

陸上から船舶への給電設備に係る国際規格改訂への取り組み

丹羽 康之*, 佐藤 公泰**

Activities of Revision of International Standards for On-shore Power Supply Service in Port for Ships

by

Yasuyuki NIWA and Masahiro SATO

Abstract

To prevent the global warming, the reduction of greenhouse gases is required in the marine industry. One of the solutions is on-shore power supply service in port for ships, sometimes called as “Cold Ironing”. Since 2007, IEC, ISO and IEEE have established the Joint Working Group 28 (JWG 28) for the development of the International Standards for High Voltage Shore Connection (HVSC) systems, now named as IEC/ISO/IEEE 80005-1 “Utility Connection in Port – Part 1: High voltage shore connection (HVSC) systems – General requirements”. Its edition 1 was published in 2011. Then JWG 28 published Part 2: “High and low voltage shore connection systems – Data communication for monitoring and control” in 2016 and Part 3 “Low Voltage Shore Connection (LVSC) Systems – General requirements” (PAS: Publicly Available Specification) in 2014. Recent activity of JWG 28 was to develop the edition 2 of the IEC/IEEE 80005-1. In Japan, Japan Ship Technology Research Association (JSTRA) has established the mirror Working Group for those international standards chaired by the author and the mirror Working Group input the Japanese comments for the revision. The edition 2 of the IEC/IEEE 80005-1 was published in 2019. On the other hand, since 2018, the SSE (Ship Systems and Equipment) Sub-committee of the IMO has started the agenda item “development of guidelines for cold ironing”. Japan submitted the comments to the Sub-Committee that the guidelines should not either duplicate or contradict any information in IEC/ISO/IEEE 80005 standards and that the guidelines should be limited only operational requirement. These Japanese comments were supported by the Sub-committee, and the correspondence group coordinated by China has been established for the guidelines of operational requirement for on-shore power supply service in port. In these processes, it is very important that IEC and IMO have a good relationship. The authors participated in IEC/TC 18 plenary meeting in 2018 and asked to make a good relationship between IEC and IMO.

* 知識・データシステム系, ** 一般財団法人日本船舶技術研究協会

原稿受付 令和元年7月29日

審査日 令和元年9月3日

目 次

1. 陸電システムの規格	54
2. 陸電規格の制定状況と日本の対応	55
2.1 会議開催状況と日本の対応	55
2.2 高圧陸電規格（第一版）の制定	56
2.3 高圧陸電規格（第二版）の制定（改訂）	57
2.4 データ通信（第二部）と低圧陸電システム（第三部）の制定	58
3. IMO との関係	58
3.1 IMO SSE 小委員会での動き	58
3.2 IEC 側の動き	59
4. おわりに	59
謝 辞	59
参考文献	59

1. 陸電システムの規格

地球温暖化防止を目的として温室効果ガスの削減が求められる中、海運業界においても様々な対応策が検討されている。その一つとして、船舶が入港接岸中に船内の発電エンジンを停止させ、その間に陸上から船舶に電源を供給する給電設備（以降、「陸電」、「陸電システム」、「陸上電源接続システム」とも表記する。）がある。陸電システムは、2000 年代より、アメリカのロサンゼルス港やロングビーチ港等で検討が進められ、一部の船舶で採用されてきた^{1),2)}。なお、アメリカでは、陸電システム導入に関するプロジェクトについて、船舶のすべての熱源を停止させることから、Cold Ironing と呼ぶこともあり³⁾、陸電システムの呼称として使用されることもある。

この陸電システムを世界的に普及させるためには、世界共通の規格が望まれる。そのため、IEC、ISO に加えて、IEEE の 3 団体の共通規格として、陸電システムの規格が開発されることとなった。なお、本規格は、IEC が中心となり IEC/TC 18 に第 28 合同作業グループ（以降、「JWG 28」と表記する。）を設けて検討を行っている。最初に高圧（交流 1,000 ボルト以上）の規格として第一部（IEC/ISO/IEEE 80005-1）が制定され、その後、データ通信規格（IEC/IEEE 80005-2、ISO は含まない）、低圧（交流 400 ボルト以上 1,000 ボルト未満、250 アンペア以上）の規格（IEC/ISO/IEEE 80005-3、2019 年 7 月時点で制訂作業中）の検討を進めている。それぞれの規格の概要を表 1 に記す。なお、本規格の表題について、当初は高圧陸電システムを意味する用語としていたが、第二部としてデータ通信規格、第三部として低圧陸電システムを制定することとなったため、“Utility Connection in Port”とし、副題として、それぞれ高圧陸電システム、データ通信システム、低圧陸電システムとしている。

