

溶接部のシールド工法および補助装置開発の取り組み

1. はじめに

大気中の溶接施工において、溶融金属中への酸素、窒素などの溶解による溶接欠陥の発生を防止するため、溶接部およびその近傍をアルゴンガスなどのシールドガスで充填して大気を遮断する。当社はこれまで、大気中のティグ溶接施工法について、現場施工に対応できる工法や補助装置を独自に開発して、特許を取得し、数多くの現場へ適用してきた。その中で今回、バックシールドガスが必要なオーステナイト系ステンレス鋼、ニッケル合金および低合金鋼等の溶接に用いる氷柱栓式バックシールド工法（以下、アイスプラグ工法という）、シート式バックシールド工法、また、活性金属であるジルコニウム、チタンおよびチタン合金の溶接に使用するアフターシールド補助装置について紹介する。

2. アイスプラグ工法

（特許第 4146282 号，特許第 5965856 号）

2.1 概要

図 1 に示すように、冷凍機、冷却コイルおよび内部の氷柱から構成されており、冷媒を介して管表面を -10°C まで冷却することで、開先合せから溶接、非破壊検査完了まで内部の氷柱が溶けないように維持し、内部を密閉してシールドガス雰囲気を保つ工法である。表 1 に冷凍機の仕様、表 2 に冷却コイルの仕様を示す。

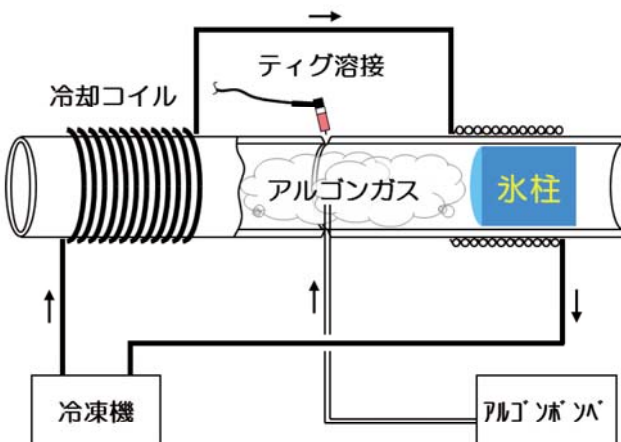


図 1 アイスプラグ工法概要

2.2 特徴

- (1) 溶接施工完了後、氷柱を溶かすことによって管内に何も残らない。（水の状態）
- (2) 圧力に比較的強く（配管内が負圧になっても使用可能）気密性に富む。
- (3) 配管内部が結露しても使用可能。
- (4) 長時間（数日）の維持が可能。

2.3 適用範囲

- (1) すべての金属に適用可能。
- (2) 口径 4B（ $\phi 114.3\text{mm}$ ）以下の配管で 6 ヶ所同時に冷却可能。

2.4 実績

本工法の適用工事および実績を表 3、再処理施設での現場適用例を図 2 に示す。

表 1 冷凍機の仕様

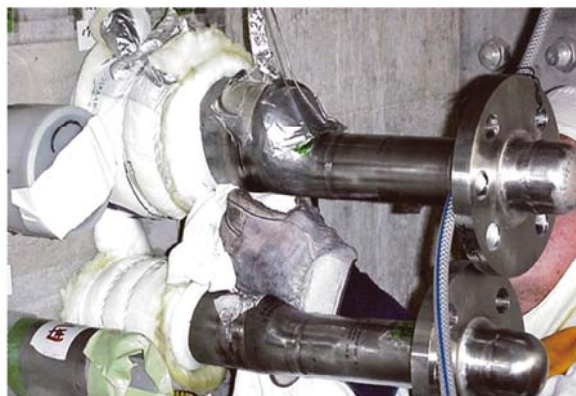
項目	仕様
メーカー	三洋電機㈱
形式	OCU-R301F
冷媒	フロン HCFC R-22
蒸発温度	$-40 \sim -5^{\circ}\text{C}$
吸入圧力	$0.004 \sim 0.32\text{MPa}$
吸入ガス温度	18°C 以下
吸入ガス過熱度	10°C 以下
凝縮温度	常用 $20 \sim 57^{\circ}\text{C}$
吐出圧力	常用 $0.78 \sim 2.16\text{MPa}$
吐出ガス温度	120°C 以下
電源電圧	三相 $200\text{V} \pm 10\%$ 50/60Hz

