

バンコク パープルライン — 溶接管理 —

Thailand Bangkok Purple Line
— Welding Coordination —

大塚陽介 Yosuke OTSUKA
岡田 寿 Hisashi OKADA
荒木雅之 Masayuki ARAKI

ステンレス車両の溶接施工にあたっては、従来は旧 JRS (国鉄規格) を基にした社内標準を適用してきた。パープルライン向け車両では国際的に認知された規格を適用することが要求されたため、溶接関連の国際規格 (ISO 規格や EN 規格) を適用することとなった。ここでは、鉄道車両に関する溶接関連の国際規格、およびそれらのパープルラインでの適用状況について解説する。

1 はじめに

当社の前身である東急車輛は日本で初めてステンレス車両を製造したメーカーである。1958年にセミステンレスの東急5200系、1962年にはオールステンレスの東急7000系を製造している。オールステンレス車両の製造にあたっては、アメリカBUDD社と技術提携を行い、設計・製造のノウハウを学んだ。その後、有限要素法を用いた構体解析による軽量化、溶接性の良いステンレス鋼の開発などにより、シェアを拡大していった。日本国内においてオールステンレス車両が飛躍的に広まったのは当時の国鉄に制式採用されたことが大きい。当時、設計・製造に関わる技術・ノウハウを公開したため、各社でステンレス車両が製造できるようになった。溶接施工においては作業標準が重要であるが、ステンレスに関する標準は東急車輛のものがベースとなってJRS (国鉄規格) が制定されている。その後、溶接関連のJRSは日本鉄道車両工業会の規格であるJRISとして新たに制定され、国内の車両メーカーはこれらをベースとした各社の標準に基づいて車両を製造している。

海外に目を向けると、EN規格 (欧州統一規格) で鉄道車両の溶接に関する規格であるEN15085シリーズが発行されており、ヨーロッパだけでなく世界中での適用がなされている。今回、当社が手がけたパープルライン向け車両の製造にあたっては、国際的に認知された規格を適用することが要求された。そのため、このEN15085シリーズやこれに関連するISO規格やEN規格による溶接管理が必要となった。本稿では、鉄道車両に関する溶接関連の国際規格、およびそれらのパープルラインでの適用状況について解説する。

2 溶接関連の国際規格

2. 1 EN15085シリーズ

“Railway applications - Welding of railway vehicles and components” (鉄道分野 - 鉄道車両と機器の溶接) というタイトルの鉄道車両の溶接に関する規格で、ドイツの国家規格であるDIN6700からEN規格に移行になったものである。EUではこの規格が法で求められており、Part1 ~ 5の5部で構成されている。その構成を図1に示す。メーカー認証を受けるには、Part2の要求事項を満たし、認証機関による審査を受ける必要がある。メーカー認証の状況はオンラインにて確認することができ、ヨーロッパ各国はもちろんのこと、中国や韓国といったアジアの国々でも多くのメーカーが認証を受けていることがわかる。日本でも部品メーカーの認証が出始めており、今後拡大していくことが予想される。Part2で定義されている車体や台車の製造を行うメーカーに対する主な要求事項を表1に示す。溶接品質については、EN ISO3834 “Quality requirements for fusion welding of metallic materials” (金属材料の融接の品質要求事項) に基づく管理を要求している (ISO3834については2.2項を参照)。

表 1 EN15085-2 の主な要求事項

項目	内容
品質要求事項	EN ISO3834-2
溶接管理技術者	LevelA (IWE)
溶接士	EN 287-1, EN ISO9606-2
検査員 (非破壊)	EN473
溶接施工要領書	EN ISO15609
溶接施工法の承認	EN ISO15614

