

2.4 金属細線の引拔加工技術

2.4.1 技術開発の内容

非鉄系金属細線の引拔加工技術は、多種多様な加工特性を有する金属材料種と用途との組合せで構成されている。中でも、伸展性に富み、さまざまな用途に利用される Al、Cu は、線材や薄肉小径管製造プロセスとして引拔加工法が多用されている。

純 Al や純 Cu（タフピッチ銅、無酸素銅）線は主に一般送配電線材料に多量に使用されている。長経間架空送電線や地線、耐熱送電線には、Si、Fe、Zr、Mgなどを少量含む Al 系合金が使用される場合があるが、最近は鉄被覆 Al、Cu 線の需要が飛躍的に伸びている。これらは、最終的には燃線として使用され、導電性と強度とを兼ね備えた複合材料である。

加工素材である荒引線は、各種連続鑄造圧延法（Al では Propeezi、SCR(Southwire Conti-Rod)、Cu では SCR、Hazelett、DIP-Forming などのプロセス）で製造されており、溶湯から一挙に 8mm 直径の程度まで伸線加工される。

Al、Cu とともに、従来は、表面性状制御が容易なノンスリップ式が主体であったが、最近では、生産性アップを目指して、高速ノンスリップ式湿式潤滑伸線機が使用されるようになり、さらに、無人化やマルチ化（多本数伸線法）が着実に進み、生産性が飛躍的に向上している。

表面性状を美しく維持するため、湿式潤滑材がキャプスタン冷却を兼ねて浸漬あるいは吹付け方式で使用されており、また、潤滑液の循環フィルターなどの設置により潤滑油汚染に伴うトラブル防止にも配慮がなされている。

特に電線製造には、高生産でタンデム化された無人化プロセスが使用されているが、高速伸線可能なスリップマルチ式連続伸線機を使い、8mm 径の荒引線は 2mm 程度まで縮径され、その後、コーン式伸線機で 0.05mm 以下まで多段仕上げ伸線されている。

一方で、伸展性が低い一部の Cu 合金（例えば、Cu-Zn 系黄銅など）は、伸線条件に種々の工夫を凝らした少量多品種製造ラインで造り分けられている。伸線工程で、中間焼鈍処理、皮むき、酸洗などの付加的処理が断線防止や表面性状維持のためになされている。また、少量多品種にわたる銅合金は、上述の大量生産型連続鑄造とは異なる特殊連続鑄造プロセス（例えば、Outkump、GELEC などの引上げ式連続鑄造法や、特殊横型連続鑄造法）によりバーが製造され、圧延や熱間押出により荒引線を製造している。

その他、Cu 合金荒引細線を直接溶湯から一挙に成形する方法として、OCC(Ohno Continuous Casting)、回転溶融紡糸法、Melt-Extraction 法などがあるが、いずれも、小ロット特殊線材の製造に対応したものである。

Al、Cu およびそれらの合金以外の非鉄金属種としては、超電導用に多用されている Ti、Zr、Nb 系金属、炭化物を析出しやすく脆化しやすい W、Mo、Ni、Cr 系に代表される難加工性金属とその他の金属（特定用途利用材：貴金属系ボンディング材やハンダ材料）に分類して以下の解析を行うこととするが、これらは、いずれも、それぞれの金属種で特有の特性を有するため、それに見合った引拔加工法（W：熱間引拔、Ti、Ni：皮むき、酸洗、中間および最終熱処理）が行われている。