

(298) 表面硬化せる鍛鋼および鋳鋼の疲労破面に生じた
フィッシュアイの走査型電子顕微鏡による観察

川崎重工業 技術研究所 工博 喜多 清, ○清重正典, 富永昌武
関西大学 工学部 工博 高瀬孝夫, 中村康彦

I. 緒言. 近年, 各種機械装置の性能向上のために使用材料の大幅なコストダウンを可能にする表面硬化法の発達は著しく, 鍛鋼はもとより, 鋳造品にまでも適用されるようになって来たが, 清浄度の悪い鋼に表面硬化処理を施し, 疲労試験を行なうと, しばしば, その破面上にフィッシュアイと呼ばれる白く光る部分が肉眼で観察される。著者は, 浸炭, 浸炭窒化および軟窒化処理した鍛鋼ならびに鋳鋼の疲労破面上に生じたフィッシュアイについて, 走査型電顕を用いて観察したので報告する。

II 方法 供試材の化学組成および表面硬化処理前の熱処理は表1に示す通りである。普通鋳鋼およびNi-Cr-Mo鋳鋼は共に3ton エル-式塩基性電気炉にて溶製し, フェロアルミ, フェロマンガンおよびフェロシリコンを用いて脱酸し, 取鍋中でアルミニウム-シリコン接種を行なった。SiOCおよびSNCM23は市販の材料を用いた。疲労試験は平行部径12mm^φの小野式曲軸曲げ疲労試験片を用いて行ない, 試験後破面を肉眼で観察したあと, フィッシュアイの認められる試験片について, 日立製HSM-2型走査型電子顕微鏡を用いて更に詳細に観察するとともに, EPMAにより非金属介在物を構成する元素の分析を行なった。

表1 供試材の化学組成および熱処理

鋼種	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	焼 鈍	焼 準
SiOC	0.13	0.27	0.43	0.016	0.023	0.04	0.01	0.03	900°C×3hr.F.C.	900°C×1/2hr.A.C.
SC37	0.13	0.31	0.66	0.014	0.015	0.08	0.15	0.03	"	870°C×1/2hr.A.C.
Ni-Cr-Mo鋳鋼	0.16	0.16	0.49	0.014	0.017	1.98	0.64	0.24	"	820°C×1/2hr.A.C.
SNCM 23	0.17	0.26	0.49	0.020	0.010	1.78	0.56	0.16	"	810°C×1/2hr.A.C.

III. 結果と考察 フィッシュアイの領域の大きさは, 硬化深さの深い浸炭および浸炭窒化処理材の場合に大きく, 軟窒化の場合は小さい。また, 中心には必ず非金属介在物が存在しており, それは1個の場合もあるが, 多数集団になっている場合もある。介在物の形状は概して丸く, その周囲には空隙があり, マトリックスとの密着性はよくないようである。この領域ではストライエーションは観察されず, 介在物を中心に放射状のパターンが観察された。また, EPMAによる分析の結果フィッシュアイの核となっている非金属介在物は Al_2O_3 を主体としたもので, 若干のMnSを伴っていることが判った。Siは共存しているが, 珪酸塩系介在物はフィッシュアイ形成には直接影響はないものと考えられる。

IV 結 言 表面硬化処理した鍛鋼および鋳鋼の疲労破面にみられるフィッシュアイについて調べた結果, その中心には必ず空隙を伴う1個又は多数個の非金属介在物を認め, それらは主として Al_2O_3 を主成分として若干のMnSを伴ったものであることが明らかになった。

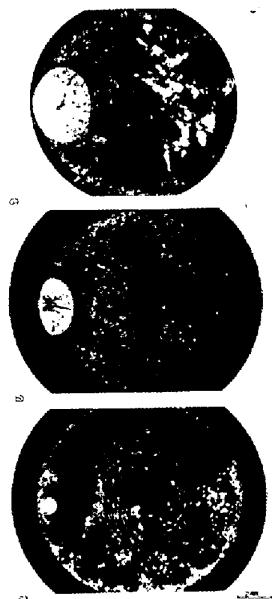


図1 各種表面処理材のフィッシュアイ
a: SC37 浸炭材, b: SC37 浸炭窒化材
c: SNCM23 軟窒化材

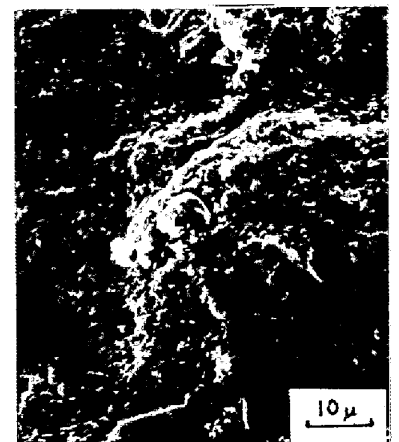


図2 SiOC材(浸炭処理)フィッシュアイの中心にある非金属介在物のSEMによる拡大像