PNC N241 81-25(2)

高速原型炉高温構造設計方針
材料強度基準等

動力炉核燃料開発事業団
57. 3. 18
技術情報室

昭和56年11月

動力炉・核燃料開発事業団

目　　次

別表 1　材料強度基準等 …… 1

別図 1　材料強度基準等 …… 29

付　　録 …… 105

別表1　材料強度基準等

＜内　　容＞

別表1.1　最大許容応力強さ　S_o

SUS304 …… 5

SUS316 …… 5

SUS321伝熱管 …… 5

2¼Cr−1Mo(NT)板 …… 5

2¼Cr−1Mo(NT)伝熱管 …… 5

別表1.2　設計応力強さ　S_m

SUS304 …… 6

SUS316 …… 6

SUS321伝熱管 …… 6

2¼Cr−1Mo(NT)板 …… 6

2¼Cr−1Mo(NT)伝熱管 …… 6

別表1.3　設計応力強さ　S_t

−(a)　SUS304 …… 7

−(b)　SUS316 …… 7

−(c)　SUS321伝熱管 …… 8

−(d)　2¼Cr−1Mo(NT)板 …… 9

−(e)　2¼Cr−1Mo(NT)伝熱管 …… 9

別表1.4　設計降伏点　S_y

SUS304 …… 10

SUS316 …… 10

SUS321伝熱管 …… 10

2¼Cr−1Mo(NT)板 …… 10

2¼Cr−1Mo(NT)伝熱管 …… 10

別表1.5　設計クリープ破断応力強さ　S_R

−(a)　SUS304 …… 11

—(b) SUS316 …… 11

—(c) SUS321伝熱管 …… 12

—(d) 2¼Cr—1Mo(NT)板 …… 13

—(e) 2¼Cr—1Mo(NT)伝熱管 …… 13

別表1.6 設計引張強さ S_m

SUS304 …… 14

SUS316 …… 14

SUS321伝熱管 …… 14

2¼Cr—1Mo(NT)板 …… 14

2¼Cr—1Mo(NT)伝熱管 …… 14

別表1.7 設計緩和強さ S_r

—(a) SUS304 …… 15

—(b) SUS316 …… 15

—(c) SUS321伝熱管 …… 16

—(d) 2¼Cr—1Mo(NT)板 …… 17

—(e) 2¼Cr—1Mo(NT)伝熱管 …… 17

別表1.8 縦弾性係数 E

SUS304, SUS316及びSUS321 …… 18

2¼Cr—1Mo …… 18

別表1.9 ポアソン比 ν

SUS304, SUS316及びSUS321 …… 18

2¼Cr—1Mo …… 18

別表1.10 熱膨張係数 α

SUS304, SUS316及びSUS321 …… 19

2¼Cr—1Mo …… 19

別表1.11 許容ひずみ範囲(A) ε_t

—(a), (c) SUS304及びSUS321 …… 20

—(b) SUS316 …… 21

—(d), (e) 2¼Cr—1Mo(NT) …… 22

別表1.12 許容ひずみ範囲(B) ε_t

—(a), (c) SUS304及びSUS321 …… 23

—(b) SUS316 …… 24

—(d), (e) 2¼Cr—1Mo(NT) …… 25

別表1.13 許容ひずみ範囲(C) ε_t

—(a), (c) SUS304及びSUS321 …… 26

—(b) SUS316 …… 27

—(d), (e) 2¼Cr—1Mo(NT) …… 28

別表 1.1　最大許容応力強さ　S_0（kg／mm²）

DS M 5509

温　度　℃	SUS304	SUS316	SUS321伝熱管	2½Cr-1Mo(NT)板	2¼Cr-1Mo(NT)伝熱管
−30〜40	13.2	13.2	13.2	13.2	10.5
75	12.8	13.2	13.0	13.1	10.5
100	12.4	13.2	12.8	13.0	10.5
150	11.7	12.9	12.2	12.6	10.5
200	11.3	12.9	12.0	12.3	10.5
225	11.2	12.7	12.0	12.2	10.5
250	11.2	12.7	12.0	12.1	10.5
275	11.2	12.5	11.9	12.1	10.5
300	11.2	12.1	11.7	12.1	10.5
325	11.2	11.9	11.5	12.1	10.5
350	11.2	11.7	11.3	12.1	10.5
375	11.1	11.4	11.1	12.0	10.5
400	11.1	11.3	11.0	11.9	10.5
425	10.7	11.2	10.9	11.8	10.5
450	10.5	11.1	10.5	11.5	10.2
475	10.4	10.9	10.1	10.6	9.4
500	10.2	10.9	10.0	8.7	8.3
525	9.9	10.9	9.8	6.5	6.5
550	9.2	10.5	9.6	4.9	4.9
575	8.0	9.7	8.2	—	—
600	6.5	8.3	5.7	—	—
625	5.3	6.7	3.3	—	—
650	4.2	5.1	—	—	—

別表 1.2　設計応力強さ　Sm（kg／mm²）

DS M 5509

温度 ℃	SUS304	SUS316	SUS321伝熱管	2¼Cr-1Mo(NT)板	2¼Cr-1Mo(NT)伝熱管
−30〜40	14.0	14.0	14.0	17.7	14.0
75	14.0	14.0	14.0	15.9	12.7
100	14.0	14.0	14.0	15.8	12.7
150	14.0	14.0	14.0	15.2	12.6
200	13.2	13.5	13.1	14.9	12.4
225	12.8	13.2	12.7	14.8	12.4
250	12.4	12.8	12.2	14.7	12.4
275	12.0	12.4	12.0	14.7	12.4
300	11.7	12.1	11.7	14.7	12.4
325	11.5	11.9	11.4	14.7	12.4
350	11.3	11.6	11.3	14.6	12.4
375	11.1	11.4	11.1	14.6	12.4
400	10.9	11.2	11.0	14.5	12.4
425	10.6	11.1	10.9	14.3	12.4
450	10.4	10.9	10.9	13.8	12.1
475	10.2	10.7	10.9	13.3	11.8
500	10.0	10.6	10.9	12.5	11.5
525	9.9	10.4	10.8	11.5	10.9
550	9.7	10.3	10.7	10.4	10.2
575	9.5	10.2	10.5	—	—
600	9.4	10.0	10.4	—	—
625	9.2	9.8	10.3	—	—
650	9.0	9.6	10.1	—	—

別表 1.3 −(a)　SUS304の設計応力強さ　St（kg／mm²）

DS M 5509

温度℃＼時間hr	1	10	30	10^2	3×10^2	10^3	3×10^3	10^4	3×10^4	10^5	3×10^5
425	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	14.9	14.9	14.9
450	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.6	14.6	14.6	14.5	14.2
475	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.3	14.3	14.2	14.1	13.3	11.9
500	14.1	14.1	14.1	14.1	14.0	14.0	13.9	13.7	12.7	11.1	9.9
525	13.9	13.9	13.9	13.7	13.6	13.5	13.2	12.1	10.7	9.3	8.1
550	13.7	13.6	13.5	13.3	13.0	12.7	11.7	10.1	8.9	7.6	6.6
575	13.5	13.1	12.9	12.5	12.1	11.3	9.9	8.5	7.3	6.2	5.3
600	13.1	12.4	12.0	11.4	10.6	9.5	8.3	7.0	6.0	5.0	4.2
625	12.5	11.4	10.7	9.8	8.9	7.9	6.9	5.7	4.9	4.0	3.3
650	11.6	10.0	9.1	8.1	7.1	6.2	5.4	4.6	3.9	3.1	2.5

（備考）　許容時間（hr）を定めるべき応力値（kg／mm²）が当該温度（℃）における表中の応力値よりも小さい場合は付録MBを用いて定めることができる。

別表 1.3 −(b)　SUS316の設計応力強さ　St（kg／mm²）

DS M 5509

温度℃＼時間hr	1	10	30	10^2	3×10^2	10^3	3×10^3	10^4	3×10^4	10^5	3×10^5
425	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2
450	14.9	14.9	14.9	14.9	14.9	14.9	14.9	14.9	14.9	14.9	14.9
475	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.6
500	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.4	14.3	12.6
525	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.2	14.2	14.1	13.5	11.6	10.1
550	14.1	14.1	14.1	14.0	14.0	13.8	13.6	12.7	10.9	9.3	7.9
575	13.9	13.8	13.8	13.6	13.4	13.0	12.1	10.3	8.7	7.3	6.1
600	13.6	13.4	13.2	12.8	12.2	11.4	9.9	8.2	6.9	5.5	4.5
625	13.1	12.6	12.1	11.1	10.1	8.8	7.6	6.3	5.2	4.1	3.2
650	12.3	11.2	10.1	8.7	7.4	6.1	5.1	4.1	3.2	2.3	—

（備考）　許容時間（hr）を定めるべき応力値（kg／mm²）が当該温度（℃）における表中の応力値よりも小さい場合は付録MBを用いて定めることができる。

別表 1.3－(c)　SUS321 伝熱管の設計応力強さ　St（kg／mm²）

DS M 5509

温度℃＼時間hr	1	10	30	10^2	3×10^2	10^3	3×10^3	10^4	3×10^4	10^5	3×10^5
425	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3
450	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3
475	16.2	16.2	16.2	16.2	16.2	16.2	16.2	16.2	16.2	16.2	15.9
500	16.2	16.2	16.2	16.2	16.2	16.2	16.1	16.1	16.1	14.8	12.8
525	16.0	16.0	16.0	16.0	15.9	15.9	15.9	15.8	14.0	11.8	9.9
550	15.8	15.8	15.7	15.7	15.6	15.5	15.4	13.1	11.1	9.1	7.5
575	15.6	15.5	15.4	15.3	15.2	14.9	12.7	10.5	8.6	6.8	5.3
600	15.3	15.1	14.9	14.7	14.4	12.1	10.1	8.1	6.4	4.6	—
625	15.0	14.5	14.1	13.6	11.9	9.7	7.8	5.9	4.2	—	—
650	14.4	13.5	12.8	11.6	9.5	7.5	5.7	—	—	—	—

（備考）　許容時間（hr）を定めるべき応力値（kg／mm²）が当該温度（℃）における表中の応力値よりも小さい場合は付録MBを用いて定めることができる。

別表 1.3－(d)　2¼ Cr－1Mo（NT）板の設計応力強さ　St（kg／mm²）

DS M 5509

温度℃＼時間hr	1	10	30	10^2	3×10^2	10^3	3×10^3	10^4	3×10^4	10^5	3×10^5
375	29.1	29.1	29.1	29.1	29.1	29.1	27.4	24.7	22.5	20.1	18.1
400	28.7	28.7	28.7	28.7	28.2	25.4	22.9	20.5	18.5	16.4	14.6
425	28.3	28.2	28.2	26.4	23.9	21.3	19.1	16.9	15.0	13.1	11.6
450	27.4	27.2	25.1	22.3	20.0	17.7	15.7	13.7	12.0	10.4	9.0
475	26.3	23.9	21.3	18.7	16.6	14.5	12.7	10.9	9.5	8.1	6.9
500	24.9	20.3	17.9	15.6	13.7	11.7	10.2	8.6	7.3	6.1	5.1
525	22.2	17.1	14.9	12.9	11.1	9.4	8.0	6.7	5.5	4.4	3.3
550	18.9	14.3	12.3	10.5	8.9	7.4	6.0	4.6	3.5	—	—

（備考）　許容時間（hr）を定めるべき応力値（kg／mm²）が当該温度（℃）における表中の応力値よりも小さい場合は付録MBを用いて定めることができる。

別表 1.3－(e)　2¼ Cr－1Mo（NT）伝熱管の設計応力強さ　St（kg／mm²）

DS M 5509

温度℃＼時間hr	1	10	30	10^2	3×10^2	10^3	3×10^3	10^4	3×10^4	10^5	3×10^5
375	23.7	23.7	23.7	23.7	23.6	23.6	23.6	23.6	22.5	20.1	18.1
400	23.5	23.5	23.5	23.5	23.4	23.4	22.9	20.5	18.5	16.4	14.6
425	23.3	23.3	23.2	23.2	23.1	21.3	19.1	16.9	15.0	13.1	11.6
450	22.5	22.5	22.4	22.2	20.0	17.7	15.7	13.7	12.0	10.4	9.0
475	21.7	21.5	21.2	18.7	16.6	14.5	12.7	10.9	9.5	8.1	6.9
500	20.9	20.2	17.9	15.6	13.7	11.7	10.2	8.6	7.3	6.1	5.1
525	19.8	17.1	14.9	12.9	11.1	9.4	8.0	6.7	5.5	4.4	3.3
550	18.2	14.3	12.3	10.5	8.9	7.4	6.0	4.6	3.5	—	—

（備考）　許容時間（hr）を定めるべき応力値（kg／mm²）が当該温度（℃）における表中の応力値よりも小さい場合は付録MBを用いて定めることができる。

別表 1.4　設計降伏点　S_y（kg／mm²）

DS M 5509

温度 ℃	SUS304	SUS316	SUS321伝熱管	2¼Cr-1Mo(NT)板	2¼Cr-1Mo(NT)伝熱管
−30〜40	21.0	21.0	21.0	32.0	21.0
75	18.7	19.1	18.9	28.9	20.1
100	17.4	17.9	17.6	27.4	19.5
150	15.8	16.4	15.9	26.0	19.0
200	14.7	15.2	14.6	25.0	18.9
225	14.2	14.7	14.1	24.8	18.8
250	13.8	14.2	13.6	24.7	18.8
275	13.4	13.8	13.3	24.6	18.8
300	13.0	13.4	13.0	24.6	18.8
325	12.7	13.1	12.7	24.5	18.8
350	12.6	12.9	12.5	24.5	18.8
375	12.4	12.7	12.3	24.4	18.8
400	12.1	12.5	12.2	24.2	18.8
425	11.8	12.4	12.1	23.9	18.8
450	11.6	12.1	12.1	23.3	18.2
475	11.3	11.9	12.1	22.6	17.7
500	11.1	11.8	12.1	21.7	17.3
525	11.0	11.6	12.0	21.0	16.9
550	10.8	11.4	11.9	20.0	16.5
575	10.6	11.3	11.7	—	—
600	10.4	11.1	11.6	—	—
625	10.2	10.9	11.4	—	—
650	10.0	10.7	11.2	—	—

別表 1.5－(a)　SUS304の設計クリープ破断応力強さ　S_R（kg／mm²）

DS M 5509

温度℃＼時間hr	1	10	30	10^2	3×10^2	10^3	3×10^3	10^4	3×10^4	10^5	3×10^5
425	39.8	39.8	39.8	39.8	39.8	39.8	38.1	34.4	31.2	28.1	25.4
450	39.6	39.6	39.6	39.6	39.6	36.3	32.9	29.5	26.6	23.8	21.3
475	38.9	38.9	38.9	38.9	35.2	31.5	28.3	25.2	22.6	20.0	17.8
500	37.9	37.9	37.9	34.0	30.6	27.2	24.3	21.4	19.1	16.7	14.8
525	36.7	36.7	33.4	29.6	26.5	23.3	20.7	18.1	16.0	13.9	12.2
550	35.3	32.8	29.2	25.7	22.8	19.9	17.6	15.2	13.3	11.4	9.9
575	33.7	28.7	25.5	22.2	19.6	17.0	14.8	12.7	11.0	9.3	8.0
600	31.7	25.1	22.1	19.1	16.7	14.3	12.4	10.5	9.0	7.5	6.3
625	28.7	21.8	19.1	16.4	14.2	12.0	10.3	8.6	7.3	6.0	5.0
650	25.2	18.9	16.4	13.9	11.9	10.0	8.5	7.0	5.8	4.7	3.8

（備考）　許容時間（hr）を定めるべき応力値（kg／mm²）が当該温度（℃）における表中の応力値よりも小さい場合は付録MBを用いて定めることができる。

別表 1.5－(b)　SUS316の設計クリープ破断応力強さ　S_R（kg／mm²）

DS M 5509

温度℃＼時間hr	1	10	30	10^2	3×10^2	10^3	3×10^3	10^4	3×10^4	10^5	3×10^5
425	43.5	43.5	43.5	43.5	43.5	43.5	43.5	43.5	42.4	38.0	34.3
450	43.5	43.5	43.5	43.5	43.5	43.5	43.5	39.6	35.7	31.7	28.4
475	43.5	43.5	43.5	43.5	43.5	41.9	37.7	33.4	29.8	26.3	23.3
500	43.0	43.0	43.0	43.0	40.3	35.7	31.8	27.9	24.7	21.5	18.9
525	42.1	42.1	42.1	38.7	34.4	30.2	26.7	23.2	20.3	17.4	15.1
550	40.9	40.9	37.7	33.1	29.2	25.3	22.2	19.0	16.4	13.9	11.8
575	39.4	36.7	32.4	28.1	24.6	21.1	18.2	15.4	13.1	10.9	9.1
600	37.5	31.6	27.6	23.7	20.5	17.4	14.8	12.3	10.3	8.3	6.8
625	35.3	27.0	23.4	19.9	17.0	14.1	11.9	9.7	7.9	6.2	4.8
650	31.1	23.0	19.7	16.4	13.9	11.3	9.3	7.4	5.8	4.4	3.2

（備考）　許容時間（hr）を定めるべき応力値（kg／mm²）が当該温度（℃）における表中の応力値よりも小さい場合は付録MBを用いて定めることができる。

別表 1.5－(c)　SUS321 伝熱管の設計クリープ破断応力強さ　S_R (kg/mm²)

DS M 5509

温度℃ ＼ 時間 hr	1	10	30	10^2	3×10^2	10^3	3×10^3	10^4	3×10^4	10^5	3×10^5
425	40.3	40.3	40.3	40.3	40.3	40.3	40.3	40.3	40.3	39.4	35.5
450	40.3	40.3	40.3	40.3	40.3	40.3	40.3	40.3	37.2	33.0	29.4
475	40.3	40.3	40.3	40.3	40.3	40.3	39.6	35.0	31.2	27.2	23.9
500	39.9	39.9	39.9	39.9	39.9	37.8	33.6	29.3	25.8	22.2	19.2
525	39.3	39.3	39.3	39.3	36.7	32.0	28.1	24.2	21.0	17.7	14.9
550	38.4	38.4	38.4	35.4	31.2	26.9	23.3	19.7	16.7	13.7	11.2
575	37.2	37.2	35.0	30.2	26.2	22.3	19.0	15.7	12.9	10.2	7.9
600	35.8	34.3	29.9	25.5	21.8	18.1	15.1	12.1	9.6	7.1	4.9
625	34.1	29.4	25.3	21.2	17.8	14.5	11.7	8.9	6.6	4.1	—
650	32.1	25.0	21.2	17.4	14.3	11.2	8.6	6.0	—	—	—

（備考）　許容時間（hr）を定めるべき応力値（kg／mm²）が当該温度（℃）における表中の応力値よりも小さい場合は付録MB を用いて定めることができる。

別表 1.5－(d)　2¼Cr－1Mo(NT) 板の設計クリープ破断応力強さ　S_R (kg/mm²)

DS M 5509

温度℃ ＼ 時間 hr	1	10	30	10^2	3×10^2	10^3	3×10^3	10^4	3×10^4	10^5	3×10^5
375	43.8	43.8	43.8	43.8	43.8	43.8	41.1	37.1	33.7	30.2	27.2
400	43.6	43.6	43.6	43.6	42.3	38.1	34.4	30.8	27.7	24.6	21.9
425	42.9	42.9	42.9	39.6	35.8	31.9	28.6	25.3	22.5	19.7	17.4
450	41.5	41.5	37.7	33.5	30.0	26.5	23.5	20.5	18.0	15.6	13.5
475	39.8	35.8	32.0	28.1	24.9	21.7	19.1	16.4	14.2	12.1	10.3
500	37.5	30.4	26.9	23.4	20.5	17.6	15.3	12.9	11.0	9.1	7.6
525	33.3	25.6	22.4	19.3	16.7	14.1	12.0	10.0	8.3	6.7	5.3
550	28.4	21.4	18.5	15.7	13.3	11.1	9.2	7.5	6.0	4.6	3.5

（備考）　許容時間（hr）を定めるべき応力値（kg／mm²）が当該温度（℃）における表中の応力値よりも小さい場合は付録MB を用いて定めることができる。

別表 1.5－(e)　2¼Cr－1Mo(NT)伝熱管の設計クリープ破断応力強さ　S_R (kg/mm²)

DS M 5509

温度℃ ＼ 時間 hr	1	10	30	10^2	3×10^2	10^3	3×10^3	10^4	3×10^4	10^5	3×10^5
375	37.2	37.2	37.2	37.2	37.2	37.2	37.2	37.1	33.7	30.2	27.2
400	37.2	37.2	37.2	37.2	37.2	37.2	34.4	30.8	27.7	24.6	21.9
425	37.2	37.2	37.2	37.2	35.8	31.9	28.6	25.3	22.5	19.7	17.4
450	37.2	37.2	37.2	33.5	30.0	26.5	23.5	20.5	18.0	15.6	13.5
475	37.2	35.8	32.0	28.1	24.9	21.7	19.1	16.4	14.2	12.1	10.3
500	35.1	30.4	26.9	23.4	20.5	17.6	15.3	12.9	11.0	9.1	7.6
525	32.8	25.6	22.4	19.3	16.7	14.1	12.0	10.0	8.3	6.7	5.3
550	28.4	21.4	18.5	15.7	13.3	11.1	9.2	7.5	6.0	4.6	3.5

（備考）　許容時間（hr）を定めるべき応力値（kg／mm²）が当該温度（℃）における表中の応力値よりも小さい場合は付録MB を用いて定めることができる。

別表 1.6　設計引張強さ　S_a (kg/mm²)

DS M 5509

温度 ℃	SUS304	SUS316	SUS321伝熱管	2¼Cr-1Mo(NT)板	2¼Cr-1Mo(NT)伝熱管
−30〜40	53.0	53.0	53.0	53.0	42.0
75	47.5	49.9	47.8	47.7	38.2
100	45.0	48.5	45.5	47.4	38.2
150	43.0	45.1	43.8	45.7	37.7
200	41.0	44.9	42.0	44.6	37.2
225	40.8	44.5	41.6	44.4	37.2
250	40.5	44.1	41.2	44.1	37.2
275	40.2	43.8	40.7	44.0	37.2
300	39.9	43.5	40.3	44.0	37.2
325	39.9	43.5	40.3	44.0	37.2
350	39.9	43.5	40.3	43.9	37.2
375	39.9	43.5	40.3	43.8	37.2
400	39.9	43.5	40.3	43.6	37.2
425	39.8	43.5	40.3	42.9	37.2
450	39.6	43.5	40.3	41.5	37.2
475	38.9	43.5	40.3	39.8	37.2
500	37.9	43.0	39.9	37.5	35.1
525	36.7	42.1	39.3	34.5	32.8
550	35.3	40.9	38.4	31.1	30.5
575	33.7	39.4	37.2	—	—
600	31.7	37.5	35.8	—	—
625	29.6	35.3	34.1	—	—
650	27.3	32.8	32.1	—	—

別表 1.7−(a)　SUS304の設計緩和強さ　S_r (kg/mm²)

DS M 5509

温度℃ \ 時間 hr	1	10	30	10^2	3×10^2	10^3	3×10^3	10^4	3×10^4	10^5	3×10^5
425	15.9	15.9	15.9	15.9	15.8	15.7	15.5	15.0	14.7	14.4	13.9
450	15.6	15.6	15.6	15.5	15.3	14.8	14.2	13.7	13.3	12.6	11.7
475	15.3	15.2	15.1	14.8	14.2	13.2	12.5	12.0	11.3	10.3	9.3
500	15.0	14.7	14.3	13.4	12.3	11.3	10.7	10.0	9.1	8.1	7.2
525	14.7	13.8	12.8	11.4	10.3	9.5	8.9	8.0	7.1	6.1	5.4
550	14.1	12.1	10.7	9.3	8.4	7.6	7.0	6.1	5.3	4.4	3.8
575	12.9	10.0	8.6	7.4	6.6	5.9	5.3	4.5	3.8	3.1	2.6
600	11.2	8.0	6.8	5.7	5.1	4.5	3.9	3.2	2.6	2.0	—
625	9.2	6.2	5.1	4.3	3.7	3.2	2.7	2.1	—	—	—
650	7.3	4.7	3.8	3.1	2.6	2.2	—	—	—	—	—

別表 1.7−(b)　SUS316の設計緩和強さ　S_r (kg/mm²)

DS M 5509

温度℃ \ 時間 hr	1	10	30	10^2	3×10^2	10^3	3×10^3	10^4	3×10^4	10^5	3×10^5
425	16.6	16.6	16.6	16.6	16.6	16.6	16.6	16.5	16.5	16.5	16.5
450	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.3	16.2	16.2	16.2	16.0	15.7
475	16.0	16.0	16.0	15.9	15.8	15.6	15.6	15.4	15.1	14.5	13.7
500	15.9	15.8	15.7	15.4	15.1	15.0	14.7	14.1	13.1	12.0	11.2
525	15.5	15.2	14.7	14.1	13.9	13.5	12.7	11.4	10.2	9.0	8.3
550	15.1	13.8	13.0	12.5	12.1	11.1	9.8	8.4	7.2	6.3	5.6
575	14.1	11.7	11.0	10.5	9.6	8.3	7.0	5.7	4.7	3.9	3.3
600	12.0	9.3	8.7	8.0	7.0	5.7	4.5	3.4	2.6	—	—
625	9.4	6.9	6.4	5.6	4.6	3.5	2.5	—	—	—	—
650	6.8	4.8	4.3	3.5	2.6	—	—	—	—	—	—

別表 1.7－(c)　SUS321 伝熱管の設計緩和強さ　　S_r （kg／mm²）

DS M 5509

温度℃＼時間hr	1	10	30	10^2	3×10^2	10^3	3×10^3	10^4	3×10^4	10^5	3×10^5
425	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.3	16.3	16.2
450	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.3	16.2	16.1	16.0	15.8
475	16.4	16.4	16.4	16.4	16.3	16.2	16.0	15.8	15.6	15.2	14.7
500	16.4	16.4	16.3	16.2	16.0	15.6	15.3	14.9	14.3	13.6	13.1
525	16.2	16.1	15.9	15.5	14.9	14.4	13.9	13.0	12.1	11.4	10.5
550	16.0	15.6	15.0	14.0	13.3	12.6	11.6	10.5	9.7	8.7	7.4
575	15.6	14.3	13.1	12.0	11.2	10.1	8.9	7.9	7.0	5.7	4.1
600	14.8	12.2	10.8	9.7	8.7	7.4	6.3	5.3	4.2	—	—
625	13.2	9.6	8.3	7.3	6.1	4.7	—	—	—	—	—
650	10.8	7.1	5.9	4.7	—	—	—	—	—	—	—

別表 1.7－(d)　2¼Cr－1Mo(NT) 板の設計緩和強さ　　S_r （kg／mm²）

DS M 5509

温度℃＼時間hr	1	10	30	10^2	3×10^2	10^3	3×10^3	10^4	3×10^4	10^5	3×10^5
375	21.9	21.9	21.9	21.9	21.8	21.7	21.4	20.8	20.3	19.5	18.4
400	21.8	21.8	21.7	21.6	21.2	20.5	19.6	18.7	17.5	15.9	14.4
425	21.4	21.2	20.9	20.1	19.0	17.7	16.5	14.9	13.4	11.6	10.1
450	20.6	19.8	18.7	17.1	15.6	14.1	12.6	10.9	9.3	7.8	6.5
475	19.4	17.1	15.3	13.4	11.9	10.3	8.9	7.3	6.0	4.7	3.6
500	17.1	13.4	11.6	9.8	8.3	6.9	5.7	4.4	3.2	—	—
525	13.8	9.8	8.1	6.5	5.2	4.0	3.0	—	—	—	—
550	10.4	6.7	5.2	3.8	2.7	—	—	—	—	—	—

別表 1.7－(e)　2¼Cr－1Mo(NT) 伝熱管の設計緩和強さ　　S_r （kg／mm²）

DS M 5509

温度℃＼時間hr	1	10	30	10^2	3×10^2	10^3	3×10^3	10^4	3×10^4	10^5	3×10^5
375	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.5	18.4	18.2	17.7	17.2	16.7
400	18.6	18.6	18.6	18.5	18.4	18.1	17.5	16.7	15.9	14.8	13.5
425	18.6	18.5	18.4	18.1	17.4	16.3	15.2	14.0	12.7	11.2	9.7
450	18.2	17.8	17.2	16.0	14.7	13.2	12.0	10.5	9.0	7.5	6.3
475	17.5	16.0	14.6	12.8	11.3	9.8	8.5	7.1	5.8	4.5	3.4
500	16.1	13.0	11.3	9.5	8.0	6.7	5.5	4.3	3.2	—	—
525	13.6	9.7	8.0	6.4	5.1	3.9	3.0	—	—	—	—
550	10.4	6.7	5.2	3.8	2.7	—	—	—	—	—	—

別表 1.8　縦弾性係数　E（kg/mm²）

DS M 5509

温　度　℃	SUS304, SUS316 及び　SUS321	2¼Cr − 1Mo
375	17400	18600
400	17200	18400
425	17000	18100
450	16700	17700
475	16400	17400
500	16200	17000
525	15900	16500
550	15700	15800
575	15400	—
600	15200	—
625	14900	—
650	14700	—

別表 1.9　ポアソン比 ν

DS M 5509

温　度　℃	SUS304, SUS316 及び　SUS321	2¼Cr − 1Mo
375	0.300	0.300
400	0.300	0.300
425	0.300	0.300
450	0.300	0.300
475	0.301	0.300
500	0.302	0.300
525	0.304	0.300
550	0.306	0.300
575	0.308	—
600	0.310	—
625	0.312	—
650	0.314	—

別表 1.10　熱膨張係数　α（10^{-6}mm/mm/℃）

DS M 5509

温度　℃	SUS 304, SUS 316 及び　SUS 321		$2\frac{1}{4}$Cr − 1Mo	
	A	B	A	B
20	15.15	—	11.63	—
50	15.65	15.45	12.05	11.78
75	16.07	15.63	12.39	11.94
100	16.48	15.82	12.68	12.10
125	16.86	16.00	12.98	12.27
150	17.22	16.18	13.24	12.43
175	17.55	16.37	13.52	12.56
200	17.85	16.54	13.73	12.70
225	18.12	16.72	13.94	12.83
250	18.36	16.88	14.14	12.96
275	18.58	17.04	14.33	13.09
300	18.79	17.20	14.49	13.21
325	18.99	17.34	14.63	13.32
350	19.19	17.47	14.75	13.42
375	19.38	17.58	14.87	13.53
400	19.57	17.69	15.00	13.61
425	19.75	17.78	15.11	13.71
450	19.93	17.89	15.20	13.81
475	20.11	18.00	15.28	13.89
500	20.28	18.12	15.36	13.97
525	20.45	18.23	15.43	14.05
550	20.60	18.33	15.49	14.11
575	20.74	18.44	—	—
600	20.87	18.54	—	—
625	20.99	18.64	—	—
650	21.09	18.74	—	—

（備考）　Aは瞬時熱膨張係数
　　Bは室温からその温度までの平均熱膨張係数

別表1. 11－(a), (c)　SUS304及びSUS321の許容ひずみ範囲(A)　　ε_t (mm/mm)

DS M 5509

温度℃ / 繰返し回数 Nd	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650
10	0.0403	0.0389	0.0374	0.0359	0.0344	0.0327	0.0311	0.0295	0.0279	0.0262
2×10	0.0283	0.0272	0.0260	0.0248	0.0236	0.0223	0.0211	0.0198	0.0186	0.0173
4×10	0.0204	0.0195	0.0186	0.0176	0.0167	0.0157	0.0147	0.0138	0.0128	0.0119
10^2	0.0138	0.0131	0.0125	0.0118	0.0111	0.0104	0.00967	0.00900	0.00834	0.00769
2×10^2	0.0107	0.0101	0.00956	0.00900	0.00845	0.00791	0.00737	0.00685	0.00634	0.00585
4×10^2	0.00848	0.00803	0.00758	0.00714	0.00669	0.00626	0.00584	0.00542	0.00503	0.00464
10^3	0.00654	0.00619	0.00585	0.00550	0.00516	0.00483	0.00451	0.00420	0.00390	0.00361
2×10^3	0.00553	0.00524	0.00495	0.00466	0.00438	0.00410	0.00383	0.00357	0.00332	0.00308
4×10^3	0.00471	0.00446	0.00422	0.00397	0.00373	0.00349	0.00327	0.00304	0.00283	0.00262
10^4	0.00381	0.00361	0.00341	0.00321	0.00302	0.00283	0.00264	0.00246	0.00229	0.00212
2×10^4	0.00325	0.00308	0.00290	0.00274	0.00257	0.00241	0.00225	0.00210	0.00195	0.00181
4×10^4	0.00277	0.00262	0.00247	0.00233	0.00219	0.00205	0.00192	0.00179	0.00166	0.00154
10^5	0.00229	0.00217	0.00205	0.00193	0.00182	0.00171	0.00160	0.00149	0.00139	0.00129
2×10^5	0.00202	0.00192	0.00182	0.00171	0.00161	0.00152	0.00142	0.00133	0.00124	0.00116
4×10^5	0.00181	0.00172	0.00163	0.00154	0.00145	0.00137	0.00128	0.00120	0.00112	0.00105
10^6	0.00160	0.00152	0.00144	0.00136	0.00129	0.00121	0.00114	0.00107	0.00100	0.000936

（備考）　本表は繰返しひずみ速度が10^{-3} mm/mm/sec以上の場合に適用することができる。

別表1. 11 (b)　SUS316の許容ひずみ範囲(A)　　ε_t (mm/mm)

DS M 5509

温度℃ / 繰返し回数 Nd	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650
10	0.0283	0.0272	0.0260	0.0248	0.0236	0.0223	0.0211	0.0198	0.0186	0.0173
2×10	0.0204	0.0195	0.0186	0.0176	0.0167	0.0157	0.0147	0.0138	0.0128	0.0119
4×10	0.0151	0.0144	0.0137	0.0129	0.0122	0.0114	0.0107	0.00991	0.00919	0.00849
10^2	0.0107	0.0101	0.00956	0.00900	0.00845	0.00791	0.00737	0.00685	0.00634	0.00585
2×10^2	0.00848	0.00803	0.00758	0.00714	0.00669	0.00626	0.00584	0.00542	0.00503	0.00464
4×10^2	0.00694	0.00657	0.00620	0.00584	0.00548	0.00512	0.00478	0.00445	0.00413	0.00382
10^3	0.00553	0.00524	0.00495	0.00466	0.00438	0.00410	0.00383	0.00357	0.00332	0.00309
2×10^3	0.00471	0.00446	0.00422	0.00397	0.00373	0.00349	0.00327	0.00304	0.00283	0.00263
4×10^3	0.00401	0.00380	0.00359	0.00338	0.00318	0.00298	0.00278	0.00259	0.00241	0.00223
10^4	0.00325	0.00308	0.00290	0.00274	0.00257	0.00241	0.00225	0.00210	0.00195	0.00181
2×10^4	0.00277	0.00262	0.00247	0.00233	0.00219	0.00205	0.00192	0.00179	0.00166	0.00154
4×10^4	0.00239	0.00226	0.00214	0.00202	0.00190	0.00178	0.00167	0.00156	0.00145	0.00135
10^5	0.00202	0.00192	0.00182	0.00171	0.00161	0.00152	0.00142	0.00133	0.00124	0.00116
2×10^5	0.00181	0.00172	0.00163	0.00154	0.00145	0.00137	0.00128	0.00120	0.00112	0.00105
4×10^5	0.00165	0.00156	0.00148	0.00140	0.00132	0.00124	0.00117	0.00110	0.00103	0.000960
10^6	0.00147	0.00140	0.00133	0.00126	0.00119	0.00112	0.00105	0.000988	0.000927	0.000868

（備考）　本表は繰返しひずみ速度が10^{-3} mm/mm/sec以上の場合に適用することができる。

別表 1.11 −(d), (e)　2¼Cr−1Mo (NT) の許容ひずみ範囲(A)　　ε_t (mm/mm)

DS M 5509

温度℃ / 繰返し回数 Nd	375	400	425	450	475	500	525	550
10	0.0321	0.0307	0.0293	0.0279	0.0264	0.0249	0.0235	0.0220
2×10	0.0225	0.0215	0.0203	0.0192	0.0181	0.0170	0.0159	0.0147
4×10	0.0163	0.0154	0.0146	0.0137	0.0128	0.0120	0.0111	0.0103
10^2	0.0111	0.0105	0.00985	0.00922	0.00860	0.00799	0.00740	0.00683
2×10^2	0.00865	0.00814	0.00764	0.00715	0.00666	0.00619	0.00573	0.00529
4×10^2	0.00695	0.00654	0.00614	0.00574	0.00535	0.00498	0.00461	0.00427
10^3	0.00544	0.00512	0.00481	0.00450	0.00420	0.00392	0.00364	0.00337
2×10^3	0.00463	0.00436	0.00410	0.00383	0.00358	0.00334	0.00310	0.00287
4×10^3	0.00395	0.00372	0.00349	0.00327	0.00305	0.00284	0.00264	0.00245
10^4	0.00319	0.00301	0.00282	0.00264	0.00247	0.00230	0.00214	0.00198
2×10^4	0.00272	0.00256	0.00240	0.00225	0.00210	0.00196	0.00182	0.00169
4×10^4	0.00232	0.00219	0.00206	0.00193	0.00180	0.00168	0.00157	0.00145
10^5	0.00195	0.00184	0.00173	0.00162	0.00152	0.00142	0.00133	0.00123
2×10^5	0.00173	0.00164	0.00154	0.00145	0.00136	0.00127	0.00119	0.00111
4×10^5	0.00157	0.00148	0.00139	0.00131	0.00123	0.00116	0.00108	0.00101
10^6	0.00139	0.00132	0.00124	0.00117	0.00110	0.00103	0.000968	0.000906

（備考）　本表は繰返しひずみ速度が 10^{-3} mm/mm/sec 以上の場合に適用することができる。

別表 1. 12−(a), (c)　SUS304 及び SUS321 の許容ひずみ範囲(B)　　ε_t (mm/mm)

DS M 5509

温度℃ / 繰返し回数 Nd	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650
10	0.0313	0.0291	0.0269	0.0247	0.0225	0.0204	0.0184	0.0164	0.0145	0.0128
2×10	0.0219	0.0202	0.0186	0.0169	0.0153	0.0138	0.0124	0.0110	0.00973	0.00856
4×10	0.0159	0.0146	0.0134	0.0122	0.0110	0.00989	0.00885	0.00788	0.00698	0.00617
10^2	0.0111	0.0102	0.00930	0.00846	0.00765	0.00690	0.00619	0.00554	0.00494	0.00440
2×10^2	0.00881	0.00809	0.00740	0.00674	0.00612	0.00553	0.00499	0.00448	0.00402	0.00360
4×10^2	0.00723	0.00666	0.00610	0.00557	0.00507	0.00460	0.00417	0.00376	000339	0.00305
10^3	0.00581	0.00536	0.00493	0.00450	0.00410	0.00372	000337	0.00304	0.00274	0.00247
2×10^3	0.00495	0.00457	0.00419	0.00383	0.00349	0.00317	0.00287	0.00259	0.00234	0.00210
4×10^3	0.00422	0.00389	0.00357	0.00326	0.00297	0.00270	0.00244	0.00221	0.00199	0.00179
10^4	0.00341	0.00314	0.00288	0.00264	0.00240	0.00218	0.00198	0.00179	0.00161	0.00145
2×10^4	0.00291	0.00268	0.00246	0.00226	0.00206	0.00188	0.00171	0.00155	0.00141	0.00127
4×10^4	0.00253	0.00234	0.00215	0.00198	0.00181	0.00166	0.00151	0.00138	0.00125	0.00114
10^5	0.00216	0.00200	0.00185	0.00170	0.00157	0.00144	0.00132	0.00120	0.00110	0.00100
2×10^5	0.00195	0.00181	0.00167	0.00155	0.00142	0.00131	0.00120	0.00110	0.00101	0.000921
4×10^5	0.00178	0.00165	0.00153	0.00142	0.00131	0.00121	0.00111	0.00102	0.000935	0.000856
10^6	0.00160	0.00149	0.00138	0.00128	0.00119	0.00110	0.00101	0.000931	0.000856	0.000786

（備考）　本表は繰返しひずみ速度が 10^{-6} mm/mm/sec 以上の場合に適用することができる。

別表 1. 12—(b)　SUS 316 の許容ひずみ範囲(B)　　ε_t (mm/mm)

