

Ⅲ. 主任研究員レポート紹介

1. 日本のアルミニウム電線－電線導体の銅からアルミへの代替は進むか－

(諏訪 政市 元主任研究員)

日本の空調機器業界では、最大手のダイキン工業をはじめとしたエアコンメーカーが空調設備に使用される銅のアルミニウム（以下アルミ）への素材代替を加速させている。ダイキン工業は、国内の熱交換器、銅管や銅巻線等の銅使用量を 2022 年半ばまでに 60%削減すると発表した。

世界の電線・ケーブル業界では、2015 年が電線・ケーブル導体の銅からアルミへの代替の動きが注目された年であった。2015 年 6 月に広州市（広東省）で開催された、メッセ・フランクフルト広州（Guangzhou Guangya Messe Frankfurt Co., Ltd.）主催の“広州・電線ケーブル・付属品国際展示会”（Guangzhou International Wire, Cable and Accessories Fair）で、多くの中国電線メーカーのブースでアルミ導体の電力用ケーブルが展示されていたのを思い出す。

それまで、世界の電線・ケーブル市場における、絶縁電線・ケーブル用導体の銅からアルミへの代替という流れは徐々に進んではいたが、この緩やかな流れに大きな刺激を与えたのが中国政府による「建設用架橋ポリエチレン絶縁ケーブル（以下 CV）」の導体の銅からアルミへの代替を推奨する国家標準を制定するという思い切った政策であった。2015 年 4 月に、中国国家エネルギー局（能源局）が「低圧アルミ導体 CV ケーブル」の産業規格を正式に公布したことにより、それまで低圧電力ケーブルのアルミの使用率（絶縁電線・ケーブルにおける導体のアルミと銅の使用重量比率、以下アルミ率）が 7%程度であった中国が政府の指導の下で余剰アルミを使用することにより、アルミ率が大きく増加する可能性がにわかに生まれた。

折しも、日本では自動車用ワイヤハーネス（以下 WH）用電線のアルミ化が話題となっており、日本電線工業会（以下 JCMA）において絶縁電線・ケーブルの導体アルミ化に対する取り組みが始まっていた。

日本メタル経済研究所では、2016 年 1 月に、世界主要国の電線アルミ化の現状調査及びアルミ化の課題と将来展望について纏めた、調査報告書 No. 220 「電線のアルミ化は進か」（飯塚久夫元主任研究員・諏訪の共著）を発行した。

当時、世界各国の絶縁電線・ケーブルの生産量・消費量等のデータを、協力関係にあった英国の調査会社である Integer Research（以下 Integer）より提供を受けていたが、Integer は 2018 年 10 月に英国の調査会社 Argus Media Limited（以下 Argus）に買収された。その後、Argus は 2021 年に電線・ケーブル市場調査事業から撤退した。

報告書では、データとしては少々古いが、Integer から入手した 2017 年の各国の品種別アルミ率を使用している。Integer のデータによれば、電線・ケーブル生産量が多い主要国のアルミ率の平均は 13%であり、日本のアルミ率は 5%と低い。

アルミ導体絶縁電線・ケーブルの普及には、夫々の国で特長があるものの、アルミ率は急激に増加したり減少したりするものではない。

報告書は、日本で使用されているアルミ導体の電線・ケーブルを網羅的に紹介すると共にどのような品種で、どのように導体の銅からアルミへの代替が進捗しているのかを改めて調査したものである。

報告書では、日本では馴染みが薄いアルミ電線を理解するために、その「開発の歴史」、「品種」及び「用途」、「市場」、導体材料である「アルミ荒引線」、「日本のアルミ荒引線メーカー」等について紹介した。

日本のアルミ導体の電線・ケーブルの歴史は存外古いが、その歴史を伝える書物等は多く存在していない。報告書では日本の電線・ケーブルの歴史を伝える稀有な書物である JCMA 編「電線史」からアルミ電線の歴史を引用している。最初のアルミ導体の送電線が 1910 年（明治 43 年）に富士瓦斯紡績の山北～横浜間（神奈川県）に敷設された。その後も、アルミは、主に電力会社が使用する架空送電線に使用されてきた。

