

マグネシウムの安全対策

この資料は、国際マグネシウム協会が発行した
Safe Handling of Magnesium を翻訳したものです。

日本マグネシウム協会

マグネシウムは可燃性の金属

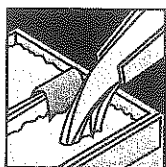
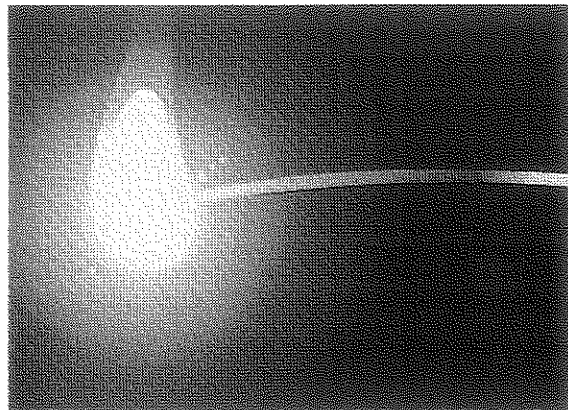
しかし、以下に述べる十分に管理された方法を守れば、安全に溶解・加工できます。本パンフレットでは、その方法を説明します。

例えば、薄いリボン状に加工したマグネシウムは、きわめて簡単に発火します。しかし、マグネシウム・インゴットのような成形体だと、発火させることは困難です。

マグネシウムは優れた熱伝導体ですが、実際には、ひとつの固まり全体が融点近くまで熱を持たないと、発火しません。普通は、固体のマグネシウムが他からの大きな火に囲まれなければ、そういう状況にはなりません。

以下の状態のとき、マグネシウムの扱いには注意が必要です。

- 溶解した状態のとき。
- チップ、細粒、微粉のような形状のとき。
- 大きな火に囲まれた状態のとき。



溶解したマグネシウム

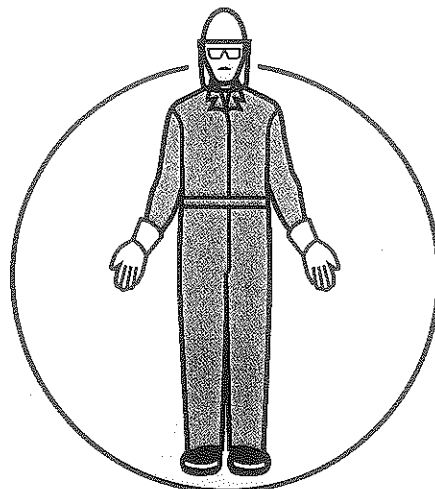
安全服と装備

温度が 600℃ もあれば他のどんな物質でも同じですが、溶解したマグネシウムが皮膚に触れるとひどい火傷になります。溶解作業に従事する作業員は、以下のような安全作業着と装備を身につける必要があります。

- 安全メガネ
- 安全シールド付きのヘルメット
- 防火服
- 安全靴
- 断熱長手袋

安全服と装備はすべて、保護機能が十分かどうかを確かめる検査を行います。

救急措置の設備には、断熱ブランケットと安全シャワーを含めておく必要があります。対人用保護装備はすべ



て、該当する法規に準拠していなければなりません。

マグネシウム溶湯の保護

溶解したマグネシウム（溶湯）は、空気に触れると発火・燃焼します。したがって、溶解の工程で空気との遮断のための保護が必要です。従来の方法は、塩化物フラックスで表面を覆い、空気が触れるのを防ぐというものでした。今日一般的なのは、どこでも実施されているという訳ではありませんが、六フッ化イオウをきわめて低い濃度に空気で希釈したものや、六フッ化イオウに空気と二酸化炭素を混合させたもののような、保護用ガスを使う方法です。

六フッ化イオウ（SF₆）はマグネシウム溶湯の表面にフィルムを形成し、過度の酸化を防ぎます。

ガス供給システム

マグネシウム溶湯の表面における六フッ化イオウの濃度が高くなりすぎるのを防ぐために、ガス供給システムを設計する必要があります。六フッ化イオウの濃度が高すぎると、鋼板製のるつぼカバーやるつぼをひどく腐食させることになります。腐食した鋼板は、マグネシウム溶湯と反応して爆発を生じる場合があります。

供給システムは、供給ガスの流れで溶湯表面のガスによる保護が乱されることのないように設計します。また、るつぼ加熱用の燃料供給ラインは発火安全制御装置と遠隔から燃料の供給を遮断できる機能を備えている必要があります。

