



삼우와이어

삼우와이어 전자카드로그



1. 저항재료 성체 및 특성

2. 제품특성

3. 일반적 주의사항

4. 전열선 저항표

5. 니켈크롬 전열선 온도와 전류

6. 동 니켈 저항선 온도와 전류

I. 저항재료의 성체 및 특성



각종 전열 및 저항재료의 성질 및 특성표

합금	화학성분 (%)									고유저항 mWcm	온도계수 X 10 ⁻⁶	열팽창계수 X 10 ⁻⁵	비중(20 °C) g/cm3	최고사용온도 °C	용점 °C
	NI	CR	AL	FE	MN	C	SI	CU	CO						
ALLOY															
NCHW-1	80	20								108	50 - 150	1.40	8.41	1200	1400
NCHW-2	60	15		20						112	100 - 200	1.40	8.25	1150	1390
NLX	75	20								133	+10	1.36	8.1	300	1400
MYS		21	6	REST						148	80		7.1	1350	1510
M-Y		22	5	REST						139	80	1.0	7.15	1400	1600
M-D		20	5	REST						137	80	1.15	7.2	1300	1500
FCHW-1		25	4.5	REST						140	80	1.60	7.2	1200	1290
FCHW-2		20	3	REST						123	150	1.20	7.35	1000	1150
CNW-1	45							REST		49	10 - 100	1.44	8.9	600	1100
CNW-2	23							REST		30	180 - 280		8.9	300	1090
CNW-3	12							REST		15	350 - 450		8.9	250	1080
CNW-4	6							REST		10	500 - 900		8.9	200	1020
CNW-5	2.5							REST		5	1000 - 1600		8.9	200	1400
MANGANINE	2			1	12			85		44	± 10 - 50	1.87	8.44	100	960
NICKEL99.6	99.6									8	440	1.50	8.9	700	1085
MONEL	65							REST		42	145	1.40	8.9	400	960
COPPER										1.72	4000	1.59	8.96		1050
SILVER										1.61	4000	1.92	18.9 μm·m ⁻¹ ·K ⁻¹		655
Gold(Au)										2.44			19.3		
Platinum 99.99										1.06			21.45		
IRON										10.1	620	1.14	7.85		1400
ALUMINIUM										2.87	390	2.31	2.68		660
NICKEL SILVER										28	300	1.50	8.5		
NICKEL MANGANE															1520
TITANIUM										55		0.84	4.51		
Tungsten													(0 °C) 15.87 nΩ·m		
Inconel(601)													8.06		

• 니켈크롬 전열선 제 1종 (NCHW - 1종)

고온에 있어서 강도가 크고 유화성가스, 이외의 산, 알칼리에 대한 내축성이 큽니다.
최고 1, 100°C까지의 전기로 기타의 발열체, 고급저항체용에 적합합니다.

• 니켈크롬 전열선 제 2종 (NCHW - 2종)

1,000 °C까지의 발열체 및 저항체용에 적합하고 가공성이 양호해 명종 저항기, 고급 전기아이론, 토스타 등의 발열체에 널리 쓰이고 있습니다.

• 철크롬 전열선 제1종

최고 사용온도 1,200 °C까지의 고온저항체에 사용이 가능하고 타종선 보다 고유저항이 큽니다.
(이 종류의 저항선에서는 최고 크라스) 가공성이 어려워서 열간가공을 필요로 합니다.

• 철크롬 전열선 제2종

가공성이 양호하고, 가격이 저렴합니다.
명종 전기로, 전열기 등의 저항선 및 대, 저항기 등에 널리 쓰이고 있습니다.

• 전열선 및 대의 화학성분

종별	기호	화학성분 %							
		C	Si	Mn	Ni	Cr	Al	Fe	기타
니켈크롬 전열선 제 1종	NCH 1	0.15 이하	0.5~1.5	2.5 이하	75~79	18~20		1.5 이하	
니켈크롬 전열선 제 2종	NCH 2	0.2 이하	0.5~1.5	3.0 이하	57 이상	15~18		잔부	
철크롬 전열선 제 1종	FCH 1	0.15 이하		1.0 이하		23~26	3.5~5.5	잔부	5 이하
철크롬 전열선 제 2종	FCH 2	0.15 이하		1.0 이하		17~21	2~4	잔부	5 이하

• 전열선 및 대의 고유저항, 인장시험

종 별	고 유 저 항 $\mu\Omega\text{cm}$ (20°C)	인장시험	
		인장강도 kg / mm^2	신 장 율 %
니켈크롬 전열선 제1종	108 ± 7	70 이상	20 이상
니켈크롬 전열선 제2종	112 ± 7	60 이상	20 이상
철크롬 전열선 제1종	140 ± 8	70 이상	7 이상
철크롬 전열선 제2종	122 ± 7	60 이상	10 이상

• 전열선 및 대의 온도상승에 의한 저항의 증가율

종별 \ 온도°C	20	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
니켈크롬 전열선 제1종	1.000	1.010	1.025	1.040	1.065	1.080	1.062	1.067	1.072	1.078	1.083	1.090	1.105
니켈크롬 전열선 제2종	1.000	1.017	1.037	1.060	1.080	1.090	1.100	1.104	1.106	1.120	1.133	1.143	1.153
철크롬 전열선 제1종	1.000	1.005	1.013	1.019	1.022	1.024	1.030	1.046	1.050	1.052	1.053	1.055	1.056
철크롬 전열선 제2종	1.000	1.015	1.035	1.052	1.071	1.097	1.125	1.143	1.155	1.165	1.171	1.175	1.179

II. 제품의 특성 2 - NCHW 제 1종



• 환선의 도체저항 및 중량

고유저항 = $108 \pm 6 \mu\Omega\text{-cm}$ 밀도 = $8.41 \text{ g/cm}^3(20^\circ\text{C})$

• 온도상승에 의한 증가율

온도(°C)	20	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1,000	1,100
계 수	1.000	1.016	1.035	1.054	1.066	1.072	1.067	1.063	1.063	1.068	1.074	1.081

선 경 mm	허 용 공 차 mm	단 면 적 mm	길 이 m/kg	중 량 g/m	허 용 공 차 mm	도 체 저 항 Ω / m		
						최 대	표 준	최 소
12.0	± 0.12	113.1	1.052	951	± 5.0	0.01003	0.00955	0.00908
11.0	± 0.11	95.03	1.252	799	± 5.0	0.01194	0.01136	0.0108
10.0	± 0.11	78.54	1.513	661	± 5.0	0.01444	0.01375	0.01306
9.0	± 0.10	63.62	1.869	535	± 5.0	0.01782	0.01693	0.01612
8.0	± 0.09	50.27	2.36	423	± 5.0	0.0225	0.0215	0.0205
7.0	± 0.08	38.48	3.09	324	± 5.0	0.0294	0.0281	0.0267
6.5	± 0.08	33.18	3.58	279	± 5.0	0.0341	0.0326	0.0310
6.0	± 0.08	28.27	4.20	238	± 5.0	0.0401	0.0382	0.0363
5.5	± 0.08	23.76	5.01	199.8	± 5.0	0.0477	0.0455	0.0432
5.0	± 0.07	19.64	6.05	165.2	± 5.0	0.0577	0.055	0.0523
4.5	± 0.07	15.90	7.43	133.7	± 5.0	0.0713	0.0679	0.0646
4.0	± 0.06	12.57	9.46	105.7	± 5.0	0.0902	0.0859	0.0817
3.5	± 0.06	9.621	12.36	80.9	± 5.0	0.1179	0.1123	0.1067
3.2	± 0.05	8.042	14.79	67.6	± 5.0	0.141	0.1343	0.1276
2.9	± 0.05	6.605	18.02	55.5	± 5.0	0.1717	0.1635	0.1553
2.6	± 0.05	5.309	22.4	44.6	± 5.0	0.213	0.203	0.1932