EN15085 シリーズ

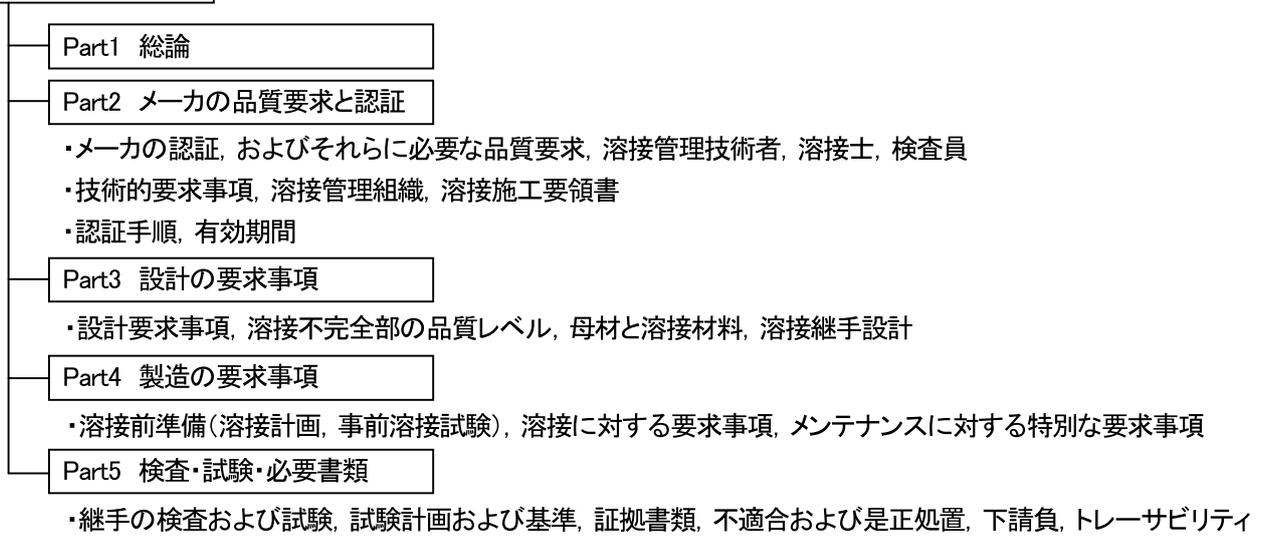


図1 EN15085 シリーズの構成

Part3～5では設計、製造、検査に関して要求事項を定義している。日本国内ではJISやJISに同様な規格が制定されているが、それらに比べてもより詳細な内容となっている。

2. 2 ISO3834シリーズ

溶接施工に関するISO規格体系を図2に示す⁽¹⁾。品質マネジメントシステムに関する国際規格としてISO9001があり、当社もISO9001の認証を取得している。

ISO9001はあらゆる分野に広く適用されるものである



図2 溶接施工に関する ISO 規格体系

ため、産業分野によっては必ずしも完全に対応しきれない部分がある。これを補完するためにISO9001に各分野における独自の特性を勘案して、要求事項を付加したものが「セクタ規格」と呼ばれるものである。ISO3834は溶接分野のセクタ規格であり、溶接工程を有する製造事業者へのきめ細な品質マネジメントシステムとして、品質向上に役立つものである⁽²⁾。

ISO3834シリーズはPart1～6の6部構成である。Part1は品質要求事項の水準選択基準、Part2・3・4は3水準の品質要求事項で、Part2から「包括的」、「標準的」、「基本的」である。EN15085では車体や台車を製造するメーカーには「包括的」を要求している。Part5は品質要求事項に適合するための文書、Part6はISO3834施行の手引きである。Part6では製品規格との関係が示されており、EN15085も入っている。

ヨーロッパではISO9001とISO3834をセットで事業所認証を受ける場合が多い。日本ではISO3834の事業所認証は消極的であったが、導入検討をする機運が一部に見られるようである⁽³⁾。

3 パープルラインにおける実例

パープルラインの車両製造にあたっては、EN15085やその関連規格に準拠して溶接管理を行った。一部では日本国内の規格や標準を適用したのものもある。ここでは主な項目について実例を紹介する。

