

試験報告書

東京大学 御中

SUS304 の室温低サイクル疲労試験結果

工事名称	SUS304 の室温低サイクル疲労試験	
工事番号・識別番号	—	04901-KU037-120063
試験内容	低サイクル疲労試験	
材質・部品名称	SUS304	
試験片形状	中実丸棒試験片	
試験温度・環境	室温 ・ 大気中	
試験種類	引張圧縮の両振り	
制御方式	軸方向歪み制御	
試験機	容量 ±100 k N および ±98 k N 電気油圧サーボ疲労試験機	
試験データ	<ul style="list-style-type: none"> ・試験結果表, ヒステリシスループ ・試験データシート, 繰返しに伴うピーク応力の変化, 全歪み範囲と破損繰返し数の関係 	
試験結果の概要	全歪み範囲 $\Delta \epsilon_t \doteq 1.0\%$ の試験において、疲労き裂が発生した状態で終了した試験片 2 本と、疲労き裂進展後、繰返し負荷により破面開放させた試験片 2 本をそれぞれ作製した。破損繰返し数は、 $N_f=11, 144\text{cyc.} \sim 17, 740\text{cyc.}$ であった。	
試験実施期間	平成 24 年 8 月 31 日 ~ 平成 24 年 9 月 8 日	
注意	発行機関の事前の承認なしにこの試験報告書の一部分のみを複製して用いることは禁じられています。	

配布先	

発行日 ; 平成 24 年 9 月 10 日

担当課 ; 播磨事業所 疲労試験課

承認	審査	作成



株式会社 神戸工業試験場
〒675-0158 兵庫県加古郡播磨町北野添 1-12-2
TEL (078) 943-0371 FAX (078) 949-3811

1. 目的

SUS304 を用いて疲労き裂が発生した状態の試験片と、疲労き裂進展後、繰返し負荷により破面開放させた試験片を作製する。

2. 試験方法

2.1 供試材

供試材は SUS304 である。

2.2 疲労試験方法

(1) 試験内容

- ・低サイクル疲労試験は、JIS Z 2279 に準拠し実施した。
- ・試験本数；4 本
- ・試験片符号；F1, F2, F3, F4

(2) 使用試験機、伸び計

- ・容量 ±100 kN 電気油圧サーボ疲労試験機 (MTS 製) (管理番号：E5-001)
- ・GL=12mm 伸び計 (MTS 製) (管理番号：R4-125)
- ・容量 ±98 kN 電気油圧サーボ疲労試験機 (MTS 製) (管理番号：E5-002)
- ・GL=12mm 伸び計 (MTS 製) (管理番号：R4-017)

(3) 試験片

- ・低サイクル疲労試験片の形状・寸法を図 1 に示す。
- ・試験片の試験部は、#600 エメリー紙まで軸方向に仕上げた。

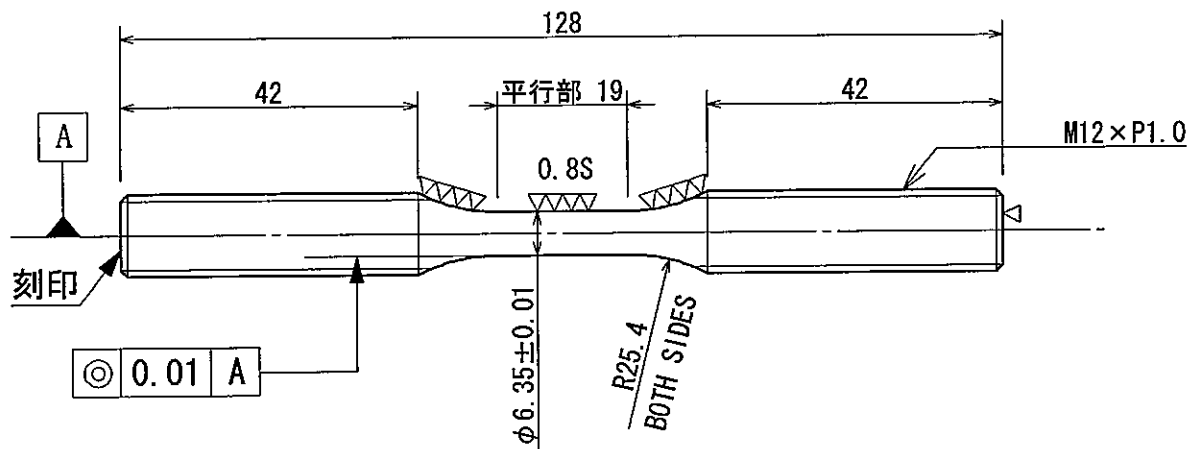
(4) 試験条件

- (a) 試験環境；室温・大気中
- (b) 制御方法；軸方向歪み制御
- (c) 目標全歪み範囲； $\Delta \epsilon_t \doteq 1.0\%$
- (d) 歪み比； $R_t = -1$
- (e) 繰返し波形，速度；三角波，0.2%/sec
- (f) 破損繰返し数 N_f ；引張ピーク応力が，ほぼ一定となる疲労寿命中期における値の 3/4 に低下した時点の繰返し数とした。

3. 試験結果

疲労試験結果を以下の図表に示す。

- ・表 1 低サイクル疲労試験結果
- ・図 2.1～図 2.4 繰返しに伴うピーク応力の変化
- ・図 3.1～図 3.4 ヒステリシスループ ($N=1\text{cyc.}$ と $N=N_f/2\text{cyc.}$)
- ・表 2.1～表 2.4 低サイクル疲労試験データシート
- ・図 4 全歪み範囲と破損繰返し数の関係