· 온도상승에 의한 증가율

선 경 mm	허 용 공 차 mm	단 면 적 mm	길 이 m/kg	중 량 g/m	허 용 공 차 mm	도 체 저 항 Ω / m		
						최 대	표 준	최 소
2.3	± 0.05	4.155	28.7	34.9	± 5.0	0.272	0.260	0.247
2.0	± 0.04	3.142	37.9	26.4	± 5.0	0.361	0.344	0.327
1.8	± 0.04	2.545	46.7	21.4	± 5.0	0.445	0.424	0.404
1.2	± 0.03	1.131	105.2	9.51	± 6.0	1.012	0.955	0.893
1.1	± 0.03	0.9503	125.2	7.99	± 6.0	1.205	1.136	1.069
1.0	± 0.025	0.7854	151.3	6.61	± 6.0	1.558	1.375	1.293
0.9	± 0.025	0.6362	186.9	5.35	± 6.0	1.799	1.698	1.595
0.85	± 0.025	0.5675	210	4.77	± 6.0	2.01	1.903	1.789
0.80	± 0.025	0.5027	236	4.23	± 6.0	2.27	2.15	2.02
0.75	± 0.025	0.4118	269	3.72	± 6.0	2.58	2.44	2.30
0.70	± 0.02	0.3848	0.309	3240	± 6.0	2.97	2.81	2.64
0.65	± 0.02	0.3318	0.358	2790	± 7.0	3.48	3.25	3.03
0.60	± 0.02	0.2827	0.420	2380	± 7.0	4.08	3.82	3.56
0.55	± 0.02	0.2376	0.501	1998	± 7.0	4.86	4.55	4.23
0.50	± 0.015	0.1964	0.605	1652	± 7.0	5.88	5.50	5.12
0.45	± 0.015	0.1590	0.748	1337	± 7.0	7.26	6.79	6.32
0.40	± 0.015	0.1257	0.946	1057	± 7.0	9.19	8.59	8.00
0.35	± 0.015	0.09621	1.236	809	± 8.0	12.13	11.23	10.33
0.32	± 0.015	0.08042	1.479	679	± 8.0	14.50	13.43	12.36
0.29	± 0.015	0.06605	1.802	555	± 8.0	17.66	16.35	15.04
0.26	± 0.01	0.05309	2.24	446	± 8.0	21.9	20.3	18.71
0.23	± 0.01	0.04155	2.87	349	± 8.0	28.0	26.0	24.00
0.20	± 0.01	0.03142	3.79	264	± 8.0	37.1	34.4	31.7
0.18	± 0.01	0.02545	4.67	214	± 9.0	46.2	42.4	38.7
0.16	± 0.008	0.02011	5.91	169.1	± 9.0	58.5	53.7	48.9

· 온도상승에 의한 증가율

선 경 mm	허 용 공 차 mm	단 면 적 mm	길 이 m/kg	중 량 g/m	허 용 공 차 mm	도 체 저 항 Ω / m		
						최 대	표 준	최 소
0.15	± 0.008	0.01767	6.73	148.6	± 9.0	66.2	61.1	55.7
0.14	± 0.008	0.01539	7.73	129.4	± 9.0	76.5	70.2	63.9
0.13	± 0.008	0.01327	8.96	111.6	± 9.0	88.6	81.4	74.1
0.12	± 0.006	0.01131	10.52	95.1	± 9.0	104.1	95.5	86.9
0.11	± 0.006	0.009503	12.52	79.9	± 10.0	125.1	113.6	103.5
0.10	± 0.006	0.007854	15.13	66.1	± 10.0	151.3	137.5	125.1
0.09	± 0.006	0.006362	18.69	53.5	± 10.0	186.7	169.8	154.4
0.08	± 0.006	0.005027	23.6	42.3	± 11.0	238	215	191.2
0.07	± 0.005	0.003848	30.9	32.8	± 11.0	311	281	251
0.06	± 0.004	0.002827	42.0	23.8	± 11.0	424	382	340
0.05	± 0.004	0.001964	60.5	16.52	± 12.0	615	550	484

II. 제품의 특성 2 - NCHW 제 2종



• 환선의 도체저항 및 중량

고유저항 = $112 \pm 6 \mu\Omega\text{-cm}$ 밀도 = $8.25 \text{ g/cm}^3(20^\circ\text{C})$

• 온도상승에 의한 증가율

온도(°C)	20	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1,000	1,100
계 수	1.000	1.021	1.045	1.069	1.089	1.105	1.112	1.116	1.124	1.135		

선 경 mm	허 용 공 차 mm	단 면 적 mm	길 이 m/kg	중 량 g/m	허 용 공 차 mm	도 체 저 항 Ω / m		
						최 대	표 준	최 소
12.0	± 0.12	113.1	1.072	933	± 5.0	0.01040	0.00990	0.00941
11.0	± 0.11	95.03	1.276	784	± 5.0	0.01238	0.01179	0.01120
10.0	± 0.11	78.54	1.543	648	± 5.0	0.01497	0.01426	0.01355
9.0	± 0.10	63.62	1.905	525	± 5.0	0.01848	0.01760	0.01672
8.0	± 0.09	50.27	2.41	415	± 5.0	0.0233	0.0223	0.0212
7.0	± 0.08	38.48	3.15	317	± 5.0	0.0305	0.0291	0.0277
6.5	± 0.08	33.18	3.65	274	± 5.0	0.0354	0.0338	0.0321
6.0	± 0.08	28.27	4.29	233	± 5.0	0.0416	0.0396	0.0377
5.5	± 0.08	23.76	5.10	196.0	± 5.0	0.0495	0.0471	0.0448
5.0	± 0.07	19.64	6.17	162.0	± 5.0	0.0598	0.0570	0.0542
4.5	± 0.07	15.90	7.62	131.2	± 5.0	0.0739	0.0704	0.0670
4.0	± 0.06	12.57	9.64	103.7	± 5.0	0.0935	0.0891	0.0847
3.5	± 0.06	9.621	12.59	79.4	± 5.0	0.1222	0.1164	0.1106
3.2	± 0.05	8.042	15.08	66.3	± 5.0	0.1463	0.1393	0.1323
2.9	± 0.05	6.605	18.35	54.5	± 5.0	0.1778	0.1696	0.1608
2.6	± 0.05	5.309	22.8	43.8	± 5.0	0.221	0.211	0.201
2.3	± 0.05	4.155	29.2	34.3	± 5.0	0.283	0.270	0.257
2.0	± 0.04	3.142	38.6	25.9	± 5.0	0.374	0.356	0.339
1.8	± 0.04	2.545	47.6	21.0	± 5.0	0.462	0.440	0.418

· 온도상승에 의한 증가율

선 경 mm	허 용 공 차 mm	단 면 적 mm	길 이 m/kg	중 량 g/m	허 용 공 차 mm	도 체 저 항 Ω / m		
						최 대	표 준	최 소
1.2	± 0.03	1.131	107.2	9.33	± 6.0	1.050	0.990	0.931
1.1	± 0.03	0.9503	127.6	7.84	± 6.0	1.250	1.179	1.108
1.0	± 0.025	0.7854	154.3	6.48	± 6.0	1.512	1.426	1.340
0.9	± 0.025	0.6362	190.5	5.25	± 6.0	1.866	1.760	1.654
0.85	± 0.025	0.5675	214	4.68	± 6.0	2.09	1.974	1.855
0.80	± 0.025	0.5027	241	4.15	± 6.0	2.36	2.23	2.10
0.75	± 0.025	0.4118	275	3.64	± 6.0	2.68	2.54	2.39
0.70	± 0.02	0.3848	0.315	3170	± 6.0	3.08	2.91	2.74
0.65	± 0.02	0.3318	0.365	2740	± 7.0	3.59	3.38	3.14
0.60	± 0.02	0.2827	0.429	2330	± 7.0	4.24	3.96	3.69
0.55	± 0.02	0.2376	0.510	1960	± 7.0	5.04	4.71	4.39
0.50	± 0.015	0.1964	0.617	1620	± 7.0	6.10	5.70	5.31
0.45	± 0.015	0.1590	0.762	1312	± 7.0	7.53	7.04	6.56
0.40	± 0.015	0.1257	0.962	1037	± 7.0	9.53	8.91	8.29
0.35	± 0.015	0.09621	1.259	794	± 8.0	12.57	11.64	10.71
0.32	± 0.015	0.08042	1.508	663	± 8.0	15.04	13.93	12.32
0.29	± 0.015	0.06605	1.835	545	± 8.0	18.31	16.96	15.61
0.26	± 0.01	0.05309	2.28	438	± 8.0	22.7	1.1	19.41
0.23	± 0.01	0.04155	2.92	343	± 8.0	29.1	27.0	24.8
0.20	± 0.01	0.03142	3.86	259	± 8.0	38.5	35.6	32.8
0.18	± 0.01	0.02545	4.76	210	± 9.0	47.9	44.0	40.1
0.16	± 0.008	0.02011	6.03	165.9	± 9.0	60.7	55.7	50.7
0.15	± 0.008	0.01767	6.86	145.8	± 9.0	69.1	63.4	57.7
0.14	± 0.008	0.01539	7.87	127.0	± 9.0	79.3	72.8	66.3