3.1 溶接管理技術者

EN15085-2では製造事業者にはISO14731 “Welding coordination - Tasks and responsibilities” (溶接管理—任務および責任) に基づく技術知識を持つ経験のある溶接管理技術者を置くこととしている。また、この規格では溶接管理技術者について3つのレベル (Level A, B, C) を定義し、車両メーカーに対してはLevel Aを要求している。Level Aでは、車両メーカーにて3年以上の溶接管理経験、および包括的技術知識を有する証明があれば要求事項を満たすとしている。包括的技術知識を有するものとして、国際溶接学会のInternational Welding Engineer (IWE) またはヨーロッパ溶接連盟のEuropean Welding Engineer (EWE) を定義している。

パープルラインの製造にあたっては、社内のIWE有資格者が溶接士の認証や溶接施工要領書の作成等にあっている。IWEのディプロマを図3に示す。また、製造部門の職長やスタッフもISO14731のJIS版であるJIS Z 3410 (溶接管理—任務及び責任) による資格を有している。

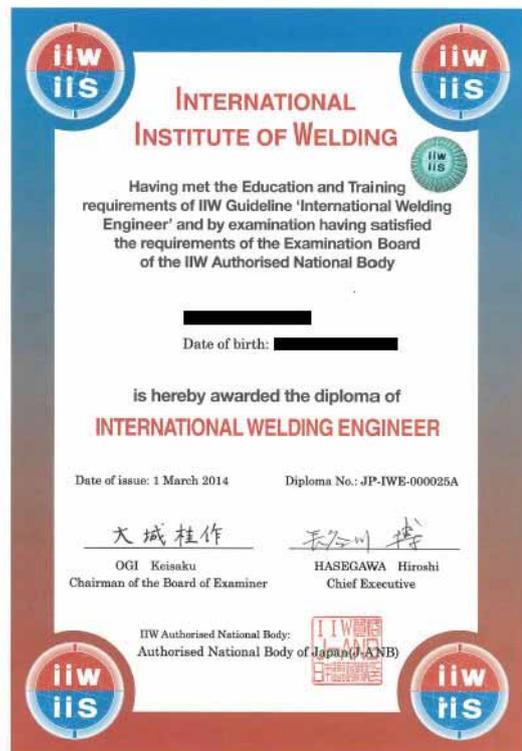


図3 IWEのディプロマ

3.2 溶接士

溶接士の資格については、EN15085-2では普通鋼およびステンレス鋼はEN287-1 (2013年にEN ISO9606-1へ置き換わっている) を必要としている。パープルラインプロジェクトにおいては国内資格の同等性を示して、これらを従来通り使用している。

3.3 溶接施工要領書

溶接施工要領書 (以下、WPS) の整備はEN15085やISO3834に基づく溶接管理において、最も基本的な事項のひとつである。国内向けの車両製造においては、JRISの溶接作業標準を適用しているが、アーク溶接ではWPSに関する具体的な記述はなく、どちらかという溶接士の技量や判断に依存しているのが現状である。

パープルラインでは、WPSをISO15609に準じて作成し、それらの承認にはISO15614に準じた溶接施工法試験を行った。WPSはISO規格に基づく英語表記と、これらの翻訳版であるJIS規格に基づく日本語表記の2種類を作成した。WPSのフォーマットの例を図4に示す。アーク溶接については、適用する溶接法、継手、板厚に応じたWPSを作成し、これらのすべてが承認されるように溶接施工法試験を計画して、実施した。スポット溶接については溶接するすべての材質、板厚組合せについてISO規格に準じた試験を行い、WPSを承認した。

