

バーコード式エレクトロ フュージョンシステムの開発

The Development of Barcode EF System

井上泰之* Yasuyuki Inoue
蓮村 茂** Shigeru Hasumura

エレクトロフュージョン方式によるポリエチレン配管システムは、従来のプラスチックライニング鋼管を用いた配管工法に代わり、1990年の導入以来、優れた施工性や耐震性などにより、ガス埋設配管の主流を占めてきた。しかし、エレクトロフュージョン継手は、メーカーごとに融着システムが異なり、互換性がないことが問題であった。

当社は、融着システムをバーコード制御方式とし、メーカー間の互換性と施工情報の追跡性を向上させたバーコード式エレクトロフュージョンシステムを開発した。

The polyethylene piping system using electrofusion (EF) has replaced the previous method of plastic industrial lining, and it has become the main system of piping gas underground, since its introduction in 1990, cause of its advantages in construction and because it is earthquake-proof. Until now, each maker has had a different system of fusion, and there has been a problem with a lack of interchangeability in EF fittings. Hitachi Metals has produced a fusion system that uses a barcode control method, and it has developed a barcode-type EF system which improves interchangeability between makers and the monitoring of construction information.

① 緒 言

1982年のガス事業法改正により、ガス埋設配管材料にPE（ポリエチレン）の使用が認められて以降、耐食性・可撓（とう）性などに優れた性能を持つPE管の使用が急速に増加し、適用口径も300Aまで拡充されるに至った。PE管の接合方法は、1989年のJIS改訂¹⁾によってエレクトロフュージョン（以下、EFという。）工法が導入されることとなり、当社はこれに対応して融着中のEF継手内部の温度を測定し、所定温度に達したときに通電を停止する温度検知型自己制御方式のEFシステム²⁾³⁾を開発した。

一方、EF継手はメーカーごとに融着システムが異なり、互換性がないという問題点があったが、大手ガス事業者が中心となり、互換性向上を目的とした検討をメーカーとともに進め、バーコード方式の標準仕様を作成した。2002年5月のガス用ポリエチレン管等推奨表示制度（GPP）実施要領の改訂⁴⁾に伴い、バーコード方式が新たな融着システムとして追加された。

当社は、改訂されたGPP規格に適合するバーコード式EFシステムを開発した。融着システムをバーコード制御方式としたコントローラを開発し、メーカー間の互換性と施工情報の追跡性を向上させ、最大適用口径は300Aとした。EF継手は制御方式を変更するにあたり、

全アイテムで最適融着条件の再評価を実施し、選定した施工条件を記入したバーコードラベルを貼付した。

② バーコードEFシステムの概要

2.1 原理

従来方式である温度検知自己制御型EFシステムの概要を図1に示す。本システムは、融着中の継手内部の温度を測定し、所定の温度に到達したときに通電を停止する方式である。EF継手にPEパイプを差し込み、コントローラのコネクタを接続する。コネクタには温度センサを付属し、EF継手センサ穴底の電熱線近傍の温度をモ

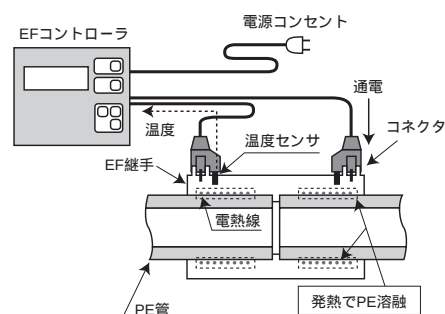


図1 温度制御型EFシステムの動作原理

Fig. 1 Thermo-Sensing EF System.

* 日立金属株式会社 桑名工場

** 日立金属株式会社 ファインメット事業推進部

* Kuwana Works, Hitachi Metals, Ltd.

** Finemet Business Development Office, Hitachi Metals, Ltd.

ニターすることで、融着部が最適な融着状態となる温度を監視する。

バーコード制御型EFシステムの概要を図2に示す。本システムは、EF継手にあらかじめ融着条件（融着電圧、通電時間、電熱線抵抗値、温度補正係数など）をコード化したバーコードラベルを貼付し、コントローラに付属しているバーコードリーダーで融着条件を読み取る方式である。コントローラは読み取った融着条件どおりに、EF継手に所定の融着電圧を加え、所定の時間通電する。この方式では、コントローラのコネクタには温度センサが不要となる。

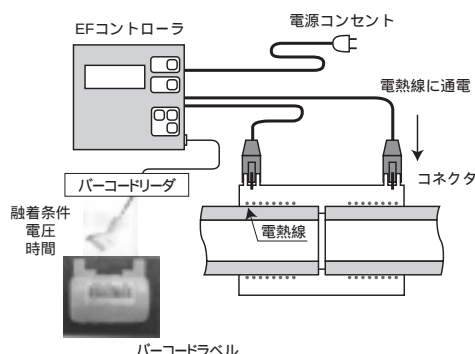


図2 バーコード制御型EFシステムの動作原理

Fig. 2 Barcode EF System.