表 2 冷却コイルの仕様

項目	仕様
材質	銅
外径	$\phi 6.0 \pm 0.1\text{mm}$
肉厚	$1.0 \pm 0.1\text{mm}$
最高使用圧力	500kPa
使用温度	$-20 \sim 60^{\circ}\text{C}$

表 3 適用工事および実績

適用工事	実績
配管工事（SUS304 適用）	250 ヶ所
配管工事（Zr60702 適用）	2 ヶ所



(a) SUS304 適用



(b) Zr60702 適用

図2 アイスプラグ工法の現場適用

3. シート式バックシールド工法(特許第 4263021 号)

3.1 概要

図3に示すように、遮蔽物であるシートとシートを固定するゴムチューブで構成されるジグにエアーを入れて膨らませ、内部を密閉してシールドガス雰囲気を保つ工法である。ジグは作業性を考慮して、溶接終了後にエアーを抜いて縮めてドローコードで引抜いて簡単に取り出すことができる構造になっている。表4にシートの仕様、表5にゴムチューブの仕様を示す。

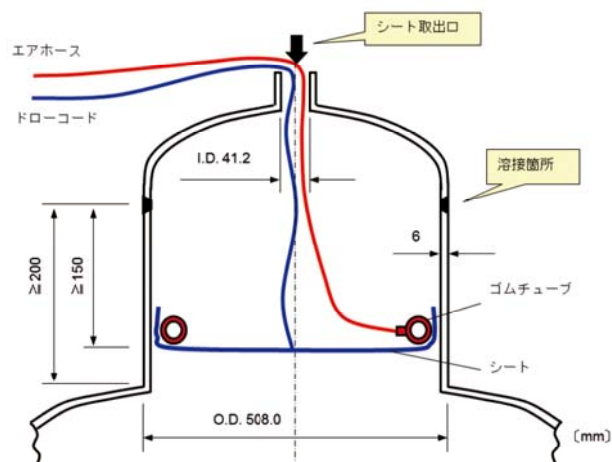


図3 シート式バックシールド工法概要

表4 シートの仕様

項目	仕様
メーカー	ユニチカグラスファイバー(株)
形式	コーテッドガラス
耐熱	290℃
厚さ	0.22mm
使用樹脂	シリコン
耐水性	JIS-L1092 (A 法)
耐火性	消防法合格

表5 ゴムチューブの仕様

項目	仕様
メーカー	パナソニックポリテクノロジー(株)
形式	アーバンスーパーチューブ™

3.2 特徴

- (1) 容器内の圧力が多少変動しても安定したバックシールドが可能。
- (2) 取付け方法が簡単で作業性に優れている。
- (3) 溶接箇所近傍で遮蔽できるためバックシールドガスの節約が可能。
- (4) 長時間（数日）の維持が可能。

3.3 適用範囲

- (1) 口径 10B (φ267.8mm) から 28B (φ711.2mm) の配管に適用可能。
- (2) ジグの使用温度 110℃以下。
(ジグの取付け位置を溶接箇所から 100mm 離す)
- (3) 出口が内径 40mm 以上必要。

3.4 実績

本工法の適用工事および実績を表6、配管工事および槽閉止工事での現場適用例を図4に示す。

表6 適用工事および実績

適用工事	実績
配管工事 (LNG 関係)	30 ケ所
槽閉止工事 (マンホール等)	72 基



(a) 配管工事の状況



(b) 槽閉止工事の状況

図4 シート式バックシールド工法の現場適用

4. アフターシールド補助装置（特許第 4094141 号）

4.1 概要

ジルコニウムの溶接では、溶接部表面の色調が合格基準を満たすことが要求されるため、図5に示すアフターシールド補助装置を開発し、シールドガス雰囲気を実現した。本装置は、常圧沸騰状態の硝酸を取扱う設備の配管工事において、活性金属であるジルコニウム材料の工場プレファブから現場施工まで対応できる。

