

した缶は傷缶が 6 缶, 傷以外の缶で 5 缶となる. この結果よりみても傷缶とくに加工部に傷を生じた缶は使用を中止すべきであろう. 荷造については蜜柑箱は傷を生じやすく, 木枠箱が優れており, 縄掛け方法も良い結果を示した. とくに縄掛け法で傷を生じない工夫をすれば, もつとも安価な方法として推賞される.

IV. 総 括

5 ガロン缶の輸送割れについては, 600 個の振動試験より列車の普通の振動加速度では, 60 時間程度の輸送では破損を生ずることはない. にもかかわらず極く稀に破損を生ずる原因は加工部などに生じた傷に応力が集中して, 破損にいたるものと思われる.

5 ガロン缶の寿命を増加せしめる条件としては

イ) 振動加速度の大小による寿命の影響がもつとも大であり, 良き輸送方法を選ぶべきである.

ロ) 材料の抗張力は高い方が安全である.

ハ) 材質では炭素の量が多いほど寿命は大である.

ニ) 厚みの影響は大であるが, 材料の強度を高くすることにより補い得る.

ホ) 型 (エンボス) の影響は大である.

ヘ) 荷造方法はとくに傷を生じないように考慮すべきである.

文 献

- 1) 久能, 花田: 東洋鋼飯, 2, No. 2, p. 28
- 2) 内藤技官: 計測器総覧 (小峰工業技術株式会社) p. 220
- 3) 石橋: 金属の疲労と破壊の防止, p. 8, p. 18
- 4) 大山, 田村: 鉄と鋼, 46, (1960), 5, p. 603

(106) オーステナイト結晶粒度におよぼすジルコニウムの影響

大阪大学工学部

工博 足立 彰・○水川 清

Effect of Zirconium on the Austenitic Grain Size in Iron and Steel.

Dr. Akira ADACHI and Kiyoshi MIZUKAWA.

I. 緒 言

オーステナイト結晶粒度におよぼす Zr の影響についてはすでにその一部を報告したので, 以後の検討結果について報告する.

II. 実験方法

実験に用いた試料の組成を Table 1 に記す. 脱酸用

Fe-C 合金は原料純鉄を黒鉛るつぽを用いて真空熔解したもので, これを種々の割合で原料純鉄に添加して C および O 含有量の異なる Fe-C, Fe-O 系試料を調整する. Fe-N 系試料は原料純鉄を脱酸後窒素を導入してその含有量を変化せしめた. Fe-Zr 合金は脱酸した純鉄に金属 Zr を添加して熔製したもので, 熔融温度の低い共晶 (16%Zr) 付近の組成を目標とした.

以上のようにして調整した試料 200 g を高周波炉により, 純マグネシアるつぽを用いてアルゴン雰囲気中で熔解し, いろいろの割合で Fe-Zr 合金を添加し, 下記の方法で Zr 化合物を定量し, 結晶粒度におよぼす Zr の影響を調査した.

Zr 化合物の分析はまず試料を塩酸と硫酸で分解し, 溶液から固溶体型 Zr を比色定量し, 残渣のうち弗酸に溶解するものから窒化物型 Zr を, さらにその残渣から酸化物型, 炭化物型 Zr を比色定量する. また塩酸と硫酸に可溶のものから溶解窒素を, その残渣を過塩素酸処理したものから窒化物型窒素を水蒸気蒸留法により定量する. 全酸素量は真空熔融法により定量した.

各系の試料は 880~1130°C で結晶粒度を判定したが, 粒度測定には便宜上日本鋼管の方法²⁾を利用した.

III. 実験結果

1. 金属 Zr の影響

Table 1, 3 の純鉄に 0.5% まで金属 Zr を含有せしめた場合の結果は Fig. 1 に示すように, その含有量と結晶粒度との間には関係の存在しないことがわかる.

2. 酸化 Zr の影響

Table 1, 4 および 5 の試料に Fe-Zr を添加した場合の結果は Fig. 2 に示すように, 酸化 Zr も結晶粒度に大きな影響をおよぼさないのは, それが熔湯中で凝集しやすいためと思われる.

3. 窒化 Zr の影響

Table 1, 6 および 7 の試料に Fe-Zr を添加すると, Zr 添加量が 0.04% 付近より結晶粒は微細化される. 窒化 Zr と結晶粒度との関係を示すと Fig. 3 のようになり, その量の増加とともに結晶粒は微細となり, 約 0.03% 以上ではほぼ一定の粒度を保持している. このように窒化 Zr と結晶粒度との間には明瞭な関係が存在するが, 結晶粒微細化の程度は Al 処理の場合ほどいちじるしくはない.

4. 炭化 Zr の影響

Table 1, 8, 9 の試料に Fe-Zr を添加した結果を Fig. 4 に示すが, 結晶粒微細化の程度は窒化物によるものほどいちじるしくない.

