

25 ベリリウム (Be)

25. ベリリウム (Be)

25. 1 マテリアルフロー分析

日本のベリリウム工業は1958年の金属ベリリウムとベリリウム銅の国産化に始まるが、1970年代には展伸材および金型などの鋳鍛造品用のベリリウム銅を中心に成長し、その後この合金が工業材料としての地歩を固め、電気・電子工業の分野に広く利用されるようになった。特に電子材料用バネ材としてのベリリウム銅展伸材の生産量は、1970年代中頃には年間約500t水準であったが、1980年代では約2倍に、さらに最近では3,500tを超える水準に増大した。競合材料にはリン青銅、洋白などがあるが、電子部品の軽薄短小化に伴い、ベリリウム銅に対するニーズが高まった。そして2000年のベリリウム銅展伸材の国内需要は、携帯電話をはじめとする情報技術(IT)市場の急速な拡大と堅調な自動車電装部品需要により過去最大となった。しかしながら、2001年に入ってIT市場が失速して需要が減少したまま低迷が続いている。

日本では鉍石からの製錬は行っていないため、Be源として水酸化ベリリウムやベリリウム銅母合金などの中間製品、およびベリリウム銅スクラップ、金属ベリリウムスクラップなどを年間およそ80t(Be換算)輸入している。輸入量では水酸化ベリリウムが大部分を占めるが、ベリリウム銅の展伸材・鋳鍛材、金属ベリリウムなどの製品も10数t(Be換算)程度輸入されている。

(1) 中間製品

①金属ベリリウム加工品製造用としてブロック、板などの素材が年間約1t米国より輸入されている。②かつて日本のベリリウム工業の主要なBe源は酸化ベリリウムであり、その輸入量は年間150t程度(Be純分は36%)で推移していたが、現在では国内に仮焼設備が設置されて、水酸化ベリリウムが輸入されるようになった。輸入量は年間360t程度(Be純分15%=54t)で輸入国はすべて米国である。③日本のベリリウム銅母合金生産量は年間2,000t前後(Be純分約4%=80t)である。輸入は年間200t(Be純分=8t)程度で、輸入先は米国、ロシア、中国、カザフスタンである。④上述のベリリウム銅母合金からベリリウム銅の展伸材と鋳鍛造の大半が生産されるが、他に年間約600~700t(材料ベース)の米国からの輸入品がある。

(2) 最終製品

最終製品では合金としての使用が圧倒的に多く(95%以上)、またその殆どがベリリウム銅である。ベリリウム銅展伸材には電子機器用バネ材に代表される高強度用展伸材と高伝導用展伸材とがある。一方鋳鍛材にも高強度材と高伝導材とがある。最終製品の形態は板(条)が大半を占める。ベリリウム銅の主要な応用製品は、展伸材では電子機器用コネクタ、ICソケット、スイッチ、リレー、マイクロモーターなどがあるが、最近ではパソコン、携帯電話、AV機器などの民生用電子機器の分野が拡大している。米国やロシアなどで軍需用途が多い金属ベリリウムは日本では、医療用・工業用機器のX線窓、音響用スピーカ

一振動板、レーザー・ドリリング用ガルバノ・ミラー、半導体製造装置用反射電子防止板などの安定した需要がある。

2.5.2 リサイクルの現状と評価

(1) 主な応用製品と利用形態

ベリリウムを含むスクラップが発生する主な応用製品は、コネクタ、スイッチなどの電子機器用部品(自動車用電装品を含む)、プラスチック金型などの高強度工器具、溶接用電極などの高伝導部品、放射線や原子力機器・装置用純金属ベリリウムおよび半導体用基板に大別出来る。これら応用製品中のベリリウムの利用形態は銅合金バネ材(電子機器用部品)、銅合金ブロック材(高強度工器具)、銅合金チップまたはブロック材(高伝導部品)、純金属(放射線機器・原子力装置用)、焼結ベリリア(半導体用基板)である。

(2) 使用済み品の存在形態と量

電子機器用部品は廃棄電子・電気機器の組み込み部品として使用済みになる。高強度工器具および高伝導部品に使用されたベリリウム銅は工器具・装置とともに廃品となるか、もしくは部品そのものの寿命により廃品となる。放射線機器、原子力装置などに使用されている金属ベリリウムは機器などに組み込まれたまま使用済みとなり、そのまま廃品となることが多い。半導体用基板も電子機器に組み込まれたまま使用済みとなり、殆どがこのまま廃品となる。

(3) リサイクルの形態と現状評価等

- ① 電子機器用部品に使用されるベリリウム銅を部品に加工する工程で発生する二次加工スクラップはスタンピングにより無数に穿孔された板条が主体で、まとまった量が比較的短期間(1年以内)に発生するため、出荷量の40%程度がリサイクルされていると推定される。
- ② ベリリウム銅製品であるプラスチック金型、安全工具、各種機械部品などの高強度工器具および高伝導部品は単品として使用済みになるものと機器に組み込まれて廃品になるものがある。これらの一部はリサイクルされるが、そのサイクルは10年以上と長く、その量も明らかになっていない。これらの工器具・部品はブロックまたはチップ状で重量が比較的大きいものが多く、大部分は銅スクラップとしてリサイクルされており、廃棄物として処分される量は極めて少ないと推察される。
- ③ 金属ベリリウムの加工製品では放射線用機器、原子力装置、航空機用制御機器などの最終製品に組み込まれた状態で廃品となる。これらの製品は耐用年数が10年以上と長く、また一つの機器に使用される重量がgオーダーと微少であることが多いこともあって、一部の大型部品を除いてリサイクルされていない。
- ④ ベリリア磁器は機器に組み込まれた部品として廃品になるが、対象量が少なく経済性もないため、リサイクルされていない。

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		リサイクルの実態		リサイクルの形態		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	リサイクルの形態 (注②)	リサイクル率 (%)			
電子機器用バネ材	コネクタ ICソケット スイッチ リレー マイクロモータ などの部品 (平均 1.6%)	組込み部品 及び 二次加工屑	(35)	二次加工屑のみベリリウム銅としてリサイクル	二次加工屑 <1年 使用済み製品 (5~10年)	(≒40)	D, E	合金種による分別回収 銅スクラップとしてのリサイクル率向上を期待	
安全工具 プラスチック型 海底通信中継器 溶接用電極	高強度工器具 (1.5-2.5%) 高伝導部品 (<1%)	ブロック 及び 組込み部品	(8) (1)	ベリリウム銅として一部リサイクル 大部分は銅屑としてリサイクル	ブロック >10年 組込み部品 (5~10年)	(≒10) 0	C, D C, D		
Al合金添加剤	アルミベリリウム母合金 (2.5%)		(3)	リサイクルなし		0	B		
放射線機器用部品 原子力用構造体 SiC-カー用振動板	純金属部品 (97%)	組込み部品	(1)	リサイクルなし	(>10年)	0	C, D, E		
半導体用部品	素板、基板 (36%)	組込み部品	(<1)	リサイクルなし	(5~10年)	0	C, D, E		

(注)

① 量の単位：

() 内は使用量純分 t

その他は発生量純分 t

② サイクル：

() 内は推定使用年数

その他は実サイクル年数

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. 必要開発が十分にされていない

G. その他

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