· 온도상승에 의한 증가율

선 경 mm	허 용 공 차 mm	단 면 적 mm	길 이 m/kg	중 량 g/m	허 용 공 차 mm	도 체 저 항 Ω / m		
						최 대	표 준	최 소
0.13	± 0.008	0.01327	9.17	109.5	± 9.0	91.9	84.4	76.8
0.12	± 0.006	0.01131	10.72	93.3	± 9.0	107.9	99.0	90.2
0.11	± 0.006	0.009503	12.76	78.4	± 10.0	129.7	117.9	106.1
0.10	± 0.006	0.007854	15.43	64.8	± 10.0	156.9	142.6	128.3
0.09	± 0.006	0.006362	19.05	52.5	± 10.0	193.6	176.0	158.4
0.08	± 0.006	0.005027	24.1	41.5	± 11.0	247	223	198.3
0.07	± 0.005	0.003848	31.5	31.7	± 11.0	323	291	260
0.06	± 0.004	0.002827	42.9	23.3	± 11.0	439	396	353
0.05	± 0.004	0.001964	61.7	16.20	± 12.0	638	570	502

II. 제품의 특성 2 - FCHW 제 1종



삼우와이어

• 환선의 도체저항 및 중량

고유저항 = $142 \pm 7 \mu\Omega\text{-cm}$ 밀도 = 7.20 g/cm^3 (20°C)

• 온도상승에 의한 증가율

온도(°C)	20	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1,000	1,100
계 수	1.000	1.005	1.009	1.069	1.013	1.021	1.027	1.030	1.043	1.047	1.048	1.049

선 경 mm	허 용 공 차 mm	단 면 적 mm	길 이 m/kg	중 량 g/m	허 용 공 차 mm	도 체 저 항 Ω / m		
						최 대	표 준	최 소
12.0	± 0.12	113.1	1.229	814	± 5.0	0.01299	0.01238	0.01177
11.0	± 0.11	95.03	1.462	684	± 5.0	0.01546	0.01473	0.01400
10.0	± 0.11	78.54	1.770	565	± 5.0	0.01872	0.01783	0.01700
9.0	± 0.10	63.62	2.18	458	± 5.0	0.0231	0.0220	0.0209
8.0	± 0.09	50.27	2.76	362	± 5.0	0.0292	0.0279	0.0266
7.0	± 0.08	38.48	3.61	277	± 5.0	0.0382	0.0364	0.0346
6.5	± 0.08	33.18	4.18	239	± 5.0	0.0443	0.0422	0.0401
6.0	± 0.08	28.27	4.90	204	± 5.0	0.0519	0.0495	0.0471
5.5	± 0.08	23.76	5.84	171.1	± 5.0	0.0618	0.0589	0.0560
5.0	± 0.07	19.64	7.07	141.4	± 5.0	0.0748	0.0713	0.0678
4.5	± 0.07	15.90	8.83	114.5	± 5.0	0.0924	0.0880	0.0836
4.0	± 0.06	12.57	11.05	90.5	± 5.0	0.1169	0.1114	0.1059
3.5	± 0.06	9.621	14.43	69.3	± 5.0	0.1526	0.1455	0.1384
3.2	± 0.05	8.042	17.27	57.9	± 5.0	0.1828	0.1741	0.1654
2.9	± 0.05	6.605	21.0	47.6	± 5.0	0.222	0.212	0.202
2.6	± 0.05	5.309	26.2	38.2	± 5.0	0.277	0.264	0.251
2.3	± 0.05	4.155	33.4	29.9	± 5.0	0.353	0.337	0.321
2.0	± 0.04	3.142	44.2	22.6	± 5.0	0.463	0.446	0.424
1.8	± 0.04	2.545	54.6	18.32	± 5.0	0.577	0.550	0.523

· 온도상승에 의한 증가율

선 경 mm	허 용 공 차 mm	단 면 적 mm	길 이 m/kg	중 량 g/m	허 용 공 차 mm	도 체 저 항 Ω / m		
						최 대	표 준	최 소
1.2	± 0.03	1.131	120.3	8.31	± 6.0	1.143	1.079	1.015
1.1	± 0.03	0.9503	143.3	6.98	± 6.0	1.361	1.284	1.207
1.0	± 0.025	0.7854	173.3	5.77	± 6.0	1.646	1.553	1.460
0.9	± 0.025	0.6362	214	4.68	± 6.0	2.033	1.918	1.803
0.85	± 0.025	0.5675	240	4.17	± 6.0	2.27	2.15	2.03
0.80	± 0.025	0.5027	271	3.69	± 6.0	2.57	2.43	2.29
0.75	± 0.025	0.4118	308	3.25	± 6.0	2.92	2.76	2.60
0.70	± 0.02	0.3848	0.353	2830	± 6.0	3.36	3.17	2.98
0.65	± 0.02	0.3318	0.410	2440	± 7.0	3.93	3.68	3.43
0.60	± 0.02	0.2827	0.481	2080	± 7.0	4.62	4.32	4.02
0.55	± 0.02	0.2376	0.573	1746	± 7.0	5.49	5.14	4.79
0.50	± 0.015	0.1964	0.693	1444	± 7.0	6.64	6.21	5.78
0.45	± 0.015	0.1590	0.855	1169	± 7.0	8.20	7.67	7.14
0.40	± 0.015	0.1257	1.082	924	± 7.0	10.38	9.71	9.04
0.35	± 0.015	0.09621	1.414	707	± 8.0	13.69	12.68	11.67
0.32	± 0.015	0.08042	1.692	591	± 8.0	16.38	15.17	13.96
0.29	± 0.015	0.06605	2.062	485	± 8.0	19.94	18.47	17.00
0.26	± 0.01	0.05309	2.564	390	± 8.0	24.8	23.0	21.2
0.23	± 0.01	0.04155	3.279	305	± 8.0	31.7	29.4	27.1
0.20	± 0.01	0.03142	4.329	231	± 8.0	41.9	38.8	35.7
0.18	± 0.01	0.02545	5.348	187	± 9.0	52.2	47.9	43.6
0.16	± 0.008	0.02011	6.757	148	± 9.0	66.1	60.7	55.3
0.15	± 0.008	0.01767	7.692	130	± 9.0	75.2	69.0	62.8
0.14	± 0.008	0.01539	8.850	113	± 9.0	86.4	79.3	72.2

· 온도상승에 의한 증가율

선 경 mm	허 용 공 차 mm	단 면 적 mm	길 이 m/kg	중 량 g/m	허 용 공 차 mm	도 체 저 항 Ω / m		
						최 대	표 준	최 소
0.13	± 0.008	0.01327	10.26	97.5	± 9.0	100.1	91.9	83.7
0.12	± 0.006	0.01131	12.03	83.1	± 9.0	117.6	107.9	98.2
0.11	± 0.006	0.009503	14.33	69.8	± 10.0	141.2	128.4	115.6
0.10	± 0.006	0.007854	17.33	57.7	± 10.0	170.8	155.3	139.8
0.09	± 0.006	0.006362	21.37	46.8	± 10.0	210.9	191.8	172.7
0.08	± 0.006	0.005027	27.06	36.9	± 11.0	269	243	217
0.07	± 0.005	0.003848	35.34	28.3	± 11.0	351	317	283
0.06	± 0.004	0.002827	48.08	20.8	± 11.0	479	432	385
0.05	± 0.004	0.001964	69.44	14.4	± 12.0	695	621	547

II. 제품의 특성 2 - FCHW 제 2종



• 환선의 도체저항 및 중량

고유저항 = $123 \pm 6 \mu\Omega\text{-cm}$ 밀도 = 7.35 g/cm^3 (20°C)

• 온도상승에 의한 증가율

온도(°C)	20	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1,000	1,100
계 수	1.000	1.005	1.014	1.025	1.038	1.054	1.086	1.095	1.102	1.102	1.107	1.110

