

(617) 軟窒化鋼の疲労強度に及ぼす硬化パターンの影響

住友金属工業(株) 中央技術研究所 外山和男, 平川賢爾, 大谷泰夫

1. 緒言

軟窒化処理は各種機械要素の疲労強度・耐摩耗性の改善法として広く用いられており, 軽量化或いは大荷重化の傾向を反映し益々適用範囲が広がりつつある。そこで軟窒化用鋼の開発を目的とし, まず疲労強度に及ぼす硬化パターンの影響について基礎的な検討を開始した。

2. 試験方法

2.1 供試材; 供試材9種類(中炭素鋼No.1~5, 低炭素鋼No.6~9)の化学成分を表1に示す。

2.2 試験片; 疲労試験片はピレットをφ18~φ22に鍛伸し空冷或いは炉冷した丸棒より機械加工した後所定の軟窒化処理した。軟窒化条件は1:1のNH<sub>3</sub>:RXガスで図1に示す温度, 時間とした。試験片形状は平行部φ10, 中央環状切欠(60°V切欠, 切欠底半径R 0.2, 最小径φ8), 長さ210mmである。

2.3 疲労試験; 疲労試験は全て小野式回転曲げ疲労試験機(容量10kgf-m, 繰り返し速度3400rpm)にて室温大気中で行った。

3. 試験結果

3.1 硬化パターン; 硬化パターンを図1に示す。(a)群は薄い硬化深度で表面硬度が異なるもの, (b)群はいずれも異なるもの, (c)群は表面硬度が同じで硬化深度が異なるもの, となっていることがわかる。

3.2 疲労強度; 疲労強度を表面硬度, 有効硬化深さ, 残留応力とともに表2に示す。疲労き裂は全て表面から生じておりフィッシュアイ破壊は認められなかった。それにも拘らず疲労強度は表面硬度よりむしろ有効硬化深さとの間に相関があることがわかる。このことは応力勾配と組織より決まる切欠先端のある領域での硬化特性が疲労強度に大きな影響を及ぼしていることを示している。

Table 1. Chemical composition of materials used

Specimen	C	Si	Mn	P	S	Cr	V	Pb	Sol.Al
1	0.35	0.45	0.85	0.012	0.060	0.82	0.08	0.048	0.053
2	0.35	0.45	0.63	0.011	0.056	0.53	0.08	0.043	0.065
3	0.29	0.40	1.35	0.025	0.063	0.61	0.05	0.104	0.079
4	0.37	0.41	0.76	0.023	0.062	0.62	0.04	0.124	0.078
5	0.32	0.38	1.36	0.022	0.058	0.67	<0.01	0.086	0.067
6	0.18	0.42	0.77	0.016	0.007	0.04	0.09	—	0.070
7	0.20	0.46	0.81	0.015	0.007	0.56	0.10	—	0.082
8	0.20	0.49	0.83	0.015	0.007	2.13	0.10	—	0.046
9	0.20	0.36	1.02	0.018	0.021	1.01	0.09	0.100	0.054

Table 2. Results of residual stress measurement and fatigue test

Specimen	Maximum hardness Hv	Effective case depth mm	Residual stress kgf/mm <sup>2</sup>	Fatigue strength kgf/mm <sup>2</sup>
1	652	0.12	-39.7	37.0
2	626	0.12	-36.1	37.0
3	695	0.13	-40.3	37.0
4	644	0.12	-35.4	34.0
5	661	0.06	-37.8	33.0
6	545	0.15	-35.4	38.0
7	650	0.24	-37.8	42.5
8	750	0.15	-39.7	40.0
9-1	717	0.07	-26.8	32.0
9-4	680	0.14	-27.1	36.5
9-10	705	0.19	-26.2	40.0

800  
600  
400  
200  
Handness mHv

0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5  
Distance from surface mm

580°C×1.5hr

(a) No.1~No.5

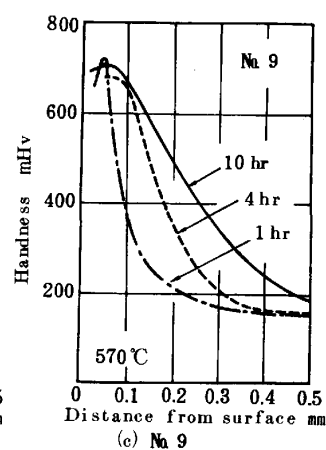
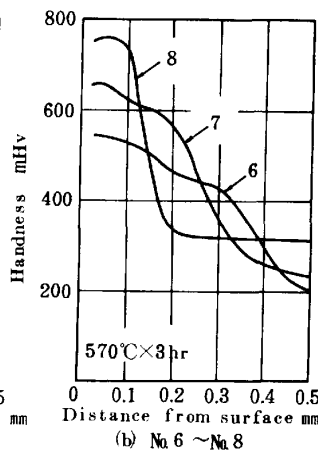
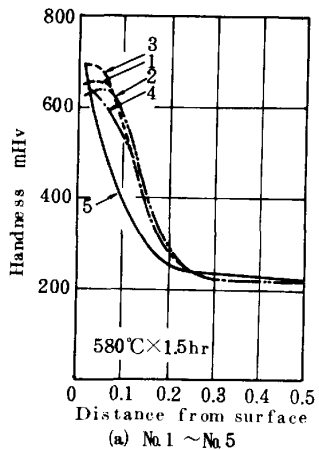


Fig. 1. Hardness distribution in cases