

技術資料 1

GRC のライフサイクルアセスメント ～ GRC のインベントリデータ作成～

太平洋セメント株式会社 佐野 奨、福田 康昭、中津 和也

1. はじめに

近年の環境に対する意識向上の結果、生活・産業活動の環境負荷をライフサイクルで評価する LCA（ライフサイクルアセスメント）が認知されている。同時に製品のユーザーが LCA を実施する機会も増え、それとともに計算に必要なインベントリデータ（環境負荷物質毎の原単位：以下原単位）が生産者から公開、データベースとして整備されつつある¹⁾。

本報告では、対外公表されている原単位や原料製造メーカーへのヒアリングに基づいて GRC カーテンウォール（以下 GRC）の原単位を明らかにするとともに、一例として既存製品のプレキャストコンクリート（以下 PC）カーテンウォールの環境負荷と比較した。

表 1 GRCカーテンウォール 1m²製造時の配合、燃料・電力消費量

		使用量 (* / m ²)	
配合	セメント	35.2	kg
	砂利砂	35.2	
	耐アルカリガラス繊維	4.2	
	水	11.3	
	鉄筋など	4.1	
製造電力		12.4	kWh
養生	重油	0.45	L
	電力	0.67	kWh

2. 評価範囲（システムバウンダリー）

GRC を使用するユーザーに対する原単位公開を目的として、材料調達段階から GRC 製造までを評価範囲とした。なお、各原単位の計算には、調達した材料製造時の環境負荷や外部電力消費に伴う環境負荷（発電所で発生）も含めた。

3. 定量化した環境負荷と計算条件

本研究では、GRC を 1m² 製造するまでに発生する地球温暖化に関わる二酸化炭素排出量（以下 CO₂）、酸性雨・大気汚染に関わる SO_x、NO_x、ばいじん（以下 SPM）排出量を定量化した。計算条件は以下のとおりとした。

- ① GRC 製造時の配合、燃料・電力使用量は製造工場からヒアリングに基づいた（表 1）。
- ② 各材料を GRC 製造工場まで輸送する際の手段と距離は、10T トラック、30 km とした。
- ③ 原単位のうち耐アルカリガラス繊維（ARG）は、製造元から提供をうけた。
- ④ その他の原単位は LCA 日本フォーラムから公表されているデータ（JLCA-LCA データベース¹⁾）を利用した。ただし、同データには上流部（外部購入電力や原材料製造時の環境負荷）が含まれないため、可能な限りデータベースを用いて上流部まで遡ってデータを作成した。

表 2 に計算に使用した各材料製造時、化石燃料等消費時の原単位を示す。

表 2 計算に使用した各環境負荷原単位

			原単位 (g / *)			
			CO ₂	SO _x	NO _x	SPM
材料	ポルトランドセメント	kg	8.02E+02	8.42E-02	1.40E+00	2.92E-02
	砂利砂	kg	4.85E+00	1.15E-02	3.69E-01	3.93E-02
	軽量資材	kg	3.02E+02	1.25E-02	1.63E-02	6.19E-04
	耐アルカリガラス繊維	kg	1.55E+03	1.14E+00	6.21E-01	2.24E-02
	水	L	2.07E-01	6.34E-05	8.30E-05	3.15E-06
	鉄筋など	kg	4.31E+02	2.38E-01	3.16E-01	7.55E-02
製造	電力	kWh	4.25E+02	1.30E-01	1.70E-01	6.45E-03
養生	重油	L	2.71E+03	2.00E+01	1.91E+00	4.07E-01
	電力	kWh	4.25E+02	1.30E-01	1.70E-01	6.45E-03
輸送	輸送軽油	L	2.63E+03	5.43E-01	1.22E+01	6.96E-01

4. GRC のインベントリ

表3にGRC1m²製造までの環境負荷物質排出量を示す。図1に各工程が占める割合を示す。表1の配合、GRC製造時の燃料電力消費量に基づいて環境負荷を試算すると、GRCを1m²製造するまでに発生するCO₂は44kg、SO_x、NO_xおよびSPMはそれぞれ20g、71g、3gと試算された。SO_xを除いて各環境