DS M 5509

温度℃ / 繰返し回数 Nd	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650
10	0.0219	0.0202	0.0186	0.0169	0.0153	0.0138	0.0124	0.0110	0.00973	0.00856
2×10	0.0159	0.0146	0.0134	0.0122	0.0110	0.00989	0.00885	0.00788	0.00698	0.00617
4×10	0.0120	0.0111	0.0101	0.00917	0.00830	0.00747	0.00670	0.00599	0.00533	0.00473
10^2	0.00881	0.00809	0.00740	0.00674	0.00612	0.00553	0.00499	0.00448	0.00402	0.00360
2×10^2	0.00723	0.00666	0.00610	0.00557	0.00507	0.00460	0.00417	0.00376	0.00339	0.00305
4×10^2	0.00611	0.00563	0.00517	0.00474	0.00432	0.00392	0.00355	0.00320	0.00289	0.00260
10^3	0.00494	0.00456	0.00419	0.00383	0.00349	0.00317	0.00287	0.00259	0.00234	0.00210
2×10^3	0.00421	0.00388	0.00357	0.00327	0.00298	0.00270	0.00244	0.00221	0.00199	0.00179
4×10^3	0.00359	0.00331	0.00304	0.00279	0.00254	0.00230	0.00208	0.00188	0.00169	0.00152
10^4	0.00291	0.00268	0.00246	0.00226	0.00206	0.00188	0.00171	0.00155	0.00141	0.00127
2×10^4	0.00253	0.00234	0.00215	0.00198	0.00181	0.00166	0.00151	0.00138	0.00125	0.00114
4×10^4	0.00224	0.00207	0.00191	0.00176	0.00162	0.00149	0.00136	0.00124	0.00113	0.00103
10^5	0.00195	0.00181	0.00167	0.00155	0.00142	0.00131	0.00120	0.00110	0.00101	0.000921
2×10^5	0.00178	0.00165	0.00153	0.00142	0.00131	0.00121	0.00111	0.00102	0.000935	0.000856
4×10^5	0.00164	0.00153	0.00142	0.00131	0.00122	0.00112	0.00103	0.000951	0.000874	0.000802
10^6	0.00147	0.00139	0.00129	0.00120	0.00111	0.00103	0.000951	0.000877	0.000807	0.000742

（備考）　本表は繰返しひずみ速度が 10^{-6} mm/mm/sec 以上の場合に適用することができる。

別表 1.12 —(d), (e)　2¼Cr-1Mo (NT) の許容ひずみ範囲(B)　　ε_t (mm/mm)

DS M 5509

温度℃ / 繰返し回数 Nd	375	400	425	450	475	500	525	550
10	0.0229	0.0210	0.0191	0.0172	0.0155	0.0138	0.0122	0.0107
2×10	0.0161	0.0147	0.0133	0.0119	0.0107	0.00950	0.00841	0.00740
4×10	0.0118	0.0108	0.00973	0.00875	0.00783	0.00698	0.00620	0.00549
10^2	0.00842	0.00766	0.00694	0.00626	0.00563	0.00505	0.00451	0.00403
2×10^2	0.00681	0.00621	0.00564	0.00511	0.00461	0.00415	0.00373	0.00335
4×10^2	0.00568	0.00519	0.00473	0.00430	0.00390	0.00353	0.00318	0.00285
10^3	0.00459	0.00420	0.00383	0.00348	0.00316	0.00286	0.00257	0.00231
2×10^3	0.00391	0.00358	0.00326	0.00297	0.00269	0.00243	0.00219	0.00196
4×10^3	0.00333	0.00305	0.00278	0.00253	0.00229	0.00208	0.00187	0.00167
10^4	0.00269	0.00247	0.00225	0.00205	0.00186	0.00168	0.00152	0.00137
2×10^4	0.00232	0.00213	0.00195	0.00178	0.00162	0.00147	0.00134	0.00121
4×10^4	0.00205	0.00188	0.00173	0.00158	0.00144	0.00132	0.00120	0.00109
10^5	0.00177	0.00163	0.00150	0.00138	0.00127	0.00116	0.00106	0.000966
2×10^5	0.00161	0.00149	0.00137	0.00127	0.00116	0.00107	0.000976	0.000893
4×10^5	0.00148	0.00137	0.00127	0.00117	0.00108	0.000990	0.000908	0.000832
10^6	0.00134	0.00125	0.00116	0.00107	0.000985	0.000908	0.000835	0.000767

（備考）　本表は繰返しひずみ速度が 10^{-6} mm/mm/sec 以上の場合に適用することができる。

別表 1. 13－(a), (c)　SUS304 及び SUS321 の許容ひずみ範囲(C)　　ε_t (mm/mm)

DS M 5509

繰返し回数 Nd ＼ 温度℃	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650
10	0.0266	0.0241	0.0217	0.0194	0.0172	0.0151	0.0132	0.0114	0.00983	0.00842
2×10	0.0187	0.0168	0.0151	0.0134	0.0119	0.0104	0.00911	0.00793	0.00687	0.00593
4×10	0.0137	0.0124	0.0111	0.00987	0.00875	0.00771	0.00677	0.00593	0.00518	0.00452
10^2	0.00981	0.00886	0.00796	0.00711	0.00634	0.00563	0.00498	0.00440	0.00388	0.00342
2×10^2	0.00796	0.00720	0.00649	0.00583	0.00522	0.00466	0.00415	0.00369	0.00327	0.00290
4×10^2	0.00666	0.00604	0.00547	0.00493	0.00443	0.00397	0.00353	0.00314	0.00279	0.00247
10^3	0.00539	0.00489	0.00443	0.00399	0.00359	0.00321	0.00286	0.00254	0.00226	0.00200
2×10^3	0.00459	0.00417	0.00377	0.00340	0.00306	0.00273	0.00243	0.00216	0.00192	0.00170
4×10^3	0.00391	0.00355	0.00321	0.00290	0.00261	0.00233	0.00207	0.00184	0.00164	0.00145
10^4	0.00316	0.00287	0.00260	0.00235	0.00211	0.00190	0.00170	0.00152	0.00136	0.00122
2×10^4	0.00273	0.00249	0.00226	0.00205	0.00185	0.00167	0.00151	0.00135	0.00122	0.00109
4×10^4	0.00241	0.00220	0.00201	0.00183	0.00166	0.00150	0.00135	0.00122	0.00110	0.000992
10^5	0.00209	0.00192	0.00176	0.00160	0.00146	0.00132	0.00120	0.00109	0.000986	0.000891
2×10^5	0.00191	0.00175	0.00161	0.00147	0.00134	0.00122	0.00111	0.00101	0.000916	0.000831
4×10^5	0.00176	0.00162	0.00149	0.00136	0.00125	0.00114	0.00104	0.000944	0.000859	0.000780
10^6	0.00160	0.00147	0.00136	0.00125	0.00114	0.00105	0.000957	0.000873	0.000796	0.000725

別表 1. 13－(b)　SUS316 の許容ひずみ範囲(C)　　ε_t (mm/mm)

DS M 5509

繰返し回数 Nd ＼ 温度℃	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650
10	0.0187	0.0168	0.0151	0.0134	0.0119	0.0104	0.00911	0.00793	0.00687	0.00593
2×10	0.0137	0.0124	0.0111	0.00987	0.00875	0.00771	0.00677	0.00593	0.00518	0.00452
4×10	0.0106	0.00954	0.00856	0.00765	0.00680	0.00603	0.00533	0.00470	0.00414	0.00364
10^2	0.00796	0.00720	0.00649	0.00583	0.00522	0.00466	0.00415	0.00369	0.00327	0.00290
2×10^2	0.00666	0.00604	0.00547	0.00493	0.00443	0.00397	0.00353	0.00314	0.00279	0.00247
4×10^2	0.00567	0.00515	0.00466	0.00420	0.00377	0.00338	0.00301	0.00268	0.00238	0.00211
10^3	0.00459	0.00416	0.00377	0.00340	0.00305	0.00273	0.00243	0.00216	0.00192	0.00170
2×10^3	0.00391	0.00355	0.00321	0.00289	0.00260	0.00233	0.00207	0.00184	0.00164	0.00145
4×10^3	0.00333	0.00302	0.00273	0.00246	0.00222	0.00199	0.00178	0.00159	0.00142	0.00127
10^4	0.00273	0.00249	0.00226	0.00205	0.00185	0.00167	0.00151	0.00135	0.00122	0.00109
2×10^4	0.00241	0.00220	0.00201	0.00183	0.00166	0.00150	0.00135	0.00122	0.00110	0.000992
4×10^4	0.00216	0.00198	0.00181	0.00165	0.00150	0.00136	0.00124	0.00112	0.00101	0.000913
10^5	0.00191	0.00175	0.00161	0.00147	0.00134	0.00122	0.00111	0.00101	0.000916	0.000831
2×10^5	0.00176	0.00162	0.00149	0.00136	0.00125	0.00114	0.00104	0.000944	0.000859	0.000780
4×10^5	0.00163	0.00151	0.00139	0.00127	0.00117	0.00107	0.000975	0.000889	0.000810	0.000738
10^6	0.00147	0.00138	0.00128	0.00118	0.00108	0.000990	0.000906	0.000829	0.000757	0.000690

別表1.13 —(d), (e) 2¼Cr－1Mo(NT)の許容ひずみ範囲(C)　ε_t (mm/mm)

DS M 5509

温度℃ / 繰返し回数Nd	375	400	425	450	475	500	525	550
10	0.0185	0.0165	0.0146	0.0128	0.0112	0.00971	0.00838	0.00720
2×10	0.0132	0.0117	0.0104	0.00913	0.00799	0.00697	0.00606	0.00525
4×10	0.00990	0.0883	0.00783	0.00692	0.00609	0.00535	0.00469	0.00410
10^2	0.00728	0.00652	0.00582	0.00518	0.00460	0.00407	0.00360	0.00319
2×10^2	0.00602	0.00542	0.00486	0.00435	0.00388	0.00346	0.00307	0.00271
4×10^2	0.00513	0.00462	0.00414	0.00370	0.00330	0.00294	0.00261	0.00231
10^3	0.00415	0.00373	0.00335	0.00299	0.00267	0.00238	0.00212	0.00187
2×10^3	0.00354	0.00318	0.00285	0.00255	0.00228	0.00203	0.00180	0.00159
4×10^3	0.00301	0.00271	0.00243	0.00217	0.00194	0.00173	0.00154	0.00137
10^4	0.00245	0.00221	0.00200	0.00180	0.00161	0.00145	0.00130	0.00116
2×10^4	0.00215	0.00195	0.00177	0.00159	0.00144	0.00130	0.00117	0.00105
4×10^4	0.00192	0.00175	0.00159	0.00144	0.00130	0.00118	0.00106	0.000957
10^5	0.00169	0.00154	0.00141	0.00128	0.00116	0.00105	0.000955	0.000865
2×10^5	0.00155	0.00142	0.00130	0.00119	0.00108	0.000981	0.000891	0.000809
4×10^5	0.00144	0.00132	0.00121	0.00111	0.00101	0.000920	0.000838	0.000762
10^6	0.00132	0.00122	0.00112	0.00102	0.000935	0.000854	0.000779	0.000710

別図 1.　材料強度基準等

＜内　容＞

別図 1. 1　最大許容応力強さ　S_o
- SUS304 …… 31
- SUS316 …… 31
- SUS321 伝熱管 …… 31
- 2¼Cr－1Mo(NT)板 …… 31
- 2¼Cr－1Mo(NT)伝熱管 …… 31

別図 1. 2　設計応力強さ　S_m
- SUS304 …… 32
- SUS316 …… 32
- SUS321 伝熱管 …… 32
- 2¼Cr－1Mo(NT)板 …… 32
- 2¼Cr－1Mo(NT)伝熱管 …… 32

別図 1. 3　設計応力強さ　S_t
- —(a) SUS304 …… 33
- —(b) SUS316 …… 34
- —(c) SUS321 伝熱管 …… 35
- —(d) 2¼Cr－1Mo(NT)板 …… 36
- —(e) 2¼Cr－1Mo(NT)伝熱管 …… 37

別図 1. 4　設計降伏点　S_y
- SUS304 …… 38
- SUS316 …… 38
- SUS321 伝熱管 …… 38
- 2¼Cr－1Mo(NT)板 …… 38
- 2¼Cr－1Mo(NT)伝熱管 …… 38

別図 1. 5　設計クリープ破断応力強さ　S_R
- —(a) SUS304 …… 39
- —(b) SUS316 …… 40
- —(c) SUS321 伝熱管 …… 41
- —(d) 2¼Cr－1Mo(NT)板 …… 42
- —(e) 2¼Cr－1Mo(NT)伝熱管 …… 43

別図 1. 6　設計引張強さ　S_u
SUS 304 …… 44
SUS 316 …… 44
SUS 321 伝熱管 …… 44
2¼Cr－1Mo（NT）板 …… 44
2¼Cr－1Mo（NT）伝熱管 …… 44

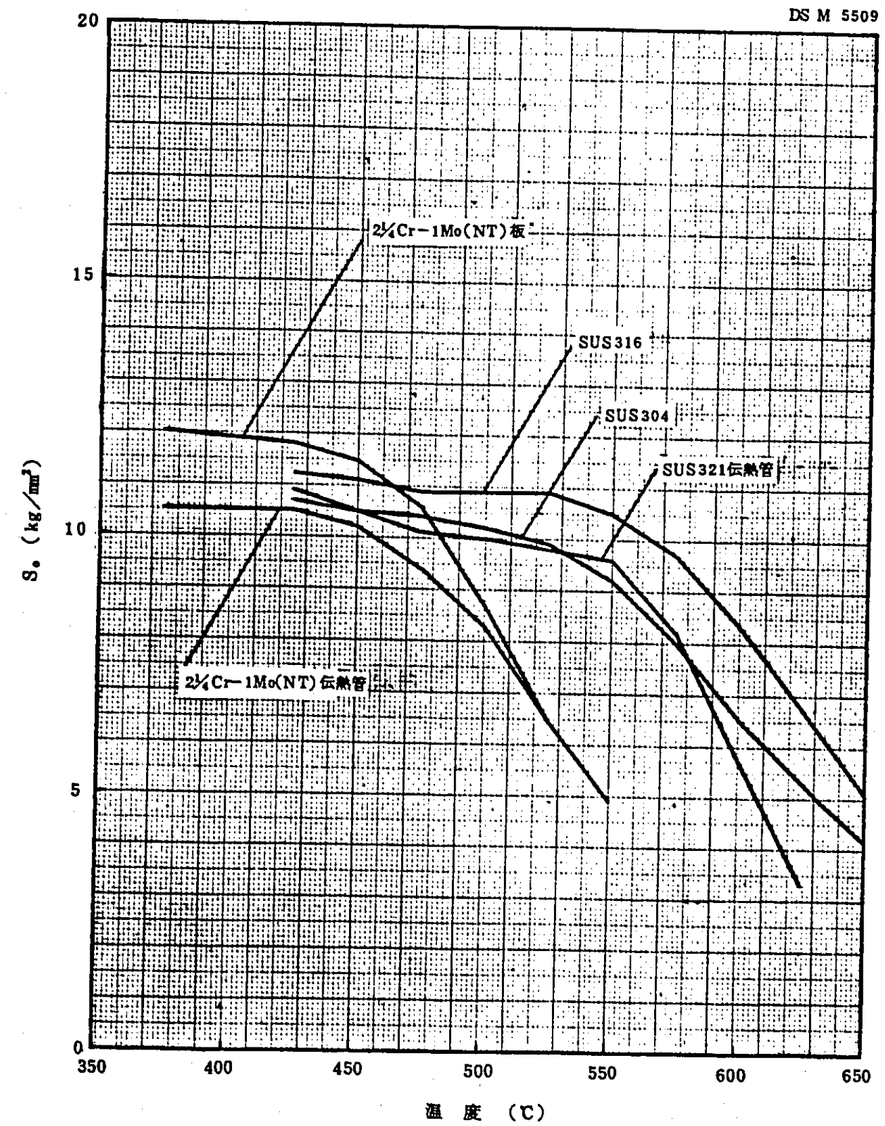
別図 1. 7　設計緩和強さ　S_r
－(a)　SUS 304 …… 45
－(b)　SUS 316 …… 46
－(c)　SUS 321 伝熱管 …… 47
－(d)　2¼Cr－1Mo（NT）板 …… 48
－(e)　2¼Cr－1Mo（NT）伝熱管 …… 49

別図 1. 8　許容ひずみ範囲(A)　ε_t
－(a),(c)　SUS 304 及び SUS 321 …… 50
－(b)　SUS 316 …… 51
－(d),(e)　2¼Cr－1Mo（NT） …… 52

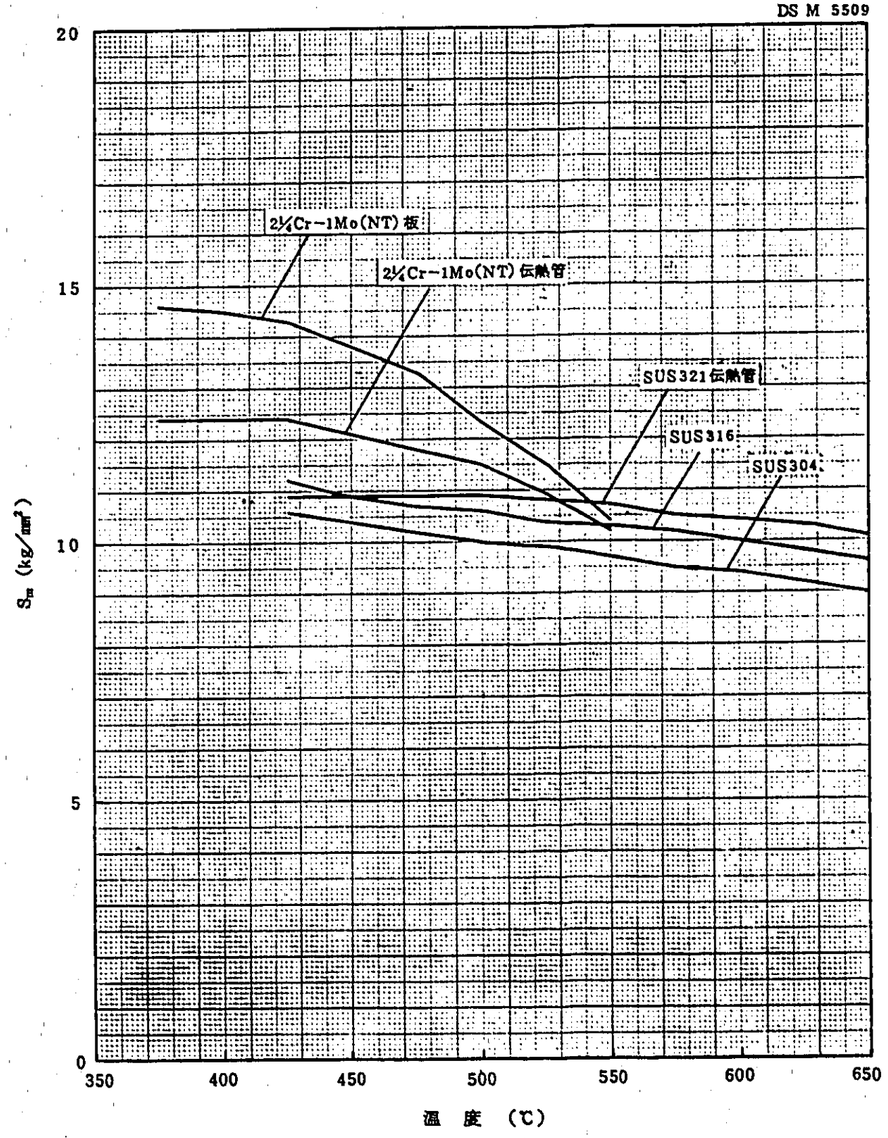
別図 1. 9　許容ひずみ範囲(B)　ε_t
－(a),(c)　SUS 304 及び SUS 321 …… 53
－(b)　SUS 316 …… 54
－(d),(e)　2¼Cr－1Mo（NT） …… 55

別図 1. 10　許容ひずみ範囲(C)　ε_t
－(a),(c)　SUS 304 及び SUS 321 …… 56
－(b)　SUS 316 …… 57
－(d),(e)　2¼Cr－1Mo（NT） …… 58

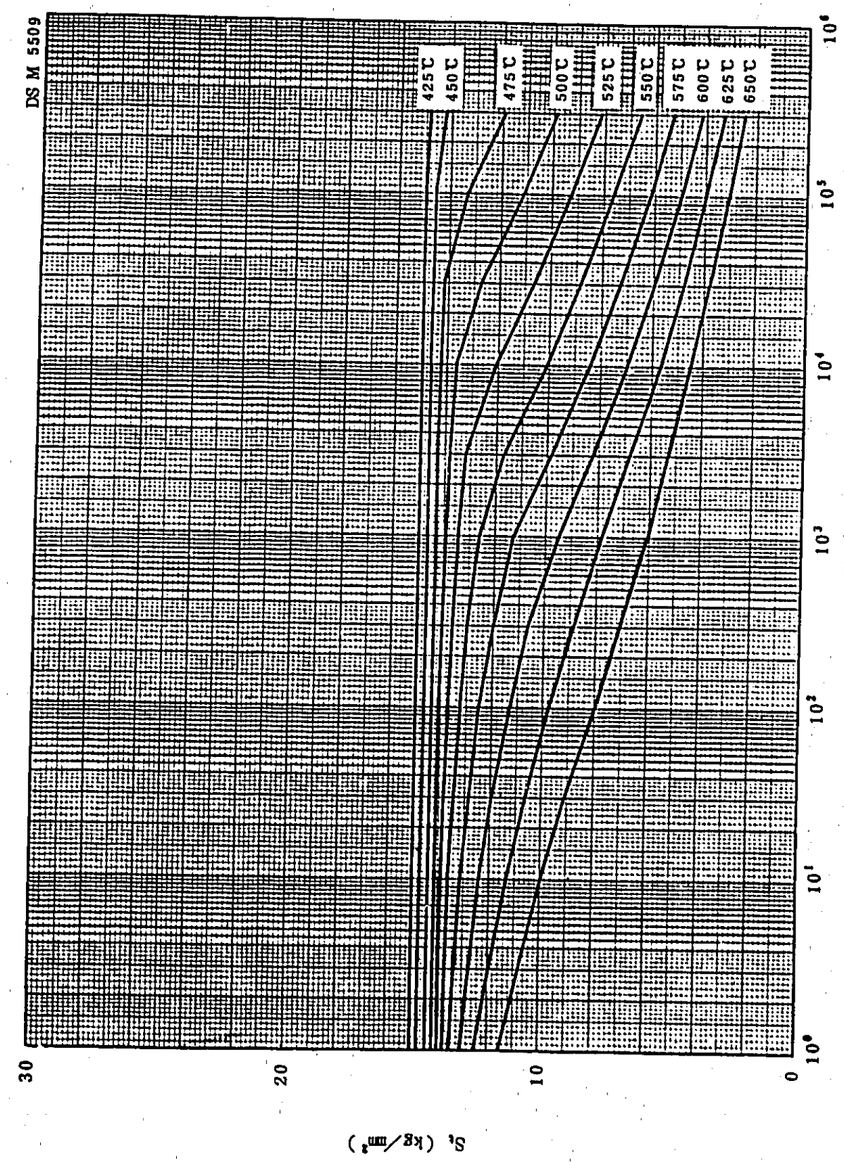
別図 1. 11　等時応力－ひずみ線図
－(a)(1)～(10)　SUS 304 …… 59
－(b)(1)～(10)　SUS 316 …… 69
－(c)(1)～(10)　SUS 321 伝熱管 …… 79
－(d)(1)～(8)　2¼Cr－1Mo（NT）板 …… 89
－(e)(1)～(8)　2¼Cr－1Mo（NT）伝熱管 …… 97



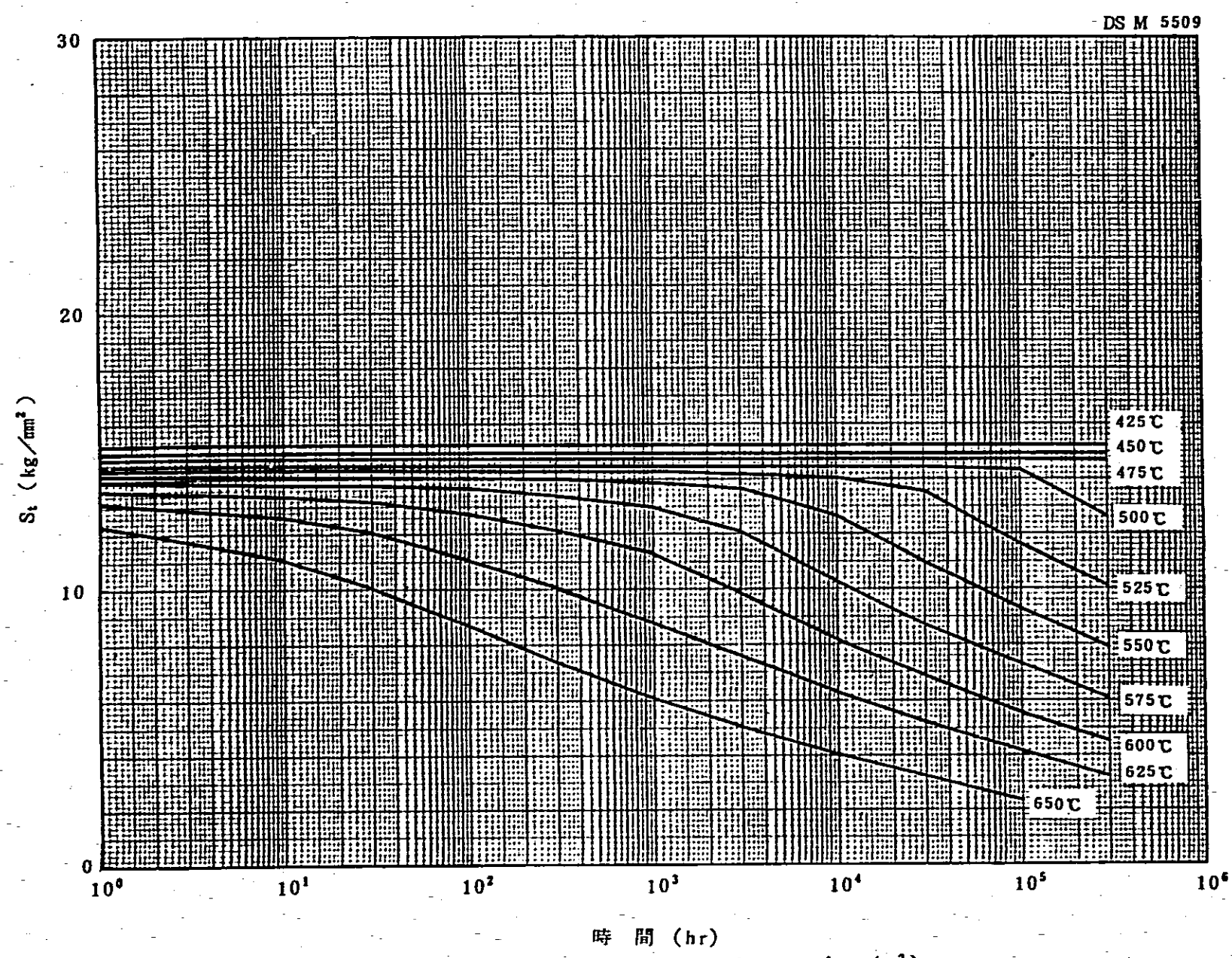
別図 1. 1　最大許容応力強さ　S_o (kg/mm²)



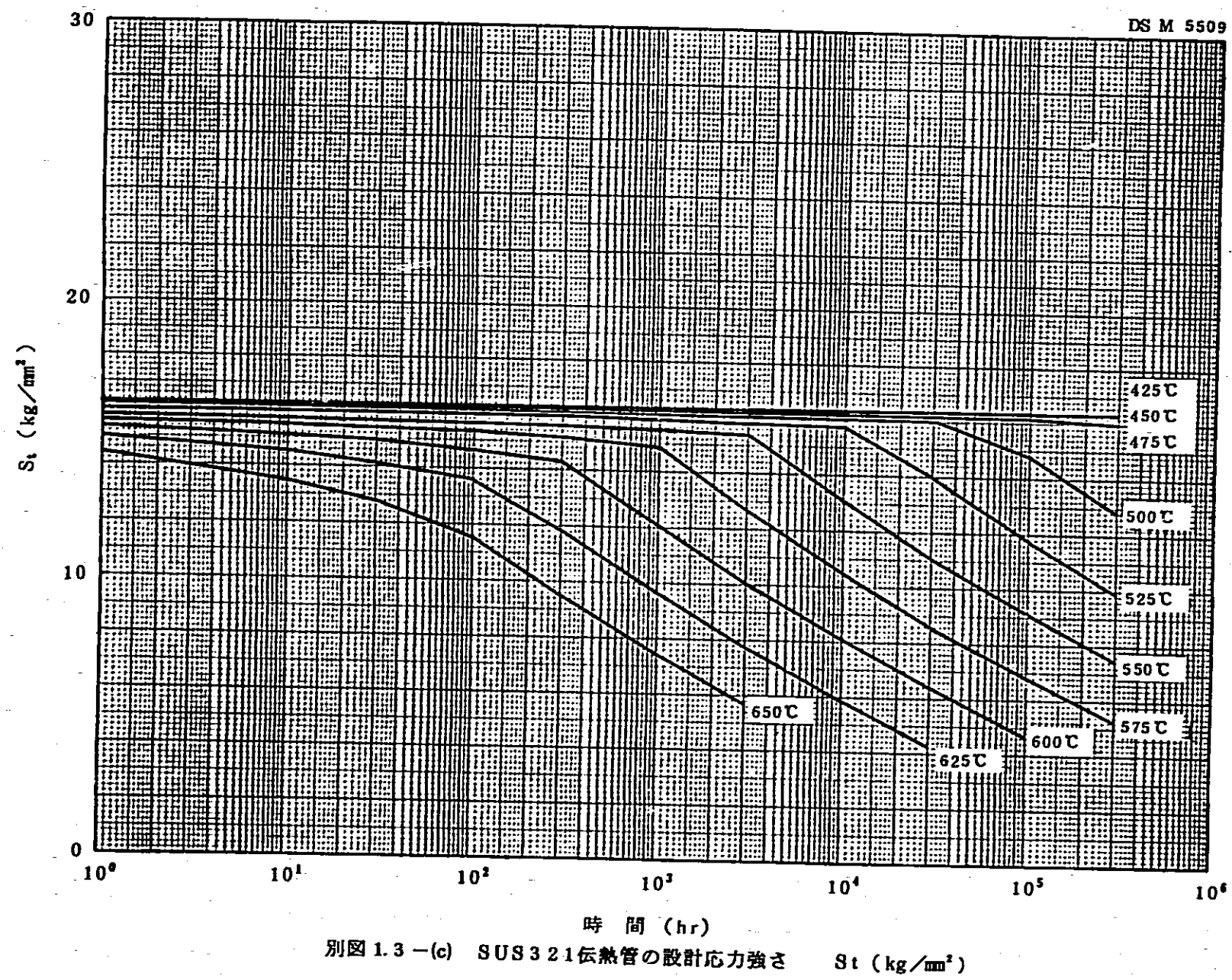
別図1.2 設 計 応 力 強 さ　S_m (kg/mm²)



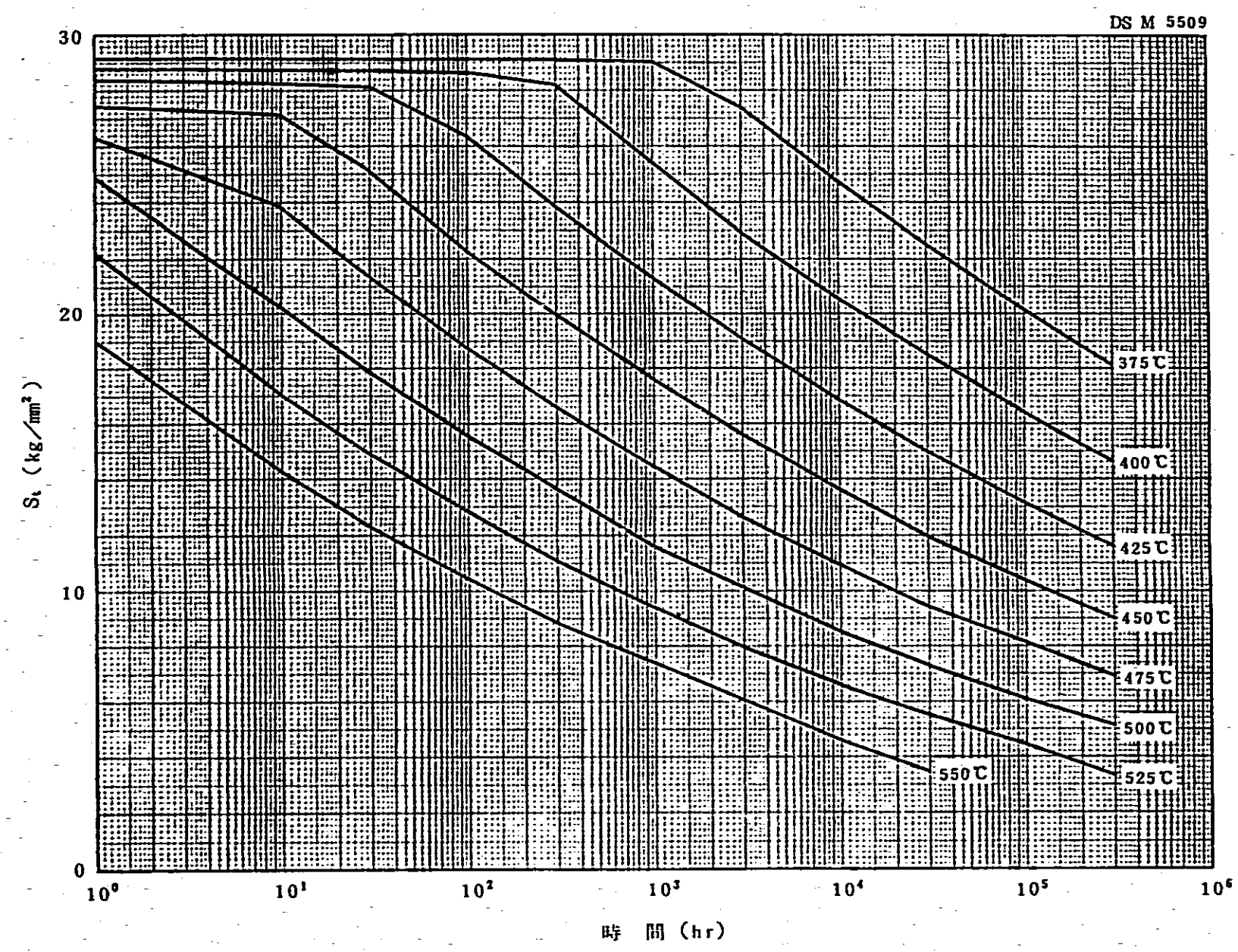
別図1.3−(a) SUS304の設計応力強さ　S_t (kg/mm²)



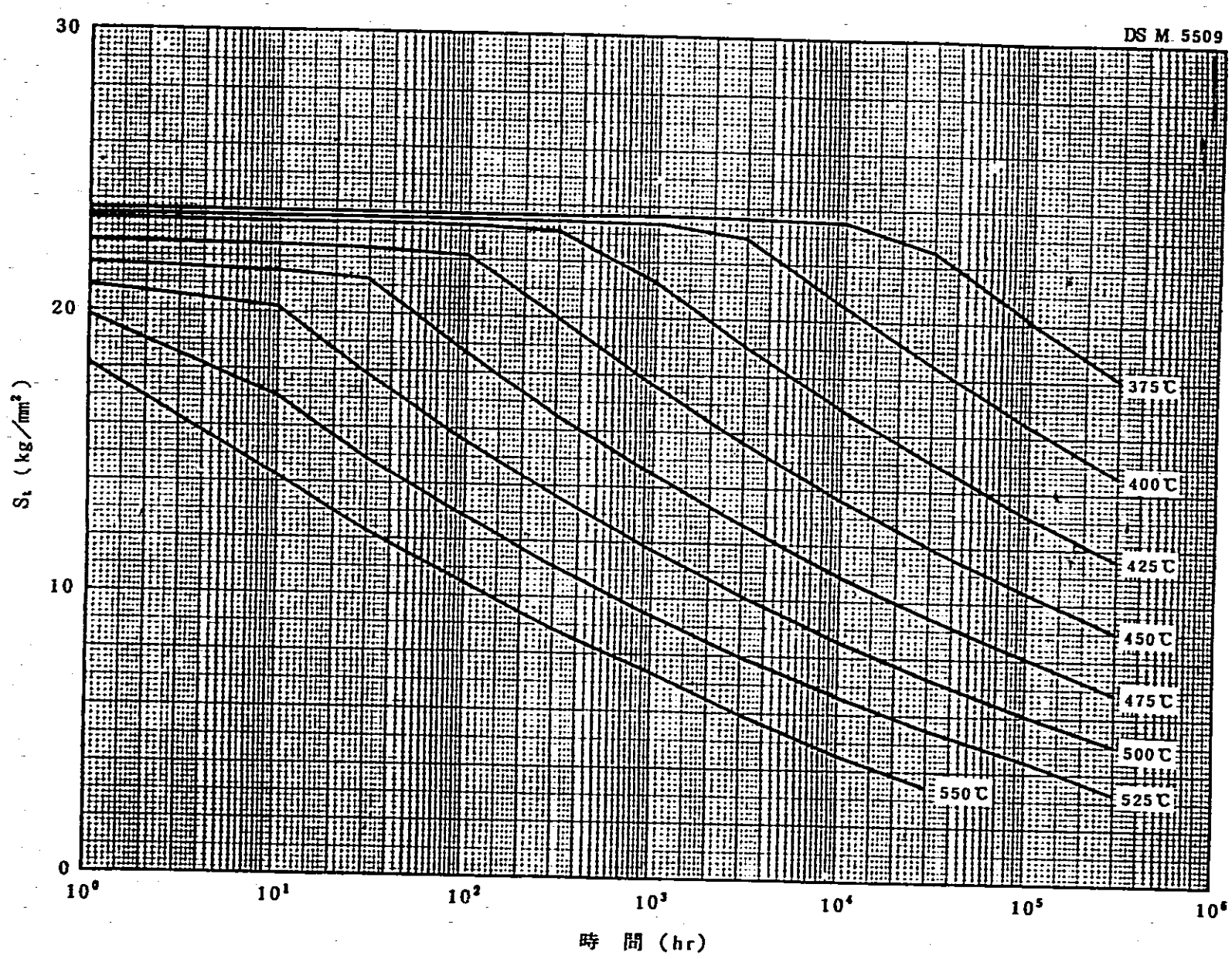
別図 1.3 －(b) SUS316の設計応力強さ S_t(kg／mm²)



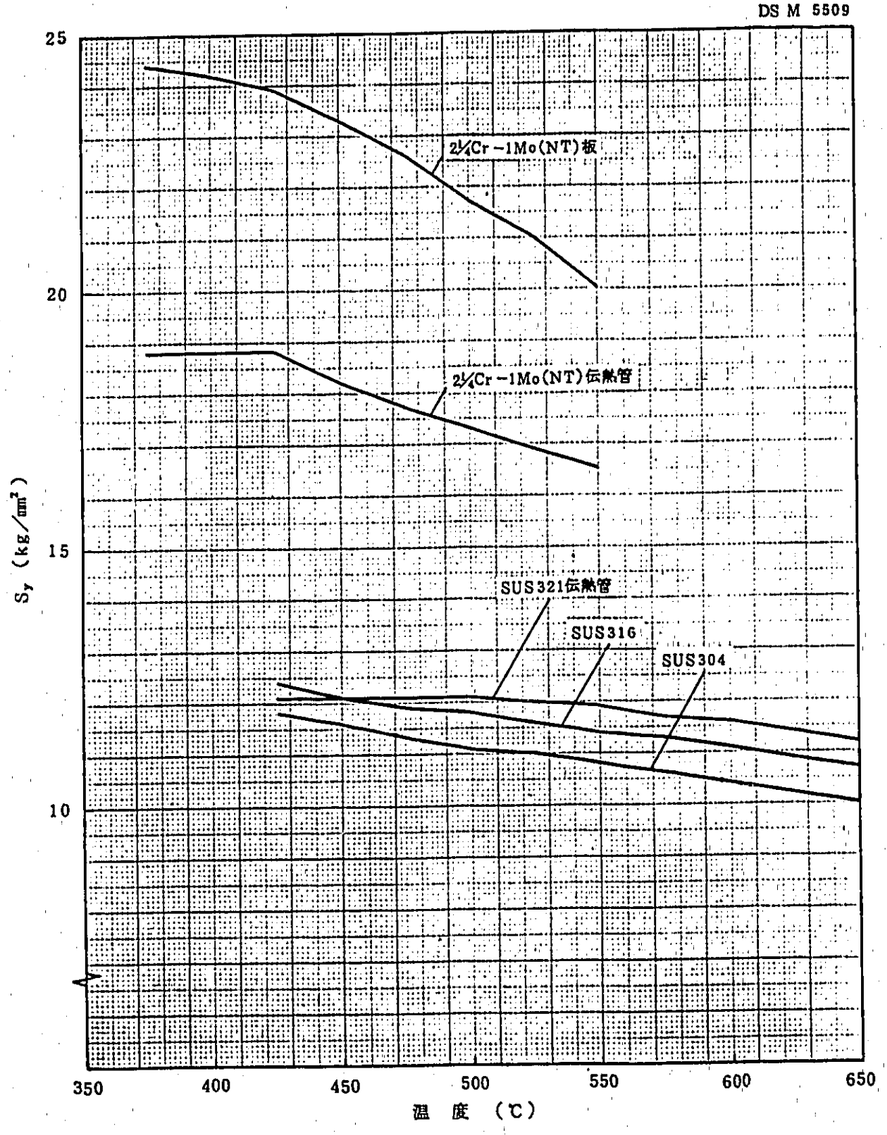
別図 1.3 －(c) SUS321伝熱管の設計応力強さ St (kg／mm²)



