

3.(3) 各種電線・ケーブルのLCAと誤差分析

以下に本研究で実施した電線・ケーブルに関する環境負荷影響の調査結果について述べる。

3.(3)-1. 低圧架橋ポリエチレン絶縁ケーブルのLCI

ア) 目的および調査範囲の設定

調査の目的

電線・ケーブルの環境負荷を定量的に評価し、製品製造における環境負荷の程度を調査することを本LCIの実施の理由とした。本調査は国内において事例が少ない電線について積み上げ法によるLCI手法を適用し、将来に企業や業界が同様の作業に着手する際の基礎となり、参考となるような調査報告を行うことを目的として実施した。

調査報告の対象者としては電線・ケーブルのLCA研究者、LCA実施者及び電線・ケーブルのユーザーを考慮している。

調査の範囲

i) 機能及び機能単位

本項で調査する製品システムは600V CVT(600V 架橋ポリエチレン絶縁塩化ビニルシーストリプレックス型ケーブル)と600V EM-CET(600V 架橋ポリエチレン絶縁耐燃ポリエチレンシーストリプレックス型ケーブル)である。対象としたケーブルは図1.(1)-1に示すように架橋ポリエチレンで絶縁された導体にそれぞれ塩化ビニル混和物または耐燃性ポリエチレン混和物をシースとして被覆しそれらを3本撚りあわせた構造となっている。電線のサイズは使用量も多く、代表的なサイズとして3×14mm²を選定した。

これら電線・ケーブルの機能としては送電の際に十分な絶縁性、耐外傷性・難燃性を有することが要求される。本研究では製品であるケーブル1kmあたりの環境負荷比較をおこなった。

ii) システム境界

システム境界(Boundary)は川上側においては原油あるいはナフサなどの素材原料、エネルギー資源の輸入段階からとした。つまり海外における資源採掘の段階については考慮せず輸入の際、輸送に使われる燃料から始まる工程をシステム境界とした。ただし、塩化ビニル混和物に使われる炭酸カルシウムに関しては国内で採掘、粉碎処理を行っており採掘、粉碎、輸送までを取り入れている。川下側では電線の工場出荷の段階までとした。図3.(3)-1にシステム境界の範囲を示す。

