

アルミニウムペーストの
LCI データの概要

(社) 日本アルミニウム協会

平成 15 年 1 月 30 日

1. 対象製品

アルミニウムペーストは、アルミニウム粉末を原料とした製品で塗料などに広く使われている。

わが国では3社が製造している。一般的なペーストおよびその加工品があるが、ここでは一般的なペーストを対象とした：

表1 対象製品一覧

名称	アルミニウムペースト	
関連 JIS	JIS K5906 (塗料用アルミニウム顔料)	
産業分類	2023 (無機顔料製造業)	
基本単位	1 kg	
材料構成	アルミニウム箔、アルミニウムアトマイズ粉、有機溶剤	
1999 年度 生産量	国内	5,700 t
	3 社	5,700 t (Al 分)
データカバー率 (%)	100%	
備考		

2. 対象サブシステム

アルミニウムペーストは、図1に示したようにアルミニウムアトマイズ粉およびアルミニウム箔スクラップ粉を主原料とし、粉砕助剤および有機溶剤などの補助材料を用いて製造される。主原料の製造(アトマイズ粉の製造、箔スクラップ粉の粉砕)からペースト製品の工場出荷までを対象サブシステム範囲とした。なお、アルミニウム箔スクラップは、箔圧延工程で発生するスクラップである。

主原料は特定の工場で製造されるため、これらのペースト工場までの輸送を対象範囲に含めた。また、量的に多い補助材料(粉砕助剤、有機溶剤)の輸送も含めたが、ペースト工場で使用する副資材、エネルギーなどの輸送は対象範囲外とした。

アルミニウムペースト製造については、原料、エネルギー、副資材などを対象とし、工場内の構内輸送(リフト等)、共通部門(ユーティリティ、環境対策設備等)も対象範囲に含めた。なお、製造設備、建屋等のインフラはサブシステムの対象外とした。アルミニウムアトマイズ粉およびアルミニウム箔スクラップ粉の製造については、原料(アルミニウム地金、箔スクラップ)およびエネルギーのみを対象とした。

機能単位は、溶剤を含めたペースト 1kg とした。

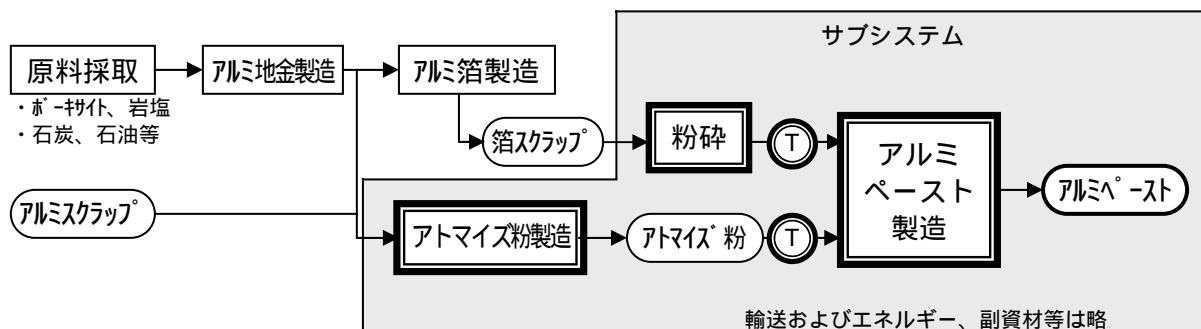


図1 対象サブシステム

3. データ収集

3.1 アルミニウムペーストの製造

ペースト製造に関するデータは、図2に示す粉砕、分級、固液分離、混合および梱包の各工程について、製造メーカ3社3工場1999年度実績値を所定のフォーマットにより収集した。図2には示していないが、工場内のユーティリティ、環境対策設備、事務所などは共通部門としてデータを収集した。

