

Fig. 2. Effects of heat treatments on the transition temperature after cold drawing.

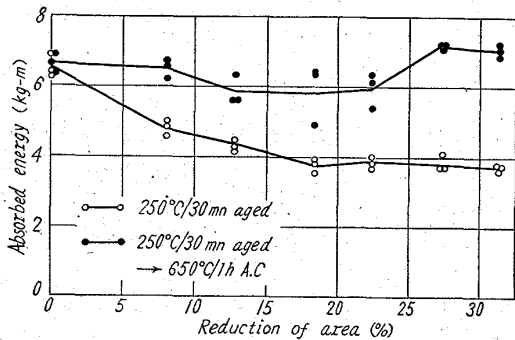


Fig. 3. Effects of heat treatments on the 5mm U-notch Charpy impact values at -60°C after cold drawing.

られた。

Fig. 3 に 5mm U ノツチシャルピー試験結果を示す。20% までの断面減少率の増加とともに 250°C 時効材の -60°C 衝撃値は低下を示し、4 kg-m に達してほぼ一定となるが、これらは 650°C 1h 処理によりほぼ完全に回復することが認められた。

2. 硬度および組織

250°C 時効、および 650°C 歪取り焼鈍に伴う硬度変化を各断面減少率について求めた結果を Fig. 4 に示す。明らかに時効硬化が認められる。これを 650°C 1h 処理することによりかなり軟化するが、そのさい断面減少率 22% 以上では特にいちじるしく、完全な軟化回復を示し、顕微鏡組織からは再結晶粒の発達とセメントタイトの分解が認められた。

加工度と処理温度の差異による硬度変化をさらに検討するために、引張加工を与えた丸棒の断面収縮率と硬度変化を求め Fig. 5 をえた。 400°C 1h においても硬化的にはなほだしいことを認め、 600°C 以上では加工度の大きい部分で再結晶に伴う完全な軟化回復を認め、硬度はある加工度でピークを示している。一般に歪時効に伴う硬化度と低温靱性の低下とはかなりの相関を示すようである。

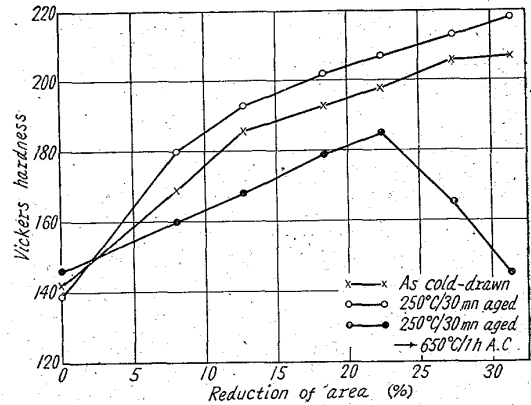


Fig. 4. Effects of heat treatments on the Vickers hardness after cold drawing.

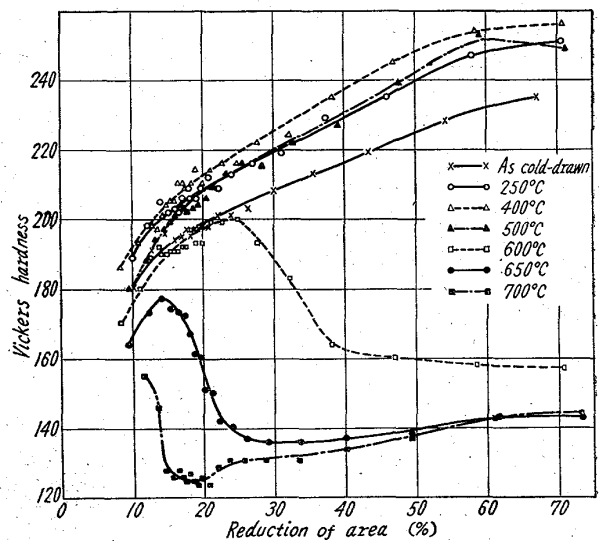


Fig. 5. Hardening curves of cold-worked materials subject to heat treatment at various temperatures, 1 h.