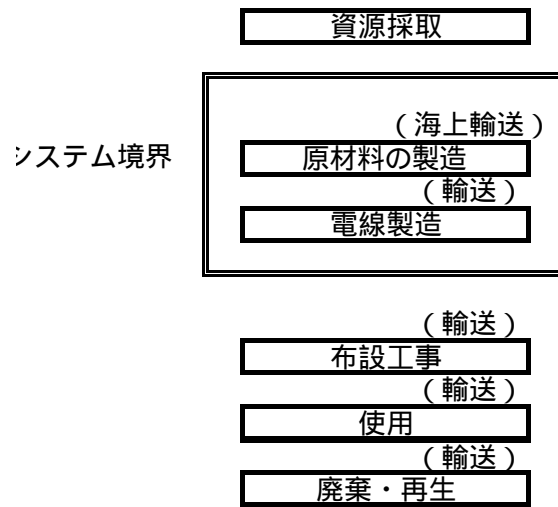
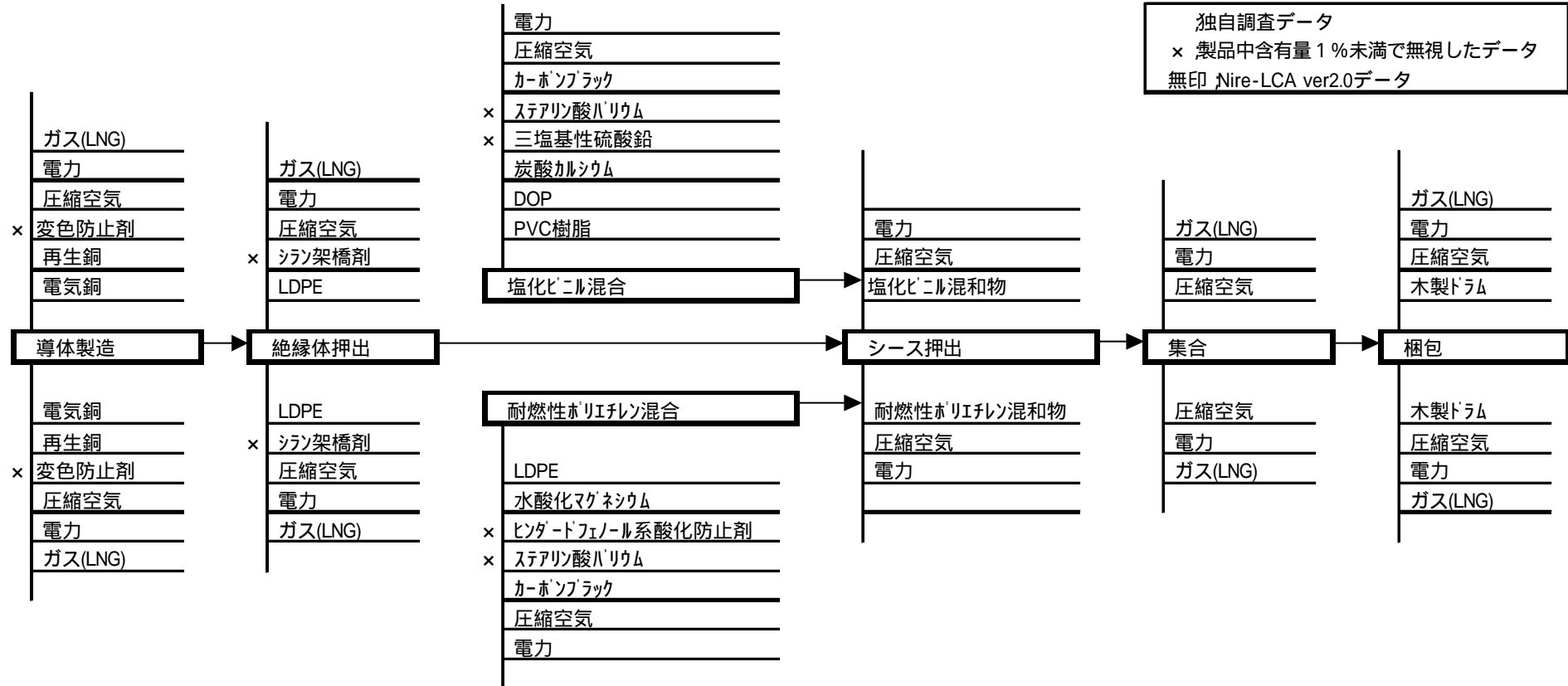


図3 . (3) - 1 システム境界

なお、ケーブルの使用、使用後の回収、リサイクルに関しては別途調査をおこなった。

- a.基本フローとしての製品システムへの入・出力
製品システムの基本的フローを図(3) - 2に示す。

600V CVT



600V EM-CET

図 3 . (3) - 2 600V CVT と 600V EM-CET における製造工程毎のインプット比較

b. 考慮・省略の決定の原則

分析にあたり、実際にシステムに投入、排出される物質及びエネルギーをすべて考慮することは理想であるが実際には非常に困難である。また、集められるデータの誤差を考慮すれば他のものと比較してあまりに小さいものは取り入れても結果に影響しないと考えられる。このような理由で本調査においては使用材料に関して製品質量の 1%に満たない材料及び十分なデータのないものは無視することとした。また国内の輸送及び工程間の移動についても省略した。

