

# 進化する日立金属の環境親和製品

日立金属は環境性能に優れたアモルファス金属材料「Metglas」で世界に攻勢をかけている。新素材の「Metglas2605HB1M」は配電変圧器の小型・軽量化、低騒音化ができ、従来の方向性電磁鋼板と比べて変圧器で発生する無負荷損(鉄損)を3分の1程度に低減。省エネルギー化や二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)排出量を削減できるのが特徴だ。世界で初めてリサイクルプロセスも確立。高い磁気特性を維持しながら低鉄損化、低励磁電力化するためには技術陣の熱意があった。

## 世界初のリサイクルプロセス

日立金属は世界で初めて、アモルファス金属材料を再生するリサイクルプロセスを実現した。製造するメトグラス安来工場(島根県安来市)の近接地にリサイクル専用工場を新設し、稼働した。

同プロセスではアモルファス材料でできた変圧器コア(鉄心)を粉砕。アモルファスを取り出すとともに、表面についた油や樹脂などの不純物を取り除き、洗浄・乾燥する。それをアモルファスの製鋼工程に原料として戻す仕組みだ。重量ベースで99%以上を製品原料に再生できる。

日立金属がリサイクルに取り組んだのは「アモルファス材料を世界で拡販していくためには、リサイクルが不可欠な要素だった」と高級金属カンパニー軟磁性材料統括部技術部の東大地技師は説明する。

アモルファス変圧器は1990年代に日本市場に導入された。変圧器の寿命は約26年

で、近年更新期を迎え始めている。古くなった変圧器をどうするかが課題だった。

鉄とシリコンに加え、ボロンを添加していることからアモルファスは従来、リサイクルが難しいとされてきた。変圧器の材料で競合する方向性電磁鋼板は廃棄後に鋳物用スクラップとして再利用ができる。高級金属カンパニー軟磁性材料統括部の渡邊洋営業部長は「アモルファスという省エネ機器を販売しているのに、「リサイクルできない」と言われることがどうしても許せなかった」と振り返る。

日本や欧州などでは需要産業の環境への意識も高い。日立金属では日本でアモルファス材料を本格的に製造し始めた2007年当初から、リサイクルは懸案事項であり、検討を重ねてきた。

リサイクルに取り組むためには当然コストもかかる。だが日立金属にとって「経済合理性の問題はあっても、リサイクルは使命」(東技師)と譲れない理由があった。自社で循環型プロセスを確立していることは強みとなる。今後、リサイクル量が増えればコストの低減も見込まれる。日本を先行事例として、更新が本格化する米国などでリサイクル設備の導入を検討していく方針だ。

## 当初は生産性で課題

新素材の「Metglas2605HB1M」は従来素材である「Metglas2605SA1」に比べて磁場の強さを表す飽和磁束密度(Bs)が高く、変圧器にした際に、小型・軽量化と騒音を低減できるのが特徴だ。だが開発面では生産性が大きなテーマだった。

「HB1M」はもともと07年に開発・発売した「Metglas2605HB1」の改良版だ。変圧器を小型・軽量化する目的で開発した「HB1」は、日本の需要産業などの要請に応えたものだが、性能が高い反面、大きな弱点を抱えていた。

アモルファスは鉄にアモルファスを形成するためにシリコン、ボロンを加える。磁場の強さであるBsを高めるためには、鉄の成分量を増やす必要があるが、そうするとおのずとアモルファスは作りにくくなる。わずかな配合比の違いが特性に表れるため、高級金属カンパニー軟磁性材料統括部の中島晋技術部長も「その微妙な

バランスが難しい」と解説する。

「HB1」ではBsはほぼ限界レベルとされる1・64テスラまで引き上げたが、一方で「製品としての安定性に欠け、特性のバラつきも出てしまった」(東技師)という。

生産設備も従来素材である「SA1」を想定したシステムで、長年作り慣れたノウハウもある。全社で新素材であった「HB1」の製造技術の向上に取り組んだが、「組成が変わったことで溶湯の流れが不安定になり、安定して連続鍛造ができずに製品の特性も安定しなかった」と製造を担当するメトグラス安来工場製造グループの板垣肇統括主任も指摘する。

エンジニアが常に現場に張り付き、品質を確認しながら製造して歩留まりの改善に取り組んだが、対策は困難だった。生産性は「SA1」に比べて3割近く低下し、渡邊部長も「製品を作り込んでいけば、いずれはSA1並みに製造できると考えていたがなかなかできなかった。生産コストが高く、売り続けるには厳しかった」と振り返る。結局、日本市場以外では販売されず販売量は月に数100<sup>t</sup>にとどまった。

開発当時、アモルファス素材として流通していた「SA1」は20年近いノウハウがあり、製造面で技術の蓄積もある。一方、当時、新素材としての「HB1」の製品化は約20年ぶり。新材料での認定取得など手探りで、ほぼゼロの経験から開発したのが「HB1」だった。