선 경 mm	허 용 공 차 mm	단 면 적 mm	길 이 m/kg	중 량 g/m	허 용 공 차 mm	도 체 저 항 Ω / m		
						최 대	표 준	최 소
12.0	± 0.12	113.1	1.203	831	± 5.0	0.01132	0.01079	0.01026
11.0	± 0.11	95.03	1.443	698	± 5.0	0.01348	0.01284	0.01220
10.0	± 0.11	78.54	1.733	577	± 5.0	0.01630	0.01553	0.01476
9.0	± 0.10	63.62	2.14	468	± 5.0	0.02013	0.01918	0.01823
8.0	± 0.09	50.27	2.71	369	± 5.0	0.0255	0.0243	0.0231
7.0	± 0.08	38.48	3.53	283	± 5.0	0.0332	0.0317	0.0302
6.5	± 0.08	33.18	4.10	244	± 5.0	0.0386	0.0368	0.0350
6.0	± 0.08	28.27	4.81	208	± 5.0	0.0453	0.0432	0.0411
5.5	± 0.08	23.76	5.73	174.6	± 5.0	0.0539	0.0514	0.0489
5.0	± 0.07	19.64	6.93	144.4	± 5.0	0.0652	0.0621	0.0590
4.5	± 0.07	15.90	8.55	116.9	± 5.0	0.0805	0.0767	0.0729
4.0	± 0.06	12.57	10.82	92.4	± 5.0	0.1019	0.0971	0.0923
3.5	± 0.06	9.621	14.14	70.7	± 5.0	0.1331	0.1268	0.1205
3.2	± 0.05	8.042	16.92	59.1	± 5.0	0.1592	0.1517	0.1442
2.9	± 0.05	6.605	20.6	48.5	± 5.0	0.1939	0.1847	0.1755
2.6	± 0.05	5.309	25.6	39.0	± 5.0	0.241	0.230	0.219
2.3	± 0.05	4.155	32.8	30.5	± 5.0	0.308	0.294	0.280
2.0	± 0.04	3.142	43.3	23.1	± 5.0	0.407	0.388	0.369
1.8	± 0.04	2.545	53.4	18.71	± 5.0	0.502	0.479	0.456

· 온도상승에 의한 증가율

선 경 mm	허 용 공 차 mm	단 면 적 mm	길 이 m/kg	중 량 g/m	허 용 공 차 mm	도 체 저 항 Ω / m		
						최 대	표 준	최 소
1.2	± 0.03	1.131	120.3	8.31	± 6.0	1.143	1.079	1.015
1.1	± 0.03	0.9503	143.3	6.98	± 6.0	1.361	1.284	1.207
1.0	± 0.025	0.7854	173.3	5.77	± 6.0	1.646	1.553	1.460
0.9	± 0.025	0.6362	214	4.68	± 6.0	2.033	1.918	1.803
0.85	± 0.025	0.5675	240	4.17	± 6.0	2.27	2.15	2.03
0.80	± 0.025	0.5027	271	3.69	± 6.0	2.57	2.43	2.29
0.75	± 0.025	0.4118	308	3.25	± 6.0	2.92	2.76	2.60
0.70	± 0.02	0.3848	0.353	2830	± 6.0	3.36	3.17	2.98
0.65	± 0.02	0.3318	0.410	2440	± 7.0	3.93	3.68	3.43
0.60	± 0.02	0.2827	0.481	2080	± 7.0	4.62	4.32	4.02
0.55	± 0.02	0.2376	0.573	1746	± 7.0	5.49	5.14	4.79
0.50	± 0.015	0.1964	0.693	1444	± 7.0	6.64	6.21	5.78
0.45	± 0.015	0.1590	0.855	1169	± 7.0	8.20	7.67	7.14
0.40	± 0.015	0.1257	1.082	924	± 7.0	10.38	9.71	9.04
0.35	± 0.015	0.09621	1.414	707	± 8.0	13.69	12.68	11.67
0.32	± 0.015	0.08042	1.692	591	± 8.0	16.38	15.17	13.96
0.29	± 0.015	0.06605	2.062	485	± 8.0	19.94	18.47	17.00
0.26	± 0.01	0.05309	2.564	390	± 8.0	24.8	23.0	21.2
0.23	± 0.01	0.04155	3.279	305	± 8.0	31.7	29.4	27.1
0.20	± 0.01	0.03142	4.329	231	± 8.0	41.9	38.8	35.7
0.18	± 0.01	0.02545	5.348	187	± 9.0	52.2	47.9	43.6
0.16	± 0.008	0.02011	6.757	148	± 9.0	66.1	60.7	55.3
0.15	± 0.008	0.01767	7.692	130	± 9.0	75.2	69.0	62.8
0.14	± 0.008	0.01539	8.850	113	± 9.0	86.4	79.3	72.2

· 온도상승에 의한 증가율

선 경 mm	허 용 공 차 mm	단 면 적 mm	길 이 m/kg	중 량 g/m	허 용 공 차 mm	도 체 저 항 Ω / m		
						최 대	표 준	최 소
0.13	± 0.008	0.01327	10.26	97.5	± 9.0	100.1	91.9	83.7
0.12	± 0.006	0.01131	12.03	83.1	± 9.0	117.6	107.9	98.2
0.11	± 0.006	0.009503	14.33	69.8	± 10.0	141.2	128.4	115.6
0.10	± 0.006	0.007854	17.33	57.7	± 10.0	170.8	155.3	139.8
0.09	± 0.006	0.006362	21.37	46.8	± 10.0	210.9	191.8	172.7
0.08	± 0.006	0.005027	27.06	36.9	± 11.0	269	243	217
0.07	± 0.005	0.003848	35.34	28.3	± 11.0	351	317	283
0.06	± 0.004	0.002827	48.08	20.8	± 11.0	479	432	385
0.05	± 0.004	0.001964	69.44	14.4	± 12.0	695	621	547

• 동니켈 1종

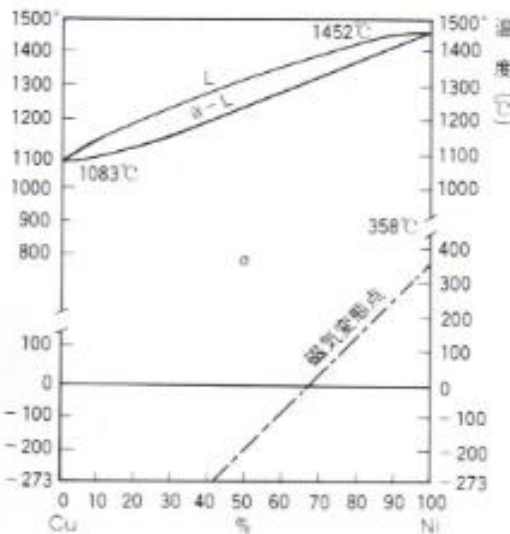
동니켈 저항선 제1종(일명 Advance)은, 그 저항온도계수가 낮은 것을 이용해서, 계측기나 통계기의 정밀저항기 등에 널리 쓰이며 다음과 같은 특성이 있습니다.

- 1) 상온에서 저항의 온도의 온도계수가 작다.
- 2) 저항치나 저항온도계수의 경연변화가 적다.
- 3) 내식성이 우수하다.
- 4) 세선이나 압연 등의 가공이 쉽다.
- 5) 은납땜, 납땜이 쉽다.

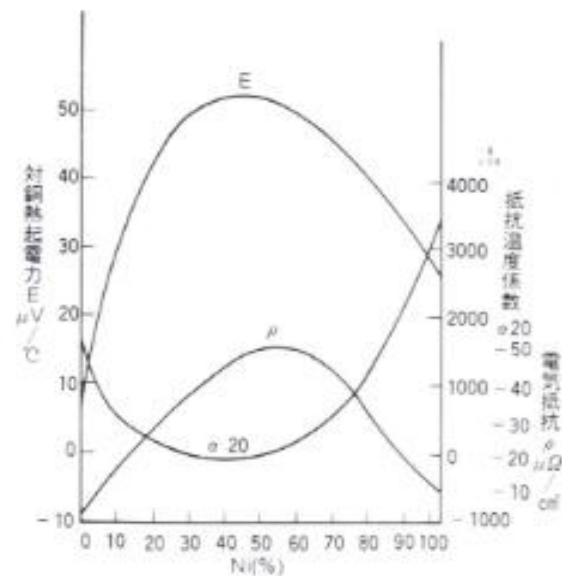
이 종류의 저항선 (망가닌선 등)에서는 고유 저항치가 크다. 그러나 결점으로서서는 대동열기전력이 크기 때문에 사용할 때 주의해 주시기 바랍니다.

동니켈 저항선 제2종 이상의 선은 고유저항이 낮은 선을 만들 목적으로 제조한 것이기 때문에 저항온도계수나 내식성 등은 좋지 않습니다.

제2도 (Ni-Cu 합금의 전기적 성분)을 참조해 주십시오.



