

1 1 2 가 가

1 1 2 가 가

(74)

:

(54)

340 440MPa C-Nb 가 , % , C:0.0040 0.01%, Si:0.05%
 , Mn:0.1 1.0%, P:0.01 0.05%, S:0.02% , sol.Al:0.01 0.1%, N:0.004% , Nb:0.01 0.14%, 가
 Fe 가 , (單軸) 1% 10% 2
 n 0.21 , (耐) 2 가 ,
 , (耐) (burr) , (外板)

2

, , 가 , , , , ,

(外板)

가 340 440MPa

(外板)

(省力化)
 (deep drawing 性), (buckling 性), (耐)
 (固溶) , C 30ppm Ti, Nb Mn, Si, P
 C Mn 가 , Mn 가 , 5-112845
 Mn 가 Ti Nb 가 , 5-263184
 Mn 가 , Si P 가 343 490MPa , Ti가 가
 10-46289 5-195080 C 30 100ppm
 Ti 가
 (deep drawing 性), (buckling 性), (耐)
 , (外板) (外板)

(鮮映性) (外板) (耐) 2 가 (耐) 2 가
 (tailored blank) (burr) (surface p
 roPERTIES), 가

() (deep drawing 性), (buckling 性), (耐) 2 가
 , (耐) (burr) ,

l: % , C:0.0040 0.010%, Si:0.05% , Mn:0.10 1.20
 %, P:0.01 0.05%, S:0.02% , sol.Al:0.01 0.1%, N:0.004% , O:0.003% , Nb:0.01 0.20%

(1),(2),(3),(4)
 $-0.46-0.83 \times \log[C] (Nb \times 12)/(C \times 93) -0.88-1.66 \times \log[C] (1),$
 $10.8 5.49 \times \log[YP] - r (2),$
 $11.0 r + 50.0 \times n (3),$
 $2.9 r + 5.00 \times n (4),$

(1) (4) , C, Nb C, Nb (%), YP
 (MPa), r r (0, 45, 90),
 n n (1 5% n , 0, 45, 90)
 1 , (slab) , (slab) Ar3
 (仕上) , 540
 50 85% (壓下率) , 680 880 가

2: % , C:0.0040 0.01%, Si:0.05% , Mn:0.1 1.0%, P:0.01 0.05%, S:0.02% , sol.Al:
 0.01 0.1%, N:0.004% Nb:0.01 0.14%, 가 Fe 가 (單軸)

3: % C:0.0040 0.01%, Si:0.05% , Mn:0.1 1.0%, P:0.01 0.05%, S:0.02% , sol.Al:
 0.01 0.1%, N:0.004% , Nb:0.15% , 가 Fe 가 (6)
 , (單軸) 1% 10% 2 n 0.21

(12/93) × Nb * /c 1.2 (6)
 (6) , Nb * = Nb - (93/14) × N , C, N, Nb C, N, Nb (%)
 3 , (Slab) , (Slab) Ar3
 (仕上) , 500 700 , 가

4: % , C:0.0040 0.01%, Si:0.05% , Mn:0.1 1.0%, P:0.01 0.05%, S:0.02% , sol.Al:
 :0.01 0.1%, N:0.004% , Nb:0.01 0.14 % , 가 Fe 가 (6),(7)

(12/93) × Nb * /C 1.2 (6)
 $TS-4050 \times C_{eq} -0.75 \times TS + 380 (7)$
 (7) , $C_{eq} = C + (1/50) \times Si + (1/25) \times Mn + (1/2) \times P$, C, Si, Mn, P, N, Nb C, Si, Mn, P, N, Nb
 (%), TS (MPa)

5: % , C:0.004 0.01%, P:0.05% , S:0.02% , sol.Al:0.01 0.1%, N:0.004% , Ti:
 0.03% , Nb: (8) , NbC 0.03 0.1% , 70%

1 (12/93) × (Nb/C) 2.5 (8)
 (8) , C, Nb C, Nb (%)
 5 , (Slab) , (Slab) (9)

) (11) (仕上) , 가
 10 HR1 (9),
 2 HR2 30 (10),
 $HR1 + HR2 - HR1 \times HR2 / 100 60 (11),$
 (9) (11) , HR1, HR2 (仕上) (壓下率)(%)

6: % , C:0.0040 0.010%, Si:0.05% , Mn:0.10

1.5%, P:0.01 0.05%, S:0.02% , sol.Al:0.01 0.1%, N:0.0100% , Nb:0.036 0.14% ,
 (12) , 10 μ m , r 1.8 .
 1.1 (Nb \times 12)/(C \times 93) 2.5 (12)
 (12) , C, Nb C, Nb (%) .
 6 , (Slab) , (Slab)
 1100 1250 가 , (bar) , (bar)
 10 40%가 (仕上) , 15 /s
 ec 700 , 20 /sec 가 가 860 Ac3 , 50%
 , 0.4 1.0% (調質) 가
 7: % , C:0.0050% 0.010% , Si:0.05% , Mn:0.10 1.5%, P:0.01 0.05%, S:0.02%
 , sol.Al:0.01 0.1%, N:0.004% , Nb:0.01 0.20% , (3),(4),(14)

11.0 r+50.0 \times n (3),
 2.9 r+5.00 \times n (4),
 1.98-66.3 \times C (Nb \times 12)/(C \times 93) 3.24-80.0 \times C (14),
 (14) , C, Nb C, Nb (%) .
 7 , (Slab) , (Slab)
 60% 가 (仕上) ,
 가

1 , (耐) 가
 2 , (Wca) (Nb \times 12)/(C \times 93)
 3 , (吉田)
 4 , (YBT) YP, r
 5 , (hat)
 6 , (deep drawing 性), (buckling 性) r , n
 7 ,
 8 , 7
 9 , 7
 10 , 2 가 (脆化) (12/93) \times Nb * /C
 11 , r (12/93) \times Nb * /C
 12 , YPEI (12/93) \times Nb * /C
 13 , (球頭)
 14 , (球頭) (12/93) \times Nb * /C
 15 ,
 16 , (12/93) \times Nb * /C
 17 , (角)
 18 , TS
 19 , (burr) (析出物)
 20 , (burr) (析出物)
 21 , (Nb \times 12)/(C \times 93), C
 22 , r , n
 ()
 (1)

C:C Nb 1 , , n , (耐)
 . 0.0040% 가 , 0.010% ,
 0.0040 0.010%, 0.0050 0.0080%, 0.0050 0.0074
 %
 Si:Si 가 (化成) ,
 0.05%
 Mn:Mn (鋼) S MnS (析出) (Slab) ,
 . 0.10% S (析出) 가 , 1.20%
 n , 0.10 1.20%

P:P 0.01% 가 , 0.05%
 0.01 0.05%

S:S 0.02% 0.02%
 sol.Al:Al (鋼) N AlN (析出) (固溶) N 0.01%
 가 , 0.1% , 0.01 0.1%

N:N 가 0.004%
 O:O 0.003% (爐外) O 가 0.003%

Nb:Nb C 0.003% (爐外) O n 가 (耐)
 0.01% , 0.20%
 n 0.01 0.20%, 0.035 0.20%
 0.080 0.140% (耐)

(耐) 가 , % , C:0.0040 0.010%, Si:0.01
 0.02%, Mn:0.15 1.0%, P:0.02 0.04%, S:0.005 0.015%, sol.Al:0.020 0.070%, N:0.0015 0.0035%, O:
 0.0015 0.0025%, Nb:0.04 0.17% 0.8mm , 1

2 (波) (Wca) (Wca)
 (Nb×12)/(C×93) (1) (Nb×12)/(C×93)
 Wca가 0.3μm (耐)

-0.46-0.83×log[C] (Nb×12)/(C×93) -0.88-1.66×log[C] (1)
 (耐) 가 가

3 (吉田) (圖)
 101mm (GL=75mm) [=1%]
 (YBT) (耐) 가 ,

4 50mm (YBT) YP, r (YBT)가 1.5mm JSC 270F
 YP, r 가 (2) (耐)

10.8 5.49×log[YP] - r (2) 50mm (LDR) ,

5 가 .

(Wp):100mm, (Wd):103mm, (P):40ton , n , 1 5
 % , , 8 7 n ,

1 5% ,

6 r , n 가 (3),(4) , JSC 270F (LDR),
 가

11.0 r+50.0×n (3),
 2.9 r+5.00×n (4),
 1 , (耐)

0.05% , 0.05% , 0.005~0.02% , (1)
) (5) 가

-0.46-0.83×log[C] (Nb×12)/(C×93)+(Ti * ×12)/(C×48) -0.88-1.66×log[C] (5)
 (耐) 2 가 , B 가 0.002% ,

0.002% , 0.0001 0.001% , (耐) 2 가 (耐) (burr)
 1 , (外板) 가

1 , Ti B 가 (Slab) 540
 (Slab) Ar3 (仕上)

50 85% (壓下率) , 680 880

(仕上) , Ar3 , r Ar3 (Slab) (Slab)
가 . 900 가 . (Slab) 600
, (析出物) r , n , 540 , 600
가 (酸) , 700 ,
680 ,
600
(壓下率) , r n 50 85% . (析出物) 가
(PZF) n r , 680 880 가 . 6
80 850 가, 780 880 가 .
1 ,
(1)
1,2 (鋼) No. 1 29 , 220mm (Slab) ,
1200 가 , (仕上) 880 910 , 540 560 () , 600 680 (,
+) 2.8mm , 0.80mm , 840 860
(CAL), 680 720 (BAF) 850 860 + (CGL) 가
, (壓下率) 0.7% (調質)
+ , 460 500
, 45g/m²
LDR), (hat) (H) , n 1 5% , (Wca, YBT), ()
3, 4
(1) (4), (5) 1 24 , 가 350MPa
, 25 44 , 가 , Si, P, Ti가
(2)
1 (鋼) No. 1 , 220mm (Slab) , 1200
가 , (仕上) 800 950 , 500 680 1.3 6.0mm ,
가 46 87% 0.8mm , 750 900 +
, (壓下率) 0.7% (調質)
+ 1 , 1
5
(1) (4), (5) 1A 1D 가
350MPa

표 1

강번호	C	Si	Mn	P	S	sol. Al	N	Nb	Ti	B	O	X/C#	비고
1	0.0059	0.01	0.34	0.019	0.011	0.050	0.0021	0.082	tr	tr	0.0020	1.8	발명강
2	0.0096	0.02	0.15	0.020	0.009	0.055	0.0020	0.112	tr	tr	0.0022	1.5	발명강
4	0.0070	0.04	0.21	0.025	0.010	0.058	0.0021	0.109	tr	tr	0.0017	2.0	발명강
5	0.0056	0.01	0.67	0.018	0.012	0.052	0.0008	0.082	tr	tr	0.0025	1.9	발명강
6	0.0061	0.02	0.12	0.033	0.009	0.048	0.0022	0.080	tr	tr	0.0017	1.7	발명강
7	0.0074	0.01	0.23	0.044	0.010	0.040	0.0018	0.081	tr	tr	0.0023	1.4	발명강
8	0.0068	0.01	0.20	0.012	0.012	0.066	0.0033	0.095	tr	tr	0.0025	1.8	발명강
9	0.0081	0.02	0.17	0.022	0.018	0.058	0.0028	0.100	tr	tr	0.0021	1.6	발명강
10	0.0056	0.02	0.28	0.031	0.008	0.090	0.0038	0.082	tr	tr	0.0020	1.9	발명강
11	0.0063	0.01	0.17	0.025	0.009	0.015	0.0017	0.098	tr	tr	0.0018	2.0	발명강
12	0.0080	0.01	0.20	0.023	0.012	0.054	0.0025	0.160	tr	tr	0.0024	2.6	발명강
13	0.0059	0.02	0.20	0.024	0.010	0.058	0.0019	0.082	tr	tr	0.0028	1.8	발명강
14	0.0078	0.01	0.21	0.028	0.009	0.058	0.0018	0.079	tr	tr	0.0020	1.3	발명강
15	0.0065	0.01	0.20	0.032	0.009	0.034	0.0020	0.091	0.011	tr	0.0018	1.8*	발명강
16	0.0081	0.01	0.42	0.020	0.007	0.041	0.0017	0.092	0.024	0.0006	0.0020	1.7*	발명강

X/C#=(Nb%12)/(C%93)
 *(Nb%12)/(C%93)+(Ti%12)/(C%48), Ti%=(Ti-(48/14)N%-(48/32)S%)

표 2

강번호	C	Si	Mn	P	S	sol. Al	N	Nb	Ti	B	O	X/C#	비고
17	0.0110	0.02	0.20	0.025	0.009	0.060	0.0021	0.128	tr	tr	0.0019	1.5	비교강
18	0.0035	0.02	0.32	0.030	0.010	0.054	0.0020	0.046	tr	tr	0.0018	1.7	비교강
19	0.0063	0.10	0.16	0.030	0.011	0.057	0.0019	0.088	tr	tr	0.0020	1.8	비교강
20	0.0065	0.01	1.50	0.020	0.008	0.045	0.0022	0.091	tr	tr	0.0019	1.8	비교강
21	0.0059	0.02	0.20	0.067	0.010	0.050	0.0021	0.087	tr	tr	0.0021	1.9	비교강
22	0.0062	0.02	0.23	0.024	0.003	0.061	0.0018	0.077	tr	tr	0.0018	1.6	비교강
23	0.0058	0.02	0.18	0.023	0.008	0.005	0.0019	0.076	tr	tr	0.0021	1.7	비교강
24	0.0060	0.01	0.22	0.030	0.011	0.058	0.0052	0.088	tr	tr	0.0023	1.9	비교강
25	0.0090	0.02	0.21	0.032	0.010	0.055	0.0021	0.220	tr	tr	0.0018	3.2	비교강
26	0.0063	0.01	0.23	0.032	0.011	0.029	0.0021	0.093	tr	tr	0.0052	1.9	비교강
27	0.0074	0.01	0.22	0.030	0.009	0.056	0.0019	0.164	tr	tr	0.0021	2.9	비교강
28	0.0077	0.01	0.21	0.028	0.010	0.057	0.0020	0.072	tr	tr	0.0017	1.2	비교강
29	0.0090	0.01	0.62	0.050	0.015	0.035	0.0036	0.126	tr	tr	0.0026	1.8	비교강

X/C#:(Nb%x12)/(C%x93)

