

討15

電縫鋼管の溶接制御

住友金属工業株式会社

矢村 隆 達協正雄
堀田一之 ○草地洋三

I 緒 言

近年電縫鋼管ミルにおいても、寸法の拡大および鋼管の高級化志向にともない、より信頼性を高め、かつ安定させる製造技術の確立が要求される。本報告では、電縫鋼管の高級化の一環として和歌山4インチミルに設置された入熱制御システムの開発結果のあらましを紹介する。

II 入熱制御システムの概要

本入熱制御システムは制御装置本体と溶接部の温度分布測定および映像モニターが可能な温度パターン計、アプセット計、肉厚計、速度計等のセンサー類ならびに出力情報のトラッキング機能で構成されている。

1. 機能

- (1)入熱制御
 - 温度パターン計により検出された溶接点直前の温度のフィードバック制御
 - コイル肉厚変動及び溶接速度変動に対するフィードフォワード制御
 - ミル立上がり時のスタートアップ制御
- (2)トラッキング — コイル横継部トラッキング（材料情報）及びコイル肉厚のトラッキング

2. 特徴

- (1)温度パターン計により、溶接部パターン及び画像（Photo. 1）を常時モニターでき同時に溶接V点直前の狭小部の温度を測定、制御できる。
- (2)肉厚、速度の変動をフィードフォワードし、溶接温度一定制御の精度を高めている。
- (3)アプセット量の連続監視ができる。

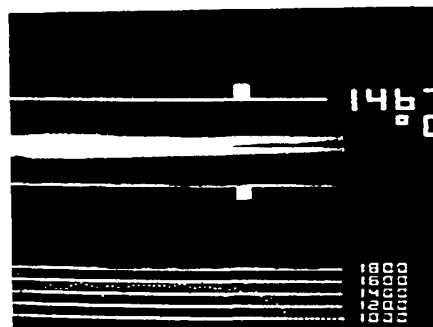


Photo 1. CRT Display of Pattern Thermometer

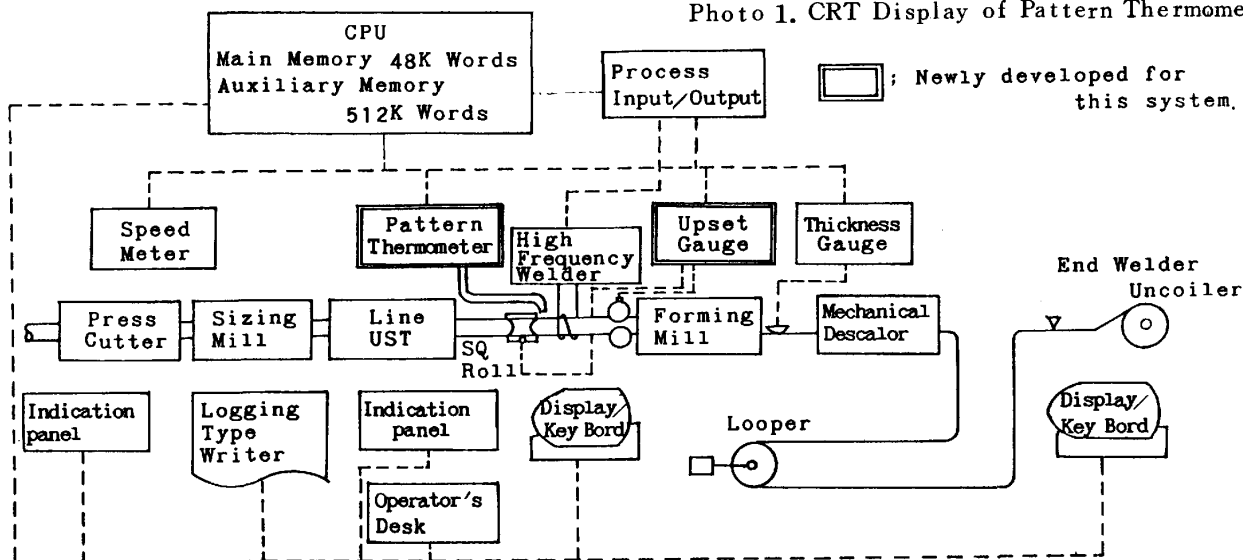


Fig.1 Equipment

Ⅲ 温度パターン計

1. 装置概要

- A. 溶接部の長手方向の温度パターンをカラーモニターにより溶接部画像とともに観察する。
- B. 温度パターン計視野内の任意の部分の温度が制御用アナログ出力として取りだせる。