第1圖 Cu-Ni系 二元素合金의 狀態圖



第2圖 Ni-Cu 合金의 電氣的性質

· 동니켈 저항선의 성분

종 별	등 급	화 학 성 분 (%) 고유저항							저항온도계수		열기전력 μV / °C 0~100°C	주용도
		Ni	Mn	Fe	Zn	Cu	기타	μΩ cm	온도범위	X 10 ⁵		
동니켈저항선 및 대 아드반스 유리카 콘스탄탄	AA	40~50	2.5이하	1.0이하		잔부	1.0이하	49±3	20~50	±1.0 이하	-40	정밀저항기 정밀급전기 계측기
	AA								20~50	±2.0 이하	-40	
	B								20~50	±5.0 이하	-40	보통전기 계측기 일반전기 저항기
	C								20~50	±10 이하	-40	
동니켈 저항선 제2종		21~24	1.0이하	0.5이하		잔부	0.5이하	30±2	20~100	약 18		일반전기 저항기
동니켈 저항선 제3종		10~13	1.0이하	0.3이하		잔부	0.5이하	15±1.5	20~100	약 49		
동니켈 저항선 제4종		5~7	0.5이하	0.2이하		잔부	0.5이하	10±1.0	20~100	약 71		
동니켈 저항선 제5종		2~2.5	0.5이하	0.2이하		잔부	0.5이하	5±0.75	20~100	약 130		
18% 양백선		16.5~19.5	0.5이하	0.5이하	15~21		1.0이하	30±2	20~100	약 35	-20	
순 니 켈 선		99이상	0.2이상	0.3이하		0.1이하		8~10	20~100	약 440		

Ⅱ. 제품의 특성 3 - 동니켈 제 1종

• 환선의 도체저항 및 중량

고유저항 = $49 \pm 3 \mu\Omega\text{-cm}$ 밀도 = 8.9 g/cm^3 (20°C)

선경 mm	선경허용공차 mm	단면적 mm ²	중량 g/m	길이 m/kg	저항허용공차 %	도체저항 (ohm/m)			선경 mm
						최소	표준	최대	
0.50	0.015	0.196	1.746	573	7%	2.32	2.50	2.67	0.50
0.42	0.015	0.139	1.232	812	7%	3.29	3.54	3.78	0.45
0.41	0.015	0.132	1.174	852	7%	3.45	3.71	3.97	0.42
0.40	0.015	0.126	1.117	895	7%	3.63	3.90	4.17	0.40
0.35	0.015	0.096	0.855	1169	8%	4.69	5.09	5.50	0.35
0.33	0.015	0.086	0.760	1315	8%	5.27	5.73	6.19	0.32
0.30	0.015	0.071	0.628	1591	8%	6.38	6.93	7.49	0.30
0.29	0.015	0.066	0.587	1703	8%	6.82	7.42	8.01	0.29
0.28	0.015	0.062	0.547	1827	8%	7.32	7.96	8.59	0.28
0.27	0.015	0.057	0.509	1965	8%	7.87	8.56	9.24	0.27
0.26	0.010	0.053	0.472	2119	8%	8.49	9.23	9.97	0.26
0.25	0.010	0.049	0.436	2292	8%	9.18	9.98	10.78	0.25
0.23	0.010	0.042	0.369	2707	8%	10.85	11.79	12.74	0.23
0.22	0.010	0.038	0.338	2959	8%	11.86	12.89	13.92	0.22
0.20	0.010	0.031	0.279	3581	8%	14.35	15.60	16.84	0.20
0.18	0.009	0.025	0.226	4420	9%	17.52	19.26	20.99	0.18
0.17	0.009	0.023	0.202	4956	9%	19.64	21.59	23.53	0.17
0.16	0.008	0.020	0.179	5595	9%	22.18	24.37	26.56	0.16
0.15	0.008	0.018	0.157	6365	9%	25.23	27.73	30.22	0.15
0.14	0.008	0.015	0.137	7307	9%	28.97	31.83	34.70	0.14
0.13	0.008	0.013	0.118	8475	9%	33.59	36.92	40.24	0.13
0.12	0.006	0.011	0.101	9946	9%	39.43	43.33	47.22	0.12
0.11	0.006	0.010	0.084	11836	10%	46.40	51.56	56.72	0.11
0.10	0.006	0.008	0.070	14322	10%	56.15	62.39	68.63	0.10
0.09	0.006	0.006	0.057	17682	10%	69.32	77.02	84.73	0.09
0.08	0.006	0.005	0.045	22378	11%	86.8	97.5	108	0.08
0.07	0.006	0.004	0.034	29229	11%	113	127	141	0.07
0.06	0.004	0.003	0.025	39784	11%	154	173	192	0.06
0.05	0.004	0.002	0.017	57289	12%	220	250	280	0.05

Ⅱ. 제품의 특성 3 - 동니켈 제 2종



• 환선의 도체저항 및 중량

고유저항 = $30 \pm 2 \mu\Omega\text{-cm}$ 밀도 = 8.9 g/cm^3 (20°C)

선경 mm	선경허용공차 mm	단면적 mm ²	중량 g/m	길이 m/Kg	저항허용공차 %	도체저항 (ohm/m)			선경 mm
						최소	표준	최대	
0.50	0.015	0.196	1.748	572	7%	1.42	1.53	1.63	0.50
0.45	0.015	0.159	1.415	706	7%	1.75	1.89	2.02	0.45
0.42	0.015	0.139	1.233	811	7%	2.01	2.17	2.32	0.42
0.40	0.015	0.126	1.118	894	7%	2.22	2.39	2.55	0.40
0.35	0.015	0.096	0.856	1168	8%	2.87	3.12	3.37	0.35
0.32	0.015	0.080	0.716	1397	8%	3.43	3.73	4.03	0.32
0.30	0.015	0.071	0.629	1590	8%	3.90	4.24	4.58	0.30
0.29	0.015	0.066	0.588	1701	8%	4.18	4.54	4.91	0.29
0.28	0.015	0.062	0.548	1825	8%	4.48	4.87	5.26	0.28
0.27	0.015	0.057	0.510	1962	8%	4.82	5.24	5.66	0.27
0.26	0.010	0.053	0.473	2116	8%	5.20	5.65	6.10	0.26
0.25	0.010	0.049	0.437	2289	8%	5.62	6.11	6.60	0.25
0.23	0.010	0.042	0.370	2704	8%	6.64	7.22	7.80	0.23
0.22	0.010	0.038	0.338	2956	8%	7.26	7.89	8.52	0.22
0.20	0.010	0.031	0.280	3577	8%	8.79	9.55	10.31	0.20
0.18	0.009	0.025	0.226	4415	9%	10.73	11.79	12.85	0.18
0.17	0.009	0.023	0.202	4950	9%	12.03	13.22	14.41	0.17
0.16	0.008	0.020	0.179	5588	9%	13.58	14.92	16.26	0.16
0.15	0.008	0.018	0.157	6358	9%	15.45	16.98	18.50	0.15
0.14	0.008	0.015	0.137	7299	9%	17.73	19.49	21.24	0.14
0.13	0.008	0.013	0.118	8465	9%	20.57	22.60	24.64	0.13
0.12	0.006	0.011	0.101	9935	9%	24.14	26.53	28.91	0.12
0.11	0.006	0.010	0.085	11823	10%	28.41	31.57	34.72	0.11
0.10	0.006	0.008	0.070	14306	10%	34.38	38.20	42.02	0.10

Ⅱ. 제품의 특성 3 - 동니켈 제 3종



• 환선의 도체저항 및 중량

고유저항 = $15 \pm 1.5 \mu\Omega\text{-cm}$ 밀도 = 8.9 g/cm^3 (20°C)

선경 mm	선경허용공차 mm	단면적 mm ²	중량 g/m	길이 m/Kg	저항허용공차 %	도체저항 (ohm/m)			선경 mm
						최소	표준	최대	
0.50	0.015	0.196	1.748	572	7%	0.71	0.76	0.82	0.50
0.45	0.015	0.159	1.415	706	7%	0.88	0.94	1.01	0.45
0.42	0.015	0.139	1.233	811	7%	1.01	1.08	1.16	0.42
0.40	0.015	0.126	1.118	894	7%	1.11	1.19	1.28	0.40
0.35	0.015	0.096	0.856	1168	8%	1.43	1.56	1.68	0.35
0.32	0.015	0.080	0.716	1397	8%	1.72	1.87	2.01	0.32
0.30	0.015	0.071	0.629	1590	8%	1.95	2.12	2.29	0.30
0.29	0.015	0.066	0.588	1701	8%	2.09	2.27	2.45	0.29
0.28	0.015	0.062	0.548	1825	8%	2.24	2.44	2.63	0.28
0.27	0.015	0.057	0.510	1962	8%	2.41	2.62	2.83	0.27
0.26	0.010	0.053	0.473	2116	8%	2.60	2.83	3.05	0.26
0.25	0.010	0.049	0.437	2289	8%	2.81	3.06	3.30	0.25
0.23	0.010	0.042	0.370	2704	8%	3.32	3.61	3.90	0.23
0.22	0.010	0.038	0.338	2956	8%	3.63	3.95	4.26	0.22
0.20	0.010	0.031	0.280	3577	8%	4.39	4.77	5.16	0.20
0.18	0.009	0.025	0.226	4415	9%	5.36	5.89	6.43	0.18
0.17	0.009	0.023	0.202	4950	9%	6.01	6.61	7.20	0.17
0.16	0.008	0.020	0.179	5588	9%	6.79	7.46	8.13	0.16
0.15	0.008	0.018	0.157	6358	9%	7.72	8.49	9.25	0.15
0.14	0.008	0.015	0.137	7299	9%	8.87	9.74	10.62	0.14
0.13	0.008	0.013	0.118	8465	9%	10.28	11.30	12.32	0.13
0.12	0.006	0.011	0.101	9935	9%	12.07	13.26	14.46	0.12
0.11	0.006	0.010	0.085	11823	10%	14.21	15.78	17.36	0.11
0.10	0.006	0.008	0.070	14306	10%	17.19	19.10	21.01	0.10