표3

No	강판호출면조건	강판의 특성				프레스트 후 판넬 형상				강판의 성형성						
		YP(MPa)	TS(MPa)	EL(%)	n값	r값	Y**	Z***	V****	면변형	ΔWca(μm)	YBT(mm)	H(mm)	LDR	비고	
1	1	CAL	202	351	45	0.197	2.02	10.64	11.9	3.0	무	0.24	1.25	34.4	2.16	판넬에
2	1	BAF	194	348	46	0.204	2.20	10.36	12.4	3.2	무	0.18	0.88	35.3	2.18	판넬에
3	1	CGL	205	354	44	0.194	2.02	10.67	11.7	3.0	무	0.20	1.31	34.2	2.16	판넬에
4	2	CAL	211	364	42	0.192	1.98	10.78	11.6	2.9	무	0.28	1.41	34.0	2.15	판넬에
5	2	CGL	213	368	42	0.189	1.98	10.80	11.4	2.9	허용내	0.27	1.41	33.6	2.15	판넬에
8	4	CAL	200	357	45	0.198	2.05	10.58	12.0	3.0	무	0.23	1.23	34.6	2.16	판넬에
9	5	CGL	218	368	43	0.190	2.11	10.73	11.6	3.1	무	0.20	1.38	34.0	2.17	판넬에
10	6	CGL	188	342	46	0.216	2.15	10.34	13.0	3.2	무	0.16	0.80	36.0	2.18	판넬에
11	7	CAL	214	366	44	0.193	2.20	10.59	11.9	3.2	무	0.25	1.20	34.4	2.18	판넬에
12	7	CGL	218	369	44	0.188	2.17	10.67	11.6	3.1	무	0.22	1.30	34.0	2.17	판넬에
13	8	CGL	186	340	43	0.218	1.98	10.48	12.9	3.1	무	0.16	1.02	35.8	2.17	판넬에
14	9	CAL	198	354	42	0.195	2.01	10.60	11.8	3.0	무	0.20	1.21	34.3	2.16	판넬에
15	10	CGL	195	358	45	0.204	2.13	10.44	12.3	3.2	무	0.21	0.98	35.0	2.18	판넬에
16	11	CGL	204	358	43	0.193	1.96	10.72	11.6	2.9	무	0.20	1.38	34.0	2.15	판넬에
17	12	CAL	211	362	42	0.194	2.00	10.76	11.7	3.0	허용내	0.28	1.41	34.2	2.16	판넬에
18	12	BAF	208	351	43	0.204	2.12	10.61	12.3	3.1	허용내	0.27	1.22	35.3	2.17	판넬에
19	12	CGL	211	358	42	0.192	1.97	10.79	11.6	2.9	허용내	0.29	1.48	34.0	2.15	판넬에
20	13	CAL	218	353	44	0.196	2.05	10.79	11.9	3.0	무	0.21	1.48	34.4	2.16	판넬에
21	14	CAL	207	353	43	0.189	1.97	10.74	11.4	2.9	허용내	0.28	1.40	33.6	2.15	판넬에
22	14	BAF	200	349	44	0.200	2.05	10.58	12.1	3.1	허용내	0.27	1.17	34.8	2.17	판넬에
23	15	CGL	197	356	45	0.203	2.12	10.48	12.3	3.1	무	0.19	1.02	35.3	2.17	판넬에
24	16	CAL	208	358	42	0.192	1.97	10.76	11.6	2.9	허용내#	0.29	1.41	34.0	2.15	판넬에

Y**=5.49log(YP(MPa))-r Z***=r+50.0(n) V****=r+50.0(n)
 #도금 성상에 기인

표 4

No	강변호 플럼 조건	강부의 특성					프레스 후 플럼 영상					강부의 상형성	비고			
		YP(MPa)	TS(MPa)	EL(%)	n값	r값	Y**	Z***	V****	면반형	$\Delta Wca(\mu m)$			YBT(mm)	H(mm)	LDR
25	17 CAL	206	359	34	0.196	1.64	11.06	11.4	2.6	V****	무	0.23	1.87	33.6	2.04	비교예
26	17 CGL	209	360	32	0.193	1.62	11.12	11.3	2.6	무	무	0.21	1.96	33.5	2.04	비교예
27	18 CAL	186	319	43	0.166	2.00	10.46	10.3	2.8	무	무	0.42	1.01	25.5	2.07	비교예
28	18 CGL	182	314	44	0.169	1.98	10.43	10.4	2.8	무	무	0.39	0.96	26.2	2.07	비교예
29	19 CAL	203	348	45	0.197	2.01	10.66	11.9	3.0	유#	0.58#2	1.30	1.30	34.4	2.16	비교예
30	20 CGL	238	371	39	0.156	1.84	11.21	9.4	2.7	유	0.66	0.66	2.10	22.5	2.04	비교예
31	21 CGL	246	384	36	0.149	1.98	11.15	9.4	2.7	유#	0.74#2	2.00	2.00	21.8	2.05	비교예
32	22 CGL	207	358	34	0.175	1.67	11.04	10.4	2.5	허용내	0.46	1.83	26.2	20.3	2.03	비교예
33	23 CAL	233	357	31	0.138	1.38	11.62	8.3	2.1	유	0.83	2.71	20.1	20.1	1.99	비교예
34	24 CAL	242	350	33	0.134	1.42	11.67	8.1	2.1	유	0.79	2.79	21.0	21.0	1.99	비교예
35	25 CAL	238	367	32	0.142	1.87	11.18	9.0	2.6	유	0.56	2.06	21.0	21.0	2.04	비교예
36	26 BAF	226	361	34	0.153	1.91	11.01	9.6	2.7	유	0.45	1.80	22.5	22.5	2.05	비교예
37	26 CGL	234	355	36	0.143	1.46	11.55	8.9	2.2	유	0.72	2.60	20.9	20.9	2.00	비교예
38	27 CAL	208	354	27	0.168	1.86	10.87	10.3	2.7	허용내	0.42	1.62	25.5	25.5	2.05	비교예
39	27 BAF	201	351	29	0.201	1.95	10.69	12.0	3.0	무	0.40	1.34	34.6	34.6	2.16	비교예
40	27 CGL	218	357	25	0.159	1.77	11.07	9.7	2.6	유	0.45	1.81	22.7	22.7	2.04	비교예
41	28 CAL	210	353	26	0.167	1.79	10.96	10.1	2.6	허용내	0.51	1.72	24.0	24.0	2.04	비교예
42	28 BAF	203	351	27	0.171	1.99	10.68	10.5	2.8	무	0.46	1.32	27.0	27.0	2.07	비교예
43	28 CGL	215	356	23	0.161	1.74	11.07	9.8	2.5	유	0.58	1.80	22.9	22.9	2.03	비교예
44	29 CAL	231	371	32	0.164	2.02	10.96	10.2	2.8	유	0.36	1.72	24.8	24.8	2.07	비교예

Y**=5.49log(YP(MPa))-r Z***=r+50.0(n) V****=r+5.0(n)

도금 상장에 기인

표5

강번호	제조조건		강판의 특성										프레스 후 판넬, 형상 강판의 정형성							
	플림 조건	No	사상온도(°C)	간냉온도(°C)	내열온도(°C)	YP(MPa)	TS(MPa)	EL(%)	n 값	r 값	Y**	Z***	V****	면변형	ΔWea(μm)	YBT(mm)	H(mm)	LDR	비고	
1																				
	1A	CAL	900	640	71	850	202	351	45	0.197	2.02	10.6	11.9	3.0	무	0.24	1.25	34.4	2.16	본발명예
	1B	CGL	870	580	75	830	208	355	44	0.193	1.97	10.8	11.6	2.4	무	0.25	1.42	34.0	2.02	본발명예
	1C	CGL	890	680	68	810	210	360	43	0.191	1.95	10.8	11.5	2.3	허용내	0.28	1.50	33.8	2.01	본발명예
	1D	CAL	950	650	83	850	194	347	48	0.204	2.21	10.4	12.4	2.6	무	0.21	0.94	35.3	2.04	본발명예
	1E	CAL	800#	640	71	840	227	366	27	0.148	1.58	11.4	9.0	1.9	유	0.57	2.30	21.0	1.97	비교예
	1F	CGL	900	500	75	830	222	363	38	0.151	1.68	11.2	9.2	2.0	유	0.44	2.09	21.4	1.98	비교예
	1G	CGL	890	640	46	860	206	344	44	0.187	1.57	11.1	10.9	1.9	유	0.38	1.98	29.4	1.97	비교예
	1H	CAL	910	630	87	830	231	367	42	0.164	2.18	10.8	10.4	2.5	유	0.42	1.50	26.2	2.03	비교예
	1I	CAL	900	640	71	750	222	362	42	0.171	1.62	11.3	10.2	2.0	유	0.40	2.18	24.8	1.98	비교예
	1J	CGL	900	650	73	900	242	375	33	0.147	1.60	11.5	9.0	1.9	유	0.76	2.53	21.0	1.97	비교예
	1K	CGL	870	560	68	790	212	346	39	0.182	1.82	11.0	10.9	2.2	유	0.37	1.72	29.4	2.00	비교예

Y**=5.49log(YP(MPa))-r Z***=r*50.0(n) V****=r*50.0(n)
800#: A*3 미란

(2)
 C:C Nb 2 , , n , (耐)
 0.0040% 가 , 0.01% , 0.0050
 0.01%, 0.0050 0.0080%, 0.0050
 0.0074%
 Si:Si 가 (化成)
 Mn:Mn (鋼) S MnS (析出) (Slab)
 0.1% S (析出) 가 , 1.0%
 n 0.1 1.0%
 P:P 0.01% 가 , 0.05%
 , 0.01 0.05%
 S:S 0.02% , 0.02%
 sol.Al:Al (鋼) N AlN (析出) (固溶) N , 0.01%
 가 , 0.1% (固溶) Al , 0.01 0.1
 %
 N:N AlN (析出) 가 , sol.Al N AlN (析出)
 0.004%
 Nb:Nb C , n , (耐)
 0.01% , 0.14%

표6

강변호	C	Si	Mn	P	S	sol.Al	N	Nb	Ti	B	비교
1	0.0059	0.01	0.34	0.019	0.011	0.060	0.0021	0.089	tr.	tr.	발명예
2	0.0068	0.01	0.78	0.040	0.012	0.076	0.0033	0.095	tr.	tr.	발명예
3	0.0081	0.02	0.17	0.022	0.018	0.068	0.0028	0.113	tr.	tr.	발명예
4	0.0079	0.02	0.43	0.018	0.010	0.062	0.0019	0.083	0.011	0.0004	발명예
5	0.0065	0.02	0.38	0.021	0.011	0.061	0.0024	0.089	0.014	tr.	발명예
6	0.0076	0.02	0.34	0.019	0.010	0.070	0.0023	0.092	tr.	0.0008	발명예
7	0.0025*	0.02	0.20	0.025	0.009	0.070	0.0021	0.024	0.022*	tr.	비교예
8	0.0023*	0.02	0.32	0.030	0.010	0.064	0.0020	tr.*	0.055*	0.00014	비교예
9	0.0063	0.10*	0.16	0.030	0.011	0.067	0.0019	0.029	tr.	tr.	비교예
10	0.0090	0.02	0.21	0.032	0.010	0.065	0.0021	0.173*	tr.	tr.	비교예

* 표시는 본 발명 범위외에 있는 것을 나타낸다.

표7

No.	강변호	플림 조건	강판의 특성					파단한계 쿠션력 (TON)	비교
			YP (MPa)	TS (MPa)	EI (%)	n 값	r 값		
1	1	CAL	204	351	45	0.243	2.10	70	본발명예
2	1	BAF	201	348	46	0.252	2.22	75	본발명예
3	1	CGL	205	354	44	0.240	2.02	70	본발명예
4	2	CGL	222	382	41	0.256	2.09	70	본발명예
5	3	CAL	207	354	43	0.235	2.01	70	본발명예
6	4	CGL	209	361	40	0.218	1.92	65	본발명예
7	5	CGL	205	356	43	0.225	2.09	70	본발명예
8	6	CGL	200	349	40	0.219	1.90	65	본발명예
9	7	CAL	225	368	36	0.179	1.91	40	비교예
10	8	CGL	188	304	39	0.183	1.81	45	비교예
11	9	CGL	221	354	39	0.176	1.82	45	비교예
12	10	BAF	219	352	33	0.143	1.73	40	비교예

(2)
7 No. 3 No. 10 40ton 7
9 , 7

No. 3 , , ,

(3)
3 , (耐) 2 가 ,
C:C Nb 0.0050 0.0080%, (析出) (耐) 2 가 0.0040% , 가 , 0.01%
0.0050 0.0074% , 0.0040 0.01%,
Si:Si 가 0.05% ,
Mn:Mn (鋼) S MnS (析出) (Slab) ,
. 0.1% S (析出) 가 , 1.0%
0.1 1.0% .