IV. 結 言

低温用 Al キルド鋼で製造した鋼管の低温性質についての実験結果から、加工歪を受けたさいかなり歪時効に伴う脆化を示し、しかも 20% 加工附近がもつともはなほだしいが、これに適当な歪取り焼鈍を行なうことにより十分な回復を示し、 -60°C 付近での使用に対する要求には十分応えうるだけの安全性が確認された。

文 献

- 1) 大竹ほか: 溶接学会誌, 30 (1961) 3, 156.

620.178.37:669.14-452.3

(100) 継目無鋼管の疲労試験

八幡鋼管研究部

○篠田 暲・佐々木茂雄

On the Fatigue Test of Seamless Steel Tubes.

Noboru SHINODA and Shigeo SASAKI.

I. 緒 言

鋼管をその主要な利用面の一つである機械構造用とし

て使用する場合には繰返し応力を受ける場合が多いので、疲労強度が重要である。鋼管は製造上の理由によつて、素材材質のほか疲労強度に影響をおよぼす多くの因子が考えられる。したがつてこれらの事情を考慮し、各種の鋼管について疲労試験を行ない疲労強度を求めるとともに各種要因について検討を加えた。

II. 試験装置および方法

試験機は電磁共振型曲げ疲労試験機で一定の断面を有する棒状試験片を両端自由な共振状態で振動させ繰返し曲げ試験を行なうもので、試験片を保持する本体と試験片を駆動する制御回路部と電源とを内蔵する調整電源筐とよりなる。本装置の特徴を列挙すれば次の通りである。

- (1) 試験片を共振状態で振動させるので小さいエネルギーで十分大きな繰返し応力を与える事ができる。
- (2) 撓み振動の節点を単に支えるのみでチャックなどの試験片取付具を要せず、また試験片以外の部分には大きい力が作用しないから機械的構造が比較的簡単である。
- (3) 共振型であるから振動周波数は試験片の材質と寸法とで大体決定されるが、本装置ではこれを100~300 c/s に選んである。これは従来の疲労試験機の荷重繰返し速度が20~50c/s であるのに比し非常に速く、したがつて疲労試験を短時間で終了し得るわけである。

試験は原則としていずれも試験開始から終了まで途中で中断することなく連続試験を行なつた。この試験機は共振を利用するため、試験片が疲労し出すとともにその共振周波数が低下して行くので、疲労の確認はこの周波数が正常値から 4c/s 低下した時をもつて疲労と決定した。

試験片の中央上下面に対する最大応力は次式により求められる。

$$S = 14 \cdot 61 \cdot a \cdot b / l^2 \cdot E$$

ここに、

- S...最大応力 kg/mm²
- E...ヤング率 kg/mm²
- a...振巾 mm
- d...試験片の径 mm
- l...試験片の長さ mm

III. 試験結果

1. 試験方法の検討

試料として外径 23mm, 厚さ 4 mm の炭素鋼鋼管を用い、振動数を 100, 195 および 285 c/s に選んで繰返し振動数と疲労限度との関係を調べた。この場合 S-N の曲線は Fig. 1 で応力繰返しのはこの範囲では影響がないと考えられる。

疲労試験は原則として連続して行なうが、途中で断続した場合の影響を知るために、応力 32~38 kg/mm²、

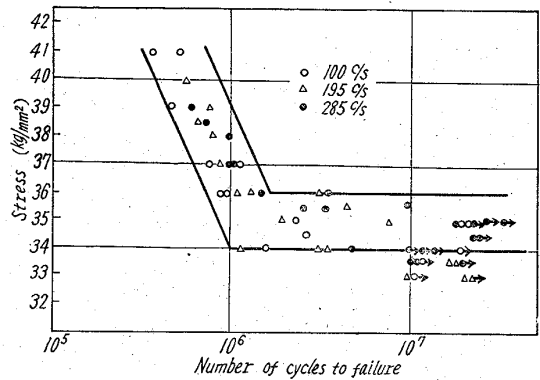


Fig. 1. Effect of cycles on fatigue limit.