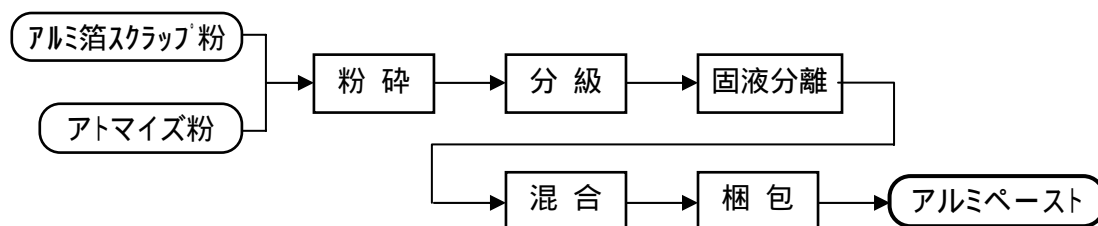


図2 アルミニウムペースト製造プロセスフロー

データ収集にあたって、プロセスに投入されるエネルギーおよび用水についてはすべてを対象とし、原材料および副資材等是对製品重量比で99.5%を確保するようにした。環境負荷(大気、水域)データについては、原則として定時測定しているすべての項目、測定値のあるものを対象とした。廃棄物については、再資源化されているものと、最終処分として廃棄されているものを区分した。ただし、プロジェクトへの提出データ入力においては処理委託廃棄物とした。

3.2 原材料の製造および輸送

アルミニウムペースト製造工場には、アルミニウムアトマイズ粉およびアルミニウム箔スクラップを粉砕した箔スクラップ粉が主原料として搬入される。

アトマイズ粉製造については、現在、国内で製造している1社のみが対象となるため、原料のアルミニウム地金およびエネルギーのデータのみについて聞き取り調査した。なお、海外からの輸入品も一部で使用されているが、製造に関しては国内と同じ扱いとした。

箔スクラップ粉製造については、アルミニウム箔圧延工程で発生するスクラップを粉砕

して箔スクラップ粉とする工程であり、乾式粉碎によって行われる。この粉碎時の電力原単位を聞き取りにより調査した。

一方、アルミニウムペースト製造にはこれらアルミニウム原料のほかに、粉碎助剤、溶剤などの補助材料が多量に使われる。ここではこれらの輸送について考慮し、輸送量、輸送手段、輸送距離、積載率、空車帰還率などのデータを収集した。

4. インベントリの算出

4.1 アルミニウムペースト製造

ペースト製造のインベントリは、各工程について収集・算出した工程別原単位を、製品の工程処理量に対して積み上げることにより求めた。共通部門および構内輸送のエネルギー消費および環境負荷については、対象製品以外のものも含まれるため、製品出荷量（重量）で配分した。

4.2 原材料の製造および輸送

アトマイズ粉製造においてはアルミニウム新地金を原料としており、エネルギー消費量とともに製造歩留りを考慮してインベントリとした。

アトマイズ粉とともに原料として用いられるアルミニウム箔スクラップ粉については、アルミニウム箔製造に伴って発生する箔スクラップを予め粉碎したものが使われる。粉碎によるロスは無視し、粉碎エネルギーとしての電力消費量のみをインベントリとした。なお、箔圧延工程で発生する箔スクラップは極めて高純度、高品質であるため、圧延工場等において新地金として扱われており、アルミニウム箔のインベントリでは新地金同等として評価している。したがって、それらとの整合性の観点から、ここでは箔スクラップを新地金同等として扱った。

原料の輸送にかかわるインベントリは、各社ごとに次のように輸送形態別^{注)}に輸送量（tkm）を算出した。

- ・ コンテナ船は片道、タンカー（内航）は往復を輸送距離とした。
- ・ トラック輸送については輸送形態別の輸送距離を積載率、空車帰還率（0～1）を考慮して次式により算出する。

$$\text{輸送距離(km)} = \text{輸送区間(km)} / \text{積載率(-)} \times (1 + \text{空車帰還率(-)})$$

- ・ 各社のペースト 1kg あたりの輸送原単位に対して、当該車両による輸送必要量(t)を求め、次式により輸送量(tkm)を算出する。

$$\text{輸送量(tkm)} = \text{輸送必要量(t)} \times \text{輸送距離(km)}$$

プロジェクト提出用データとしては、このように算出した輸送形態別の輸送量(tkm)を各社の生産量比により加重平均し、入力した。

なお、参考までに7項においてアルミニウムペーストの LCI を算出したが、輸入に使わ

注) LCA プロジェクトのデータベースおよび JEMAI-LCA データベースにおいて、トラック輸送の機能単位として、車種別の tkm が用いられているため、車種別に整理した。