P:P 0.01% 0.01% 가 , 0.05% ,
 0.01 0.05% .
 S:S 0.02% 가 0.02% .
 sol.Al:Al (鋼) N AlN (析出) (固溶) N 0.01% .
 가 , 0.1% (固溶) Al , 0.01
 % 0.1% .
 N:N sol.Al AlN (析出) , 0.004% .
 Nb:Nb (固溶) C (析出) , (耐) 2 가 , .
 가 , 0.15% , 0.035 0.15% , 0.080 0.14% .
 (耐) 2 가 , .
 % , C:0.0040 0.01%, Si:0.01 0.05%, Mn:0.1 1.0%, P:0.01 0.05
 % , S:0.002 0.02%, Sol.Al:0.020 0.070%, N:0.0015 0.0035%, Nb:0.01 0.15% 0.8mm
 , 2 가 (脆化) , 2 가 105
 mm (,)
 ' 10 , 2 가 (12/93)×Nb * /C .
 (單軸) 1% 10% 2 n 0.21 , (6)
 2 가 가 (耐) 2 가 .
 (12/93)×Nb * /C 1.2 (6)
 , 3 .
) 1 10% n , 가 ,
) (6) , 가 , (集積) , (粒界脆化)가
) NbC , .
 3 , 11 r 가 , 12
 30 3 YPEI가 0% (耐時效性)
 3 Ti 가가 0.05% .
 , (耐) 2 가 , 0.05% B 가 0.005 0.02% .
 , 0.002% , 0.0001 0.001% . 0.002%
) , 3 , (耐) 2 가 , (耐) (burr 가
 , (外板) , 가
 , 3 Ti B 가 (Slab)
 (Slab) Ar3 (仕上) , 500 700
 (仕上) , Ar3 , 1 10% n (耐) 2 가
 , Ar3 가 (Slab) ,
 (Slab) 가 (析出物) 500 , (酸)
 , NbC 가 .
 700 3 , (有機)
 ()
 8 (鋼) No. 1 23 , 250mm (Slab) ,
 1200 가 , (仕上) 890 940 , 600 650 2.8mm ,
 0.7mm 800 860 + , 0.7% (調質) .
 + , 460 , 500
 , (, JIS 5) , r , 2 가 , 30 3 YPEI, (目視)
 9
 (鋼) 1 15 , 2 가 (脆化) 가 85 (耐) 2 가 (脆性)
 r 가 , (非時效性) ,

0 , (鋼) 16, 21 C, P가 , (鋼) 18, 22 Nb * /C가 , (鋼) 19, 2
 Si, P가 (耐) 2 가

표 8

강번호	C	Si	Mn	P	S	N	Nb	Ti	B	(12/93) × Nb*/C	비고
1	0.0052	0.01	0.41	0.019	0.012	0.0033	0.08	•	•	1.44	분말명강
2	0.0053	0.05	0.33	0.020	0.007	0.0020	0.09	•	•	1.87	분말명강
3	0.0062	0.02	0.16	0.042	0.009	0.0026	0.08	•	•	1.31	분말명강
4	0.0065	0.04	0.31	0.025	0.010	0.0030	0.10	•	•	1.59	분말명강
5	0.0065	0.01	0.20	0.040	0.012	0.0018	0.12	•	•	2.14	분말명강
6	0.0068	0.03	0.68	0.015	0.010	0.0035	0.12	•	•	1.84	분말명강
7	0.0066	0.02	0.78	0.040	0.009	0.0022	0.12	•	•	2.06	분말명강
8	0.0072	0.03	0.84	0.038	0.010	0.0030	0.12	•	•	1.79	분말명강
9	0.0067	0.01	0.13	0.035	0.008	0.0022	0.10	•	•	1.64	분말명강
10	0.0075	0.01	0.24	0.030	0.016	0.0021	0.11	•	•	1.65	분말명강
11	0.0077	0.03	0.21	0.028	0.007	0.0019	0.10	•	•	1.46	분말명강
12	0.0093	0.01	0.18	0.034	0.009	0.0022	0.13	•	•	1.60	분말명강
13	0.0065	0.03	0.35	0.022	0.011	0.0023	0.09	0.016	•	1.48	분말명강
14	0.0063	0.02	0.32	0.025	0.010	0.0029	0.10	•	0.0009	1.65	분말명강
15	0.0068	0.01	0.33	0.028	0.009	0.0026	0.09	0.011	0.0004	1.38	분말명강
16	0.0034	0.01	0.27	0.022	0.012	0.0019	0.05	•	•	1.42	비교강
17	0.0041	0.02	0.21	0.030	0.010	0.0022	0.06	•	•	1.43	비교강
18	0.0043	0.01	0.24	0.029	0.011	0.0025	0.03	•	•	0.40	비교강
19	0.0058	0.12	0.23	0.040	0.008	0.0025	0.09	•	•	1.63	비교강
20	0.0063	0.01	0.26	0.065	0.008	0.0024	0.08	•	•	1.31	비교강
21	0.0062	0.02	0.10	0.003	0.013	0.0024	0.10	•	•	1.75	비교강
22	0.0072	0.01	0.33	0.021	0.012	0.0030	0.07	•	•	0.90	비교강
23	0.0130	0.01	0.17	0.017	0.009	0.0038	0.18	•	•	1.54	비교강

표9

강번호	시상온도 (°C)	n 값 (1%-10%)	TS (MPa)	r 값	Tc** (°C)	향복신장 (%)	표면성장	비고
1	905	0.223	355	1.84	-95	0	○	분말명강
2	913	0.233	352	2.05	-90	0	○	분말명강
3	895	0.218	348	1.84	-90	0	○	분말명강
4	900	0.227	344	1.95	-85	0	○	분말명강
5	940	0.243	362	2.01	-95	0	○	분말명강
6	915	0.237	363	2.02	-90	0	○	분말명강
7	890	0.233	380	1.92	-95	0	○	분말명강
8	905	0.228	383	1.88	-85	0	○	분말명강
9	911	0.225	351	1.89	-90	0	○	분말명강
10	915	0.219	352	1.97	-95	0	○	분말명강
11	926	0.231	360	1.89	-90	0	○	분말명강
12	908	0.218	353	1.87	-90	0	○	분말명강
13	911	0.225	345	1.94	-85	0	○	분말명강
14	902	0.217	347	1.83	-95	0	○	분말명강
15	915	0.218	344	1.82	-95	0	○	분말명강
16	947	0.215	327	1.80	-70	0	○	비교강
17	870	0.195	341	1.57	-25	0	○	비교강
18	921	0.188	340	1.51	-20	1.1	○	비교강
19	928	0.211	356	1.80	-20	0	x	비교강
20	920	0.218	362	1.84	-20	0	x	비교강
21	915	0.208	331	1.75	-40	0	○	비교강
22	905	0.185	345	1.49	-25	0.2	○	비교강
23	926	0.189	364	1.73	-10	0	○	비교강

** Tc: 2차 가공 취화(酸化) 온도

(4)
 C:C Nb 4 ,
 (粗大化) . 0.0040% , 가 , 0.01% (母材)
 0.0040 0.01%, 0.0050 0.0080%,
 Si:Si 가 , 0
 .05%
 Mn:Mn , (鋼) S MnS (析出) (Slab)
 . 0.1% S (析出) 가 , 1.0%
 0.1 1.0%
 P:P 0.01% 가 , 0.05%
 0.01 0.05%
 S:S 0.02% , 0.02%
 sol.Al:Al (鋼) N AlN (析出) (固溶) N . 0.01%
 가 , 0.1% (固溶) Al , 0.01 0
 .1%
 N:N sol.Al AlN (析出) , 0.004%
 Nb:Nb C , (粗大化) ,
 , 0.01% , 0.14%
 가 , 0.01 0.14%, 0.035 0.14%,
 0.080 0.14%
 (tailored blank)
 w, 5m/min) , (球頭) 0.7mm (3k
 14 , 13 (角)
 (12×Nb *)/(93×C) 10 (球頭)
 Nb, C (6) , 가 26mm
 가
 (12/93)×Nb * /C 1.2 (6)

16, 15, 11 (12×Nb)
 *)/(93×C)
 Nb, C (6) 80% (進展)
 (粗粒) (軟化)가
 Nb, C 1100 NbC (平衡論) (固溶)
 NbC가 (細粒化)
 (12×Nb *)/(93×C) 1.3 2.2
 18, 17, 12 (角)
 TS 20ton
 (7)
 TS-4050×Ceq -0.75TS+380 (7)
 (7) NbC (析出) (細粒) (固溶) Si,
 Mn, P 가 (母材)

10

구두(球頭)버클링 시험조건	
펀치	φ 100mm—Rp50mm
다이스	φ 106mm—Rd6.5mm 삼각 비드 불이 (비드위치 : φ 133mm)
주름누름력	60ton(일정)
윤활	폴리에틸렌 필름+ 고점도 프레스유

11

홀 확대 시험조건	
펀치	φ 50mm—Rp8mm
다이스	φ 56mm—Rd5mm 삼각 비드 불이 (비드위치 : φ 80mm)
주름누름력	8ton(일정)
윤활	방청유

표 12

각(角)원통 교축(좁) 시험조건	
펀치	100 × 100mm—Rp5mm, 코너 R : 15mm
다이스	106 × 106mm—Rd5mm, 코너 R : 18mm
윤활	방청유

4, Ti 가가 . 0.05%
 , 0.05% , 0.005 0.02%
 , (耐) 2 가 , B 가 . 0.002%
 , 0.002% , 0.0001 0.001%
 r) , 4 , (耐) 2 가 , (耐) (bur
 가 (外板) 가
 4 , Ti B 가 - (酸)
 (Slab) , 가 (仕上)
 , Ar3
 540 , 600 , (酸)
 680
 (壓下率) , 50%
 680 750 , 780 880

4

()
 13 (鋼) No. 3 20 250mm (Slab)
 1200 가 (仕上) 880
 940 , 540 560 () , 600 680 (+) 2.8mm
 860 , 0.7mm , 680 740 (BAF), 800 860 (CAL), 800
 + (CGL) , (壓下率) 0.7% (調質)
 + , 460 , 500
 (母材) (, JIS 5) r
 (球頭) , (角)
 14
 No. 3 10 , (母材)
 , 가
 , 가
 No. 11 20

표 13

No.	플릿조건	C	Si	Mn	P	S	Sol.Al	N	Nb	Ti	B	(12 × Nb*) / (93 × C)	비고
3	CGL	0.0058	0.01	0.33	0.021	0.008	0.049	0.0020	0.069	-	-	1.24	분말명예
4	BAF	0.0062	0.01	0.51	0.012	0.009	0.052	0.0024	0.085	-	-	1.44	분말명예
5	CGL	0.0061	0.01	0.42	0.017	0.006	0.044	0.0021	0.099	-	-	1.80	분말명예
6	CGL	0.0065	0.01	0.92	0.037	0.006	0.049	0.0024	0.079	-	-	1.25	분말명예
7	CGL	0.0063	0.01	0.73	0.046	0.008	0.051	0.0025	0.111	0.014	-	1.93	분말명예
8	CAL	0.0073	0.01	0.95	0.045	0.007	0.041	0.0024	0.090	-	0.0009	1.31	분말명예
9	CGL	0.0105	0.02	0.94	0.047	0.006	0.042	0.0026	0.129	-	-	1.37	분말명예
10	CAL	0.0121	0.05	0.76	0.036	0.007	0.039	0.0022	0.135	0.011	0.0004	1.28	분말명예
11	CAL	0.0029	0.02	0.19	0.016	0.006	0.045	0.0027	0.059	-	-	1.83	비교예
12	BAF	0.0024	0.01	0.64	0.052	0.008	0.044	0.0023	0.019	0.029	-	0.20	비교예
13	CGL	0.0059	0.01	0.32	0.024	0.007	0.049	0.0021	0.039	-	-	0.55	비교예
14	CGL	0.0061	0.01	0.35	0.023	0.006	0.048	0.0024	0.079	0.067	-	1.33	비교예
15	CGL	0.0063	0.01	0.33	0.021	0.009	0.051	0.0021	0.081	-	0.0026	1.37	비교예
16	CGL	0.0023	0.01	0.95	0.075	0.007	0.047	0.0023	0.027	0.014	0.0004	0.66	비교예
17	BAF	0.0072	0.03	0.71	0.044	0.006	0.044	0.0021	-	0.075	-	-	비교예
18	CGL	0.0068	0.01	0.68	0.039	0.007	0.042	0.0024	-	0.055	0.0008	-	비교예
19	CGL	0.0103	0.68	0.74	0.046	0.006	0.046	0.0025	0.119	-	-	1.28	비교예
20	CAL	0.0160	0.02	0.35	0.035	0.008	0.055	0.0021	0.196	-	-	1.47	비교예

표 14

No.	Yf (MPa)	TS (MPa)	EI (%)	r 값	BH (MPa)	TS-4050 x Ceq	-0.75 x TS +380	머클링깊이 (mm)	활화대율 (%)	균열발생한계 추론누름력 (ton)	비교
3	207	344	41.8	1.72	0	224	122	27.5	100	20.0	본발동예
4	208	345	41.0	1.69	0	212	121	28.0	105	21.0	본발동예
5	210	348	42.0	1.70	0	220	119	27.4	95	22.5	본발동예
6	227	375	40.8	1.85	0	124	99	27.6	95	21.5	본발동예
7	228	378	40.5	1.86	0	140	97	27.4	100	22.0	본발동예
8	234	385	39.9	1.76	0	110	91	27.5	95	23.0	본발동예
9	241	398	39.5	1.71	0	106	82	26.7	85	24.5	본발동예
10	239	394	39.3	1.70	0	145	85	26.5	85	25.0	본발동예
11	215	325	41.5	1.69	0	248	136	23.2	55	16.5	비교예
12	222	340	40.5	1.65	19.5	120	125	25.1	55	16.0	비교예
13	223	342	40.2	1.63	11.5	217	124	22.5	40	17.0	비교예
14	223	341	39.8	1.59	0	212	124	25.9	70	19.0	비교예
15	231	346	37.9	1.56	0	224	121	22.5	40	16.0	비교예
16	243	374	38.5	1.71	2.5	58	100	23.7	40	18.0	비교예
17	255	369	38.1	1.72	0	133	103	22.8	45	16.5	비교예
18	256	379	38.9	1.69	0	162	96	21.0	40	16.0	비교예
19	263	391	37.4	1.59	0	81	87	26.0	65	17.0	비교예
20	267	395	37.1	1.62	0	201	84	21.5	25	16.5	비교예

(5)

5 , (耐) (burr) [(burr) 가] ,

C:C Nb NbC (耐) (burr) , 0.004% NbC
 (burr) (burr) , 0.01% NbC
 P,S: P,S (硫化物) , 0.004 0.01%
 가 , (介在物) (鋼) 가 , 가 (burr)
 P 0.05% , S 0.02%
 sol.Al:Al 가 0.01% Mn Si (粗大) (鋼)
 , P,S 가 (burr) , 0.1% (粗大) Al₂O₃
 가 (burr) , 0.01 0.1%
 N:N , 가 Nb Al (粗大) ,
 (burr) , 0.004%
 Ti:Ti , Nb 가 , NbC ,
 0.03%
 Nb:Nb , C NbC (耐) (burr)
 (耐) (burr) NbC (8)
 가
 1 (12/93) x (Nb/C) 2.5 (8)
 (耐) (burr) NbC
 , 19, 20 , NbC 0.03 0.1% , 70% 10 40nm
 , (burr) 가 6μm , 가 0.5μm , (耐) (burr)
 NbC (耐) (burr)
 , (鋼) 가 (析出物) , (析出物)

, Ti, V (burr)
 가 , NbC , NbC
 Si, Mn 가 , ,
 , 5 (耐) (burr) , (耐) 2 가 , ,
 (外板) 가 가 (Slab) (Slab) (9) (
 11) (壓下率) HR1, HR2 (仕上)
 10 HR1 (9),
 2 HR2 30 (10),
 HR1+HR2-HR1×HR2/100 60 (11),
 (run-out) 200 /sec
 (壓下率)
 5 ,
 ()
 15 16 (鋼) No. 1 35 , 250mm (Slab)
 , 1200 가 , (仕上) 890 960 , 500 700 2.8mm
 , 0.7mm , 750 900 (CAL) +
 (CGL) , 0.7% (調質) 460 , 5
 00 + , 50mm 50 , (burr) , (burr)
 (burr)
 17 19 가 , NbC 가
 , (burr) 가 6 μ m , 가 0.5 μ m , (耐) (burr)

표 15

강번호	C	Si	Mn	P	S	solAl	N	Nb	Ti	B	(12/93)X (Nb/C)	비고
1	0.0025*	0.11	0.14	0.015	0.015	0.050	0.0015	0.033	-	-	1.70	비교강
2	0.0031*	0.02	0.35	0.047	0.010	0.017	0.0033	0.029	0.016	0.0008	1.21	비교강
3	0.0022*	0.10	0.12	0.011	0.014	0.046	0.0025	0.010	0.045*	-	0.59*	비교강
4	0.0038*	0.17	0.23	0.052*	0.013	0.026	0.0022	0.044	-	-	1.49	비교강
5	0.0028*	0.10	0.11	0.032	0.033*	0.030	0.0018	0.040	-	-	1.84	비교강
6	0.0024*	0.15	0.11	0.021	0.019	0.028	0.0013	0.028	0.065*	-	1.51	비교강
7	0.0018*	0.02	0.55	0.075*	0.045*	0.019	0.0020	0.029	-	-	2.08	비교강
8	0.0022*	0.06	0.11	0.022	0.018	0.020	0.0031	0.052	-	-	3.05*	비교강
9	0.0028*	0.02	0.22	0.030	0.010	0.017	0.0017	0.085	-	-	3.92*	비교강
10	0.0062	0.05	0.35	0.022	0.017	0.025	0.0026	0*	-	-	0*	비교강
11	0.0049	0.01	0.20	0.015	0.016	0.020	0.0015	0*	0.075*	-	0*	비교강
12	0.0069	0.15	0.42	0.018	0.018	0.021	0.0020	0.031	-	-	0.58*	비교강
13	0.0056	0.20	0.45	0.020	0.014	0.029	0.0019	0.039	-	-	0.90*	비교강
14	0.0045	0.02	0.75	0.016	0.066*	0.019	0.0019	0.022	-	-	0.63*	비교강
15	0.0062	0.10	0.50	0.022	0.015	0.025	0.0025	0.050	-	-	1.04	본발명강
17	0.0081	0.44	1.26	0.026	0.011	0.031	0.0026	0.069	0.015	0.0003	1.10	본발명강
18	0.0075	0.31	0.12	0.012	0.010	0.045	0.0017	0.094	-	-	1.62	본발명강

단위는 Wt%.