水との接触を避ける

溶解作業場や熱処理炉の上、また、微粉のようなマグネシウムを製造または保管する場所には、自動スプリンクラーを取り付けてはいけません。

鑄造炉内であろうと、火災中のビル内の水たまりであろうと、溶解したマグネシウムに水が接触すると、爆発する危険があります。水は当初の体積の1000倍に膨張し、溶湯をかなり広範囲に遠い場所まで飛ばしてしまうことがあるのです。加えて、マグネシウムは酸素に対して親和性がきわめて高く、水を分解し、引火性の高い水素を放出するため、空気と混合すると爆発することがあります。



インゴットと溶解作業工具を予熱する

インゴットにしる溶解作業工具にしる、マグネシウム溶湯の中に入れるものはすべて、100℃を優に超える温度になるまで予熱を行い、すべての湿気、その他の揮発性物質を除去しておきます。表面が冷たい場合には必ず、大気中で凝縮された湿気を含んでいる危険性があると考えべきです。

溶解炉は常に清潔に

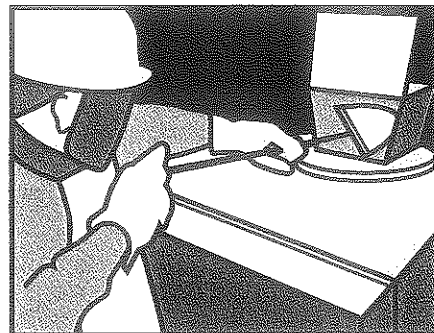
マグネシウム溶湯は、一種のテルミット反応のかたちで、酸化鉄に反応して発熱することがあります。これにより2200℃を超える熱が生じ、発熱量も大きくなります。

ほとんどのマグネシウムるつぼは鋼板でできているため、るつぼの内部を清潔な状態に保ち、スケ

ールがないようにしておくことがきわめて重要です。同様に、
るつぼが万一破損した場合に溶出したマグネシウムと反応す
るのを避けるため、炉からスケールを取り除く作業を定期的
に行います。

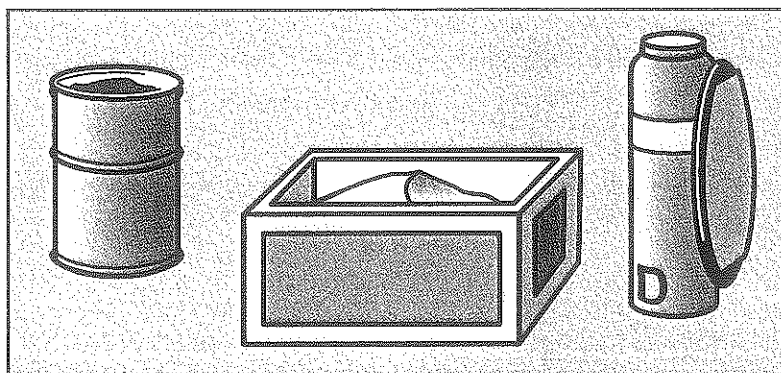
溶解炉に使う耐火物には、高アルミナ質または高マグネシ
ア質のものを採用します。マグネシウム溶湯は、セラミック
製の物質内に少量でもシリカがあると、それと激しく反応す
る場合があるためです。

るつぼが破損した場合に備えて、湯漏れナベを備えておくべきです。湯漏れナベは常にきれいな状
態に保ち、いつでも湿気やスケールがないようにしておきます。



消火剤

G-1 パウダーや鋳物用フラックスのような、ドライタイプの消火剤を常に近くに置いておきます。

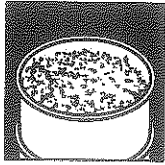


鋳物工場の構造物

マグネシウムの鋳物工場の構造物には不燃材を用い、溶解作業を行う周囲の床には硬焼きの処理を
施すか、ガラス質の舗装ブロックを用います。コンクリートの場合は、マグネシウム溶湯から出る熱
により、コンクリートの水和に使われた水が蒸発し、コンクリートが砕けたり、場合によっては爆発
することもあります。

まとめ：マグネシウム溶湯の取扱い

マグネシウム溶湯の扱いには確かに注意が必要です。しかし、世界中の多くの製造業者や鋳物工場
では、十分に試された安全措置を厳格に守ることにより、毎年何千トンものマグネシウムを安全に溶
解・加工しています。



マグネシウム微粉の取扱い

マグネシウム微粉は発火しやすく、脂肪酸を含有する切削油剤や水のある場所では、条件によっては自然発火することもあります。水素も生じるため、火災だけでなく爆発を誘発する危険もあります。

マグネシウムのダストが空中に舞うと、空気中の割合が臨界値となった状態で発火した場合、爆発するほどの激しさで燃焼します。マグネシウムの機械加工、のこ引き、粉末化を行う場所では、喫煙、はだか火の使用、電気溶接を禁じます。電気の接続部分やモーターはすべて、防爆機器を用いてください。マグネシウムのダストが存在する場所では、ノンスパーク型の電動器具を使います。