Table 1. Chemical composition of materials. (%)

Materials	C	Si	Mn	P	S	Cr	Cu	Zr	O	N
1 Fe-C	4.52								<0.0001	<0.0001
2 Original pure iron	0.04	0.01	0.01	0.006	0.003	0.07	0.008		0.085	0.023
3 Deoxidized pure iron	≤0.02								0.0003	<0.0001
4 Fe-O series	//								0.010	<0.0001
5 //	//								0.020	<0.0001
6 Fe-N series	//								0.0003	0.0061
7 //	//								0.0003	0.0084
8 Fe-C series	0.15								0.0003	<0.0001
9 //	0.40								0.0002	<0.0001
10 Fe-Zr	≤0.02							15.91	0.0001	

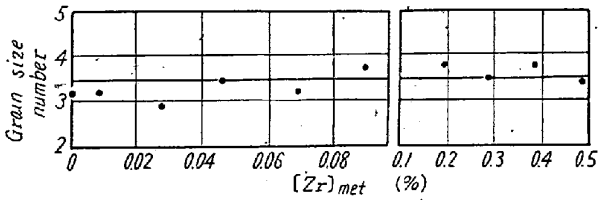


Fig. 1. Relation between metallic zirconium content and grain size at 925°C.

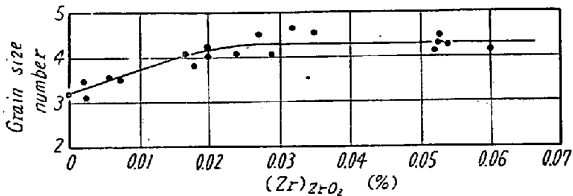


Fig. 2. Relation between zirconium content as zirconium oxide and grain size at 925°C.

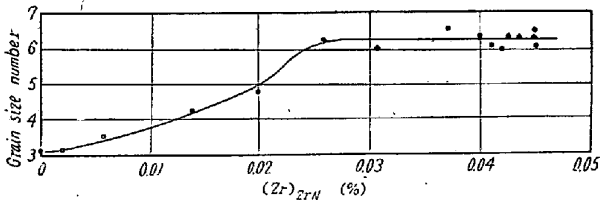


Fig. 3. Relation between zirconium content as zirconium nitride and grain size at 925°C.

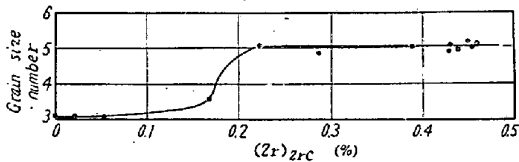


Fig. 4. Relation between zirconium content as zirconium carbide and grain size at 925°C.

5. 結晶粒粗大化温度

各系の試料は 880~1130°C の間で 50° 間隔で結晶粒度を測定し、結晶粒粗大化傾向を調査したが、一例として各系のうち 925°C でもつとも細粒を示したものの結晶粒成長曲線を Fig. 5 に記した。試験した温度範囲では ZrN を含む試料はいちじるしい粗粒化は起らず、整

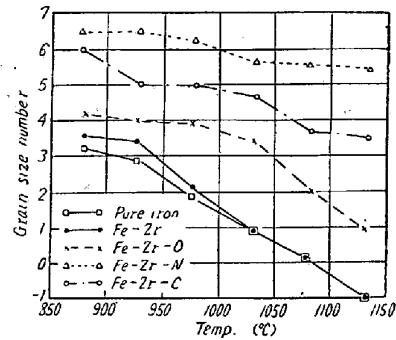


Fig. 5. Relation between heating temperature and grain size.

粒を示していたが、ZrC を含む試料では一部混粒のものが認められた。

IV. 結 言

- 1) 結晶粒の微細化には Zr の窒化物がもつとも大きな影響をおよぼし、その量は $(Zr)_{ZrN}$ として 0.030%、 $(N)_{ZrN}$ として 0.0036% が必要である。ただし結晶粒微細化の程度は Al 処理鋼ほどいちじるしくない。
- 2) Zr の炭化物による結晶粒の微細化は、窒化物の場合ほどいちじるしくない。
- 3) 固溶した金属 Zr および酸化 Zr は結晶粒度とほとんど関係はない。
- 4) 結晶粒成長曲線を見ると、粗粒化阻止には ZrN がもつとも有効で、試験した温度範囲内ではその固溶に基づく混粒の発生は認められず、AlN より安定なことがわかる。これは熱力学的数値を用いた計算結果と一致する。ZrC の粗粒化阻止作用は ZrN ほどいちじるしくなく、高温になると混粒のものも認められた。
- 5) 結晶粒粗大化阻止効果を得るための Zr 添加量の許容範囲は Al 添加の場合より大きい。

文 献

- 1) 足立彰, 水川清, 大本裕万, 平岡昇: 鉄と鋼, 44 (1958), 1192
- 2) 学振 19 委 5119 (1958), 19 委 5933 (1960)