* 표시는 본 발명 범위에서 벗어나는 것을 나타낸다.

표 16

강번호	C	Si	Mn	P	S	solAl	N	Nb	Ti	B	(12/93) x (Nb/C)	비고
19	0.0060	0.01	0.25	0.025	0.008	0.033	0.0017	0.075	0.027	-	1.61	본발명강
20	0.0070	0.22	0.36	0.025	0.015	0.033	0.0029	0.130	-	-	2.40	본발명강
22	0.0059	0.02	0.20	0.020	0.019	0.060	0.0025	0.100	-	-	2.19	본발명강
23	0.0095	0.16	0.78	0.017	0.011	0.018	0.0021	0.150	-	0.0007	2.04	본발명강
24	0.0064	0.76	1.86	0.020	0.013	0.021	0.0015	0.063	-	-	1.27	본발명강
25	0.0065	0.22	0.33	0.069*	0.015	0.048	0.0020	0.074	0.020	-	1.47	비교강
26	0.0049	0.18	0.50	0.031	0.028*	0.017	0.0029	0.060	-	-	1.58	비교강
27	0.0075	0.03	0.42	0.018	0.011	0.015	0.0023	0.080	0.045*	-	1.38	비교강
28	0.0058	0.15	0.41	0.021	0.056*	0.020	0.0018	0.055	-	-	1.22	비교강
29	0.0048	0.05	0.22	0.033	0.062*	0.022	0.0025	0*	-	-	0	비교강
30	0.0084	0.11	0.33	0.063*	0.018	0.018	0.0031	0*	-	-	0	비교강
31	0.0120*	0.12	0.25	0.015	0.018	0.062	0.0014	0.130	-	-	1.40	비교강
32	0.0160*	0.44	0.50	0.014	0.012	0.033	0.0020	0.210	-	-	1.69	비교강
33	0.0200*	0.20	0.85	0.032	0.015	0.025	0.0022	0.320	-	-	2.06	비교강
34	0.0055	0.10	0.15	0.010	0.015	0.024	0.0019	0.110	-	-	2.58*	비교강
35	0.0071	0.09	0.10	0.023	0.016	0.031	0.0015	0.190	-	-	3.45*	비교강

단위는Wt%.

* 표시는 본 발명의 범위에서 벗어나는 것을 나타낸다.

표 17

강판호	판번호	판두께 (mm)	열연(熱延)조건			종류	TS (MPa)	NbC 의 체적율 (%)	입경 10~ 40nm의 입자 비율 (%)	평균BURR 높이 (μ m)	표준편차 (μ m)	비고
			HR2 (%)	HR1 (%)	HR1+HR2 (%)							
1	1	0.7	25	15	36.3	CAL	309	0.021*	10*	21.5	0.98	비교예
2	2	0.7	25	15	36.3	CAL	341	0.026*	13*	23.4	0.95	비교예
3	3	0.7	25	15	36.3	CAL	304	0.011*	5*	37.1	1.56	비교예
4	4	0.7	25	15	36.3	CAL	355	0.032*	42*	15.4	2.25	비교예
5	5	0.7	25	15	36.3	CAL	325	0.024*	26*	17.6	2.70	비교예
6	6	0.7	25	15	36.3	CAL	318	0.020*	31*	29.1	1.21	비교예
7	7	0.7	25	15	36.3	CAL	376	0.015*	15*	9.6	2.33	비교예
8	8	0.7	25	15	36.3	CAL	311	0.018*	76	25.0	1.26	비교예
9	9	0.7	25	15	36.3	CAL	320	0.024*	79	33.1	1.43	비교예
10	10	0.7	25	15	36.3	CAL	321	0*	0*	46.8	2.19	비교예
11	11	0.7	25	15	36.3	CAL	304	0*	23*	43.3	1.44	비교예
12	12	0.7	25	15	36.3	CAL	328	0.034*	35*	31.1	0.48	비교예
13	13	0.7	25	15	36.3	CAL	335	0.042	32*	20.0	0.55	비교예
14	14	0.7	25	15	36.3	CAL	325	0.024*	22*	9.8	2.62	비교예
15	15A	0.7	40	10	46.0	CAL	330	0.052	73	5.5	0.45	본발명에
15	15B	0.7	40	10	46.0	CGL	335	0.053	75	5.1	0.47	본발명에
15	15D	0.7	5	10	14.5	CAL	330	0.052	59	9.2	0.66	비교예

* 표시는 본 발명 범위에서 벗어나는 것을 나타낸다

표 18

강번호	판번호	판두께 (mm)	열연(熱延)조건			종류	TS (MPa)	NbC 의 체적율 (%)	입경 10~ 40 μ m 의 입자 비율 (%)	평균BURR 높이 (μ m)	표준편차 (μ m)	비고
			HR2 (%)	HR1 (%)	HR1+HR2 (%)							
17	17A	0.7	55	3	56.4	CAL	391	0.083	89	5.3	0.30	본발명에
17	17B	0.7	55	3	56.4	CGL	386	0.085	84	5.1	0.33	본발명에
17	17C	0.7	50	22	61.0	CAL	383	0.081	60*	10.2	0.75	비교에
18	18A	0.7	12	12	22.6	CAL	325	0.071	77	4.9	0.25	본발명에
18	18B	0.7	20	35	48.0	CAL	328	0.075	53*	8.0	0.67	비교에
19	19A	0.7	40	18	50.8	CAL	316	0.050	92	4.5	0.47	본발명에
19	19B	0.7	45	30	61.5	CAL	318	0.050	68*	8.0	0.95	비교에
19	19C	0.7	10	32	38.8	CAL	315	0.048	47*	13.1	0.81	비교에
20	20A	0.7	15	2	16.7	CAL	339	0.062	80	2.1	0.44	본발명에
20	20C	0.7	8	20	26.4	CAL	333	0.062	56*	9.1	0.86	비교에
22	22A	0.7	20	28	42.4	CAL	311	0.053	88	1.9	0.24	본발명에
22	22B	0.7	0	40	40.0	CAL	310	0.050	32*	7.5	0.65	비교에
22	22C	0.7	40	40	64.0	CAL	315	0.052	49*	10.3	0.72	비교에
23	23A	0.7	35	24	50.6	CAL	342	0.096	92	2.1	0.20	본발명에
23	23B	0.7	35	24	50.6	CGL	340	0.091	83	1.8	0.22	본발명에
23	23C	0.7	8	2	9.8	CAL	343	0.094	26*	8.5	0.93	비교에
24	24A	0.7	20	20	36.0	CAL	432	0.054	81	2.9	0.19	본발명에
24	24C	0.7	55	15	61.8	CAL	428	0.054	60*	9.0	0.81	비교에

* 표시는 본 발명의 범위에서 벗어나는 것을 나타낸다.

표 19

강번호	판번호	판두께 (mm)	열연(熱延)조건			종류	TS (MPa)	NbC 의 제작용 (%)	입경 10~ 40nm 의 입자 비율 (%)	평균BURR 높이 (μm)	표준편차 (μm)	비고
			HR2 (%)	HR1 (%)	HR1+HR2 (%)							
25	25	0.7	25	15	36.3	CAL	372	0.055	78	7.4	2.01	비교예
26	26	0.7	25	15	36.3	CAL	345	0.041	80	6.3	1.77	비교예
27	27	0.7	25	15	36.3	CAL	318	0.063	53*	17.7	0.76	비교예
28	28	0.7	25	15	36.3	CAL	330	0.049	75	6.1	1.93	비교예
29	29	0.7	25	15	36.3	CAL	326	0*	0*	8.5	2.52	비교예
30	30	0.7	25	15	36.3	CAL	367	0*	0*	11.1	3.51	비교예
31	31	0.7	25	15	36.3	CAL	319	0.110*	80	13.2	0.77	비교예
32	32	0.7	25	15	36.3	CAL	356	0.135*	72	10.5	1.65	비교예
33	33	0.7	25	15	36.3	CAL	368	0.168*	51*	11.0	2.80	비교예
34	34	0.7	25	15	36.3	CAL	305	0.046*	27*	3.3	1.03	비교예
35	35	0.7	25	15	36.3	CAL	317	0.060*	15*	6.1	1.65	비교예

* 표시는 본 발명 범위에서 벗어나는 것을 나타낸다.

(6)

C:C Nb 6 , , , (徑) r ,

0.0040% (析出) , Si, Mn, P 가가 , 0.

0040 0.010%, 0.0050 0.0080%, 0.0050 0.0074% ,

Si:Si 가 , 0.05%

Mn:Mn (鋼) S MnS (析出) (Slab) S (析出) 가 , 1.5%

P:P 0.01% 가 , 0.05%

S:S 0.02% , 0.02%

sol.Al:Al 가 . 0.01% 가 , 0.1% (固溶) A

I 0.01 0.1% ,

N:N (鋼) (固溶) (stretcher strain) ,

0.0100%

Nb:Nb C , , , 가

. 0.036% , 0.14%

, 0.036 0.14%, 0.08 0.14%

(12) , 10μm , r 1.8 가 .

1.1 < (Nb×12)/(C×93) < 2.5 (12) ,

, (Nb×12)/(C×93) NbC 1.5 , 1.7

6 , Ti 0.019% , 0.005 0.019% ,
 (13) 가 .
 Ti (48/14)×N+(48/32)×S (13)
 , (耐) 2 가 , B 0.0015% 가 , (耐) 2 가 , (耐) (burr) ,
 , 6 , (外板) 가 (Slab)
 , 6 , Ti B 가 , (Slab) 1100 1250 가 (bar) , ((bar)
 bar) (壓下率) 10 40%가 (仕上) , ((bar)
 , 15 /sec , 20 /sec 700 가 860 Ac3 620 670 , 50 ,
 0.4 1.0% (壓下率) (調質) 가 , 1100 가 , 1250 가 ,
 (Slab) 가 , 1100 1250 가 , 1250 가
 . (仕上) , (壓下率) ,
 10% , 40% 가 .
 , 15 /sec 2.0 4.5mm .
 가 , AIN (析出) (酸) 620 670 .
 가 . (壓下率) , r 50% 가 . 20 /sec
 가 가 , 860 Ac3 가 . 0.4 1.0% 가 .
 (調質) , (時效) 가 (有機)
 6 , (有機)
 (1)
 20 (鋼) No. 1 13 , 250mm (Slab) , 1
 200 가 , 880 910 (仕上) , 20 /sec , 640 , 2.8
 mm + , 0.70mm , 30 /sec 가 가 , 865 60sec
 , ((, JIS 5) , r , (耐)
 , 21 .
 , 1.8 r 가 , (鋼) 1 9 , 10μm
 , (鋼) 10 , C 0.0040% , (耐)
 . (鋼) 11 C 0.010% NbC (析出量) , r
 . (鋼) 12 (Nb×12)/(C×93) 1.1 (固溶) C가 , r
 (鋼) 13 (Nb×12)/(C×93) 2.5 , r .
 (2)
 20 (鋼) No.1 5 (Slab) , 22
 , 22 1 .
 , 22 .
 (耐) A, C, E 10μm , 1.8 r 가 ,
 , B, F r .

표20

강번호	C	Si	Mn	P	S	sol.Al	N	Nb	Ti	B	(12×Nb)/(93×C)	비고
1	0.0060	0.01	0.35	0.018	0.008	0.056	0.0021	0.081	-	-	1.74	본발명강
2	0.0050	0.01	0.69	0.042	0.008	0.062	0.0020	0.082	-	-	2.12	본발명강
3	0.0090	0.01	0.38	0.027	0.008	0.022	0.0019	0.081	-	-	1.16	본발명강
4	0.0060	0.01	0.51	0.017	0.008	0.042	0.0023	0.055	-	-	1.18	본발명강
5	0.0060	0.01	0.31	0.041	0.008	0.058	0.0018	0.115	-	-	2.47	본발명강
6	0.0055	0.01	0.45	0.045	0.008	0.043	0.0049	0.060	-	-	1.41	본발명강
8	0.0060	0.01	0.31	0.036	0.008	0.040	0.0019	0.083	0.008	-	1.78	본발명강
9	0.0060	0.01	0.53	0.047	0.008	0.046	0.0022	0.081	0.015	0.0010	1.74	본발명강
10	0.0025*	0.01	0.38	0.033	0.010	0.026	0.0021	0.020*	0.020	-	1.03*	비교강
11	0.0105*	0.01	0.70	0.039	0.008	0.024	0.0024	0.100	-	-	1.23	비교강
12	0.0065	0.01	0.80	0.018	0.008	0.049	0.0018	0.050	-	-	0.99*	비교강
13	0.0065	0.01	0.61	0.020	0.008	0.034	0.0022	0.130	-	-	2.58*	비교강

단위는 wt%.

