

高勾配磁気分離における磁性フィルターへの粒子堆積過程のその場観察

廣田憲之、安藤 努*、高野真光*、岡田秀彦
(物材機構、*日大生産工)

In-situ observation of particles deposition process on a ferromagnetic filter during high-gradient magnetic separation

Noriyuki Hirota, Tsutomu Ando*, Tadamitsu Takano*, Hidehiko Okada
(NIMS, *Nihon Univ.)

高勾配磁気分離では強磁性フィルターを使用し、ワイヤーの磁化によりその周囲に急峻な勾配が形成されることを利用して、流体中に分散する磁性粒子を吸引し、フィルターワイヤー上に堆積させることで物質を分離する。フィルターの目は粒子のサイズよりも大きくても構わないため、圧損が小さい。また、磁場の印加をやめれば磁性粒子はフィルターから脱着するので、フィルターの再生が可能であるという特徴を有する。高勾配磁気分離はカオリン粘度の精製や環境水や排水の浄化に用いられているほか、近年では、放射性物質で汚染された土壌の浄化への利用が検討されている。

高勾配磁気分離の効率は、分離する粒子の磁化、磁性フィルターのメッシュサイズや枚数、フィルターワイヤーの直径、流体の流速、印加磁場などの様々なパラメーターにより決まる。磁性の小さな分離対象に対しても、磁性の大きな粒子に吸着させる“担磁”を行なうことで分離可能となる。磁気分離条件の最適化のために、しばしばシミュレーションも行われるが、そこでは、フィルターワイヤー上に堆積した粒子の体積が無視されることが多く、目詰まりの影響が適切に評価されていない。フィルターワイヤー上に粒子がどのように堆積するかがわかれば、実用のプロセスにおいて、分離に必要な条件の最適化に寄与すると考えられる。そこで、本研究では、超伝導磁石のボア中で高勾配磁気分離を行なう際にフィルター上への粒子の堆積過程をその場観察した。

実験にはヘリウムフリータイプで最大13 T印加可能な超伝導磁石を利用した。フィルターハウジングの外壁をアクリルで作製し、内部の観測が可能とした。その場観測にはELMO社製CCDカメラUN43Hを利用した。フィルターはSUS430製で直径25 mm、ワイヤー径0.22 mm、30メッシュのものを用いた。分離する試料は0.6 μm のジルコニアフェライト粒子0.5 gを1 Lの純水中に分散させたものである。ジルコニアフェライト粒子の分散液をマグネット上から流し、磁場中心に設置したフィルター近傍での粒子挙動をその場観察する。印加磁場、流速をパラメーターとして実験を行なった。

図は10 Tの磁場を印加した場合に観測された粒子堆積の様子である。流れの上流側にスパイク状の構造を形成して粒子が堆積していることがわかる。観測の結果、印加磁場が低いほど、上流方向へ向かうスパイク構造が長くなり、また流速が速いほど短くなる傾向が観測された。これらは流体の作用や、ワイヤーの磁化が空間磁場に与える影響を考慮することで定性的に理解できた。当日は詳細について報告する。



Figure *In-situ* observation of deposition of magnetic particles on the ferromagnetic filter under 10 T