

III. 疲労試験結果

疲労試験の結果を Fig. 2 に一括して示したが、これによつて明らかなように、砂疵の形状ならびに繰り返し応力に対する方向の相違に因つて、材料の疲労強度に著しく異なる影響を与える結果が得られた。すなわち砂疵を有せざる試験片の疲労限  $48.5 \text{ kg/mm}^2$  に対して、球状の砂疵を有する試験片の疲労限は略々同等で、砂疵の大きな影響は認められないが、細長く延伸せしめられた砂疵を有するものの、砂疵の長軸を応力方向に一致せしめたものは疲労限約  $44.5 \text{ kg/mm}^2$  を示し、さらに砂疵の長軸を応力方向に直交せしめたものの疲労限は約  $40 \text{ kg/mm}^2$  と成つて、無欠陥材に比較してそれぞれ大凡 8.5% および 18% の疲労強度の低下を示した。

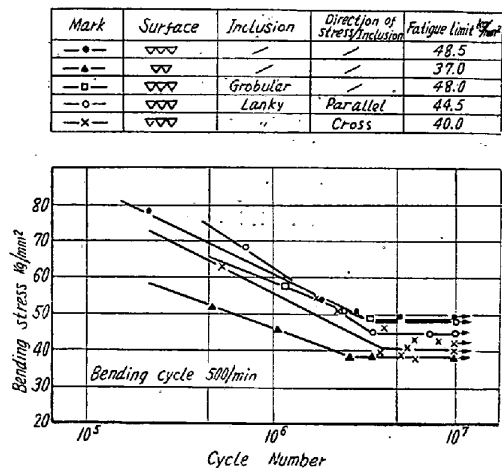


Fig. 2. Fatigue test results.

このことは砂疵の疲労強度におよぼす影響を考慮する場合、砂疵の形状、方向性について十分に留意すべきことを示唆するものと考えられる。また試験片の表面仕上を上仕上から並仕上に変えることによつて約  $10 \text{ kg/mm}^2$  約 20% の疲労限の低下を示したことから、本試験の場合仕上面の良否が砂疵の有無よりも大きな作用を有するものと判断されるが、砂疵を有する試験片の個々の S-N 値はかなり大きく分散し、その傾向は延伸せしめられた細長い砂疵を有するものに顕著である。したがつて砂疵を有する試験片の疲労限も極めて大凡の値に過ぎぬから実際の疲労限の低下におよぼす砂疵の作用はさらに幾分大きなものと考えすべきである。なおこの S-N 値の分散は砂疵の介在状態を単に見掛け上の形で分類したに過ぎず、砂疵を一種の切欠として定量的に分類していないためと考えられる。

IV. 結 言

大型鍛鋼材より得た砂疵を有する試験材について疲労

試験をおこない、砂疵の疲労強度におよぼす影響を確かるとともに、砂疵の作用につき考慮すべき一、二の点を指摘した。

(67) 冷間加工後のメッキ鋼管に発生する脆性について

Galvanizing Embrittlement in Cold-Bended Steel Pipes

M. Nakajima et alii.

住友金属工業, 和歌山製造所

君塚秀夫・工博 下川義雄・工〇中島守夫

I. 緒 言

冷間加工後亜鉛メッキした鋼製品に、脆化現象が認められる場合がある。茲に報告するものは、軟鋼管を冷間にて曲げ加工をおこない、これをさらに亜鉛メッキすると、その曲げ加工をおこなつた部分に著しい脆性を呈するものが認められたので、その原因を調査するためにおこなつた実験結果である。

この脆性に関係すると考えられるものは色々あるが、本実験においては、鋼の材質、素管の熱処理、フェライト粒度、冷間曲げ加工度、曲げ加工後の焼鈍、酸洗時間およびメッキ時間等を挙げ、これらとメッキ後に認められる脆性との間の関係を調査検討した。

II. 実験方法

実験はリムド鋼およびキルド鋼の軟鋼管を、各種の温度で軟化焼鈍し、フェライト粒度の粗大粒または細粒のものを作り、これを常温にて曲げ加工を加え、ついで脱脂酸洗、亜鉛メッキをおこなつた。しかる後その曲げ加工部を曲げ戻して、脆性を呈するか否かを調査したのである。なおこれに附随して若干の実験を追加した。これら実験方法の要点を記すとつぎの通りである。

1. 供試材の寸法および成分

供試材の寸法は、 $42.7\phi \times 3.15 \sim 3.5t$  の鋼管であつて、成分は Table 1 の通りである。

2. 素管の熱処理およびフェライト粒度

上記の素管を製管のまま、または  $600^\circ\text{C} \sim 750^\circ\text{C}$  に焼鈍して、軟化をおこないフェライト粒度の細粒および粗大粒のものを作つた。

3. 冷間曲げ加工

熱処理後の鋼管を Fig. 1 に示すごとく、 $2.5D$  に常温曲げ加工をおこなつた。

4. 曲げ加工後の焼鈍

Table 1. Chemical composition of the pipes tested.