* 표시는 본 발명 범위 외에 있는 것을 나타낸다.

표21

강번호	TS (MPa)	EI (%)	r 값	평균입경 (μm)	표면성상	내표면 거칠성	비고
1	350	42.9	2.14	8.6	A	○	본발명예
2	385	40.5	2.03	8.1	A	○	본발명예
3	360	41.7	1.97	7.8	A	○	본발명예
4	354	42.4	1.99	9.3	A	○	본발명예
5	371	40.4	2.02	8.1	A	○	본발명예
6	380	39.5	1.91	9.2	A	○	본발명예
8	376	39.9	1.90	7.3	B	○	본발명예
9	385	38.9	1.95	9.9	B	○	본발명예
10	345	43.5	2.17	19.0	C	×	비교예
11	392	34.5	1.78	6.9	A	○	비교예
12	375	37.5	1.65	8.1	B	○	비교예
13	370	36.5	1.58	6.4	A	○	비교예

표 22

기호	강번호	가열온도 (°C)	취중페스킨과 취중페스의 함계압하율 (%)	사상온도 (°C)	풀림온도 (°C)	TS (MPa)	티 (%)	r 값	평균입경 (μm)	표면 성장	내표면 거칠기	비고
A	1	1120	15	900	860	348	43.2	2.15	8.9	A	○	본발명에
B	4	1180	43	910	860	354	42.4	1.65	8.5	A	○	비교에
C	5	1200	15	890	865	371	40.4	2.02	8.1	A	○	본발명에
D	1	1230	18	930	860	350	42.9	1.88	8.6	A	○	본발명에
E	2	1200	25	890	840	390	38.9	1.85	7.5	A	○	본발명에
F	3	1210	30	900	820	365	41.7	1.70	7.2	A	○	비교에

(7)

C:C Nb 7, , n, (耐)
 0.0050 0.010%, 0.0050 0.0080%, 0.0050 0.0074%
 Si:Si 가 (化成)
 Mn:Mn (鋼) S MnS (析出) (Slab) S (析出) 가, 1.5%
 P:P 0.01% 가, 0.05% 0.01 0.05% 0.10 1.5%
 S:S 0.02% 0.02%
 sol.Al:Al (鋼) N AlN (析出) (固溶) N 0.01%
 가, 0.1% , 0.01 0.1%
 N:N 가 0.004%
 Nb:Nb C n, (耐)
 0.01% , 0.20%
 n , 0.01 0.20%, 0.035 0.20%,
 0.080 0.140%

% , C:0.0061%, Si:0.01%, Mn:0.30%, P:0.02%, S:0.005%, sol.Al:0.0

50%, N:0.0024%, Nb:0.040 0.170% (Slab) , 40% (()
 壓下率), 900 (仕上) (仕上) , 580 680 , 0.8mm , 850
 , 0.7% (調質)
 21 , (Nb×12)/(C×93), C
 (Nb×12)/(C×93) (14)
 1.98-66.3×C (Nb×12)/(C×93) 3.24-80.0 C (14)

(hat) , 가 , 1
 22 , r , n , 1 가 ,
 (3),(4)
 11.0 r+50.0×n (3)
 2.9 r+5.00×n (4)
 7 , (耐) Ti 가 . 0.05%

, 0.05% , 0.005 0.02%
 (14) (15) 가
 1.98-66.3×C (Nb×12)/(C×93)+(Ti * x12)/(C×48) 3.24-80.0×C (15)
 , (耐) 2 가 , B 가 . 0.002%
 , 0.002% , 0.0001 0.001%
 , (耐) 2 가 , 가
 (耐) (burr) , (外板) 가

7 , Ti B 가 , (Slab)
 (Slab) , (壓下率) 60% 가 (仕上)
 ab) , (Slab) 가 (SI)
 , 550 , (仕上) 870
 , (壓下率) 50 85% , 780 880
 , (酸) 700 , 가

680
 7 , 가
 (1)
 23 (鋼) No. 1 10 , 220mm (Slab) , 1
 200 가 , 30 50% (壓下率), 880 960 (仕上)
 2.8mm , 580 680 , 0.80mm , 840 870
 (CAL) 850 870 + (CGL) , 0.7% (調質)
 + , 460 , 500

, 45g/m² , r , (LDR), (hat)
 (H) (, JIS 5 , n 1 5%) , r , (LDR), (hat)
 , 90
 , 1: , 2: , 3: (小), 4: (中), 5: (大) 5 , 1,2

24 26 , , , ,
 , , , , (14)
 , P, Ti ,

(2)
 23 (鋼) No1. (Slab) 1200 가 , 30 70%
 (壓下率), 880 910 (仕上) 2.8mm 580 640
 , 0.80mm , 840 870 850 870 +
 (壓下率) 0.7% (調質)
 , 1
 , (n 1 5%) , r , (hat)

(壓下率) 60%

(3)
 23 (鋼) No1. (Slab) 1200 가 , 40%
 (壓下率), 840 980 (仕上) 1.3 6.0mm , 500 700
 , 46 87% 0.80mm , 750 900 +
 , 0.7% (調質)
 , (n 1 5%), r , (hat)
 28, 29
 (仕上) , (壓下率), 가

표 23

강판호	C	Si	Mn	P	S	sol. Al	N	Nb	Ti	B	X/C#	비고
1	0.0059	0.01	0.34	0.019	0.011	0.050	0.0021	0.082	tr	tr	1.8	비명강
2	0.0060	0.01	0.63	0.040	0.007	0.062	0.0012	0.075	tr	tr	1.6	비명강
3	0.0078	0.01	0.95	0.045	0.009	0.058	0.0018	0.162	tr	tr	2.7	비명강
4	0.0065	0.02	0.25	0.021	0.008	0.050	0.0017	0.091	0.011	tr	1.8*	비명강
5	0.0081	0.01	0.42	0.020	0.007	0.050	0.0017	0.092	0.024	0.0006	1.7*	비명강
6	0.0063	0.10	0.16	0.030	0.011	0.057	0.0019	0.088	tr	tr	1.8	비교강
7	0.0059	0.02	0.20	0.067	0.010	0.050	0.0021	0.087	tr	tr	1.9	비교강
8	0.0060	0.01	0.22	0.030	0.009	0.056	0.0019	0.056	tr	tr	1.2	비교강
9	0.0058	0.01	0.21	0.028	0.010	0.057	0.0020	0.148	tr	tr	3.3*	비교강
10	0.0090	0.01	0.62	0.050	0.015	0.035	0.0036	0.126	tr	tr	1.8	비교강

X/C#=(Nb%x12)/(C%x93)
 *(Nb%x12)/(C%x93)+(Ti%x12)/(C%x48), Ti%=Ti-(48/14)N%-(48/32)S%

표 24

No.	강번호	최종프레스전과 최종프레스의 함께압하율 (%)	시상 온도 (°C)	간는 온도 (°C)	플럼 조건	강판의 특성							강판의 시행성			도금 달라성	비고
						YP (MPa)	TS (MPa)	EI (%)	n 값	r 값	Y**	Z***	H (mm)	LDR			
1	1	40	890	580	CAL	204	353	44	0.201	2.00	12.1	3.0	34.8	2.16	-	발명예	
2	1	40	890	580	CGL	207	356	44	0.194	2.01	11.7	3.0	34.2	2.16	1	발명예	
3	1	40	900	640	CAL	202	354	45	0.202	2.03	12.1	3.0	34.8	2.16	-	발명예	
4	1	40	900	640	CGL	196	355	45	0.200	2.02	12.0	3.0	34.6	2.16	1	발명예	
5	1	40	910	680	CAL	193	352	46	0.203	2.09	12.2	3.1	34.9	2.17	-	발명예	
6	1	40	910	680	CGL	195	356	45	0.202	2.06	12.2	3.1	34.9	2.17	2	발명예	
7	2	30	910	580	CGL	214	384	42	0.191	1.97	11.5	2.9	33.8	2.15	1	발명예	
8	2	30	930	640	CGL	212	382	43	0.196	1.95	11.8	2.9	34.3	2.15	1	발명예	
9	3	50	890	640	CGL	225	395	41	0.195	2.09	11.8	3.1	34.3	2.17	2	발명예	
10	3	50	900	680	CGL	227	394	42	0.199	2.13	12.1	3.1	34.8	2.17	2	발명예	
11	4	30	890	580	CGL	205	355	43	0.198	1.98	11.9	3.0	34.4	2.16	1	발명예	
12	4	30	900	640	CGL	203	354	43	0.201	2.01	12.1	3.0	34.8	2.16	1	발명예	
13	4	30	910	680	CGL	202	352	44	0.202	2.04	12.1	3.1	34.8	2.17	1	발명예	
14	5	40	900	640	CGL	212	372	39	0.189	1.96	11.4	2.9	33.6	2.15	2	발명예	
15	5	40	910	680	CGL	210	370	40	0.194	1.93	11.6	2.9	34.0	2.15	2	발명예	

Y**=r+50.0 × n, Z***=r+5.0 × n

표 25

No.	강변호	취중페스친과 취중페스의 함계압하율 (%)	사상 온도 (°C)	감는 온도 (°C)	플림 조건	강판의 특성							강판의 성형성		도금 밀착성	비고
						YP (MPa)	TS (MPa)	EI (%)	n 값	r 값	Y**	Z***	H (mm)	LDR		
16	6	30	900	640	CGL	215	365	42	0.182	1.88	11.0	2.8	33.0	2.07	4	비교예
17	6	30	910	680	CGL	212	362	43	0.184	1.86	11.1	2.8	33.2	2.07	5	비교예
18	7	30	900	640	CGL	222	368	41	0.180	1.93	10.9	2.8	29.4	2.07	3	비교예
19	7	30	910	680	CGL	224	367	41	0.178	1.93	10.8	2.8	28.0	2.07	4	비교예
20	8	40	900	580	CAL	321	394	23	0.126	1.12	7.4	1.8	19.4	1.96	-	비교예
21	6	40	890	580	CGL	323	398	22	0.128	1.18	7.6	1.8	19.6	1.96	1	비교예
22	6	40	900	640	CAL	283	382	30	0.146	1.34	8.6	2.1	20.6	1.99	-	비교예
23	7	40	900	640	CGL	287	385	31	0.142	1.30	8.4	2.0	20.4	1.98	1	비교예
24	7	30	890	580	CAL	243	376	37	0.153	1.72	9.4	2.5	21.8	2.03	-	비교예
25	8	30	890	580	CGL	245	380	36	0.154	1.77	9.5	2.5	22.1	2.05	2	비교예
26	6	30	900	640	CAL	231	361	37	0.176	1.81	10.6	2.7	27.3	2.05	-	비교예
27	6	30	900	640	CGL	233	364	38	0.172	1.80	10.4	2.7	26.2	2.15	2	비교예
28	7	40	900	640	CAL	222	370	32	0.163	2.12	10.3	2.9	25.5	2.07	2	비교예

Y**=r+50.0 x n, Z***=r+5.0 x n

표 26

No.	강번호	최종프레스전과 최종프레스의 함께압하율 (%)	사상 온도 (°C)	감는 온도 (°C)	플립 조건	코일 위치	강판의 특성							강판의 장형성			비고
							YP (MPa)	TS (MPa)	EI (%)	n 값	r 값	Y**	Z***	H (mm)	LDR		
29	1	40	890	580	CAL	T	204	353	44	0.201	2.01	12.1	3.0	34.8	2.16	발명예	
						M	202	352	45	0.204	2.01	12.2	3.0	34.9	2.16		
						B	203	355	44	0.202	2.02	12.1	3.0	34.8	2.16		
30	1	30	900	640	CGL	T	202	355	44	0.200	2.02	12.0	3.0	34.6	2.16	발명예	
						M	204	353	45	0.198	2.02	11.9	3.0	34.4	2.16		
						B	201	356	44	0.202	2.01	12.1	3.0	34.8	2.16		
31	6	40	900	640	CGL	T	287	375	31	0.142	1.36	8.5	2.1	20.5	1.99	비교예	
						M	211	364	36	0.186	1.80	11.1	2.7	33.2	2.05		
						B	243	374	31	0.150	1.40	8.9	2.2	20.9	2.00		

Y**=r+50.0 x n, Z***=r+5.0 x n

표 27

No.	강번호	최종패스전과 최종패스의 합계압하율 (%)	사상 온도 (°C)	감는 온도 (°C)	롤링 조건	코일 위치	강판의 특성							강판의 성형성		비고
							YP (MPa)	TS (MPa)	EI (%)	n 값	r 값	Y**	Z***	H (mm)	LDR	
32	1	40	890	580	CAL	T	204	353	44	0.201	2.01	12.1	3.0	34.8	2.16	발명예
						M	202	352	45	0.204	2.01	12.2	3.0	34.9	2.16	
						B	203	355	44	0.202	2.02	12.1	3.0	34.8	2.16	
33	1	30	900	640	CGL	T	202	355	44	0.200	2.02	12.0	3.0	34.6	2.16	발명예
						M	204	353	45	0.198	2.02	11.9	3.0	34.4	2.16	
						B	201	356	44	0.202	2.01	12.1	3.0	34.8	2.16	
34	1	65	890	580	CAL	T	297	402	26	0.147	1.22	8.6	2.0	20.6	1.98	비교예
						M	259	384	32	0.173	1.68	10.3	2.5	25.5	2.03	
						B	275	391	30	0.152	1.42	9.0	2.2	21.0	2.00	
35	1	65	900	640	CGL	T	285	388	27	0.156	1.31	9.1	2.1	21.2	1.99	비교예
						M	246	371	35	0.190	1.76	11.3	2.7	33.5	2.05	
						B	263	376	30	0.173	1.52	10.2	2.4	24.8	2.02	

