

2.2.2 高圧下での処理と圧力の測定

試料の引張り諸性質に対する圧力処理の影響を調べるために、圧力だけあげて試料を加熱しない場合は、Fig. 1(c)に示すように、20 mm ϕ \times 32 mm の円柱タルクに 5 mm ϕ の穴を 3 カ所あけて、そこに引張試験用、硬度測定用および X 線回折用の 3 個の試料を組込んだ。その際、引張試験用試験片の平行部のまわりには鉛箔を巻きつけ、試料の変形を防止した。また、圧力下で引張試験片を加熱する場合は、上記と同様な寸法の試験片を Fig.

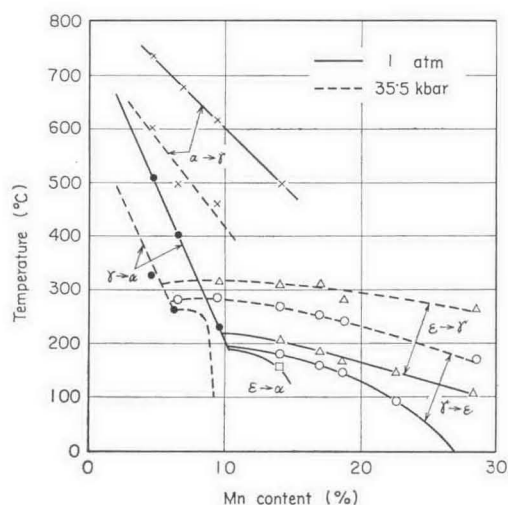


Fig. 2. Effect of Mn content on the $\gamma \rightarrow \alpha$, $\gamma \rightarrow \epsilon$ and $\epsilon \rightarrow \alpha$ transformation temperatures in Fe-Mn alloys at 1 atm and 35.5 kbar.

1(b)に示した方法で処理した。

圧力室内の圧力は、別報²⁴⁾と同様、Bi および T1 の変態圧力とピストンにかかる荷重との関係をあらかじめ求めておき、それから求めた。

3. 実験結果

3.1 高圧下での Fe-Mn 合金の変態点

常圧下と 35.5 kbar の圧力下での Fe-Mn 系合金の各変態点を Fig. 2 にまとめて示した。加圧することにより $\gamma \rightarrow \alpha$ および $\epsilon \rightarrow \alpha$ の変態開始温度は低下し、 $\gamma \rightarrow \epsilon$ 変態の場合は上昇することがわかる。以下に、Fig. 2 の結果およびこれまでに報告されている結果^{1)~3)}をもとにして分類した常圧下の変態過程に対応させて、高圧下の変態過程の変化について述べる。

3.1.1 常圧下で $\gamma \rightarrow \alpha$ 変態を起こす合金 (M-5 および M-7 試料)

Fig. 3 に各圧力下で M-7 試料をオーステナイト相から冷却した際の示差熱分析曲線を示した。この試料においては、圧力が低い場合には、発熱を示す山は 1 つであるが、22 kbar 以上の圧力下では、その山は 2 つ見られるようになる。低圧での山は $\gamma \rightarrow \alpha$ 変態を、22 kbar 以上で認められる山は、 $\gamma \rightarrow \epsilon \rightarrow \alpha$ 変態を示すものと考えられる。

Fig. 4 に M-5 および M-7 試料の各変態点の圧力による変化を示した。圧力を加えると、 $\gamma \rightarrow \alpha$ 変態点は両

* マルテンサイト変態であるので、 $\gamma \rightarrow \alpha'$, $\epsilon' \rightarrow \alpha'$, $\gamma \rightarrow \epsilon'$ と ' をつけるべきであるが、本報告ではすべて省略した。

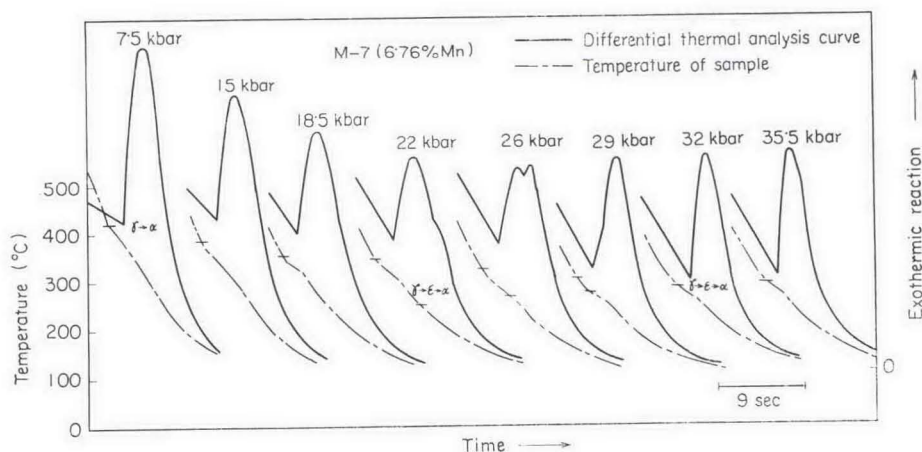


Fig. 3. The differential thermal analysis curves obtained in M-7 (6.76% Mn) specimen during cooling from 900°C under various high pressures. Two exothermic reactions of $\gamma \rightarrow \alpha$ and $\gamma \rightarrow \epsilon \rightarrow \alpha$ martensite transformation are recognized on the three curves at 22 to 29 kbar.