2.2 特長

開発したバーコードEFシステムは、以下の特長を有する。

(1) EF継手は、従来の温度制御型継手にバーコードラベル（GPP規定コード）を貼付してバーコード方式に対応した。なお、温度センサ穴から溶融樹脂が隆起することを防止するためにセンサキャップを追加装備した。従来の温度制御型コントローラはセンサキャップを外せば使用可能である（図3）。



図3 EF継手

Fig. 3 Electro-fusion Fitting.

(2) コントローラの外観を図4に示す。コントローラは本体部・出力ケーブル・電極アダプター・電源ケーブル・バーコードリーダー・電極チェッカーで構成され、ケーブル類と付属品は本体背面の合皮製収納袋に一括収納される。重量は9.5kgと軽量である。

(3) バーコードリーダーは利便な手持ち式スキャナ型と安価なペン型を選択可能とした。



図4 バーコードEFコントローラ外観

Fig. 4 Over view of the Barcode EF Controller.

3 バーコードEFコントローラ

3.1 内部構成

コントローラ本体の内部構成を図5に示す。コントローラ本体は融着電源部・制御基板部・漏電ブレーカ・冷却ファン・ノイズフィルタ・環境温度センサによって構成される。

融着電源は入力AC100V/出力DC30～75Vrms（最大1300W）の入出力完全絶縁スイッチング電源とした。これにより、商用100V電源に比べて、高調波成分が重畳した発電機の出力波形においても融着電圧を安定させるとともに、感電防止を図った。制御基板は操作用のスイッチとグラフィック液晶（240×64ドット）、施工データ保管用の不揮発性メモリ、各種センサ回路を8ビットマイコンで制御する構成とした。表1にコントローラの基本仕様を示す。

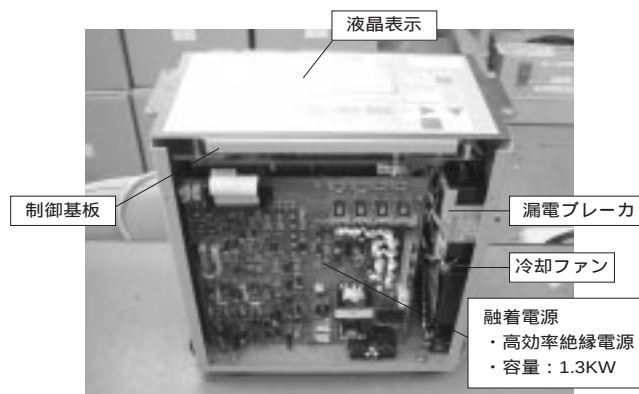


図5 バーコードEFコントローラ内部

Fig. 5 Inside View of the Controller.

3.2 融着電源

融着電源のパワーユニット部を図6に示す。パワートランスにはフェライトコアに比べて高飽和磁束密度・高透磁率・低コアロスで経時変化が小さく、温度特性と高周波磁気特性に優れたナノ結晶軟磁性材料「ファインメット®」を使用し、力率改善回路を設けて小型高効率化を図った。スイッチング周波数は50kHz、フルブリッジPWM変換方

表1 バーコードEFコントローラの基本仕様

Table 1 Basic Specifications of EF Controller.