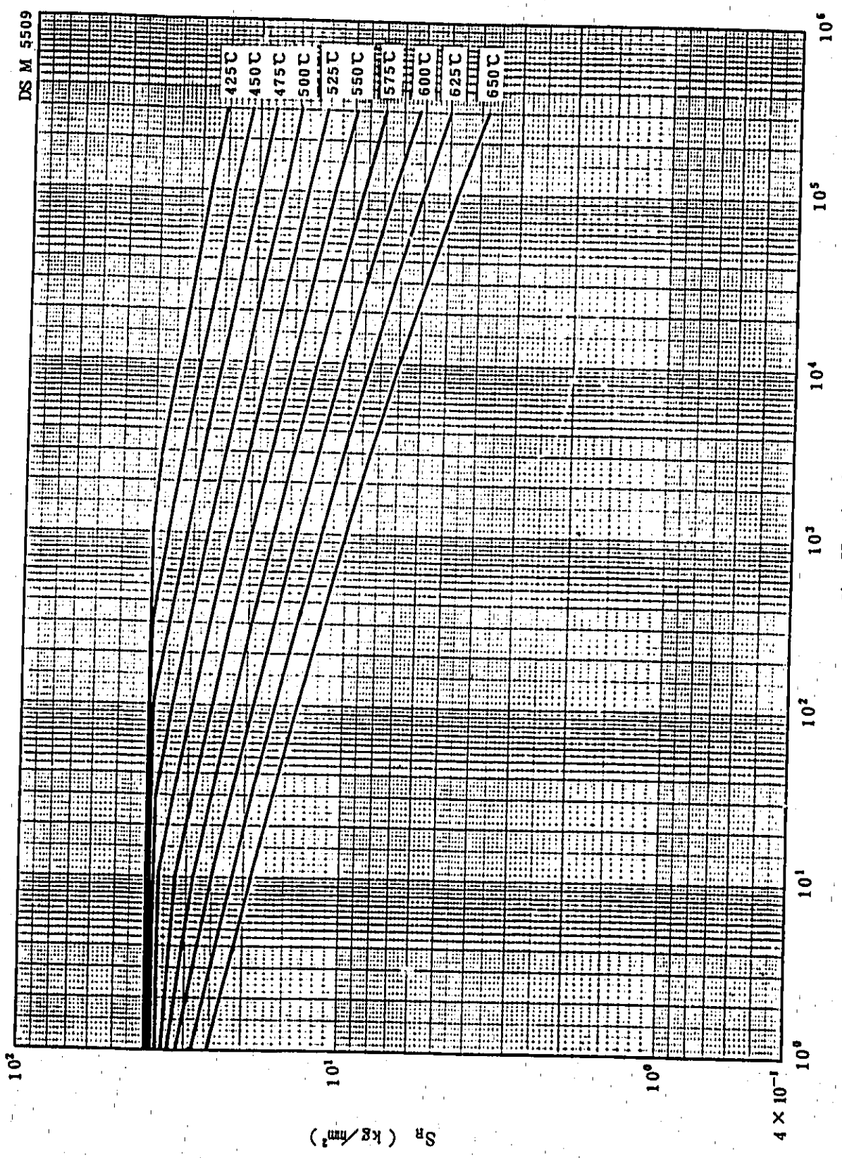
別図 1.3－(d)　2¼Cr－1Mo(NT)板の設計応力強さ　S_t(kg/mm²)



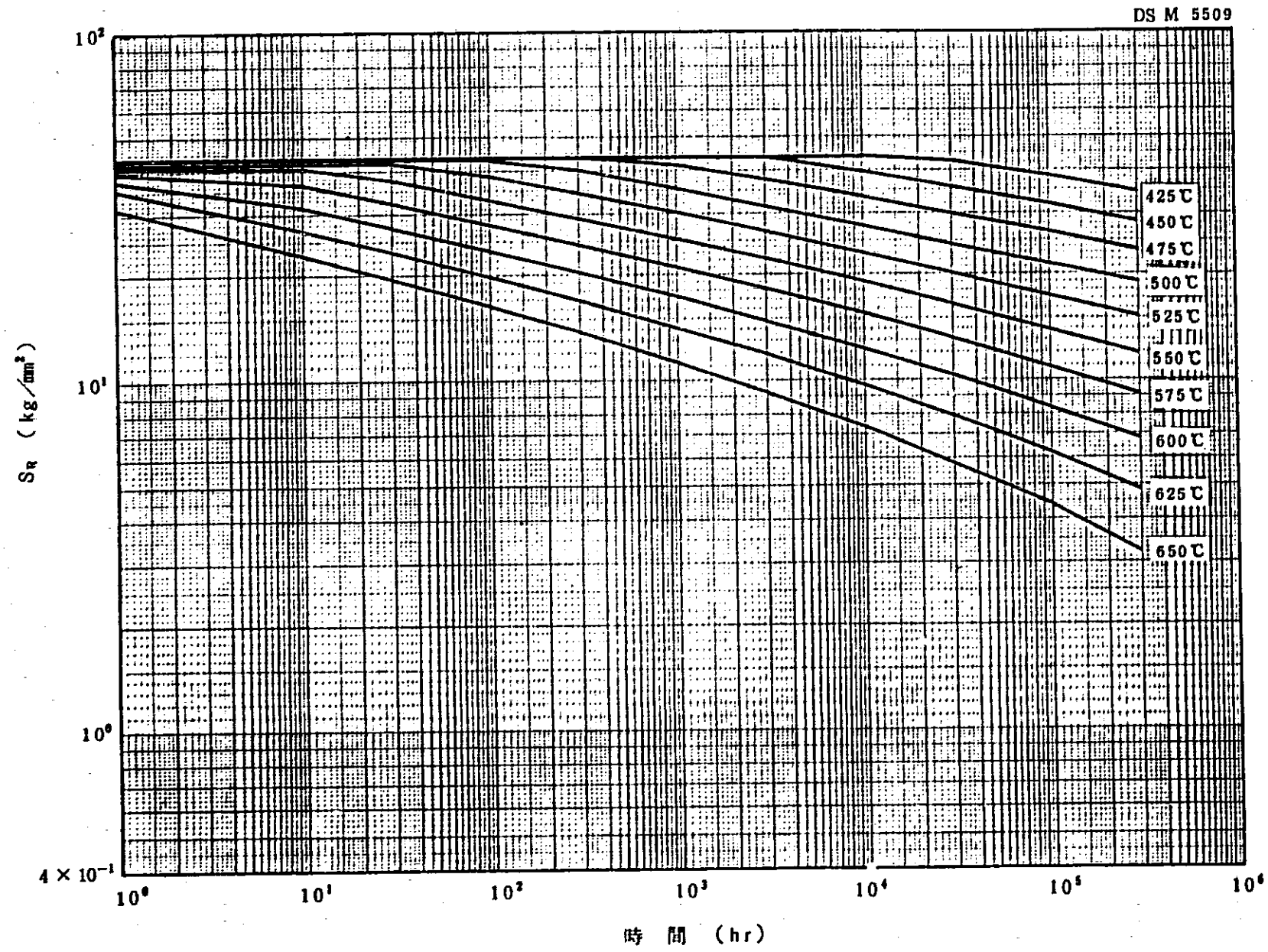
別図 1.3－(e)　2¼Cr－1Mo(NT)伝熱管の設計応力強さ　S_t(kg/mm²)



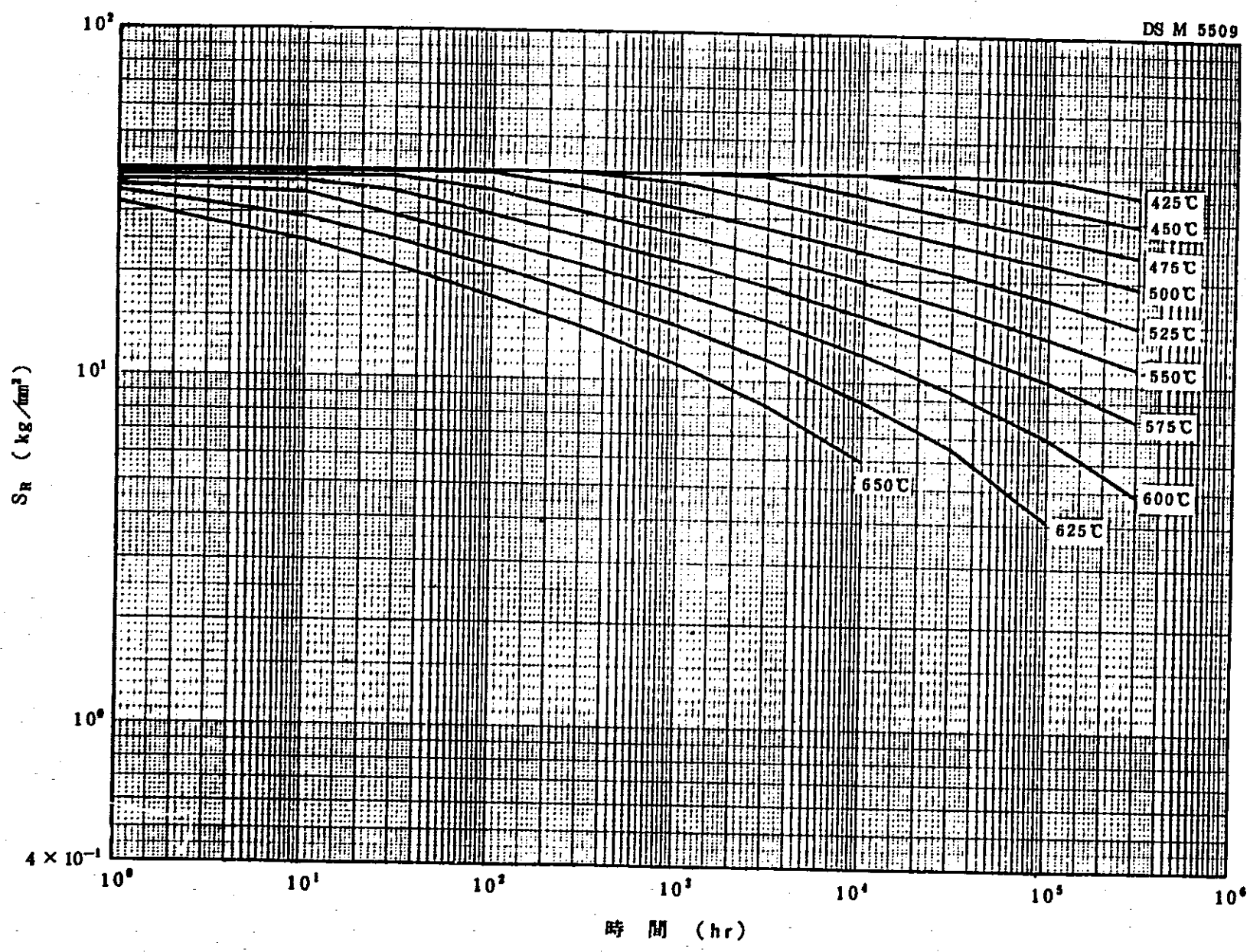
別図 1.4 設 計 降 伏 点 S_y (kg/mm²)



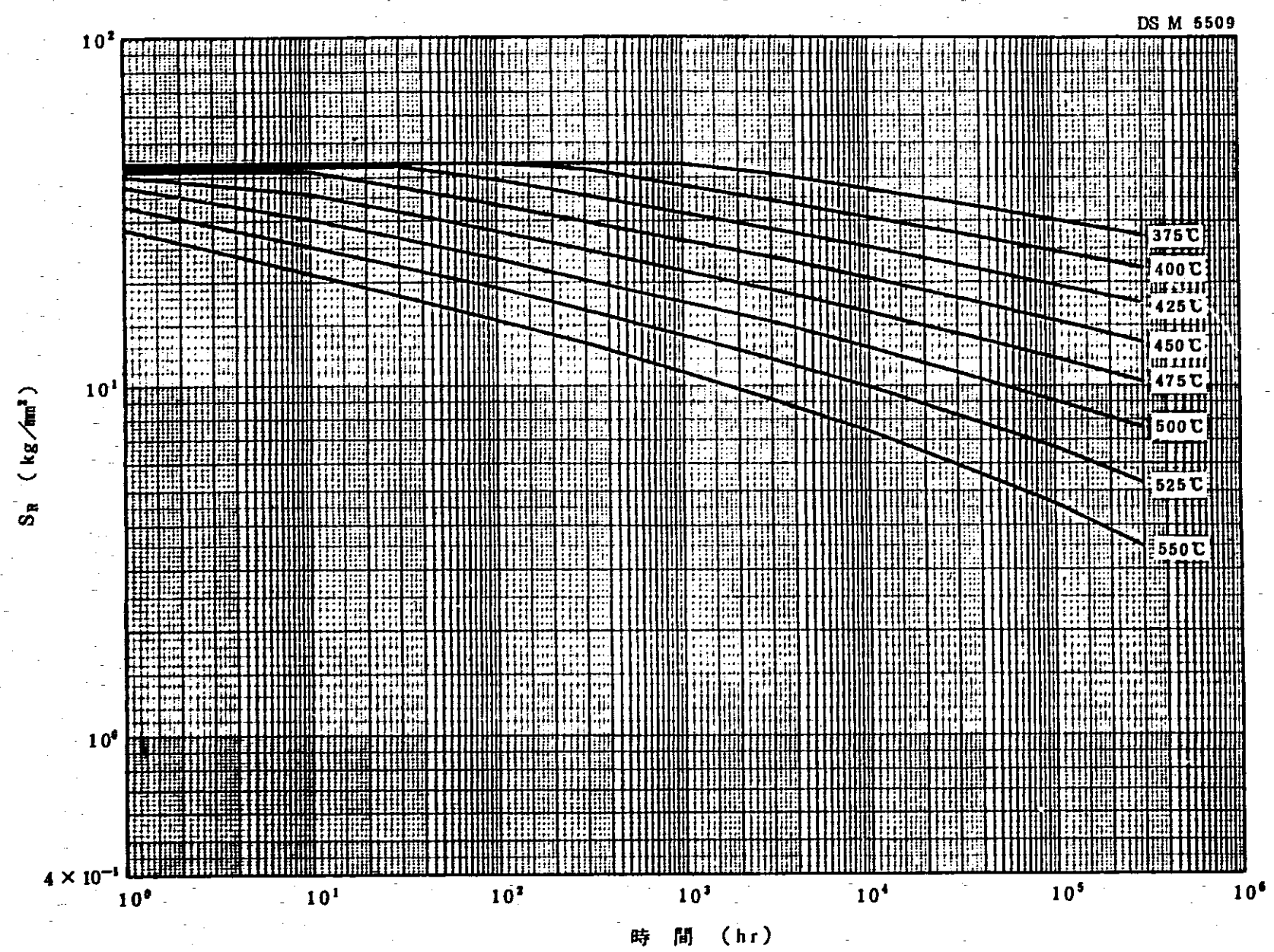
別図 1.5－(a) SUS304の設計クリープ破断応力強さ S_R (kg/mm²)



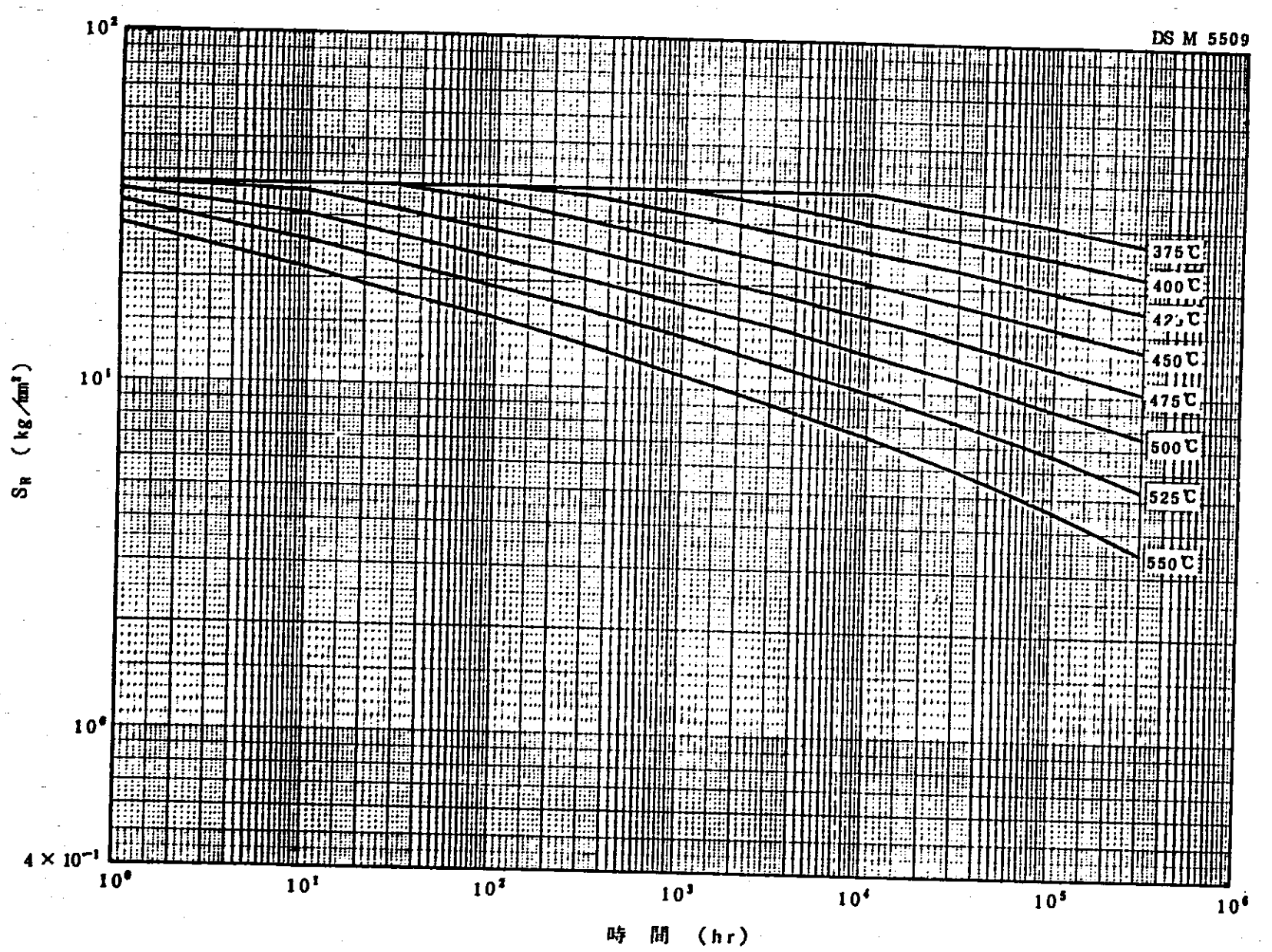
別図 1.5－(b)　SUS316の設計クリープ破断応力強さ S_R(kg/mm²)



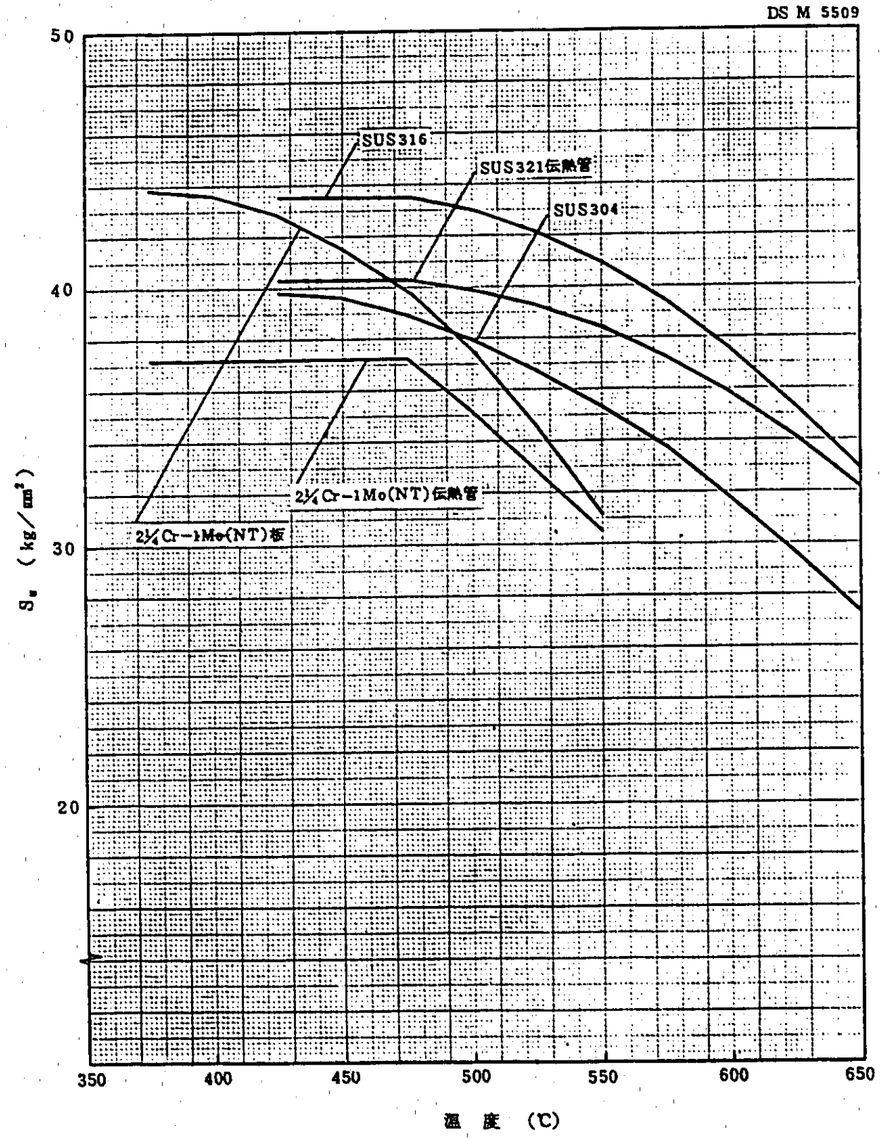
別図 1.5－(c)　SUS321伝熱管の設計クリープ破断応力強さ S_R(kg/mm²)



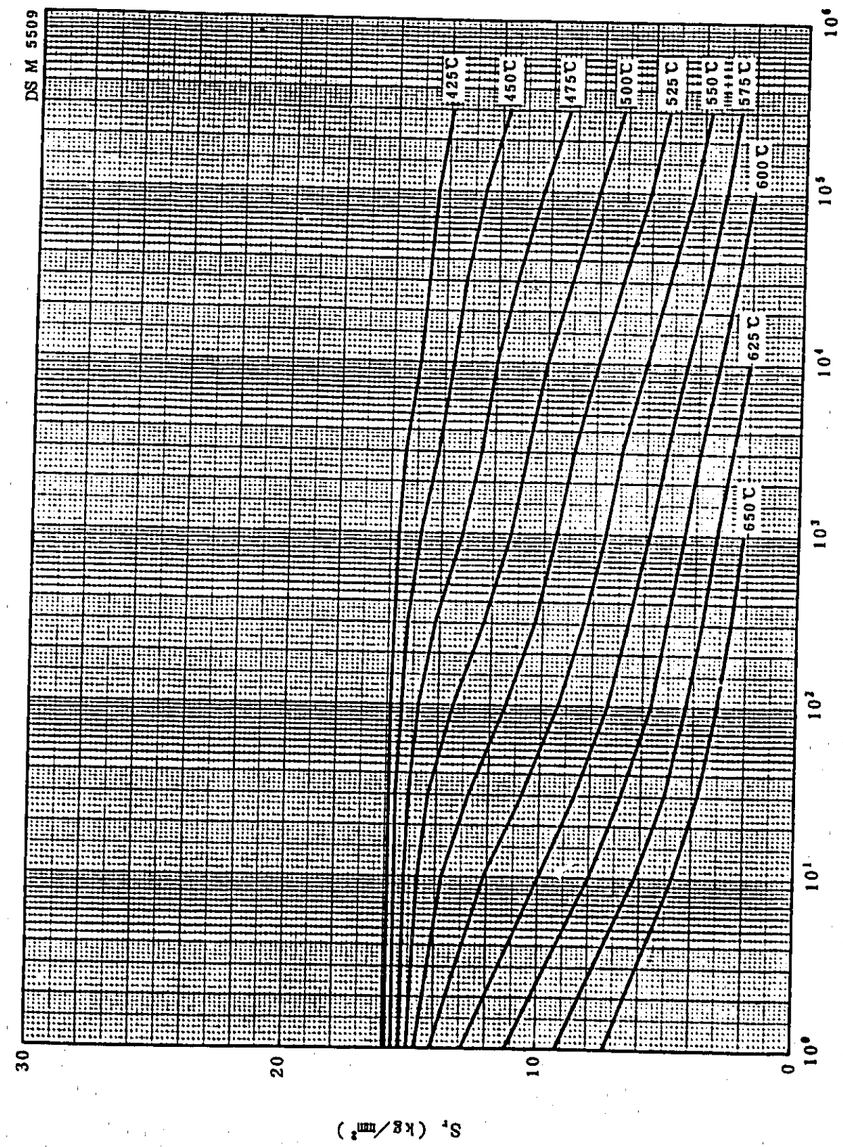
別図 1.5－(d)　2¼Cr－1Mo(NT)板の設計クリープ破断応力強さ S_R(kg/mm²)



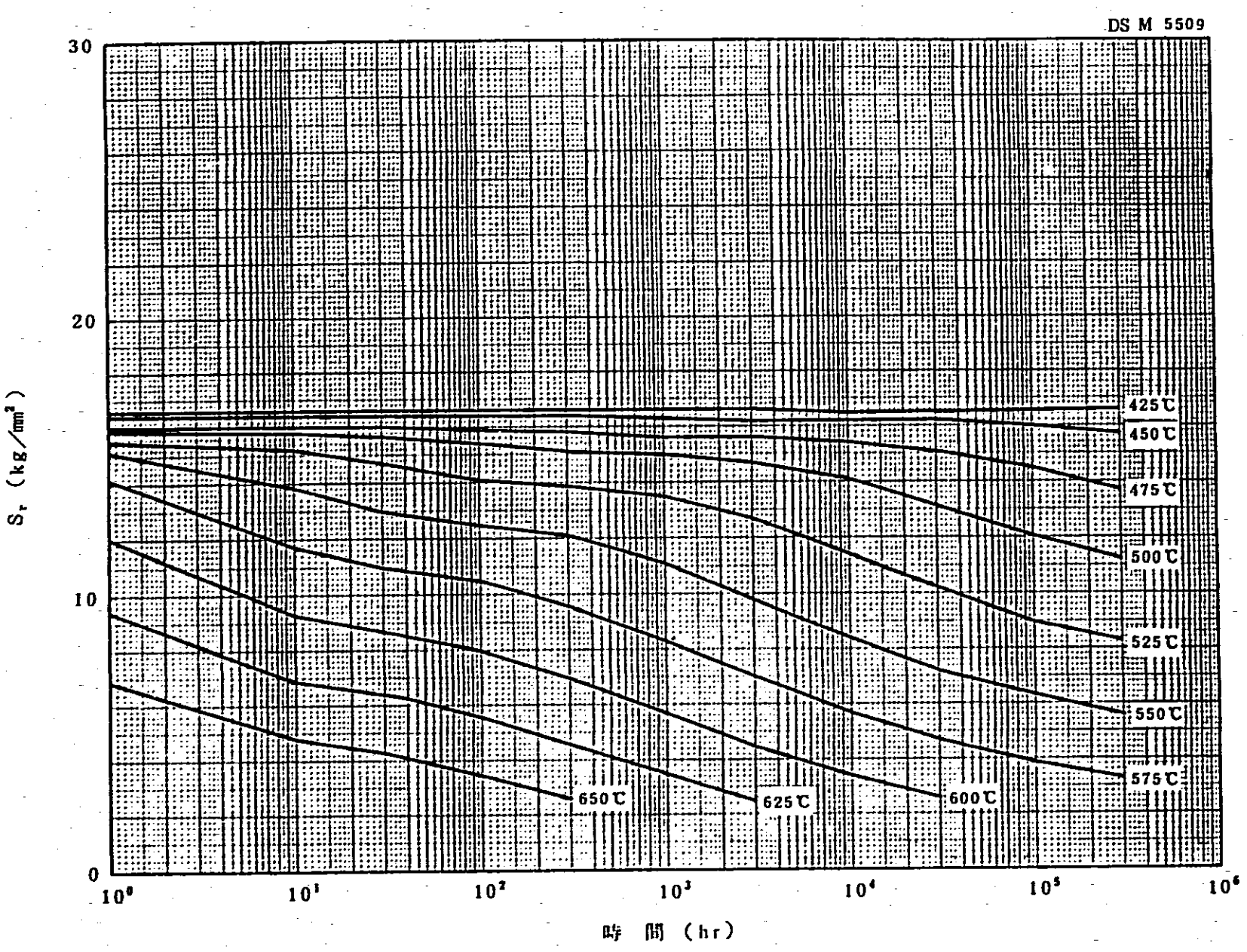
別図 1.5－(e)　2¼Cr－1Mo(NT)伝熱管の設計クリープ破断応力強さ S_R(kg/mm²)



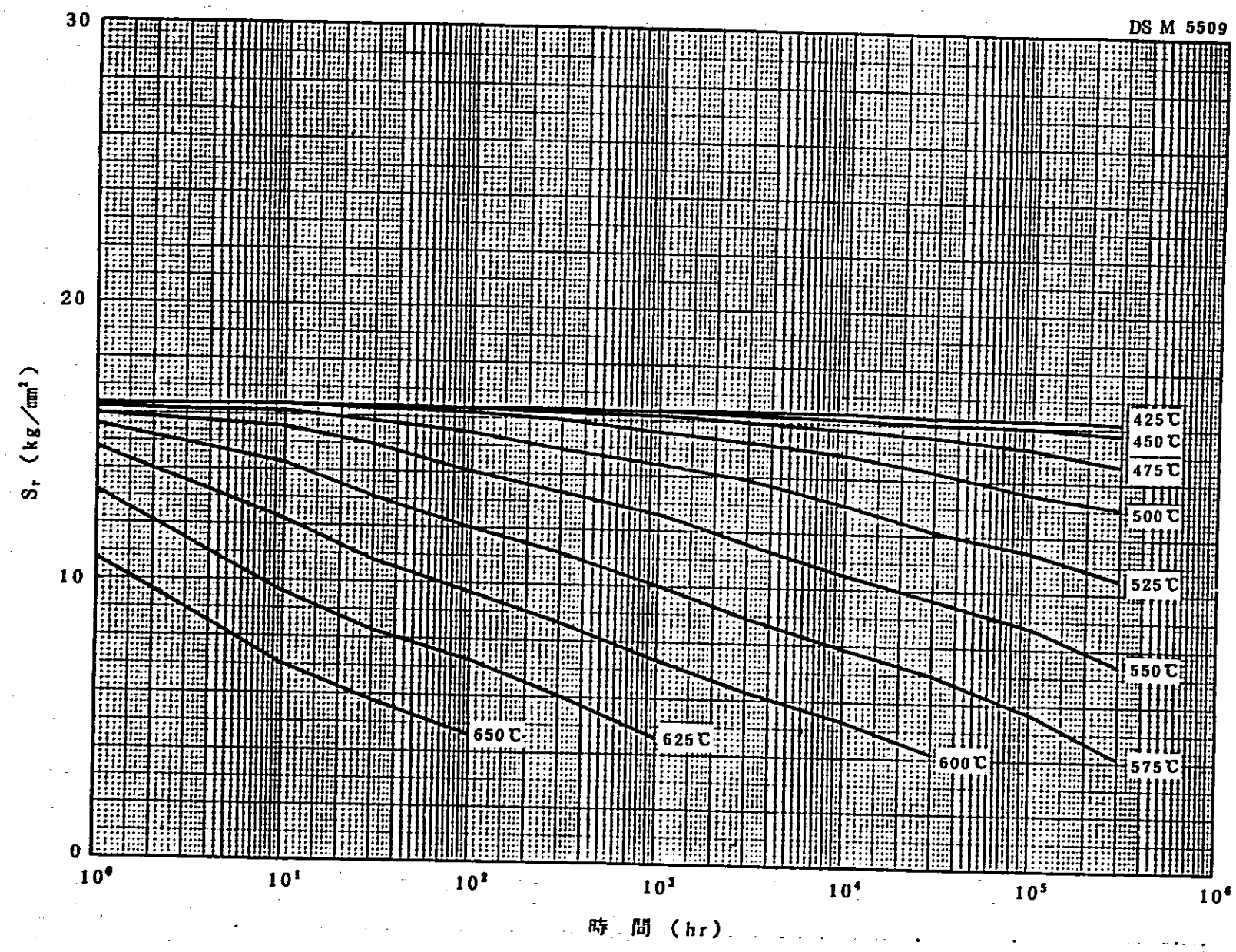
別図 1.6 設 計 引 張 強 さ S_a(kg/mm²)



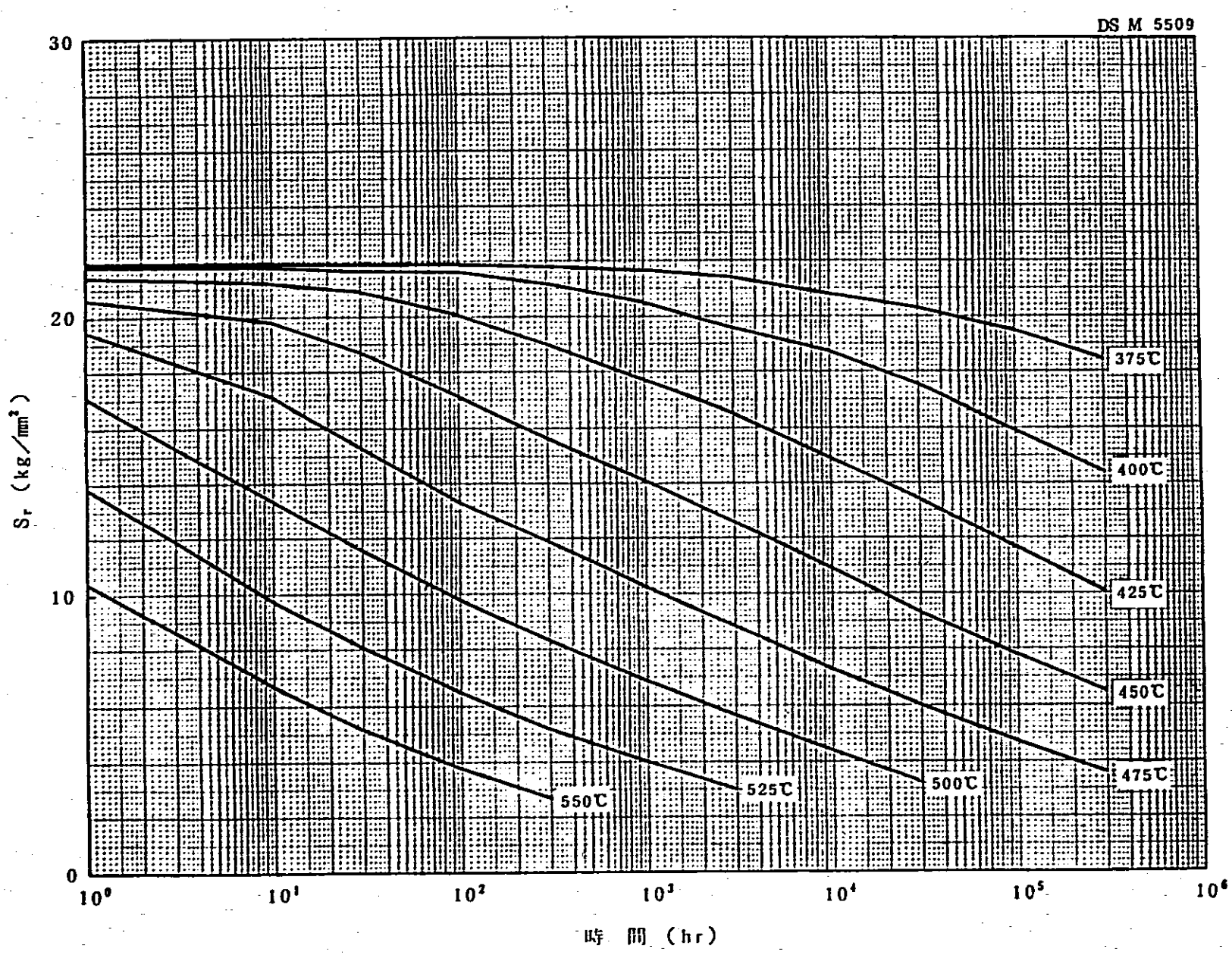
別図 1.7−(a) SUS304の設計疲和強さ S_r(kg/mm²)



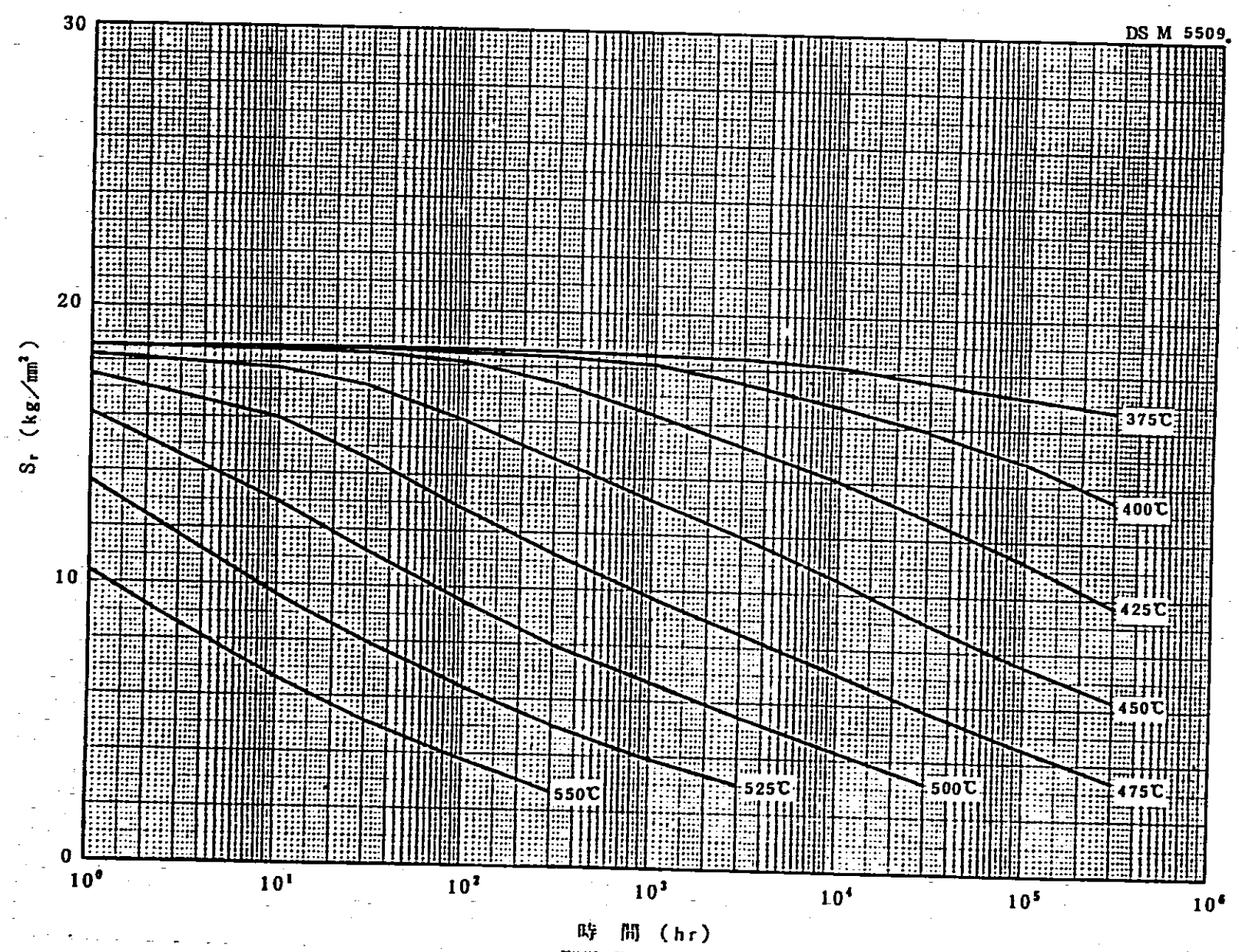
別図 1.7－(b)　SUS316の設計緩和強さ S_r(kg/mm²)