Y**=r+50.0 × n, Z***=r+5.0 × n

표 28

No.	사상 온도 (°C)	감는 온도 (°C)	냉연율 (%)	풀림 조건	풀림 온도 (°C)	코일 위치	강판의 특성								강판의 상황성		비고
							YP (MPa)	TS (MPa)	EI (%)	n 값	r 값	Y**	Z***	H (mm)	LDR		
36	890	580	71	CAL	850	T	204	353	44	0.201	2.01	12.1	3.0	34.8	2.16	발명예	
						M	202	352	45	0.204	2.01	12.2	3.0	34.9	2.16		
						B	203	355	44	0.202	2.02	12.1	3.0	34.8	2.16		
37	930	640	75	CGL	640	T	194	352	46	0.212	2.10	12.7	3.2	35.6	2.18	발명예	
						M	196	348	47	0.214	2.12	12.8	3.2	35.7	2.18		
						B	193	351	46	0.211	2.13	12.7	3.2	35.6	2.18		
38	840	640	71	CGL	850	T	277	385	30	0.154	1.43	9.1	2.2	21.2	2.00	비교예	
						M	213	358	41	0.181	1.78	10.8	2.7	28.0	2.05		
						B	252	372	33	0.171	1.61	10.2	2.5	24.8	2.03		
39	900	500	71	CAL	830	T	234	371	34	0.147	1.62	9.0	2.4	21.0	2.02	비교예	
						M	222	365	37	0.153	1.66	9.3	2.4	21.6	2.02		
						B	231	369	35	0.150	1.63	9.1	2.4	21.2	2.02		
40	890	640	46	CGL	810	T	218	351	41	0.179	1.55	10.5	2.4	27.0	2.02	비교예	
						M	208	347	43	0.186	1.59	10.9	2.5	29.4	2.03		
						B	215	349	42	0.183	1.57	10.7	2.5	27.5	2.03		

Y**=r+50.0 x n, Z***=r+5.0 x n

표 29

No.	사상 온도 (°C)	감는 온도 (°C)	냉연율 (%)	풀림 조건	풀림 온도 (°C)	코일 위치	강판의 특성							강판의 상형성		비고
							YP (MPa)	TS (MPa)	EI (%)	n 값	r 값	Y**	Z***	H (mm)	LDR	
41	910	680	87	CGL	860	T	247	372	40	0.158	2.14	10.0	2.9	23.2	2.15	비교예
						M	233	368	42	0.166	2.17	10.5	3.0	27.0	2.16	
						B	242	371	41	0.151	2.15	9.7	2.9	22.7	2.15	
42	880	580	71	CAL	750	T	236	365	40	0.167	1.61	10.0	2.4	23.2	2.02	비교예
						M	224	361	42	0.172	1.64	10.2	2.5	24.8	2.03	
						B	229	362	42	0.170	1.63	10.1	2.5	24.0	2.03	
43	920	640	73	CGL	900	T	248	381	32	0.143	1.56	8.7	2.3	20.7	2.01	비교예
						M	239	373	34	0.150	1.62	9.1	2.4	21.2	2.02	
						B	244	377	33	0.148	1.59	9.0	2.3	21.0	2.01	
44	870	550	68	CGL	780	T	228	373	33	0.146	1.54	8.8	2.3	20.8	2.01	비교예
						M	217	369	34	0.151	1.58	9.1	2.3	21.2	2.01	
						B	223	370	33	0.149	1.57	9.0	2.3	21.0	2.01	

Y**=r+50.0×n, Z***=r+5.0×n

(57)

1.

% , C: 0.0050 0.010%, Si:0.05% , Mn:0.10 1.20%, P:0.01 0.05
 %, S:0.02% , sol.Al:0.01 0.1%, N:0.004% , O:0.003% , Nb:0.01
 0.20% , 가 Fe 가 , (1),(2),(3),(4)

;
 -0.46-0.83×log[C] (Nb×12)/(C×93) -0.88-1.66×log[C] (1),
 10.8 5.49×log[YP]-r (2),
 11.0 r+50.0×n (3),
 2.9 r+5.00×n (4),
 (1) (4) , C, Nb C, Nb (%), YP
 (MPa), r r , n n (1 5%) .

2.

% , C: 0.0050 0.010%, Si:0.05% , Mn:0.10 1.20%, P:0.01 0.05
 %, S:0.02% , sol.Al:0.01 0.1%, N:0.004% , O:0.003% , Nb:0.01
 0.20%, Ti:0.05% , 가 Fe 가 , (2),(3),(4),(5)

;
 10.8 5.49×log[YP]-r (2),
 11.0 r+50.0×n (3),
 2.9 r+5.00×n (4),
 -0.46-0.83×log[C] (Nb×12)/(C×93)+(Ti * ×12)/(C×48) -0.88-1.66×log
 [C] (5),

(2) (5) , YP (MPa), r r , n n (1-5%) , $Ti^* = Ti - (48/14) \times N - (48/32) \times S$ Ti
 가 O $Ti^ = O, C, S, N, Nb, Ti$ C, S, N, Nb, Ti (%) .

3.

1 2 , B:0.002 % .

4.

% , C: 0.0050 0.010%, Si:0.05% , Mn:0.10 1.20%, P:0.01 0.05%
 , S:0.02% , sol.Al:0.01 0.1%, N:0.004% , O:0.003% Nb:0.01 0.
 20% , 가 Fe 가 (1) (Slab)

(Slab) Ar3 (仕上)
 540 , , 680 880

50 85% , 680 880

가 ;
 $-0.46 - 0.83 \times \log[C] (Nb \times 12) / (C \times 93) - 0.88 - 1.66 \times \log[C] (1),$
 (1) , C, Nb C, Nb (%) .

5.

% , C: 0.0050 0.010%, Si:0.05% , Mn:0.10 1.20%, P:0.01 0.05
 % , S:0.02% , sol.Al:0.01 0.1%, N:0.004% , O:0.003% , Nb:0.01
 0.20%, Ti:0.05% , 가 Fe 가 (5)

(Slab) Ar3 (仕上)
 540 , , 680 880

50 85% , 680 880

가 ;
 $-0.46 - 0.83 \times \log[C] (Nb \times 12) / (C \times 93) + (Ti^* \times 12) / (C \times 48) - 0.88 - 1.66 \times \log[C] (5),$
 (5) , $Ti^* = Ti - (48/14) \times N - (48/32) \times S$, $Ti^* 가 O$ $Ti^* =$
 O, C, S, N, Nb, Ti C, S, N, Nb, Ti (%) .

6.

% , C: 0.0050 0.01%, Si:0.05% , Mn:0.1 1.0%, P:0.01 0.05
 % , S:0.02% , sol.Al:0.01 0.1%, N:0.004% , Nb: 0.08 0.14%, 가 Fe 가
 (單軸) 1% 10% 2 n 0.21

7.

6 , Ti:0.05 % .

8.

6 7 , B:0.002 % .

9.

% , C: 0.0050 0.01%, Si:0.05% , Mn:0.1 1.0%, P:0.01 0.05
 % , S:0.02% , sol.Al:0.01 0.1%, N:0.004% , Nb:0.15% , 가 Fe 가
 (6) (單軸) 1% 10% 2

n 0.21 ;
 $(12/93) \times Nb^* / C 1.2 (6),$
 (6) , $Nb^* = Nb - (93/14) \times N$, C, N, Nb C, N, Nb (%) .

10.

9 , Ti:0.05 % .

11.

9 10 , B:0.002 % .

12.

% , C: 0.0050 0.01%, Si:0.05% , Mn:0.1 1.0%, P:0.01 0.05%, S:0.02% , sol.Al:0.01 0.1%,
 N:0.004% , Nb:0.15% , 가 Fe 가 (6)

(Slab) Ar3 (仕上)
 500 700

가 ;
 $(12/93) \times Nb^* / C 1.2 (6),$
 (6) , $Nb^* = Nb - (93/14) \times N$, C, N, Nb C, N, Nb (%) .

13.

% , C: 0.0050 0.01%, Si:0.05% , Mn:0.1 1.0%, P:0.01 0.05%, S:0.02% , sol.Al:0.01 0.1%, N:0.004% , Nb:0.01 0.14%, 가 Fe 가 (6),(7)

(12/93)×Nb * /C 1.2 (6),
 TS-4050×Ceq -0.75×TS+380 (7),
 (6),(7) , Nb * =Nb-(93/14)×N, Ceq = C+(1/50)×Si+(1/25)×Mn+
 (1/2)×P , C, Si, Mn, P, N, Nb C, Si, Mn, P, N, Nb (%), TS (MPa)

14.

13 , Ti:0.05 %

15.

13 14 , B:0.002 %

16.

% , C: 0.005 0.01%, P:0.05% , S:0.02% , sol.Al:0.01 0.1%, N:0.004% , Ti:0.03% , Nb: 0.050% (8) , 가 Fe 가
 NbC 0.03 0.1% , 70% 10 40nm ;
 1 (12/93)×(Nb/C) 2.5 (8),
 (8) , C, Nb C, Nb (%)

17.

% , C: 0.005 0.01%, P:0.05% , S:0.02% , sol.Al:0.01 0.1%, N:0.004% , Ti:0.03% , Nb: 0.050% (8) , 가 Fe 가
 (Slab) (Slab) , (仕上)

가 ;

1 (12/93)×(Nb/C) 2.5 (8),

10 HR1 (9),

2 HR2 30 (10),

HR1+HR2-HR1×HR2/100 60 (11),

(8) (11) , C, Nb C, Nb (%), HR1, HR2 (仕上)
 (壓下率)(%)

18.

% , C: 0.0050 0.010%, Si:0.05% , Mn:0.10 1.5%, P:0.01 0.05% , S:0.02% , sol.Al:0.01 0.1%, N:0.0100% , Nb:0.036 0.14% , 가 Fe 가
 10μm , r 1.8
 1.1 < (Nb×12)/(C×93) < 2.5 (12),
 (12) , C, Nb C, Nb (%)

19.

18 , Ti:0.019 % (13)

Ti (48/14)×N+(48/32)×S (13),

(13) , N, S, Ti N, S, Ti (%)

20.

18 19 , B:0.0015 %

21.

% , C: 0.0050 0.010%, Si:0.05% , Mn:0.10 1.5%, P:0.01 0.05% , S:0.02% , sol.Al:0.01 0.1%, N:0.0100% , Nb:0.036 0.14% , 가 Fe 가
 (Slab) (Slab) ,
 (Slab) 1100 1250 가 (bar) ,
 (bar) (壓下率) 10 40%가 (仕上)

15 /sec

700

, 620 670

50%

, 20 /sec

가

가

, 860

Ac3

0.4 1.0%

(調質)

가

22.

% , C:0.0050% 0.010% , Si:0.05% , Mn:0.10 1.5%, P:0.01 0.05%, S:0.02% , sol.Al:0.01 0.1%, N:0.004% , Nb:0.01 0.20% , 가 Fe 가 (3), (4), (14)

11.0 r+50.0xn (3),
 2.9 r+5.00xn (4),
 1.98-66.3xC (Nb×12)/(C×93) 3.24-80.0xC (14),
 (3),(4),(14) , r r , n n (1-5%) , C, Nb C, Nb (%) .

23.

% , C:0.0050% 0.010% , Si:0.05% , Mn:0.10 1.5%, P:0.01 0.05%, S:0.02% , sol.Al:0.01 0.1%, N:0.004% , Nb:0.01 0.20
 % , Ti:0.05% 가 Fe 가 (3),(4),(15)

11.0 r+50.0xn (3),
 2.9 r+5.00xn (4),
 1.98-66.3xC (Nb×12)/(C×93)+(Ti * ×12)/(C×48) 3.24-80.0xC (15),
 (3),(4),(15) r r , n n (1-5%) , Ti * =Ti-(48/14)×N-(48/32)×S , Ti * 가 0
 Ti * =0,C,S,N,Nb,Ti C,S,N,Nb,Ti (%) .

24.

22 23 , B:0.002 %

25.

% , C:0.0050% 0.010% , Si:0.05% , Mn:0.10 1.5%, P:0.01 0.05%, S:0.02% , sol.Al:0.01 0.1%, N:0.004% , Nb:0.01 0.20% , 가 Fe 가 (14)
 (Slab) (Slab) (壓下率) 60% 가 (仕上)

가 ;
 1.98-66.3xC (Nb×12)/(C×93) 3.24-80.0xC (14),
 (14) , C, Nb C, Nb (%) .

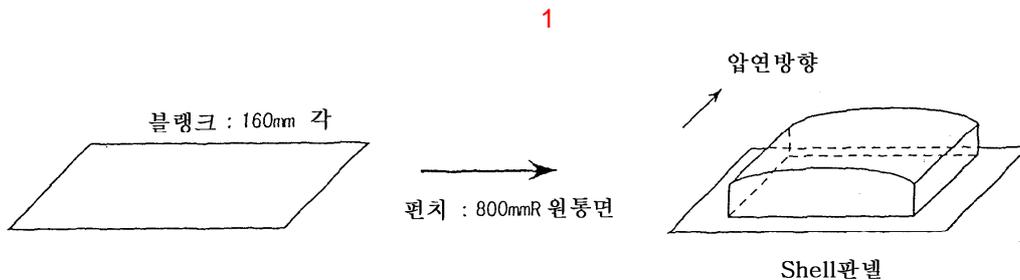
26.

C:0.0050% 0.010% , Si:0.05% , Mn:0.10 1.5%, P:0.01 0.05%, S:0.02% , sol.Al:0.01 0.1%, N:0.004% , Nb:0.01 0.20%, Ti:0.05% 가 Fe 가 (15)
 (Slab) (Slab) (壓下率) 60% 가 (仕上)

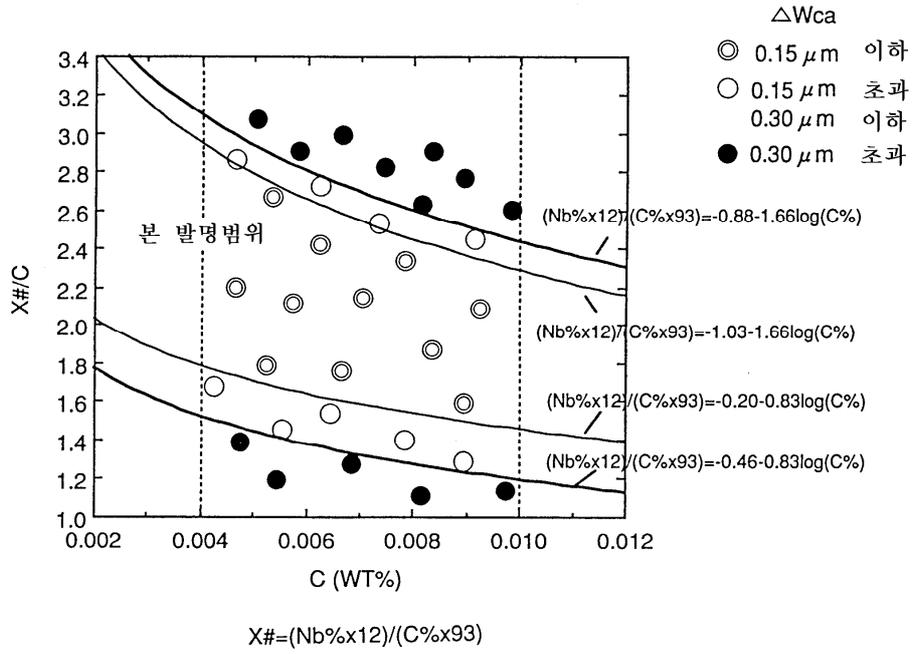
가 ;
 1.98-66.3xC (Nb×12)/(C×93)+(Ti * ×12)/(C×48) 3.24-80.0xC (15),
 (15) , Ti * =Ti-(48/14)×N-(48/32)×S , Ti * 가 0 Ti * =O, C, S, N, Nb, Ti
 C,S,N,Nb,Ti (%) .