Ⅱ. 제품의 특성 3 - 동니켈 제 4종



• 환선의 도체저항 및 중량

고유저항 = $10 \pm 1.0 \mu\Omega\text{-cm}$ 밀도 = 8.9 g/cm^3 (20°C)

선경 mm	선경허용공차 mm	단면적 mm ²	중량 g/m	길이 m/Kg	저항허용공차 %	도체저항 (ohm/m)			선경 mm
						최소	표준	최대	
0.50	0.015	0.196	1.748	572	7%	0.47	0.51	0.54	0.50
0.45	0.015	0.159	1.415	706	7%	0.58	0.63	0.67	0.45
0.42	0.015	0.139	1.233	811	7%	0.67	0.72	0.77	0.42
0.40	0.015	0.126	1.118	894	7%	0.74	0.80	0.85	0.40
0.35	0.015	0.096	0.856	1168	8%	0.96	1.04	1.12	0.35
0.32	0.015	0.080	0.716	1397	8%	1.14	1.24	1.34	0.32
0.30	0.015	0.071	0.629	1590	8%	1.30	1.41	1.53	0.30
0.29	0.015	0.066	0.588	1701	8%	1.39	1.51	1.64	0.29
0.28	0.015	0.062	0.548	1825	8%	1.49	1.62	1.75	0.28
0.27	0.015	0.057	0.510	1962	8%	1.61	1.75	1.89	0.27
0.26	0.010	0.053	0.473	2116	8%	1.73	1.88	2.03	0.26
0.25	0.010	0.049	0.437	2289	8%	1.87	2.04	2.20	0.25
0.23	0.010	0.042	0.370	2704	8%	2.21	2.41	2.60	0.23
0.22	0.010	0.038	0.338	2956	8%	2.42	2.63	2.84	0.22
0.20	0.010	0.031	0.280	3577	8%	2.93	3.18	3.44	0.20
0.18	0.009	0.025	0.226	4415	9%	3.58	3.93	4.28	0.18
0.17	0.009	0.023	0.202	4950	9%	4.01	4.41	4.80	0.17
0.16	0.008	0.020	0.179	5588	9%	4.53	4.97	5.42	0.16
0.15	0.008	0.018	0.157	6358	9%	5.15	5.66	6.17	0.15
0.14	0.008	0.015	0.137	7299	9%	5.91	6.50	7.08	0.14
0.13	0.008	0.013	0.118	8465	9%	6.86	7.53	8.21	0.13
0.12	0.006	0.011	0.101	9935	9%	8.05	8.84	9.64	0.12
0.11	0.006	0.010	0.085	11823	10%	9.47	10.52	11.57	0.11
0.10	0.006	0.008	0.070	14306	10%	11.46	12.73	14.01	0.10

II. 제품의 특성 3 - 동니켈 제 5종



• 환선의 도체저항 및 중량

고유저항 = $5 \pm 0.5 \mu\Omega\text{-cm}$ 밀도 = 8.9 g/cm^3 (20°C)

선경 mm	선경허용공차 mm	단면적 mm ²	중량 g/m	길이 m/Kg	저항허용공차 %	도체저항 (ohm/m)			선경 mm
						최소	표준	최대	
0.50	0.015	0.196	1.748	572	7%	0.24	0.25	0.27	0.50
0.45	0.015	0.159	1.415	706	7%	0.29	0.31	0.34	0.45
0.42	0.015	0.139	1.233	811	7%	0.34	0.36	0.39	0.42
0.40	0.015	0.126	1.118	894	7%	0.37	0.40	0.43	0.40
0.35	0.015	0.096	0.856	1168	8%	0.48	0.52	0.56	0.35
0.32	0.015	0.080	0.716	1397	8%	0.57	0.62	0.67	0.32
0.30	0.015	0.071	0.629	1590	8%	0.65	0.71	0.76	0.30
0.29	0.015	0.066	0.588	1701	8%	0.70	0.76	0.82	0.29
0.28	0.015	0.062	0.548	1825	8%	0.75	0.81	0.88	0.28
0.27	0.015	0.057	0.510	1962	8%	0.80	0.87	0.94	0.27
0.26	0.010	0.053	0.473	2116	8%	0.87	0.94	1.02	0.26
0.25	0.010	0.049	0.437	2289	8%	0.94	1.02	1.10	0.25
0.23	0.010	0.042	0.370	2704	8%	1.11	1.20	1.30	0.23
0.22	0.010	0.038	0.338	2956	8%	1.21	1.32	1.42	0.22
0.20	0.010	0.031	0.280	3577	8%	1.46	1.59	1.72	0.20
0.18	0.009	0.025	0.226	4415	9%	1.79	1.96	2.14	0.18
0.17	0.009	0.023	0.202	4950	9%	2.00	2.20	2.40	0.17
0.16	0.008	0.020	0.179	5588	9%	2.26	2.49	2.71	0.16
0.15	0.008	0.018	0.157	6358	9%	2.57	2.83	3.08	0.15
0.14	0.008	0.015	0.137	7299	9%	2.96	3.25	3.54	0.14
0.13	0.008	0.013	0.118	8465	9%	3.43	3.77	4.11	0.13
0.12	0.006	0.011	0.101	9935	9%	4.02	4.42	4.82	0.12
0.11	0.006	0.010	0.085	11823	10%	4.74	5.26	5.79	0.11
0.10	0.006	0.008	0.070	14306	10%	5.73	6.37	7.00	0.10

· 망가닌선

동니켈 저항선과 같이 저항온도계수가 아주 낮아서, 정밀저항기 등에 널리 사용됩니다.
망가닌선은 다음과 같은 특성이 있습니다.

- 1) 상온에서 저항의 온도계수가 아주 작다.
- 2) 저항치나 저항온도계수의 경연변화가 적다.
- 3) 대동열기전력이 극히 작다.
- 4) 세선이나 압연 등의 가공이 쉽다.
- 5) 은납땜, 납땜이 쉽다.

그러나 다음과 같은 결점이 있으므로 사용할 때에는 이 결점을 보완할 수 있도록 설계를 해야 합니다.

- 1) 내식성이 나쁘다.
- 2) 근소한 가공이나, Bobbin에 감는 작업등에 따라 특성이 영향을 받기 쉽다.
- 3) 상온부근에서 저항온도 곡선이 직선이 아니다.
- 4) 강열에 의해서 표면에 열화층이나 산화층이 생기기 쉽다.

망가닌선의 화학성분

Mn	Ni	Mn + Ni + Cu
10~16 %	1~5 %	98.0 % 이상

II. 제품의 특성4



· 망가닌선의 고유 저항온도 계수

종 별	급 별	고유저항 $\mu\Omega$ cm	온 도 계 수			대동평균 열기전력 μV /분	안정도 %
			시험온도 범 용 °C	측 정 점	온도계수 10^{-5} /도		
망가닌선 제 1종	A	49±3	10~40	10±2°C, 20±2°C 30±2°C, 40±2°C	2.0 이하	2.0 이하	0.5 이하
	B		20~50	20±2°C, 30±2°C 40±2°C, 50±2°C	4.0 이하		
	C		20~80	20±2°C, 50±2°C 80±2°C	10 이하		
망가닌선 제 2종	A	44±3	상 동	상 동	상 동	2.0 이하	0.5 이하
	B						
	C						
망가닌선 제 3종	A	39±3	상 동	상 동	상 동	2.0 이하	0.5 이하
	B						
	C						