また配分に当たっては基本的に製品質量での配分方法を採用した。

iii) 調査した環境負荷項目

本研究においては、対象とする環境負荷項目は大気圏排出物質のうちの二酸化炭素を選択した。

イ) ライフサイクルインベントリ分析及び結果

データ収集と計算方法

データの収集は LCA 計算ソフトウェアとして通商産業省 工業技術院 資源環境総合技術研究所が作成した NIRE-LCA Ver.2 に登録されたデータベースをもとに電線の LCI を行うために足りないデータを補うことで行った。

i) データ収集手法

a. 電力消費に関する前提条件

電力を製造するための排出は電源構成によって比例配分した¹⁾。これは使用した LCA 計算ソフトウェアである NIRE-LCA Ver.2 のデータベースによる。

本ソフトウェアにおいては電源構成として平成 6 年度の電気事業審議会による 1992 年の実績値を用いている。

b. 材料調達段階

導体は電気銅と回収銅 1 の比率を通産省統計資料に従い電気銅 79.5%、スクラップ 20.5%として計算している。また回収銅については廃電線からの回収の際に必要な電力量のみを投入資源として考慮しており輸送あるいは最初の銅製造に関する資源投入についての考慮はしていない。

使用した圧縮空気についてはコンプレッサーの使用実績より $0.09\text{kW}/\text{m}^3$ を投入するとした。

絶縁体に使われるポリエチレンはあらかじめ登録されたデータベースが無かった為、文献²⁾より低密度ポリエチレンの製造データを引用し使用した。これによって得られた素材製造における二酸化炭素の排出原単位は $1.004\text{kg-CO}_2/\text{kg}$ であり、これまでに報告のあった低密度ポリエチレンに関する排出原単位の $0.603 \sim$

1.421kg-CO₂/kg と比較しても妥当な数値と判断した。

600V CVT のシースに使われる塩化ビニル混和物は軟質 PVC であり、PVC 樹脂に可塑剤、充填剤が配合された混和物として使用されている。そのうちの可塑剤、充填剤については調査の結果、引用できるデータが見つからなかった。可塑剤については文献から抽出した原料データを積み上げていく方法をとった。使用した文献はデータの統一を図ることもあり、低密度ポリエチレン及び PVC 樹脂に使用しているものとなるべく同一のものとした。充填剤についてはメーカー 4 社からの聞き取り調査を行い、それを NIRE-LCA Ver.2 を用い計算することで得た。

600V EM-CET のシース材料として使用している水酸化マグネシウムに関してもメーカーからの聞き取り調査をもとに二酸化炭素の排出原単位を算出した。

c. 電線製造段階

電線・ケーブルの製造段階において投入される電力、燃料、スチーム、圧縮空気などのデータは電線製造の実態を調査し、代表値を採用した。実際の投入資源量を表 3 . (3) - 1 に示す。

表 3 . (3) - 1 製造工程別投入資源量

工程	電力量 kWh/km	ガス使用量 m ³ /km	圧縮空気 m ³ /km
導体製造	160	20	14
絶縁体被覆	330	49	192
シース被覆	98	?	65
集合	458	?	477

インベントリ分析結果

上記前提をもとに 600V CVT および 600V EM-CET のインベントリ分析を行った結果を表 3 . (3) - 2 および表 3 . (3) - 3 に示す。

600V CVT の製造の段階までの排出炭酸ガスの総量はおよそ 1,255kg-CO₂/km であり、600V EM-CET では 1,212kg-CO₂/km という結果である。

