
小径チュービング用熱処理設備の概要

An Outline of New Quench and Temper Facility for Small Diameter Tubing

土居 武雄(Takeo Doi) 田上 俊久(Toshihisa Taue) 西原 忠志(Tadasi Nishihara)
畠山 四郎(Shiro Hatakeyama) 北幅 由一(Yoshikazu Kitahaba) 近藤 広章(Hiroaki
Kondo) 滝谷 敬一郎(Keiichiro Takitani)

要旨：

小径のチュービング，ドリルパイプを対象として開発した熱処理設備は，1979年11月より稼動した。この設備の特徴は，次のとおりである。(1) アプセット部急速加熱装置により，アプセット部とボディー部の昇温速度を同等にした。(2) 焼もどし炉の均熱性をよくするため，炉の天井にファンを設けた。(3) 極厚のアプセント部を有する管に対して，十分な焼入性を確保すべく，小径管用としては世界にも例を見ない，浸漬型内外面冷却方式を採用した。(4) 必要かつ十分な品質管理を行うため，徹底したコンピュータ化を図るとともに，超音波探傷装置をオンラインに組込んだ。

Synopsis：

A new quench and temper facility for small diameter tubings and drill pipe has been operating satisfactorily at Chita Works since November, 1979. For even temperature distribution of heavy upset ends and for high productivity, rapid heating equipment and roof fan are installed in the furnaces. Water bosh quenching system has been developed to brings about intensive outside and inside cooling of heavy pipe up to 35 mm in wall thickness. Quality control of the products is performed by the introduction of computers and on-line NDI facility.

(c)JFE Steel Corporation, 2003

本文は次のページから閲覧できます。

小径チュービング用熱処理設備の概要

An Outline of New Quench and Temper Facility for Small Diameter Tubing

土 居 武 雄*
Takeo Doi

田 上 俊 久**
Toshihisa Taue

西 原 忠 志***
Tadashi Nishihara

畠 山 四 郎****
Shiro Hatakeyama

北 幅 由 一*****
Yoshikazu Kitahaba

近 藤 広 章*****
Hiroaki Kondo

滝 谷 敬 一 郎*****
Keiichiro Takitani

Synopsis:

A new quench and temper facility for small diameter tubings and drill pipe has been operating satisfactorily at Chita Works since November, 1979. For even temperature distribution of heavy upset ends and for high productivity, rapid heating equipment and roof fan are installed in the furnaces. Water bosh quenching system has been developed to brings about intensive outside and inside cooling of heavy pipe up to 35 mm in wall thickness. Quality control of the products is performed by the introduction of computers and on-line NDI facility.

1. はじめに

1974年の第一次石油ショック以来、世界各地で石油および天然ガスの探鉱が活発に行われている。このため油井管の分野では、年を追って需要が増大するとともに、品質の高級化が急速に進んでいる。こうした背景をもとに、当社知多製造所では、油井用ケーシングおよびラインパイプの熱処理、ネジ切りなどを一貫して行う油井管工場が1977年に完成した。

次いで1979年11月にチュービングおよびドリ

ルパイプを対象とした熱処理設備が完成し、これによりケーシング、チュービングなどの油井管の一貫製造体制が確立した。本報では、このチュービング用熱処理設備の概要を紹介する。

2. 本設備の目的および概要

本設備設置の目的およびその概要について以下に述べる。

(1) 高級油井管の熱処理体制の確立

油井の環境悪化や深井化に対応して、耐 H_2S 、耐 CO_2 腐食性、高強度および高靱性を目的とする

* 知多製造所第2造管部シームレス管技術室
主査(副部長待遇)

*** 知多製造所第2造管部シームレス管技術室

**** 知多製造所管理部技術管理室

***** 技術研究所知多研究室主任研究員

[昭和55年10月13日原稿受付]

** 知多製造所第2造管部小径シームレス管課課長

**** 知多製造所企画部企画開発室主査(掛長待遇)

***** 知多製造所管理部検査課

高級チュービングおよびドリルパイプの製造と極厚アプセットの製造を可能とした。またプレミアムジョイント管の需要増加に対応するため、焼入れ焼もどし特性の優れた素材の選定と、当社独自の加熱方式ならびに浸漬型内外面焼入方式の採用により、これら的高级油井管の大量生産体制を確立した。

(2) 品質保証体制の確立

超音波探傷装置および管端磁粉探傷装置などの非破壊検査をオンライン化した。また全ラインロット管理用トラッキングシステムの採用、温度制御精度の向上および操業データのロギングなどにより品質保証体制の万全を図っている。