項目	仕様
電源	入力電源 AC85 ~ 115 V、45 ~ 65Hz
	出力電圧 DC30 ~ 75 Vrms
	最大出力 1,300W
融着仕様	適用継手 呼び25A ~ 公称径315
	融着方式 バーコード制御方式
	シーケンス コネクタ接続→バーコード読み込み →通電→コネクタ取り外し
	異常検出
	保護形式 防滴 型 JIS C 0920
	使用環境温度 - 5 ~ 40
	重量 9.5kg

式とした。

設計試作段階でパワートランス2次側の整流ダイオードに図7に示す500Vの逆耐電圧が発生したため、過飽和コアによる逆耐電圧抑制回路を設け、逆耐電圧を280Vに抑えた。

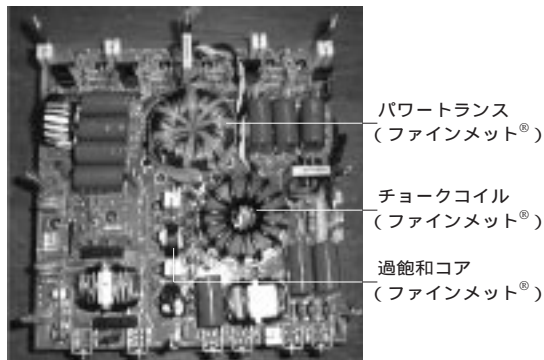


図6 融着電源パワーユニット部

Fig. 6 Power Unit of Switching Power Supply.

3.3 出力電圧試験

コントローラの出力電圧精度の確認結果を図8に示す。試験は入力電圧AC100Vで出力を次の7条件で確認した。

- 1) 電圧30V, 継手抵抗1Ω (900W)
- 2) 電圧38V, 継手抵抗1.23Ω (1,170W)
- 3) 電圧39V, 継手抵抗2.24Ω (680W)

- 4) 電圧75V, 継手抵抗4.3Ω (1,300W)
- 5) 電圧30V, 継手抵抗6.9Ω (130W)
- 6) 電圧39.5V, 継手抵抗11.5Ω (130W)
- 7) 電圧75V, 継手抵抗40Ω (140W)

その結果、目標設定電圧に対する出力電圧精度は±1%以内となり、規定値である±1.6%以内を達成した。

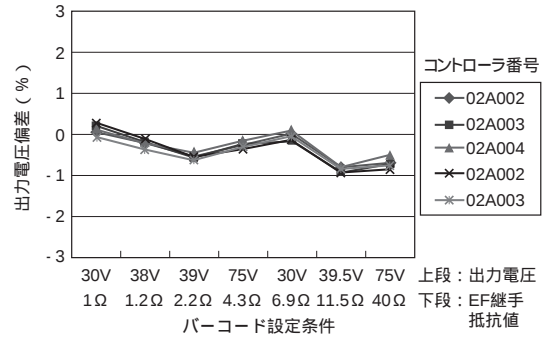


図8 出力電圧測定結果

Fig. 8 Result of Output Voltage.

3.4 電極アダプターと電極チェッカー

出力ケーブル先端の電極部分はメンテナンス性に配慮して着脱可能なアダプター構造とした。電極アダプターは適合電極径がφ2.2/φ4.0兼用のマルチアダプターと適合電極径φ2.2用のモノアダプターを開発した(図9)。



マルチアダプター適合電極径 (φ2.2; 黄色 / φ4.0; 青色)



モノアダプター適合電極径 (φ2.2)

図9 電極アダプター

Fig. 9 Terminal Adapter.

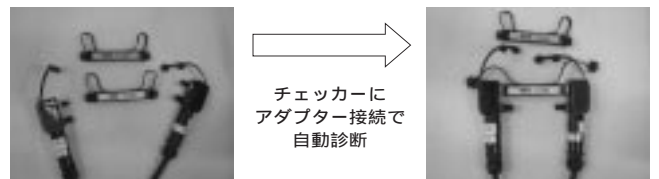


図10 電極チェッカー

Fig. 10 Terminal Checker.

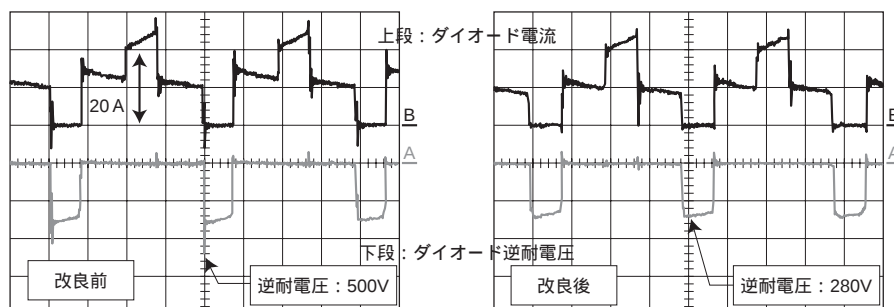


図7 2次側ダイオードの逆耐電圧

Fig. 7 Surge Voltage of Secondary Diode.