表1 陸電システムの規格

規格番号	IEC/ISO/IEEE 80005-1	IEC/IEEE 80005-2	IEC/ISO/IEEE 80005-3
名称（仮訳）	陸電装置－第一部：高压陸上電源接続システム－一般要件 第二版では，規格番号からISOは外れている	陸電装置－第二部：高压及び低压陸上電源接続システム－監視及び制御用データ通信	陸電装置－第三部：低压陸上電源接続システム－一般要件
進捗	第二版制定（2019年3月）	第一版制定（2016年6月） 現在改訂動向なし	IEC PAS 80005-3:2014 制定（2014年8月） PAS（公開仕様書）に修正を加え，正式な規格とすることを目的に第一版の制定作業中
目的	世界的な船舶による大気汚染削減の流れに鑑み，停泊時の発電機エンジンを停止し，陸上より必要量の電力を供給することで，船舶から排出される環境汚染物質を減少させることを目的とした高压陸上電源接続システムの要件を定める	高压陸上電源接続システム及び低压陸上電源接続システムの通信要件と通信手順を定める	世界的な船舶による大気汚染削減の流れに鑑み，停泊時の発電機エンジンを停止し，陸上より必要量の電力を供給することで，船舶から排出される環境汚染物質を減少させることを目的とした低压陸上電源接続システムの要件を定める
概要	陸上から船舶にAC1,000V以上の電力を供給するための陸上及び船上の高压陸上電源接続（HVSC）システムに関する要件（設計，据付及び試験）を取り纏めている	高压及び低压の陸上電源接続システムの通信要件と手順を取り纏めている	陸上から船舶にAC400V以上1,000V未満，250A以上の電力を供給するための陸上及び船上の低压陸上電源接続（LVSC）システムに関する要件（設計，据付及び試験）を取り纏めている

2. 陸電規格の制定状況と日本の対応

2.1 会議開催状況と日本の対応

2007年頃より，JWG 28（当初は，IEC/ISO/IEEE PT 60092-510やIEC/TC 18/MT 26の名称で活動）の活動が始まり，概ね年1回から2回のペースで開催されている．日本は，日本船舶技術研究協会の電気設備分科会（分科会長：木船弘康東京海洋大学准教授）で検討し，意見提出を行い，必要に応じ会議にも出席し，意見の反映に務めている．2017年以降は，本規格の重要性を認識し，継続して会議に出席するとともに，これまでに日本での会議も3回誘致している．表2は，2009年以降の主な会議の一覧である．なお，2012年と2016年から2017年にかけての二度に渡り，とりまとめ役のコordinaterが不在となり，延べ2年近く審議が停止する状況が続くことがあった．

表 2 JWG 28 開催状況 (2009 年以降)

年月	開催地 (国)	日本からの出席
2009 年 5 月	ロサンゼルス (アメリカ)	○
2009 年 10 月	神戸 (日本)	○
2010 年 2 月	ローマ (イタリア)	
2010 年 6 月	シアトル (アメリカ)	○
2010 年 11 月	ハンブルク (ドイツ)	○
2011 年 10 月	オスロ (ノルウェー)	○
2013 年 4 月	ロングビーチ (アメリカ)	○
2014 年 2 月	グルノーブル (フランス)	○
2014 年 7 月	シアトル (アメリカ)	
2014 年 10 月	東京 (日本)	○
2015 年 4 月	ミラノ (イタリア)	
2015 年 12 月	ロサンゼルス (アメリカ)	
2016 年 2 月	ワシントン DC (アメリカ)	
2016 年 6 月	バンクーバー (カナダ)	
2017 年 10 月	ミラノ (イタリア)	○
2018 年 5 月	大阪 (日本)	○
2019 年 6 月	ベルゲン (ノルウェー)	○