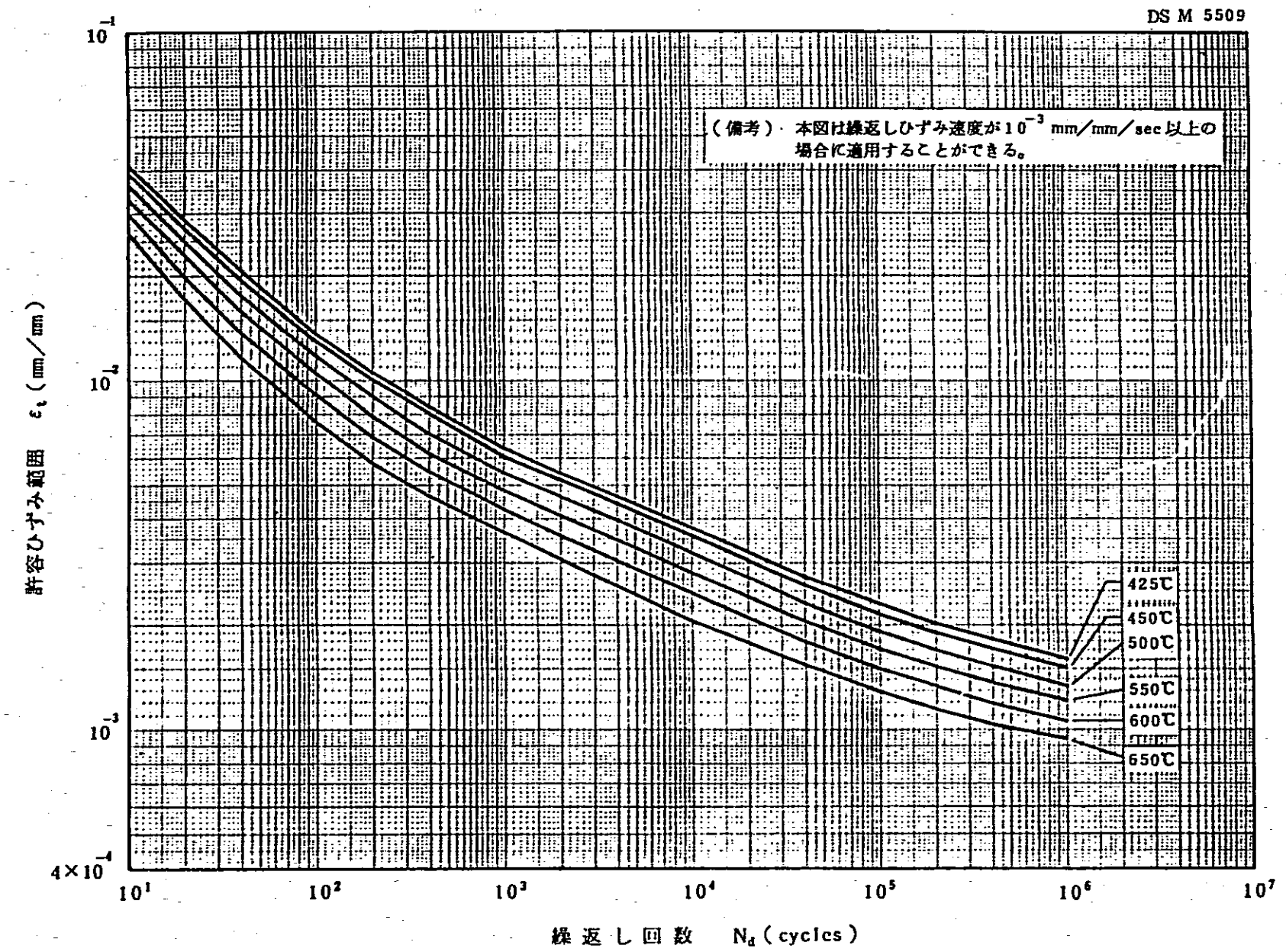
別図 1.7－(c)　SUS321伝熱管の設計緩和強さ S_r(kg/mm²)



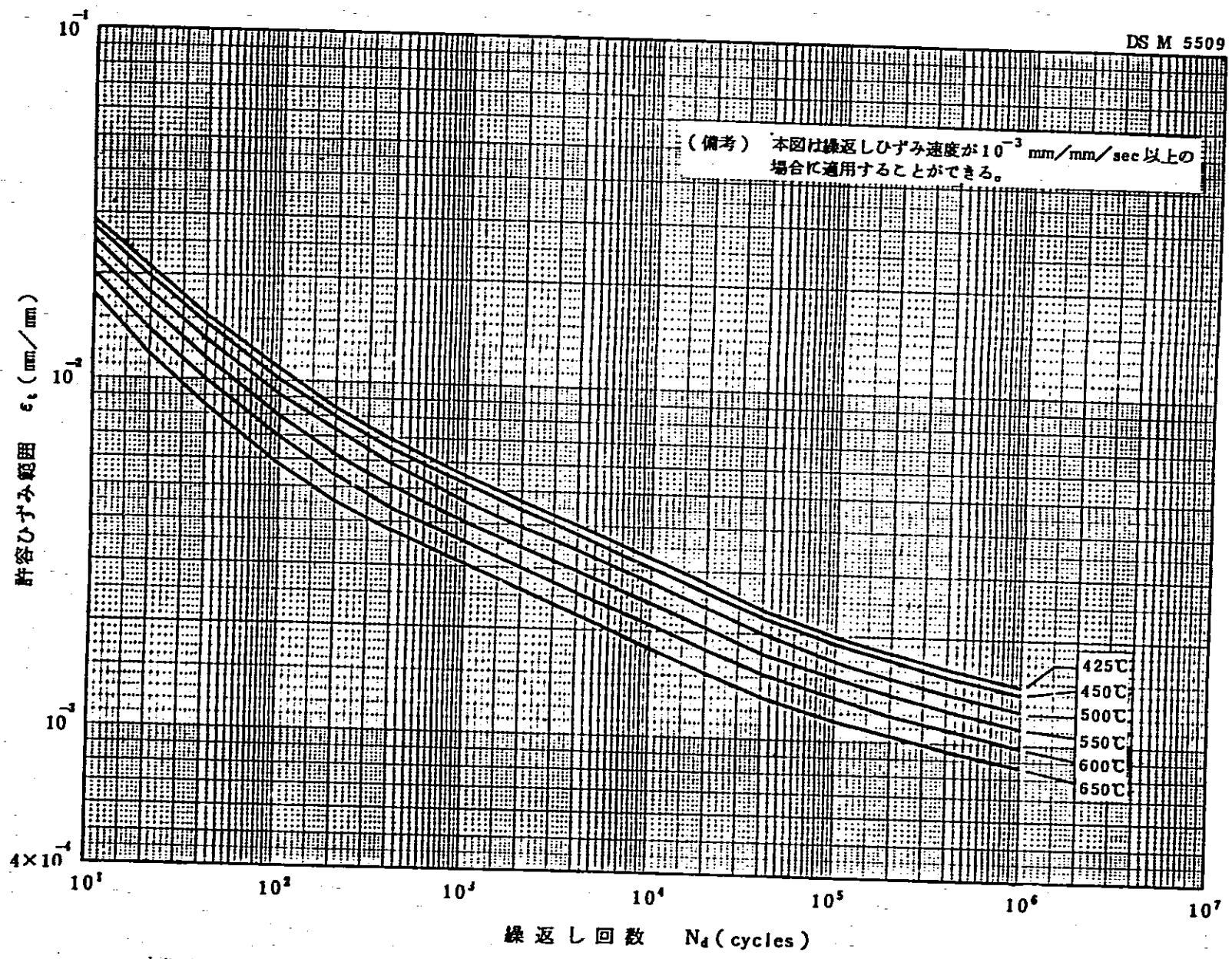
別図 1.7 − (d)　2¼Cr − 1 Mo (NT) 板の設計緩和強さ　S_r (kg/mm²)



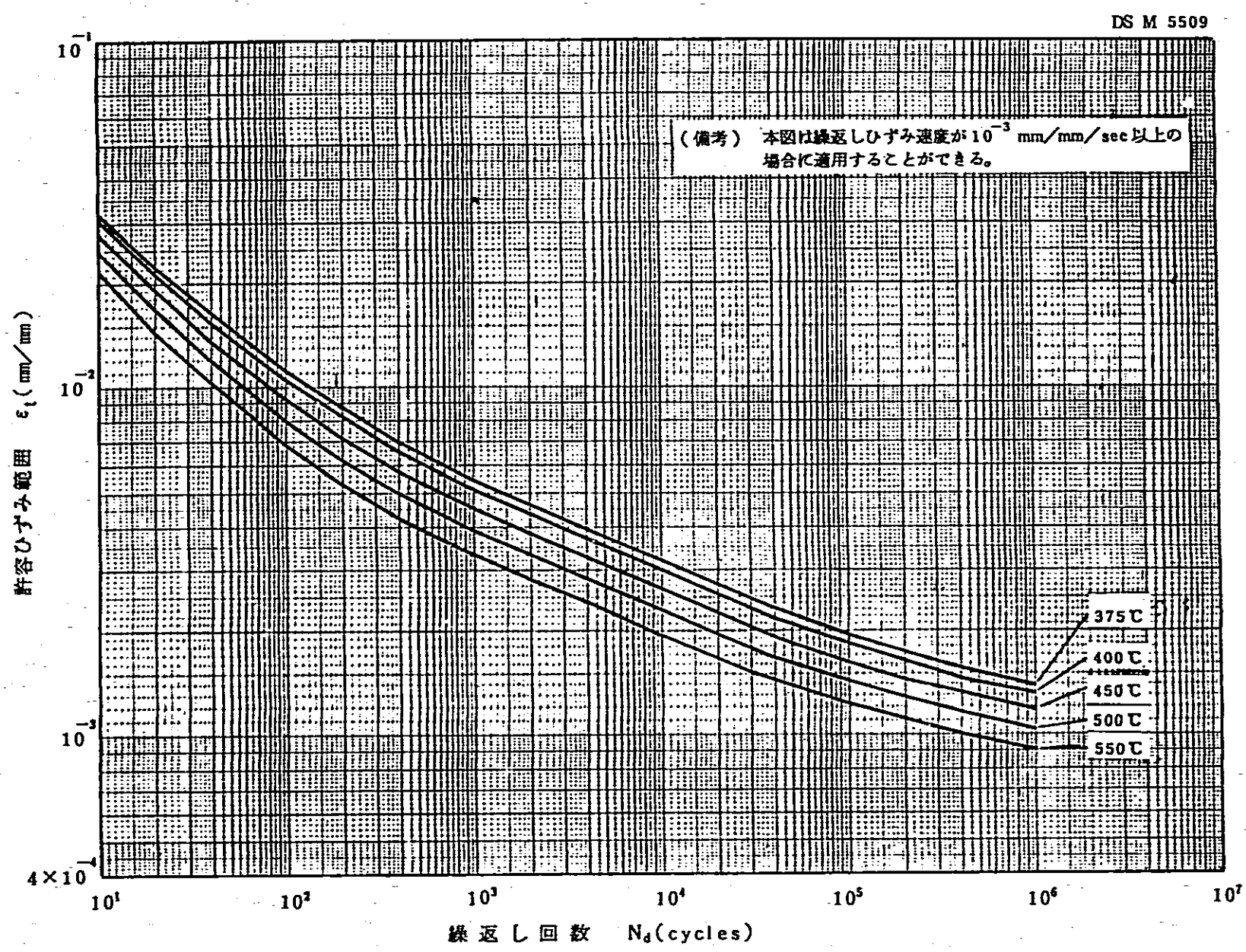
別図 1.7 − (e)　2¼Cr − 1 Mo (NT) 伝熱管の設計緩和強さ　S_r (kg/mm²)



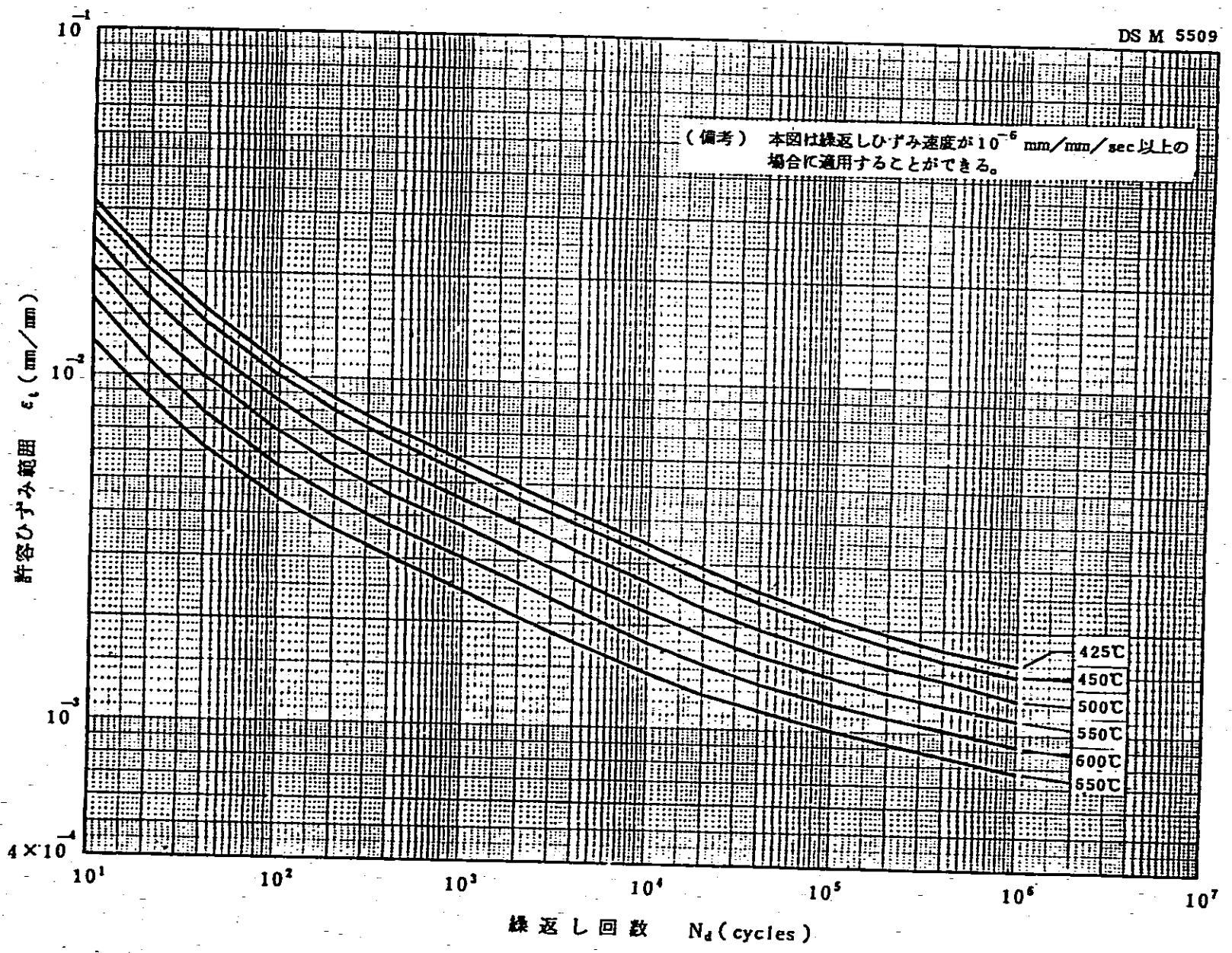
別図 1.8－(a), (c) SUS304及びSUS321の許容ひずみ範囲(A) ε_t(mm/mm)



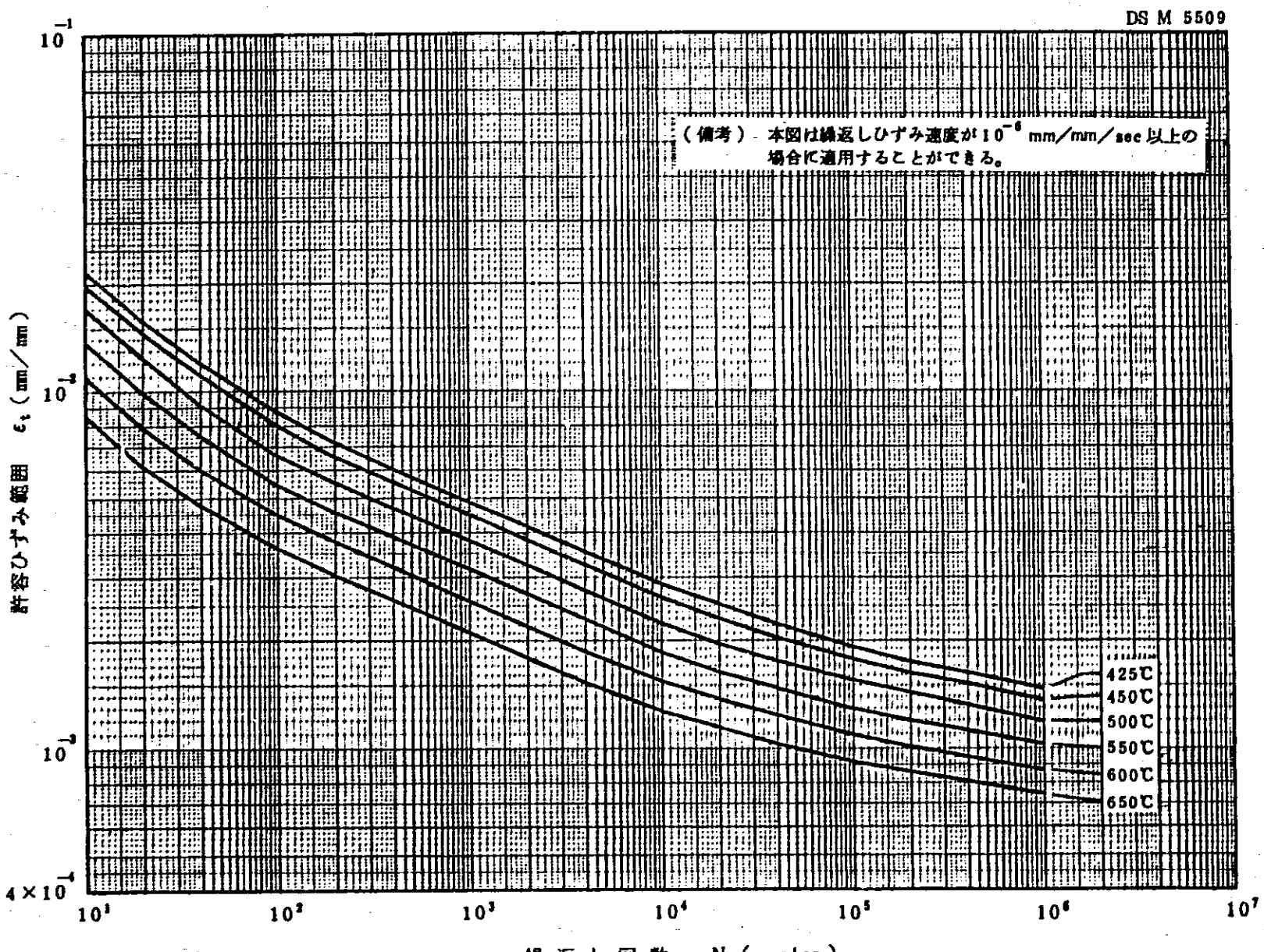
別図1.8－(b) SUS316の許容ひずみ範囲(A) ε_t（mm/mm）



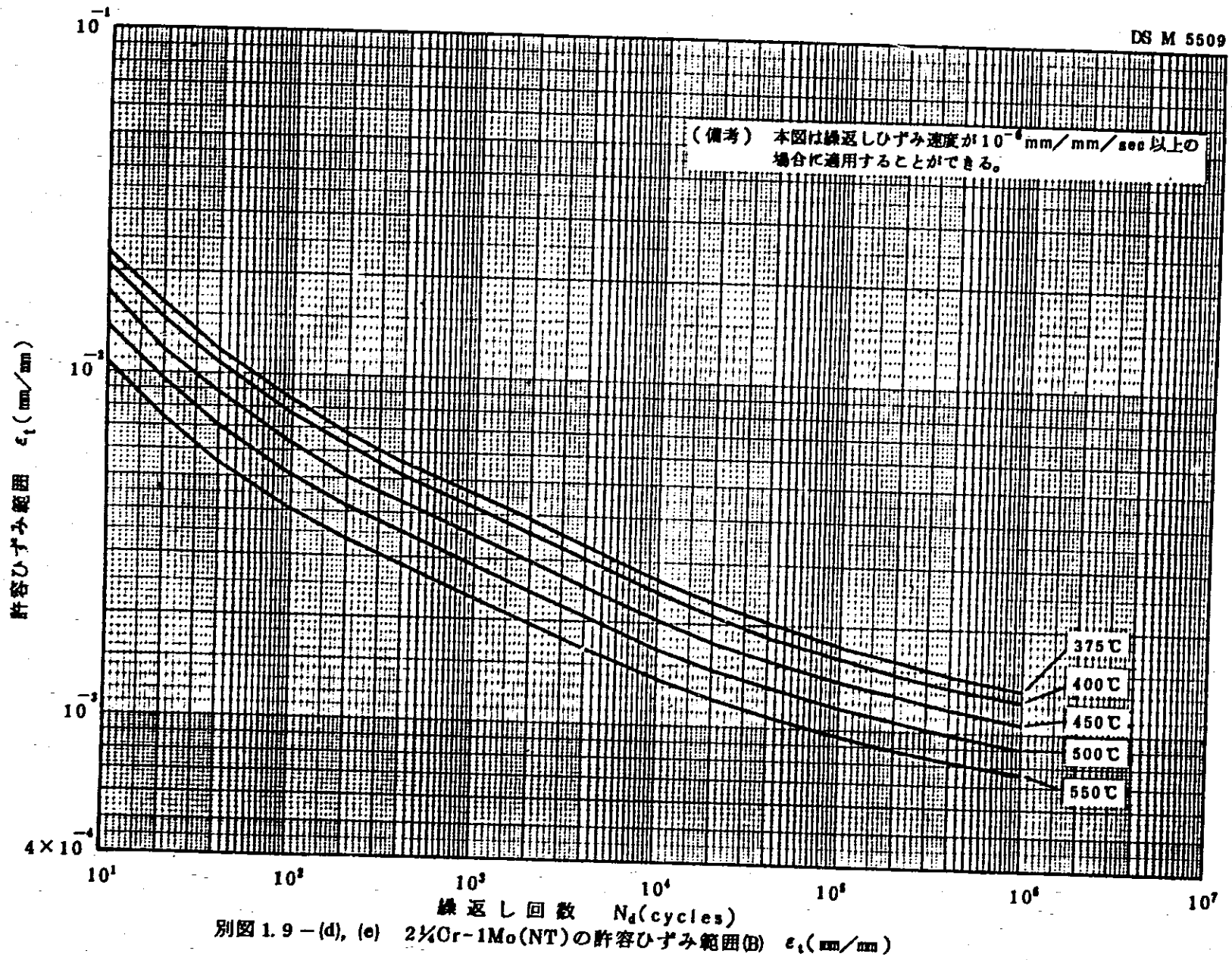
別図1.8－(d), (e) 2¼Cr-1Mo(NT)の許容ひずみ範囲(A) ε_t(mm/mm)



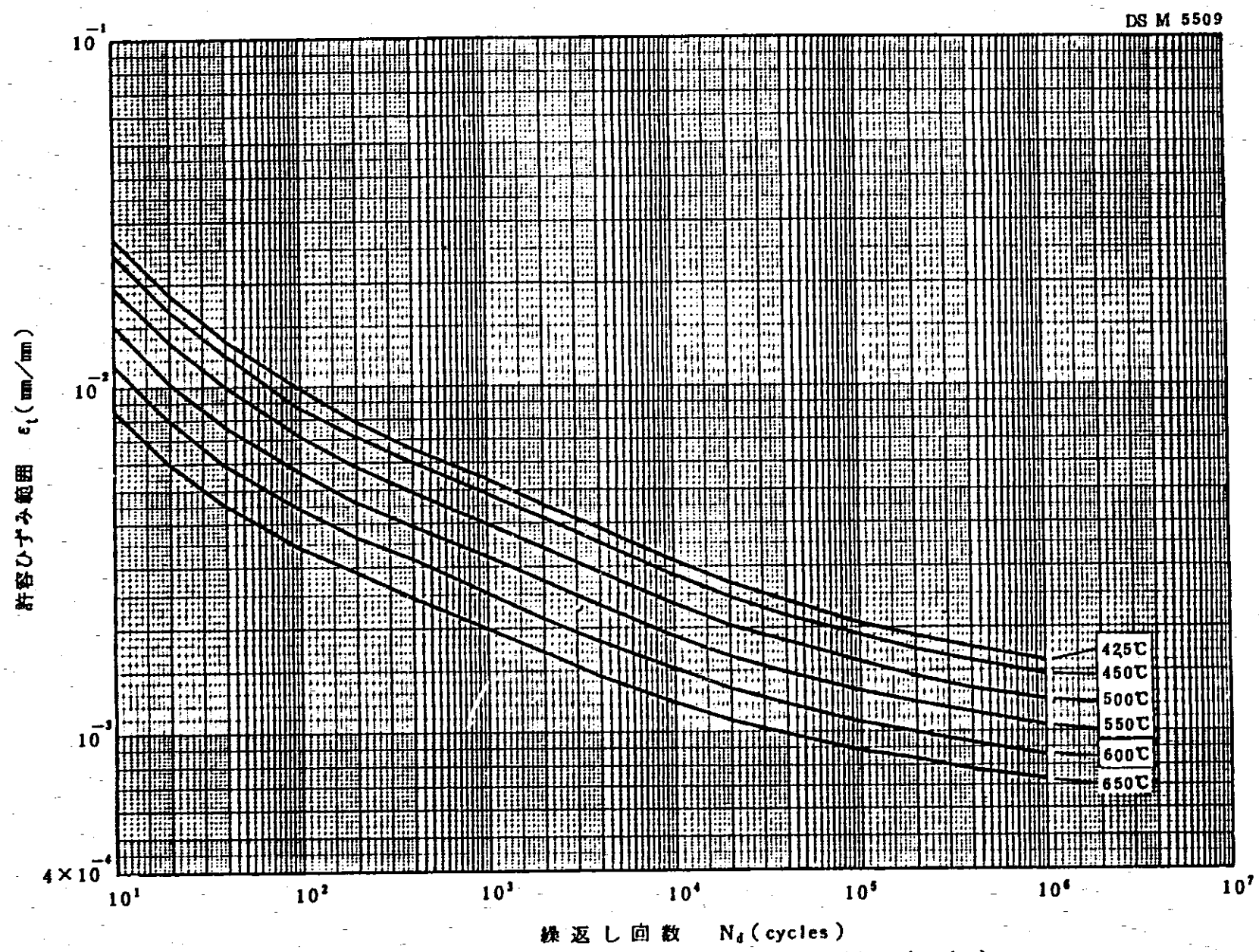
別図1.9－(a), (c) SUS304及びSUS321の許容ひずみ範囲(B) ε_t(mm/mm)



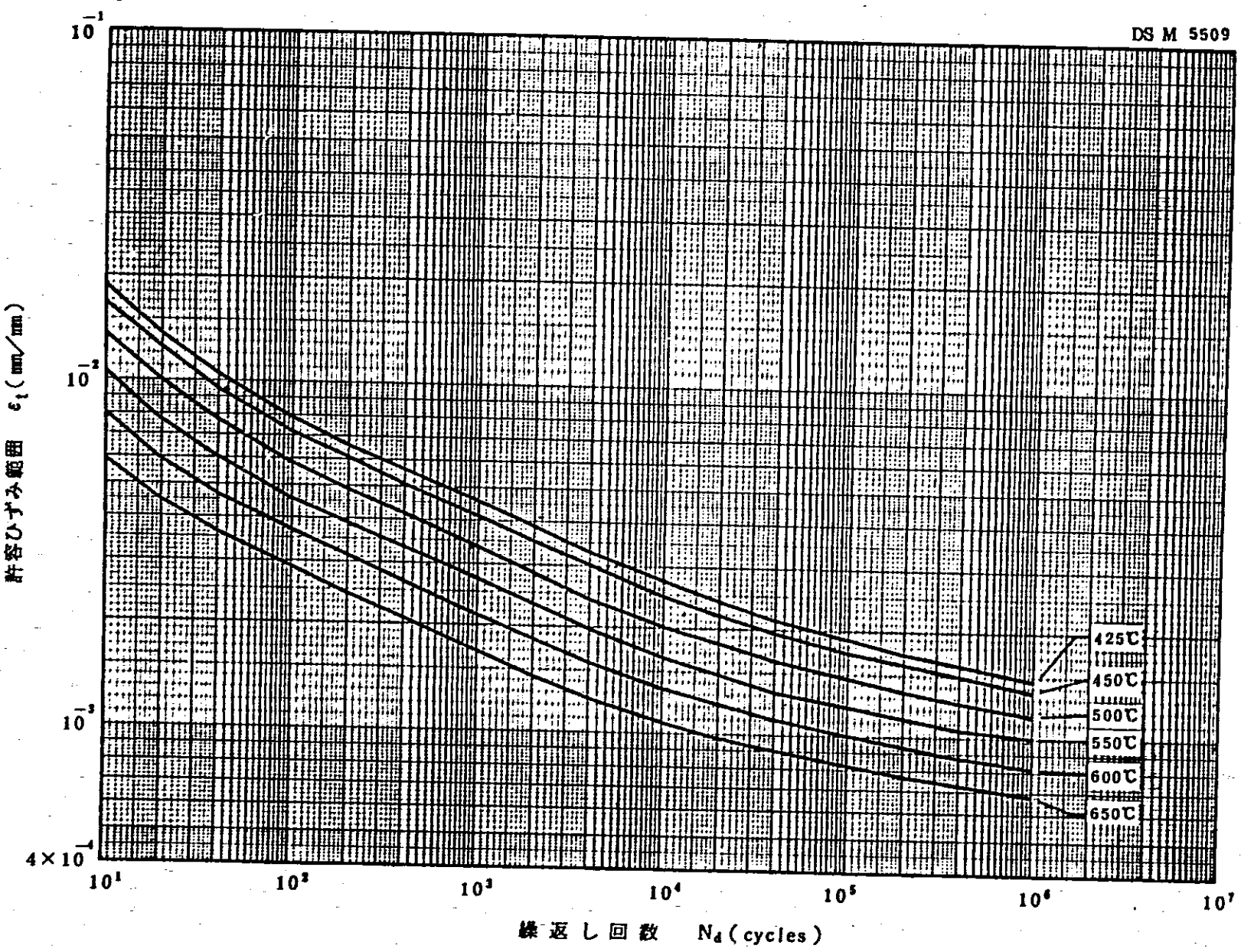
別図1.9－(b) SUS316の許容ひずみ範囲(B) ε_t（mm/mm）



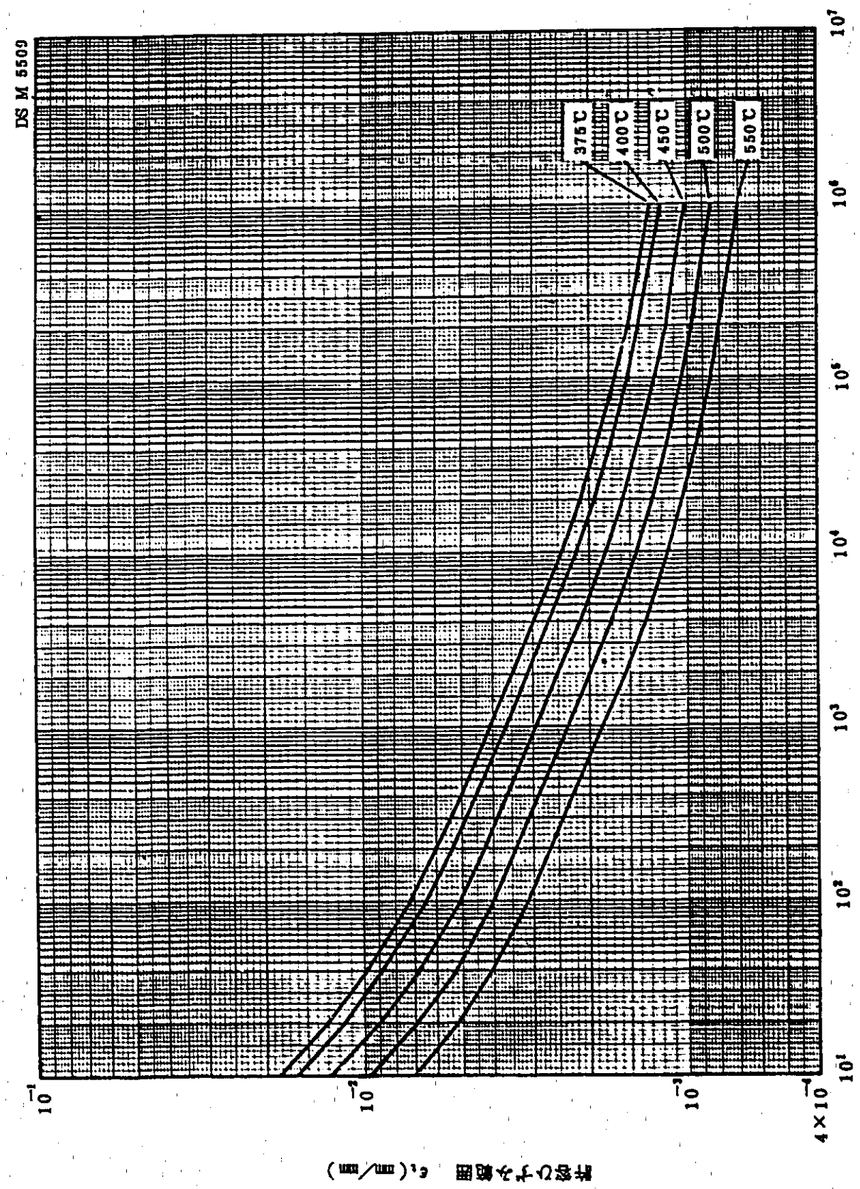
別図1.9－(d), (e) 2¼Cr-1Mo(NT)の許容ひずみ範囲(B) ε_t（mm/mm）



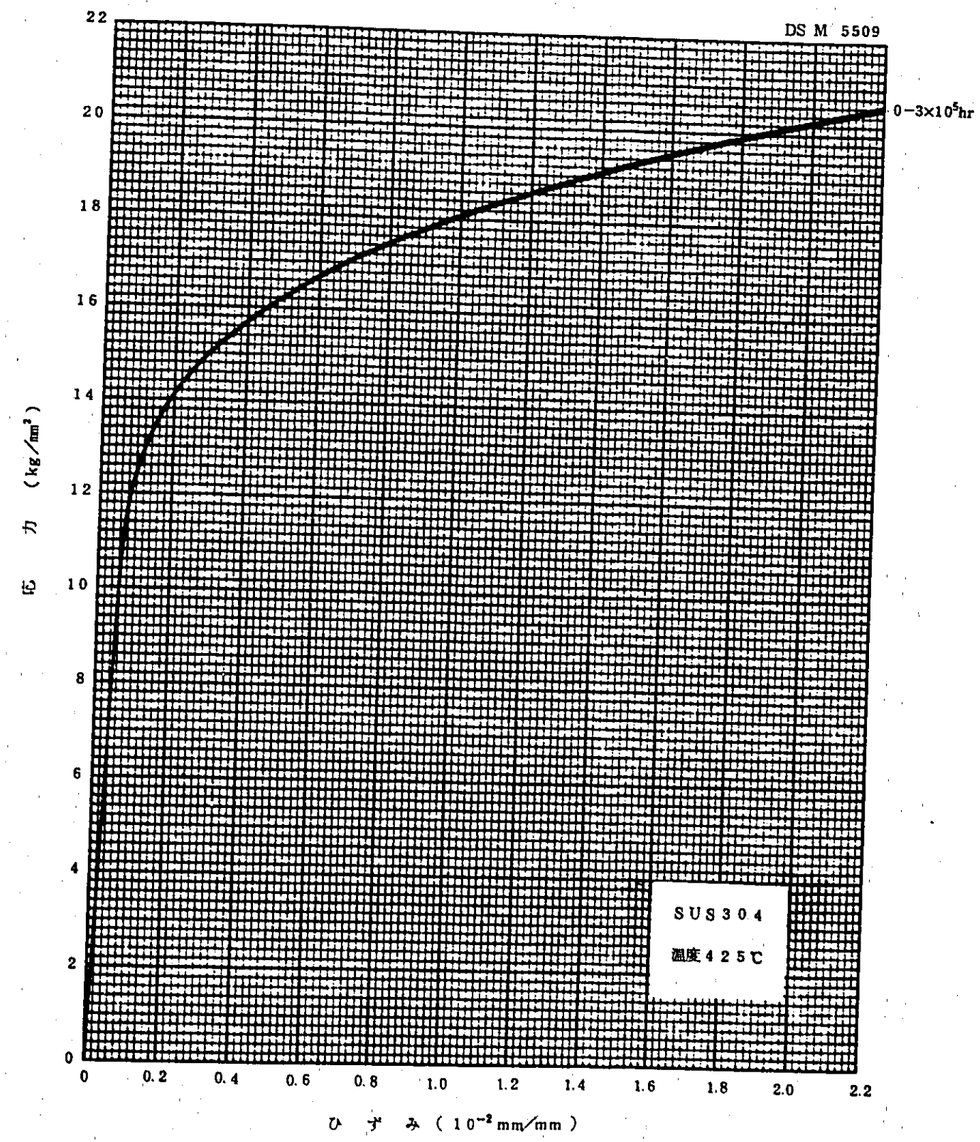
別図 1.10−(a), (c) SUS304 及び SUS321 の許容ひずみ範囲(C) ε_t(mm/mm)



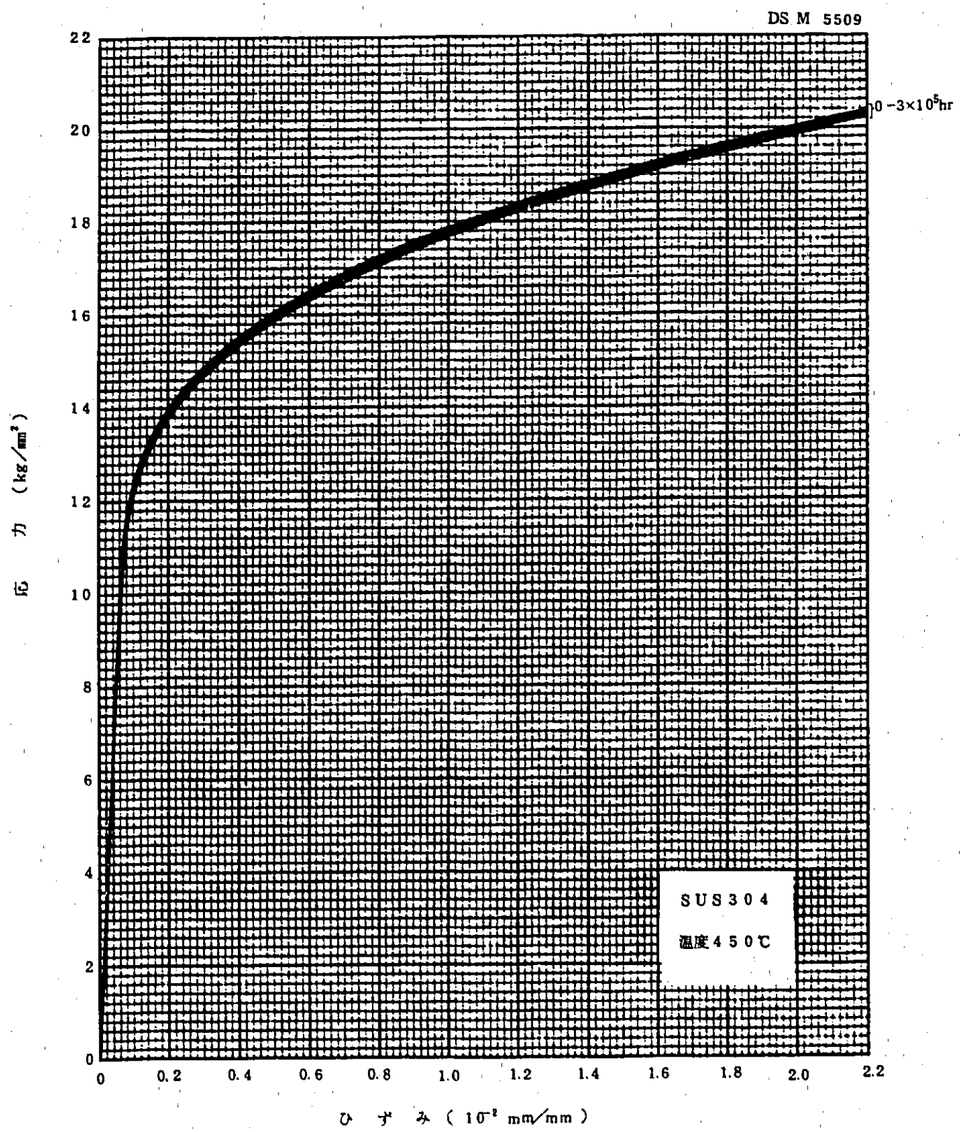
別図 1.10−(b) SUS316 の許容ひずみ範囲(C) ε_t(mm/mm)



