントや天然骨材を代替材料に置換した場合の環境影響を定量的に算出し、評価することで以下のことが言える。

- (1) CO₂ 排出量を最も低減できる配合はセメントの 20% をフライアッシュに置換した場合で、年間総 CO₂ 排出量は約 21% 低減することができる。
- (2) 天然資源の観点から見ると、溶融スラグ細骨材を 50% 置換した場合リサイクル量は約 10 倍と増大し、再生粗骨材を 100% 置換した場合リサイクル量は約 19 倍と増大する。それ故、最も高いリサイクル量を得ることのできる配合は再生粗骨材 100% 置換を行った配合である。
- (3) フライアッシュ 20% 置換と溶融スラグ細骨材 30% 置換を同時に行った配合は CO₂ 排出量の低減とリサイクル量の増大の両方の面で効果的である。

参考文献

- 1) 土木学会：コンクリートの環境負荷評価（その 2），コンクリート技術シリーズ 62