JCMA の出荷統計資料によれば、2021 年度のアルミ電線の電線・ケーブル市場におけるシェアは、重量で僅か 4%に止まっており、その内訳は約半分が電力会社向けの架空送電線（ACSR 等）で、残り半分が架空配電線（AI-OC 等）である。

アルミ導体の素材であるアルミ荒引線のメーカーには、アルミニウム線材、富山住友電工、アルミネ等がある。1965 年に大手電線メーカー等によって設立されたアルミ荒引線メーカーの東京アルミ線材が 2012 年 10 月に解散した。電力会社による架空送電線システムの新設や更新による ACSR 需要の低迷が長期に亘って継続すると判断されたからであった。

一方、住友電工は自動車用 WH のアルミ化の進展に対応すべく 2012 年にタイに設立したアルミ荒引線及び自動車用アルミ電線製造会社から、アルミネはアルミ需要全般の拡大に対応するために、同じく 2012 年にベトナムに設立したアルミ荒引線及びアルミ合金ロッド製造会社からアルミ荒引線を輸入している。

アルミと銅の違いを、「特性」、「用途」及び「電線導体として」の比較を行った。アルミの銅との比較における決定的な優位点は、よく知られているように「軽さ」と「安さ」である。

2021 年の世界のアルミ地金消費量は約 6,900 万 t であり、1990 年からの約 30 年間で 3.6 倍に増加した。一方、銅地金消費量は 2,500 万 t で、その伸びは 2.3 倍と、アルミに比べて小さい。アルミ消費量も銅消費量も増加し続けているが、同時に銅からアルミやその他の素

材への代替も進んでいる。

アルミと銅の比較では、更に「価格と価格差」、「可採年数」、「リサイクル率」について考察し、アルミと合金アルミの主な「用途」、「化学成分」、「特長」を整理した。

どのような電線・ケーブル品種で、銅からアルミへの代替が進んでいるのかを調査した。

昨今、空調機器業界ではエアコン等の空調設備に使用される銅のアルミへの代替が急速に進展しているが、電線・ケーブル業界では、そのような急速且つ劇的な変化は見られない。

2017年に、英国の調査会社 CRU が 2015 年頃から話題になっていた「電線アルミ化」に関連して、アルミ化が進みそうな電線・ケーブル品種について、「ユーザー数」、「最終製品数」と「代替の早さ」の関係を示した資料を提供した。そこでは、電力用地中ケーブルと自動車用 WH が「代替が早い」とし、ビル用配電ケーブルと巻線が「緩やか」と結論付けたが、日本の場合は、電力会社による地中送配電ケーブルのアルミ化の動きは見えない。

特に電線アルミ化について調査した品種は「電力用送電ケーブル」、「電力用架空送電線」及び電力用架空配電線（以上電力部門）、「建設用配電ケーブル」（建設・電線販売部門）、「自動車用 WH」（自動車部門）、「巻線」（電気機械部門）と、「その他のアルミ電線・ケーブル及び線材」である。因みに電力用送電ケーブルには、地中ケーブルと海底ケーブルがある。

電力用送電ケーブルでは、特に経済産業省（以下 METI）及び電力広域的運営推進機関（広域機関）による「北海道～関東圏間高圧直流（HVDC/High Voltage Direct Current）海底ケーブルプロジェクト構想」に使用される海底ケーブルについて調査した。報告書における最大の関心事の一つとして、“このプロジェクトに使用される超長距離海底ケーブルの導体が銅になるのか、アルミになるのか”があるが、現段階では銅導体の DC±525kV 海底 CV が前提で話が進められている。2021 年 3 月に始まった METI の「長距離海底直流送電の整備に向けた検討会」は、2022 年 4 月に開催された第 6 回検討会で終了した。検討会資料を見てもケーブル敷設ルート等のケーブル設計に必要な要件が何一つ明記されていない。