- ・試験片の試験部は、#600 エメリー紙まで軸方向に仕上げた。

図1 低サイクル疲労試験片の形状・寸法

表 1 低サイクル疲労試験結果

材質		SUS304											
試験片符号	直径 d (mm)	試験温度 T (°C)	試験速度 $\dot{\epsilon}$ (%/sec)	N = N _f /2 または N = N _{stop} のデータ						繰返し数 N (cycles)	破損繰返し数 N _f (cycles)	※2 破断 位置	記事
				全歪み 範囲 $\Delta \epsilon_t$ (%)	非弾性 歪み範囲 $\Delta \epsilon_{in}$ (%)	弾性 歪み範囲 $\Delta \epsilon_e$ (%)	最大応力 σ_{max} (MPa)	最小応力 σ_{min} (MPa)	応力範囲 $\Delta \sigma$ (MPa)				
F1	6.35	RT		1.00	0.46	0.54	457	-444	901	6,000	> 12,602	※3 B	引張 σ - σ 応力が、ほぼ一定となる疲労寿命中期における値の約80%に低下した時点で終了 ・試験片中央より4mmの位置に表面長約6mmのき裂あり (標点内) ・試験片中央より4.5mmの位置に表面長約2mmのき裂あり (標点内) ・試験片中央より6.5mmの位置に表面長約2mmのき裂あり (標点外)
F2	6.35	RT	0.2	1.00	0.46	0.54	458	-444	902	7,000	> 13,764	※3 A	引張 σ - σ 応力が、ほぼ一定となる疲労寿命中期における値の約80%に低下した時点で終了 ・試験片中央に表面長約6mmのき裂あり (標点内) ・試験片中央より2mmの位置に表面長約2mmのき裂あり (標点内) ・試験片中央より7mmの位置に表面長約1.5mmのき裂あり (標点外) 他にき裂あり
F3	6.35	RT		1.00	0.46	0.54	452	-443	885	9,000	17,740	B	引張 σ - σ 応力が、ほぼ一定となる疲労寿命中期における値の約45%に低下後、最大応力 σ_{max} =117MPa、応力比R=0.1で破面開放を実施 (N=8300cyc.で破断)
F4	6.35	RT		1.01	0.47	0.54	457	-447	904	6,000	11,144	B	引張 σ - σ 応力が、ほぼ一定となる疲労寿命中期における値の約45%に低下後、最大応力 σ_{max} =114MPa、応力比R=0.1で破面開放を実施 (N=15700cyc.で破断)
備考	波形：三角波 歪み比： $R_c = \epsilon_{min} / \epsilon_{max} = -1$ 標点距離： $GL=12mm$ ※1：破損繰返し数Nfは、引張 σ - σ 応力が、ほぼ一定となる疲労寿命中期における値の3/4に低下した時点の繰返し数とした。 ※2：破断位置およびき裂発生位置は標点距離間 (GL=12mm) を4等分した。 A：中央2区間 B：Aの外側1区間 C：標点外 ※3：主き裂発生位置を示す。												