(3) 省エネルギーおよび省力化

アプセット部の急速加熱装置の開発、加熱炉制御用コンピューターによる加熱温度の適正化および空炉時間の短縮化、セラミックウールの大幅使用による断熱性の向上等により省エネルギー化につとめた。また計測用、品質管理用および搬出用各設備ごとに独立したコンピューターを導入するとともに、各設備の運転を極力自動化することにより徹底した省力を図った。

3. 設備仕様

チュービング用熱処理ラインの製造工程を Fig. 1 に、対象鋼管の寸法および処理能力を Table 1 に示す。

対象品種は API 5A, 5AC, 5AX に含まれるチュービング、ドリルパイプおよび一部のケーシング材と HYDRIL, ATLAS BRADFORD 等のプレミアムジョイント類である。

熱処理炉（焼入炉、焼もどし炉）は LPG 直火式のウォーキングビーム炉で焼入装置は浸漬型内外面水冷方式とした。

冷却床は空冷のレーキタイプ鋼管冷却床、矯正機は 2-1-2-1 横型ロール配列のアプセット鋼管矯正機である。

非破壊検査設備は鋼管回転式アプセット鋼管用超音波探傷装置を採用した。

4. 設備の特徴

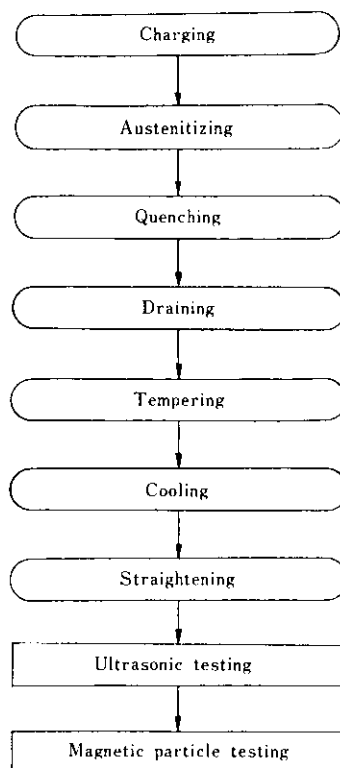


Fig. 1 Manufacturing and inspection process

Table 1 Allowable pipe size and capacity

Item	Specification	
Diameter	Pipe body	48.3~139.7mm
	Upset portion	Max. 148mm
Wall thickness	Pipe body	3.68~16.0mm
	Upset portion	Max. 35mm
Length	5.5~10.5m	
Capacity	10t/h, 6 000t/month	

4-1 アプセット部予熱装置

当設備で処理する材料の形状は、その大半が Fig. 2 に示すようなアプセット管である。通常の加熱炉でこれらの管を加熱する場合、加熱所要時間は、肉厚の最も厚いアプセット部が基準となる。したがってアプセット部を除く管体部は、必要以上に高温域に保持されることになり、これは被処理鋼管の材質に悪影響をおよぼすばかりでなく、余分なエネルギーを消費することにもなる。

本設備では、これらの問題点を解決するために、炉内にアップセット部のみを急速に加熱する急速加熱装置を開発し設置した。Fig. 3 に焼入炉、Fig. 4 に焼もどし炉のアップセット部急速加熱装置の断面を示す。この装置を設置することにより Fig. 5、