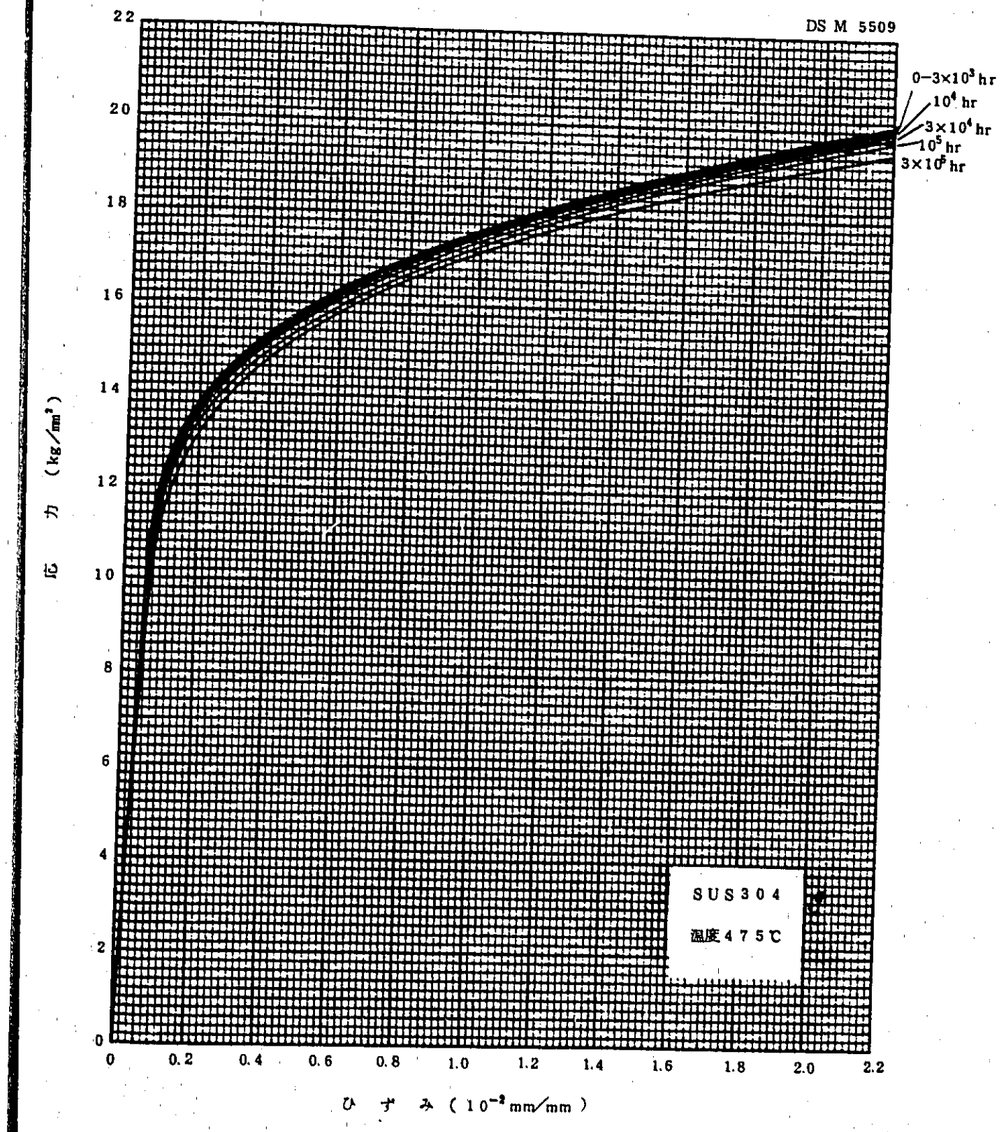
別図1.10−(d), (e) 2¼Cr−1Mo(NT)の許容ひずみ範囲(C) ε_t (mm/mm)



