

15 モリブデン (Mo)

15. モリブデン (Mo)

15.1 マテリアルフロー分析

2004年の日本のモリブデン需要は、表1のようにモリブデン純分で25.2千tと推定される。その内、鉄鋼部門での消費を23.8千t(2003年データ)とすると94%を占めている。

一方供給については、我が国は MoO_3 の全量を輸入に依存するとともに、フェロモリブデンの約62%を輸入に依存している。

2004年の輸入量は、表2のように MoO_3 が製品ベースで35.5千t(前年は32.7千t)、フェロモリブデンが5.1千t(前年も5.1千t)となった。

供給国別内訳では、 MoO_3 についてはチリ40%、メキシコ20%、中国15%、フェロモリブデンについては、中国が92%と圧倒的なシェアを継続している(2003年データ)。2004年もほぼ同様であろう。

フェロモリブデンは環境問題、コスト等の観点から海外の供給者確保が難しい状況となっており、国内生産者(MoO_3 を輸入し酸化モリブデン、フェロモリブデン等に加工)も過去には7社あったものが現在では2社に減少したが、輸入元の中国への依存度が非常に高いため、国内生産者の存在は不可欠である。

表1 日本のモリブデン需要量 (t)

2000年	2001年	2002年	2003年	2004年
21,600	21,600	21,600	24,300	25,200

(工業レアメタル2002~2005)

表2 日本の酸化モリブデンとフェロモリブデンの輸入量 (t)

	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年
酸化モリブデン	32,389	31,705	30,140	32,727	35,462
フェロモリブデン	3,346	3,873	3,993	5,121	5,066

(工業レアメタル2002~2005)

表3 フェロモリブデンの生産量 (t)

	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年
酸化モリブデン	849	633	505	599	744
フェロモリブデン	3,699	3,485	2,375	2,691	3,323

(工業レアメタル2002~2005)

表4 粉末製品と加工製品の生産実績 (t)

	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年
粉末製品	774	751	574	648	936
加工製品	447	434	376	481	759

(工業レアメタル 2002～2005)

表5 触媒用モリブデンの消費実績 (t)

2000年	2001年	2002年	2003年	2004年
1,509	1,852	2,019	1,319	1,350

(工業レアメタル 2003～2005)

15.2 リサイクルの現状

(1) 主な応用製品と利用形態

モリブデン需要の大きなものは、触媒(石油精製用、石油化学工業用)と鋳物及び特殊鋼である。これらのほかに金属モリブデンの線、板、棒、箔の形で使用される照明器具や電子材料、各種無機薬品、潤滑剤等がある。

①触媒

石油精製のNiO-CoO-MoO₃系触媒には水素化脱硫用(Mo:4.5%)、水素化分解用

(Mo:7.0%)の2種類があり、石油化学工業用にはBi₂O₃-MoO₃系(Mo12%)触媒が使用されている。

②特殊鋼及び鋳物

構造用合金鋼(Mo:0.15～0.7%)、ステンレス鋼(Mo:0.5-5.0%)、高張力鋼(Mo:0.15～0.7%)、合金工具鋼(Mo:0.2～1.5%)、高速度鋼(Mo:3.5～9.5%)などがある。また鋳物は0.3～3.5%のモリブデンを含む。

工場内でのスクラップはほぼ全量原料として回収されているが、製品として出荷された後は、再溶解原料に、溶解原料に適さない物はNi精錬工場等に戻される。

③線・板・棒・箔

金属モリブデンを線、板、棒、箔の形態で使用する応用製品としては、照明器具(マンドレル、反射鏡)、電子管用陰極及びヒーターグリッド、ガラス炉融炉用電極棒、マグネトロン部品(陰極、端子等)、工業炉用発熱体等がある。

④無機薬品

モリブデンを含む無機薬品としては、防錆塗料用に塩基性モリブデン酸亜鉛(Mo:25～30%)、着色顔料としてモリブデート赤(Mo:9%)がある。また硫化モリブデンの形態で潤滑剤として使用されているものもある。