27.

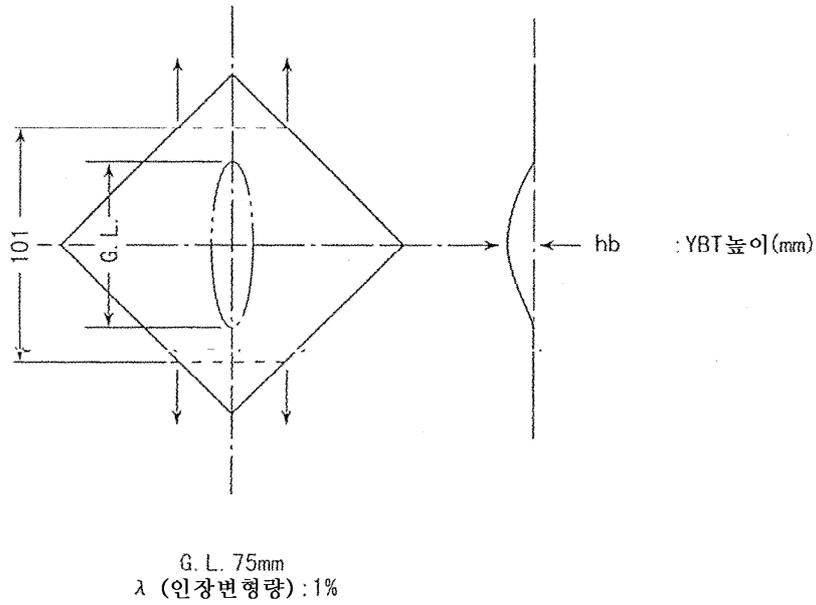
25 26 , 870 (仕上) , 550 , 50 85%
 (壓下率) , 780 880



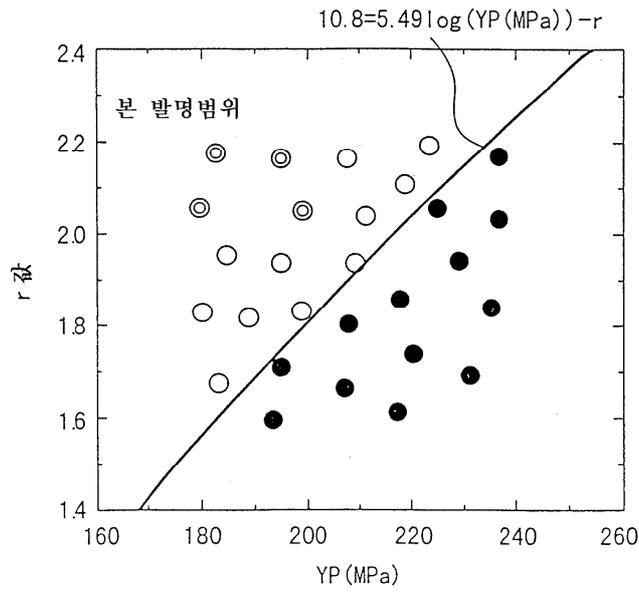
2



3

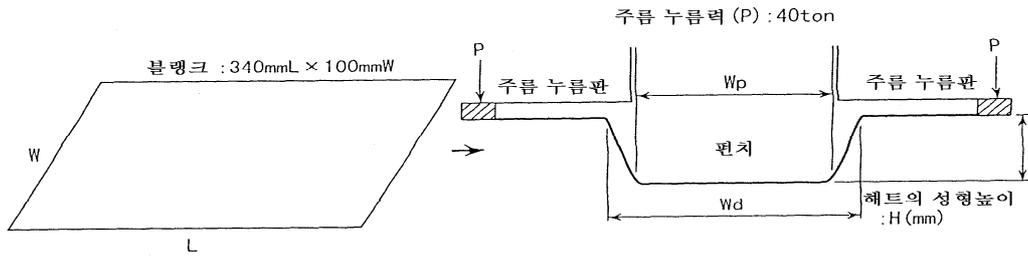


4

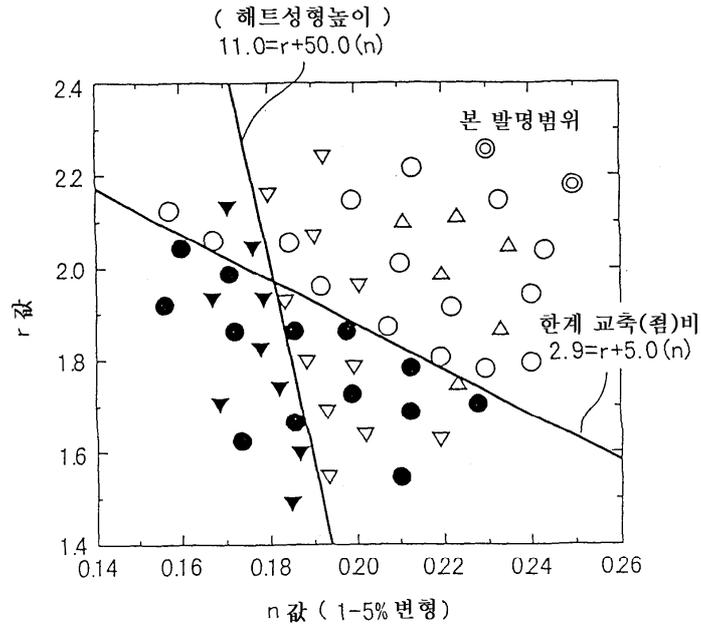


- YBT (mm)
- ◎ 1.00 미만
 - 1.00 이상 ~ 1.50 이하 (JSC270F 레벨)
 - 1.50 초과

5



6



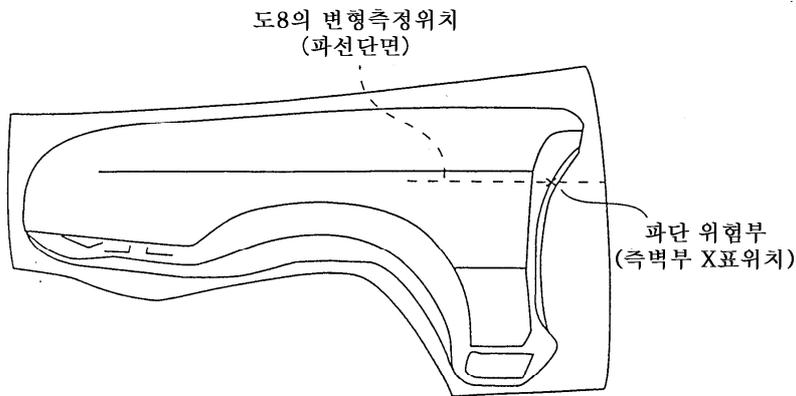
헤트 성형높이 : H(mm)

- △ 36.0 이상
- ▽ 33.0 이상 ~ 36.0 미만
(JSC270F 레벨)
- ▼ 33.0 미만

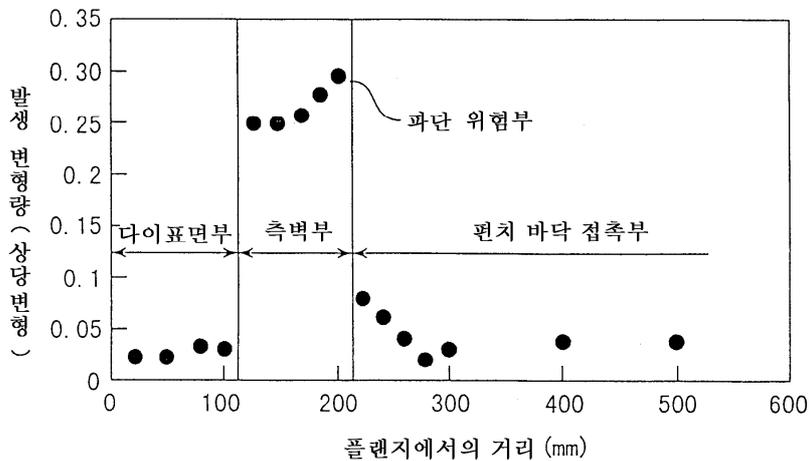
한계 교축(휨)비 : LDR

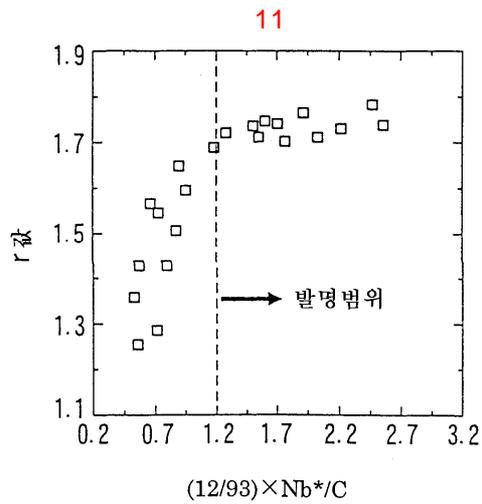
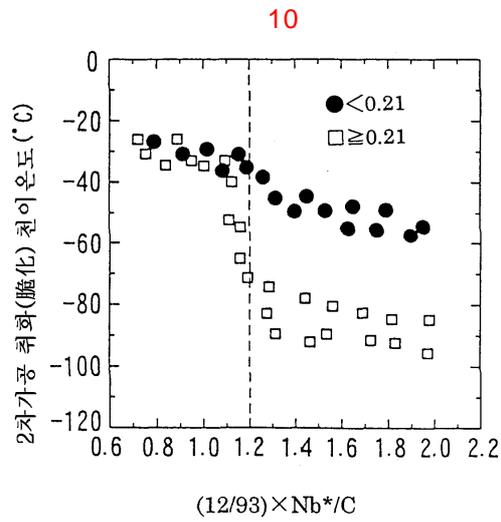
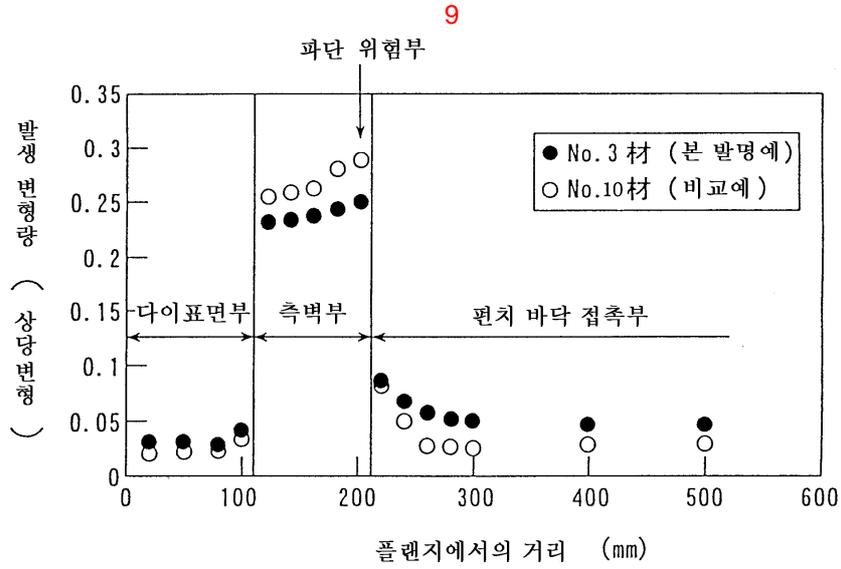
- ◎ 2.20 이상
- 2.15 이상 ~ 2.19 미만
(JSC270F 레벨)
- 2.15 미만

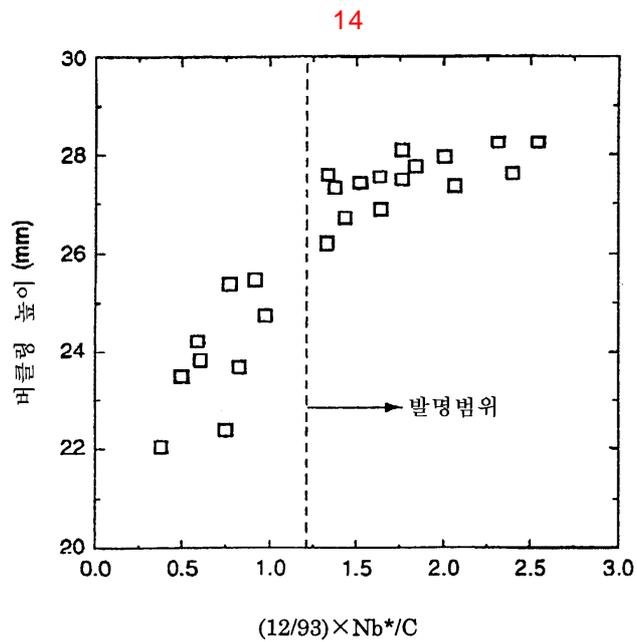
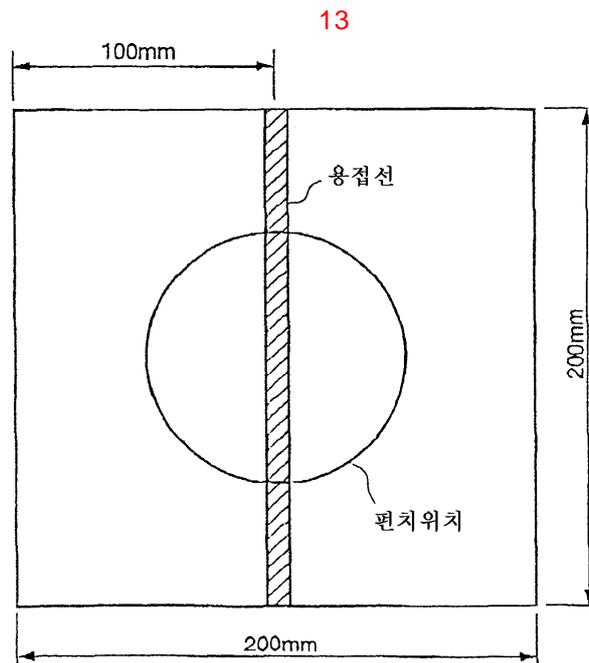
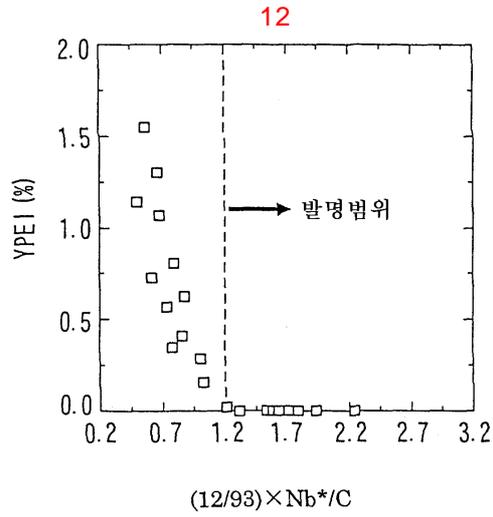
7