2. 温度パターン計による測温例

温度パターン計はFig. 3 に示すように視野内を64区分(1区分約1.4mmの狭小部)に分割し、それぞれの狭小部の温度を連続的に測定して温度分布を表示する。

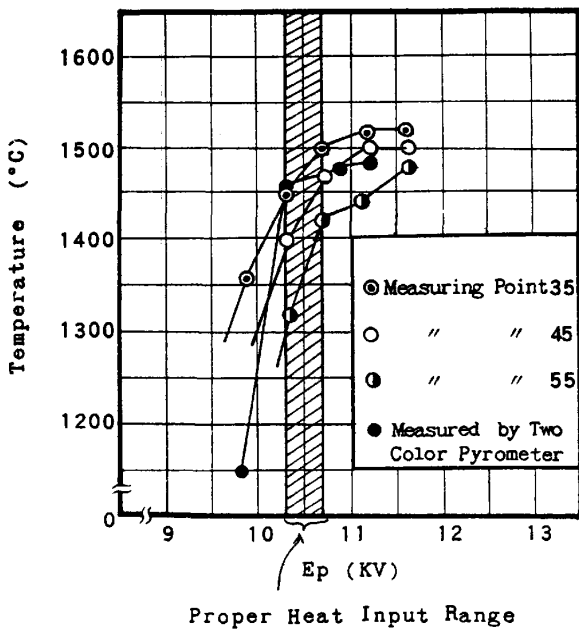
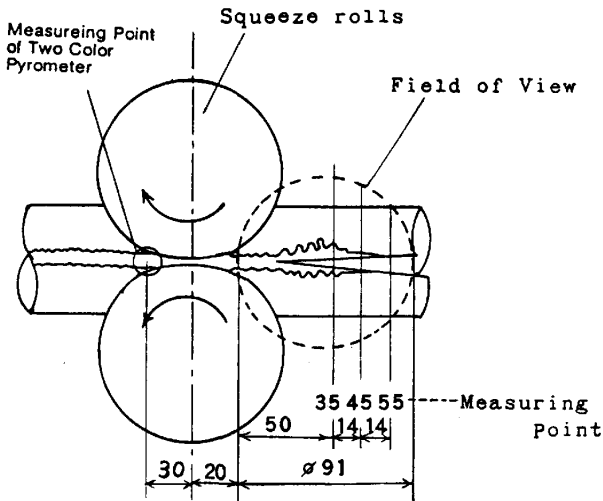


Fig.3 Characteristic of Measurement by Pattern Thermometer

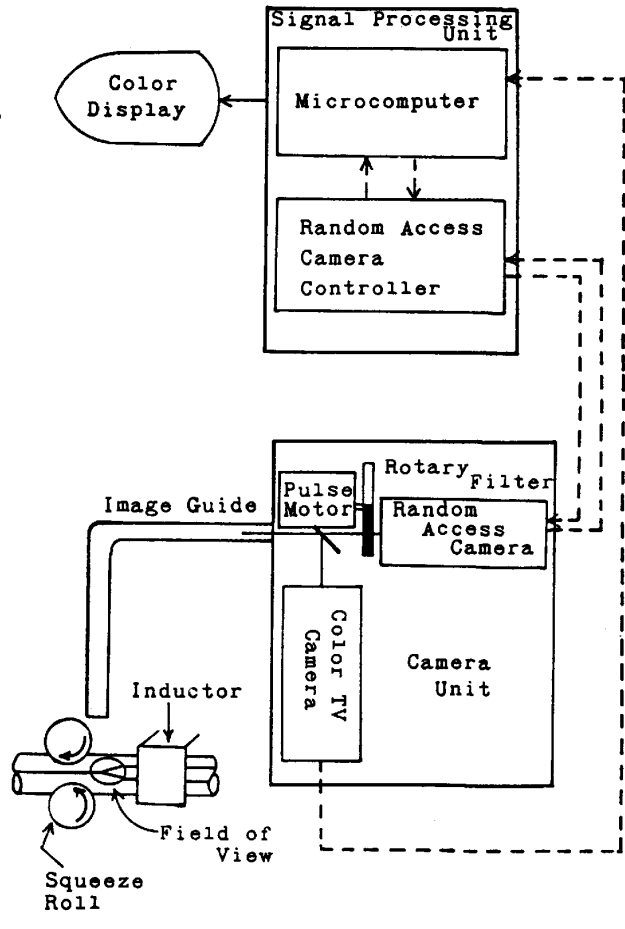


Fig.2 Block Diagram of Pattern Thermometer

2-A. 測温位置と温度

溶接温度は給電条件および、その測温位置により、その絶対値と、変化状態が異なる。Fig. 3 は溶接機給電条件と各測温位置における測定温度の相関を示す。

- (1) 溶接温度は出力の上昇とともに上昇し、過出力域では測定温度はサチュレートする。
- (2) 又、溶接後位置での測定温度 (Fig.3 の2色温度計指示値) は低温度から急激に立上がり、かつ溶接点前方での計測に比較し温度のサチュレートも一層顕著となる。又、溶接後の降温傾向にある温度を測定している。