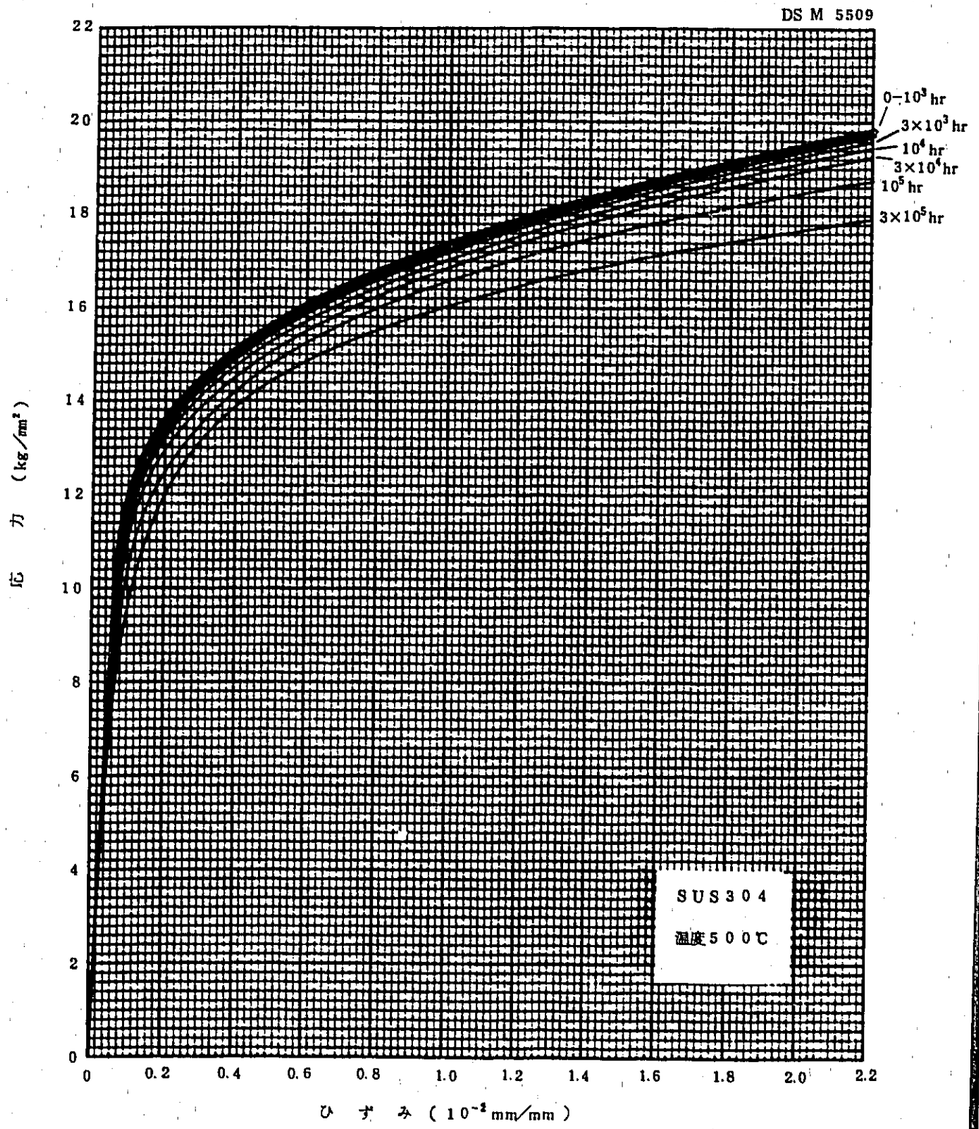
別図1.11−(a)(1) SUS304の等時応力−ひずみ線図



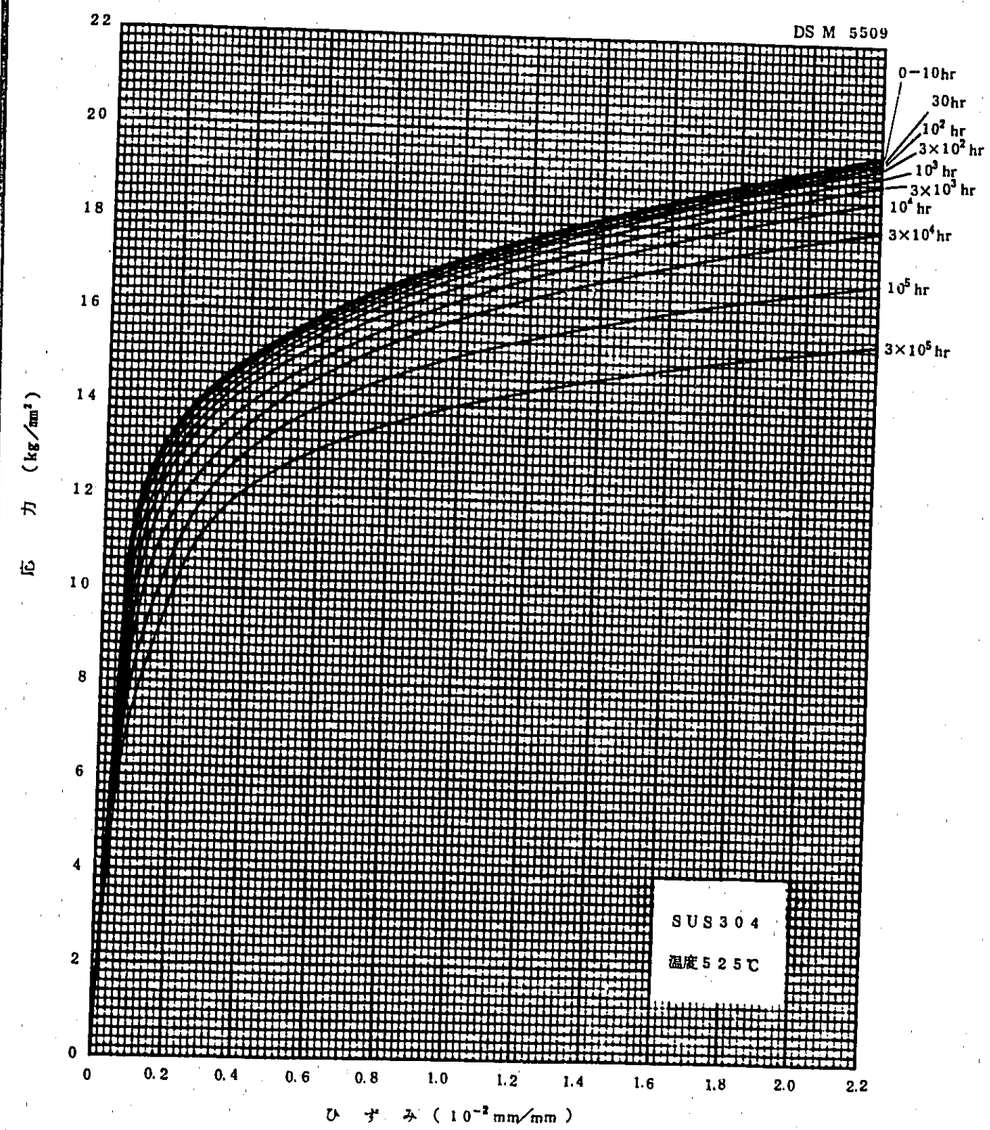
別図1.11－(a)(2) SUS304の等時応力－ひずみ線図



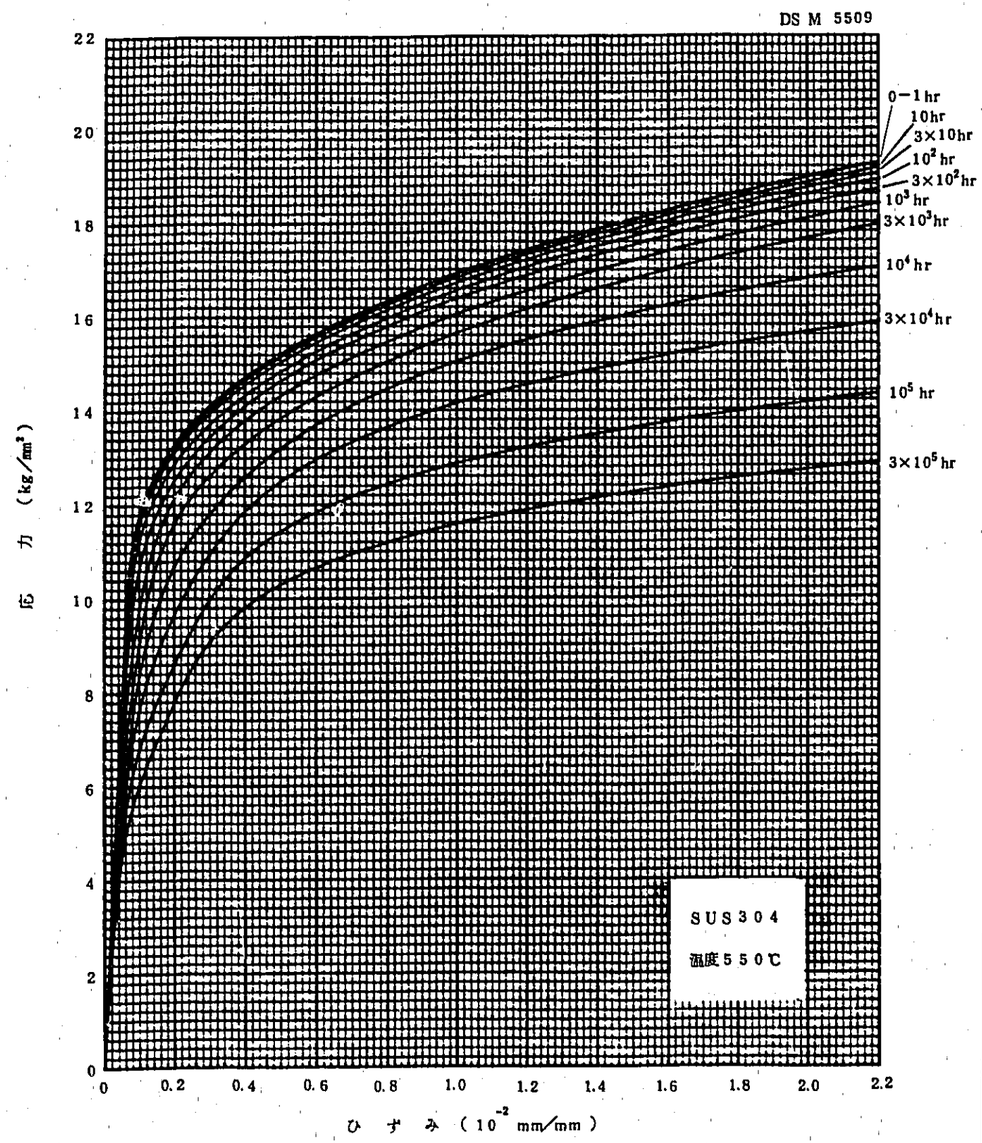
別図1.11－(a)(3) SUS304の等時応力－ひずみ線図



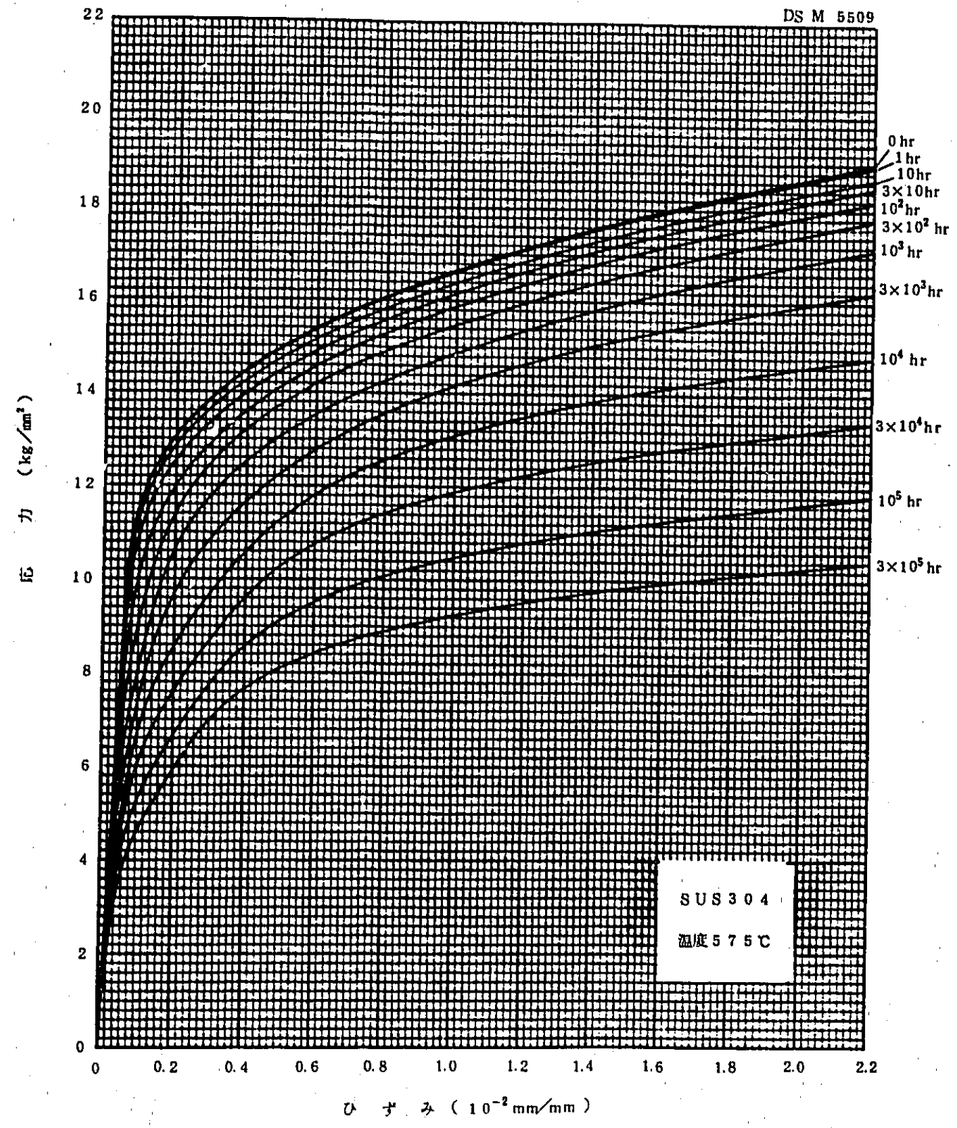
別図 1.11－(a)(4) SUS304の等時応力－ひずみ線図



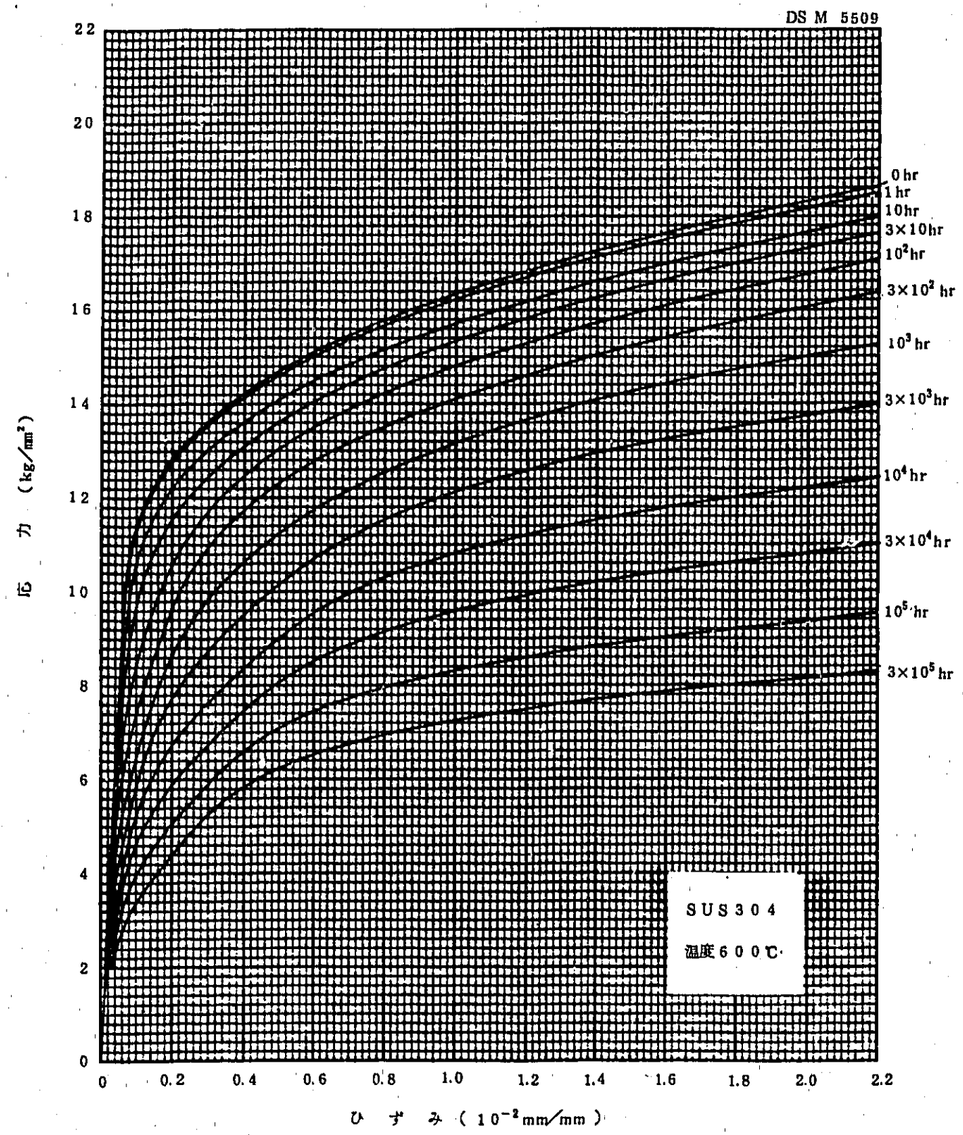
別図 1.11－(a)(5) SUS304の等時応力－ひずみ線図



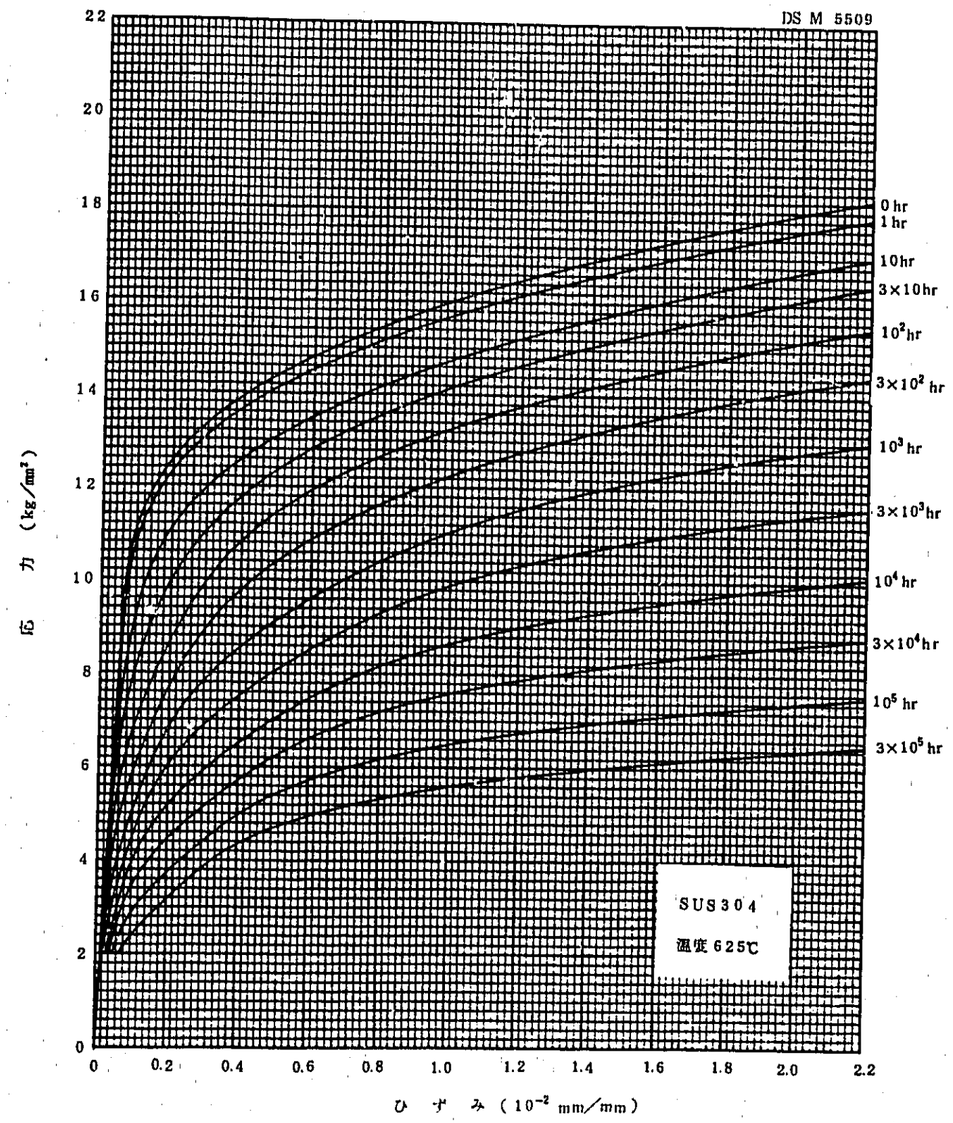
別図 1.11－(a)(6) SUS304の等時応力－ひずみ線図



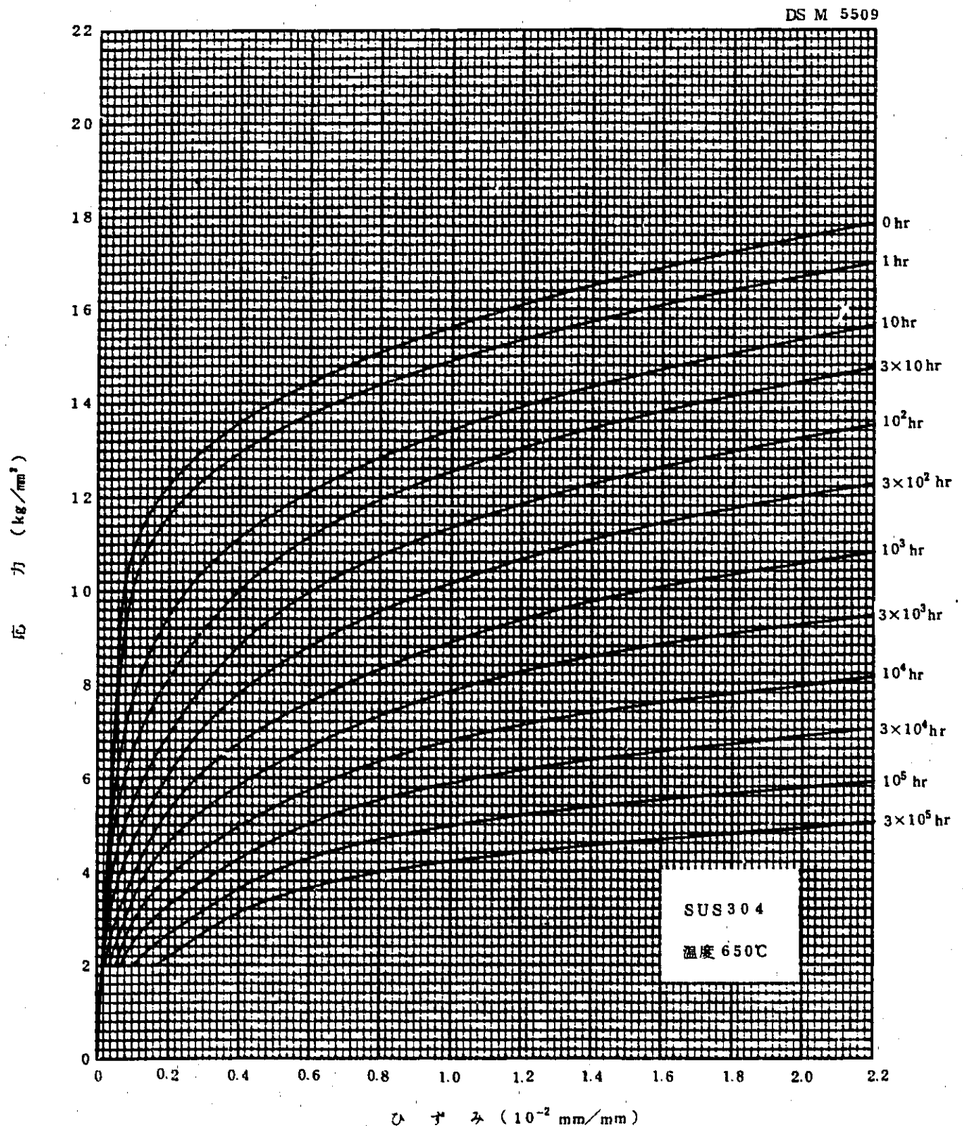
別図 1.11－(a)(7) SUS304の等時応力－ひずみ線図



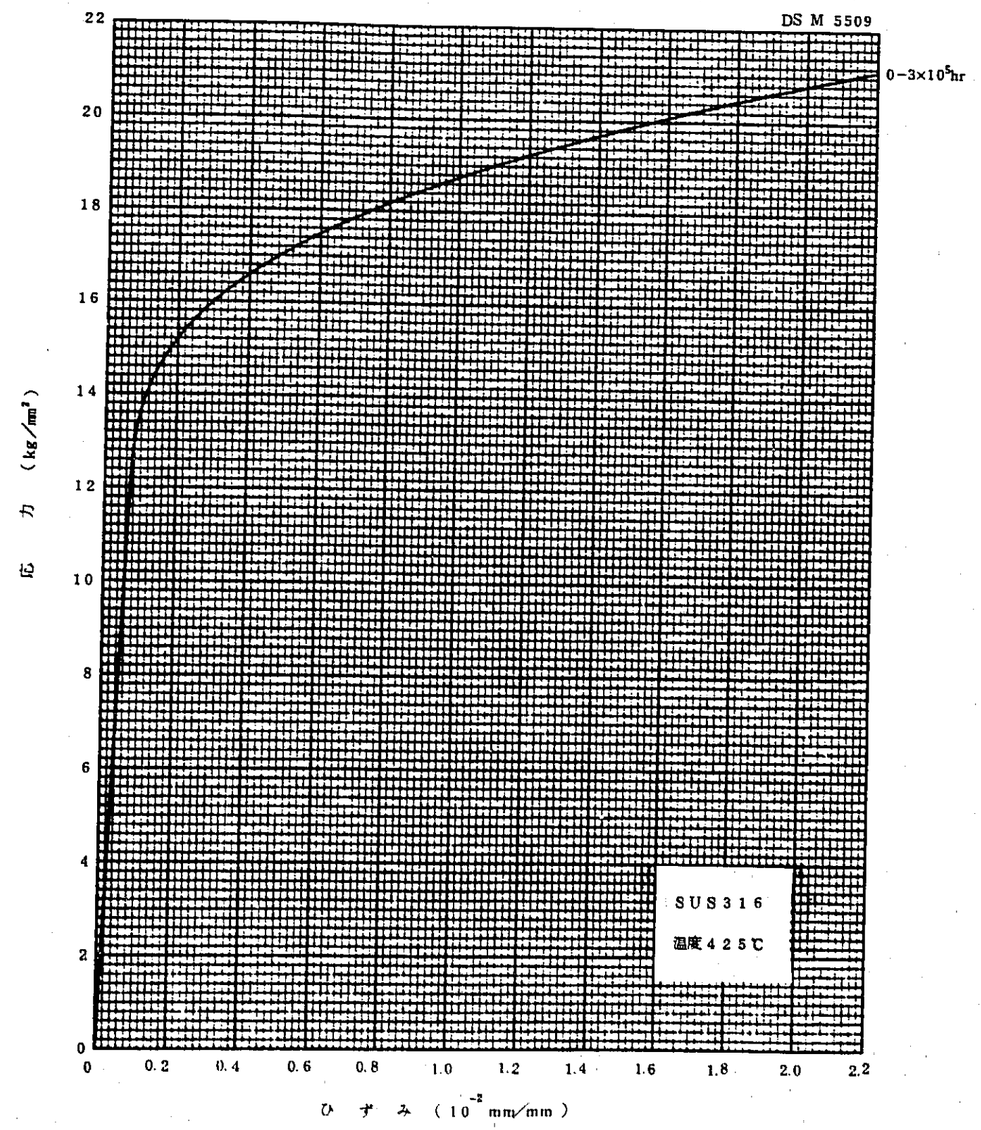
別図 1.11－(a)(8) SUS304の等時応力－ひずみ線図



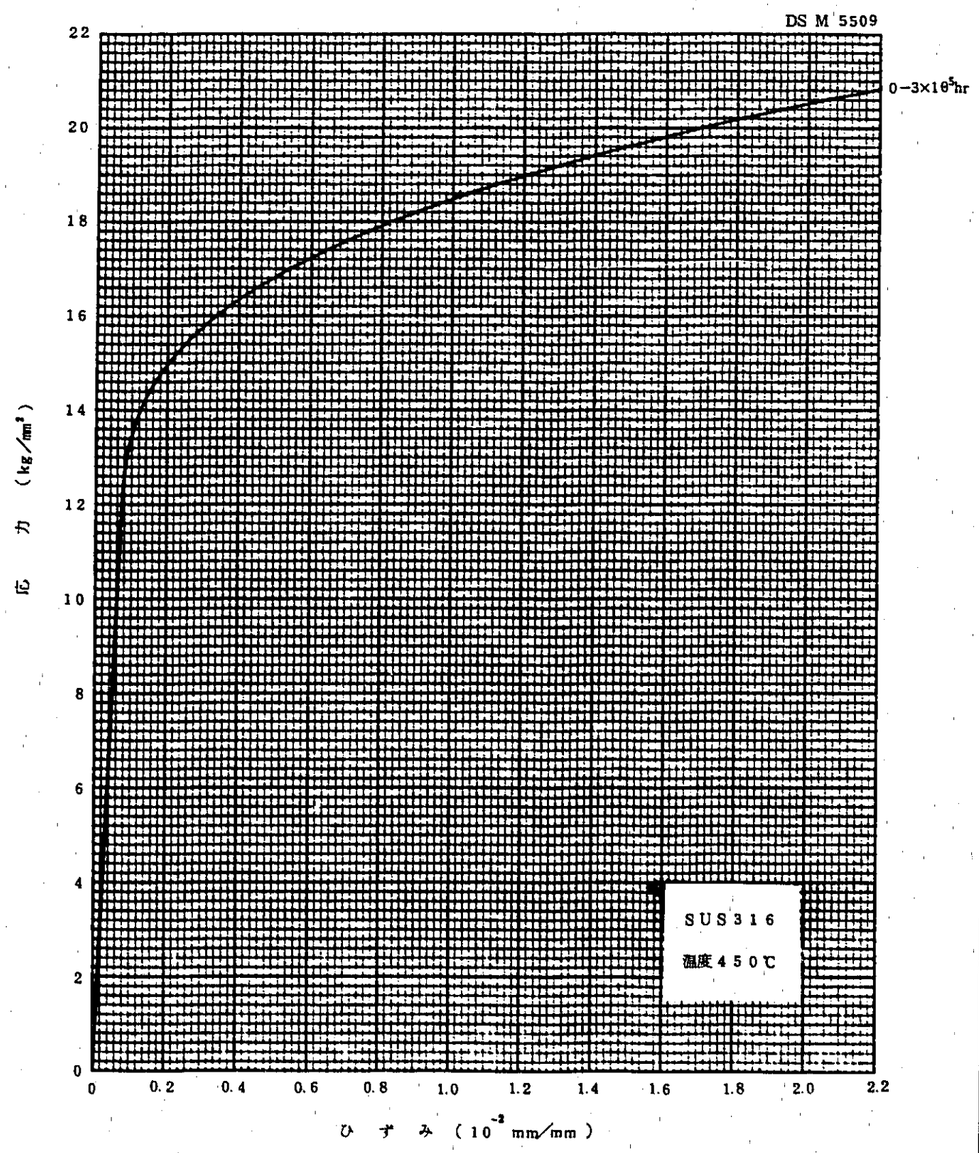
別図 1.11－(a)(9) SUS304の等時応力－ひずみ線図



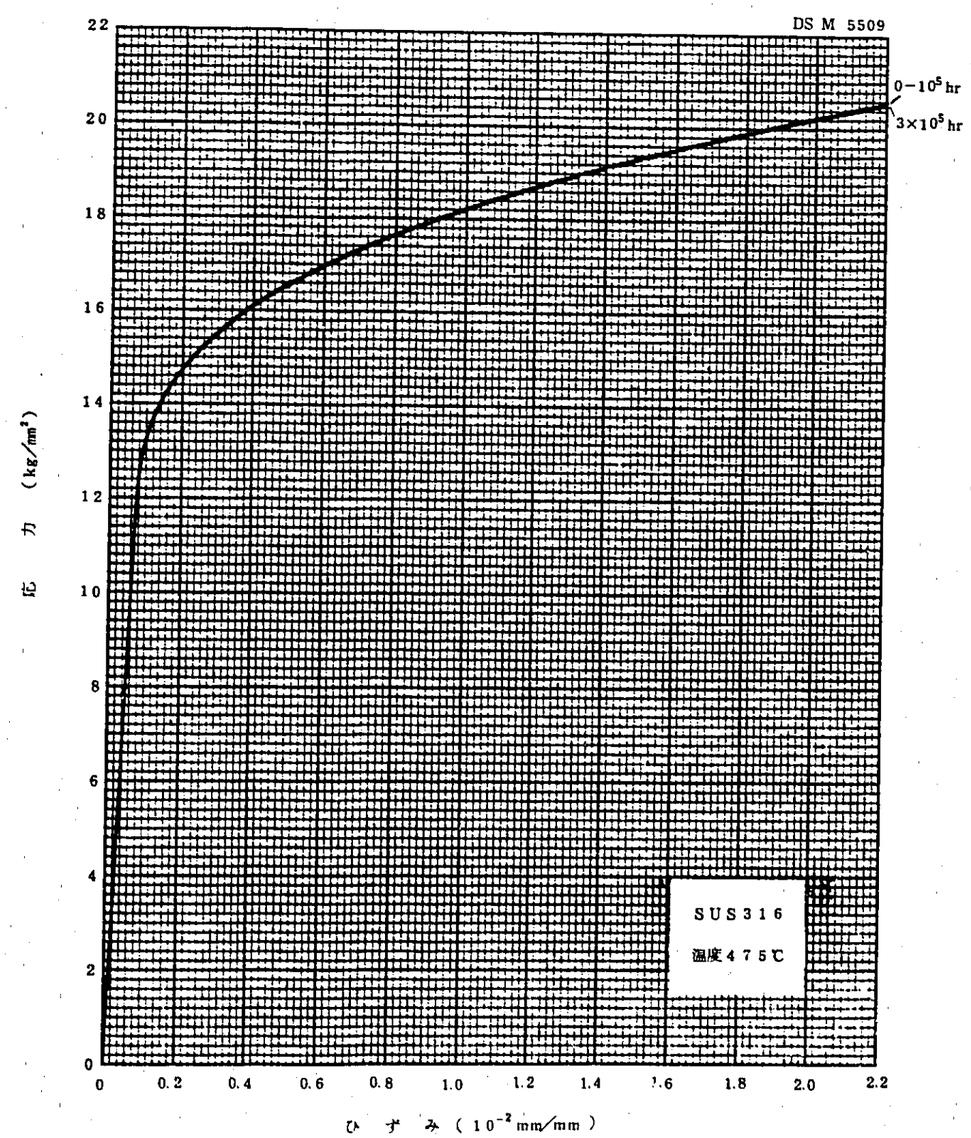
別図 1.11－(a)(1)　SUS304の等時応力－ひずみ線図



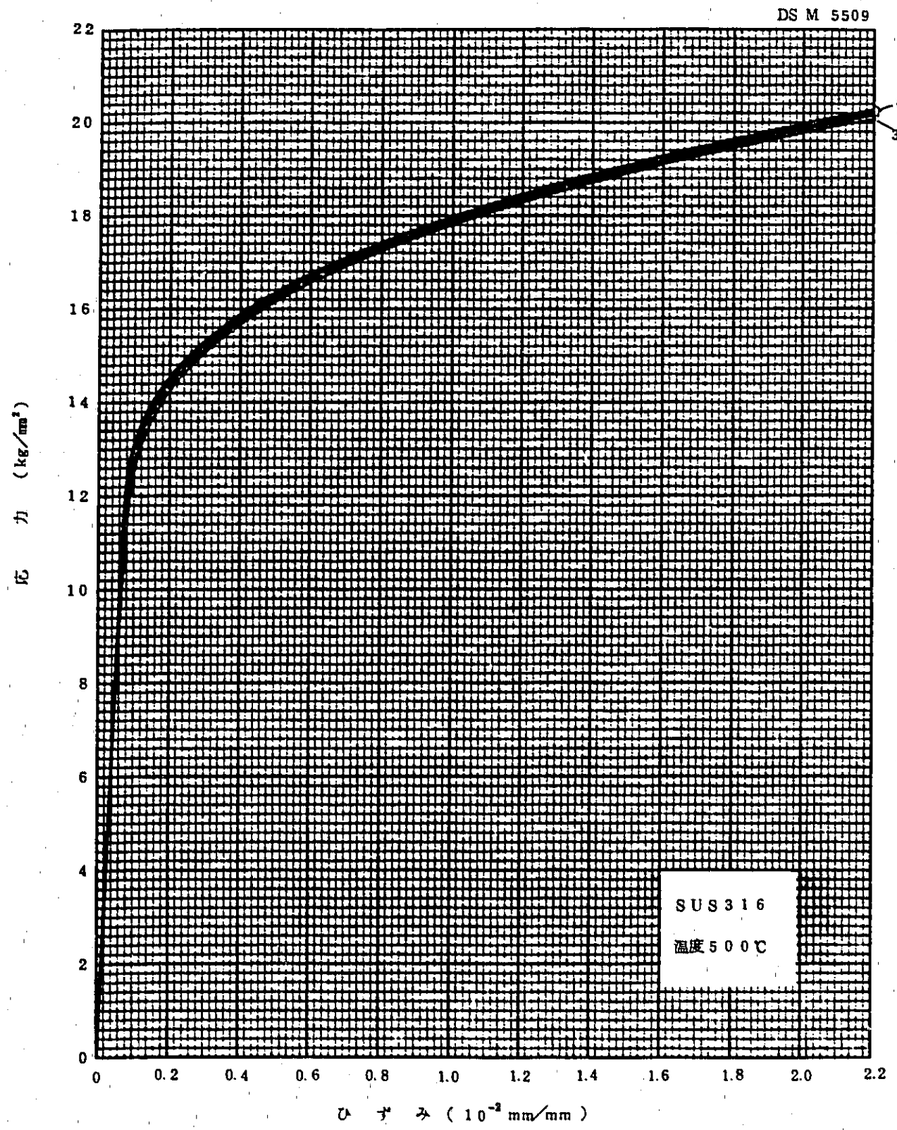
別図 1.11－(b)(1)　SUS316の等時応力－ひずみ線図



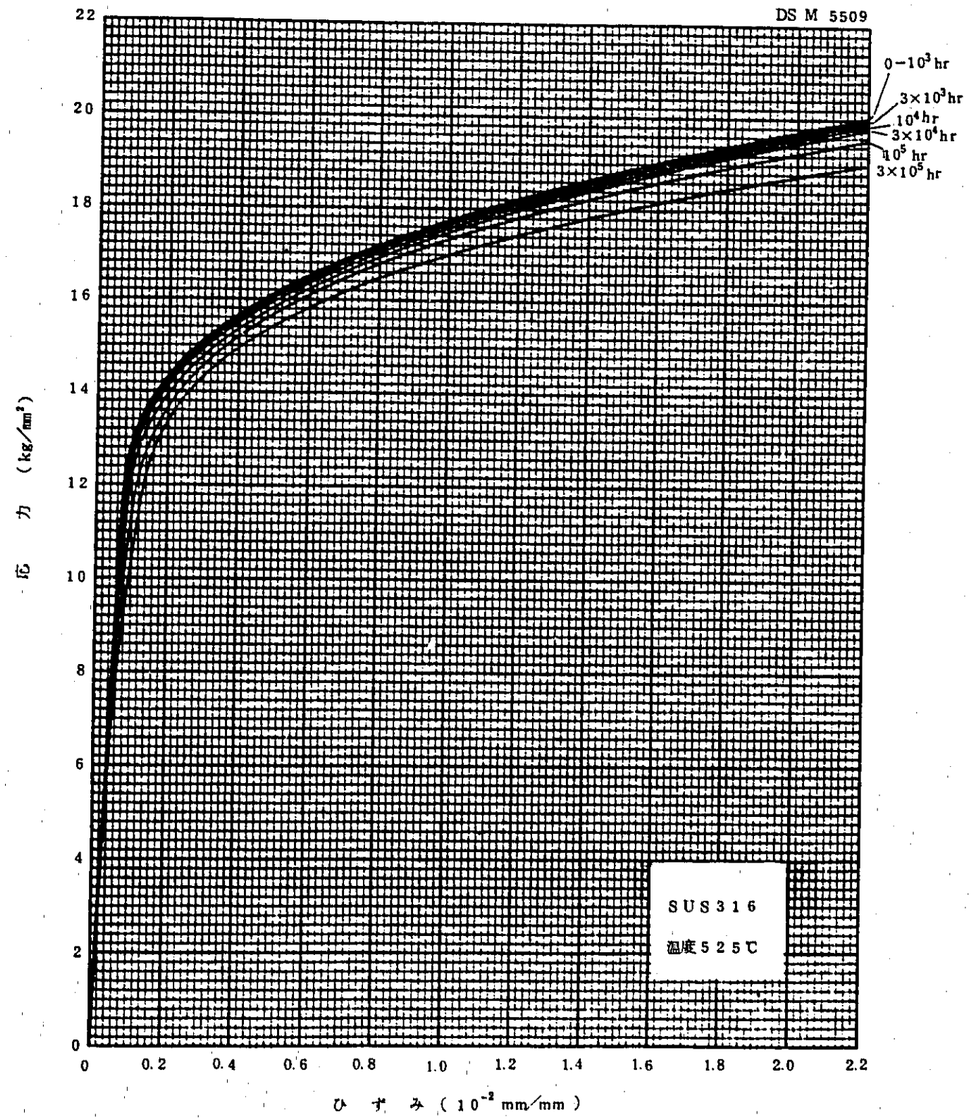
別図 1.11−(b)(2)　SUS316の等時応力−ひずみ線図



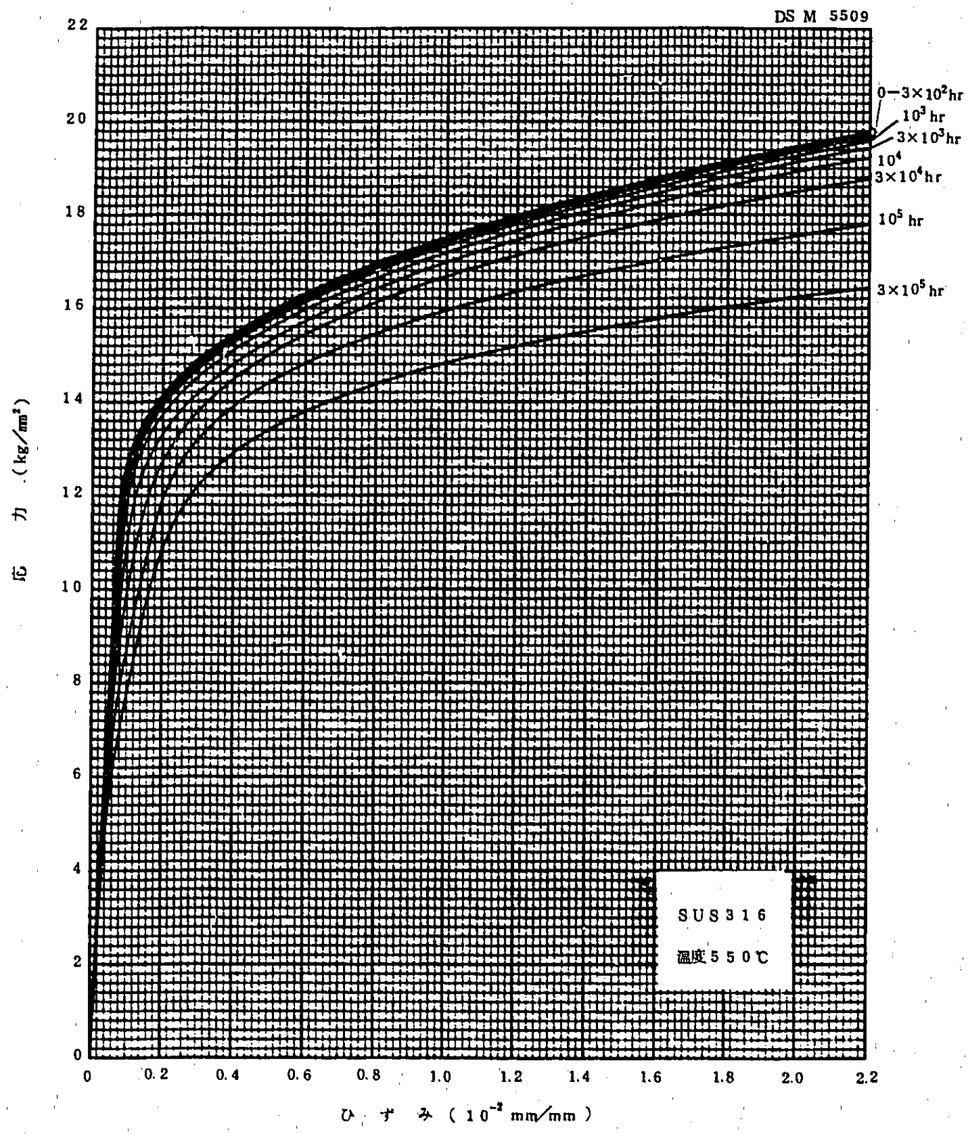
別図 1.11−(b)(3)　SUS316の等時応力−ひずみ線図



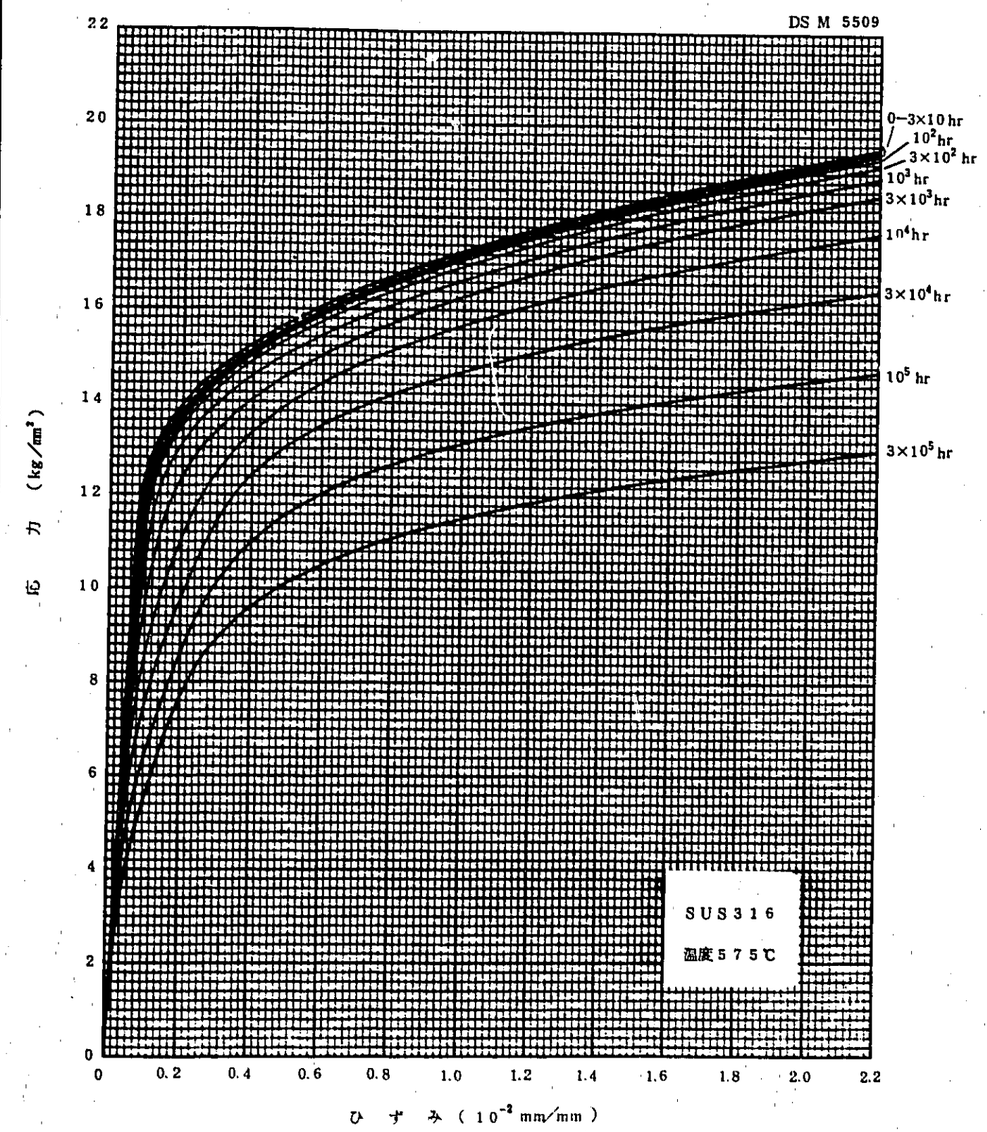
別図 1.11－(b)(4)　SUS316の等時応力－ひずみ線図



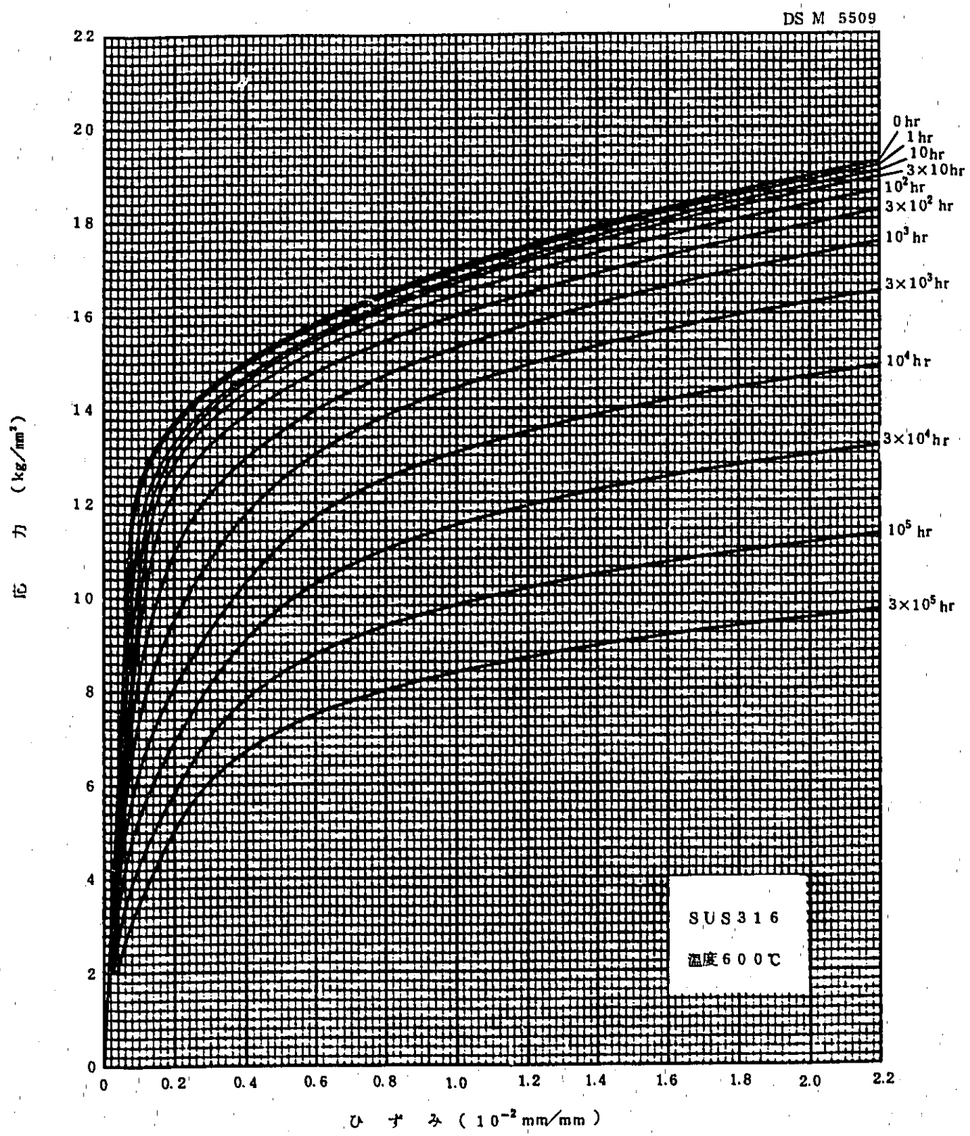
別図 1.11－(b)(5)　SUS316の等時応力－ひずみ線図



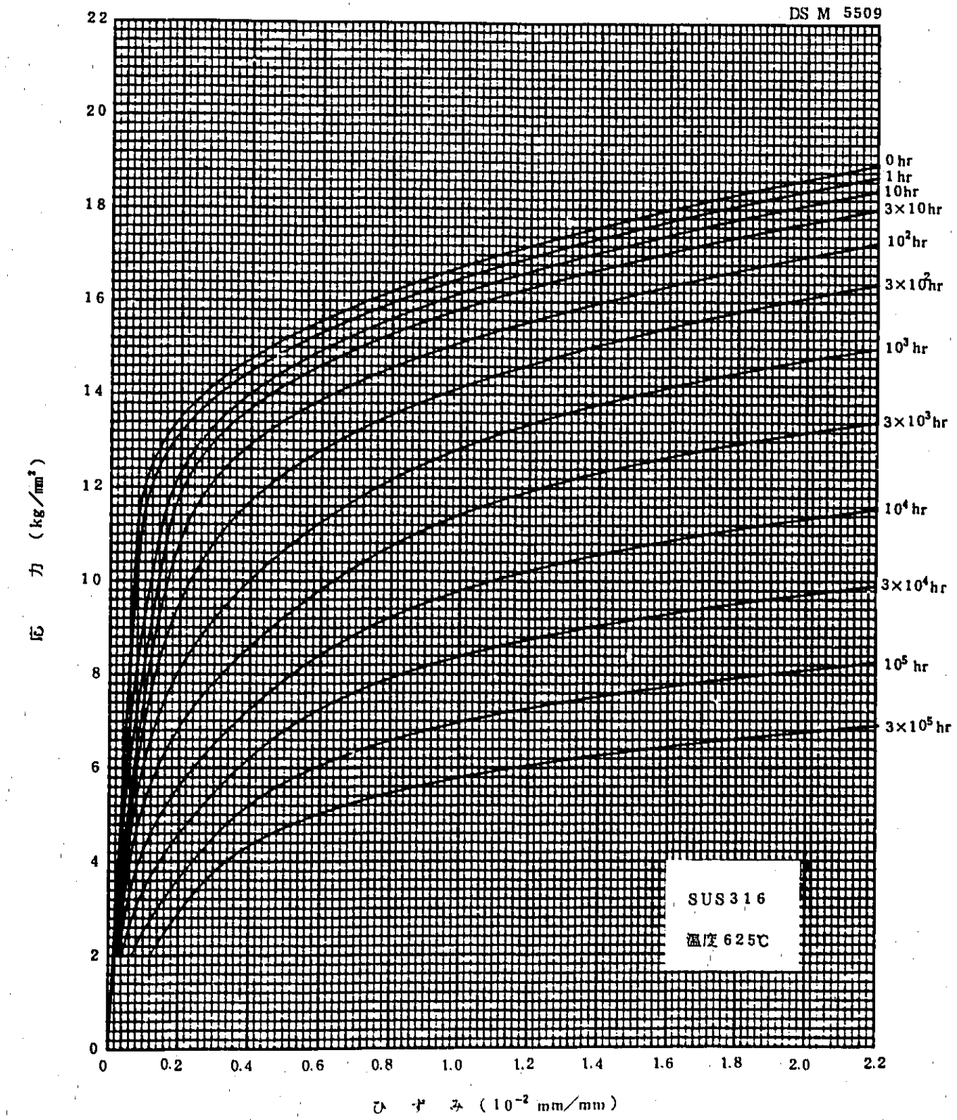
別図 1.11—(b)(6)　SUS316の等時応力—ひずみ線図



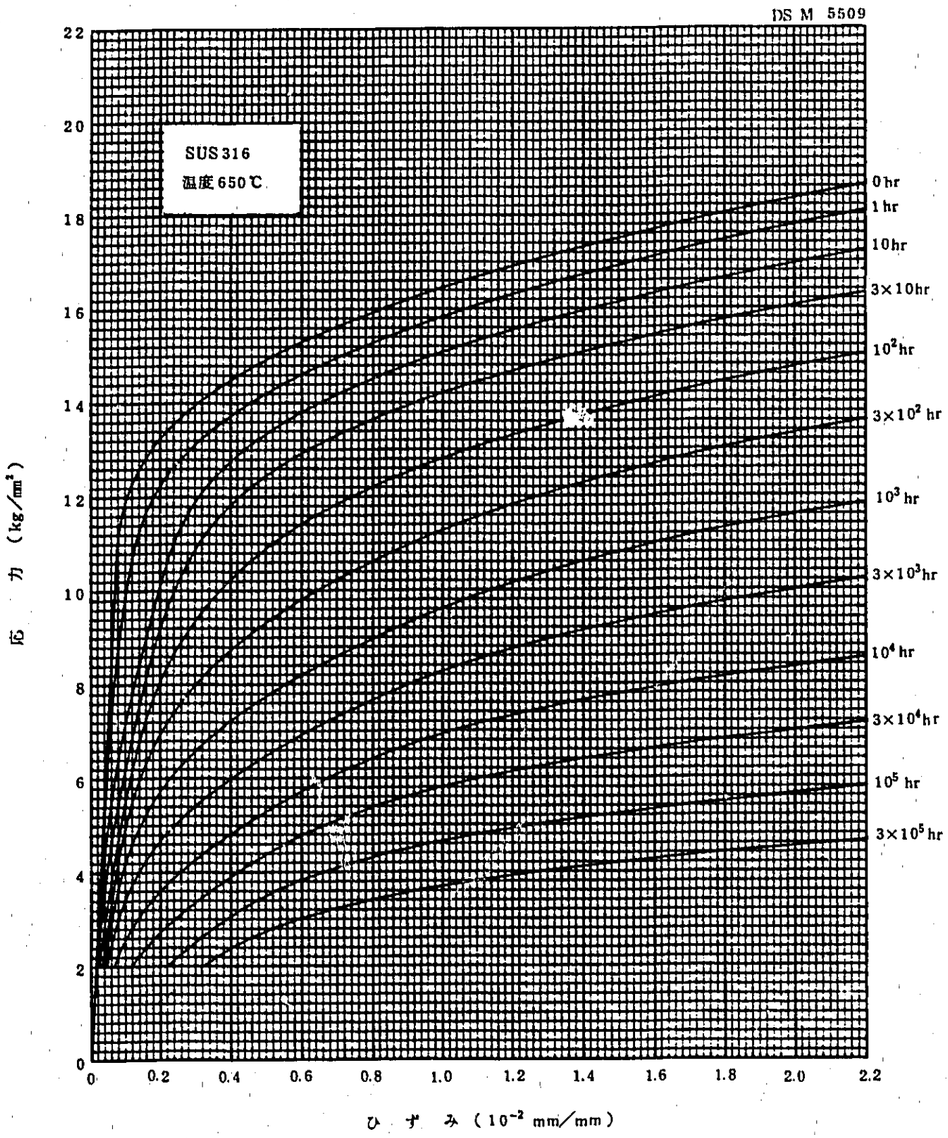
別図 1.11—(b)(7)　SUS316の等時応力—ひずみ線図



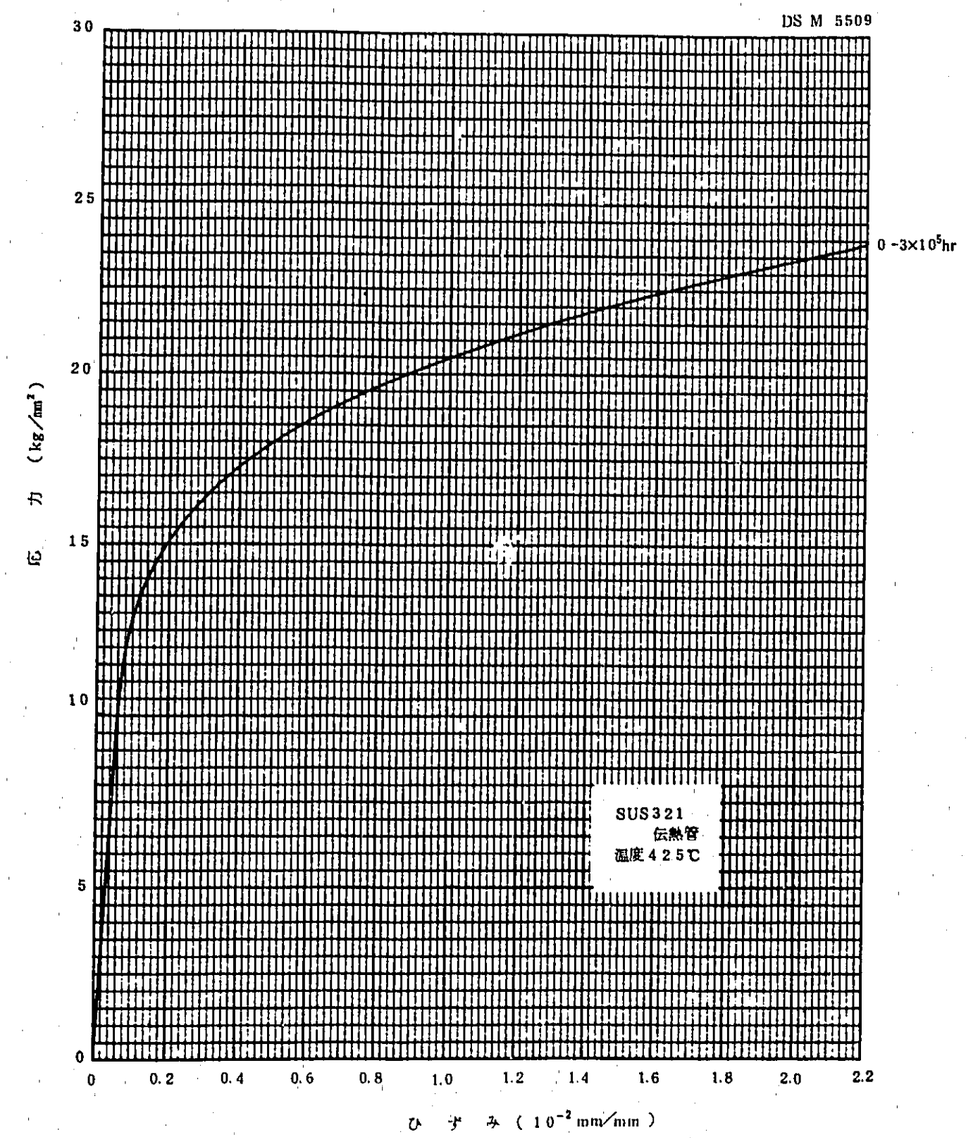
別図 1.11－(b)(8)　SUS316の等時応力－ひずみ線図