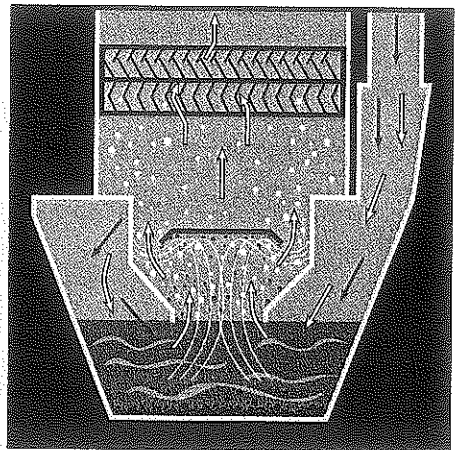
ダスト集塵システム

研削ダストは、マグネシウム専用の湿式集塵装置で捕集します。システム全体にアースを施し、排気ファンと液体レベルコントローラの電源を連動させます。

スラッジに処理される前のいかなる状態でも乾燥したダストが蓄積することのないように、また、乾燥したダストが高速で動く部品と接触することがないように、システムを設計します。集塵システムもまた、スラッジ内に発生した水素が、停電の場合も含め、常に排気されるように設計する必要があります。

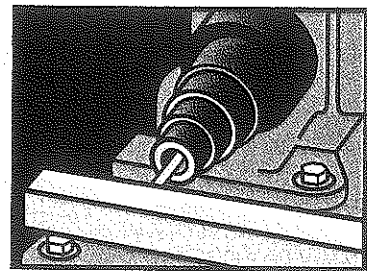
表面がクロム酸処理されていたり、スチールのインサート含有するマグネシウムを粉末化しないでください。どちらもスパークを生じます。何から生じたスパークでも粉末に発火する可能性があります。発火すると、火は設備全体に広がる可能性があります。

湿式集塵機から排出した残滓は少なくとも毎日取り除き、カバー付きで通気孔を設けた鋼製容器（ペール缶・ドラム缶）に入れて、処理場または保管場所に送ります。



マグネシウムの機械加工

マグネシウムの機械加工は、一般に使用されている他のどの金属の場合よりも小さな力でできます。そのため、大きなチップを作る際のスピードも切削の送りも最大にできます。切削工具は鋭利な状態を保ち、切削を行うとき以外は絶対に金属と接触しないようにします。切れ味の悪い切削工具を使ったり、アイドリングを行ったりすると、削りくずを発火させるほどの熱が生じることもあります。





マグネシウムの保管と輸送

どの製品形態のマグネシウムでも、地上で、排水設備のしっかりした水たまりの生じない場所に保管します。インゴットやパーツの望ましい保管場所は不燃構造の平屋建てですが、これは必ずしも実際的でないかもしれません。他の可燃性物質と共に保管する場合、アメリカ防火協会 (National Fire Protection Association) ではマグネシウムの分量として以下を推奨しています。

パーツの重さ	最 大
11 kg 以上	36 立方メートル
11 kg 未満	28 立方メートル

自動スプリンクラーを推奨

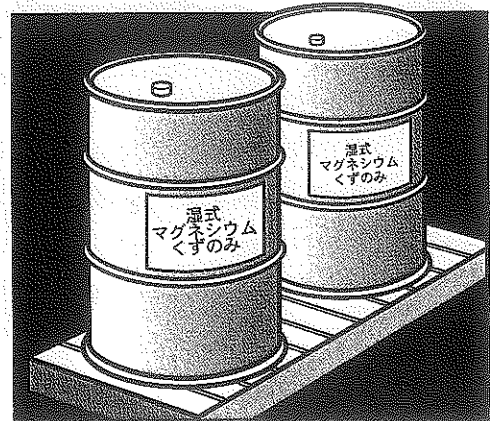
溶解工場とは逆に、インゴットやパーツの保管場所には、自動スプリンクラーシステムの設置を強く勧めます。それがあると、近くの可燃性物質から火が生じた場合に、マグネシウムが巻き込まれずに済むかもしれないからです。

また、消防員が消火設備を有効に使用できるよう、通路は十分な広い造りにしておきます。

パウダー、チップ、細粒、削りくず

乾燥したマグネシウムのパウダー、チップ、細粒、削りくずは、鋼製のペール缶やドラム缶のような不燃性の容器に入れ、しっかりと密封し、他の燃焼性物質から十分に離れた場所に保管します。ここでは、自動スプリンクラーの使用は厳禁です。

湿ったマグネシウムの削りくず、裾ばり、スラッジは、カバー付きで通気孔のある不燃性の容器に浸水させた状態で保管し、容器は戸外に保管します。湿ったマグネシウムが空気に触れると発熱し、水分の蒸発を加速させ、ついには発火します。容器を積み重ねることは厳禁です。また、発火の原因となるものは通気孔から遠ざけておきます。