	Symbol	C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	
Rimmed steel	A	0.08	0.01	0.35	0.011	0.019	0.15	0.05	Welded pipe
	B	0.19	0.01	0.45	0.012	0.031	0.19	0.07	
	C	0.14	0.01	0.38	0.015	0.026	0.10	0.04	Seamless pipe
Killed steel	D	0.16	0.26	0.45	0.017	0.026	0.09	0.10	

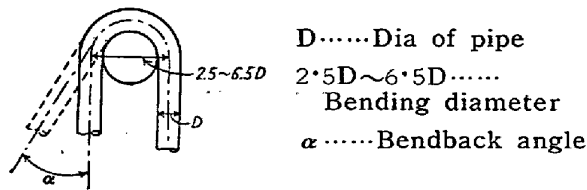


Fig. 1.

曲げた鋼管は曲げ後焼鈍しないものと Stress を除くために焼鈍 (650°C) したものと 2 種類を作つて比較した。

#### 5. 酸洗

上記曲げ加工ないし熱処理した鋼管を; 脱脂, 酸洗して亜鉛メッキするのであるが; 水素脆性の影響を見るために酸洗時間の長短 (40mn~2h 30mn) の比較をおこなつた。

#### 6. 亜鉛メッキ

メッキ時間を 40 s~3mn として, メッキ浸漬時間の影響を調べた。

#### 7. 時効処理

なお別に時効脆化を知るために, 冷間曲げ加工後酸洗およびメッキをおこなわずに, 曲げ加工後常温放置または低温短時間加熱によつて脆化の程度を調べた。

#### 8. 脆性調査

上記各種鋼管の曲げ部の脆性を調べる方法としては, Fig. 1 に示すごとく, 鋼管を曲げ戻して, 亀裂を生ずるまでの曲げ戻し角度を測定した。すなわちこの角度の小さいことは脆性の大きいことを示す。

### III. 実験結果

実験の結果は, 脆化の著しいものは, 曲げ戻し角度が 0~10 度程度のわずかの曲げ戻しで, 鋭い異音を発して曲げ部が脆性破断した。これに反して脆性の認め難いものは, 100 度以上に曲げ戻してもなお亀裂一つ発生しない結果を示した。これらの結果を, 図表を省略して要約するとつぎの通りである。

1. 同じ材質の鋼管でも熱処理により粗大フェライト結晶粒管としたものの方が, 細粒管よりも脆性を示し易

い。

2. 曲げ加工が激しいものは脆性を示し易い。材質によつて異なるが, 3~4D が脆性の危険境界と考えられる。すなわちこれより小さい曲げ加工では, 非常に脆性を示し易く, 4.5D 以上の緩い曲げではほとんど脆性が認められない。

3. しかしながら最も悪条件の粗大結晶粒管で, しかも 2.5D という激しい曲げ加工をおこなつたものでも, 加工後に 650°C 程度の焼鈍をして, 応力除去をおこなえばほとんどすべて脆性は認められなくなる。

4. 酸洗による水素脆性も脆化の一原因である。すなわち酸洗したものは脆性を示し易いが, 酸洗しないと脆性を示す傾向が少なく, 酸洗時間も短時間の方が良好である。

5. 亜鉛メッキそのものは, 脆性とは関係が認められなかつた。すなわち, 酸洗乾燥工程までで中止してメッキをおこなわなくても, 著しい脆性が認められた。

6. また, 歪時効による脆化を認めた。すなわち粗大結晶粒管では, 酸洗およびメッキをおこなわずとも, 単に曲げ加工後の常温長期放置または低温加熱によつて著しい脆化を認めた。

以上のごとく脆化には, 冷間加工度, フェライト粒度, 酸洗等が関係していることが明らかになつたのであるが脆性の主原因は歪時効による脆化と酸洗による水素脆性であろうと考えられる。

対策としては冷間曲げ加工が 3~4D より小さい曲げ加工をおこなつた場合は, 脆性を示す危険が大であるから, このように激しい加工に対しては, 加工後焼鈍することが最も安全である。また, 粗大結晶粒管で, 激しい冷間曲げ加工をおこない, かつ, メッキを完了して脆性を有する製品も, これを 650°C で焼鈍したる後再メッキをおこなえば, 脆性を有しない良品となることを確認した。