表3 GRCの原単位

	排出量	単位(* / m ²)
CO ₂	43.7	kg
SO _x	19.9	g
NO _x	70.7	
SPM	3.16	

負荷物質排出量の80%以上は、GRCを構成する材料製造段階で発生していた。また材料製造の中でCO₂、NO_x排出量の60%以上はセメントが占め、SPM排出量の40%以上は骨材製造が占めていた。一方SO_x排出量の45%は、GRC製造時の養生に使用する重油の燃焼に起因していた。本検討では養生時の燃料としてC重油を想定している。したがって、C重油より硫黄含有量が少ないA重油や灯油などを使用した場合SO_x排出量は減少し²⁾、それに応じて養生時の負荷の割合も低減できる。またGRC製造時(製造・養生)のCO₂排出量は、全体の約15%を占めていた。したがって、材料配合の見直しに加えて養生の効率化などによりCO₂削減の余地は残されていると考えられる。

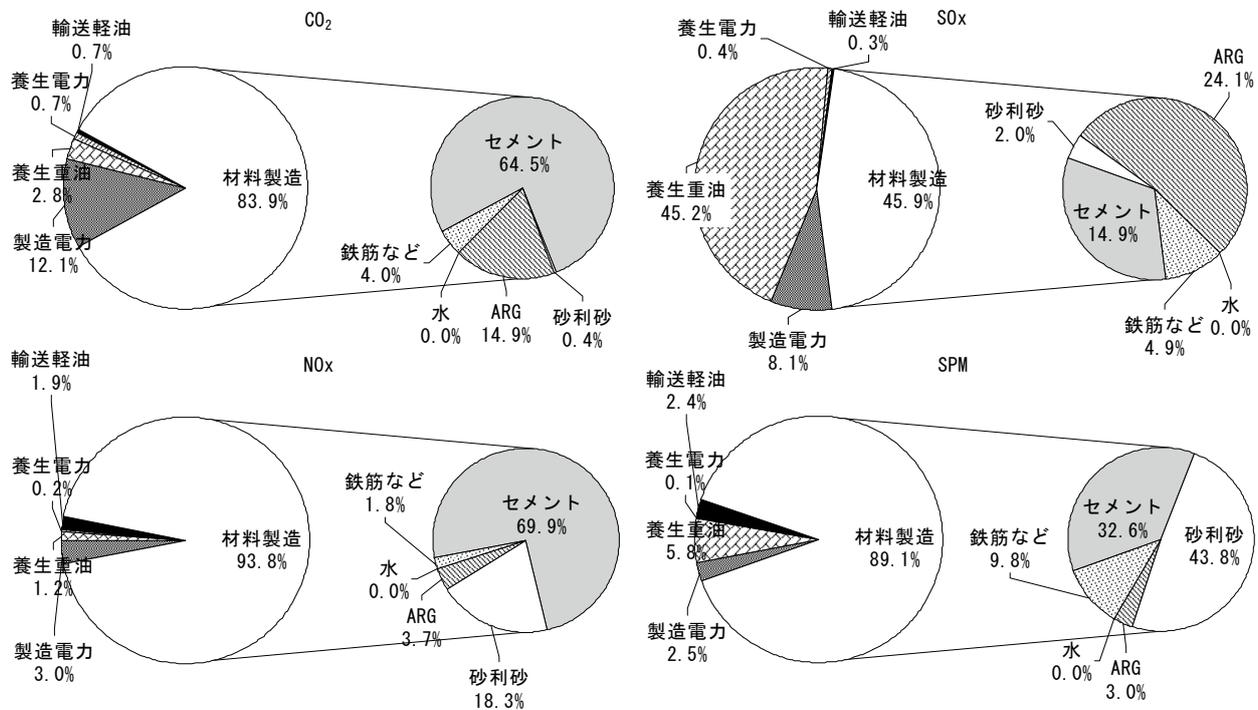


図1 GRCカーテンウォールの環境負荷に占める各工程の割合

5. PCカーテンウォールとの比較

GRCと用途を同じくする製品としてPCを選択し、前述と同様の条件にて環境負荷を試算した。PC製造時の配合、燃料・電力消費量は、GRC同様製造工場からのヒアリングに基づいた(表4)。GRCと異なる点は、骨材に軽量骨材を使用していることである。現在軽量骨材に関する原単位は明らかになっていないため、LCA日本フォーラムから公開されている原単位の中から「廃ガラスを原料とした軽量資材」に関するデータ¹⁾を引用した(表5)。ただし、同データに