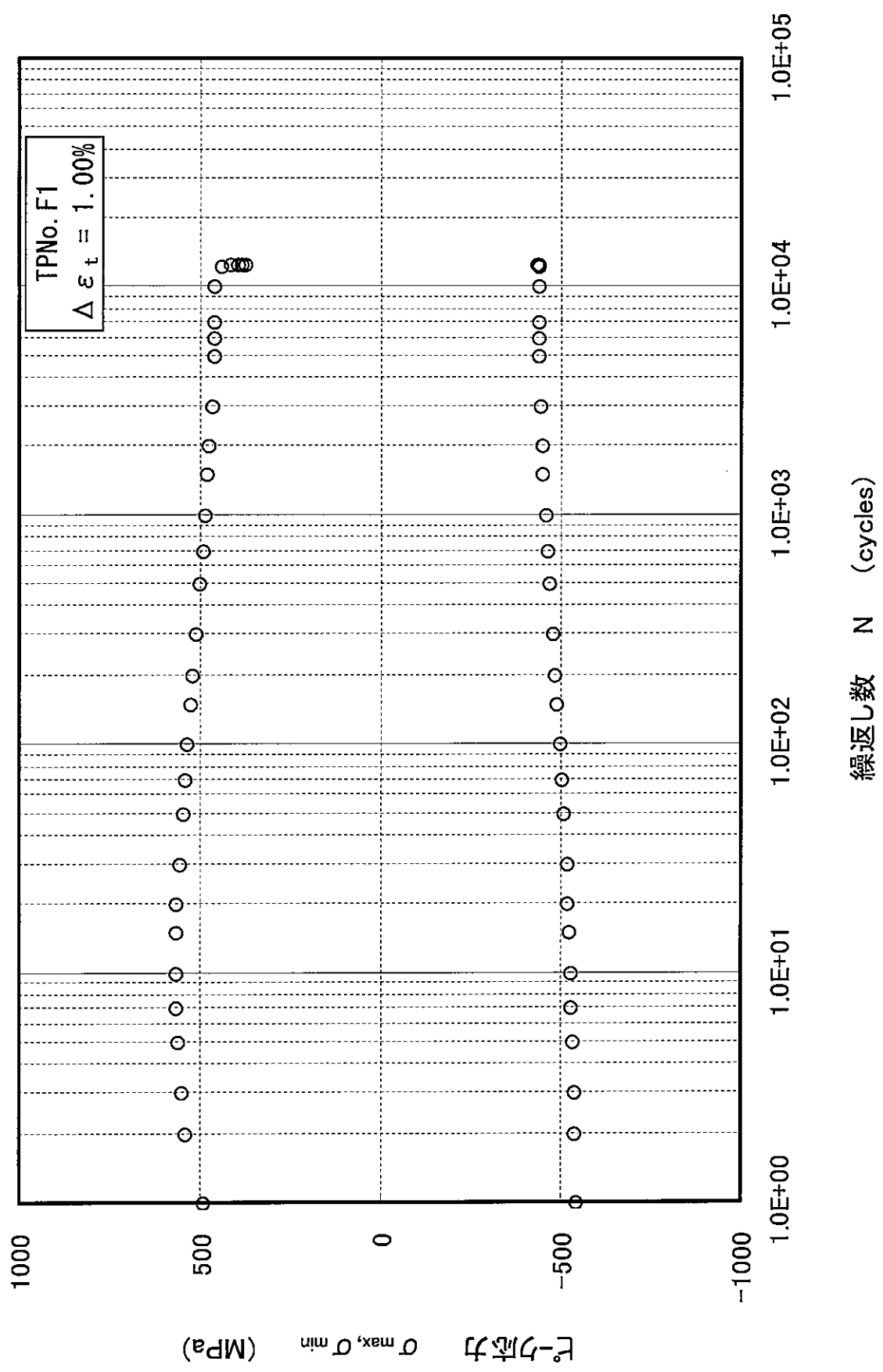


図 2.1 繰返しに伴うピーク応力の変化

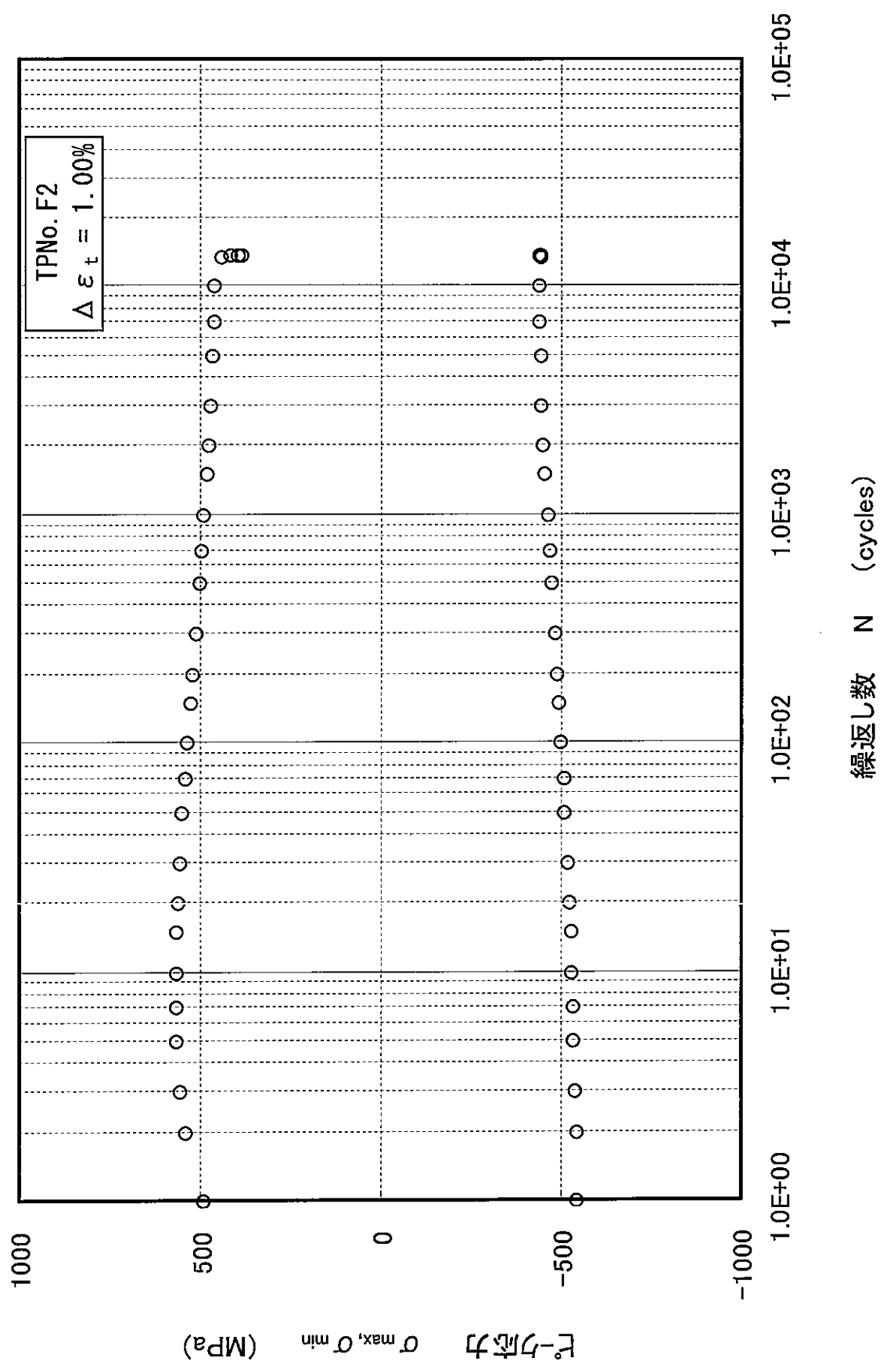


図 2.2 繰返しに伴うピーク応力の変化

