

(技術資料)

RFTMの裏フラックス3層散布手法

畑本航太郎*¹・杉山大輔*¹

RFTM Backing Fluxes Three-layer Spreading Method

Kotaro HATAMOTO・Daisuke SUGIYAMA

要旨

片面サブマージーク溶接の施工法の一つであるRFTMは、目違い・サーピンなど板厚差のある継手であっても良好に裏ビードを形成できる。いっぽう、入熱が大きくなる厚板の溶接では、裏ビード形状が悪化するという欠点がある。本稿では、この欠点を解消するために開発した裏フラックスの3層散布技術を紹介する。従来から使用されている2種の裏フラックスに新しく裏フラックスを追加し、3層散布にすることにより、大入熱となる厚板においても良好な裏ビードの形成を可能にした。本技術により、RFTMの適用板厚拡大が可能となり、造船の生産性向上への寄与が期待できる。

Abstract

RFTM is a one-side submerged-arc welding method that can form excellent backing beads even for joints with thickness differences resulting from factors like linear misalignment and taper. However, when welding thick plates with a large heat input, the backing bead shape can deteriorate, posing a significant disadvantage. To address this limitation, this paper presents a new method called the “three-layer spreading method for backing flux”. This approach involves adding a new backing flux to two conventional backing fluxes and spreading them in three layers, enabling the formation of a good backing bead even on thick plates with high heat input. The use of this method is expected to expand the applicable thickness of RFTM, leading to improved productivity in shipbuilding.

検索用キーワード

片面サブマージーク溶接, 裏波, 裏フラックス, RFTM, 造船, 厚板, 目違い

まえがき＝サブマージーク溶接は、母材の上に粒状のフラックスを散布し、その中にソリッドワイヤ等の電極ワイヤを自動供給して、母材とワイヤの間にアークを発生させて溶接を行う施工法である（図1）。フラックスを散布するという性質上、溶接姿勢が下向と横向に限定されるが、造船や建築などの分野で広く適用されている。他の溶接施工法に比べて高能率かつ安定した溶接品質を得られるためである。本稿では、片面サブマージーク溶接に関する最新の取り組みとして、現在開発中である新RFTMを構成する技術の一つである裏フラックス3層散布手法について紹介する。

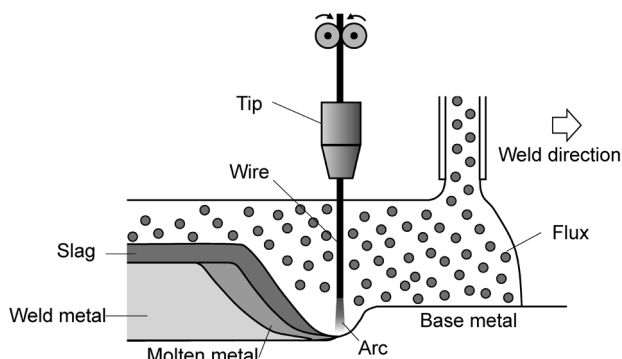


図1 サブマージーク溶接の原理

Fig.1 Principle of submerged arc welding

1. 片面サブマージーク溶接の特徴

船体並行部の板継に適用されるサブマージーク溶接は、1960年代までは両面溶接であった。両面溶接では鋼板の反転作業が必要になる。そのため、建屋により鋼板のサイズが制約を受ける事や、反転作業のためクレーンの待ち時間が生じる事などが、生産性向上の障害となっていた。これらの問題を解消するために、鋼板の片側から1層1パスで完了できる片面サブマージーク溶接として、当社は裏ビード形成方法の異なるFCBTMとRFTMを1964年に開発した。これらの片面サブマージーク溶接は、現在では船体並行部のブロック建造に欠かせない施工法として広く普及している¹⁾。

FCBTMの概要を図2(a)に示す。この方法では、鋼板の上に熱硬化性樹脂を添加した裏フラックス「FAMILIARCTM PF-I50R」を散布し、鋼板ごと鋼板裏面に押し当てることにより裏ビードを形成する。鋼板を用いるため、大入熱となる厚板の溶接の際にも裏ビードの形成をしっかりと支えることができ、余盛の高さが安定するという特徴を持つ。