電極アダプターは繰り返し使用による接触子の劣化が懸念されるため、劣化確認用の電極チェッカーを付属した。施工時には、その日最初の起動時にユーザーにチェック要求をを促し、図10のようにチェッカーに接続すると自動的にコントローラが抵抗値の微小な変化を測定し、電極劣化の有無を診断する。

3.5 トレーサビリティ機能

コントローラには施工時の融着履歴（バーコードラベル情報、工事番号・作業番号などの施工情報、施工日時・融着電圧・通電時間・環境温度・異常の有無などの融着情報）が自動的に内部メモリに記録される機能を設けた。記録された情報は図11のようにRS-232Cケーブルでパソコンに接続し、専用ソフトで読み出し、データベース管理できるようにした。

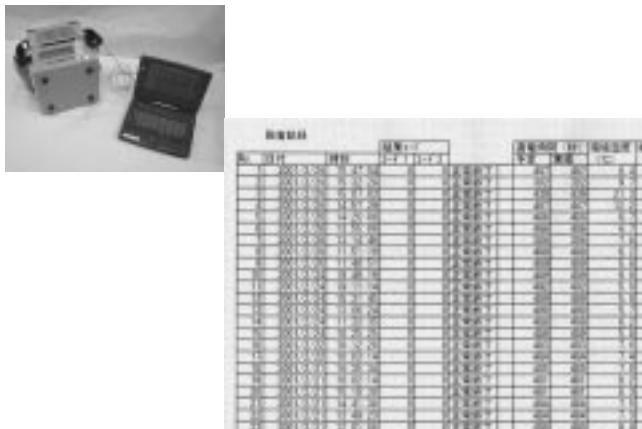


図11 トレーサビリティ機能
Fig. 11 Traceability.

4 EF継手の通電制御条件検討

従来の温度制御方式は温度センサによって熔融温度を監視するため、融着電圧が多少増減しても融着部が最適な状態となるように通電時間が自動的に補正されていた。一方、バーコード制御方式には温度制御のような自己制御機能はなく、あらかじめ決定された施工条件（電力、通電時間）どおりにEF継手にエネルギーが投入される。

しかし、現実には出力電圧変動やEF継手抵抗値のバラツキによる投入電力の変動、直射日光などの影響による測定誤差で生じる通電時間の変動などが存在するので、この変動範囲でEF継手の融着性能を確保する必要がある。これを満たす通電制御条件として、標準電力と標準通電時間の検討を全アイテムのEF継手について実施した。

図12は、その検討概念図である。まず、温度制御条件を基本に、投入電力最大 W_{max} による上限と投入電力最小 W_{min} による下限を求める。これを満たす電力と通電時間範囲の中から標準電力および標準通電時間を決定した。

これを-5 から40 の各環境下で実施し、バーコードラベルに記載する標準電力と標準通電時間を決定した。

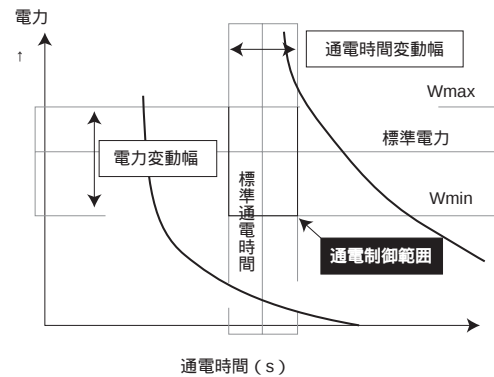


図12 通電制御条件の検討
Fig. 12 Diagram of Input Energy-Fusion Time.

5 結 言

バーコード制御方式に適合したEFシステムを開発し、メーカー間の互換性を向上させるとともに、コントローラ内のメモリに施工情報を記録させ、工事終了後に情報を追跡できる機能を設けた。

終わりに、本開発にあたってフィールドテストの実施など多大なご協力をいただきました東京ガス株式会社殿に深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) JIS K 6775-89 ガス用ポリエチレン管継手
- 2) 加藤, 他: 日立金属技報, 8 (1991), 99.
- 3) 加藤, 他: 日立金属技報, 12 (1996), 71.
- 4) (社) 日本ガス協会 ガス用ポリエチレン管等推奨表示制度実施要領, 2002. 5. 第3次改訂版



井上泰之
Yasuyuki Inoue
日立金属株式会社 桑名工場



蓮村 茂
Shigeru Hasumura
日立金属株式会社 ファインメット事業推進部