

すべて成分がいちじるしく低い、1000年以降に製造されたものは試料によるバラツキは大きいけれども製造年代が新しくなるにつれてCは低くなり、Mn, P, Sなどは高くなる傾向がみられる。とくに1600年以降のものには、Mn, Cu, Sなどを少量含有したものもあり、砂鉄以外の原料も用いていたらしい。一、二の成分の年代別による傾向図をFig. 2に示す。

(ニ) 組織: 年代をとわず同一試料内でも部分的にいちじるしいムラがあるが、比較的新しい年代のものは低炭素の均一な組織を示して来ている。

(ホ) 非金属介在物: 含有されている介在物はFeの珪酸塩が主体で大形のものであるが、年代が新しいものほど量は多くなるが形は細かくなつて来ている。

(ヘ) 硬度: 年代の古いものは同一試料内でも相当バラツキがあるが、年代が新しくなるにしたがつて組織が均質化して来ているので、硬度のバラツキも少なくなつて来ている。

以上のごとく古代における鉄鋼製品の材質が、どのようなものであつたかを把握することができたが、同一時代のもので試料によつてかなりの差異があるので、製造年代との関係を明確にするためにはさらに今後新しい試料について調査することが望ましい。

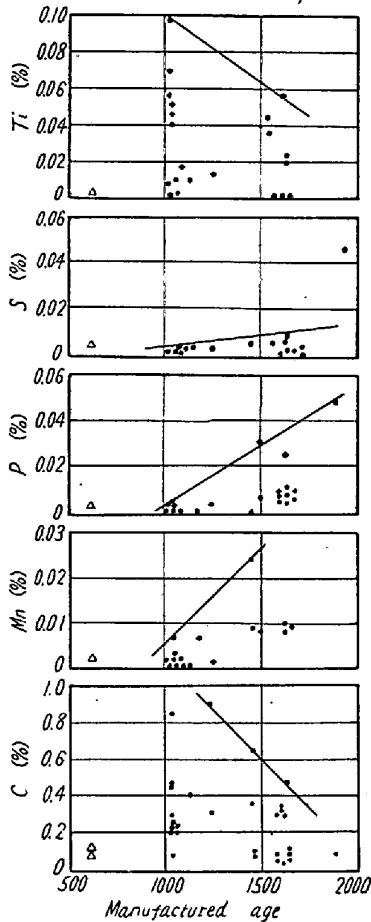


Fig. 2. Relation between chemical composition and age of manufacture.

文 献

- 1) 堀川, 梅沢: 鉄と鋼, 45 (1959), 1121
- 2) C. A. ZAPFFE: Wire and Wire Product, 30 (1955), 1500
- 3) 西村, 青木: 鉄と鋼, 41 (1955), 289

(105) 18ℓ 缶 (5 ガロン缶) の輸送割れについて

東洋鋼板下松工場

○世良真一・合田孝純・中島貞一

On the Fracture of 5 Gallon Cans during Transportation.

Shinichi SERA, Takashumi GOUDA and Sadaichi NAKASHIMA.

I. 結 言

5 ガロン缶が輸送中に稀に破損することがある。これは長時間の貨車輸送中の振動による疲労破壊として、(1) 板は厚い方がよい。(2) 熱圧ブリキよりも冷圧ブリキがよい。(3) テンパー度は高い方がよい。(4) ヘッド・スペースは大きい方がよいなどがすでに判明している。

著者らはさらに約600個の冷圧ブリキの5ガロン缶について、当社で製作した5ガロン缶振動試験機で偏心8mm、振動数6.6および7.3 cycle/sを与えて、缶に水18kgを入れて振動試験を行ない、振動加速度(α/g)の寿命におよぼす影響、厚みの影響、抗張力、材質、缶の型などの影響、空缶輸送によつて生じた傷缶と寿命の関係、缶の荷造方法と寿命などについて調査した。

II. 試 験

貨車の振動加速度 α/g を Fig. 1 (電気試験所内藤技官の調査²⁾による)

より求めると、 $\alpha/g = 0.37 \sim 0.85$ を示す。われわれの振動試験機では試験日時を短縮するため $\alpha/g = 1.3$ と 1.5 で試験した。

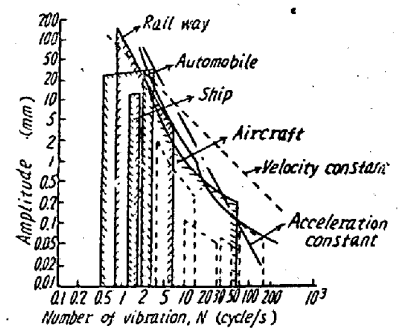


Fig. 1. Vibration of machines (by Naito). Data by Denki Shikensho.

III. 試験結果

イ) 振動加速度と寿命

Fig. 2 に振動加速度—寿命の試験結果を示した。材質、厚み、型などの異なる17種の缶を $\alpha/g = 1.5$ と 1.3 でそれぞれ12缶試験しその平均値を示した。振動の強弱により缶の寿命ははなはだしい差を示しており、かつ材料、厚み、型の差異による寿命のばらつきも大である。Fig. 2には列車の振動加速度の範囲も図示した。Fig. 2によれば、列車の振動加速度程度では通常の場合破壊は生じないと考えられる³⁾。5ガロン缶は日本で年

間約 5 千万個製作されており、この内缶の破損によるクレームは 150 缶前後である。このことから輸送中の缶の破損は特殊なケースと考えられる。しかし乍ら Fig. 2 は振動加速度の強弱が缶の寿命に対する影響は大きいことを示しており、輸送方法にはとくに振動の小さい方法を採用すべきである。

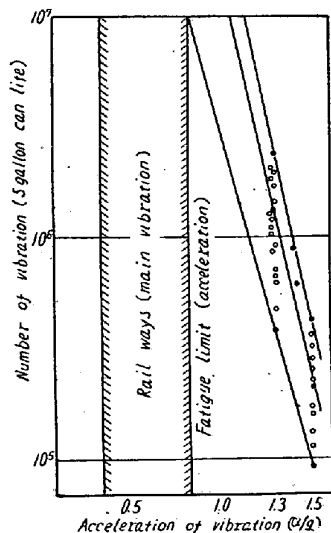


Fig. 2. Relation between can life and acceleration of vibration.

