

(534) 高周波表面硬化した鋼の疲労特性に及ぼす硬化深さと切欠形状の影響

新潟大学 工学部

○小沼 静代 古川 徹

1 緒言

疲れ強さを向上させる表面硬化法としての高周波表面硬化法は浸炭表面硬化法に比べ芯部強さが低い
ため、硬化深さをかなり深くしないと硬化層の強さを十分生かせず、フッシュアイを形成し破壊する。硬化
層と芯部の強度差が大きいこの表面硬化法は応力集中部においてより有効であると考えられ、広く研究されている。今回、種々の切欠形状の試験片を
作成し、硬化深さをかえ、回転曲げ疲労試験を行い、疲れ強さとともに破壊
様式にも注目し、高周波表面硬化材の疲労特性に及ぼす切欠効果と調べたの
で報告する。

2 方法

供試材は市販のS45Cを用い、850℃で焼なまし後機械加工した。試験片
形状は切欠き底部直径9mm、切欠き深さ1mm、開き角度60°一定とし、切欠
底の曲率半径(P)をかえた。高周波焼入れは移動焼入れ法で、周波数100kHz
出力42kWで、焼入れ後180℃で1時間焼もどした。熱処理後切欠き部分
はP=0.4mmは電解研磨、他はエメリー紙で研磨し、室温大気中で小野式回
転曲げ疲労試験を行った。

3 結果

表Iに試験片形状、硬さ及び疲労特性をまとめて示す。

- (1) 切欠き底にエライトが残留しない限界の有効硬化層深さは約1mmであり、その条件の試験片は他と比べ表面層の硬さは低い。
- (2) 疲れ強さに及ぼす有効硬化層深さ(t)の影響を図1に示す。応力集中係数(α)が1.15以下ではフッシュアイ破壊を含み、硬化深さの増加につれ、疲れ強さは増し、破壊の起発が表面へ移る。硬化深さが飽和し、その後の変化は少ない。応力集中係数が2.05以上では硬化深さの増加とともに疲れ強さは低下し、また一部の試験片に停留き裂が認められた。停留き裂は硬化深さが浅いほど応力集中係数の小さい切欠形状で発生し始め、同一切欠形状でもき裂発生強さ(σw1)は一定値とはならず、硬化深さが浅い程低い応力で発生する。
- (3) 有効硬化層深さを一定とし、疲れ強さに及ぼす応力集中係数の影響を図2に示す。有効硬化層深さが3mm以下では応力集中係数の小さい領域で疲れ強さは平滑域より高く、その領域は応力集中係数の増加につれ破壊がフッシュアイから表面起発へ移る切欠形状である。4.5mmはすなわち表面よりき裂は発生し、切欠強化とはならない。さらに応力集中係数が増すにつれ、疲れ強さは低下し、停留き裂が発生する領域ではσw2は一定となる。
- (4) 停留き裂が発生し始める応力集中係数(αs)は図3に示すように硬化深さで変化し、硬化深さが深くなる程急速に大きくなる。

Table I. Fatigue properties.

Specimen	P (mm)	Hv		t (mm)	σw (kgf/mm ²)	
		case	core		σw1	σw2
A-1	1.00	710	210	1.11	57.5*	57.5*
A-2		710	210	1.60	64.0*	64.0*
A-3		710	210	2.12	69.4*	69.4*
A-4		710	365	3.53	84.5*	84.5*
A-5		710	600	4.50	85.0	85.0
B-1	25	670	210	1.33	58.0*	58.0*
B-2		680	225	2.16	75.0*	75.0*
B-3		705	350	3.10	91.5	91.5
B-4		700	600	4.50	89.0	89.0
C-1	10	610	210	0.90	64.0	64.0
C-2		685	210	1.40	79.6*	79.6*
C-3		715	240	2.10	88.0	88.0
C-4		715	490	4.50	89.2	89.2
D-1	7	630	210	1.15	71.5	71.5
D-2		670	210	1.60	78.0	78.0
D-3		690	270	2.35	80.0	80.0
E-1	2	630	210	1.00	59.2	59.2
E-2		710	245	2.10	69.5	69.5
E-3		710	485	4.50	69.0	69.0
F-1	0.7	660	210	1.07	57.0	57.0
F-2		685	290	2.24	58.5	58.5
F-3		715	605	4.50	51.0	51.0
G-1	0.3	650	210	1.05	29.5	29.5
G-2		700	310	2.48	47.0	47.0
G-3		700	625	4.50	50.8	50.8
H-1	0.14	640	210	0.90	24.5	24.5
H-2		665	210	1.84	29.0	29.0
H-3		690	480	4.50	33.0	33.0

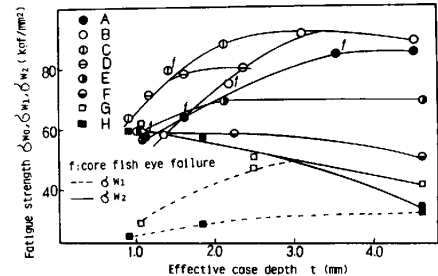


Fig. 1. Effect of case depth on fatigue strength.

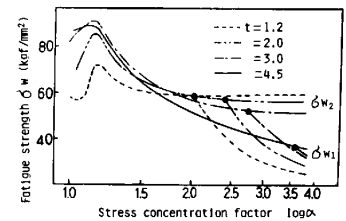


Fig. 2. Effect of α on fatigue strength.

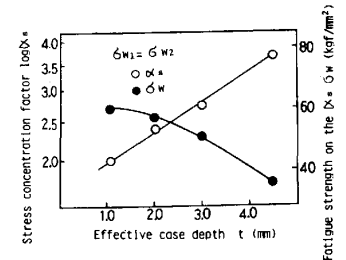


Fig. 3. Effect of case depth on αs