

ストライエーションおよびタイヤ・トラックに関する一考察*

芳 賀 武**

1. 緒 言

疲労破壊で見出されるストライエーションとタイヤ・トラックの様相は疲労試験方法の種類によって差異を生ずることを確認して報告した⁽¹⁾。

本報告では破面を繰返し腐食する腐食法によって腐食度を変化させ、逐次消滅して行くストライエーションとタイヤ・トラックを観察して、それら痕跡の存在する0.31% C鋼の組織およびこれらのパーライト・パッチや結晶粒界等の痕跡に対する影響を観察した結果を報告する。

2. 実験方法

疲労試験の種類： 疲労破面を得るための疲労試験は繰返し速度3000r. p. m. のシェンク型試験機による繰返し振りと繰返し曲げ疲労試験，さらに組合せ応力装置を使用して，大きさの等しい振りモーメントと曲げモーメントが同時に作用する組合せ応力下の疲労試験，都合3種類の疲労試験を採用した。何れの疲労試験においても駆動側繰返し回転角度振幅は $\pm 2^\circ$ であった。

使用した試験片の形状寸法は Fig. 1 に示し，化学成分を Table 1 に示した焼なまし材である。またフェライト結晶粒度は8番であった。

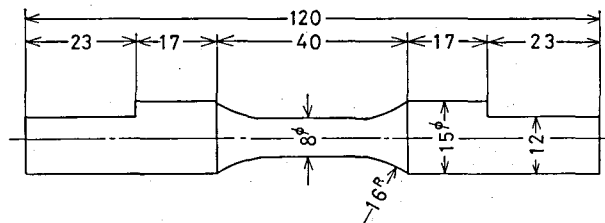


Fig. 1 Shape and size of a specimen.

Table 1 Chemical composition and heat treatment.

C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Heat Treatment (1hr)
0.31	0.24	0.65	0.020	0.020	0.08	0.010	0.034	860°C

* 日本材料学会 第21期通常総会学術講演会発表 P. 131

** 機械工学科

3. 破面の繰返し腐食法とストライエーションおよび タイヤ・トラックの観察方法

腐食液は5%硝酸アルコール溶液にゼラチンを添加した減力液を用い、まず腐食されない破面から2段レプリカ法によりストライエーションおよびタイヤ・トラックを含む電子顕微鏡写真を得、つぎに、1秒から5秒にいたる段階的腐食を実施後、おのおの破面から同様の電子顕微鏡写真を得、逐次消滅して行くそれらの痕跡を観察した。

また、繰返し腐食法操作の進行とともにフェライト相、パーライト・パッチおよび結晶粒界等が逐次明確となり、それら痕跡の存在とパーライト・パッチおよび粒界とのかかわり合いが調査可能となった。ただし、用いた電子顕微鏡は通常のタイプで、同一の痕跡の追求は不可能であったので、各腐食段階において同一箇所付近でそれぞれ得られた平均各40枚の写真に現われる一般的な特徴をとらえることに留意した。

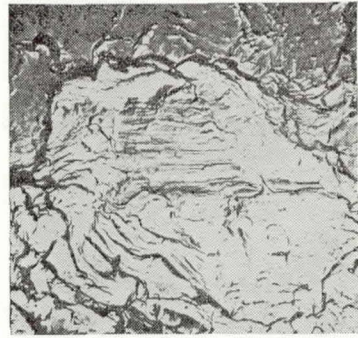
4. 実験結果および考察

Photo. 1 は $\varphi = \pm 2^\circ$, $\theta = 0^\circ$ の繰返し振り疲労試験で発生した破面の特徴を示したもので、Photo. 1 (a) は腐食をしない状態の時に、一般にフェライト相に明瞭なストライエーションが観察され、パーライト相と思われる部分にはストライエーションは観察されない。Photo. 1 (b) は2秒間の腐食のときに破面上のフェライト相にあるストライエーションの伝播方向は不規則であり且つ、その相の複合すべり系および作用応力の方向により限定されるものと考えられる。Photo. 1(c) は3秒間の腐食のときに、フェライト相にストライエーションが残存し、他の部分にパーライト相が明瞭に観察された。

