

表2 MNEX 合金の緒特性(厚さ:0.25 mm).

方向	0.2%耐力 (MPa)	引張強度 (MPa)	残留応力率 (%)	導電率 (%IACS)
RD	509	541	84	31
TD	528	572	80	

図6 MNEX 合金の180°密着曲げ写真
(幅:10 mm, 厚さ:0.25 mm).
(a) 曲げ部 (b) 断面観察写真

TDで、それぞれ540 MPa以上、570 MPa以上となっておりコルソン系合金などの車載端子用銅合金と比較しても遜色のない値を有している。

微細析出物は強度と耐力緩和特性の向上のほかに、粒界移動に対するピン止め効果もある。MNEX合金においても微細析出物が粒界に対するピン止めとして作用することにより、母相の結晶粒は10 μm以下に微細かつ均一に制御されている。したがって、表2で示した高い強度はZn, Snによる固溶強化、微細析出物による析出強化および結晶粒微細化強化⁽⁶⁾によるものと推察される。また結晶粒の微細化は強度の向上のほかに、曲げ加工性も向上させる⁽⁷⁾。図6のRD方向に対する180°密着曲げ結果が示しているように、MNEX合金の曲げ加工性は良好である。このように、MNEX合金は組成、析出物のサイズと分布および母相の結晶粒径を制御することにより、優れた耐力緩和特性-強度-曲げバランスを発現させている。

(3) MNEX合金の位置づけ

図7に各合金のZn量と残留応力率の関係を示した。Cu-Zn系合金は銅合金として歴史も古く、高い強度、加工性を持つだけでなく、材料コストの面からも秀でた銅合金である。しかしながら、車載端子用銅合金として重要な耐力緩和特性の点では図7に示したCu-Zn系合金の特性が示すよ

図7 各銅合金のZn添加量と残留応力率の関係。
(150°C, 1000 hrs, TD, 厚さ:0.25 mm)

うに不十分であった。MNEX合金はこのCu-Zn系合金の大きな弱点を克服し、特性とコストを両立させた次世代型の銅合金である。本合金にかかわる特許は日本特許第5303678号として権利化され、世界各国に出願済みである。また、銅開発協会(CDA)にて、C41125として登録された。

4. 本合金の将来性、発展性

開発合金「MNEX®」は、Cu-Zn系合金として極めて優秀な耐力緩和特性を持っており、従来のコルソン系合金と同等の特性(強度, 加工性)を有していることから、車載用端子コネクタの小型化に対応できる。また、リサイクル性にも優れ、一般的なプロセスで製造できる上、高価な銅とニッケルの使用量を従来のコルソン系合金と比較して約1割削減し、安価なZnを使用することで原料コストを低減しているため、金属価格高騰リスクも低減させている次世代型銅合金である。

開発合金「MNEX®」は、新興国の低価格帯自動車向けから次世代の環境対応車向け車載用端子コネクタまで幅広い展開を見込んでいる。

文 献

- (1) 野村幸矢: 神戸製鋼技報, **62**(2012), 53-58.
- (2) 西嶋文哉, 野村幸矢, 渡邊千尋, 門前亮一: 日本金属学会誌, **72**(2008), 427-432.
- (3) 野村幸矢, 三輪洋介, 島田祐介, 渡邊千尋, 門前亮一: 日本金属学会誌, **74**(2010), 325-330.
- (4) 宮藤元久, 細川 功, 津野理一: 伸銅技術研究会誌, **28**(1989), 101-108.
- (5) Sung-Kyu Son, 竹田真帆人, Kyu-Seop Park, 三留正則, 坂東義男, Ki-Woo Nam and Chan-Yong Kang: 日本金属学会誌, **72**(2008), 407-412.
- (6) N. J. Petch: J. Iron and Steel Inst., **174**(1953), 25-58.
- (7) 山口 洋: 銅および銅合金, **46**(2007), 53-58.