2.2 高圧陸電規格 (第一版) の制定

高圧陸電規格 (第一版) の制定は、既に陸電を採用しているアメリカ (IEEE) や欧州メーカーの主導で進められた。これは、自身が利用している陸電システムをそのまま標準規格としたい思惑があったためである。結果として以下の章と附属書からなる規格が制定された。

- 1 章 Scope
- 2 章 Normative references
- 3 章 Terms and definitions
- 4 章 General requirements
- 5 章 HV shore supply system requirements
- 6 章 Shore side installation
- 7 章 Ship-to-shore connection and interface equipment
- 8 章 Ship requirements
- 9 章 HVSC system control and monitoring
- 10 章 Verification and testing
- 11 章 Periodic tests and maintenance
- 12 章 Documentation

附属書 A Ship-to-shore connection cable

附属書 B Additional requirements for Roll-on Roll-off (Ro-Ro) cargo ships and Ro-Ro passenger ships

附属書 C Additional requirements for cruise ships

附属書 D Additional requirements of container ships

附属書 E Additional requirements of liquefied natural gas carriers (LNGC)

附属書 F Additional requirements for tankers

この間の主な審議は以下に示す通りであるが、最終的に一部未解決のまま制定となった。

周波数を 50Hz にするか、60Hz にするかについては、アメリカ (60Hz) と欧州 (50Hz) の争いとなったが、決着がつかず「陸上と船舶の周波数を合わせる」という表記となった。日本では東日本 (50Hz) と西日本

（60Hz）とで周波数が異なるため、いずれにしてもどちらかの地域で周波数変換が必要となるため、静観の対応であった。このため「必要があれば、周波数変換器を用いることができる」との記述を加えたが、周波数変換器を陸上側と船舶側のどちらが用意すべきかについては、合意できなかった。

アメリカの港湾ではコンテナ船の陸電が進んでいたため、当初はコンテナ船を基に規格策定を行っていたが、策定終盤に、船種ごとに状況が異なるとの意見があり、船種ごとに個別の附属書 B～F を加えることとした。具体的には (1) Ro-Ro 船、(2) クルーズ船、(3) コンテナ船、(4) LNG 船、(5) タンカー、の 5 種類である。これらの附属書については、検討が不十分であり、日本は、制定は時期尚早である旨のコメントを提出したが、既に規格検討開始から通常の開発期間の 3 年を超えており、このままでは、規格策定自体が廃案になるおそれがあった。そのため、制定を問う投票の結果、賛成が 3 分の 2 を上回り、可決要件を満たしたため、2012 年 6 月に第一版が制定された。また、データ通信も本規格に加えることを検討したが、時間の都合により、別途第二部 (IEC/IEEE 80005-2) として、策定することとなった。

2.3 高圧陸電規格（第二版）の制定（改訂）

第一版が制定されたものの、規格として曖昧な点や上記の通り未解決の内容があったため、早速、規格改訂の提案があり、2014 年 2 月のグルノーブル会議より、検討が開始された。日本では、電気設備分科会に陸電 JIS 化 WG（主査：丹羽康之）を設置し、日本語への翻訳作業と並行して日本意見の検討を行った。この間に、日本でも 2 回 JWG 28 の会議を開催した。特に 2018 年 5 月の大阪会議では、FDIS（最終国際規格案）の審議として、4 日間にわたって、詳細まで審議が行われた。

第一版で曖昧な点や未解決の内容は、第二版では、以下の通りとなった。周波数変換器は、陸側が用意することとなった（2014 年 10 月、東京会議）。附属書の船種ごとのケーブルコネクタのピン配列は、広く普及しているものに合わせた（2014 年 2 月、グルノーブル会議）。例としてクルーズ船用の規格の第一版と第二版の違いを図 1 に示す。図の通り、第一版と第二版では、ピン配列が逆向きに変わった。参考として、実際のコネクタ（ベルゲン港の Offshore supply vessel）を図 2 に示す。その他としては、陸側と船舶の間で、電位差がないことの時間的連続監視を行う必要があるとしていたが、実際に確認する方法が明確でないため、機器を定期試験で確認することで決着した（2018 年 5 月、大阪会議）。