材料の組成開発を手がけたメトグラス安来工場品質保証兼製品技術グループの小川雄一技師も「研究所で開発した時は特性も良く、認定も取得できた。だが顧客からの注文が増え量産していくうちに、特性が安定しないなど見えていなかった課題が出てきた」と打ち明ける。

研究所の実験装置の一回の鍛造量は100<sup>t</sup>程度。商業生産の年10万<sup>t</sup>とは量のギャップがあり、「材料開発と製造技術の開発は別物」(小川技師)だった。

ただ「HB1」は素材として「特性はバラつくものの、とてつもなく性能が良いものも存在していた」と小川技師も評価する。生産面での安定性は製品の磁気特性に直結するだけに、いかに製造技術を作り込むかが課題だった。このため当初は材料の組成を変えずに鍛造の条件、溶解の条件など製造プロセスを改善することで生産性を高めることに主眼が置かれた。だが開発から2年、製造技術の向上について成果は乏しかった。生産性の向上は課題として重くのしかかったが、「このままやめることはできない。何とかパフォーマンスを維持し、生産性を高める」(中島部長)ことが研究陣の総意だった。



東 大地 (あずま だいち) 軟磁性材料統括部技術部技師

小川 雄一 (おがわ ゆういち) メトグラス安来工場品質保証兼製品技術グループ技師

## 新しい組成を探す

そんな中、組成を改良することで生産プロセスを改良する案が浮上した。08年末、高Bsを維持しながら生産性も高める目的で、社内プロジェクトが始動した。コードネームは「HB1モディファイ」。課題を抱える「HB1」の“修正版”となる新しい組成を探す少数精鋭のチームだった。

新しい組成を探す上で「HB1」の経験が生きた。鉄とシリコン、ボロンという元素の配合比率を変更し、性能を維持しながら製造しやすい組成を突きとめた。「試作段階で生産性に自信があった」と組成を担当した小川技師も笑顔をみせる。

「HB1M」は生産性が大きく改善した。加えて「HB1」に挑戦した経験が「HB1M」に生きた。難しい材料に挑戦した経験・ノウハウを得られたことで、「HB1M」は比較的スムーズに生産することができた(板垣主任)という。「HB1」での生産管理技術をフィールドバックすることで製造技術も向上していた。生産性という課題をクリアしたことで水面下のプロジェクトは09年に社内で公となった。「HB1M」として10年に顧客に向けサンプル出荷をはじめ、認定も取得。11年に発売した。13年には国内向けに販売される配電変圧器用のアモルファス合金は「HB1M」に切り替わった。

「HB1M」は少数精鋭で開発し、開発、試作、量産と日米2拠点で技術を競い、磨き合った「ポジティブコンペティション」(前向きな競争)の成果だ。日立金属の中でも新しい事業モデルだ。

## 環境技術を世界に

今後は世界が舞台となる。世界の配電変圧器用磁性材料の市場規模は年85万<sup>t</sup>と言われ、将来的には100万<sup>t</sup>規模に拡大していくと見られている。

特に世界規模で変圧器のエネルギー基準が強化されていることも高効率変圧器の普及・拡大の追い風になりそうだ。日本は4月から「トップランナー変圧器の第二次判断基準」が始まり、欧州では15年7月から、米国では16年1月からそれぞれ環境規制が強化される見通しだ。

特に欧州は日本と比べて変圧器の市場規模が3倍あるとされるが、従来はほぼ全量が方向性電磁鋼板による変圧器だった。ノイズの低減ニーズや環境規制が厳しい欧州では「HB1M」が有効な選択肢になる。アモルファス変圧器の潜在的な市場性は高い。

また東南アジアなどの新興国では電力需要が旺盛で、インフラ投資も盛んだ。各地域での配電網を整備する上で、高効率な変圧器として「HB1M」への期待は高い。同社ではアジアの各地で調査研究を進めるとともに、営業・サポート体制を充実させている。

今後の需要拡大を見据え、変圧器素材で競合する方向性電磁鋼板も高機能化している。また中国企業などもアモルファス素材の製造・販売を拡大している。渡邊部長は「HB1M」という高いレベルの製品で勝負する」と力を込めている。

日立金属株式会社  
www.hitachi-metals.co.jp

# 省電自在。



高効率変圧器用高Bsアモルファス合金  
Metglas 2605HB1M

第56回 十大新製品賞 受賞

アモルファスコア

高効率変圧器用高Bs<sup>#1</sup>アモルファス合金「Metglas 2605HB1M」は、素材の可能性を追求する日本のモノづくりの精神から生まれた製品です。配電用変圧器の無負荷損(鉄損)を1/3<sup>#2</sup>に抑え、二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)排出量の削減、低励磁電力化など省エネルギー化を可能にしました。国内や欧米において、変圧器のエネルギー効率の基準が強化される今後に向け、「Metglas 2605HB1M」は、世界基準で貢献していきます。

\*1: Bs=飽和磁束密度 \*2: 当社調べ