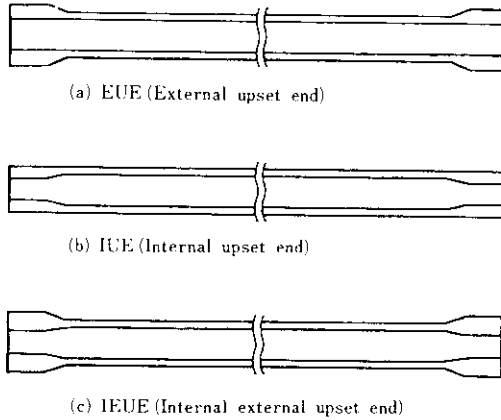


Fig. 2 Types of upset end

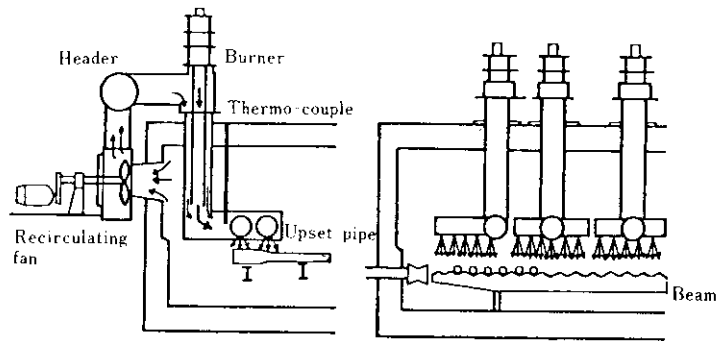


Fig. 3 Rapid heating equipment for upset portion in the austenitizing furnace

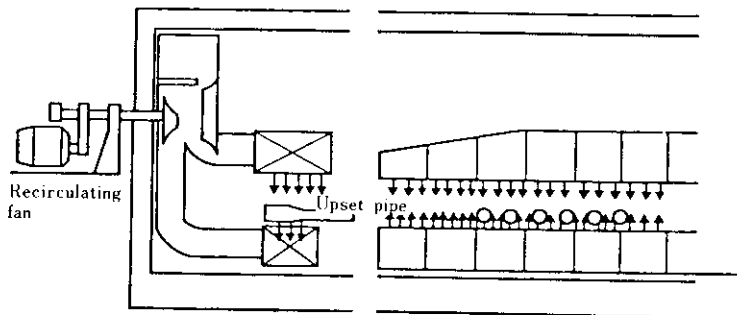


Fig. 4 Rapid heating equipment for upset portion in the drawing furnace

Fig. 6 に示すように非常に大きな急熱効果が認められ、これにより生産性が約10%向上した。

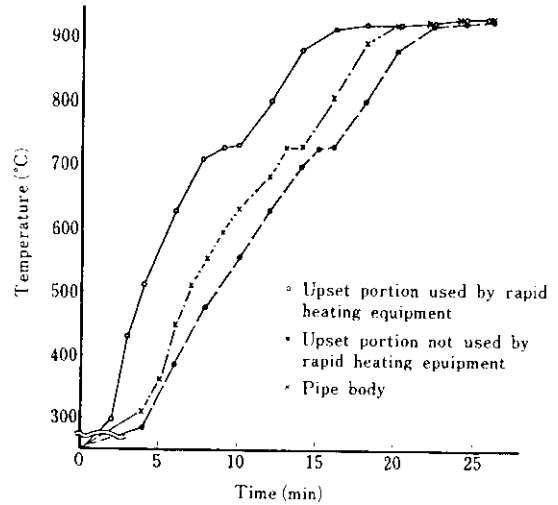


Fig. 5 An example of actual heating curve at the austenitizing furnace (measured by thermo couple inserted in the pipe body and upset portion)

4・2 焼入装置

本設備では、アップセット部の冷却能の向上を考慮し、小径管用としては世界に例を見ない、水槽内浸漬型内外面焼入方式を採用した。

焼入水槽の断面を Fig. 7 に示す。被処理鋼管は、水槽にやや傾斜させて投入、水平に保持し、円周

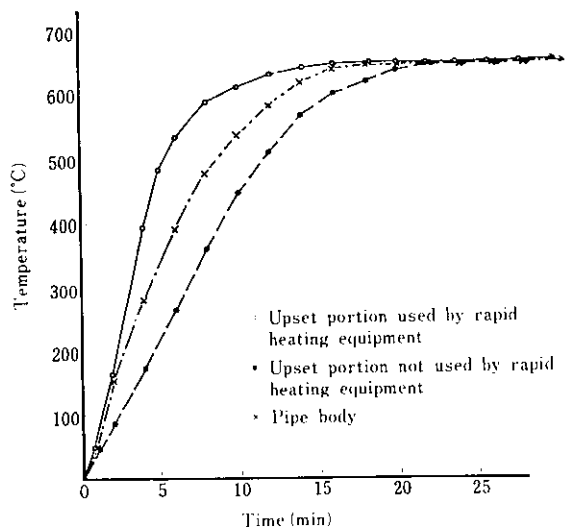


Fig. 6 An example of actual heating curve at the drawing furnace (measured by thermocouple inserted in the pipe body and upset portion)

4 方向 (90° ピッチ) から、噴射される冷却水によって外面を冷却され、管端近くに配設された内面冷却用ノズルから噴射される高圧水で、内面も強制冷却される

また、内面ノズルの反対側に設置された吸引ノズルにより、鋼管の内面を通過して高温になった冷却水を直接吸引し排出している。これによって水槽内の局所的な水温の上昇に起因する管の長手方向の曲がり防止している。