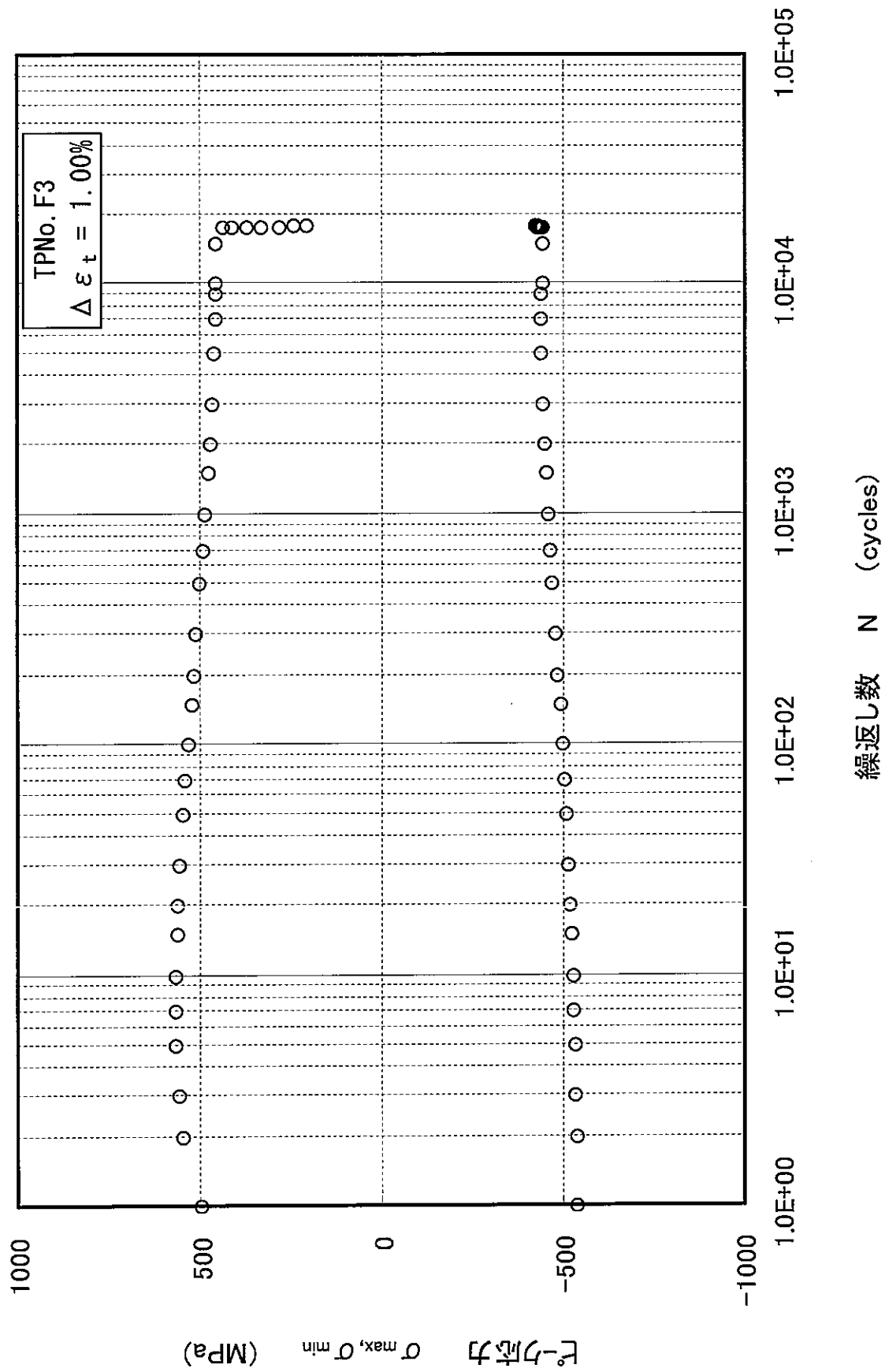


図 2.3 繰返しに伴うピーク応力の変化

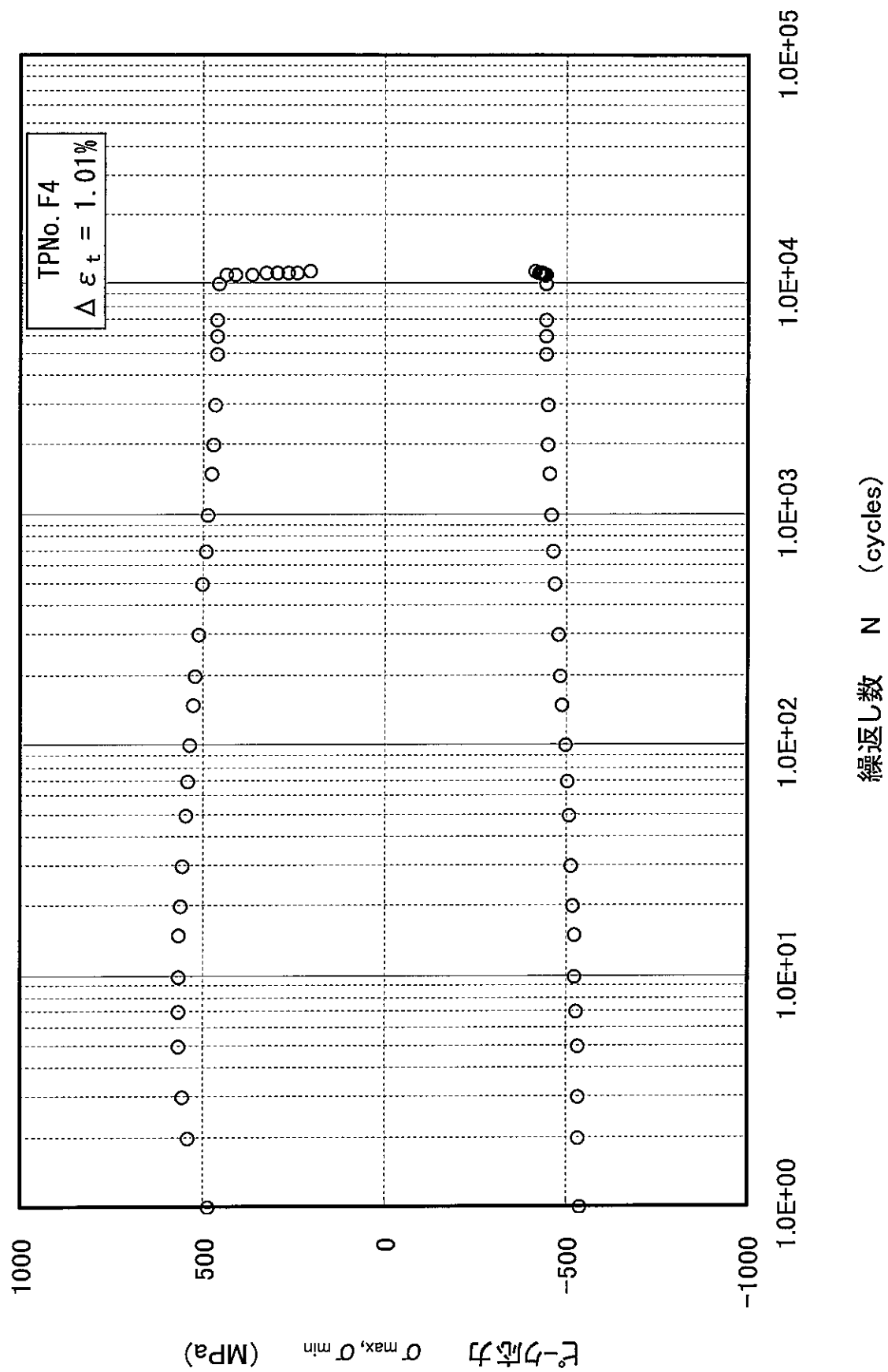
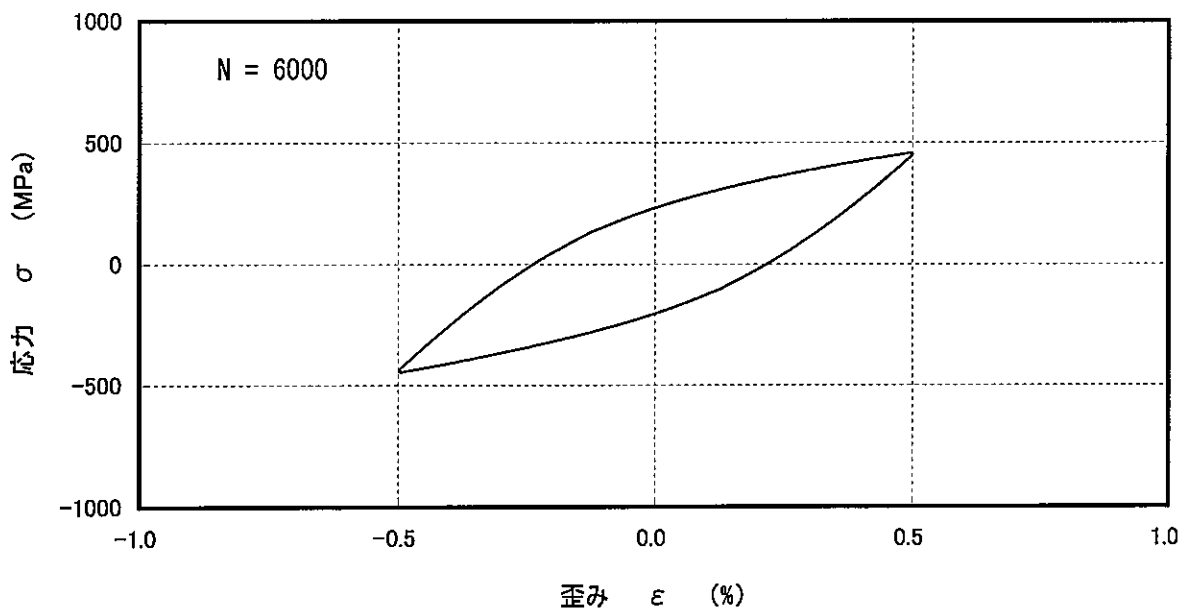
