

金属及び合金の捩り抵抗に伴ふ諸性質の変化について^{**}

Studies on the Change of various (第3報)

Properties of Metals and Alloys due to Twisting (3)

塩田信雄^{*} (Nobuo Shiota)

ABSTRACT— By using the author's twisting machine which construction is described in the First Report [N.K.G. Vol 13, (1949), 37], the author studied the change of the physical properties relating to the disintegration of the ordered structures for concentrations corresponding to Mg_3Cd , $MgCd$ and $MgCd_3$ of the Mg-Cd system and to some ferromagnetic alloys. From results obtained from these measurements, we can pointed out the noticeably difference between the disintegration of the ordered structures and the magnetic transformation.

I. 緒言

本報告に於ては主として規則合金の規則格子崩壊に伴ふ捩り抵抗の変化を測定し、これを不規則合金のそれと対称し、併せて強磁性合金についての変化を測定した。実験方法及びその装置は前報まで⁽¹⁾の通りであり、各試料によって夫々後述の如く適当な荷重を附加した。

II. 実験材料並びに試料の調製

規則合金にはMg-Cd系の Mg_3Cd 、 $MgCd$ 及び $MgCd_3$ の3種、並びに Ni_3Fe 及び Ni_3Mn の2種を採用し、強磁性合金にはパーマロイ及びFeNi組成の試料について実験を行った。Mg-Cd系を除く以上の分析結果はTable 1に示す如くであり、各試料について直径は5.4mm、長さ30mmである。なおMg-Cd系合金では規則格子崩壊温度以上50°の温度から造入れた試料を鑄造

Table 1.
Compositions of the Specimens.

Kind of the Specimens	Composition (%)		
	Ni	Fe	Mn
Ni_3Fe	(75.9) 74.62	(24.1) 25.38	—
Permalloy	(78.5) 76.97	(21.5) 23.03	—
Ni-Fe	38.79	59.21	—
Ni_3Mn	(76.2) 68.98	—	(23.8) 31.02

() 内は実際のその組成

* 茨城大学工学部, ** 昭和24年11月本会名古屋大会に発表

状態のままの試料と比較し、 Ni_3Fe 合金では試料の脆弱性を防止するために Mn を約 0.5% 添加し、 490° より 450° まで一週間を以って徐冷したものと、 600° から水中急冷した試料とを比較し、 Ni_3Mn 合金では 600° から 300° までを二週間を以って緩冷し可及的に規則格子を生成するようにした試料と、 700° から水中焼入したものを比較して実験を行った。

III. 実験結果とその考察

a) $Mg-Cd$ 合金: この合金に於ける原子比 1:3, 1:1 及び 3:1 の組成のものが鑄造状態のまま規則格子を生成することはかなり古くから知られてゐるが、⁽²⁾ 本誌に於ても既に長崎、平林氏等の比熱、熱膨張、電気抵抗等の測定がある。⁽³⁾ 著者は前述の如くこれを焼入試料と比較して Fig. 1(a), (b) 及び (c) に示す如き曲線を得た。縦軸は温度、横軸は接れの角度を表尺に読取ったもので上昇速度は $3^\circ C/min$ であり、何れも荷重を 10.6g とした。

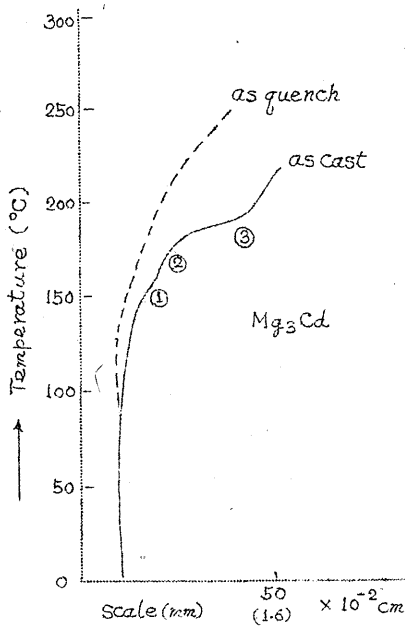


Fig. 1 (a)