(2) 使用済み品の存在形態と量

①触媒

石油精製用のモリブデン触媒は、直接脱硫用のものは1～2年で、また間接脱硫用のものは7年でその性能が劣化し使用済み触媒となる。

②スーパーアロイ

工場内でのスクラップはほぼ全量原料として回収されている。材質のわかる物は再溶解原料に、溶解原料に適さない物はNi精錬工場等に戻される。

③線、板、棒、箔

照明器具に使用されたモリブデンは電球や蛍光灯の形態で使用済みとなり、ガラス溶融炉に使用されたモリブデンは電極棒の形態で、工業炉用では発熱体、ポート、敷板の形態で使用済みとなる。そのほか電子管、マグネトロン管、半導体デバイス等の形態で使用済みとなるものもある。

④無機薬品

防錆塗料や着色顔料として使用されたモリブデンは、使用済み後は各種器材の塗膜として存在するものが大部分で、潤滑剤として使用される硫化モリブデンはグリース、ギヤ油等の廃油の形で使用済みとなる。

(3) リサイクル形態と現状評価等

①触媒

国内で使用されたモリブデン触媒のうち石油精製用のものはリサイクルシステムが確立しており、直接脱硫用は1～2年、間接脱硫用は7～8年の使用の後、リサイクルされ再利用されている。石油化学工業用モリブデン触媒はアクリロニトリル製造用のものが一部リサイクルされている。

②スーパーアロイ

スーパーアロイに関しては、工場内でのスクラップはほぼ全量原料として回収されているが、製品として出荷された後は、再溶解原料に、溶解原料に適さない物はNi精錬工場等に戻される。

③線、板、棒、箔

モリブデン金属の線、板、棒、箔は、照明、電子、通信等に使用されるが、これらのうち照明用については、業者経由でリサイクルされ、酸処理後にモリブデン塩としてリサイクルされ特殊鋼用に利用されている。

④無機薬品

無機薬品に含まれるモリブデンは微量添加物あるいは消耗品であり、最終製品からのリサイクルは行われていない。

リサイクルの現状に関しては、10年前の調査と比較しても公的統計などの整備は進んでおらず、大きな変化も観察されなかった。リサイクルに関する問題点としても10年前と変わらず、含有量が低く経済性の観点からリサイクルのメリットが無いと考えられるものについては、経済性を満たす廃棄物収集システムの導入と、リサイクルが容易な製品設計が必要である。

リサイクルの現状

主な応用製品	利用形態	使用済み品の存在形態・量		リサイクル形態			リサイクル現状評価 (A～G) (注③)	備考 (注④)
		形態	量 (注①)	リサイクルの実態	リサイクルのサイクル (注②)	リサイクル率		
特殊鋼	ステンレス鋼 高張力鋼 高速鋼 石油精製用 石油化学工業用	同左	(2,900)	鉄くずとして回収	(5年～10年)		B	
触媒		廃触媒	(886)	リサイクルされる触媒の大部分は石油精製用直接法	(1年～7年)		B	塗膜にした場合、製品全体に対して微量
無機薬品	防錆顔料 着色顔料	塗膜	不明	リサイクル無し			A	
モリブデン製品	マンドレル、陰極棒、電極棒 ヒーター、電極棒 ボート、炉材	電球、電極棒、マグネトロン部品、廃炉材	不明		(1年未満～3年)		B	
スーパーアロイ	タービン部材 化学プラント部材	同左	(特殊鋼に含む)	工場内はほぼ全量リサイクル製品としてはスクラップ	(5年～10年)		A	
潤滑材	グリース	同左		リサイクル無し				

④リサイクルのボトルネックと

解決の難易度
毒性、保管の危険性の有無など

③現状評価:

- A. 応用製品が消耗品である
- B. 添加剤として使用されている
- C. リサイクルの流通システムがない
- D. 効果的なリサイクル技術がない
- E. 経済性がない
- F. 需要開発が十分になされていない
- G. その他

①量の単位:

- ()内は使用量純分 t
- その他はマテリアル量 t
- ②サイクル:
- ()内は推定使用年数
- その他は実リサイクル量