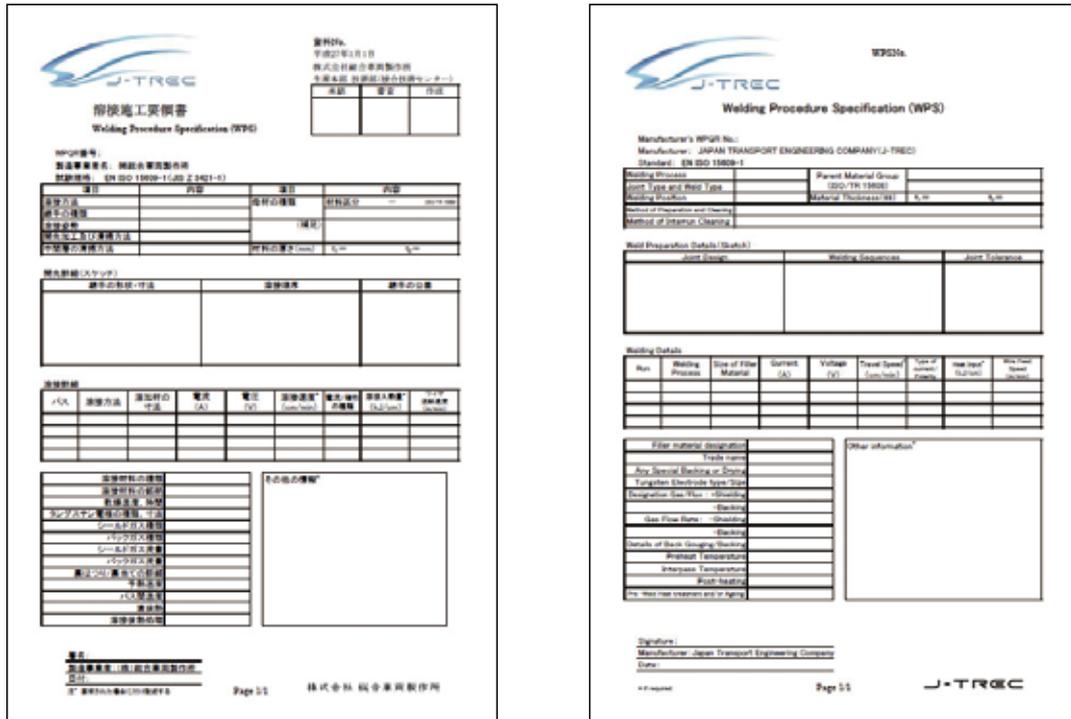


図4 WPSのフォーマット

3.4 事前溶接試験

EN15085-4では様々な目的での事前溶接試験を定義している。パープルラインでは溶接の難易度が高い継手を施工する溶接士の技量確認のための溶接試験を行った。当社社員だけでなく、該当する協力会社の溶接士に対しても実施している。協力会社における溶接試験の例を図5に示す。対象とした継手の種類は以下のとおりである。

- ・片面完全溶込みのレ形開先T継手
- ・裏当て有りの突合せ継手
- ・栓溶接、リング溶接



図5 協力会社における溶接試験の例

これらの継手は断面試験により合格判定して、合格者がこれらの継手を施工している。レ形開先T継手の断面写真を図6、製品におけるレ形開先の溶接の様子およびその裏波ビードを図7、図8に示す。