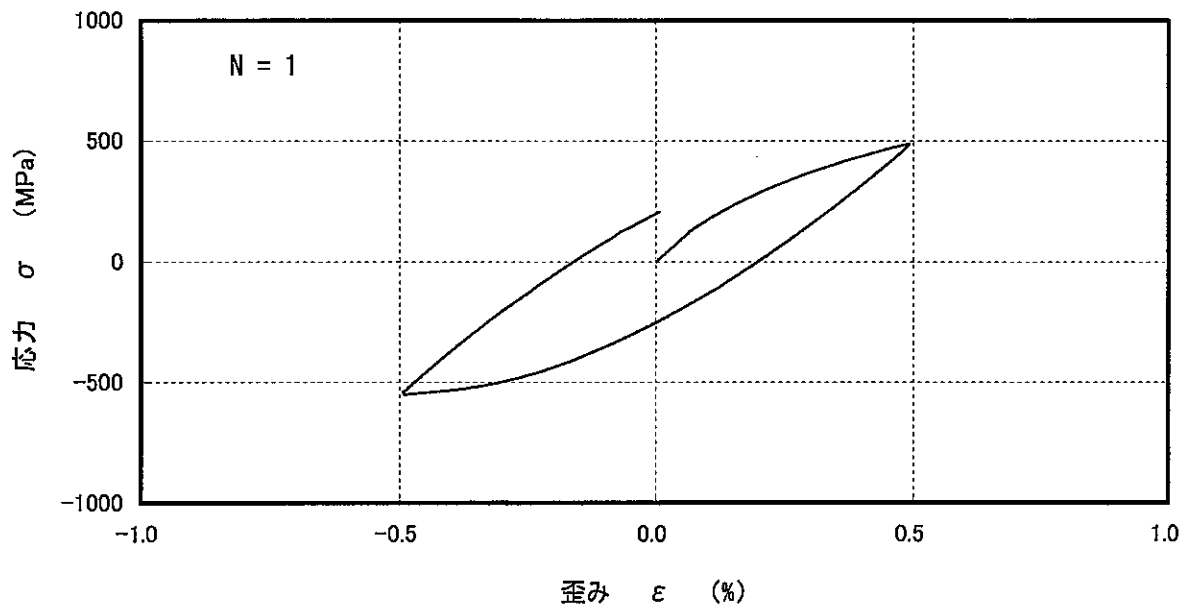
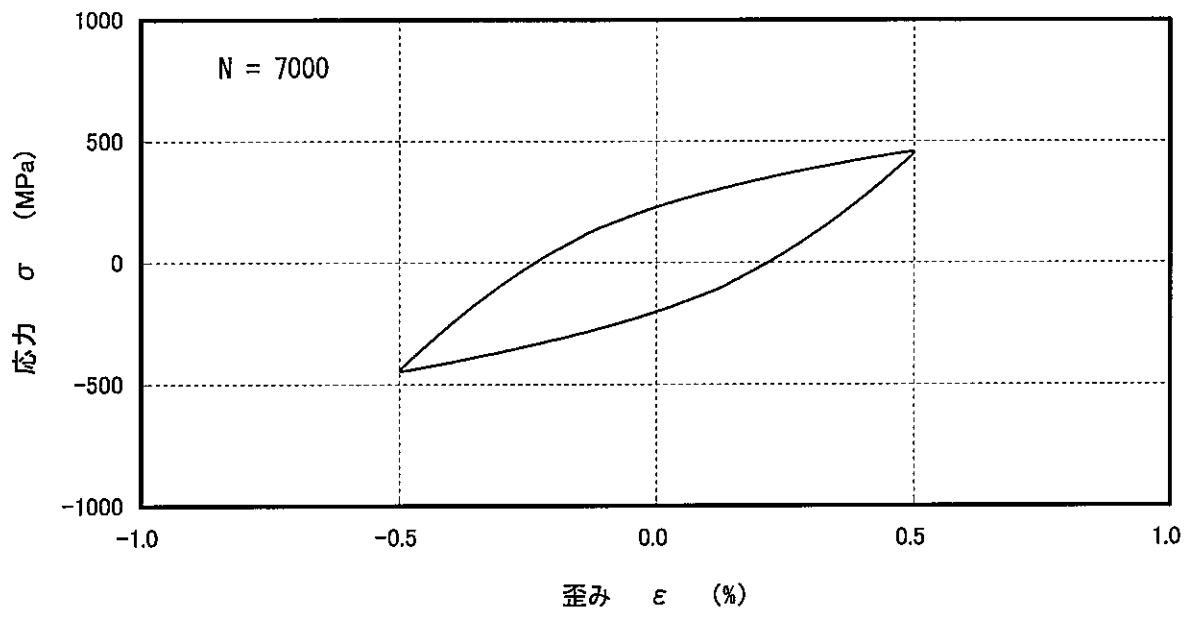
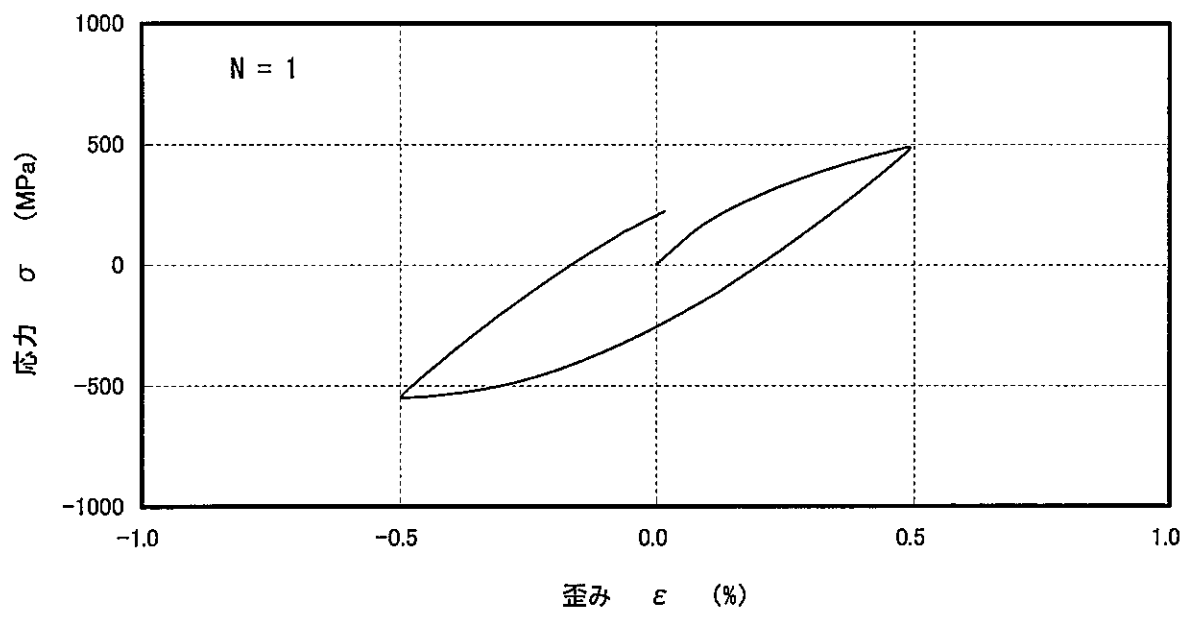