RFTMの概要を図2(b)に示す。この方法では、エアホースの上に下敷フラックス「FAMILIARCTMNo.1296」を散布し、さらにその上に熱硬化性樹脂を添加した裏フ

*¹ 溶接事業部門 技術センター 溶接開発部

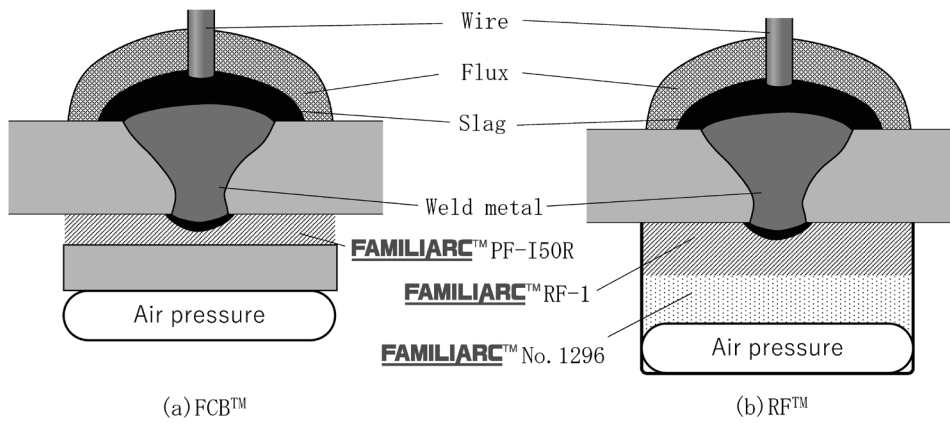


図2 FCB™とRF™の概略図
Fig.2 Schematic diagram of FCB™ process and RF™ process

ラックス「FAMILIARC™ RF-1」を散布する。エアホースの空気圧により、FAMILIARC™ RF-1を鋼板裏面に密着させた状態で溶接を行い、裏ビードを形成する。流動性のあるフラックスのみを用いるため、目違いやサーペンなど板厚差がある継手を溶接する際にもFAMILIARC™ RF-1と鋼板の密着性を維持でき、良好な裏ビードを形成できるという特徴を持つ²⁾。

2. 新裏フラックスを用いた3層散布手法

RF™において、FAMILIARC™ RF-1は二つの役割を持つ。一つ目は、溶接線直下でアークによって溶融し、スラグとなって裏ビードの外観を美しくする役割である。二つ目は、溶融プール付近のスラグとなる部分より下の部分において、溶接中の熱により熱硬化性樹脂が結合し、フラックスが板状に固化することにより裏ビードの形成を支え、余盛の高さを安定させる役割である。

比較的入熱の低い薄板の溶接では、FAMILIARC™ RF-1は熱硬化性樹脂によりフラックスが十分な強度を持って固化するため、良好な裏ビードの形成が可能になる。しかし、板厚30 mmを超える厚板では入熱が高くなる。そのため、骨材の溶融や耐熱温度を超えることにより硬化性樹脂の軟化が起き、裏ビード形成を支えるだ

けの強度を維持できず、裏ビード形状が不安定になる問題がある(図3)。

この問題を解決するために、FAMILIARC™ RF-1とFAMILIARC™ No.1296の間に新しく裏フラックスを加えた3層散布手法を考案した。3層散布の概要を図4に示す。鋼板の直下にFAMILIARC™ RF-1を散布する。中間に散布する新裏フラックスにはFAMILIARC™ RF-1と同様に熱硬化性樹脂を添加しているが、融点が高くなるように骨材の成分設計を行っている。また、フラックスの粒度を粒子同士の接触面積が多くなる構成にすることにより、熱硬化性樹脂が多少軟化しても結合を維持できる。これらにより、大入熱になる板厚40 mmの溶接時においても裏ビード形成をしっかりと支えることができる。最下層にはFAMILIARC™ No.1296を散布する。熱硬化性樹脂を添加していないため、溶接時に固化せず流動性が維持され、溶接後の裏フラックスの交換を容易にしている。

なお、新裏フラックスとFAMILIARC™ No.1296のみを散布した場合、新裏フラックスはアーク熱を受けてもほとんど溶融しないため、裏ビードの余盛が形成されない(図5)。

