

スラグを用いたコンクリート製品の LCA による定量的評価

日本工営株式会社 正会員 ○吉田 研也
黒崎 靖介
三浦 敏弘
国土交通省中国技術事務所 田邊 靖彦

1. はじめに

プレキャストコンクリート(PCa)製品の骨材には、従来は主に海砂や碎石等の天然骨材が用いられてきた。しかし、近年の瀬戸内海を中心とした海砂の枯渇化、骨材採取に伴う環境影響の懸念、副産物有効利用による循環型社会形成の推進等の観点から、天然骨材に代わる新材料の開発や使用が求められてきている。

本検討は、このような背景のもとに、天然骨材を FNS(フェロニッケルスラグ)及び BFG(高炉スラグ)に代替した貧配合 PCa 製品（張りブロック□1.0m×0.12m、以下「貧配合製品」）を試作し、このケースを対象としたインベントリ分析を行い、スラグの利用による CO₂ 排出や自然環境影響等の複数の環境負荷を外部コストという統一的な評価指標に換算して評価したものである。

2. 検討方法

(1)工程と検討方法

図1に示すPCa製品のライフサイクルのうち、網掛けした工程については従来製品と貧配合製品とで材料投入量や燃料使用量が異なるため、積み上げ方式により検討を行った。また、ライフサイクル全体での外部コストを確認するため、その他の工程については既存の産業連関表によるLCI データベース¹⁾を用いて検討を行った。なお、副産物であるFNS及びBFGの環境負荷は、それぞれの主製品であるフェロニッケル及び鉄鋼の製造工程で負うものと考え、検討対象外とした。

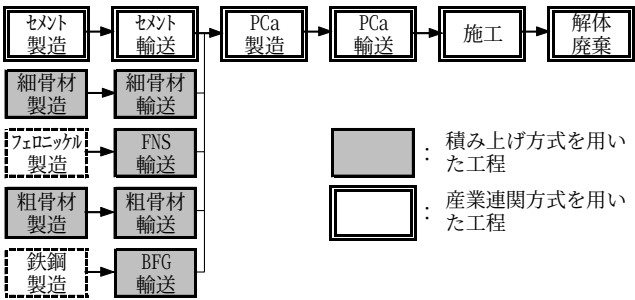


図1 PCa製品のライフサイクルフロー

(2)環境負荷項目

評価の対象とした環境負荷項目は、各材料製造メーカーでの環境保全措置の有無や既往の土石採取に係る環境影響評価事例等を勘案して選定した。その際、影響が小さいと考えられるものは除外した（表1）。

(3)外部コストの算定方法

外部コストは、次式により算定した。

[外部コスト] = Σ { [貨幣換算原単位_j] × [環境負荷量_j] }

[環境負荷量] = Σ { [環境負荷原単位_j] × [投入量_j] }

ここで、[貨幣換算原単位_j] : 環境負荷項目 i の単位負荷量あたりの外部コスト²⁾

[環境負荷原単位_j] : 材料 j の 1kg あたりの環境負荷量¹⁾

[投入量_j] : PCa 製品 1 体あたりの材料 j 投入量(kg/体)

なお、環境負荷原単位及び貨幣換算原単位は既往文献の値を、投入量は実際に試作に要した値を用いた(表2)。

表1 対象とした環境負荷項目

環境要素		NO _x	CO ₂	騒音	自然地 改変
材料製造	セメント製造	○	○		
	骨材製造	●	●		●
材料輸送	セメント輸送	○	○		
	骨材輸送	●	●	●	
PCa製造		○	○		
PCa輸送		○	○		
施工		○	○		
解体廃棄		○	○		

●：積み上げ方式を用いた項目
○：産業連関方式を用いた項目

表2 材料投入量(kg/体)

材料種		従来製品	貧配合製品
普通ポルトランドセメント		41	41
	加工砂	100	46
細骨材	FNS	0	57
	碎石	120	0
粗骨材	BFG	0	114

キーワード LCA(ライフサイクルアセスメント)、外部コスト、インベントリ分析、貧配合コンクリート

連絡先 〒102-8539 東京都千代田区麹町 日本工営株式会社 環境部 TEL03-3238-8383

3. LCA 評価結果

(1)骨材の代替による環境負荷低減効果

骨材に係る外部コストの算定結果を図 2 に示す。骨材製造工程及び骨材輸送工程を含む外部コストの合計は、従来製品で約 25 円/体、貧配合製品で約 8 円/体であり、貧配合製品は従来製品比で約 70%の環境負荷低減効果を有していた。

