

汎用二相ステンレス鋼のケミカルタンカーへの適用 に際しての溶接施工上の問題に関する研究

四塚, 卓之

<https://hdl.handle.net/2324/4475072>

出版情報 : Kyushu University, 2020, 博士 (工学), 課程博士
バージョン :
権利関係 :

氏 名： 四 塚 卓 之
論 文 名： 汎用二相ステンレス鋼のケミカルタンカーへの適用に際しての
溶接施工上の問題に関する研究
区 分： 甲

論 文 内 容 の 要 旨

汎用二相ステンレス鋼とオーステナイト系ステンレスクラッド鋼および炭素鋼が混在するケミカルタンカーの建造現場において、それぞれの鋼材に合わせた溶接材料を用いたために発生が懸念される、溶接材料誤使用の問題を根本的に解決することを目的として、汎用二相ステンレス鋼用の溶接材料と、オーステナイト系ステンレス鋼用の溶接材料のいずれかの溶接材料に統一することの可能性について検証した。

以下に、本論文の各章で得られた成果を示す。

第1章では、本研究の背景と目的について述べた。

第2章では、ケミカルタンカーの構造と、船体建造に用いられる鋼材および溶接材料の種類について、建造面の観点を含め述べた。特にケミカルタンカーにおいては波型隔壁基部の疲労損傷の防止対策が重要であることから、著者が所属する造船所での取り組みを紹介しつつ説明した。内容としては、波型隔壁と裏部材との目違い防止の重要性とその作業要領、完全溶け込み溶接の完全実施とその確認の徹底、波型隔壁基部に発生する応力の低減を目的としたすみ肉溶接ビードの仕上げの重要性である。また、波型隔壁基部に発生した過去の疲労損傷の原因が、吊りピース設置位置が不適切であった事例の紹介と、建造中のステンレス鋼板の発錆対策、積み荷の荷溜まり防止対策についても述べた。

第3章では、日本海事協会が汎用二相ステンレス鋼として認定している KSUS329J3L 規格の鋼板同士の組み合わせに対して、同じく汎用二相ステンレス鋼用として認定している KW2209 規格の溶接材料と、オーステナイト系ステンレス鋼用として認定している KW309MoL 規格の溶接材料を用いて製作した継手の静的強度評価について示した。この中で、KW2209 を用いて製作した継手に関しては、溶接入熱量が 35 kJ/cm を超える溶接条件の継手も含め、日本海事協会鋼船規則 M 編 3 章および K 編 2 章、3 章に沿って実施した静的強度評価のすべての項目において規格値を満足することを確認した。ただし KW309MoL を用いて製作した継手に関しては概ね規格値を満足する結果が得られたのだが、溶接金属部のフェライト量が規格下限値を若干下回っていた。また評価対象ではないが、溶接金属部が KSUS329J3L 母材よりも軟化していたことと、引張試験での破断位置が溶接金属部であったことも確認した。そしてその理由が、KW309MoL を用いて製作した継手の溶接金属部に含まれる Ni の含有量が、KW2209 を用いて製作した継手の溶接金属部よりも多かったことが原因であることを示した。そして上記検証の結果、KSUS329J3L 鋼板同士の組み合わせに対して KW309MoL を用いることは、汎用二相ステンレス鋼の性能を活かした設計が出来ないため、避けた方が良いと結論付けた。

第4章では、KSUS329J3L 鋼と KSUS316LN クラッド鋼から構成されるケミカルタンカーの構造を想定して、KW2209 と KW309MoL の2種類の溶接材料を用いて製作した異材継手の静的強度評価について示した。結果として、KW2209 を用いて製作したすべての継手において、すべての評価項目において規格値を満足することを確認した。そのため、KSUS329J3L 鋼と KSUS316LN クラッド鋼から構成される異材継手に関しては、KW2209 と KW309MoL のい

れの溶接材料も使用できると結論付けた。

第 5 章では、KSUS329J3L 鋼同士の組み合わせに対して、KW2209 と KW309MoL の 2 種類の溶接材料を用いて製作した継手の疲労強度評価について紹介した。いずれの溶接材料も 200 万回時間強度程度までは寿命差はないことを確認した。また、疲労試験結果と、日本海事協会が、ばら積貨物船及び油タンカーのための共通構造規則 (CSR-B&T) 編 9 章 3 節にて規定する標準設計 S-N 曲線との比較から、いずれの溶接材料を用いて製作した継手も、軟鋼及び最小規格降伏応力が 390 N/mm² までの高張力鋼の溶接継手よりも疲労強度が高いことを確認した。溶接材料統一の観点から疲労試験結果を評価すると、いずれの溶接材料でも統一可能であることが確認できた。

第 6 章では、汎用二相ステンレス鋼とオーステナイト系ステンレス鋼から構成される異材継手の耐食性能評価について示した。粒界腐食試験においては、KSUS329J3L 鋼と KSUS316LN クラッド鋼から構成されるケミカルタンカーの建造時に想定される鋼種と溶接材料の組み合わせの全ての継手において、粒界腐食による割れが見受けられなかったことを確認した。また耐孔食性試験においては、KSUS329J3L 鋼板と KW2209 の組み合わせで製作した継手の CPT が 35 °C であり、過去の同様の研究結果が示す、KSUS316LN 鋼と KW309MoL の組み合わせで製作した継手よりも良好な結果であったことを示した。併せて、KSUS316LN 鋼板に KW2209 の組み合わせで製作した継手と、過去の同様の研究結果が示す、KSUS316LN 鋼と KW309MoL の組み合わせで製作した継手の PREN が同程度の結果であることから、KSUS316LN 鋼板に KW2209 を用いて建造されるケミカルタンカーの耐食性は、KSUS316LN 鋼に KW309MoL を用いる一般的なケミカルタンカーと同程度であることを示した。

第 7 章では、以上の検証結果から、種々の鋼板を組み合わせた溶接個所が相当数発生することが考えられる、KSUS329J3L 鋼板と KSUS316LN クラッド鋼板を用いたケミカルタンカーの建造時において、KW2209 の溶接材料で統一出来ることを確認したことを、結論として示した。