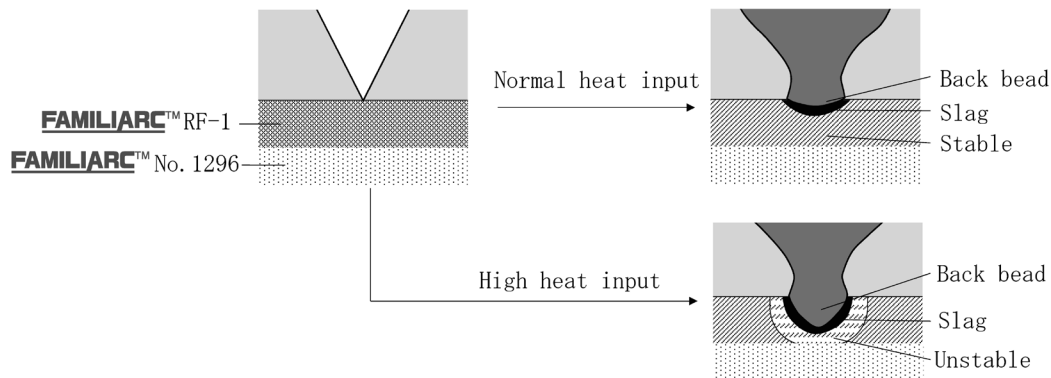


図3 2層散布 (FAMILIARC™ RF-1, FAMILIARC™ No.1296) の概略図
Fig.3 Schematic diagrams of 2 layers spraying (FAMILIARC™ RF-1 and FAMILIARC™ No.1296)

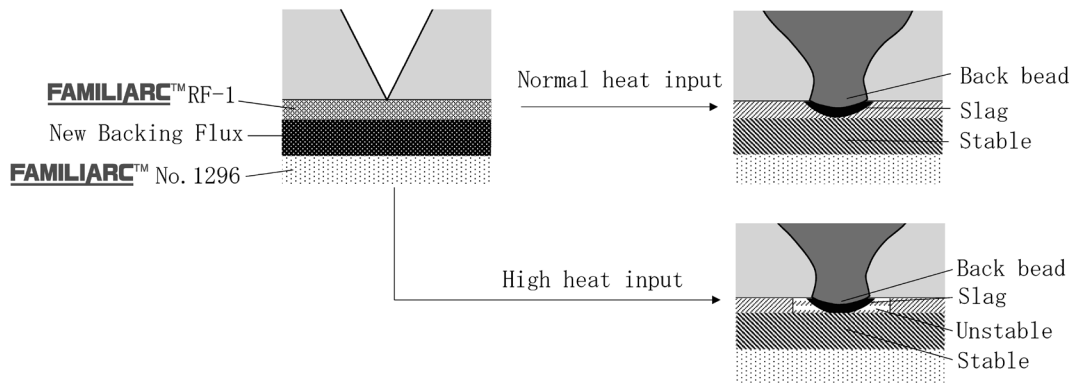


図4 3層散布 (FAMILIARC™ RF-1, 新裏フラックス, FAMILIARC™ No.1296) の概略図
 Fig.4 Schematic diagram of 3 layers spraying (FAMILIARC™ RF-1, new backing flux and FAMILIARC™ No.1296)

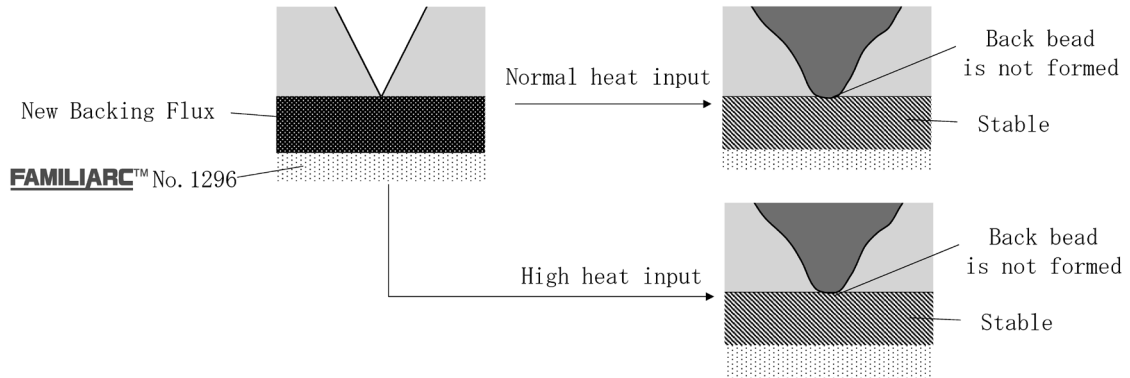


図5 2層散布 (新裏フラックス, FAMILIARC™ No.1296) の概略図
 Fig.5 Schematic diagram of 2 layers spraying (new backing flux and FAMILIARC™ No.1296)