(3) Fig.4は温度パターン計による給電条件変更時の測温パターンの一例を示す。

対向エッジ部の昇温・接合の過程において、溶接点および、その近傍に発生するアークにより局部的な高温部が認められる。

以上の結果から、温度制御における測温情報は溶接機出力と温度の相関の良い溶接点前方の温度を採用することが適当であることがわかる。

この場合、測温点は溶接条件に応じ可変であることが必要である。

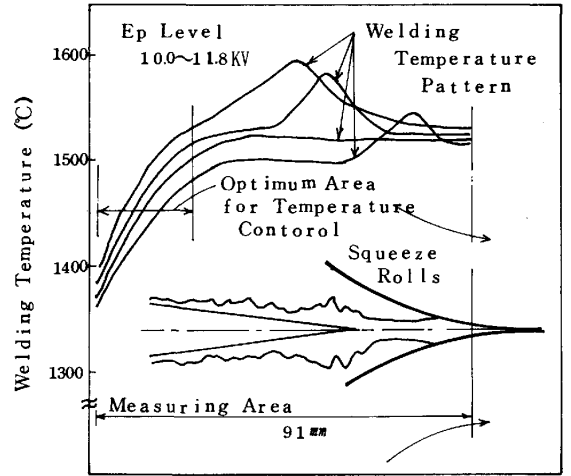


Fig. 4 Temperature Pattern of Welding Portion.

2-B 温度パターン計のモニターと活用
溶接点近傍の温度パターンには大別して次の2種類がある。(Fig.5)

- a. 低入熱域のなだらかなパターン (Pattern I)
- b. 高入熱域の溶接点近傍に凸部を有するパターン (Pattern II)

この温度パターンと溶接品質の関係を Fig.6 に示すが、扁平率が安定し品質の良好な領域は Pattern II の領域であり、温度パターン計の CRT 画面より、溶接点近傍のアーキング等の異状現象とともにモニター管理できる。

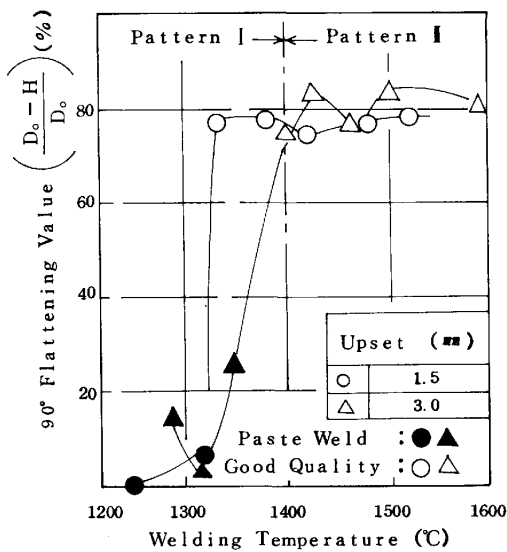


Fig. 6 Welding Condition and Flattening Test.

