次世代冷凍機用合金材料

前田　晃*　山下哲也**
山田　朗*　伊澤昌一郎**
池田　隆**

New Alloy for R410A Condensing Unit

Akira Maeda, Akira Yamada, Takashi Ikeda, Tetsuya Yamashita, Shoichiro Izawa

要　旨

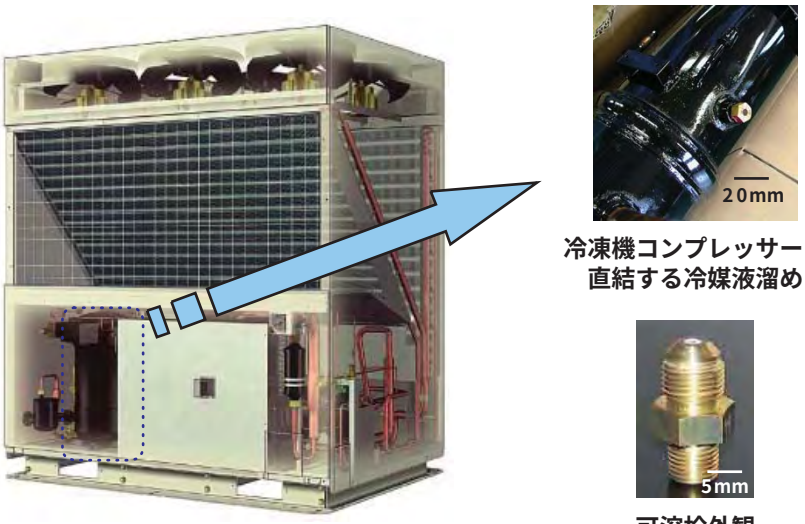
業務用冷凍機では，環境負荷が低く高冷却効率のフロン代替冷媒R410Aの採用が進んでおり，三菱電機でもこの代替冷媒を導入した冷凍機の製造・販売を行っている。冷凍機では冷媒が圧縮器や凝縮器内で高圧になるため，異常昇温した場合に発生する過大な圧力を開放する安全装置が不可欠である。当社は安全装置として，高い信頼性が低コストで実現可能なことから，昇温時の金属軟化による圧力開放を利用した可溶栓方式が最も優れていると考え，代替冷媒に対応可能で有害物質を含まない可溶栓用新合金材料の開発を進めてきた。

可溶栓に用いられる合金材料は，使用する冷媒の臨界温度・圧力で精度高く動作する軟化特性と，高温環境下での無変形性(耐クリープ性)を兼ね備える必要がある。従来，可溶栓用合金材料は錫(すず)と鉛を主成分とするSn−Pb−Bi系合金が用いられてきた。しかし，Sn−Pb−Bi系合金では有害物質の鉛を含んでおり，軟化特性と耐クリープ性にも問題があった。

当社では代替フロン冷媒R404A適用冷凍機に対応可能な可溶栓用合金材料として，鉛，カドミウムなどの有害物質を含まないSn−In−Bi系合金材料を開発し，現在量産適用を行っている。しかし，冷媒R404Aより高い冷却効率を持つ冷媒R410Aの場合では，可溶栓用合金材料に対して，優れた軟化特性と一層の高い耐クリープ性が求められる。

本稿では，代替冷媒R410Aに対応する次世代冷凍機に不可欠な可溶栓用新合金材料として，新たに開発したSn−In−Bi−Sb系合金について述べる。このSn−In−Bi−Sb系合金材料では，最適な材料組成を見いだしたことによって，優れた軟化特性に加えて，Sn−In−Bi系合金材料を上回る高い耐クリープ性と低コスト化が実現できた。

今後は，Sn−In−Bi−Sb系合金材料の更なる低コスト化・小型化，高信頼化を図り，全対象冷凍機への適用を目指して開発を進めていく予定である。



次世代冷凍機の外観イメージ図

冷凍機コンプレッサーに
直結する冷媒液溜め

可溶栓外観
(可溶栓本体に新合金を充填)

次世代冷凍機の外観イメージ図と可溶栓搭載例

次世代冷媒は現行代替冷媒よりも高圧で運転されるため，長期信頼性（耐クリープ性）について高いレベルが要求される。可溶栓の性能は充填（じゅうてん）される合金材料の特性を強く反映するため，開発に際しては動作性も含めて様々な角度からの材料組成検討が必要である。

*先端技術総合研究所　**冷熱システム製作所