4・3 焼もどし炉熱風循環ファン

焼もどし炉の均熱帯は、 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 以内の温度管理を目標に、長手方向 3 ゾーンに分割され、それぞれ Fig. 8 に示すような炉内熱風循環ファン (RC ファン) が設置されている。

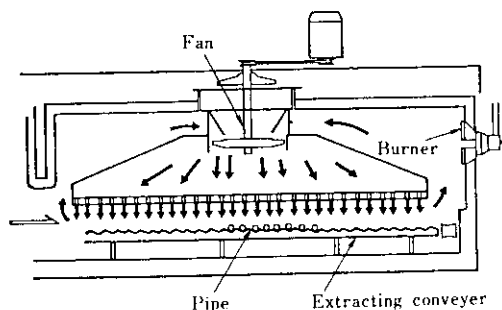


Fig. 8 Recirculating fan of the soaking zone in the drawing furnace

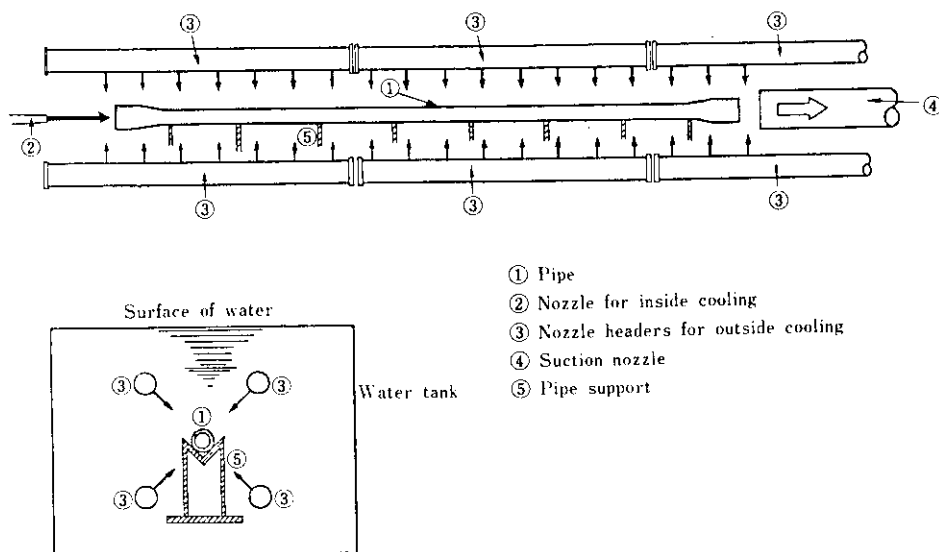


Fig. 7 Quench unit

5. 品質管理システム

当設備は、最少人員による最高水準の品質管理を目標に、マイクロコンピュータ4台と、プロセスコンピュータ1台を導入した。次にその概要を説明する。

5.1 搬送制御

三菱電機㈱のMELPLAC 2台を設置した。

1台は焼入炉から超音波探傷装置までの一連の搬送制御を担当し、他の1台は炉内およびクーリングベッドで、管端部のオーバーハング量を最小にし、かつ、アブセット部がビームに乗り上げないような停止位置制御を行う。

5.2 操炉および焼入水の水圧制御

富士電機製造㈱のMICREX 2台を設置した。焼入炉および焼もどし炉の炉温、燃焼、残留酸素量などの制御と焼入冷却水の水圧制御を行っている。

Photo. 1 に制御中のCRT画面の一例を示す。

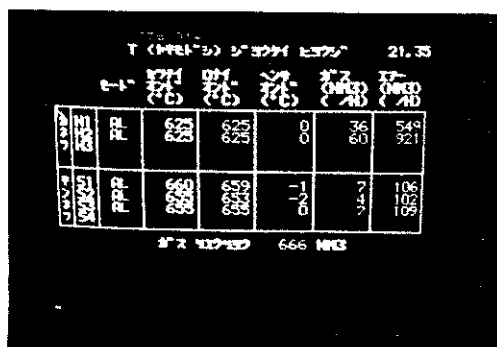
5.3 データロギングシステム

日立製作所㈱のHIDIC-80により以下の作業を行う。

- (1) 管1本ごとにライン内をトラッキングし、各炉の抽出温度、在炉時間のロギングと合否判定。
- (2) 各設備の入、出口を通過中の管について、ロットNo. 管No. 等の情報の表示 (Photo. 2 参照)。
- (3) 炉況、焼入水の状況、燃料原単位などを10分、1時間および8時間ごとにロギング。
- (4) 管1本ごとの長さを焼入炉入口で測定し、焼入炉焼もどし炉、クーリングベッド入口で、その都度MELPLACに長さをセット。
- (5) サイズ替や温度変更時、空炉時間を最小にするよう、焼入炉および焼もどし炉両炉の設定変更に必要な時間をスケジュールリングし、焼入炉入口にて予定時間まで管の装入をロック。