れる船舶（外航、コンテナ船）についてはシップ・アンド・オーシャン財団¹⁾による燃料消費原単位、タンカー（内航）およびトラック輸送についてはプラスチック処理促進協会のデータをもとにした JEMAI-LCA 付属データベース²⁾の燃料消費原単位を用いて上記輸送量（tkm）から燃料（重油および軽油）使用量を求めた。

4.3 データの処理および表示

データの平均値算出にあたり、データ記入なし の場合、エネルギー・副資材等については 使用せず として扱い、排出物（大気、水域）については平均化の対象から外した。

副資材については、多種多岐にわたるため、便宜上、インベントリをカテゴリ内で同種の品目毎に纏めた。プロジェクトへの提出データには、特記事項に主要な内容を記載した。

大気排出物のうち輸送を除く各種燃料使用に伴うCO₂排出量については、表2に示す「地球温暖化対策の推進に関する法律施行令」による排出係数³⁾を用いて算出した。CO₂以外の排出物は実測値を用い、実測値がない場合もしくは1工場の場合は集計から外した。

ペーストの製造および原材料等の製造ならびに輸送のインベントリを各社ごとに積み上げて各社ペーストのインベントリとし、生産量に対して加重平均して代表値とした。

データは原則として有効数字3桁に丸めて表示した。

表2 各種燃料の発熱量およびCO₂排出係数

	Unit	比重	kcal/unit	MJ/unit	CO ₂ 排出係数
電力(購入)	kWh		2,250	9.4	-
石炭(一般炭)	kg		6,200	26.0	2.37
A 重油	L	0.86	9,300	38.9	2.77
B 重油	L	0.91	9,600	40.2	2.9
C 重油	L	0.93	9,800	41.0	2.96
軽油	L	0.84	9,200	38.5	2.64
灯油	L	0.80	8,900	37.3	2.51
揮発油(ガソリン)	L	0.75	8,400	35.2	2.31
LPG	kg		12,000	50.2	3.02
プロパン	kg		13,000	54.4	3.00
その他石油製品	kg	1.04	10,100	42.3	3.08
LNG	kg		13,000	54.4	2.79
都市ガス	m ³		10,000	41.9	2.15
廃油*	L	0.91	9,600	40.2	2.9

・熱量換算：「総合エネルギー統計」⁴⁾による

・CO₂排出係数：「施行令排出係数」³⁾による

*潤滑油を適用

5. データの代表性

インベントリデータの代表性については、わが国で生産されるアルミニウムペーストの100%を網羅しており、また、輸入品の比率は極めて低く、国内で使用されるアルミニウムペーストのインベントリと考えてよい。

6. インベントリ

アルミニウムペースト 1 kg あたりの製造にかかわるインベントリを表 3 に示す。ペースト中のアルミニウム分は約 66%である。輸送について、プロジェクトのデータベースでは内部輸送として扱っており、輸送形態別に集計し直した値を表 4 に示す。この値は表 3 の製造のインベントリには含まれていない。