素材別にみると導体の排出量が最も多いことがわかる。

表3.(3)-2 600V CVT のインベントリ分析結果

工程	投入量			CO ₂ 排出量			
	品名	単位	投入量	原単位	排出量	計	
C V T	導体	電気銅	kg	300.51	1.25265	376.4	486
		銅スクラップ	kg	77.49	0.0128	1.0	
		変色防止剤	kg	0	無視		
	絶縁体	電力	kWh	160	0.4219	67.5	
		LNG	m ³	20	2.011	40.2	
		圧縮空気	m ³	14	0.03797	0.5	
		LDPE	kg	48	1.0037	48.2	
		シラン架橋剤	kg	1	無視		
	シース	電力	kWh	330	0.4219	139.2	
		LNG	m ³	49	2.011	98.5	
		圧縮空気	m ³	192	0.03797	7.3	
		PVCレジン	kg	80.1	1.71123	137.1	
		DOP	kg	40.1	1.826	73.2	
		炭酸カルシウム	kg	28	0.151154	4.2	
		三塩基性硫酸鉛	kg	3.2	無視		
		ステアリン酸バリウム	kg	0.8	無視		
	集合	カーボンブラック	kg	1.6	3.123	5.0	
		電力	kWh	98	0.4219	41.3	
	出荷	圧縮空気	m ³	65	0.03797	2.5	
電力		kWh	458	0.4219	193.2		
合計	圧縮空気	m ³	477	0.03797	18.1		
	木製ドラム	kg	?				
合計	電力	kWh	2	0.4219	0.8		
	圧縮空気	m ³	10	0.03797	0.4		
合計		kg				1255	

表3.(3)-3 600V EM-CET のインベントリ分析結果

工程	投入量			CO ₂ 排出量			
	品名	単位	投入量	原単位	排出量	計	
C E T	導体	電気銅	kg	300.51	1.25265	376.4	486
		銅スクラップ	kg	77.49	0.0128	1.0	
		変色防止剤	kg	0	無視		
	絶縁体	電力	kWh	160	0.4219	67.5	
		LNG	m ³	20	2.011	40.2	
		圧縮空気	m ³	14	0.03797	0.5	
		LDPE	kg	48	1.0037	48.2	
		シラン架橋剤	kg	1	無視		
	シース	電力	kWh	330	0.4219	139.2	
		LNG	m ³	49	2.011	98.5	
		圧縮空気	m ³	192	0.03797	7.3	
		LDPE	kg	86.6	1.0037	86.9	
		水酸化マグネシウム	kg	69.3	1.21609	84.3	
		ヒンダードフェノール系酸化防止剤	kg	0.4	無視		
		ステアリン酸バリウム	kg	0.8	無視		
		カーボンブラック	kg	1.7	3.123	5.3	
	集合	電力	kWh	98	0.4219	41.3	
		圧縮空気	m ³	65	0.03797	2.5	
	出荷	電力	kWh	458	0.4219	193.2	
圧縮空気		m ³	477	0.03797	18.1		
合計	木製ドラム	kg	?				
	電力	kWh	2	0.4219	0.8		
合計	圧縮空気	m ³	10	0.03797	0.4		
	合計		kg			1212	

誤差分析

インベントリ分析による 600V CVT と 600V EM-CET との比較では 600V EM-CET の方が排出炭酸ガスの総量が低い結果となった。この結果の有効性を検証するため誤差分析を行った。

600V CVT と 600V EM-CET の違いはシースに使用する材料のみであるので、シース被覆の工程内で誤差分析を行った。

誤差分析はこれまでの調査で得た各素材のインベントリデータの範囲で最大値、最小値を用いて行った。誤差分析に使用したインベントリデータを表 3.(3)-4 に示す。

表 3.(3)-4 誤差分析に使用したインベントリデータ

ケーブル	素材		原単位	出典
600V CVT	PVCレジソ	最大*	1.71123	資料 a
		最小	1.286	資料 b
	炭酸カルシウム	最大*	0.151154	資料 c
		最小	0.0838466	資料 c
600V EM-CET	LDPE	最大	1.239	資料 d
		(標準)	1.00371	資料 e
		最小	0.603	資料 f
共通	カーボンブラック	最大*	3.12316	資料 c
		最小	1.196	資料 g

*印は標準として使用しているデータと同じ

- a . シーエムシー「'94 日米化学品の価格とコスト」1994 (水圏排出物はマスバランスから算出)
- b . 石油化学製品の LCI データ調査報告,プラスチック処理促進協会,1999
- c . 素材メーカーでの製造条件より、Nire-LCA で算出
- d . 基礎素材のエネルギー調査報告,(社)化学経済研究所,1993
- e . '94 日米化学品の価格とコスト(NIRE-LCA)
- f . ライフサイクルインベントリ分析の手引き まとめその 1
- g . LCA 実務入門,CD1-17,1990 産業連関表,p.1