2018 年 10 月に第二版の制定を問う投票が行われ、3 分の 2 以上の賛成により、可決要件を満たしたため、2019 年 3 月に第二版が制定された。なお、第二版制定後、上述のクルーズ船のピン配列については第一版に戻して欲しいとの意見もあり、今後留意する必要がある。

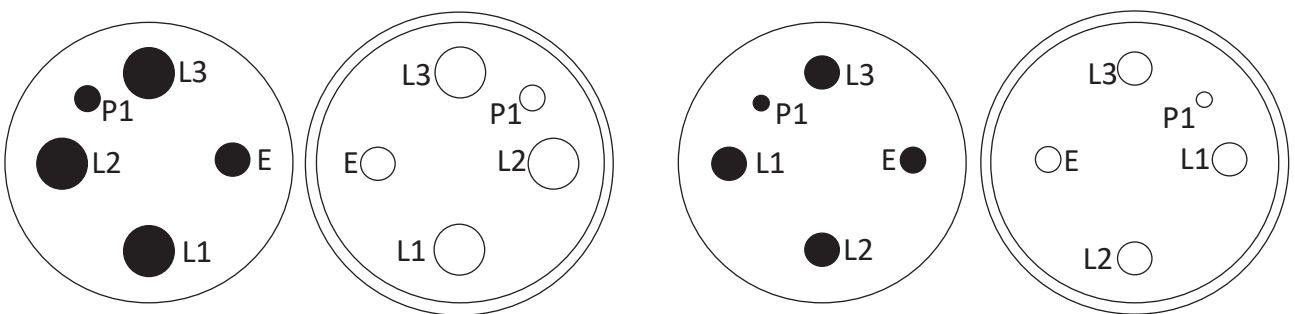


図1 高圧陸電規格 80005-1 の第一版（左）と第二版（右）の違いの例（クルーズ船のピン配列）
（規格を基に著者が作成）



図2 実際のコネクタ（ベルゲン港の Offshore supply vessel）

2.4 データ通信（第二部）と低圧陸電システム（第三部）の制定

データ通信については、高圧陸電規格の第一部の制定直前に、この規格において規定することが提案されたが、時間の都合により、別の部とすることになり、第二部（IEC/IEEE 80005-2）として検討が進められた。本規格は、陸上電源接続システムの通信要件と通信手順を定めるものであり、日本からは、これまでに130隻以上の導入実績がある方法として、RS-422方式を提案した。一方、ドイツは、船内の通信でLAN接続が進んでいることから、ネットワーク方式を提案し、プロトコルとしてUDP（User Datagram Protocol）を提案してきた。両者ともに利点を説明したが、合意に至らなかった。特徴や違いとしては、RS-422よりLAN接続のほうが将来性があるが、LAN接続のUDPはデータの放送であり、相手側がデータを受信したか否かの確認がとれないという課題があり、一長一短である。結果として、LAN接続でもデータの送受信の確認や再送信があるTCP/IP（Modbus TCP/IP）プロトコルが提案され、その方式の検討を進め、2016年6月に制定された。

第三部の低圧陸電システムについては、ノルウェーが提案してきた。日本は、第一部の高圧陸電システムが検討中であったことから、それを制定してから、低圧陸電システムを検討すべきと提案した。一方、ノルウェーは、1,000V未満の低圧の陸電の需要もあると主張し、同時並行で検討を進めることになった。両規格を並行で検討したが、低圧陸電規格も開発からの時間制約（概ね3年）で完了しなかったため、暫定的な規格として、IECのPAS（公開仕様書、最大有効期間6年）を2014年8月に制定した。その後、PASの有効期間が終了することから、2017年10月のミラノ会議から検討を再開しており、2019年6月のベルゲン会議で更に検討を行い、近日中のFDISを目指している。