· 망가닌선의 저항 및 중량표

선경 mm	허용량 mm	단면적 mm ²	C M 2		C M 3		도체저항 허용차
			도체저항 Ω/m	중량 g/m	도체저항 Ω/m	중량 g/m	
9.0	± 0.10	63.62	0.00692	537	0.00613	542	± 5
8.0	± 0.09	50.27	0.00875	424	0.00776	428	± 5
7.0	± 0.08	38.48	0.01144	325	0.01014	328	± 5
6.5	± 0.08	33.18	0.01326	280	0.01176	283	± 5
6.0	± 0.08	28.27	0.01557	239	0.01380	241	± 5
5.5	± 0.08	23.76	0.01852	200	0.01642	202	± 5
5.0	± 0.07	19.64	0.0224	165.8	0.01986	167.3	± 5
4.5	± 0.07	15.90	0.0277	134.2	0.0245	135.5	± 5
4.0	± 0.06	12.57	0.0350	106	0.0310	107.1	± 5
3.5	± 0.06	9.621	0.0457	81.2	0.0405	92.0	± 5
3.2	± 0.05	8.042	0.0547	67.8	0.0485	68.5	± 5
2.9	± 0.05	6.905	0.0666	55.7	0.0591	56.3	± 5
2.6	± 0.05	5.309	0.0829	44.8	0.0735	45.2	± 5
2.3	± 0.05	4.155	0.1059	35.1	0.0939	35.4	± 5
2.0	± 0.4	3.142	0.1401	26.5	0.1242	26.8	± 5
1.8	± 0.4	2.545	0.1729	21.5	0.1532	21.7	± 5
1.6	± 0.035	2.011	0.219	16.97	0.1939	17.13	± 5
1.5	± 0.035	1.767	0.249	14.91	0.221	15.05	± 5
1.4	± 0.035	1.539	0.286	12.99	0.253	13.11	± 6
1.3	± 0.03	1.327	0.332	11.20	0.294	11.31	± 6
1.2	± 0.03	1.131	0.389	9.55	0.345	9.64	± 6
1.1	± 0.03	0.9503	0.463	8.02	0.411	8.10	± 6
1.0	± 0.025	0.7854	0.560	6.63	0.497	6.69	± 6
0.9	± 0.025	0.6362	0.692	5.37	0.613	5.42	± 6
0.85	± 0.025	0.5675	0.775	4.49	0.687	4.84	± 6
0.80	± 0.025	0.5027	0.875	4.24	0.776	4.28	± 6
0.75	± 0.025	0.4418	0.996	3.73	0.883	3.76	± 6
0.70	± 0.02	0.3848	1.144	3.25	1.014	3.28	± 6

Ⅱ. 제품의 특성4



· 망가닌선의 저항 및 중량표

선경 mm	허용량 mm	단면적 mm ²	C M 2		C M 3		도체저항 허용차
			도체저항 Ω/m	중량 g/m	도체저항 Ω/m	중량 g/m	
0.65	± 0.02	0.3318	1.326	2.8	1.176	2.83	± 7
0.60	± 0.02	0.2827	1.557	2.39	1.380	2.41	± 7
0.55	± 0.02	0.2376	1.852	2.00	1.642	2.02	± 7
0.50	± 0.015	0.1964	2.24	1.658	1.986	1.673	± 7
0.45	± 0.015	0.1590	2.77	1.342	2.45	1.355	± 7
0.40	± 0.015	0.1257	3.50	1.060	3.10	1.071	± 7
0.35	± 0.015	0.09621	4.57	0.812	4.05	0.820	± 8
0.32	± 0.015	0.08042	5.47	0.678	4.85	0.685	± 8
0.29	± 0.015	0.06605	6.66	0.557	5.91	0.563	± 8
0.26	± 0.010	0.05309	8.29	0.448	7.35	0.452	± 8
0.23	± 0.010	0.04155	10.59	0.351	9.39	0.354	± 8
0.20	± 0.010	0.03142	14.01	0.265	12.42	0.268	± 8
0.18	± 0.010	0.02545	17.29	0.215	15.32	0.217	± 9
0.16	± 0.008	0.02011	21.9	0.1697	19.39	0.1713	± 9
0.15	± 0.008	0.01767	24.9	0.1491	22.1	0.1505	± 9
0.14	± 0.008	0.01539	28.6	0.1299	25.3	0.1311	± 9
0.13	± 0.008	0.01327	33.2	0.1120	29.4	0.1131	± 9
0.12	± 0.006	0.01131	38.9	0.0955	34.5	0.0962	± 9
0.11	± 0.006	0.009503	46.3	0.0802	41.1	0.0810	± 10
0.10	± 0.006	0.007854	56.0	0.0663	49.7	0.0669	± 10
0.09	± 0.006	0.006362	69.2	0.0537	61.3	0.0542	± 10
0.08	± 0.006	0.005027	87.5	0.0424	77.6	0.0428	± 11
0.07	± 0.005	0.003848	1114.4	0.0325	101.4	0.0328	± 11
0.06	± 0.004	0.002827	155.7	0.0239	138	0.0241	± 11
0.05	± 0.004	0.001964	224	0.01658	198.6	0.01673	± 12
0.04	± 0.004	0.001257	350	0.0106	310.0	0.01071	± 14
0.03	± 0.003	0.000707	622	0.00597	552	0.00602	± 14
0.025	± 0.003	0.000491	896	0.00414	795	0.00417	± 14

Ⅲ. 일반적 주의사항



Fe-Cr-Al은 Ni-Ce과 달라서 고온강도가 강함으로 사용중 느러지는 경우가 있습니다. 이것은 방지하기 위해서는 지지물을 많이하거나 도랑이나 흙 속에 넣어야 합니다. Ni-Cr의 Spiral(나선) 가공조건을 다음에 지시합니다.

- 공업용로 : 1,000°C까지 D=(6~7) d
1,000 °C이상 D=(5~6) d
- 가정용히타 : D=(4~10) d S = (2~3) d
D=스마이럴외경, d=선경, S=필취(Pitch)

또한, Fe-Cr-Al의 경우에는 고온에서의 신장이 크기 때문에 D를 상기의 ½로 잡을 필요가 있습니다.

발열체를 조립하는 경우에는 전장에 걸쳐서 발열체를 지탱하지 않으면 안됩니다. 이 경우 방열을 좋게하는 대해 슬라이드할 수 있게 하는 것이 필요합니다.

내화성에 대하여는 '아루미나' 또는 '마그네사'의 순량한 재지를 사용해야 합니다. 규산지의 것은 부적당합니다.

'마이카' '아스베스트' 규조토와 같은 내화성내화재는 저온에서 용융하는 규산염을 많이 포함하고 있어서 770 °C 이상에서는 사용할 수 없습니다. '아스베스트'와의 접촉은 극력 피하여 주십시오.

규조토는 유황을 함유하고 있는 Ni-Cr에 있는 금물입니다. 규산지의 내화물을 사용하는 때에는 900~1,000 °C가 한도입니다.

[단 자]

발열체의 조립에 즈음하여, 가장 고장이 나기 쉬운 것이 단자부입니다. 단자는 통전가열로 인하여 이상승온이 되지 않도록 큰 단면적을 취할 필요가 있습니다. 그리고 단자는 고열의 화로간을 통하여 화로외에 설치합니다. 재지는 본체와 공금이나 유사한 합금을 사용하지만 NTK304, 310, 330 등을 사용하시기 바랍니다.

[용 접]

전열선의 접속에는 전호용접(고-로-즈께) 스마트용접, 가스용접 등의 방법이 있습니다.

가장 확실한 것은 전호용접입니다. 전호용접은 금속명을 청정하게 한 후 행합니다. 용접후에는 열처리를 하며 내부의 비뚤어진 것은 제거하고 사용하십시오.