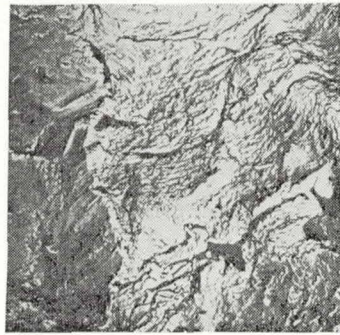
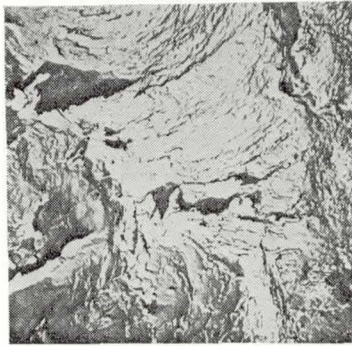
Photo. 2 は $\varphi = \pm 2^\circ$, $\theta = 90^\circ$ の繰返し曲げ疲労試験で発生した破面の特徴を示したものである。Photo. 2(a) は腐食をしない状態のときに、ストライエーションとタイヤ・トラックが観察され、Photo. 2(b) は1秒間の腐食のとき、ストライエーションはフェライト相においてのみ観察され、パーライト・パッチの拘束を受けている。この理由は各ストライエーション・パターンの間隔変化がパッチ近傍で生じているからである。Photo. 2(c)~(f) はそれぞれの腐食のときに、ストライエーションは消滅し、フェライト相とパーライト相が明確になり、ストライエーションと各相の関係が不明瞭となった。

Photo. 3 は $\varphi = \pm 2^\circ$, $\theta = 45^\circ$ の組合せ応力下の疲労試験で生じた破面の特徴を示したものである。Photo. 3(a) は破面上のフェライト相にストライエーションとトラック・パターンの痕跡が存在する一例である。Photo. 3(b) は2.5秒間の腐食のとき、繰返し曲げ疲労試験と同様フェライト相にストライエーションが観察され、Photo. 3(c)(d) の腐食のとき、ストライエーションは消滅し、フェライト相とパーライト相が明確になり、ストライエーションと各相の関係が不明瞭となった。

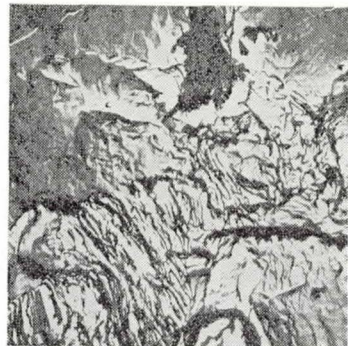
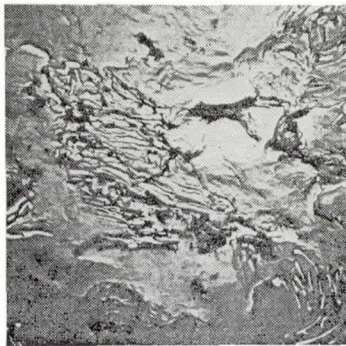
これらの Photo. 1~Photo. 3 の結果からストライエーションとタイヤ・トラックは破面上のフェライト相に存在する。ストライエーションの伝播はパーライト・パッチの拘束を受け、フェライト相のすべり系の支配と作用応力の方向の支配を受ける。



(a) No-Etching



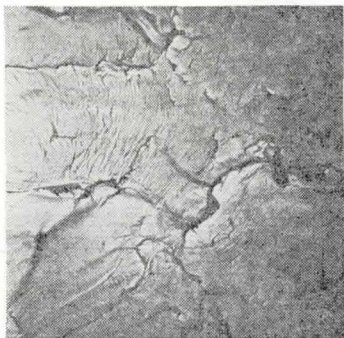
(b) 2 Sec Etching



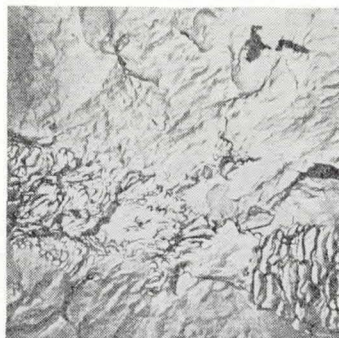
(c) 3 Sec Etching

Photo. 1 Photographs of torsion fatigued fracture surface and its surface change by the progressive etching.