はCO₂排出量以外の記述はないため、SO_x、NO_x、SPM排出量は、電力消費起源分のみ考慮した。したがって、PCの上記環境負荷物質排出量は、実際より低く見積もっている可能性がある。

GRCと比較した試算結果を表6に示す。GRCはPCと比較すると材料使用量の合計が1/3にも満たないことから、総じて環境負荷も低いことは容易に想像できる。ただしPCと比較したGRCの環境負荷物質排出割合は物質毎に異なり、SPMでPCの1/3であった以外は1/2程度に留まった。

表4 PCカーテンウォール 1m² 製造時の配合、燃料・電力消費量

		使用量 (* /m ²)	
配合	セメント	51	kg
	砂利砂	124	
	軽量骨材	77	
	水	24	
	鉄筋など	18.2	
製造	製造電力	9.56	kWh
養生	養生重油	1.47	L
	養生電力	2.16	kWh

表5 軽量資材の原単位

	排出量 (kg/kg)
CO ₂	3.02E+02
SOx	1.25E-02
NOx	1.63E-02
SPM	6.19E-04

表6 GRC、PC の使用材料・工程毎の環境負荷物質排出量

		排出量 (* /m ²)							
		GRC				PC			
		CO ₂ (kg)	SOx (g)	NOx (g)	SPM (g)	CO ₂ (kg)	SOx (g)	NOx (g)	SPM (g)
材料製造	セメント	28.21	2.96	49.44	1.03	40.88	4.29	71.63	1.49
	砂利砂	0.17	0.40	12.97	1.38	0.60	1.43	45.70	4.87
	軽量資材	0.00	0.00	0.00	0.00	23.27	0.96	1.26	0.05
	ARG	6.51	4.79	2.61	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00
	水	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	鉄筋など	1.77	0.98	1.30	0.31	7.84	4.33	5.75	1.37
製造	製造電力	5.27	1.61	2.11	0.08	4.06	1.24	1.63	0.06
	養生重油	1.22	9.00	0.86	0.18	3.98	29.40	2.80	0.60
	養生電力	0.28	0.09	0.11	0.00	0.92	0.28	0.37	0.01
輸送		0.29	0.06	1.33	0.08	0.98	0.20	4.56	0.26
合計		43.72	19.89	70.72	3.16	82.55	42.14	133.69	8.72
GRC/PC (%)		53%	47%	53%	36.2%				

6. まとめ

製造工場からのヒアリングに基づき GRC カーテンウォールの環境負荷原単位を作成した。また、同じ用途の PC カーテンウォールの環境負荷を試算し、GRC と比較した。結果をまとめると以下の通りである。

- ① GRC を 1m² 製造するまでに発生する CO₂、SOx、NOx、SPM 排出量は、それぞれ 44 kg、20g、71g、3g であった。
- ② SOx を除いて各環境負荷物質排出量の 80% 以上は、GRC を構成する材料製造段階で発生していた。

- ③ SOx 排出量の 45% は、GRC 製造時の養生に使用する重油の燃焼に起因していた。
- ④ PC カーテンウォールと比較した GRC の環境負荷物質排出割合は物質毎に異なり、SPM で PC の 1/3 であった以外は 1/2 程度であった。

本検討で試算した環境負荷物質排出量は、表 1、4 の配合と表 2 の原単位に基づく。製品の配合や製造時の燃料・電力消費量が本前提と大幅に異なる場合は適宜再計算することを推奨する。

【参考文献】

- 1) JLCA-LCA データベース 2009 年度 1 版
- 2) ㈱ シップ・アンド・オーシャン財団：平成 10 年度 船舶排ガスの地球環境への影響と防止技術の調査報告書、p.103 (1999)