図 2.4 繰返しに伴うピーク応力の変化



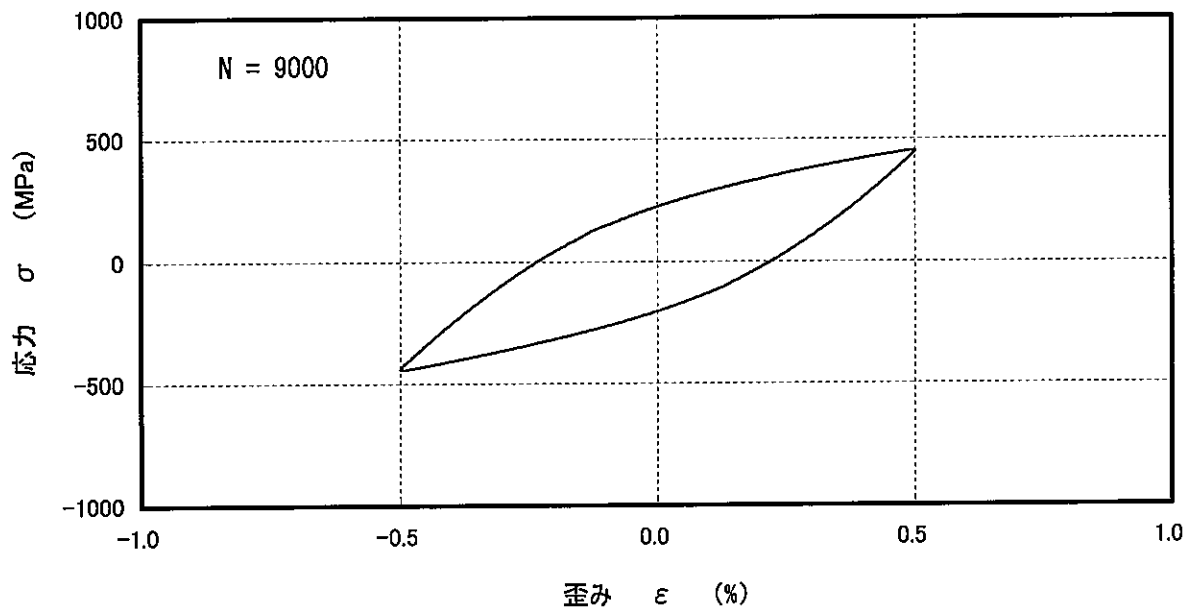
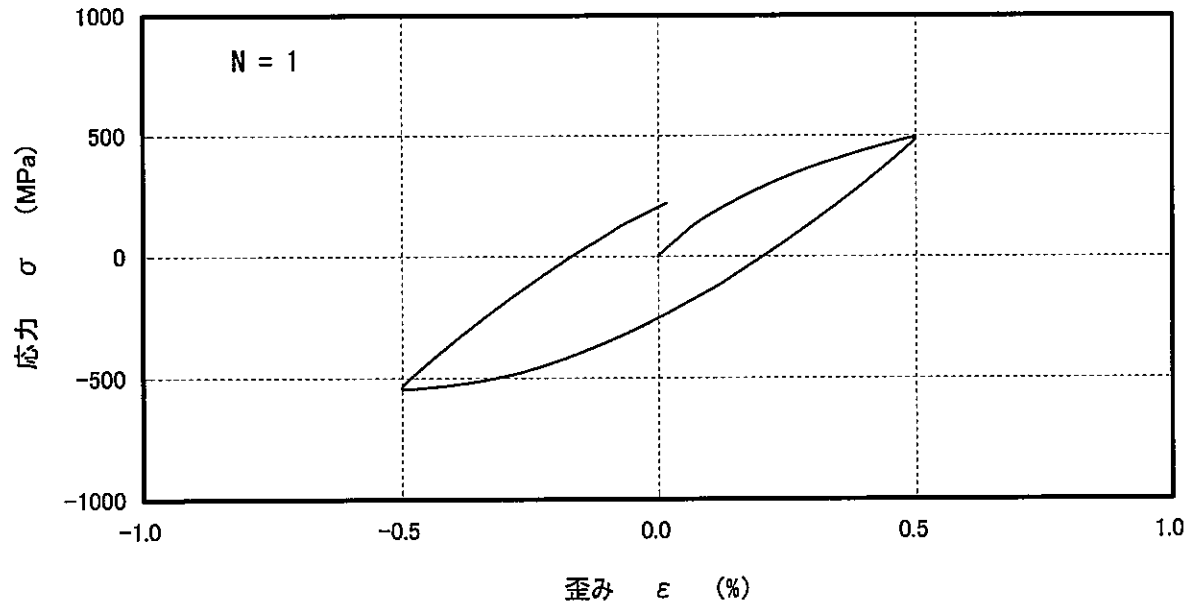
TPNo. F1
 $\Delta \varepsilon_t = 1.00\%$

図 3.1 ヒステリシスループ



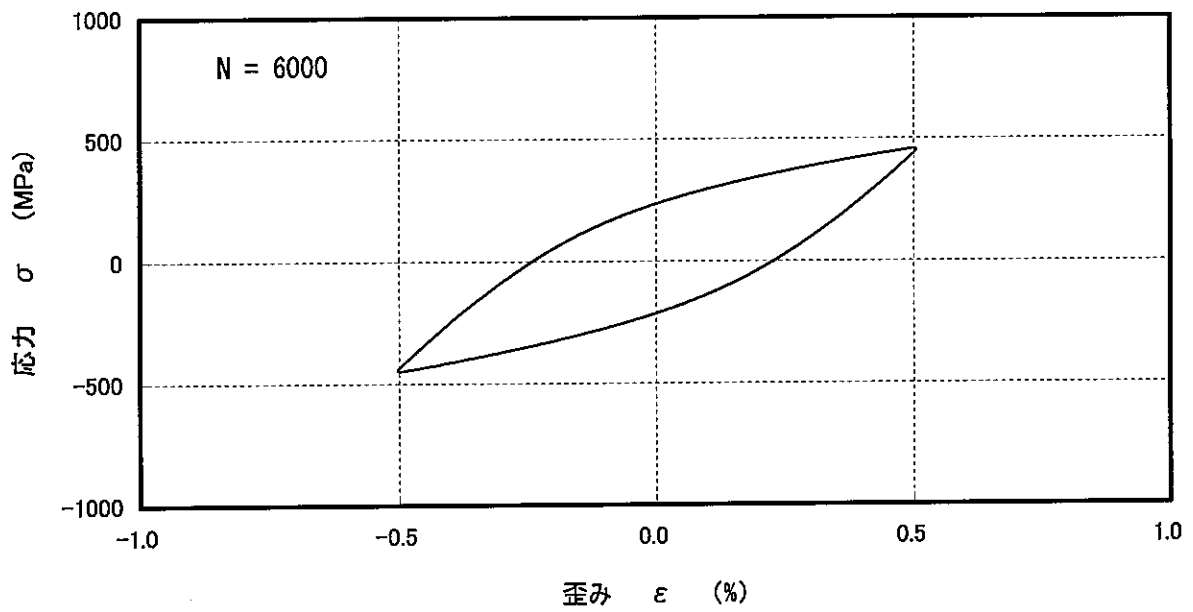
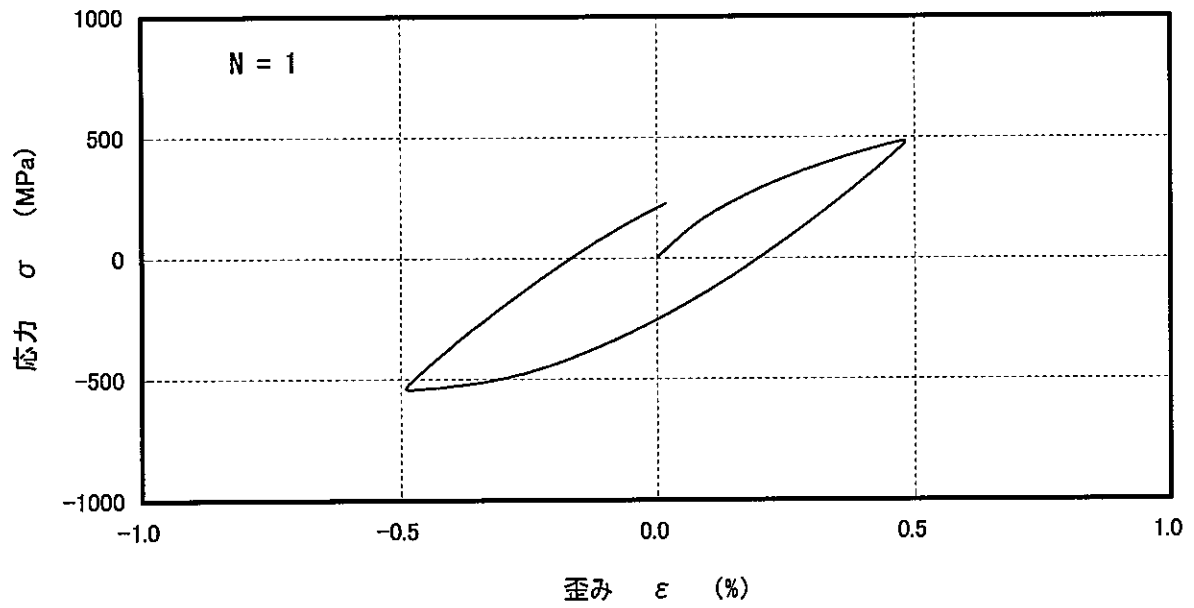
TPNo. F2
 $\Delta \varepsilon_t = 1.00\%$