「その他のアルミ電線・ケーブル及び線材」では、電気鉄道用の饋電線及び饋電吊架線（きでんちょうがせん）、キャブタイヤケーブル、建設・電線販売市場で 600V CVT と競合するバスダクト、電気自動車での採用が進んでいるブスバー、ドローン用電線、溶接ワイヤ、ボンディングワイヤ及び電線の線材としても使用される銅クラッドアルミ線、アルミ被覆鋼線等を紹介した。

報告書では、世界の主要電線・ケーブル生産国の「絶縁電線・ケーブル」におけるアルミ率及び米国、中国、韓国、欧州のアルミ電線の普及状況を紹介した。

2017 年の Integer のデータによれば、主要国 9 ヶ国のアルミ率の平均は 13%であり、アルミ率が高い国は、インド（41%）、米国（16%）で、アルミ率が低い国は、中国（4%）、日本

(5%)、韓国（7%）となっている。ここでいうアルミ率は導体の重量比率であるが、アルミは銅の半分程度の重量で代替が可能のため、長さ比率では重量比率の約2倍になる。例えばインドの場合、電線長でいうと、約82%がアルミ電線であることができる。

アルミ化が進んでいる国と進んでいない国では、夫々の背景や要因が異なっている。

日本で電線アルミ化が進まない理由を考えてみた。

絶縁電線・ケーブルのアルミ率が低い国で、アルミ化が進まない理由には、

- (1) 新しいことに取り組む際の保守的で凝り固まった姿勢
- (2) 接続技術や接続部品等の専門的技術の欠如
- (3) 電線の性能低下への懸念
- (4) 安全性の問題に対する危惧
- (5) ケーブル仕上外径が大きくなること
- (6) 最終製品又は建設プロジェクト全体におけるコスト低減インパクトの弱さ
- (7) 接続部品の価格が高価
- (8) 竣工後の保守コストの高さ

等が挙げられるが、これらは全てのアルミ電線・ケーブルに共通している訳でもなく、「製品」、「市場」及び「プロジェクトの大小」等によっても異なるが、これらの内の幾つかは日本の場合に当てはまる。特に、ビル・マンション等に使用される建設用配電ケーブルでは、(5)ケーブル仕上外径が大きくなるのが、アルミ電線が採用され難い最大の理由のようである。

日本で、将来的に見て絶縁電線・ケーブルのアルミ化が進むかどうか纏めた。

建設市場では、一部の建設用配電ケーブルメーカー及びその販売会社が、メガソーラー、ビル・工場等向けの AI-CV、AI-CVT の販売に注力しているが、2021 年度の建設用配電ケーブルのアルミ率は、出荷量・出荷額共に 0.2%台と低迷している。

電力市場では、電力会社が地中送配電ケーブルのアルミ化を進めているという話は聞かえない。実際、地中送電線工事業者の話でも、アルミ導体の送配電ケーブル工事の実績は殆ど無いという。一方で、無電柱化（電線地中化）工事では、アルミ架空配電線がその対象になった場合、銅導体の CVD や CVT、CVQ 等の地中配電ケーブルに置き換えられるため、架空配電線に AI-OC 等のアルミ電線を使用している電力会社の管内では、電線地中化工事が進捗するに連れて「負のアルミ化」が進むことになる。

自動車市場では、JCMA 出荷統計によれば、2021 年度で輸送用電線（自動車用電線等）のアルミ率が 3.6%になった。今後数年間はアルミ率の増加が続くことが予想されるが、2022 年 5 月に、古河 AS が、アルミよりも更に軽量で、電気抵抗の低減が期待できるカーボンナノチューブを使用した自動車用電線を早ければ 2030 年にも実用化すると発表している。

JCMA が 2022 年 11 月に発表した 2026 年度の電線・ケーブル需要見通しでは、アルミ電線は、内需部門 24 千 t（電力部門 17 千 t、その他内需部門 7 千 t）、輸出部門 6 千 t、合計 30 千 t（2021→2026 年の CAGR 2.6%）であり、電力部門の再生可能エネルギー発電の進展に伴う大型連系線の増強及びビル用ハーネス、自動車用 WH のアルミ化による需要増を見込んだという。