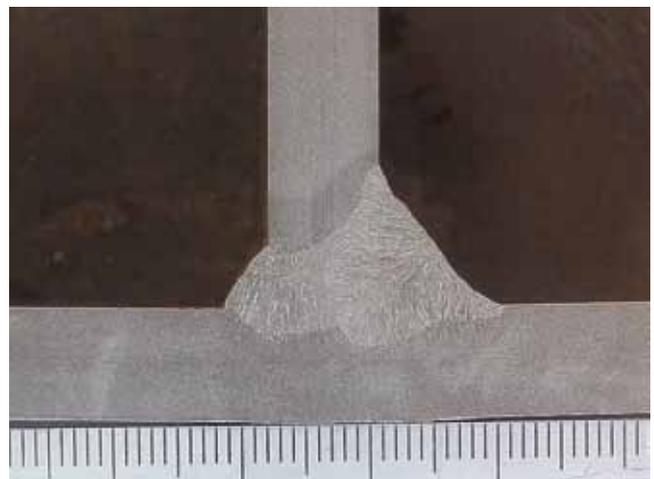


図6 完全溶込みレ形開先 T 継手の断面写真



図7 製品におけるレ形開先の溶接



図8 レ形開先の裏波ビード

3. 5 溶接不全部の品質レベル

EN15085-3では溶接品質等級 (CP A, B, C1, C2, C3, D) に応じた溶接不全部 (溶接欠陥) の品質レベルを定義している。鋼・ステンレス鋼のアーカ溶接の場合にはISO5817 “Welding - Fusion-welded joints in steel, nickel, titanium and their alloys (beam welding excluded) - Quality levels for imperfections” (溶接—鋼, ニッケル, チタンおよびこれらの合金のアーカ融接継手 (ビーム溶接を除く) —不全部の品質水準) を適用することとしている。パープルラインでは溶接品質等級CP Bの部位があり, そこはISO5817のClass B, そのほかについてはClass Cを適用した。スポット溶接についてはEN15085-3のAnnex Fに記載があり, これらを適用した。スポット溶接の内容は, 国内の規格とほぼ同じである。

3. 6 寸法公差

図面に公差指示のない溶接組立品については, EN15085-3で要求されているISO13920 “Welding - General tolerances for welded constructions - Dimensions for lengths and angles - Shape and position” (溶接—溶接構造物の一般的許容差—寸法および角度—形状および姿勢) の許容値を用いた。長さはClass B, 真直度や平面度はClass Fである。

3. 7 仮止め

従来, 国内においては「タック溶接」=断続溶接という解釈で, 断続溶接と仮止めは別物として扱われていた。ただし, 海外では「Tack weld」=仮止め溶接であり, 最新版のJIS Z 3001 (溶接用語—第2部: 溶接方法) においても「タック溶接」は,

『本溶接の前に, 定められた位置に母材を保持するための断続的な位置決めのための溶接。

注記 従来, 一時的溶接を含めて仮付溶接ともいわれていた。』

となっている。海外ではタック溶接=仮止め=本溶接の一部である。溶接欠陥の発生しやすい点付けは厳禁とされ, 仮止めの溶接も本溶接と同じように作業することが求められる。EN15085-4でもTack weldに関する記述があるため, 仮止めの長さ, 位置, 作業方法等について基準を作成して, これらに適合させた。

4 おわりに

鉄道車両に関する溶接関連の国際規格, およびそれらのパープルラインでの適用状況について解説した。溶接士の資格については従来通りの国内資格を適用したものの, 今後の海外事業展開を踏まえるとこれらも国際規格であるISO9606に基づく認証とすべきと考えている。同時に, 日本では積極的には行われていない工場認証の必要性も感じている。そのためには国際規格に基づく資格を有した溶接管理技術者, 検査員の拡充や管理体制の整備が必要であるため, 今後対応していきたいと考えている。

参考文献

- (1) 小俣和夫：「V 溶接関連規格等 2. 施工法関連」,
溶接学会誌 第79巻第5号, 123-125, (2010), 溶接学会
- (2) 細井宏一：「第1回 国際標準としてのQMS [ISO3834]」,
溶接技術 第62巻第7号, 118-122, (2014), 産報出版
- (3) 細井宏一：「第2回 世界が注目するQMS [ISO3834]」,
溶接技術 第62巻第10号, 97-102, (2014), 産報出版

著者紹介



大塚陽介
技術士（金属部門），IWE
生産本部
技術部（接合技術センター） 主査



岡田 寿
生産本部
技術部（接合技術センター） 課長



荒木雅之
生産本部
技術部 部長（基礎開発）