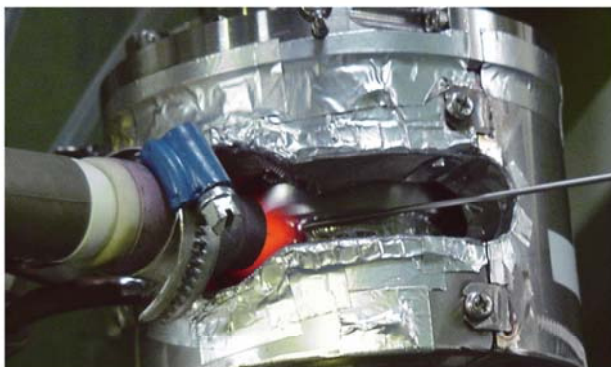


図5 アフターシールド補助装置

4.2 溶接作業フロー

本装置はチャンバー方式の完全シールドタイプと異なり、シールド範囲には限度がある。そこで、溶接熱の蓄熱により溶接部が酸化変色しないように、1ビードの溶接長を約30mmに制限し、図6に示すフローに沿って溶接を行った。

4.3 特徴

- (1) 固定レールに補助装置を取付けて使用。
- (2) 溶接トーチをワンタッチで自在に取付け可能。
- (3) 不活性ガスが整流になるような構造。
- (4) 補助装置に対して溶接長さを決定している。
- (5) 配管のサイズおよび継手形状毎に補助装置の製作が必要。

4.4 適用範囲

- (1) 10A（φ17.3mm）から150A（φ165.3mm）の突合せ溶接に適用可能。
- (2) 継手溶接については、補助装置製作の検討が必要。

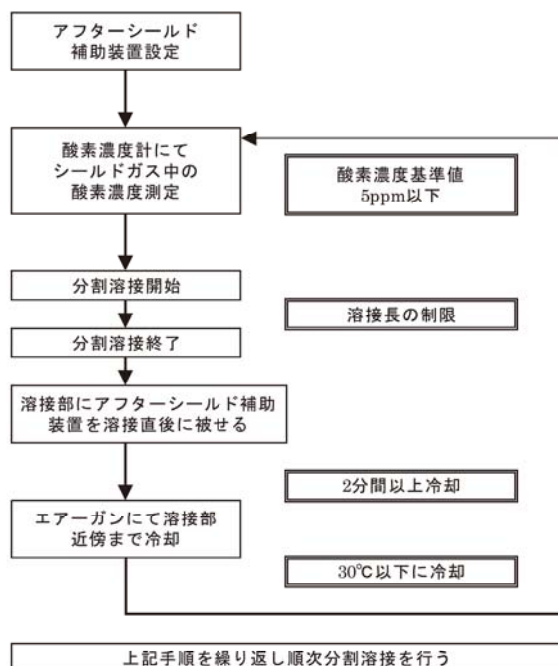


図6 溶接作業フロー

4.5 実績

本装置の適用工事および実績を表7、配管工事への適用例を図7に示す。

表7 適用工事および実績

適用工事	実績
配管工事 (Zr60702 適用)	800 ヶ所
熱交換器 (管と管板適用)	補修溶接



(a) 150A 突合せ溶接



(b) ボス取付溶接

図7 アフターシールド補助装置の配管工事適用

5. おわりに

本稿では特殊な溶接施工に必要不可欠な溶接部のシールド工法および補助装置開発の取り組みを紹介した。今後も溶接施工技術の開発と生産場所への展開を図っていく所存である。

篠原 誠 (技術本部 企画開発部)