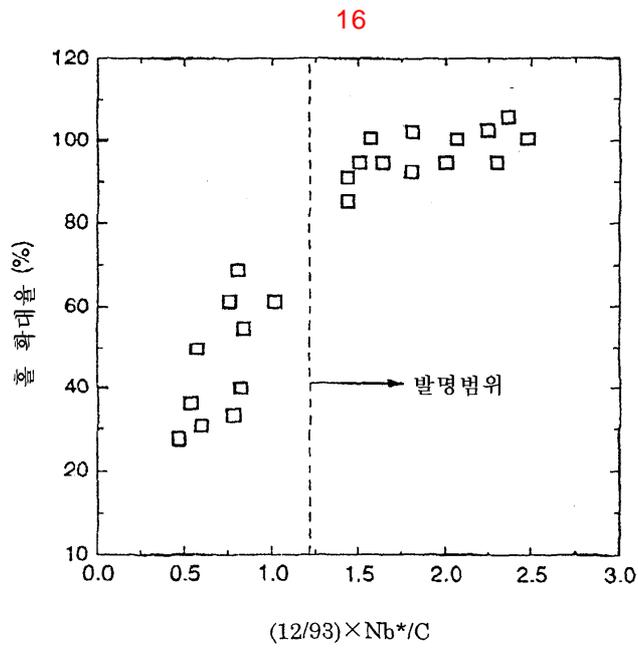
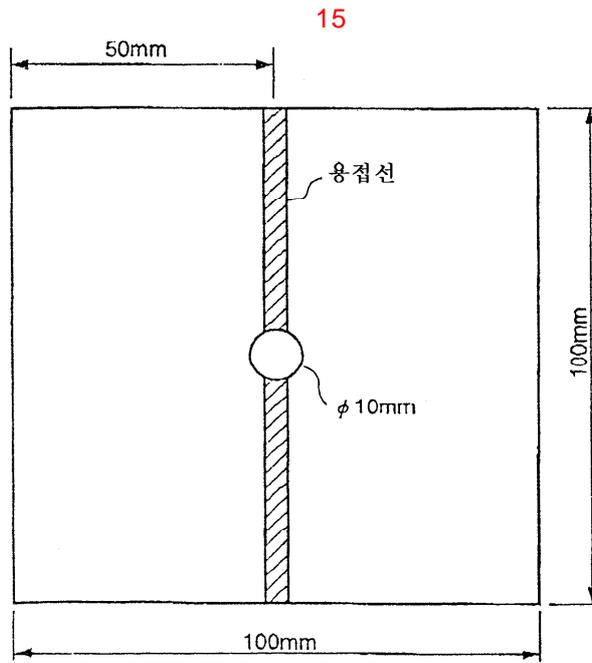


8

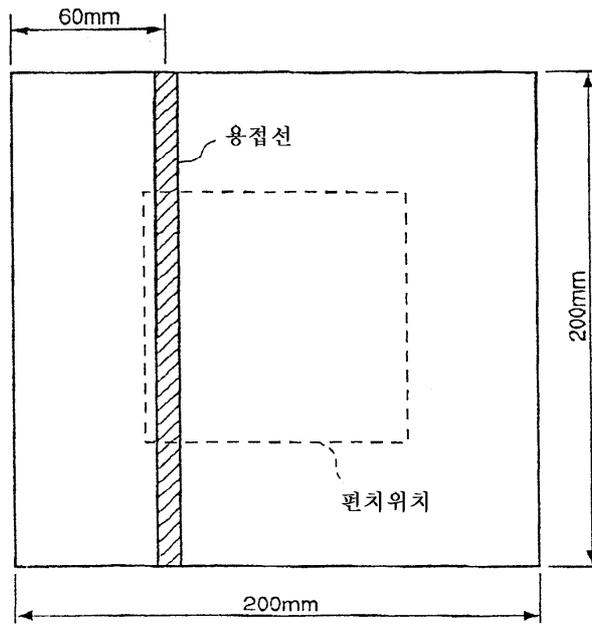




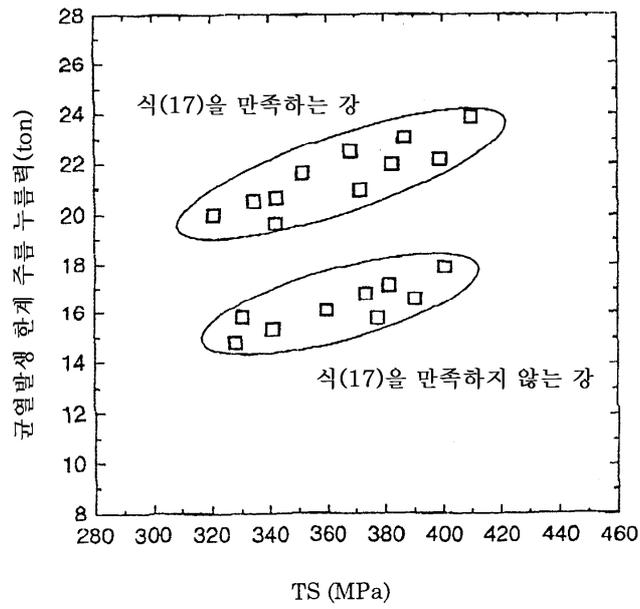




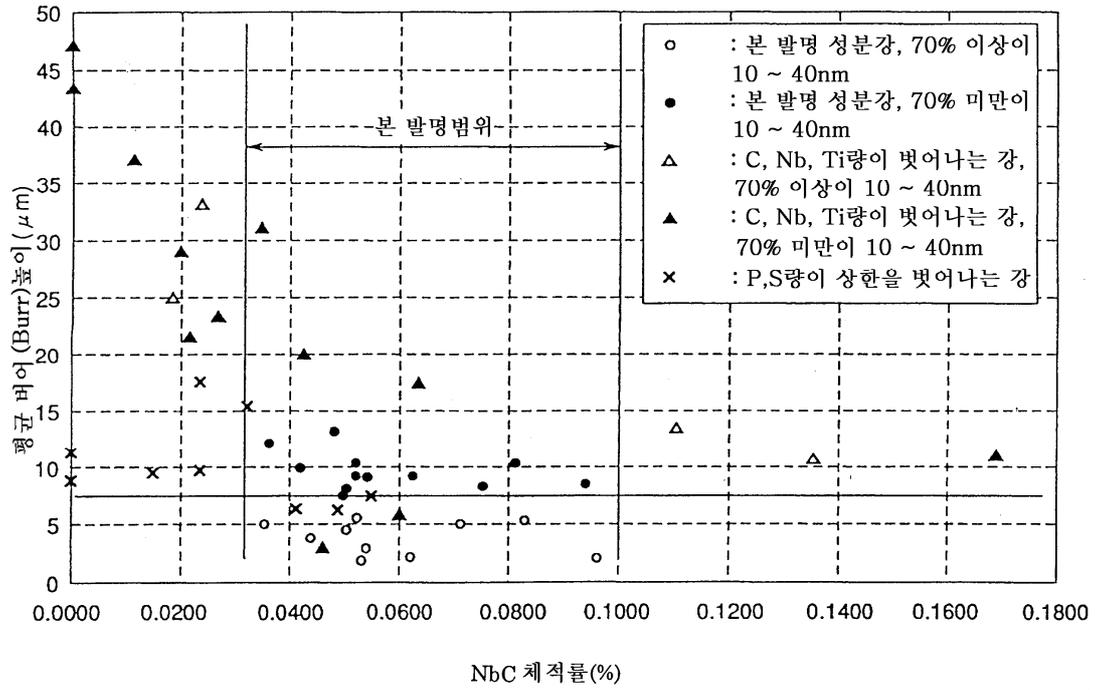
17



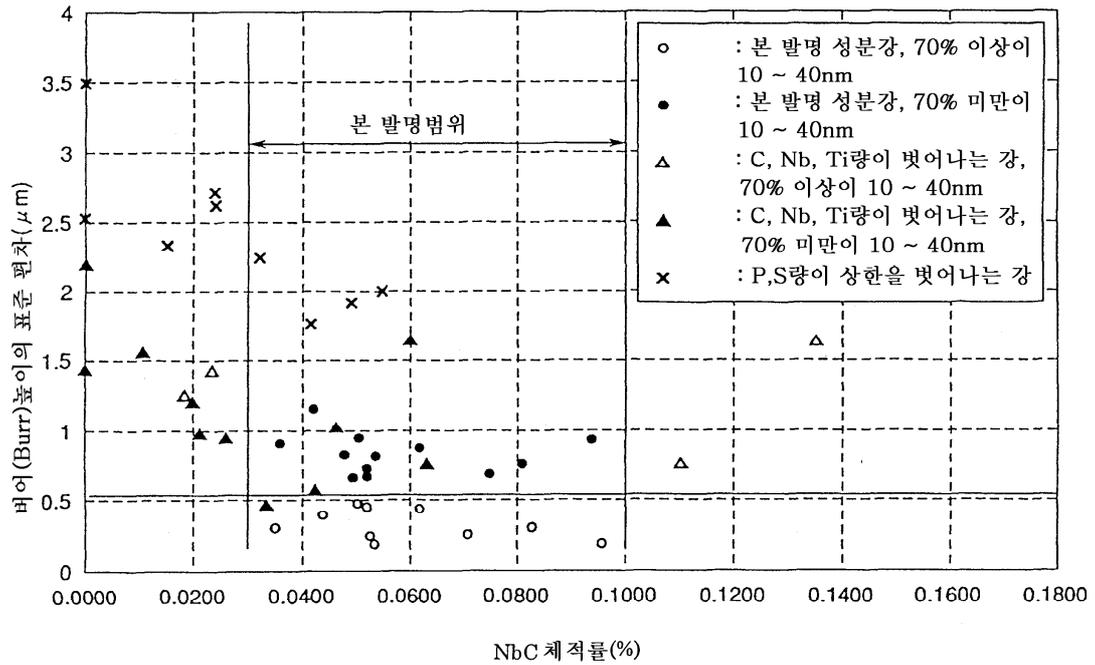
18



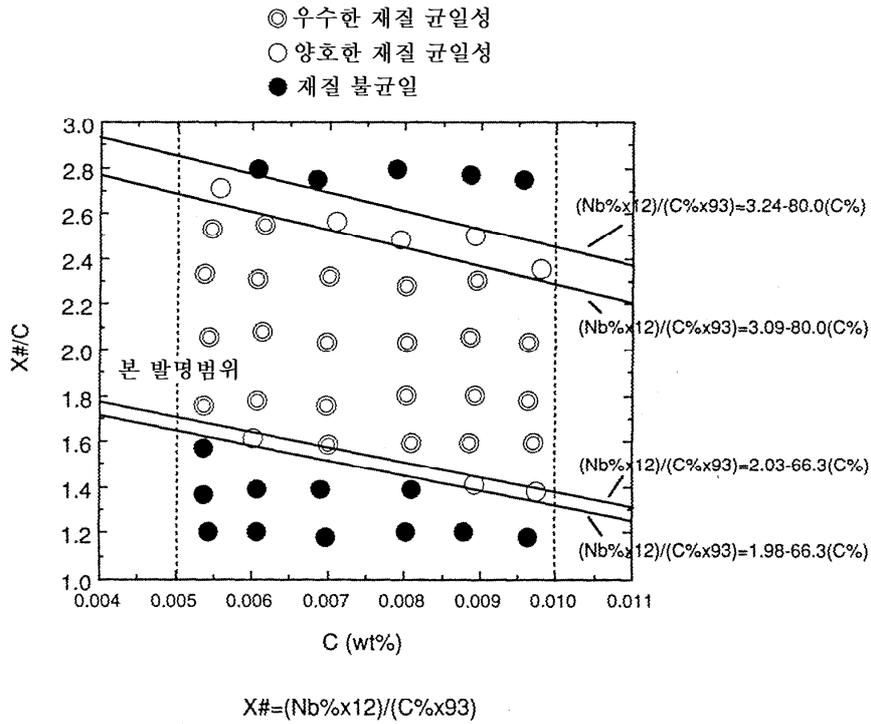
19



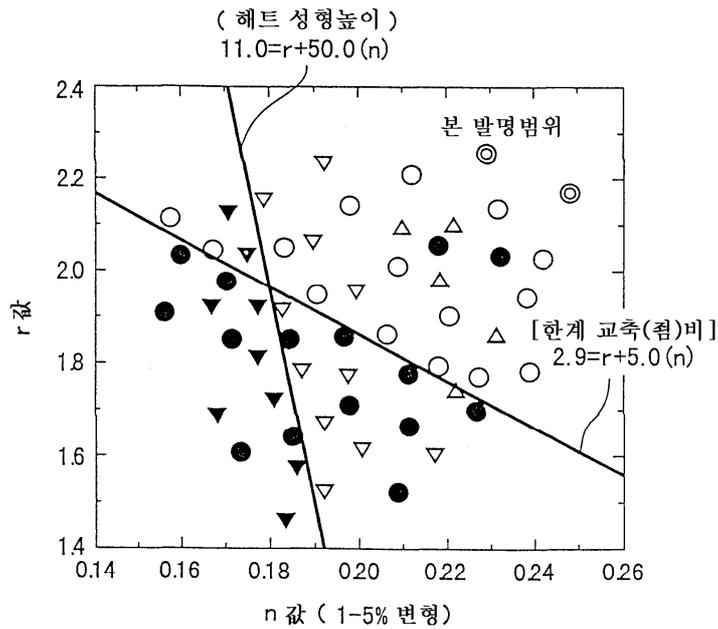
20



21



22



헤트 성형높이 : H(mm)

- △ 36.0 이상
- ▽ 33.0 이상 ~ 36.0 미만
(JSC270F 레벨)
- ▼ 33.0 미만

한계 교축(침)비 : LDR

- ◎ 2.20 이상
- 2.15 이상 ~ 2.19 미만
(JSC270F 레벨)
- 2.15 미만