3. IMO との関係

3.1 IMO SSE 小委員会での動き⁴⁾

2017年6月に開催されたIMO第98回海上安全委員会（MSC 98）に中国より、陸電システムの配置要件や定期的検査要件を海上人命安全（SOLAS）条約に定めるための新規作業計画が提案された（文書 MSC 98/20/7）。同提案を審議した結果、陸上からの電力供給の安全な運用のための指針の策定（必要であれば SOLAS 条約改正を含む）に係る議題をIMO船舶設備小委員会（SSE）の作業計画に含めることが合意され、2018年3月に開催の第5回船舶設備小委員会（SSE 5）より審議が開始された。SSE 5に中国から提出された文書（文書 SSE 5/13）中のガイドライン案において、上述のIEC/ISO/IEEE 80005の三部の規格が引用されていた。日本では、この審議に対応するため、日本船舶技術研究協会の防火検討会と電気設備分科会との合同WGとして陸電装置に係わる基準検討WG（主査：丹羽康之、事務局：佐藤公泰他）を設置し、日本の対処方針について審議を行っている。

2018年3月に開催されたSSE 5では、日本をはじめとした意見である国際規格との重複や摩擦を避けるべき等が合意され、本件については中国をコーディネータとするコレスポンデンス・グループを設置し、継続して検討することも合意された。2019年3月に開催されたSSE 6では、中国がコーディネータを務めたCGの報告書（文書 SSE 6/11）並びに日本よりCG報告書に対するコメント文書（文書 SSE 6/11/1）が提出された。日本の文書の

趣旨は、技術要件はIECの規格で制定が進められているため、技術要件の重複や齟齬を避け、オペレーション関連事項にのみ焦点を当てたガイドラインとすべきであること、であった。審議の結果、日本の提案は合意され、2020年3月に開催されるSSE7に向け、レスポンス・グループを再設置することが合意され、オペレーション関連事項について検討が進められている。

3.2 IEC側の動き

IMOでも陸電の検討が行われているため、IMOとIECの連携を図る必要がある。2018年5月に開催されたJWG 28大阪会議で日本（丹羽）から、IMOの動きを説明したところ、国外からの参加者は2～3名しかIMOに関する情報を把握しておらず、具体的連携の検討ができなかった。そのため、2018年10月にフランスで開催された上部のIEC/TC 18総会に、丹羽と佐藤が日本代表として出席し、陸電規格について、IMOとの連携を図る必要があることを説明し、JWG 28での検討を提案した。IEC/TC 18総会では、日本の提案が合意され、2019年6月にベルゲンで開催されたJWG 28では、IMOでの動きが紹介され、対応について検討した。審議の結果、IMOがオペレーション要件のガイドラインを作成した後、JWG 28でIEC/ISO/IEEE 80005シリーズへの展開を検討することになった。

4. おわりに

本稿では、船舶からの温室効果ガスの削減の対策の一つとしてあげられる船舶への陸電規格の制定、改訂の状況と審議への対応について説明した。当初は、高圧陸電のみの検討から始まったものが、データ通信、低圧陸電を含むシリーズ規格に発展し、現在も検討が継続されている。今後も国内委員会を通して、対応を進めていく。また、IEC、ISO、IEEEでの検討であったものが、IMOにまで検討の場が広がった。今回の各会議への出席を通して、外国では、IEC対応とIMO対応が分かれている場合があることを実感した。海上技術安全研究所と日本船舶技術研究協会では、IECとIMOの両方に対応しており、この特長を活用して今後とも国際貢献を更に図っていくこととしたい。

謝 辞

IEC/ISO/IEEE 80005シリーズに対する検討として、日本船舶技術研究協会の電気設備分科会委員、防火検討会委員、各WG委員、関係者の協力を得ている。この場を借りて謝意を表する。

参考文献

- 1) 山路泰伸：船舶への陸上電力供給システムの現状紹介，日本マリンエンジニアリング学会誌，第46巻第5号（2011），pp.744-748.
- 2) 佐伯和夫：陸上から船舶への電力供給システムについて，日本港湾協会「港湾」，第93巻8月号（2016），pp.34-36.
- 3) 吉田晋：陸上電力供給システム，日本マリンエンジニアリング学会誌，第48巻第5号（2013），pp.594-598.
- 4) 一般財団法人日本船舶技術研究協会：IMO フォロー・救命検討会・防火検討会（2018年度報告書）（2019）.