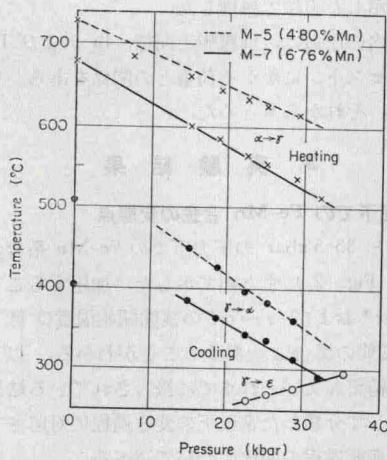


Fig. 4. Effect of pressure on transformation temperatures of M-5 and M-7 specimens.

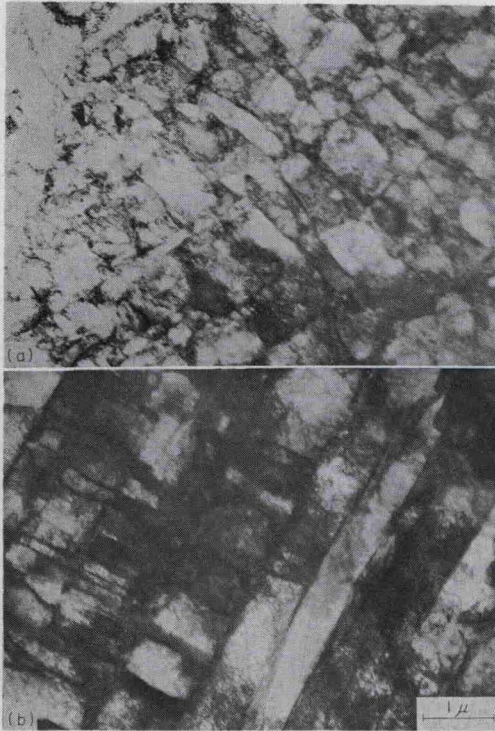


Photo. 1. Electron micrographs showing martensite structure obtained at 1 atm (a) and 35.5 kbar (b) in M-7 (6.76%Mn) specimens.

試料とも約 40°C/10kbar 低下する。なお、M-7 試料 (6.76%Mn) 程度の Mn 量を含む試料では、常圧下でも $\gamma \rightarrow \epsilon \rightarrow \alpha$ 変態が起こっているということが、電顕による組織観察の結果をもとにして報告されている³⁾。本実験では、Fig. 3 および 4 に示したように、22 kbar 以上

の圧力下で $\gamma \rightarrow \epsilon \rightarrow \alpha$ 変態が認められた。

Photo. 1 に常圧および 35.5 kbar で得られた M-7 試料の組織を示す。常圧では lath 状の組織である。一方、35.5 kbar では、 $\gamma \rightarrow \epsilon$ 変態により、まず ϵ 相が生成し次に起こる $\epsilon \rightarrow \alpha$ 変態によつて、 α 相がその ϵ 相に対して平行あるいは直角に生成したと考えられる。また同様な変態過程と考えられる Fe-Mn²⁵⁾ および Fe-Cr²⁶⁾ 系合金などでも、同様のはしご状組織が観察されている。なお、M-5 試料では 35.5 kbar の示差熱分析曲線上に、 $\gamma \rightarrow \epsilon \rightarrow \alpha$ 変態の山が認められなかつたが、Photo. 1 (b) と同様のはしご状組織が観察された。組織観察の結果と示差熱分析曲線の結果とが一致していない。これは、示差熱分析曲線に変化が認められるためには、大部分の γ 相が $\gamma \rightarrow \epsilon \rightarrow \alpha$ の変態過程をとる場合であると考えられる。そのために、M-5 試料では 35.5 kbar で γ 相から冷却するとごく一部が $\gamma \rightarrow \epsilon \rightarrow \alpha$ 変態したと考えられる。

3.1.2 常圧下で $\gamma \rightarrow \epsilon \rightarrow \alpha$ 変態を起こす合金 (M-10 および M-14 試料)

M-10 試料の場合、常圧下の示差熱分析曲線において、Fig. 3 の 22 kbar で認められるような 2 つの山が観察された。したがつて、この試料の場合も常圧下ではまず $\gamma \rightarrow \alpha$ 変態が起こり、つぎに $\gamma \rightarrow \epsilon \rightarrow \alpha$ 変態が生じると考えた。35.5 kbar までの圧力を加えたときの変態点の変化を示した Fig. 5 から明らかなように、高压下の $\gamma \rightarrow \epsilon$ 変態の延長上に常圧下の $\gamma \rightarrow \epsilon \rightarrow \alpha$ 変態の開始温度と考へた点 (190°C) が一致している。これまで $\gamma \rightarrow \epsilon \rightarrow \alpha$ 変態として示してきたが、この変態は $\gamma \rightarrow \epsilon$ と $\epsilon \rightarrow \alpha$

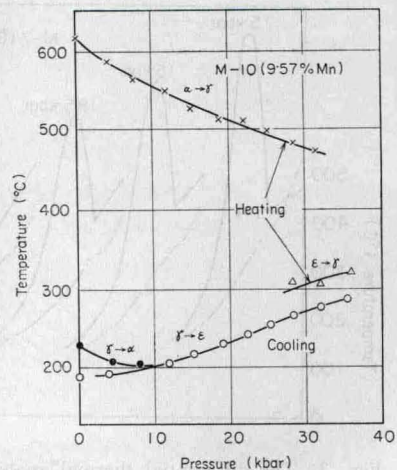


Fig. 5. Effect of pressure on transformation temperatures of M-10 specimen. No $\alpha \rightarrow \gamma$ transformation is observed at 35.5 kbar.