繰返し周波数 238 c/s で連続試験、中断 1 回および 2 回の場合を比較した結果はいずれも同程度の疲労限度を示した。

2. 表面状況の影響

管の軸方向に巾 2.0mm, 深さ 0.2~1.0mm の切欠をつけたものについて応力 30 kg/mm² での試験結果は切欠のない場合と同程度の疲労限度を示し、軸方向には同等大きな切欠があつても疲労強度には影響しないようである。

しかし管軸に直角方向に切欠のある場合は、Table 1 に示すように切欠の深い方が疲労強度が低い。

3. 各種鋼管の疲労限度

各種鋼管の疲労限度の 1 例として Table 2 に示す試料についての S-N 曲線を Fig. 2 に示す。各試料について破断点の応力修正を行なつた場合の下限の応力を疲労限度とすれば、No. 1 は 30.7, No. 2 は 24.0, No. 3 は 26.8 kg/mm² の疲労限度を示す。No. 1 および No. 2 を比較すれば、これらは熱処理したがつて顕微鏡組織を異にしている以外のほかの総ての条件は同一と看做されるが、低温焼鈍材は焼入焼戻材に比較して 5~6 kg/mm² 疲労限度が高い。また引張強さに対する疲労限度の比すなわち耐久比は組織により異なる値を示した。

疲労亀裂は管軸に対して直角方向の線となつて試験片の振動方向上下のいずれかの面に生じ、亀裂の開始点付近はごく滑らかな面となつてはいるが少し離れた所から急

Table 1. Effect of notch depth on fatigue strength.

Notch depth (mm)	Number of cycles to failure	Notch depth (mm)	Number of cycles to failure
0.1	1.5 × 10 ⁶	0.3	2.4 × 10 ⁵
0.2	5.0 × 10 ⁵	0.4	1.7 × 10 ⁵

Table 2. Chemical compositions and heat-treatments of specimens.

Sample No.	C	Si	Mn	P	S	Cu	Heat treatment
1	0.37	0.25	0.58	0.026	0.010	0.13	550°C × 1 h A. C.
2	0.37	0.25	0.58	0.026	0.010	0.13	{ 850°C × 15 mn O. Q. 575°C × 1 h A. C.
3	0.16	0.42	1.28	0.023	0.009	0.11	800°C × 15 mn A. C.

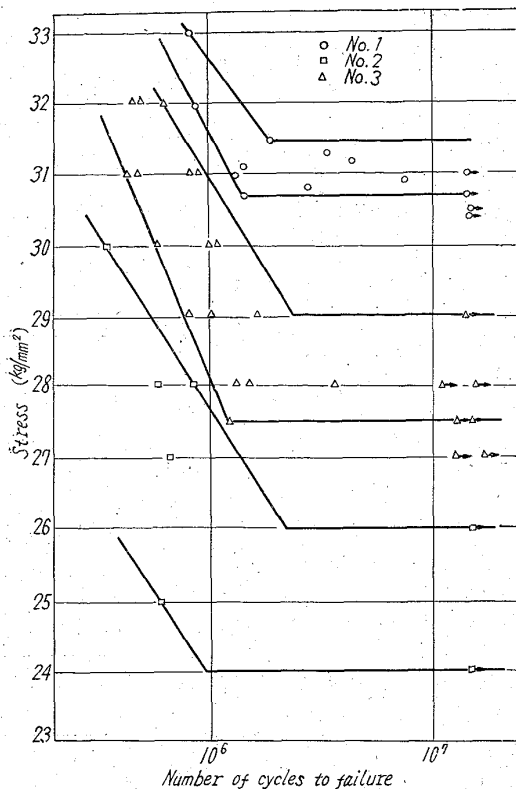


Fig. 2. S-N curves of seamless steel tubes.