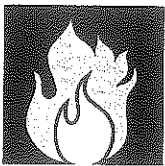
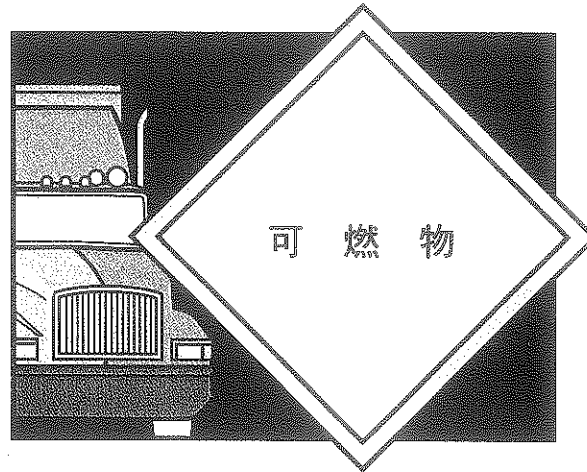


マグネシウムの輸送

多くの工業国では、マグネシウムの微粉を、航空機・鉄道・高速道路・船舶で輸送する際に規制の必要な「危険物」に指定しています。規制には通常、包装、船積書類、ラベル貼り、荷札付けなどの事項があります。各自の国の規制に適合しているか、必ず確認してください。また、外国に輸送する場合には、「危険物の輸送に関する勧告 (Recommendations on the Transport of Dangerous Goods)」

という国連の刊行物のコピーを必ず付けるようにします。

(日本国内における取扱いの詳細については、「マグネシウムの取扱い安全手引き」6. 安全・危険物に関する規則の項をご参照下さい。)



火災が生じたら

マグネシウムの炎は実に壮観です。発生する光は明るく、白煙がもくもくと渦巻くからです。白煙は酸化マグネシウムで、それ自体に毒性はありませんが、吸い込まないように注意してください。吸い込みすぎると金属ヒュームによる発熱症を生じる恐れがあるためです。また、煙の中には他の火元から出た毒性のあるヒュームが含まれている可能性もあるので、注意が必要です。

どんな火災でも、初期に発見して対応すれば鎮火できる可能性が高いのですが、マグネシウムの場合も例外ではありません。乾燥した粉末のマグネシウムから生じる火は、かなりゆっくりと均一に燃えますが、擾乱させたり、湿気や切削油剤が存在すると、急激に燃え上がることがあります。

窒息消火剤

マグネシウムは直接の酸化によって燃焼するため、マグネシウムの火を消すには、空気を遮断する乾燥した消火剤で覆い消すか、自然消火するまで燃焼させるかしかなかったりありません。消防士は、手に負えない火事の場合には、隣接する建造物への延焼を食い止める方法に頼らざるを得なくなることがあります。

マグネシウムの消火に適した窒息消火剤は、以下のとおりです。

- Lith-X パウダー
- Met-L-X パウダー
- マグネシウム鋳物用フラックス

保存用タンクのような閉じられた場所では、マグネシウムの火はアルゴンで鎮火できる場合があります。

マグネシウムの火に水は禁物

マグネシウムの火に、水は決して使ってはなりません。水は酸素と水素に分解し、火勢を強めるばかりか、爆発の危険まで生じるからです。

以下に挙げるような通常よく用いられる多くの消火剤も、マグネシウムの火勢を強めてしまいます。

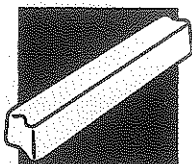
- 泡消火剤
- 二酸化炭素
- ハロゲン化消火剤
- リン酸一（または二）アンモニウムを含有する粉末消火剤

従業員の研修と対応チーム

マグネシウムの製造・加工・保管を行うには、作業員全員に安全な手順に関する研修を施す一方で、社内に熟練した緊急対応チームを結成しておく必要があります。

マグネシウムの加工と保管を行う場合、地域の消防機関に通知し、緊急対応のための合同計画を立案することが、法律で義務づけられている国もあります。しかし、このことは法律上の義務とは関係なく行うべきです。

（日本においては、危険物に該当するものでない限り届け出は義務づけられていません。しかし、消防機関などの理解を得ることをお勧めします。）



まとめ

マグネシウムは燃焼する物質であり、熔融した状態や微粉では特に燃えやすくなります。

マグネシウムは水と反応して水素を発生し、火災や爆発を生じることがあります。しかし、適切な安全措置を講じれば、火災も爆発も防ぐことができます。

世界的に見てマグネシウムの利用は急速に増加しつつあります。しかし、十分に工夫された安全な方法を守ることで、何百万トンものマグネシウムの溶解・加工が、無事に行われています。