図 3.2 ヒステリシスループ



TPNo. F3
 $\Delta \epsilon_t = 1.00\%$

図 3.3 ヒステリシスループ



TPNo. F4
 $\Delta \varepsilon_t = 1.01\%$

図 3.4 ヒステリシスループ

表 2.1 低サイクル疲労試験データシート

試験片符号	F1		試験機	MTS New810
試験片直径	6.35	mm	材質	SUS304
試験条件	試験速度	0.2%/sec	ヤング率 (N=1)	—
	温度	RT	ポアソン比	—
	歪み比 R_ϵ	-1		
	波形	三角波		
	保持 (引張)	—		
保持 (圧縮)	—			

$N \doteq N_f/2$	(cycles)	6,000		
	$\Delta \epsilon_t$ (%)	1.00	σ_{max} (MPa)	457
	$\Delta \epsilon_{in}$ (%)	0.46	σ_{min} (MPa)	-444
	$\Delta \epsilon_e$ (%)	0.54	$\Delta \sigma$ (MPa)	901

N_f	(cycles)	>12,602	主き裂発生位置	B
-------	----------	---------	---------	---

N (cycle)	σ_{max} (MPa)	σ_{min} (MPa)	$\Delta \sigma$ (MPa)	備考
1	487	-550	1,037	
2	537	-544	1,081	
3	548	-540	1,088	
5	559	-537	1,096	
7	561	-534	1,095	
10	562	-532	1,094	
15	560	-528	1,088	
20	560	-524	1,084	
30	552	-520	1,072	
50	544	-513	1,057	
70	538	-507	1,045	
100	531	-502	1,033	
150	522	-495	1,017	
200	516	-489	1,005	
300	507	-483	990	
500	497	-473	970	
700	490	-467	957	
1,000	483	-461	944	
1,500	475	-455	930	
2,000	470	-452	922	
3,000	465	-447	912	
5,000	458	-444	902	
6,000	457	-444	901	
7,000	456	-444	900	
10,000	455	-444	899	
12,374	436	-445	881	
12,509	412	-443	855	
12,567	391	-440	831	
12,590	381	-439	820	
12,602	374	-436	810	
以下余白				

表 2.2 低サイクル疲労試験データシート

試験片符号	F2
試験片直径	6.35 mm

試験機	MTS New810
材質	SUS304

試験条件	試験速度	0.2%/sec
	温度	RT
	歪み比 R_ϵ	-1
	波形	三角波
	保持 (引張)	—
	保持 (圧縮)	—

ヤング率 (N=1)	—
ポアソン比	—

$N=N_f/2$	(cycles)	7,000		
	$\Delta \epsilon_t$ (%)	1.00	σ_{max} (MPa)	458
	$\Delta \epsilon_{in}$ (%)	0.46	σ_{min} (MPa)	-444
	$\Delta \epsilon_o$ (%)	0.54	$\Delta \sigma$ (MPa)	902

N_f	(cycles)	>13,764	主き裂発生位置	A
-------	----------	---------	---------	---

N (cycle)	σ_{max} (MPa)	σ_{min} (MPa)	$\Delta \sigma$ (MPa)	備考
1	490	-549	1,039	
2	539	-545	1,084	
3	552	-541	1,093	
5	560	-538	1,098	
7	564	-535	1,099	
10	563	-532	1,095	
15	562	-532	1,094	
20	559	-526	1,085	
30	553	-521	1,074	
50	545	-514	1,059	
70	539	-510	1,049	
100	532	-504	1,036	
150	523	-497	1,020	
200	518	-493	1,011	
300	510	-486	996	
500	499	-476	975	
700	492	-471	963	
1,000	485	-465	950	
1,500	478	-458	936	
2,000	473	-455	928	
3,000	467	-450	917	
5,000	461	-446	907	
7,000	458	-444	902	
10,000	457	-445	902	
13,530	437	-449	886	
13,672	414	-447	861	
13,742	393	-445	838	
13,764	382	-444	826	
以下余白				

表 2.3 低サイクル疲労試験データシート

試験片符号	F3
試験片直径	6.35 mm

試験機	MTS New810
材質	SUS304

試験条件	試験速度	0.2%/sec
	温度	RT
	歪み比 R_ε	-1
	波形	三角波
	保持 (引張)	—
	保持 (圧縮)	—

ヤング率 (N=1)	—
ポアソン比	—

$N = N_f/2$	(cycles)	9,000		
	$\Delta \varepsilon_t$ (%)	1.00	σ_{max} (MPa)	452
	$\Delta \varepsilon_{in}$ (%)	0.46	σ_{min} (MPa)	-443
	$\Delta \varepsilon_o$ (%)	0.54	$\Delta \sigma$ (MPa)	895