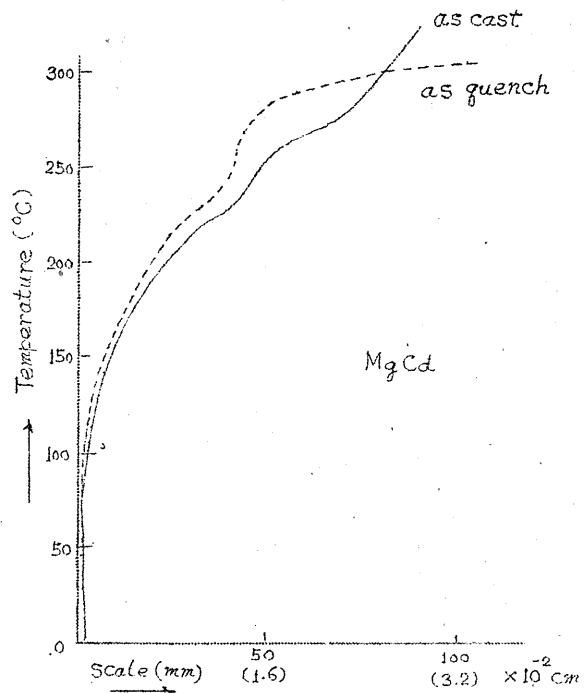


Fig. 1 (b)

Mg_3Cd , $MgCd$ 及び $MgCd_3$ の規則格子崩壊温度は夫々 160° , 250° 及び 95° 近傍と見做されてゐるが、著者等の実験に於ては Mg_3Cd で $152\sim 3^\circ$ 近辺から着しく接れの角度を減少し①、 175° 前後まで達する②。その後急速に接れの角速度を増大し、次に③勾配はゆるやかになる。 $MgCd$ についても $247\sim 8^\circ$ から略同

様な傾向を辿るが、崩壊温度の前後に亘って不連続的な試料の伸縮が認められる。曲線①の部分からは規則配列の崩壊に伴う内部摩擦の増加、即ち捩り抵抗の増加を示し②で金属或いは合金の再結晶に於いて起る内部歪の除去即ち発熱現象を呈し、③で結晶成長を行ふ如きものと考へられる。⁽⁴⁾次に $MgCd_3$ は以上と稍、

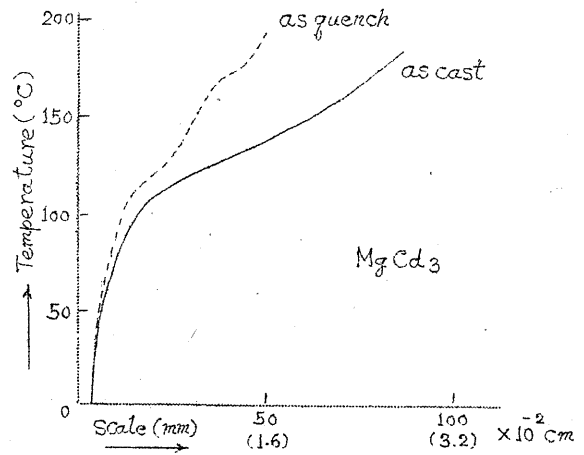


Fig. 1 (c)

曲線の趣を異にし、且つこの試料の長さの変化が 80° 附近から著しく認められ約 140° にまで及んでゐる。この間周期 $1.5 \sim 2 \text{ min}$ 、振幅 $0.3 \sim 0.6 \times 10^{-3} \text{ cm}$ の特異な振動伸縮を行い、且つ総計に於いて可成りな長さの収縮が認められる。