($\varphi = \pm 2^\circ$, $\theta = 0$, $q = 3.9 \times 10^5$)



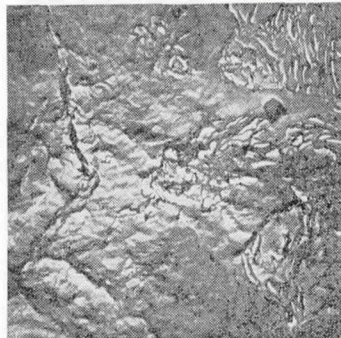
(a) No-Etching



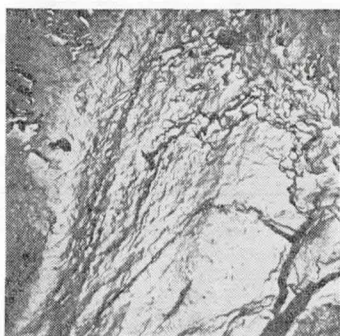
(b) 1 Sec Etching



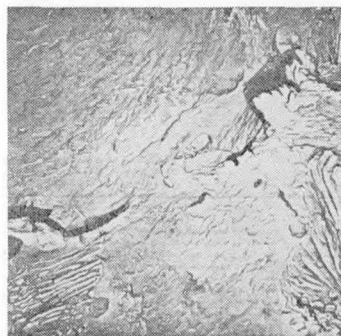
(c) 2 Sec Etching



(d) 3 Sec Etching

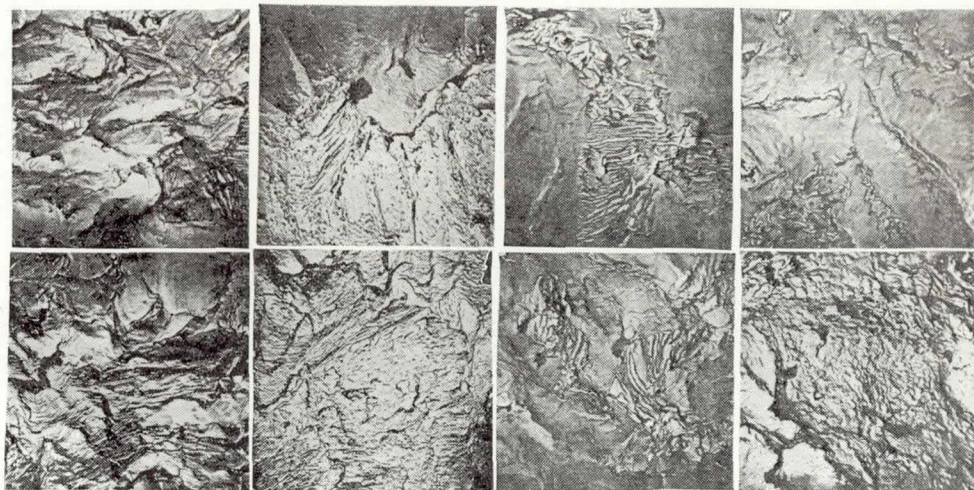


(e) 4 Sec Etching



(f) 5 Sec Etching

Photo. 2 Photographs of bending fatigued fracture surface and its surface change by the progressive etching.
 ($\varphi = \pm 2^\circ$, $\theta = 90^\circ$, $q = 5.83 \times 10^4$)



(a) No-Etching (b) 2.5 Sec Etching (c) 5.0 Sec Etching (d) 10 Sec Etching

Photo. 3 Photographs of fracture surface produced by fatigue test under combined bending and torsion fatigue test and surface change by the progressive etching. ($\varphi = \pm 2^\circ$, $\theta = 45^\circ$, $q = 3.15 \times 10^5$)

5. 結 論

以上の結果からストライエーションの伝播に及ぼすパーライト・パッチまたは結晶粒界の効果的動きが本研究で提案され、繰返し腐食法によって明らかにされた。すなわちストライエーションの痕跡は破面のフェライト相において観察され、またその伝播はパーライト・パッチと結晶粒界により抑制される。その上、タイヤ・トラック・パターンは相手側破面のパッチ砕片の刻印作用により生ずる。

本研究は防衛大学校南沢 力助教授と共同研究をおこなったもので、この研究の詳細については日本材料学会“材料”に投稿中である。

参 考 文 献

- (1) C. Minamisowa, M. Sekikawa and T. Haga ; Proc. 15th. Japan Congr. on Materials Research, 22 (1972).