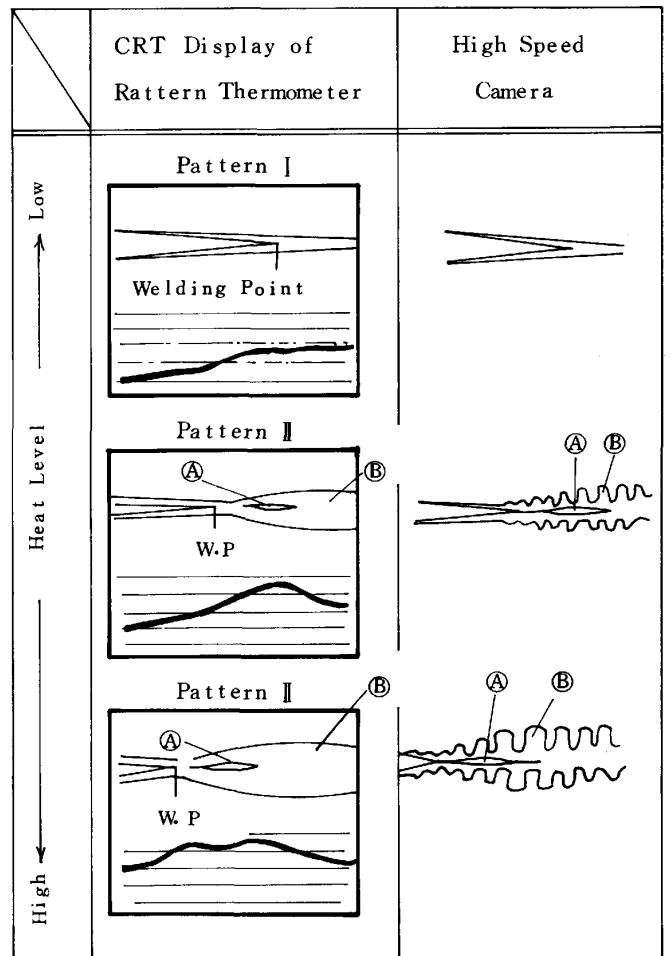


Fig. 5 Example of Pattern Thermometer CRT Monitor and Picture of High Speed Camera.

IV 溶接品質と溶接自動制御

電縫鋼管の溶接品質に影響をおよぼす要因は数多く挙げられるが、その中でも溶接時の溶接温度とアプセット量が重要なパラメータである。

Fig.7およびFig.8は普通鋼(0.12%C鋼)と低合金鋼(1%Cr-0.2%Mo鋼)の溶接適正条件範囲の例を示している。

1. 普通鋼

普通鋼の場合はFig.7に示す如く、低アプセット量・高温域の溶け落ち不良、および低温域の冷接や白割れ領域を明確にし、溶接条件管理範囲内にて自動制御する。

2. 低合金鋼

Fig.8に示す如く、低合金鋼ではペネレーターなどの微少欠陥が発生するため欠陥の発生しない適正溶接条件範囲は極く狭い範囲に限定されるが自動制御により極く狭い溶接温度条件を保持することで欠陥の防止が可能である。

尚、Fig.7, Fig.8に示す溶接条件範囲はCRTディスプレイにより表示されオペレーターの操作管理に使用されている。

V 結 言

温度パターン計を主体としたセンサー類とシステム設計により、すぐれた性能を有する電縫鋼管の入熱制御システムを完成した。本システムは、溶接条件情報等のモニターシステムを含めて現在実生産ラインにて活用されており、品質安定に大きく寄与している。

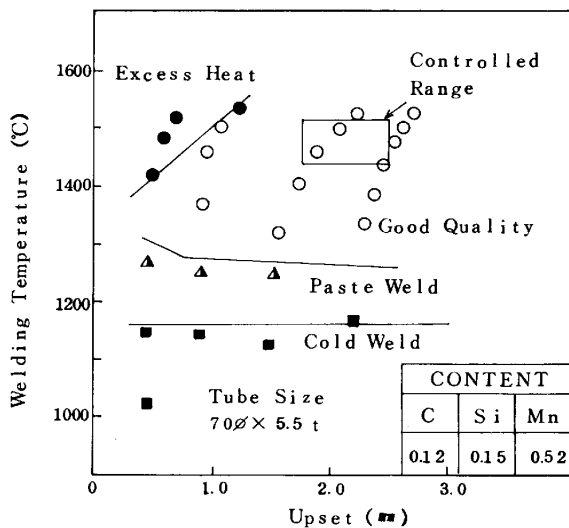


Fig. 7 Exsample of Proper welding Control Range.

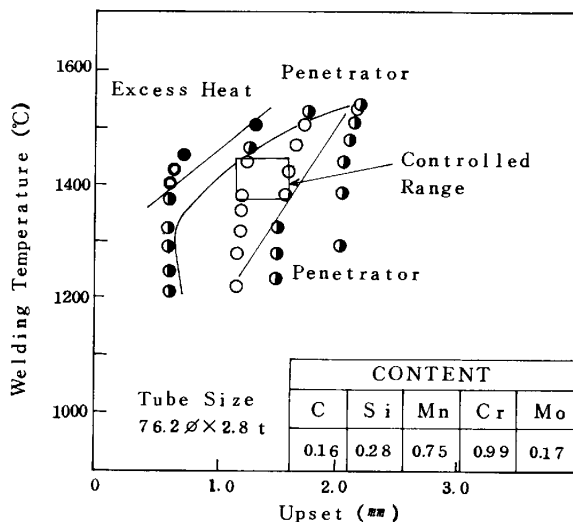


Fig. 8 Exsample of Proper welding Control Range (Low Alloy)