これらのインベントリデータを用いて誤差分析を行った結果を表 3.(3)-5 および図 3.(3)-3 に示す。

表 3.(3)-5 600V CVT および 600V EM-CET の誤差分析結果

工程	600V CVT			工程	600V EM-CET		
	最小	標準	最大		最小	標準	最大
導体製造	486	486	486	導体製造	486	486	486
絶縁体被覆	293	293	293	絶縁体被覆	293	293	293
シース被覆	223	263	263	シース被覆	182	220	241
集合・出荷	213	213	213	集合・出荷	213	213	213
合計	1215	1255	1255	合計	1174	1212	1233

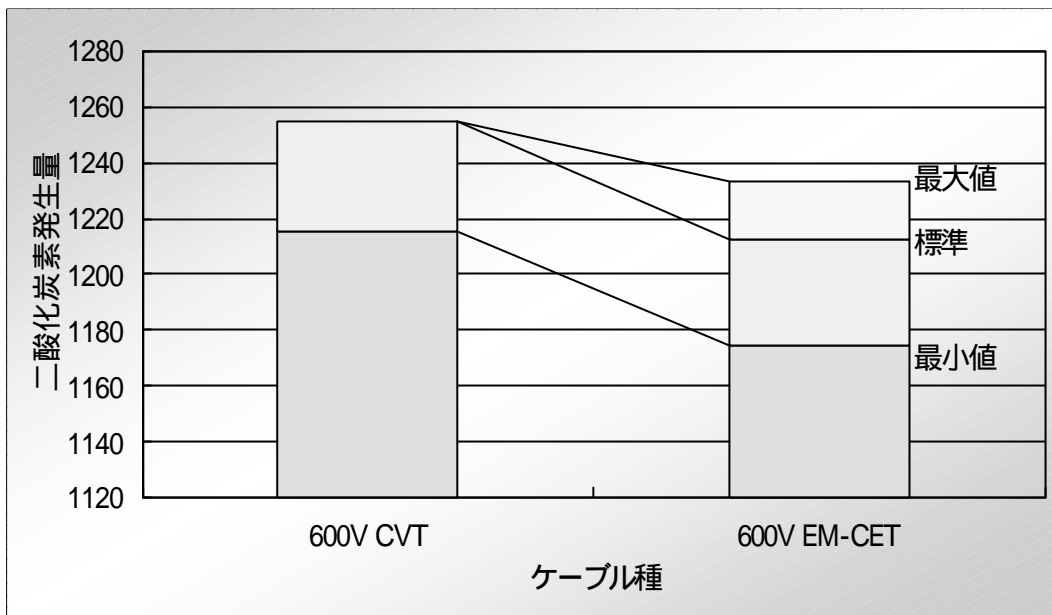


図3 . (3) - 3 600V CVT と 600V EM-CET の比較

誤差分析の結果では標準値、最大値、最小値それぞれを比較すると 600V EM-CET のほうが 600V CVT に比し排出炭酸ガスの総量は小さいことがわかる。しかし、600V EM-CET の最大値を 600V CVT の最小値と比較すると 600V CVT の最小値の方が低くなっている。つまり使用する材料のバックグラウンドデータの値いかんによっては 600V EM-CET は必ずしも環境配慮型電線であるとは言えなくなる可能性を持つ。しかし、全般的に見て、やはり 600V EM-CET の環境負荷排出量は 600V CVT に比べて計算結果は小さく、一応 600V EM-CET は架橋配慮型ケーブルであると言って差し支えないと考えられる。

i エネルギー使用合理化手法国際調査小委員会；ライフサイクルアセスメントにおける基礎素材の製造データ、(社)産業環境管理協会、環境管理、31,6,p72

ii (株)シーエムシー；「'94 日米化学品の価格とコスト」