3. 3層散布手法による溶接結果

3層散布手法による裏ビード安定化の効果について、従来の2層散布と比較した。溶接条件を表1に示す。溶接条件は、板厚25mmの本来の溶接条件より第一電極の電流を高く設定し、従来の2層散布では裏ビードの余盛が過大となる条件とした。溶接後の裏フラックスの固化状況を図6、裏ビード形状と断面マクロ組織を図7に示す。従来の2層散布では、FAMILIARC™ RF-1が溶接線を中心に割れており、裏ビード形成を支える役割を

十分に発揮していないことがわかる。裏ビードも余盛の高さが一定でなく、また過大である。いっぽう、新裏フラックスを加えた3層散布では、裏フラックスが板状に固化した状態で残っており、狙い通り溶接時の熱に強い設計になっていることがわかる。また、裏ビードの余盛高さも抑えられており、裏ビード形成が強固に支えられていることがわかる。

3層散布手法を用いた実験において、板厚40mmを溶接した際の裏ビード外観と断面マクロ組織を図8に示す。従来の適用最大板厚である30mmを大きく超え

表1 3層散布と2層散布の比較試験における溶接条件

Table 1 Welding conditions in comparison tests of 3 layers spraying and 2 layers spraying

1st electrode		2nd electrode		3rd electrode		4th electrode		Welding speed (mm/min)
Current (A)	Voltage (V)	Current (A)	Voltage (V)	Current (A)	Voltage (V)	Current (A)	Voltage (V)	
1350	35	1000	32	1200	44	1150	44	880

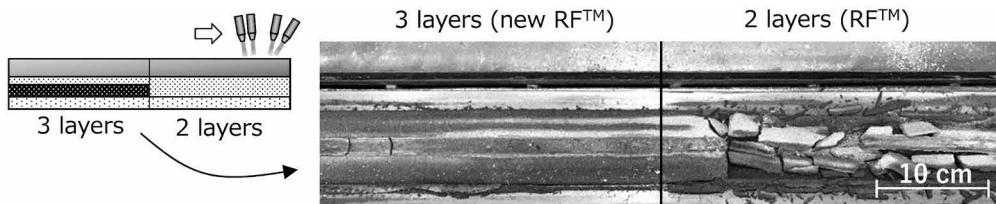


図6 3層散布と2層散布の裏フラックスの比較
 Fig.6 Comparison of backing flux between 3 layers spraying and 2 layers spraying