II. 溶接部探傷上の問題点

探傷器は東京計器製造所製のスペリー式を使用し1探触子による直接接触の斜角探傷法を採用したが、電縫鋼管の溶接部には削り残された内面ビードが存在するために入射された超音波が、そこから反射され溶接部欠陥との判別が困難になりやすい。したがって内面ビードの影響が現れないような探触子と探傷器の調整条件の決定が必要であった。

III. 探傷実験結果

供試鋼鋼: 鋼管 a 6⁵/₈" O. D. × 0.188" Thick.

マクロ的欠陥のないもの

鋼管 b 6⁵/₈" O. D. × 0.188" Thick:

外面に0.3mmの探さのウエルドクラックのもの

実験に使用した探触子: (A) 1MC×70°S, (B)

1MC×45°S, (C) 2.25MC×65°S,

(D) 2.25MC×45°S

上記2種の鋼管溶接部の探傷実験を上述の4種の斜角探触子を用い探触子を溶接部から90°Cの位置に接触せしめて行ない、探傷器のパルス巾、感度、および妨害抑制の3調整を3元的に変化させて溶接部エコーの大きさ、透過波の1周目の受信像の大きさ、および雑多なエコーの大きさを求めた。探触子と鋼管との間には厚さ5.0mmの樹脂製のウェアプレートをおき接触媒体に乳化油を使用した。その結果探触子Aが溶接部エコーと雑多なエコーの大きさに最も差があり、供試鋼管aとbの溶接部エコーの大きさの差も最も大であり、さらに実用できる調整範囲が Fig. 1 に示すように最も広範であることが判つた。

つぎに、これら4種の探触子それぞれの最適調整条件で実際に製管されたいろいろの溶接品質の供試鋼について探傷実験を行なった。これらの鋼管は探傷後溶接部内面に残存するビードを完全にグラインディングして除去した後再び同じ条件で探傷した。結果は Table 1 に示すとおりで探触子A以外には内面ビードからのエコーが現れている。これら2つの実験から探触子Aがわれわれの目的に最も合致するものであることを知りえた。探触子Aについて検出できる溶接部の欠陥を検出されやすい順に列記すれば、オフセット、ウエルドクラック、極端な低温溶接、バーニングとなり、品質上問題にしないのでよい程度の偏析や軽度の低温溶接は検出されないような調整が可能であることを認めえた。

IV. 結 言

電磁共振型曲げ疲労試験機により継目無鋼管の疲労試験を行なつて試験方法を確立するとともに試験片の形状、表面状況および材質などと疲労強度との関係を明らかにした。

620.179.16:669.14-462.3

(101) 電縫鋼管の超音波探傷について

八幡鋼管光工場 No.62101
今井 宏・野崎 博・岡村 毅

Ultrasonic Inspection of Resistance-Weld Steel Tubes.

Hiroshi IMAI, Hiroshi NOZAKI and Takeshi OKAMURA.

I. 結 言

当社光工場では中径電縫鋼管溶接部の試験として製造直後にミルチェックヘン平試験を行ないさらに検査工程でヘン平試験・外観検査および水圧試験を行なっている。しかし近年電縫鋼管が相当苛酷な条件の用途にまで使用されるようになり製品の全長にわたるより確実な保証が要望されるにいたつた。かかる要求に対処し、かつ溶接部の品質管理を強化する目的をもって製管工程中に超音波探傷装置を設置することにした。本報では設置に先立ち昭和36年4月から5カ月間にわたつて行なつた実験室的な探傷試験のほか同年10月に製管工程中に設置した装置の概要について報告する。

		Width of the transmitted pulse												
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Reject control	0													
	1													
	2													
	3													
	4													
	5													
	6													
	7													
	8													
	9													
	10													

Fig. 1. Range of reflectoscope adjustment for practical use.