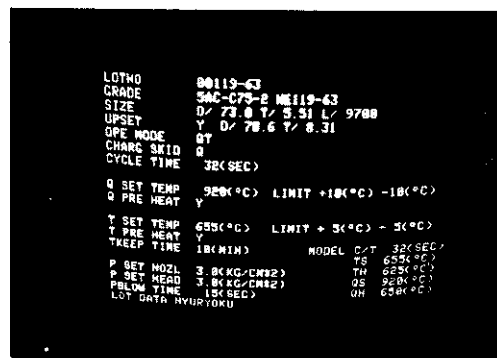
5.4 非破壊検査設備

焼入れ-焼もどしの連続処理ラインに、非破壊検査設備として超音波探傷試験装置を直結し、品質

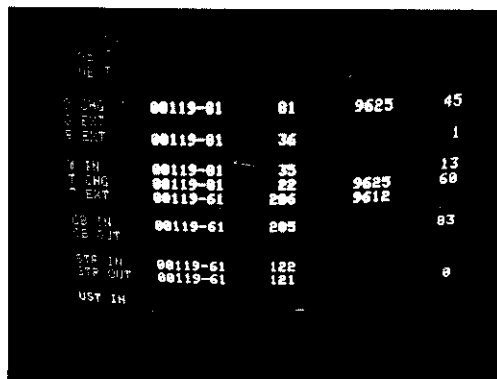


Temperature of drawing furnace

Photo. 1 Illustration of digital direct control



(a) Picture of input data



(b) Picture of lot tracking

Photo. 2 Illustrations of lot tracking

状況を迅速にフィードバックさせている。この設備は、探触子の開閉機構により、アブセット部の通過を可能にしていることが特徴であり、内外面とも肉厚の5%深さノッチの検出ができる。なお、超音波探傷試験装置で探傷できないアブセット部

については、後工程で磁粉探傷検査を行っている。

6. 製品の品質

6.1 焼入冷却能

Fig. 9 に 0.25%C, 1.35%Mn に微量の B を添加した厚肉管の焼入れかたさ分布を示す。内外面焼入れにより、外表面から内表面まで、均一なマルテンサイトかたさが得られている。