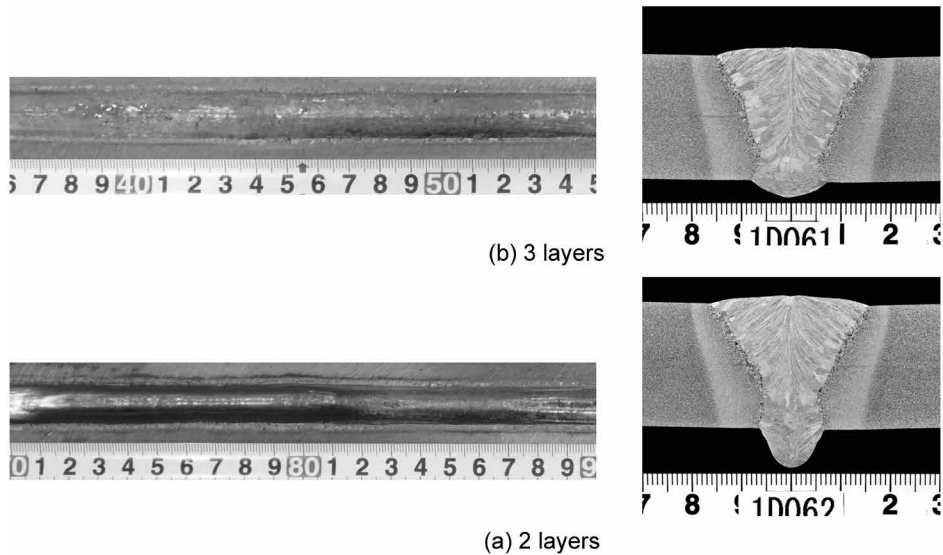


図7 3層散布と2層散布のビード外観と断面マクロ組織の比較

Fig.7 Comparison of bead appearance and cross-sectional macrostructure between 3 layers and 2 layers spraying

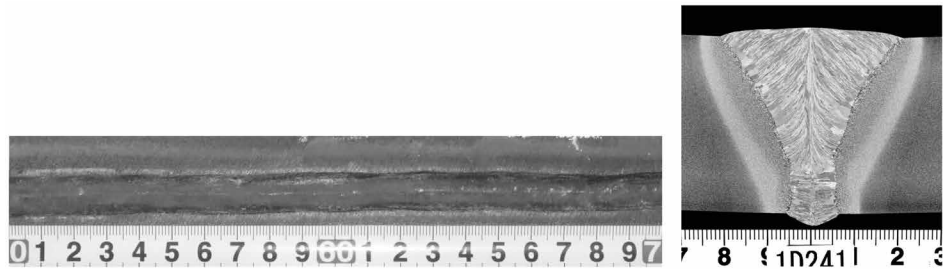


図8 板厚40 mmのビード外観と断面マクロ組織

Fig.8 Bead appearance of 40 mm thick plate and cross-sectional macrostructure

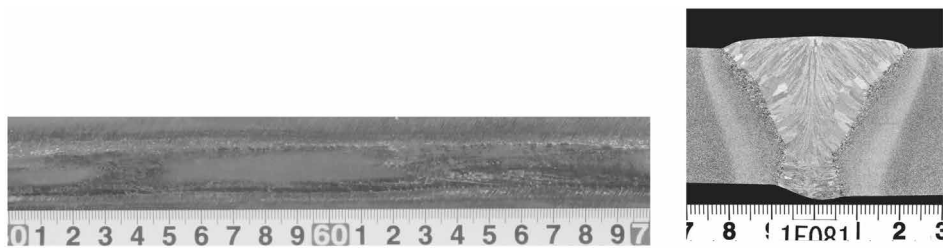


図9 目違いのビード外観と断面マクロ組織

Fig.9 Bead appearance of misalignment and cross-sectional macrostructure

た40 mmの厚板であっても、裏ビードの余盛高さが安定している。また、3層散布を用いた実験において、板厚35 mmと32 mmの目違い継手を溶接した際の裏ビード外観と断面マクロ組織を図9に示す。従来のFAMILIARC™ RFと同様に、板厚差のある継手に対しても裏ビード品質を維持したまま、厚板の溶接が可能になっている。

このように、従来は美しい裏ビードを形成する役割と裏ビードの余盛高さを安定させる二つの役割をFAMILIARC™ RF-1のみが担っていた。これに対して、FAMILIARC™ RF-1と新裏フラックスの2種の裏フラックスに分担させる3層散布手法は、低入熱となる薄板から大入熱となる厚板まで、溶接材料を変えずに溶接することができる。

むすび=本稿では、片面サブマージアーク溶接に関する最新の取り組みとして、裏フラックスの3層散布手法を紹介した。3層散布の他に、裏ビード安定化に効果のある交流定電圧特性の第1電極への適用³⁾などの技術を組み合わせることにより、適用板厚を40 mmまで拡大した新RF™を現在開発中である。新RF™では、厚板であってもサーピン・目違いなど板厚差のある溶接の品質向上・工数削減が図れるため、造船の生産性向上への寄与が期待できる。

参考文献

- 1) 長谷薫ほか. R&D神戸製鋼技報. 2000, Vol.50, No.3, p.70-73.
- 2) 村西良昌. R&D神戸製鋼技報. 2013, Vol.63, No. 1, p.27-31.
- 3) 畑本航太郎ほか. 溶接学会誌. 2023, Vol.92, No.2, p.11-14.