ロ) 厚みと寿命
同一最大加速度の場合、缶に加わる応力は厚みの 2 乗に比例して減少するとされている¹⁾。今回の試験においても厚みの影響はほぼ同一の傾向を示した。

ハ) 抗張力と寿命

通常の冷圧ブリキの抗張力は 38 kg/mm² 前後である。試験では 36~55 kg/mm² の範囲の抗張力の異なる缶につき試験した。結果は Fig. 3 に示した。抗張力の増加により缶の寿命は増加する。図中には 107 Lbs 缶と 112 Lbs 缶が試験されているが、46 kg/mm² 以上の抗張力を持つ 107 Lbs の缶は通常の 112 Lbs の缶とほぼ同一の寿命を示している。

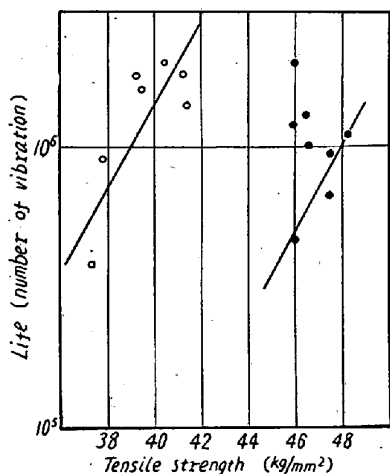


Fig. 3. Relation between can life and tensile strength.

ニ) 材質と寿命

くり返し疲労破壊に対する材質の影響としては、C, P, S, N⁴⁾などが挙げられる。とくに C の含有量は大きなほど寿命は大である。Fig. 4 にこれを示した。

ホ) 缶の型 (エンボス) と寿命

5 ガロンメーカーによつて缶の型は多少異なっている。一般的に大別するとエンボスのまつたくない型、缶の型に沿つてエンボスを付けた缶、半田部や折曲げ部にさらに補助エンボスを付けた型に分類される。エンボスは缶の緩みを無くするために設け、応力の集中を防止す

る作用をするものであるが、エンボスの R 部などの加工がはなはだしいときは、逆に応力を集中せしめる結果となる。一般にいつて、エンボスの無い型が寿命のばらつきが大であり、補助エンボスを付けた型が寿命がもつとも大であつた。

型による缶の振巾には差があり、Fig. 5 に示した。図は $\alpha/g = 1.309$ を与えた振動中の缶を振動方向の側面より測定したもので、缶の胴部の測定結果である。この結果振巾の小さい缶がもつとも寿命が長い結果を示している。

ヘ) 振動の強さと缶の割れ個所の関係

5 ガロン缶の破損個所は地 (底面) の折曲げ部と胴のエンボス中央部に破壊が多く生ずる。試験の結果は $\alpha/g = 1.3$ のとき、地の割れが 88%、 $\alpha/g = 1.5$ のとき胴の割れが 67% となつている。一般に寿命の長い缶は地の割れが多く見られる。これは缶の内容物の重量による応力が大きく作用しているものと思われる。

ト) 空缶輸送時に生じた傷缶の使用と寿命

空缶は多くの場合縄掛けで 2 缶ずつ梱包して輸送する。ときには木枠箱、あるいは蜜柑箱などに 2 缶梱包する。この場合時にエンボスなどの凸部や半田部などに傷を与える。試験では東京一下松間を蜜柑箱と木枠箱で 2 缶ずつ梱包して海上輸送した缶を、荷受時傷個所をマークして振動試験した。

一般的に傷のある缶の寿命は短かく、とくに胴エンボスや半田部に傷のある缶は極端に寿命が短い。60km/h の貨車速度で 60 時間以内に破損した缶を今回の試験より推算した場合、傷缶 1 缶があり、120 時間以内に破損

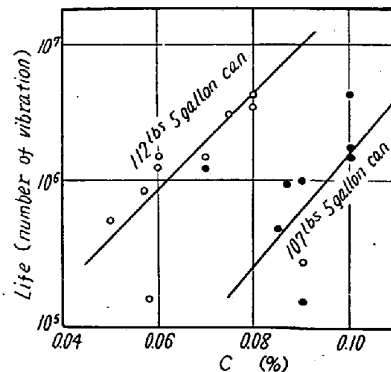


Fig. 4. Relation between can life and C% in steel.

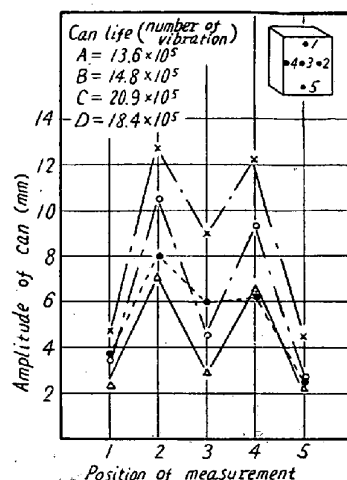


Fig. 5. Relation between amplitude, life and embossing type of 5 gallon cans.

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.