6.2 引張強度

製品から任意にサンプリングし、引張試験を行った結果を、Fig. 10 に示す。このデータは N-80

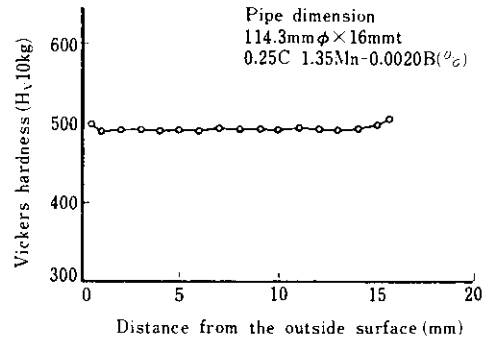


Fig. 9 Hardness distribution of as-quenched pipe

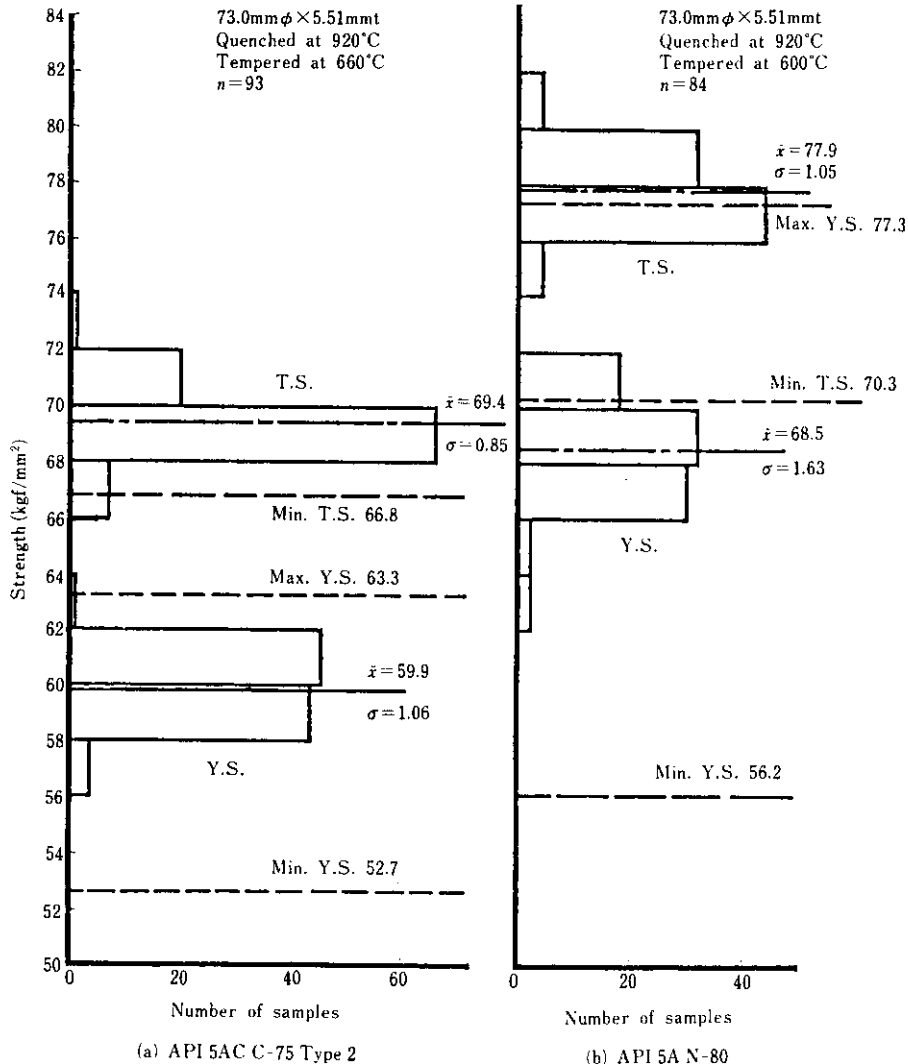


Fig. 10 Results of tension test

および C-75 タイプ 2、管寸法 73.1mm ϕ ×5.51mmt のチュービングの 1 箇月間の成績を集計した結果で、製品の強度ばらつきは非常に小さいことを示している。

6・3 寸法精度

一般に鋼管の焼入れ・焼もどし処理を行うと真円度および真直度に変化が見られるのが普通である。

Fig. 11 に当設備により焼入れ・焼もどしした後矯正した鋼管の外径測定結果を示すが、これより API 規格を十分満足する寸法精度が得られていることがわかる。

曲がりについても焼入条件および矯正法の改善により優れた真直度が得られている。

7. むすび

当設備は 1979 年 11 月に完成し、ただちに稼動を開始して以来順調に操業を行っている。同年 12 月には稼動率が 80% を越え、1980 年 7 月の処理量は 4 000t/月 に達している。

今後、油井管の需要はますます増加していくものと予想されることから、現在ネジ切り機、アプセッターなどの設備増強計画が進められている。こうした背景から、当設備はさらに

- (1) 昇温速度の増加による生産性の向上
- (2) プレミアムジョイント類などの厚物アプセッ

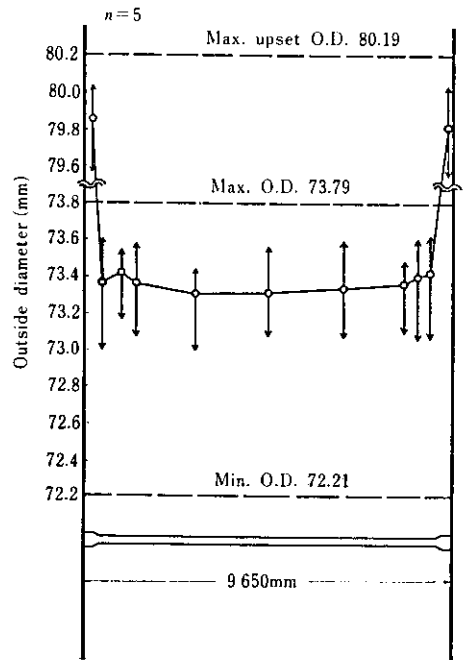


Fig. 11 Outside diameter of 2-7/8 in. N-80 upset tubing after quenched at 920°C and tempered at 600°C

ト品に対する操業技術の確立

- (3) 加熱温度の見直しなどによるエネルギー原単位の低減

を目標に一層の技術のレベルアップを目指している。