N_f	(cycles)	17,740	破断位置	B
-------	----------	--------	------	---

N	σ_{max}	σ_{min}	$\Delta \sigma$	備考
(cycle)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	
1	492	-544	1,036	
2	540	-541	1,081	
3	552	-538	1,090	
5	560	-536	1,096	
7	562	-533	1,095	
10	562	-530	1,092	
15	559	-527	1,086	
20	556	-524	1,080	
30	550	-520	1,070	
50	542	-513	1,055	
70	535	-508	1,043	
100	529	-502	1,031	
150	520	-495	1,015	
200	514	-489	1,003	
300	505	-483	988	
500	495	-474	969	
700	489	-468	957	
1,000	481	-463	944	
1,500	473	-457	930	
2,000	468	-454	922	
3,000	463	-449	912	
5,000	457	-445	902	
7,000	454	-443	897	
9,000	452	-443	895	
10,000	453	-446	899	
15,000	454	-448	902	
17,483	432	-447	879	
17,597	410	-445	855	
17,688	367	-443	810	
17,740	330	-439	769	
17,797	280	-434	714	
17,853	239	-431	670	
17,914	203	-429	632	
以下余白				

表 2.4 低サイクル疲労試験データシート

試験片符号	F4
試験片直径	6.35 mm

試験機	MTS New810
材質	SUS304

試験条件	試験速度	0.2%/sec
	温度	RT
	歪み比 R_ϵ	-1
	波形	三角波
	保持 (引張)	—
	保持 (圧縮)	—

ヤング率 (N=1)	—
ポアソン比	—

$N = N_f/2$	(cycles)	6,000		
	$\Delta \epsilon_t$ (%)	1.01	σ_{max} (MPa)	457
	$\Delta \epsilon_{in}$ (%)	0.47	σ_{min} (MPa)	-447
	$\Delta \epsilon_e$ (%)	0.54	$\Delta \sigma$ (MPa)	904

N_f	(cycles)	11,144	破断位置	B
-------	----------	--------	------	---

N	σ_{max}	σ_{min}	$\Delta \sigma$	備考
(cycle)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	
1	484	-544	1,028	
2	537	-539	1,076	
3	551	-538	1,089	
5	561	-535	1,096	
7	564	-533	1,097	
10	565	-530	1,095	
15	561	-526	1,087	
20	559	-523	1,082	
30	553	-518	1,071	
50	544	-511	1,055	
70	538	-506	1,044	
100	531	-501	1,032	
150	523	-494	1,017	
200	516	-489	1,005	
300	508	-482	990	
500	497	-474	971	
700	489	-468	957	
1,000	483	-463	946	
1,500	474	-458	932	
2,000	469	-454	923	
3,000	463	-450	913	
5,000	458	-447	905	
6,000	457	-447	904	
7,000	456	-447	903	
10,000	454	-447	901	
10,948	432	-446	878	
11,028	409	-444	853	
11,098	365	-441	806	
11,144	324	-438	762	
11,181	292	-435	727	
11,221	262	-430	692	
11,262	236	-426	662	
11,331	202	-419	621	
以下余白				

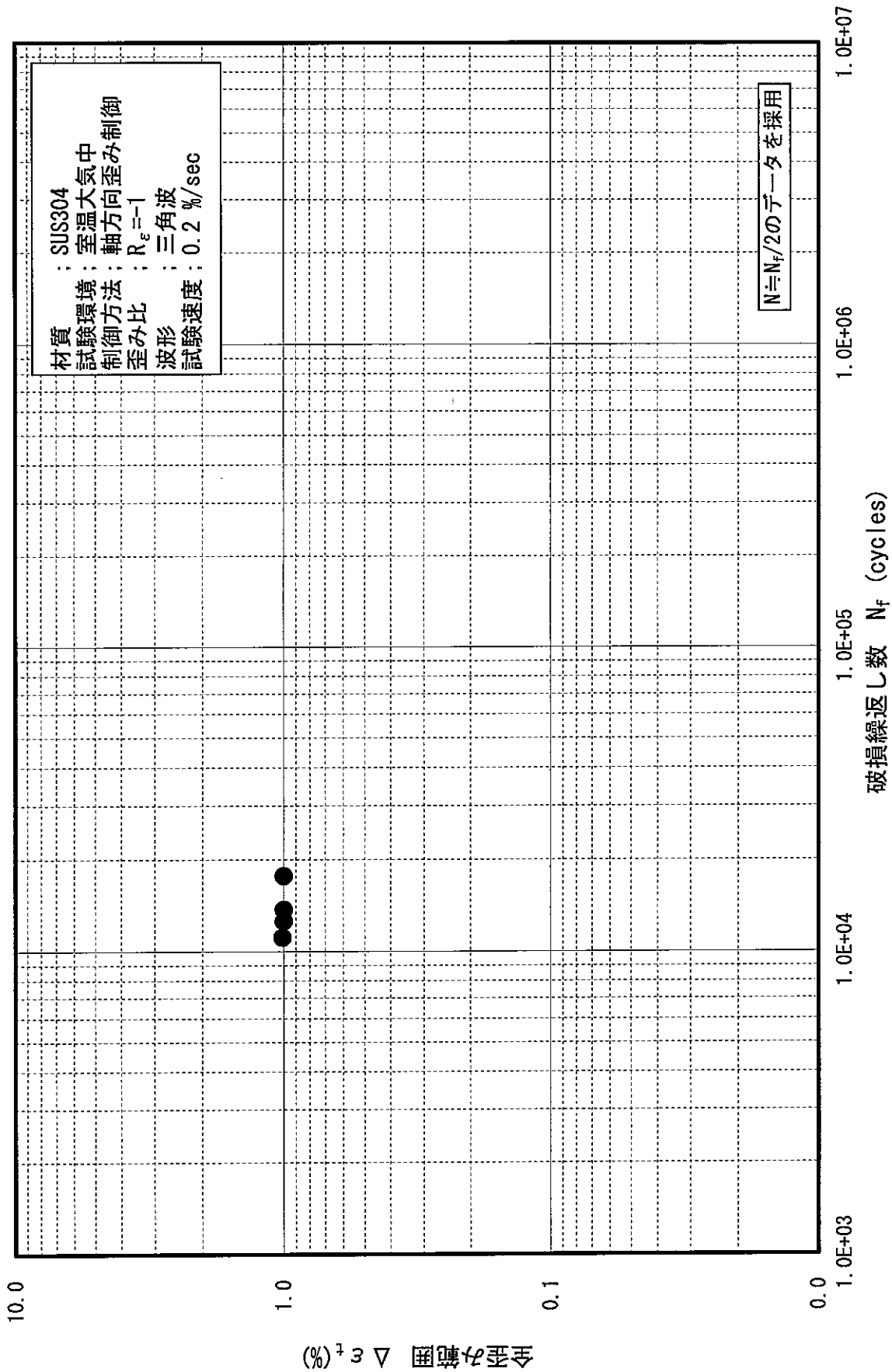


図 4 全歪み範囲と破損繰返し数の関係