なお焼入曲線と比較した場合、明らかに曲線の相違が認められるが何れも鑄造状態のまゝの試料より稍、上温につれて略同様な傾向を辿る。即ち焼入によつても幾分規則格子を形成してゐるが、昇温効果によつて多少規則格子の生成を行ふものと想はれる。又後述することにより一概に焼入温度が高いとは云へぬが、焼入曲線は常に鑄造状態のまゝの試料より曲線の左方につれてゐる。

b) Ni-Fe 合金： この Ni_3Fe に相当する組成の材料が強磁性規則格子を生成することは既に O. Dahl⁽⁵⁾、茅博士⁽⁶⁾等に始まる幾多の研究がある。着着は Mg-Cd 合金同様これを焼入試料と比較して Fig. 2(a) に示す如き曲線を得た。但しこの場合以後に記述した試料の上昇速度は $5^\circ/\text{min}$ であり、いずれも荷重は 286 g とした。破線を施した曲線は可及的に規則格子を生成させた試料であり、約 520° の稍、上の温度範囲を除き 650° 近辺に至るまで接れの角は殆ど零の値を採る。これは規則格子の崩壊に關聯を有する現象であり、茅博士⁽⁶⁾の比熱の異常膨脹に対して興味あるものと考へられる。特に磁気変態点 580° 前後に曲線の異常変化が認められる。Fig. 2(a) の実線部分は焼入試料の曲線を示し $470 \sim 80^\circ$ 附近から約 550° まで抵抗の増加が認められ、昇温効果により幾分規則格子が形成されたものと考へられる。

次に所定の熱処理を施した Ni 78.5% (77%) のパーマロイ合金と Ni 38.79% の Ni-Fe 合金についての実験結果を Fig. 2(b) に示した。即ちパー

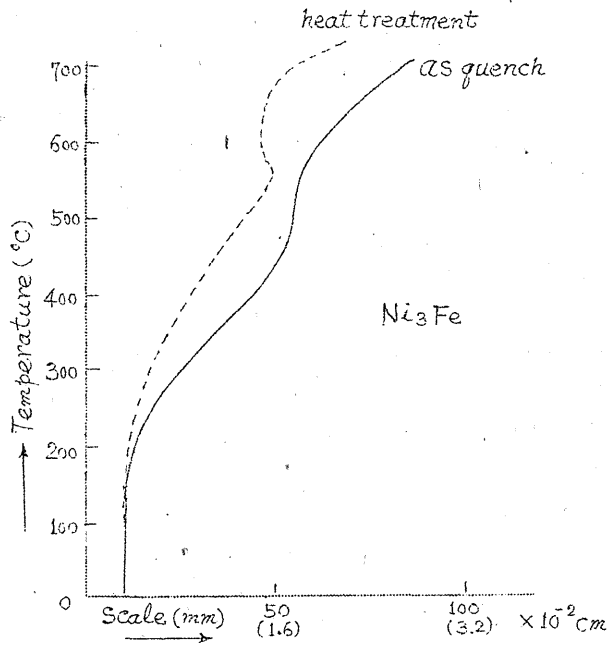


Fig. 2 (a)

マロイ合金では約 600° 近辺まで換れが殆ど認められない。今これを規則格子を形成せず単に強磁性材料として磁気変態のみを有する Ni-Fe 合金の曲線と比較した場合、パーマロイ合金の熱処理材は一部規則格子の崩壊と磁気変態の重疊した曲線であると考えられる。

C) Ni₃Mn 合金

茅並びに Kussman 両氏⁽⁷⁾ によって規則格子の生成することを明らかにせられた Ni₃Mn 合金について焼

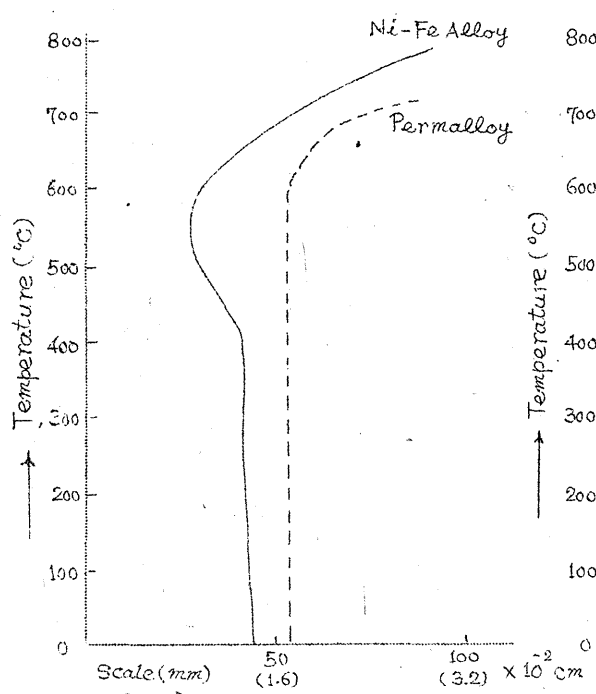


Fig. 2 (b)