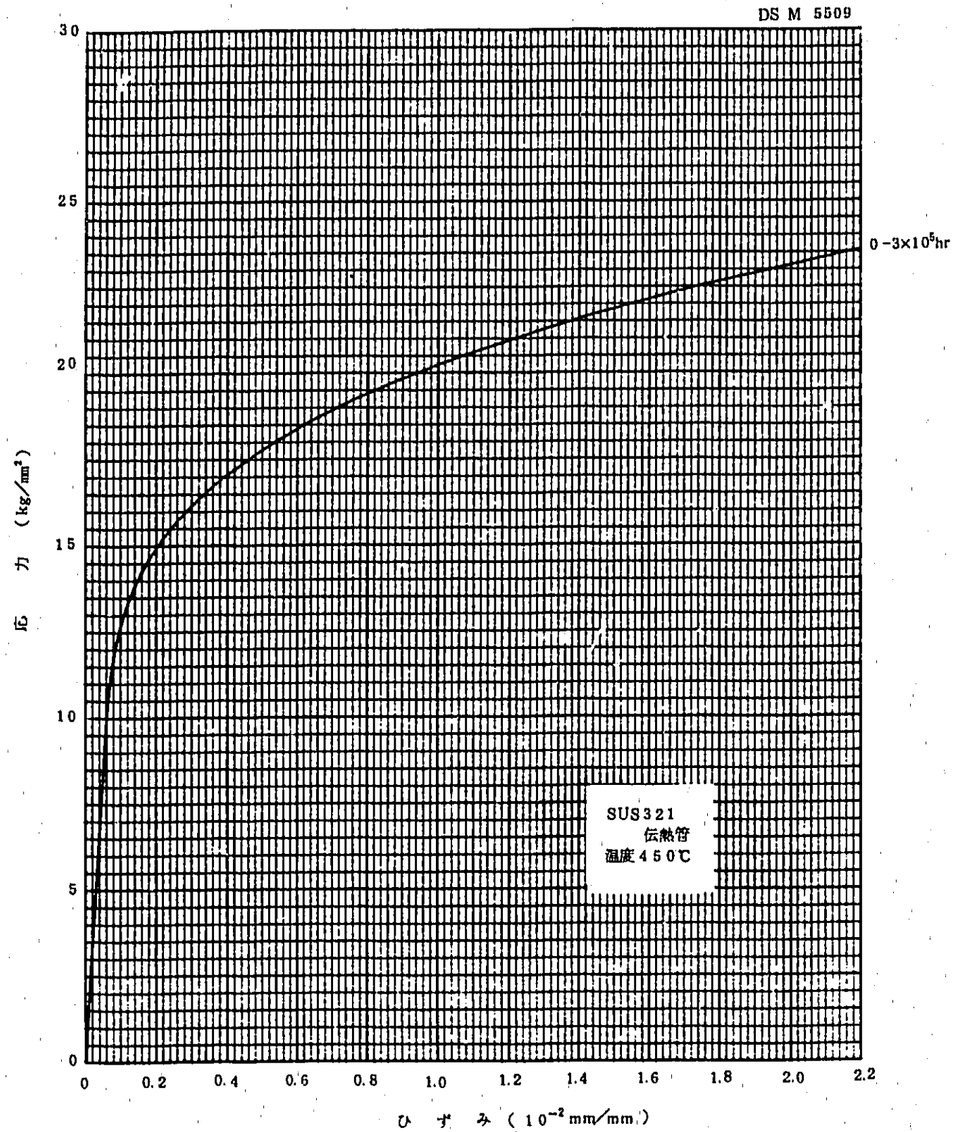
別図 1.11－(b)(9)　SUS316の等時応力－ひずみ線図



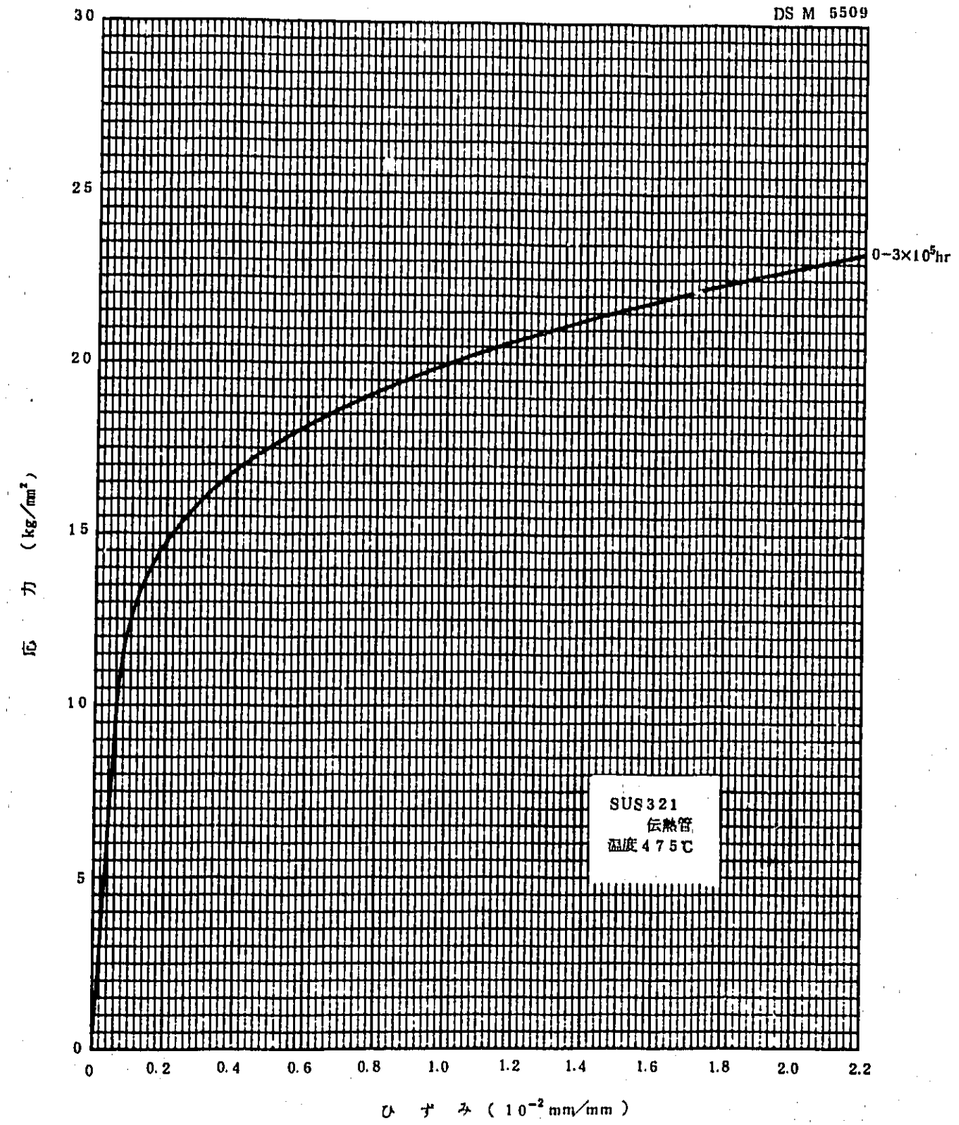
別図 1.11－(b)(1) SUS316の等時応力－ひずみ線図



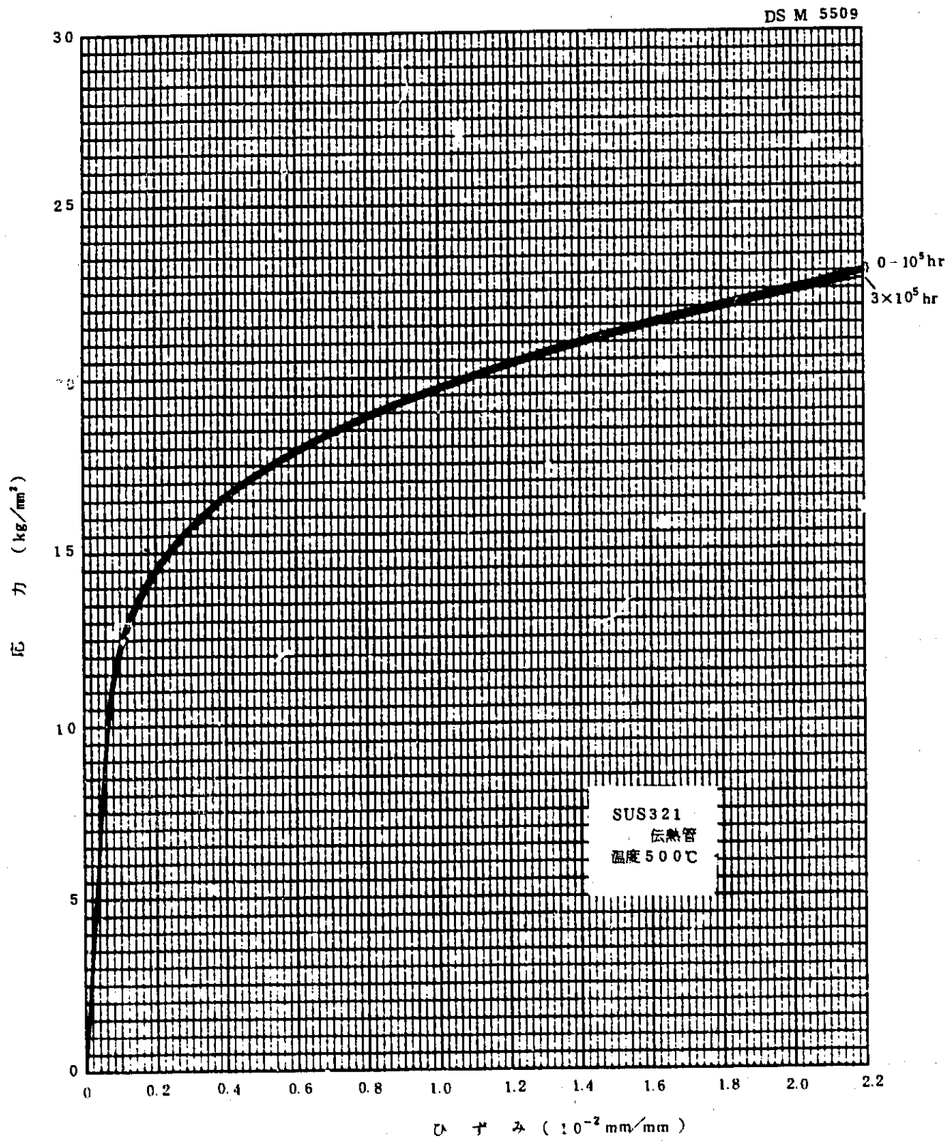
別図 1.11－(c)(1) SUS321伝熱管の等時応力－ひずみ線図



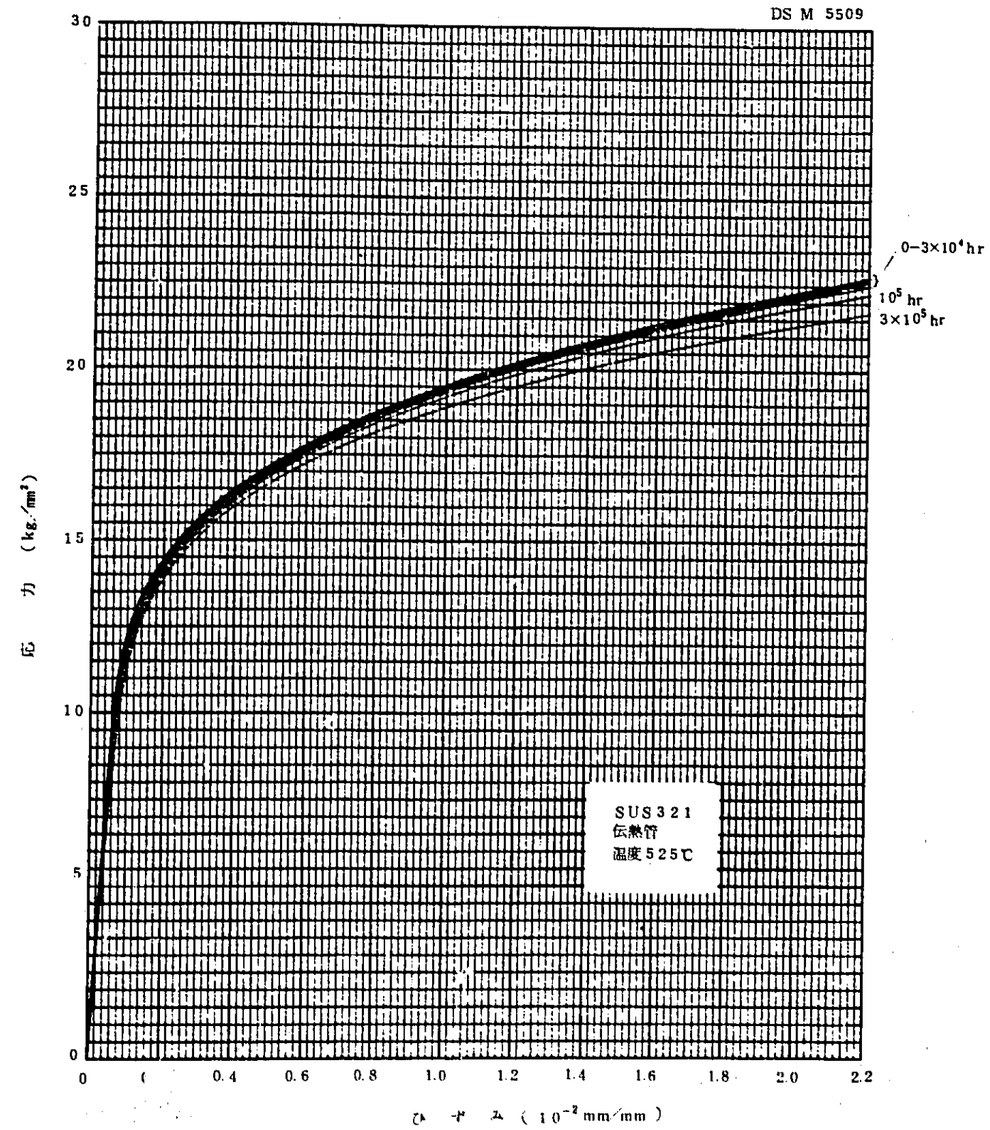
別図 1.11－(c)(2)　SUS321 伝熱管の等時応力－ひずみ線図



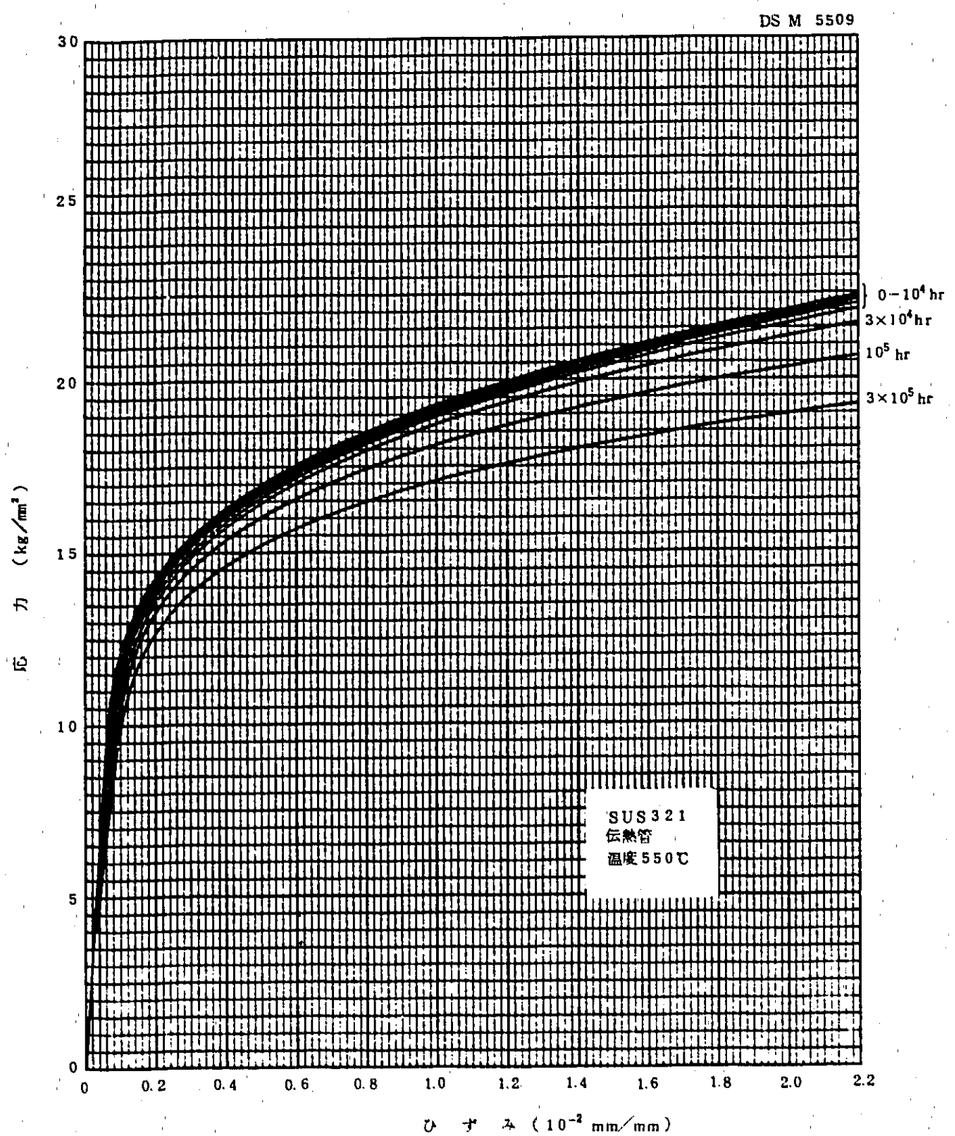
別図 1.11－(c)(3)　SUS321 伝熱管の等時応力－ひずみ線図



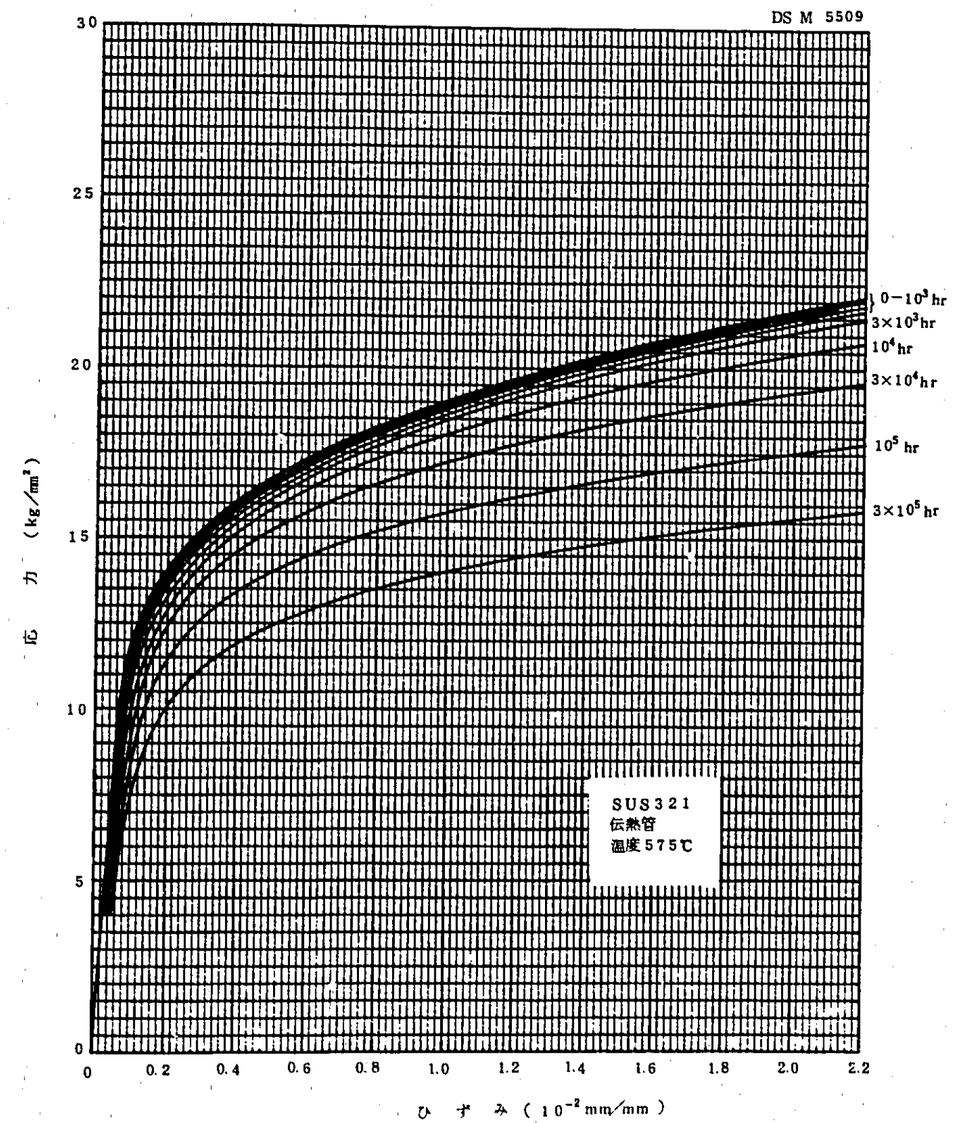
別図 1.11－(c)(4)　SUS321伝熱管の等時応力－ひずみ線図



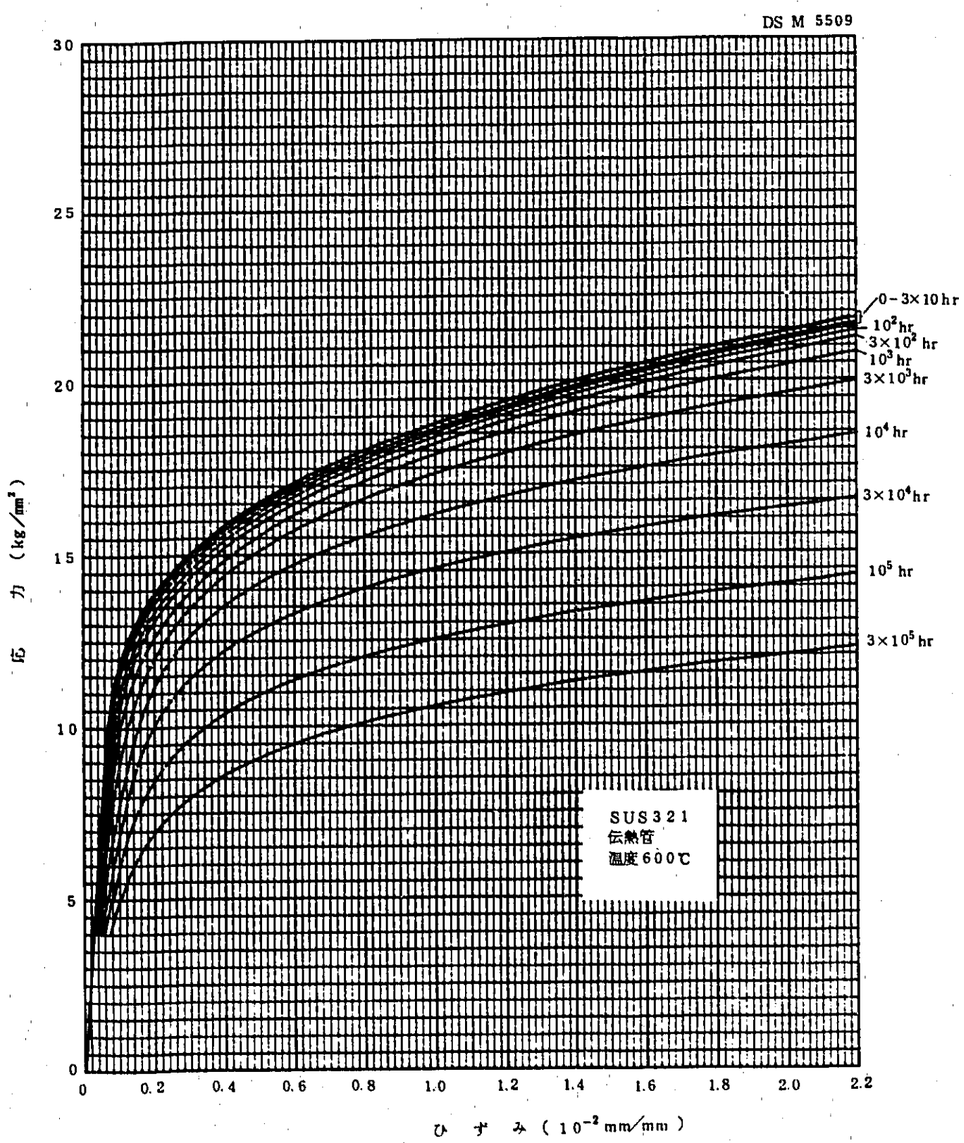
別図 1.11－(c)(5)　SUS321伝熱管の等時応力－ひずみ線図



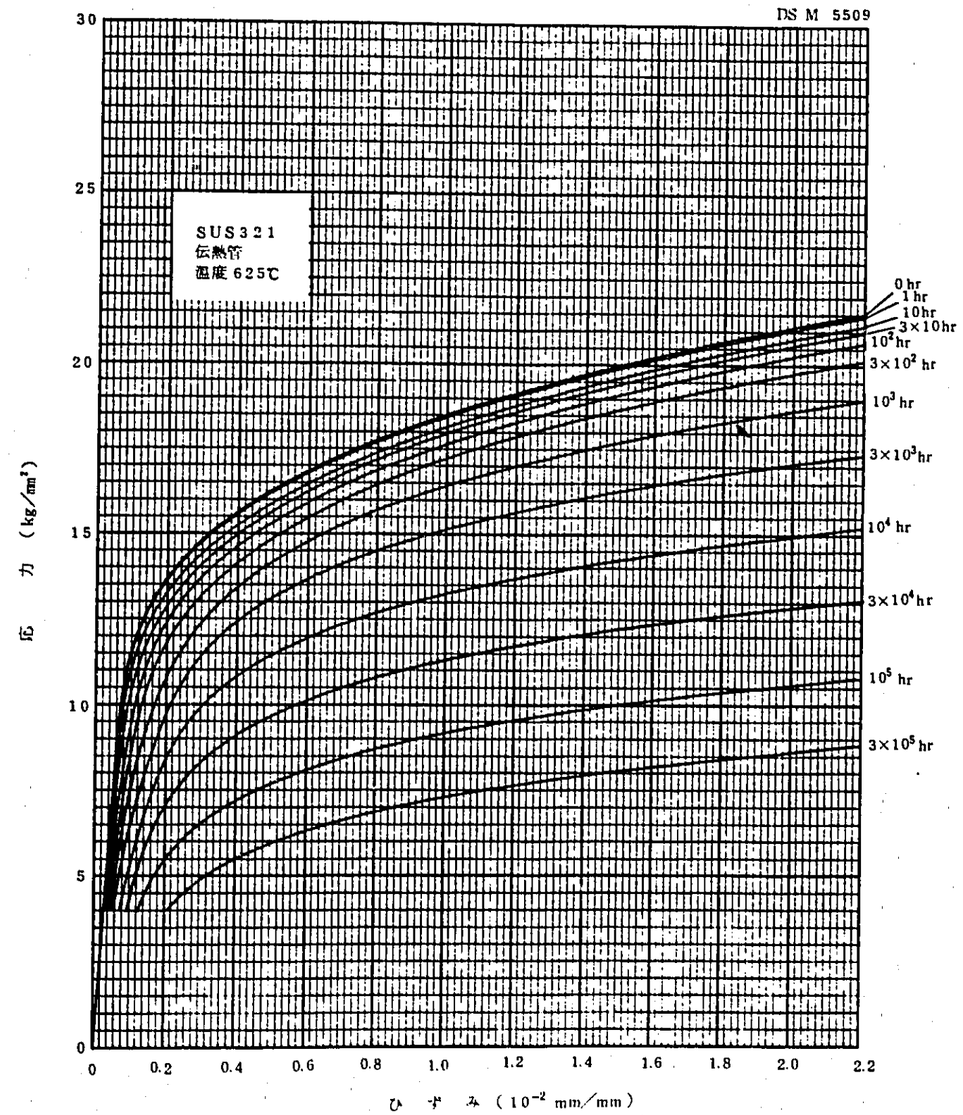
別図 1.11－(c)(6)　SUS321伝熱管の等時応力－ひずみ線図



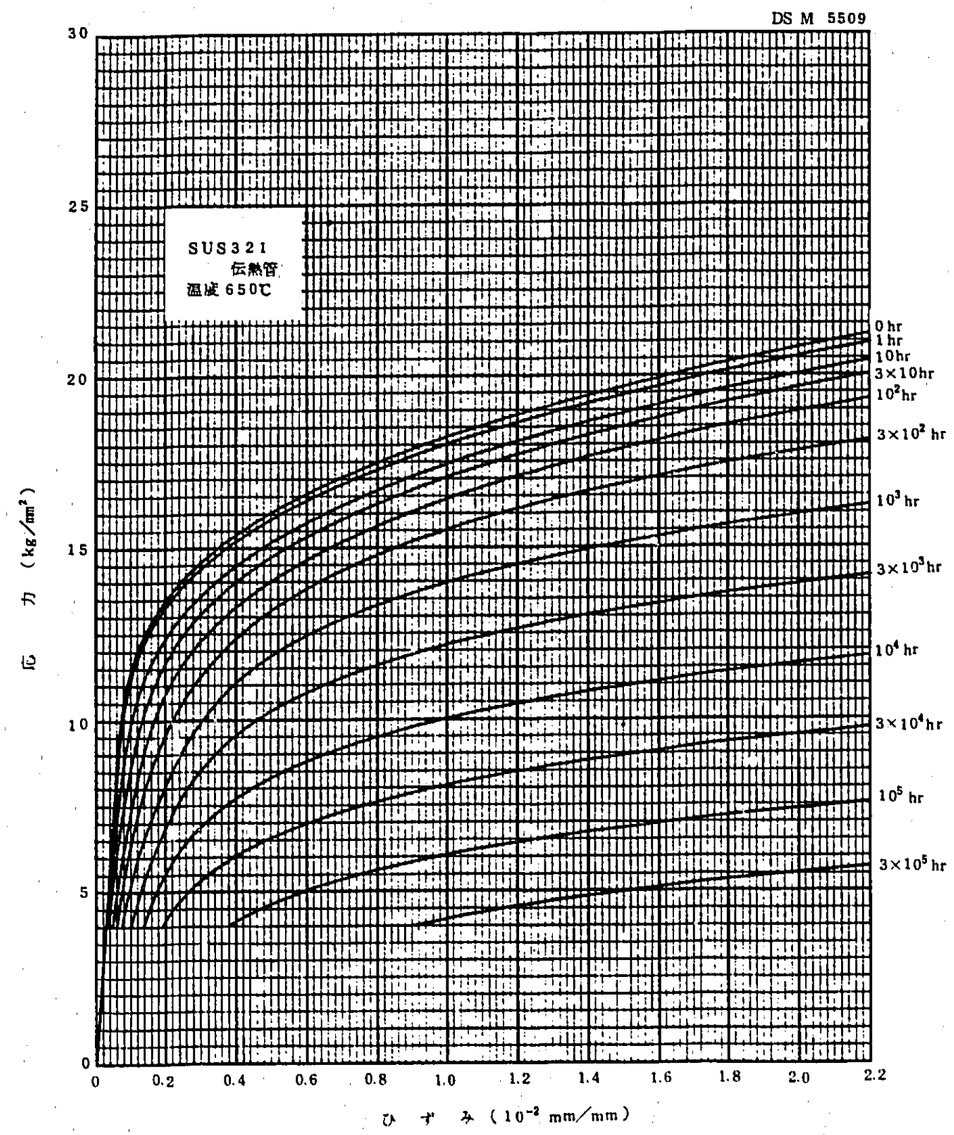
別図 1.11－(c)(7)　SUS321伝熱管の等時応力－ひずみ線図



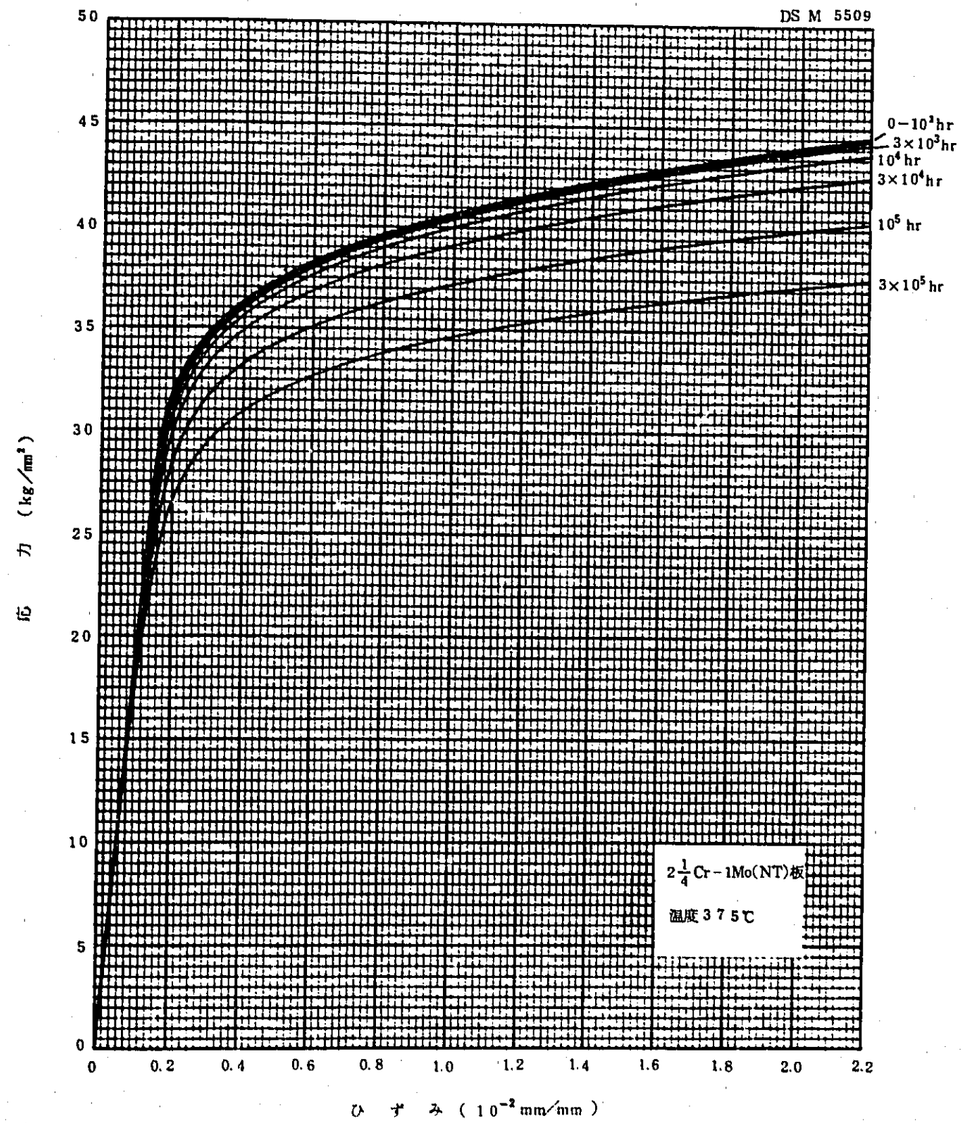
別図 1.11－(c)(8)　SUS321 伝熱管の等時応力－ひずみ線図



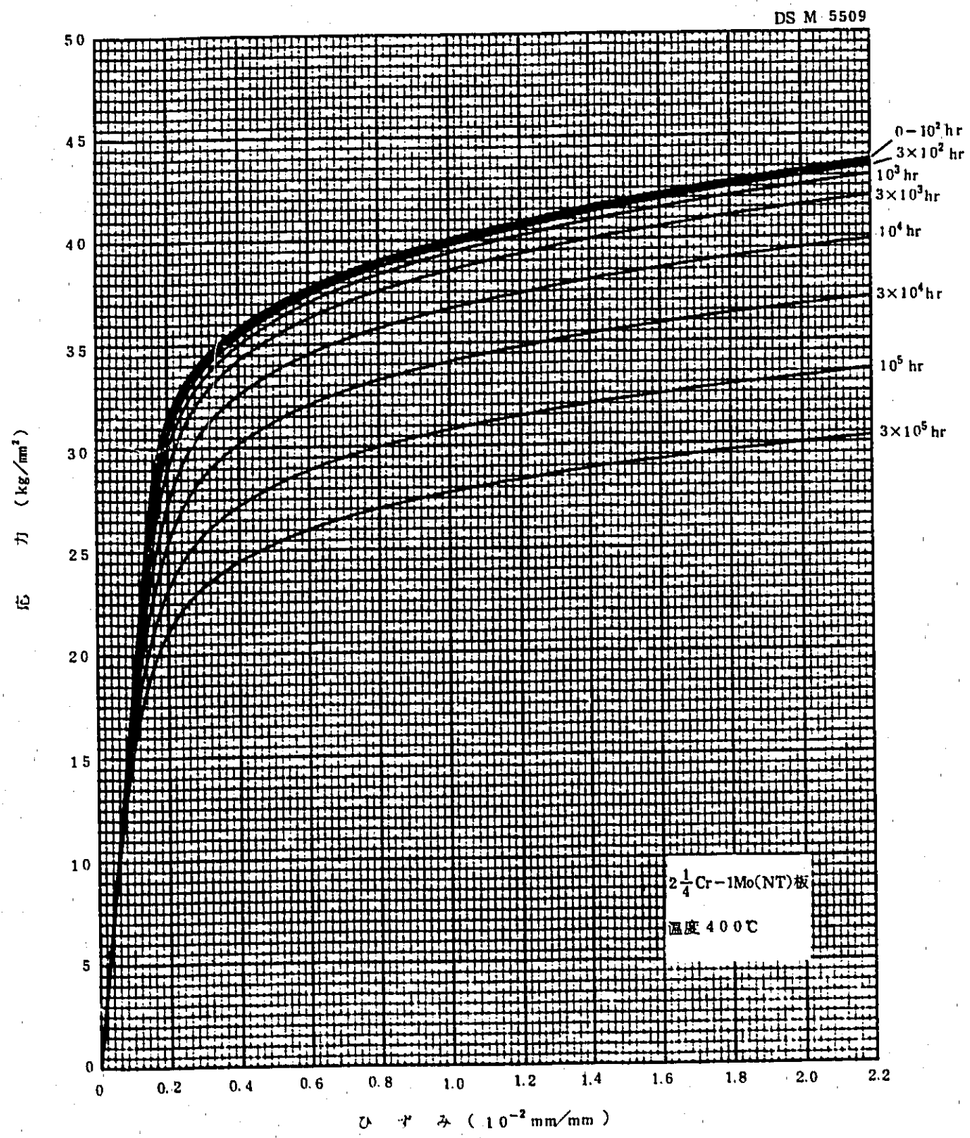
別図 1.11－(c)(9)　SUS321 伝熱管の等時応力－ひずみ線図



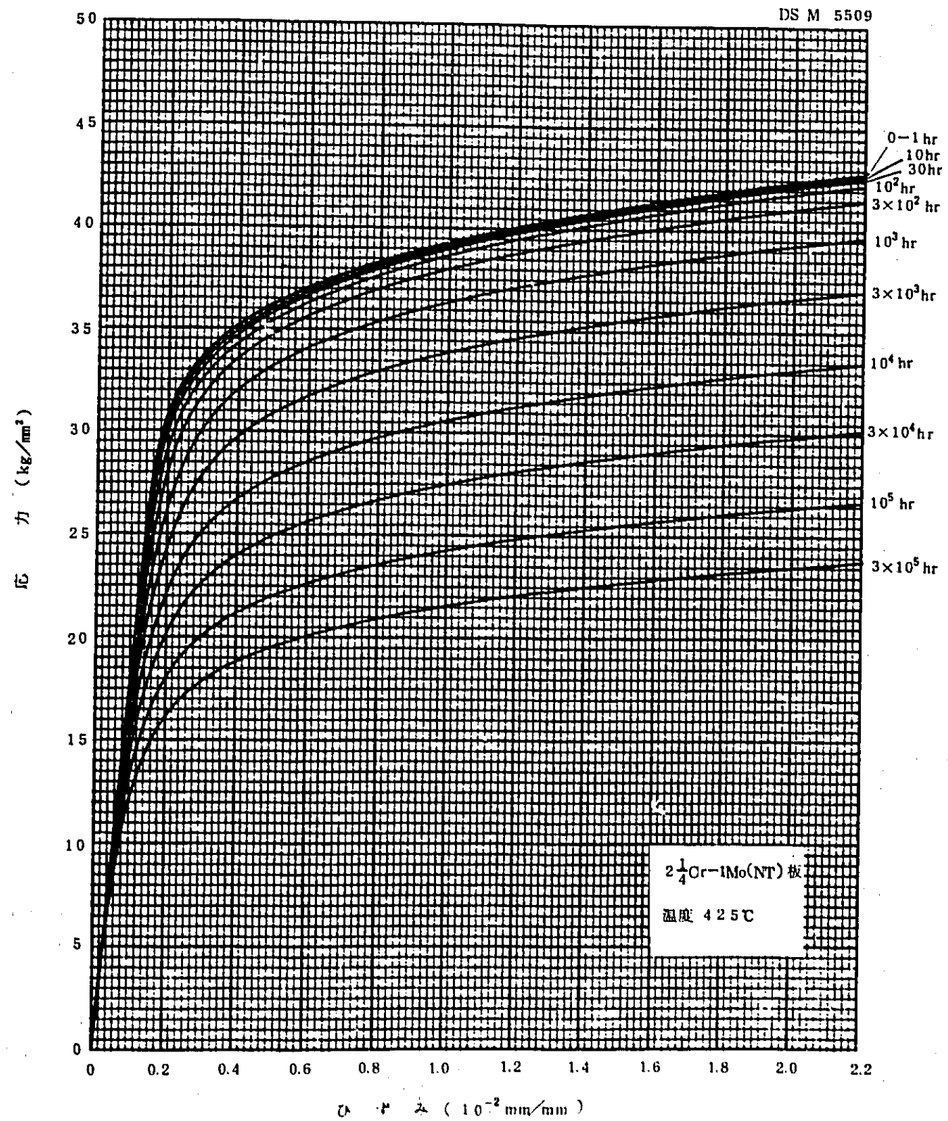
別図 1.11－(c)(10)　SUS321伝熱管の等時応力－ひずみ線図



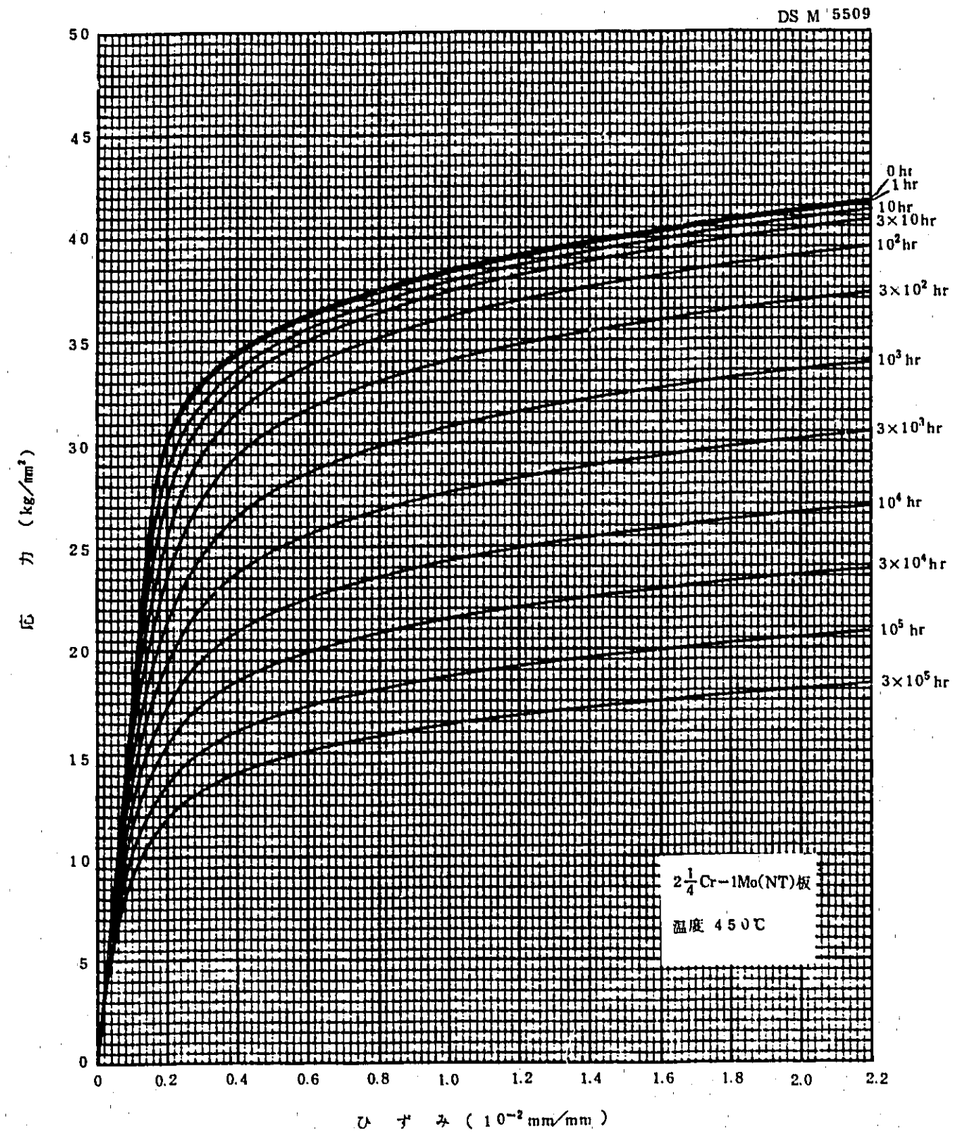
別図 1.11－(d)(1)　$2\frac{1}{4}$Cr－1 Mo（NT）板の等時応力－ひずみ線図



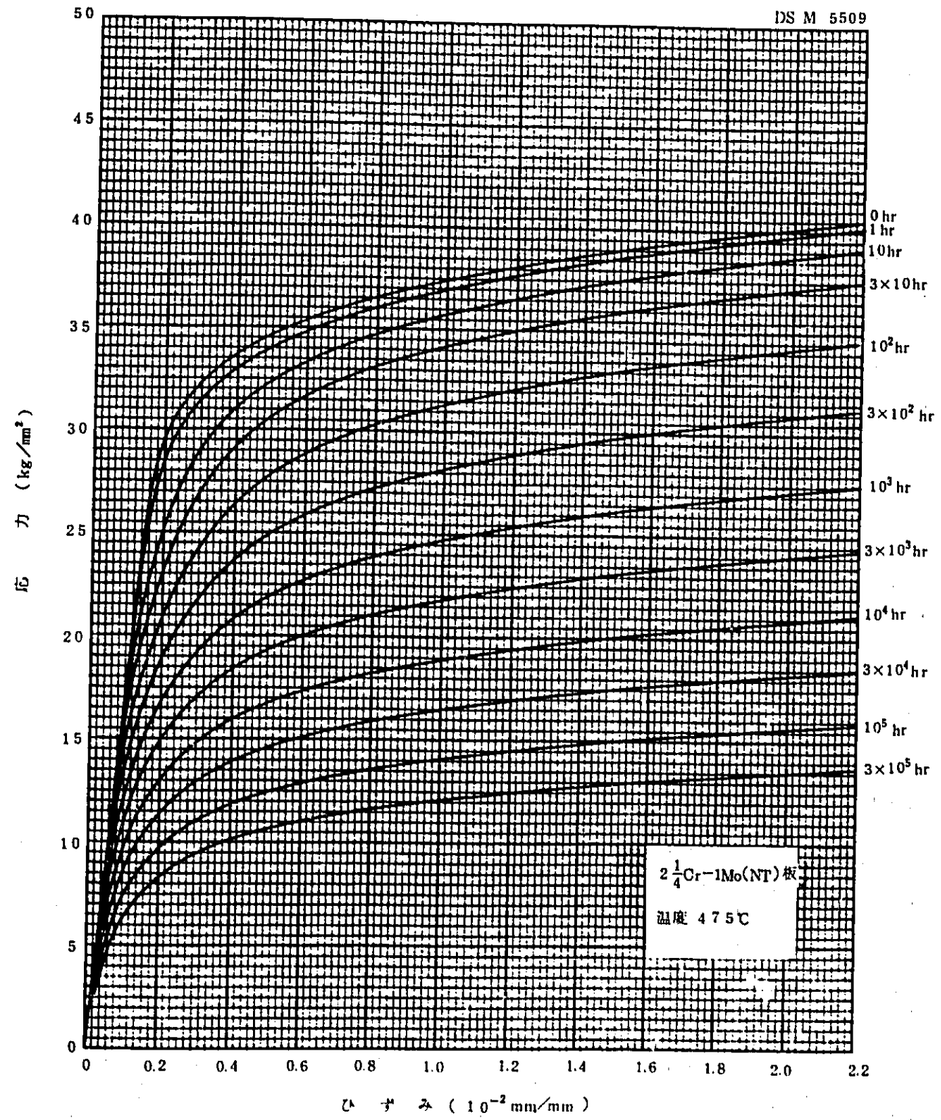
別図 1.1 1－(d)(2)　$2\frac{1}{4}$Cr－1 Mo（NT）板の等時応力－ひずみ線図



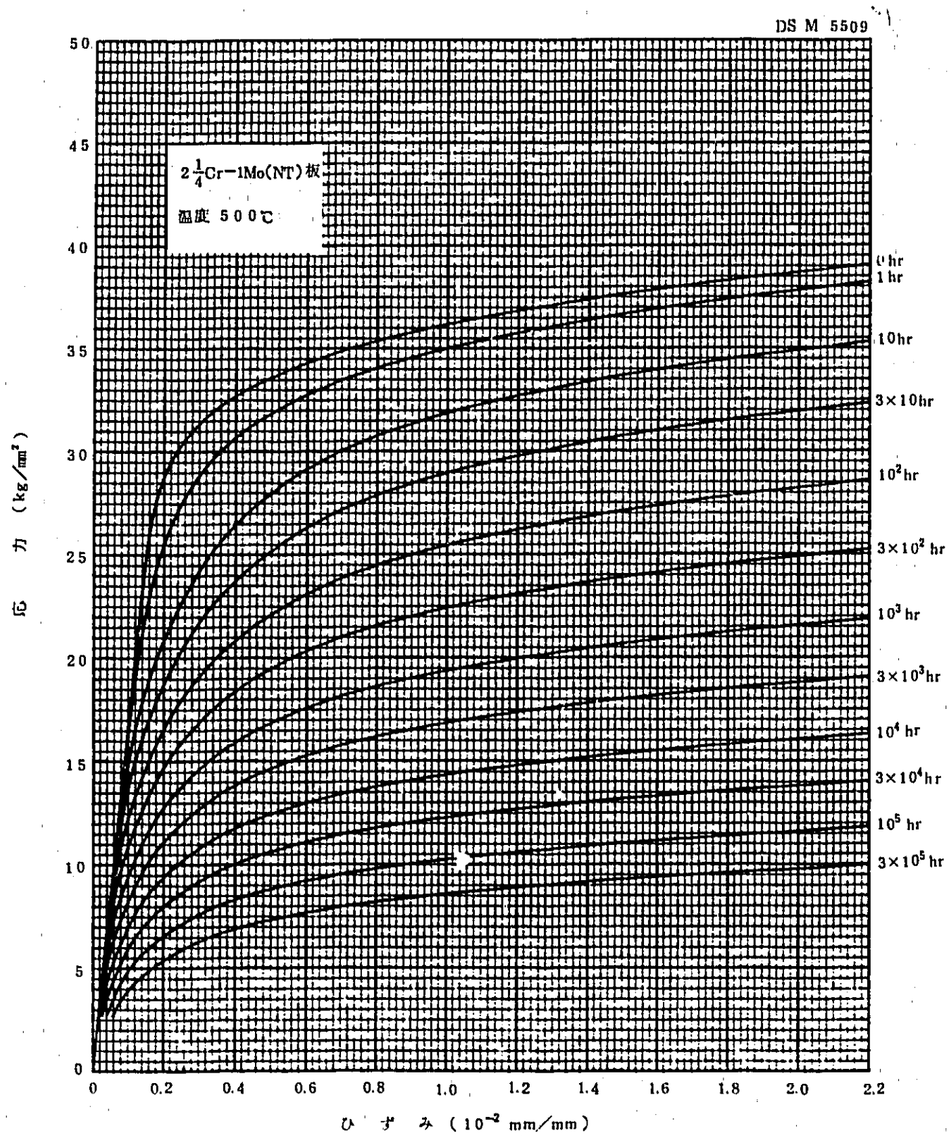
別図 1.1 1－(d)(3)　$2\frac{1}{4}$Cr－1 Mo（NT）板の等時応力－ひずみ線図



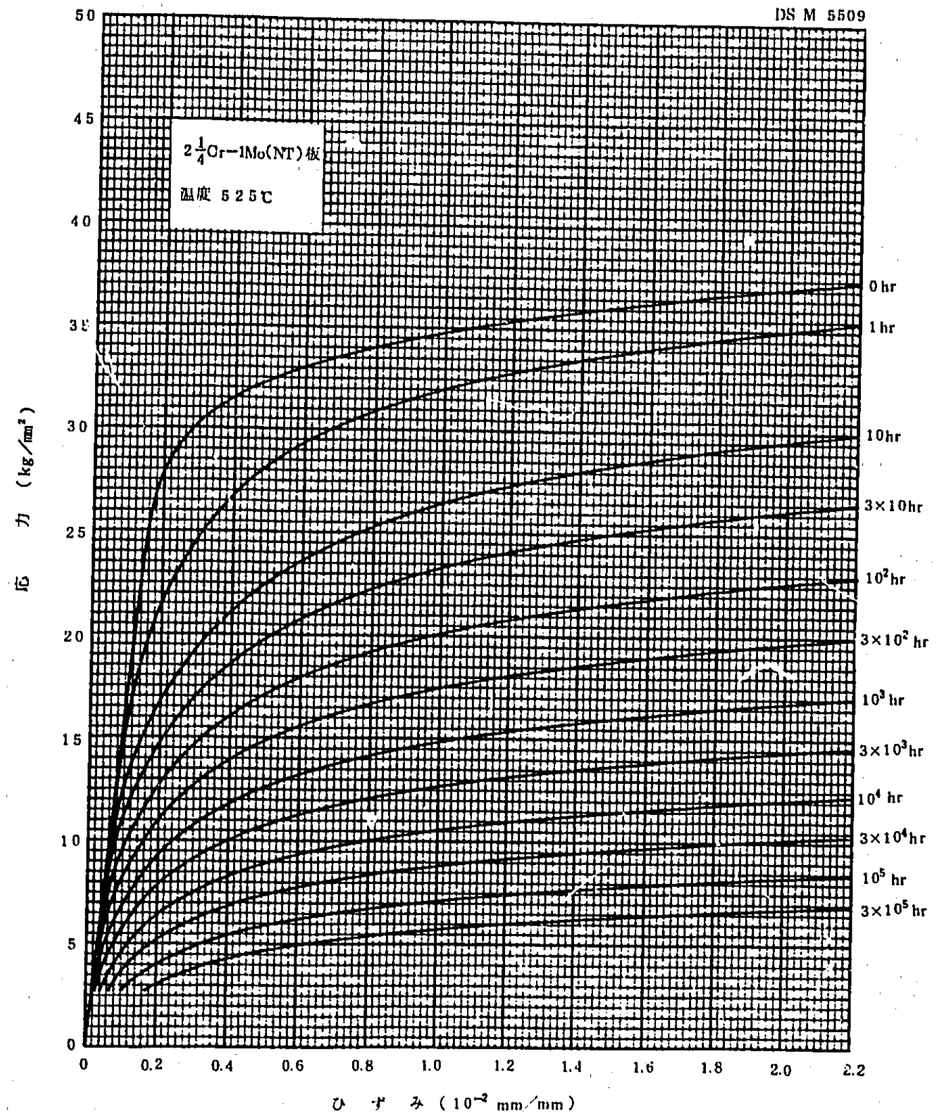
別図 1.1 1－(d)(4)　$2\frac{1}{4}$Cr－1 Mo（NT）板の等時応力－ひずみ線図