表 3 アルミニウムペースト 1 kg あたりの製造のインベントリ

	単位 (/kg)	平均値	備考
アルミニウム新地金	kg	0.669	箔スクラップ(新地金扱い)を含む
粉碎助剤	kg	0.444	M.S.ほか
有機溶剤ほか	kg	0.085	トルエンほか
鋼球・治工具・フィルタ等	kg	0.00059	液体窒素 酸、アルカリ ペール缶など
ガス	kg	0.00009	
油脂・化学薬品等	kg	0.016	
包装・輸送資材	kg	0.074	
消火剤・その他	kg	0.0003	
電力	kWh	3.39	
A 重油	l	0.238	
C 重油	l	0.0003	
軽油	l	0.0003	
灯油	l	0.0024	
ガソリン	l	0.0046	
LPG・プロパン・ブタン等	kg	0.0001	
LNG	kg	0.000	
都市ガス	m ³	0.000	
廃油	kg	0.061	
燃料エネルギー	MJ	12.0	
全エネルギー(計)	MJ	43.9	
用水	kg	36	
製品 アルミニウムペースト	kg	1.000	
(Al分)	kg	0.658	
(M.S.分)	kg	0.342	
(a)二酸化炭素(CO ₂)	kg	0.89	トルエン(推定値)
(a)窒素酸化物(NO _x)	g	0.24	
(a)硫黄酸化物(SO _x)	g	0.36	
(a)ばいじん/浮遊粒子状物質	g	0.04	
(a)その他大気排出物	g	0.29	
(w)りん(t-P)	g	0.013	
(w)窒素(t-N)	g	0.49	
(w)生物学的酸素要求量(BOD)	g	0.16	
(w)化学的酸素要求量(COD)	g	0.20	
(w)懸濁物質(SS)	g	0.11	
処理委託廃棄物	kg	0.14	廃油、汚泥、不燃物等

M.S. ミネラルスピリット

小文字イタリック体は内訳のうち主なもの

表 4 原材料の輸送に関わるインベントリ

輸送形態	単位	輸送量	備考
コンテナ船(外航)	tkm/kg-paste	1.30	片道 往復
タンカー(内航)	tkm/kg-paste	0.028	
4tトラック	tkm/kg-paste	0.125	
10tトラック	tkm/kg-paste	0.161	
15tトラック	tkm/kg-paste	0.044	
20tトラック	tkm/kg-paste	0.070	
タンクローリ	tkm/kg-paste	0.012	

- ・輸送形態は、LCA データ入力ツールによる。
- ・原材料はアルミ粉、粉碎助剤等を含めて集計した。

7. アルミニウムペーストの LCI (参考データ)

表 3 に示すアルミニウムペーストのインベントリは、原材料のアルミニウム新地金以降のわが国における製造・輸送に関わるものである。したがって、資源採取からの環境負荷を求めるにはこれら原材料、副資材、エネルギー等の製造に関わるインベントリを積上げる必要がある。

参考までに、主に LCA 解析ソフトウェア JEMAI-LCA に付属するデータベースを用いて算出した LCI を表 5 に示す。ただし、アルミニウム新地金の LCI については、アルミニウム協会を取り纏めた値を用いた。また、該当する品目のない場合は、類似のもので代用した。

したがって、LCI データの使用にあたっては、必ずしもこれらすべてのバックグラウンドデータ揃っていないこと、データの品質についてもさまざまであることを考慮しておく必要がある。

表 5 アルミニウムペースト 1kg あたりの LCI

	単位 (/kg)	平均値	備 考
(r)ボーキサイト	kg	2.46	
(r)石灰石	kg	0.11	
(r)岩塩	kg	0.036	
(r)石炭	kg	1.55	
(r)原油	kg	1.84	
(r)天然ガス	kg	0.68	
(r)ウラン(鉱石)	kg	0.00003	
(r)その他鉱石	kg	0.052	
全エネルギー(計)	MJ	177	
水	L	42	
(a)二酸化炭素(CO ₂)	kg	9.16	
(a)窒素酸化物(NO _x)	g	20.3	
(a)硫黄酸化物(SO _x)	g	60.4	
(a)ばいじん/浮遊粒子状物質	g	17.8	
(w)りん(t-P)	g	0.035	
(w)窒素(t-N)	g	0.51	
(w)生物学的酸素要求量(BOD)	g	0.17	
(w)化学的酸素要求量(COD)	g	0.26	
(w)懸濁物質(SS)	g	1.7	
固形廃棄物	kg	1.0	

参考文献

- 1) シップ・アンド・オーシャン財団：「平成 12 年度船舶からの温室効果ガス (CO₂ 等) の排出削減に関する調査研究報告書」、平成 13 年 6 月、(2001)
- 2) 産業環境管理協会：「JEMAI-LCA」付属データベース、(2000)
- 3) 温室効果ガス排出量算定方法検討会：「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果」、平成 12 年 9 月、(2000)
- 4) 日本エネルギー経済研究所 計量分析部編：「エネルギー・経済統計要覧」、(2001)