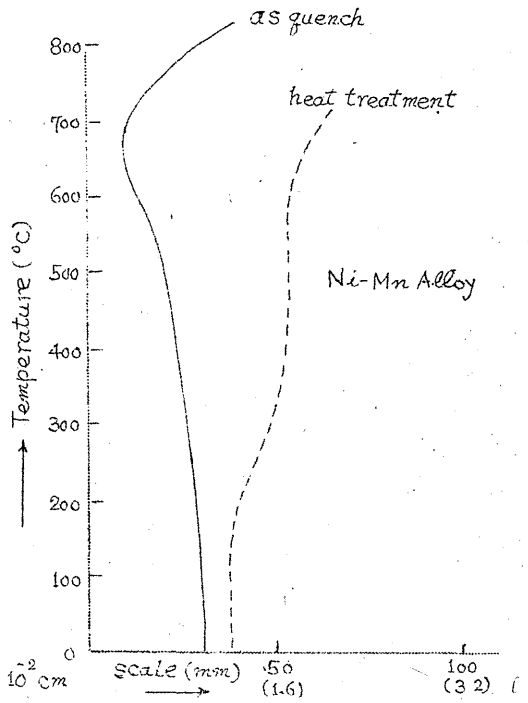


Fig. 3

試料との比較実験を行ったが (Fig. 3) 分析結果から知られる如く Ni_3Mn の組成と甚しく相異してゐる。即ち規則格子生成→分解よりもむしろ強磁性磁気変態効果が可成りに現はれる結果となった。特に Fe-Ni 合金 (Ni 38.79%) と同様、この強磁性合金の磁気変態前後に於ける曲線の異常硬化は一応次の如く説明づけられよう。

今磁区の形状を Fig. 4 に示す如く楕円体と見做せば [(a) に示す如く] 変態前までは整然と配列してゐる。これが変態に伴って例へば (b) の如く三つの磁区が無秩序に方向を回転し、總体的には長さの収縮が行はれる。これと同様のことが換り偶力に拮抗して起る結果、曲線は異常硬化現象を呈するものと考へられる。

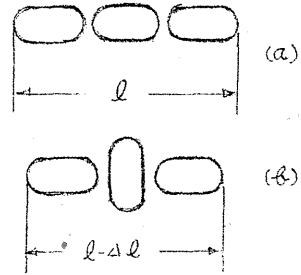


Fig. 4.

IV. 総 括

著者等の換り試験装置により規則合金及び強磁性合金について実験を試み、得た曲線を従来の方法で得た結果と比較対称してその考察を行った。特に規則格子の分解と磁気変態とでは崩壊又は変態前駆現象にかなりの相異が認められる。

最後に有益な御忠言を戴いた茨城大学岩村教授、松田助教授の御厚意に対して深謝する。

文 献

- (1) 塩田, 小野崎: 金属学会誌 13, (1949), 37.
- (2) W. Hume-Rothery, S.W. Bowell: *J. Inst. Metals*, 38, (1927), 371.
- (3) 長崎, 平林, 長州: 金属学会誌 13, (1949), 1.
- (4) 著者: 金属学会誌 投稿中 (才2報)
- (5) O. Dahal: *Z. Metallk.*, 28 (1936), 133.
- (6) S. Kaya: *J. Faculty, Sci. Hokkaido. Imp. Univ.*, 2 (1938), 29.
- (7) S. Kaya, A. Kussman: *Z. Phys.* (1931), 293.