骨材製造工程では、自然地の改変による外部コストが大部分を占めており、NO_x 排出量、CO₂ 排出量及び騒音に伴うコストは僅かであった。そのため、天然骨材をスラグに代替した貧配合製品では外部コストが大きく減少し、この低減分が貧配合製品の環境負荷低減効果に大きく寄与していることが分かる。

骨材輸送工程では、CO₂ 排出による外部コストが最も大きく、次いで騒音、NO_x 排出の順であった。いずれの外部コストも、貧配合製品は従来製品と比べて増加している。これは、従来製品では骨材を近隣の採石場から調達しているのに対し、貧配合製品では供給地が限られている FNS や BFG を利用しており、骨材輸送が長距離となったためである。

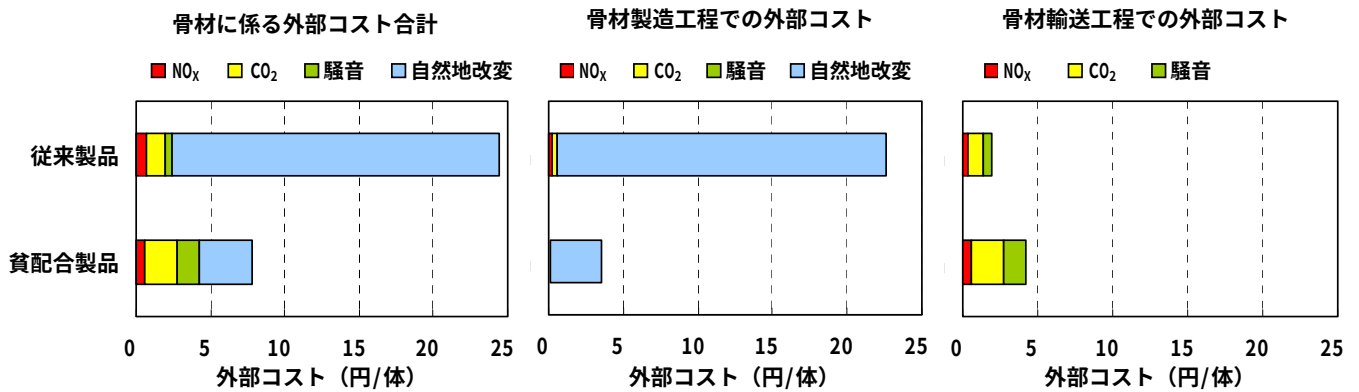


図 2 外部コスト算定結果

(2)従来製品のライフサイクル全体の外部コスト

ライフサイクル全体の外部コストを表 3 に示す。外部コストの合計は約 120 円/体であり、セメント製造工程での CO₂ 排出、骨材製造工程での自然地改変、施工工程での CO₂ 排出に伴う外部コストが大きかった。従って、PCa 製品の外部コストを低減するためには、天然骨材からスラグへの代替のほか、高炉セメントやフライアッシュセメント等の利用が有効であると考えられる。なお、施工工程の外部コスト算定に用いた環境負荷原単位は、一般的な公共事業を想定して設定されているため、本検討での施工工程(PCa の設置のみ)への適用性には課題が残ると考えられる。

表 3 従来製品のライフサイクル全体での外部コスト(円/体)

工程		NO _x	CO ₂	騒音	自然地改変	合計
材料製造	セメント製造	10.4	20.6	—	—	31.0
	骨材製造	0.3	0.3	—	22.0	22.6
材料輸送	セメント輸送	0.9	0.3	—	—	1.1
	骨材輸送	0.4	1.0	0.5	—	1.9
PCa 製造		0	6.5	—	—	6.5
PCa 輸送		4.0	2.8	—	—	6.8
施工		15.1	21.7	—	—	36.8
解体廃棄		4.7	11.8	—	—	16.5
合計		36.4	64.3	0.5	22.0	123.2

4. おわりに

本検討では、様々な環境負荷を総合的に評価するため、環境負荷を外部コストに換算して評価を行った。本検討のように、副産物の利用が CO₂ 排出量の増加を招くなど項目間にトレードオフの関係が成り立つ場合には、外部コストを用いた総合的な評価は有効であると考えられる。ただし、現状では外部コストの算定方法が確立されているとはいえず、特に多様な側面を持つ自然環境を評価する貨幣換算原単位の研究・開発が必要と考えられる。

参考文献

- 1) (社)日本建築学会(1999)建物の LCA 指針.
- 2) 外部コストを組み入れた建設事業コストの低減技術に関する検討委員会(2002)総合的な建設事業コスト評価指針(試案).