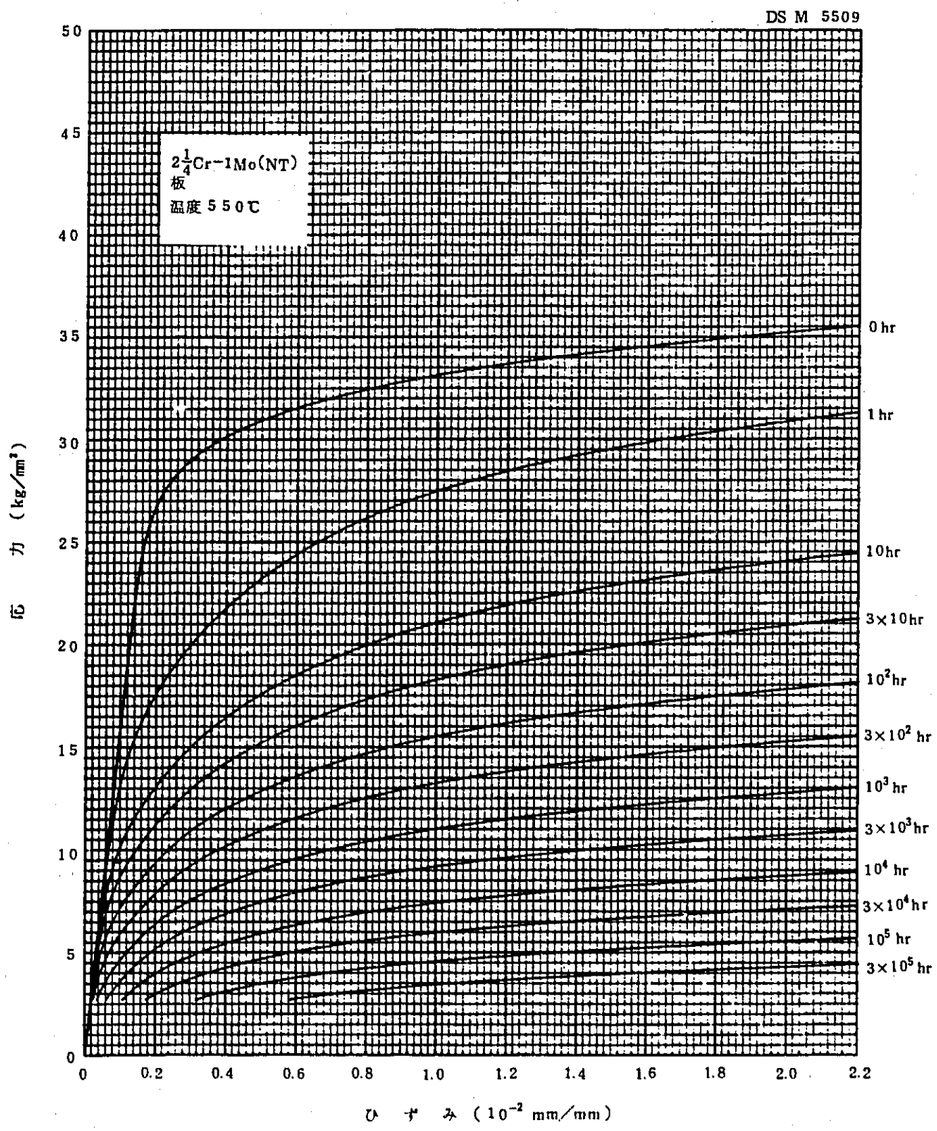
別図 1.1 1－(d)(5)　$2\frac{1}{4}$Cr－1 Mo（NT）板の等時応力－ひずみ線図



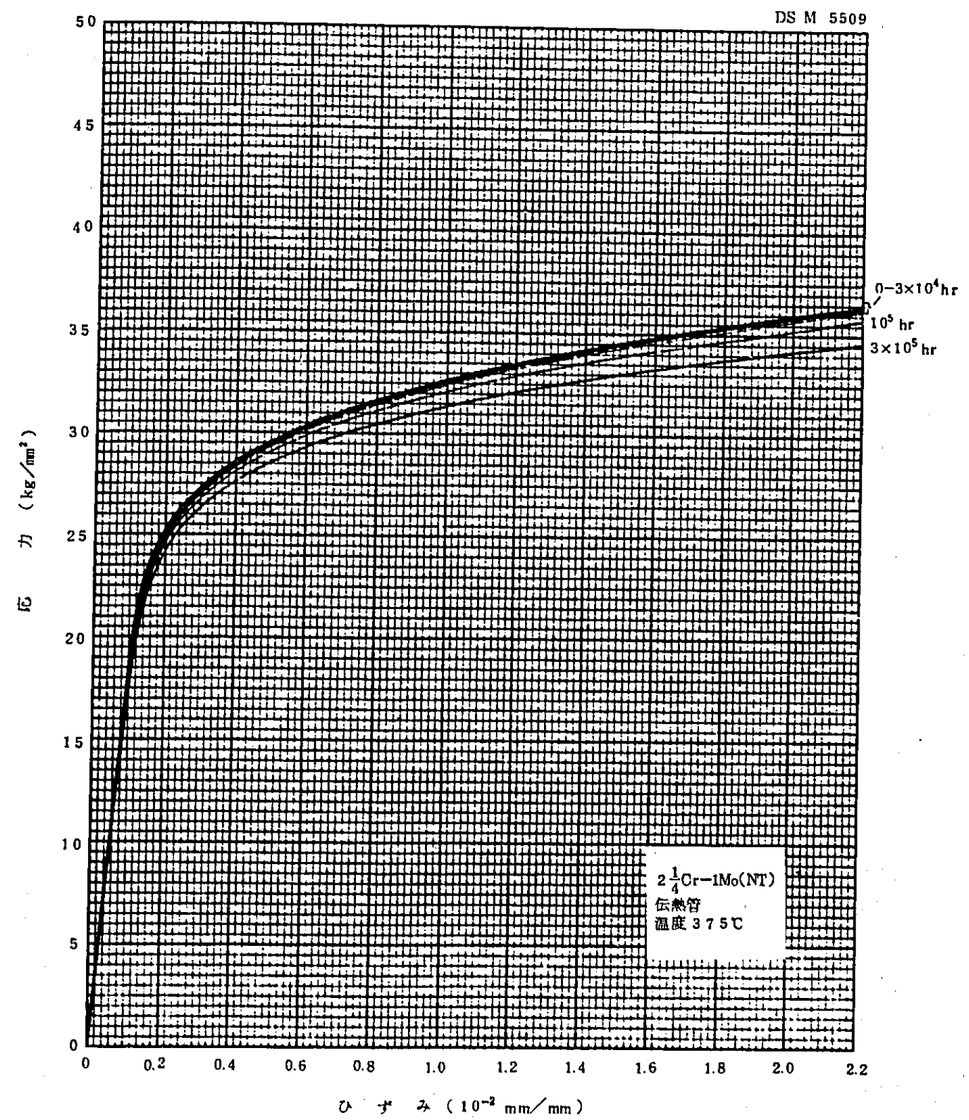
別図 1.1 1－(d)(6)　$2\frac{1}{4}$Cr－1 Mo（NT）板の等時応力－ひずみ線図



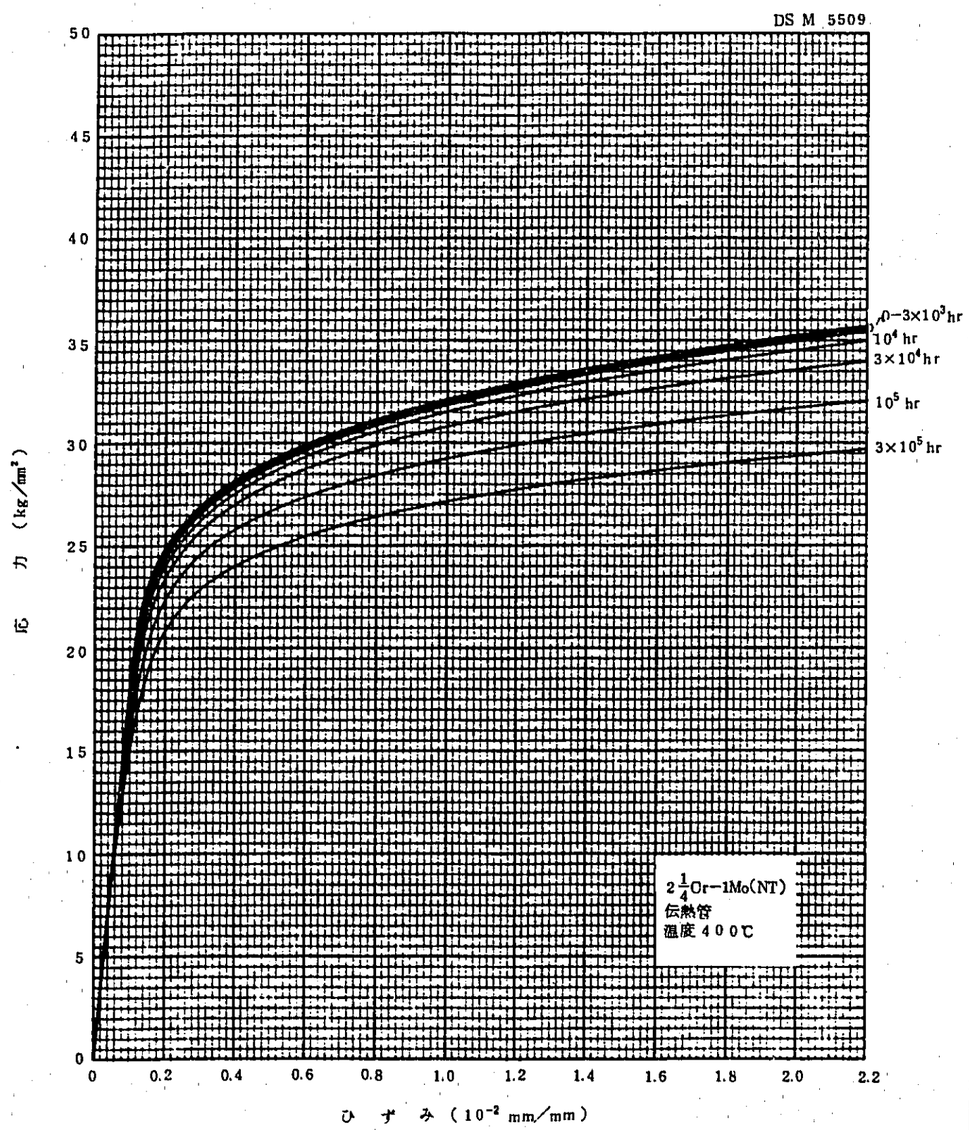
別図 1.1 1－(d)(7)　$2\frac{1}{4}$Cr－1 Mo（NT）板の等時応力－ひずみ線図



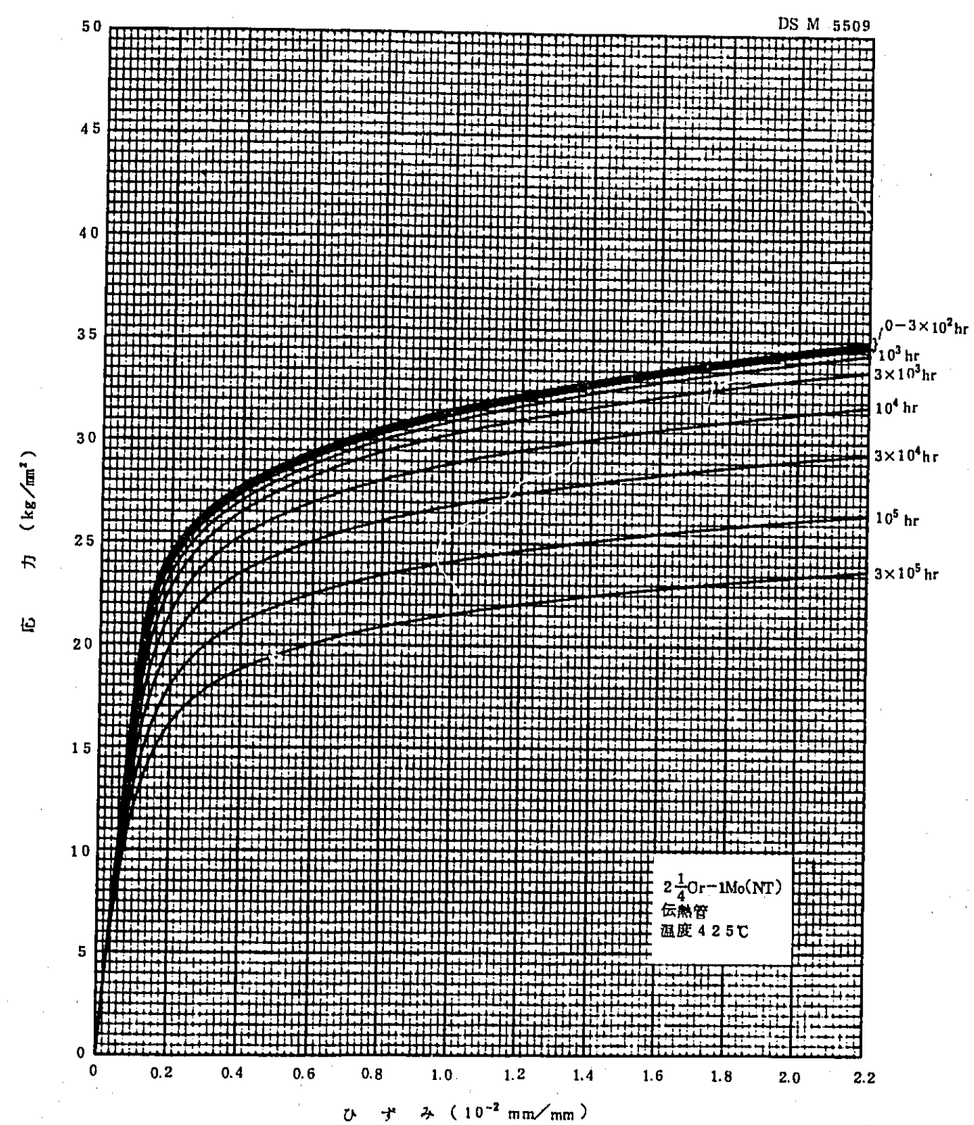
別図 1.11－(d)(8)　2¼Cr－1Mo（NT）板の等時応力－ひずみ線図



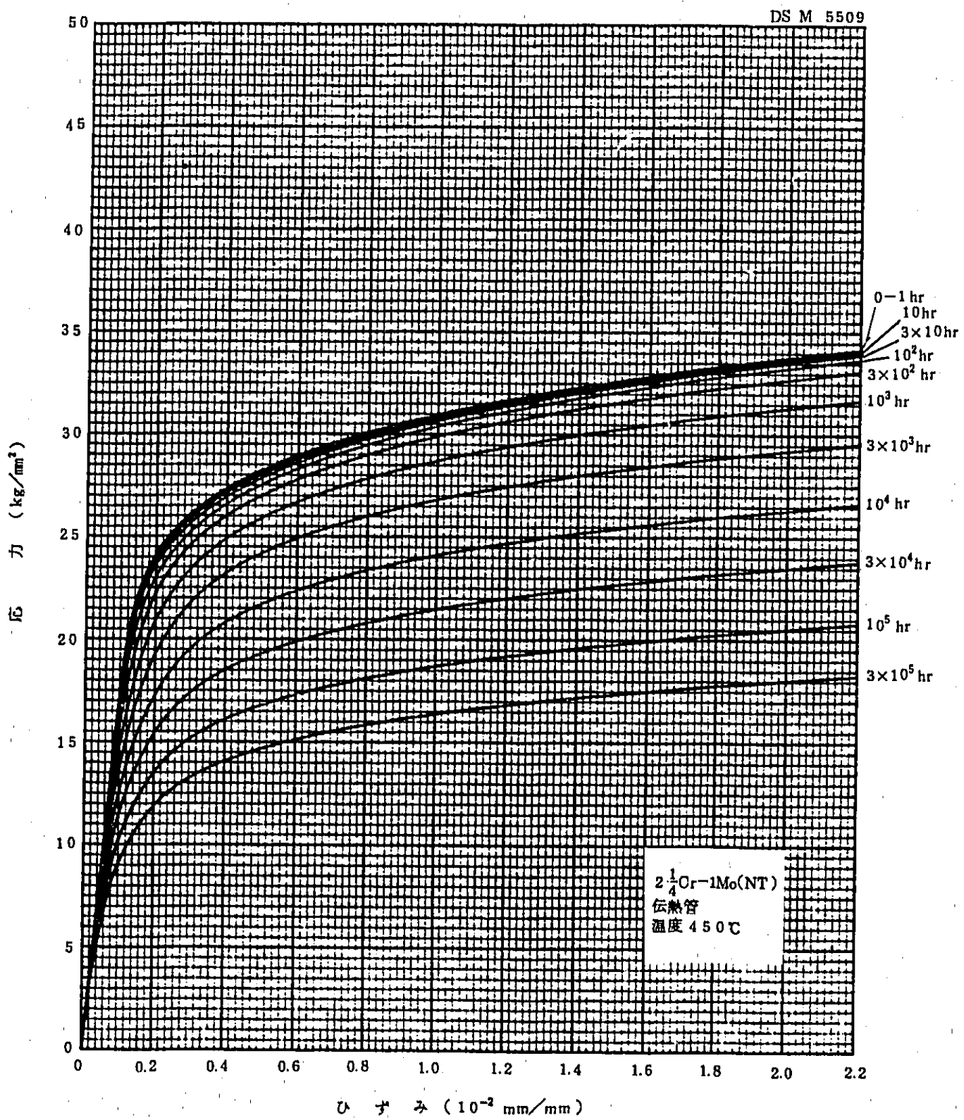
別図 1.11－(e)(1)　$2\frac{1}{4}$Cr－1 Mo（NT）伝熱管の等時応力－ひずみ線図



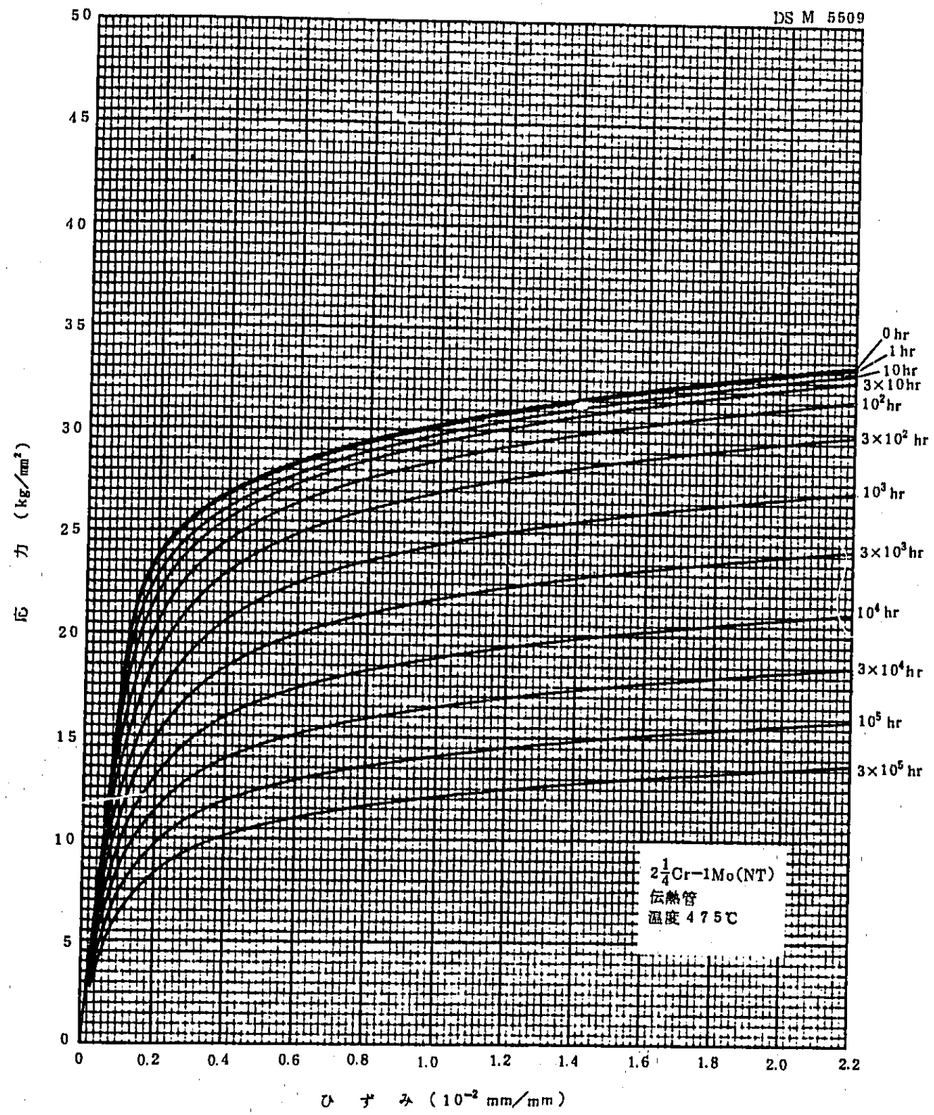
別図 1.1 1－(e)(2)　$2\frac{1}{4}$Cr－1 Mo（NT）伝熱管の等時応力－ひずみ線図



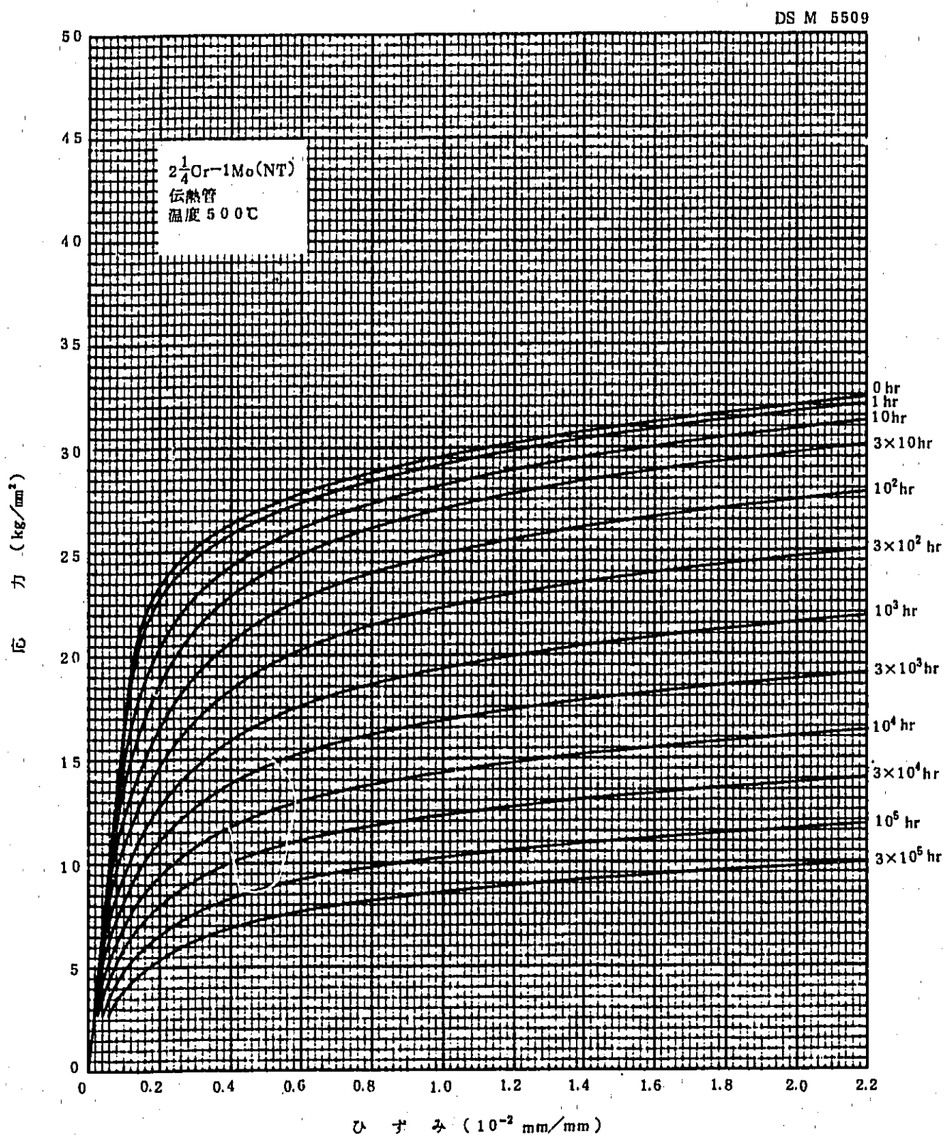
別図 1.1 1－(e)(3)　$2\frac{1}{4}$Cr－1 Mo（NT）伝熱管の等時応力－ひずみ線図



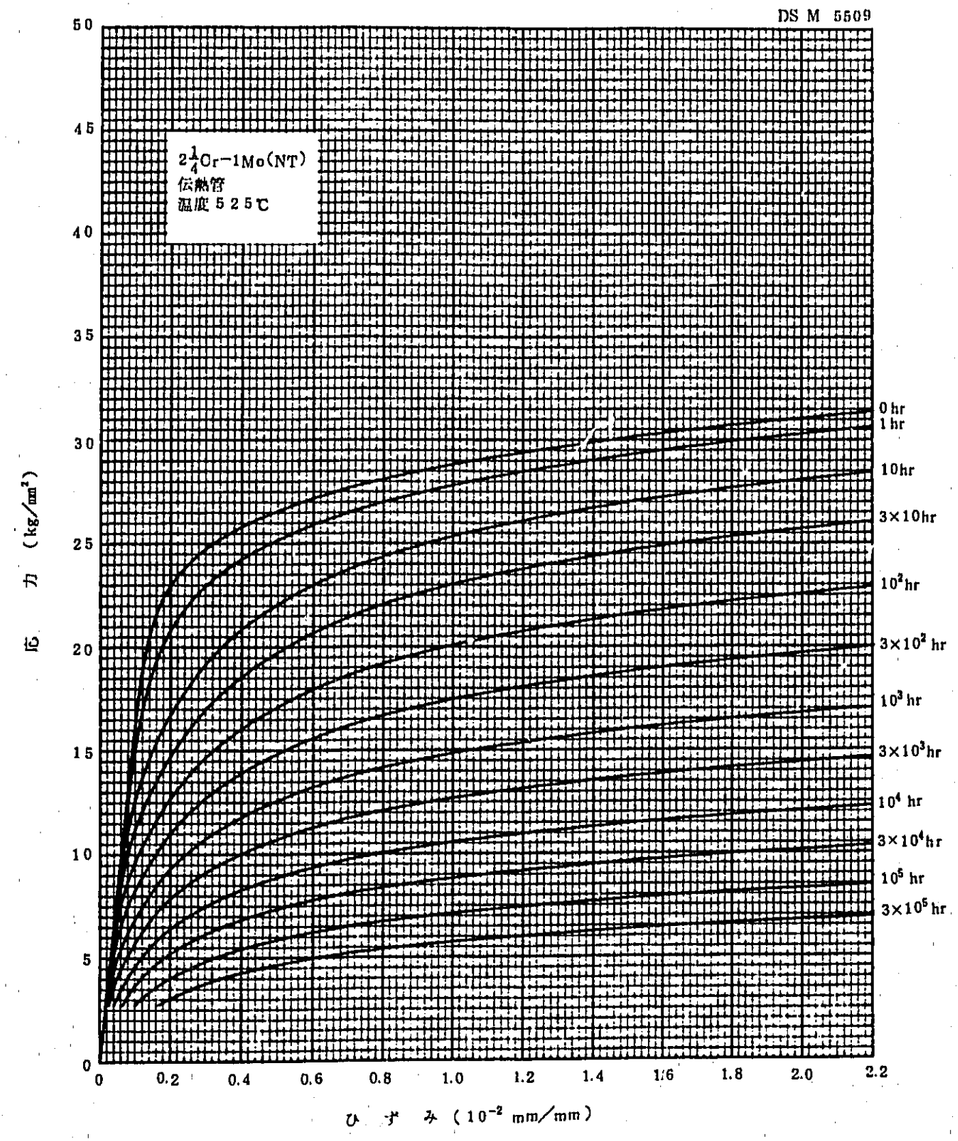
別図 1.1 1－(e)(4)　$2\frac{1}{4}$Cr－1 Mo（NT）伝熱管の等時応力－ひずみ線図



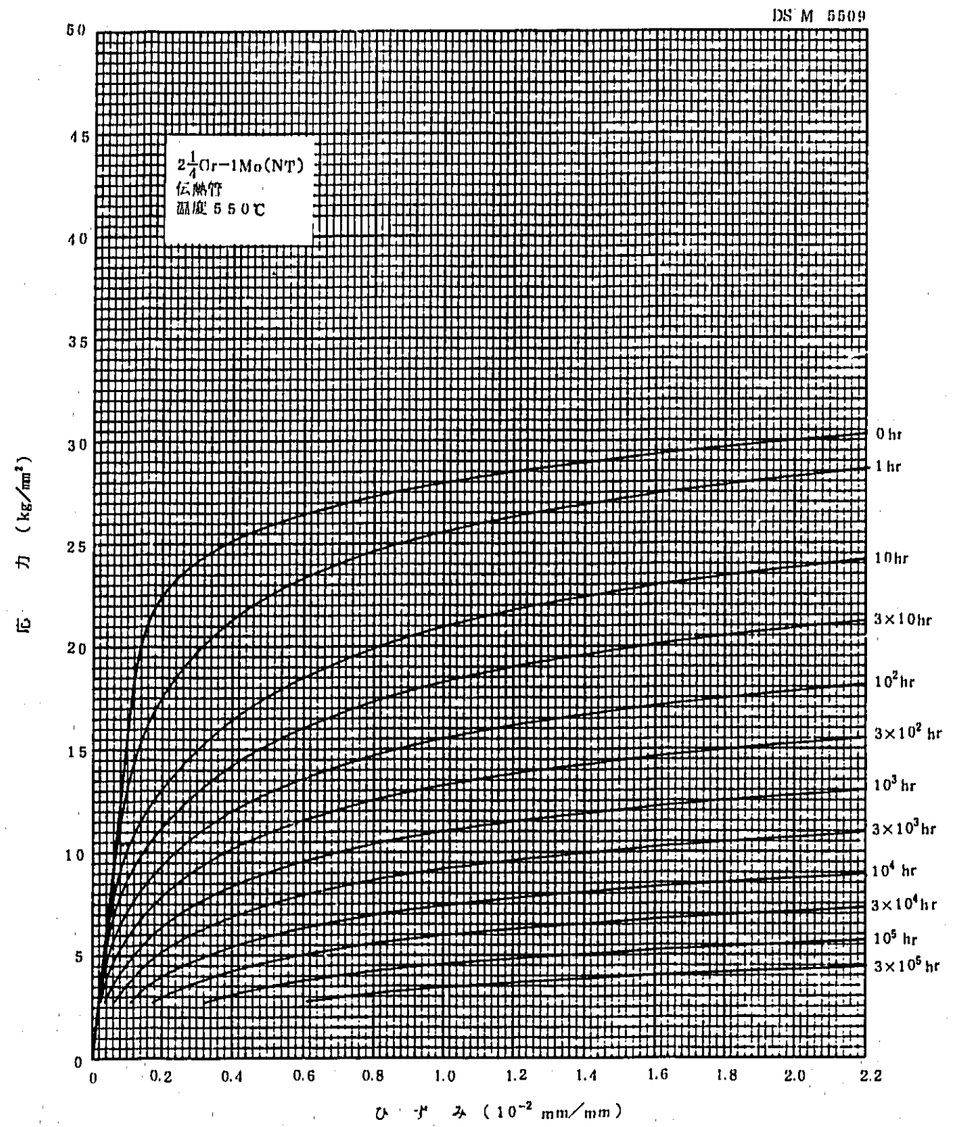
別図 1.1 1－(e)(5)　$2\frac{1}{4}$Cr－1 Mo（NT）伝熱管の等時応力－ひずみ線図



別図 1.1 1－(e)(6)　$2\frac{1}{4}$Cr－1 Mo（NT）伝熱管の等時応力－ひずみ線図



別図 1.1 1－(e)(7)　$2\frac{1}{4}$Cr－1 Mo（NT）伝熱管の等時応力－ひずみ線図



別図 1.11−(c)(8)　$2\frac{1}{4}$Cr−1Mo(NT)伝熱管等時応力−ひずみ線図

付　　録

付録MA　環 境 効 果 …… 107

付録MB　設計応力強さ S_t 及び設計クリープ破断応力強さ S_R の外挿値 …… 111

付録MA　環境効果

MA．1　ナトリウム環境効果

MA．1．1　液体ナトリウム接液面のくされ代

(1)　液体ナトリウムに接液する部材にあっては，接液面に次の計算式により定めるくされ代a（mm）をとるものとする。

$$a = NR_D + \sum_i \frac{n_i}{8760} R_i \qquad (MA.\ 1)$$

N　：　総使用期間（yr）

R_D：　最高使用酸素濃度C_{OD}及び最高使用温度に対して定める腐食速度（mm／yr）

n_i：　温度T_iにおいてC_{OD}を超える酸素濃度C_{Oi}である状態の持続時間（hr）

R_i：　酸素濃度C_{Oi}及び温度T_iに対して定める腐食速度（mm／yr）

R_D及びR_iは次の計算式により定めるものとする。

$$\log_{10} R = 0.85 + 1.5 \log_{10} C_O - 3.9 \times 10^3 / (T + 273) \qquad (MA.\ 2)$$

R　：　腐食速度（mm／yr）

C_O：　酸素濃度（ppm）

T　：　温　　度（℃）

ただし，（MA.2）式の適用範囲及び適用材料は次のとおりである。

C_O：　5～25 ppm

T　：　400～650℃

適用材料　：　SUS304，SUS316，SUS321及び2¼Cr−1Mo鋼

(2)　（MA．2）式の適用範囲の下限を下回わる環境条件に対しては，下限値によりくされ代を算定するものとする。

(3)　ベローズ等の極薄肉の特殊部材にあっては，MA.1によらず，別途くされ代を定めるものとする。

MA. 1. 2　強度補正係数

(1)　液体ナトリウムに接液する2¼Cr－1Mo鋼部材にあっては，接液部分の材料強度基準として，別表1（別図1）に定める材料強度基準S_o，S_m，S_t，S_y，S_R，S_u及びS_rの値に次の計算式により定める強度補正係数f_{DC}を乗じた値を用いるものとする。

$$\begin{cases} f_{DC} = 1 - \sum_i 4.8 \times 10^4 K_i \sqrt{t_i} / h_{eq} & \text{(MA. 3)} \\ \log_{10} K_i = 0.15 - 6.10 \times 10^3 / (T_i + 273) & \text{(MA. 4)} \end{cases}$$

ここに

T_i　：状態iにおける最高金属温度(℃)

t_i　：状態iの累積持続時間（hr）。$\sum_i t_i$は総使用時間を下回ってはならない。

h_{eq}：等価厚さ（mm）

ただし，（MA. 4）式は焼ならし焼もどし（NT）材又はこれと同等以上の脱炭抑止特性を有する2¼Cr－1Mo鋼に適用するものとする。等価厚さh_{eq}は次の1)及び2)に準拠して定めるものとする。

1)　厚さt（mm）の平板が片面又は両面において液体ナトリウムに接液している場合は，それぞれ

$$h_{eq} = t \quad \text{又は} \quad h_{eq} = t/2 \qquad \text{(MA. 5)}$$

とする。

2)　外半径がr_o（mm），内半径がr_i（mm）の管が外表面又は内表面において液体ナトリウムに接液している場合は，それぞれ

$$h_{eq} = \frac{r_o^2 - r_i^2}{2 r_o} \quad \text{又は} \quad h_{eq} = \frac{r_o^2 - r_i^2}{2 r_i} \qquad \text{(MA. 6)}$$

とする。

(2)　次の1)又は2)を満足する場合は$f_{DC} = 1.0$とすることができる。

1)　$h_{eq} \geq 10$（mm）の場合

2)　（MA. 3）式により算定したf_{DC}が0.99を上回わる場合

MA. 2　中性子照射効果

材料がSUS304であって，最高使用温度が575℃以下であり，累積中性子照射量が1×10^{21} n/cm²（E＞0.1MeV）を超えない場合は，本方針のひずみの制限及び別表1（別図1）の材料強度基準等を特に補正することなく適用することができる。ただし，告示の適用温度範囲を超える金属温度で使用し，「クリープ効果が顕著でない場合」に該当しないものにあっては，クリープ強度に及ぼす熱中性子照射の効果を適切に評価するものとする。

付録MB　設計応力強さ S_t 及び設計クリープ破断応力強さ S_R の外挿値

別表MB.1—(a)　SUS304の
設計応力強さ（外挿値）　S_t（kg/mm²）

DS M 5509

温度℃ ＼ 時間hr	10^6	3×10^6
425	14.8	13.7
450	12.6	11.3
475	10.5	9.3
500	8.6	7.5
525	7.0	6.1
550	5.6	4.8
575	4.3	3.7
600	3.5	2.9
625	2.7	2.1
650	2.0	—

別表MB.1—(b)　SUS316の
設計応力強さ（外挿値）　S_t（kg/mm²）

DS M 5509

温度℃ ＼ 時間hr	10^6	3×10^6
425	15.2	15.2
450	14.9	14.9
475	13.5	11.9
500	10.8	9.4
525	8.5	7.2
550	6.5	5.4
575	4.9	3.9
600	3.5	2.7
625	2.3	—
650	—	—

別表MB.1—(c)　SUS321伝熱管の
設計応力強さ（外挿値）　S_t（kg/mm²）

DS M 5509

温度℃ ＼ 時間hr	10^6	3×10^6
425	16.3	16.3
450	16.3	15.1
475	13.7	11.9
500	10.7	9.1
525	8.1	6.6
550	5.8	4.3
575	—	—
600	—	—
625	—	—
650	—	—

別表MB.1—(d)　2¼Cr—1Mo（NT）板の
設計応力強さ（外挿値）　S_t（kg/mm²）

DS M 5509

温度℃ ＼ 時間hr	10^6	3×10^6
375	16.2	14.5
400	12.9	11.4
425	10.1	8.7
450	7.7	6.6
475	5.7	4.7
500	4.1	3.3
525	—	—
550	—	—

別表MB.1—(e)　2¼Cr—1Mo（NT）伝熱管の
設計応力強さ（外挿値）　S_t（kg/mm²）

DS M 5509

温度℃ ＼ 時間hr	10^6	3×10^6
375	16.2	14.5
400	12.9	11.4
425	10.1	8.7
450	7.7	6.6
475	5.7	4.7
500	4.1	3.3
525	—	—
550	—	—

別表MB.2−(a)　　SUS304 の
設計クリープ破断応力強さ（外挿値）
S_R（kg／mm²）

DS M 5509

温度℃ ＼ 時間hr	10^6	3×10^6
425	22.7	20.5
450	18.9	16.9
475	15.7	13.9
500	12.9	11.3
525	10.5	9.1
550	8.4	7.2
575	6.7	5.6
600	5.2	4.3
625	4.0	3.2
650	3.0	2.3

別表MB.2−(b)　　SUS316 の
設計クリープ破断応力強さ（外挿値）
S_R（kg／mm²）

DS M 5509

温度℃ ＼ 時間hr	10^6	3×10^6
425	30.6	27.5
450	25.1	22.3
475	20.3	17.8
500	16.2	14.1
525	12.7	10.8
550	9.8	8.1
575	7.3	5.9
600	5.3	4.0
625	3.5	2.5
650	2.1	—

別表MB.2−(c)　SUS321 伝熱管の
設計クリープ破断強さ（外挿値）
S_R（kg／mm²）

DS M 5509

温度℃ ＼ 時間hr	10^6	3×10^6
425	31.5	28.1
450	25.7	22.6
475	20.6	17.8
500	16.1	13.6
525	12.2	9.9
550	8.7	6.6
575	5.6	—
600	—	—
625	—	—
650	—	—

別表MB.2−(d)　2¼Cr−1Mo（NT）板の
設計クリープ破断応力強さ（外挿値）
S_R（kg／mm²）

DS M 5509

温度℃ ＼ 時間hr	10^6	3×10^6
375	24.3	21.8
400	19.3	17.1
425	15.1	13.1
450	11.5	9.9
475	8.6	7.1
500	6.1	4.9
525	4.1	3.0
550	—	—

別表MB.2−(e)　2¼Cr−1Mo（NT）伝熱管の
設計クリープ破断応力強さ（外挿値）
S_R（kg／mm²）

DS M 5509

温度℃ ＼ 時間hr	10^6	3×10^6
375	24.3	21.8
400	19.3	17.1
425	15.1	13.1
450	11.5	9.9
475	8.6	7.1
500	6.1	4.9
525	4.1	3.0
550	—	—