IV. 전열선 저항표



· 100V용

용 량 w	경 경 mm	저 항 Ω/m	전 장 m	전 저 항 Ω	중 량 g
10,000	5.0	0.062	16.1	1.00	2,325
8,000	4.5	0.077	16.2	1.25	1,893
7,000	4.0	0.097	14.7	1.43	1,496
6,000	3.5	0.0127	13.1	1.67	926
5,000	3.2	0.152	13.2	2.00	780
4,000	2.9	0.185	13.5	2.50	655
3,500	2.6	0.230	12.4	2.86	485
3,000	2.3	0.294	11.3	3.33	345
2,500	2.0	0.388	10.3	4.00	238
2,000	1.8	0.479	10.4	5.00	195
1,800	1.6	0.607	9.15	5.55	137
1,500	1.4	0.793	5.40	6.67	95
1,200	1.2	1.08	7.70	8.33	64
1,000	1.0	1.55	6.45	10.0	37
800	0.9	1.92	6.50	12.5	30
700	0.8	2.43	5.90	14.3	22
600	0.7	3.17	5.25	16.7	15
500	0.65	3.68	5.45	20.0	13

IV. 전열선 저항표



· 100V용

용 량 w	경 경 mm	저 항 Ω/m	전 장 m	전 저 항 Ω	중 량 g
450	0.60	4.32	4.90	22.2	10
400	0.55	5.14	4.85	25.0	8.45
350	0.50	6.21	4.60	28.6	6.65
300	0.45	7.67	4.35	33.3	5.08
260	0.40	9.71	3.96	38.4	3.66
220	0.35	12.7	3.58	45.5	2.53
180	0.32	15.2	3.65	55.5	2.16
150	0.29	18.5	3.60	66.7	1.75
130	0.26	23.0	3.35	76.9	1.31
100	0.23	29.4	3.40	100	1.04
90	0.20	38.8	2.86	111	0.660
80	0.18	47.9	2.61	125	0.488
65	0.16	60.7	2.54	154	0.376
50	0.14	79.3	2.52	200	0.285
40	0.12	108	2.32	250	0.193
35	0.10	155	1.85	286	0.107
30	0.09	192	1.73	333	0.081
25	0.08	243	1.65	400	0.061

V. 니켈크롬 전열선 온도와 전류 - 제 1종



삼우와이어

선경 (mm)	도체저항 (Ω/m)	공기중 직선상에 있어서 소요온도(°C)를 유지하는데 필요한 저류치(amp)																	
	제1종	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	700	800	900	1,000	1,100	1,200
1.10	1,137	1.68	2.96	4.04	5.01	5.92	6.84	7.75	8.66	9.53	10.60	11.60	12.60	14.90	17.30	20.00	22.80	25.80	29.00
1.00	1,375	1.42	2.60	3.54	4.40	5.20	6.00	6.80	7.60	8.36	9.29	10.20	11.10	13.10	15.20	17.60	20.00	22.60	25.40
0.90	1,697	1.21	2.21	3.08	3.74	4.42	5.10	5.78	6.45	7.10	7.87	8.77	9.42	11.10	12.90	14.90	17.00	19.20	21.60
0.85	1,903	1.19	2.19	2.97	3.69	4.36	4.89	5.64	6.12	6.99	7.60	8.31	9.03	10.60	12.20	14.00	15.90	17.90	20.00
0.80	2,148	1.10	2.01	2.73	3.39	4.00	4.58	5.18	5.62	6.42	6.98	7.64	8.29	9.71	11.30	12.90	14.60	16.50	18.40
0.75	2,439	0.992	1.81	2.45	3.04	3.59	4.11	4.65	5.04	5.76	6.26	6.84	7.44	8.72	10.10	11.60	13.10	14.80	16.50
0.70	2,806	0.807	1.67	2.26	2.81	3.32	3.80	4.29	4.66	5.32	5.78	6.37	6.87	8.04	9.32	10.70	12.10	13.70	15.20
0.65	3,256	0.817	1.50	2.04	2.53	2.98	3.42	3.87	4.19	4.79	5.21	5.70	6.19	7.26	8.39	9.61	10.90	12.30	13.70
0.60	3,820	0.770	1.42	1.93	2.39	2.81	3.21	3.61	3.99	4.60	4.82	5.23	5.68	6.60	7.61	8.64	9.75	11.00	12.20
0.55	4,545	0.683	1.26	1.71	2.12	2.49	2.85	3.21	3.51	3.58	4.27	4.64	5.04	5.86	6.75	7.67	8.65	9.73	10.80
0.50	5,498	0.599	1.11	1.50	1.86	2.19	2.50	2.82	3.10	3.14	3.75	4.07	4.42	5.14	5.93	6.73	7.59	8.54	9.48
0.45	6,792	0.520	0.962	1.30	1.62	1.90	2.17	2.44	2.69	3.04	3.25	3.54	3.84	4.47	5.14	5.84	6.59	7.41	8.23
0.40	8,592	0.472	0.871	1.18	1.46	1.71	1.95	2.19	2.42	2.68	2.89	3.12	3.38	3.90	4.45	5.02	5.62	6.26	6.98
0.35	11.23	0.395	0.730	0.994	1.22	1.44	1.63	1.84	2.03	2.25	2.42	2.61	2.83	3.27	3.75	4.20	4.71	5.24	5.85
0.32	13.43	0.351	0.649	0.884	1.09	1.28	1.45	1.63	1.81	2.00	2.15	2.32	2.52	2.91	3.32	3.74	4.19	4.66	5.20
0.29	16.35	0.309	0.570	0.776	0.957	1.12	1.28	1.43	1.58	1.75	1.89	2.04	2.21	2.56	2.91	3.28	3.68	4.10	4.57
0.26	20.34	0.287	0.526	0.714	0.877	1.03	1.17	1.30	1.44	1.57	1.70	1.84	1.98	2.27	2.56	2.87	3.49	3.53	3.89
0.23	25.99	0.246	0.450	0.611	0.751	0.879	0.999	1.12	1.23	1.34	1.46	0.57	1.69	1.94	2.19	2.46	2.72	3.02	3.33
0.20	34.38	0.204	0.373	0.506	0.621	0.728	0.827	0.92	1.02	1.11	1.21	1.30	1.40	1.61	1.82	2.03	2.26	2.50	2.75

V. 니켈크롬 전열선 온도와 전류 - 제 1종



선경 (mm)	도체저항 (Ω/m)	공기중 직선상에 있어서 소요온도(°C)를 유지하는데 필요한 저류치(amp)																	
	제1종	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	700	800	900	1,000	1,100	1,200
0.18	42.43	0.133	0.337	0.457	0.561	0.654	0.744	0.829	0.931	1.01	1.08	1.16	1.24	1.42	1.6	1.78	1.97	2.17	2.38
0.16	53.70	0.155	0.286	0.387	0.476	0.554	0.631	0.703	0.790	0.858	0.914	0.984	1.06	1.2	1.35	1.51	1.67	1.84	2.03
0.15	61.12	0.144	0.265	0.359	0.442	0.514	0.586	0.652	0.733	0.796	0.848	0.913	0.978	1.12	1.26	1.4	1.55	1.71	1.87
0.14	70.18	0.131	0.241	0.327	0.402	0.468	0.533	0.593	0.667	0.725	0.771	0.830	0.890	1.02	1.14	1.27	1.44	1.55	1.7
0.13	82.37	0.123	0.226	0.307	0.377	0.439	0.499	0.555	0.609	0.661	0.716	0.770	0.824	0.934	1.05	1.15	1.28	1.4	1.53
0.12	95.48	0.110	0.195	0.276	0.339	0.394	0.448	0.499	0.547	0.594	0.644	0.692	0.74	0.839	0.94	1.04	1.15	1.26	1.38
0.11	113.7	0.0979	0.181	0.245	0.301	0.350	0.397	0.442	0.485	0.527	0.571	0.612	0.656	0.75	0.834	0.925	1.02	1.12	1.22
0.10	137.5	0.0850	0.156	0.212	0.261	0.304	0.345	0.384	0.421	0.458	0.496	0.533	0.570	0.647	0.725	0.804	0.886	0.970	1.06
0.09	169.7	0.0752	0.139	0.188	0.231	0.269	0.306	0.340	0.373	0.405	0.439	0.472	0.505	0.572	0.641	0.711	0.784	0.859	0.937
0.08	214.8	0.0656	0.121	0.165	0.203	0.234	0.266	0.297	0.321	0.353	0.38	0.41	0.438	0.494	0.552	0.609	0.670	0.730	0.795
0.07	280.6	0.0548	0.101	0.138	0.170	0.193	0.223	0.248	0.271	0.301	0.319	0.342	0.366	0.413	0.461	0.509	0.560	0.611	0.664
0.06	382.0	0.0461	0.0848	0.115	0.140	0.163	0.186	0.206	0.226	0.245	0.262	0.283	0.302	0.396	0.378	0.417	0.466	0.495	0.537
0.05	549.8	0.0359	0.0622	0.0897	0.109	0.127	0.145	0.161	0.176	0.191	0.205	0.221	0.236	0.265	0.295	0.325	0.356	0.387	0.419
0.04	859.2	0.0268	0.0497	0.0671	0.0820	0.0957	0.108	0.120	0.132	0.143	0.153	0.165	0.176	0.197	0.229	0.242	0.263	0.285	0.308
0.03	1,528	0.0182	0.0366	0.0454	0.0555	0.0648	0.0733	0.0813	0.0892	0.0965	0.104	0.111	0.119	0.134	0.148	0.163	0.178	0.193	0.209
0.025	2,200	0.0146	0.0269	0.0363	0.0444	0.0518	0.0585	0.0647	0.071	0.077	0.0826	0.0884	0.943	0.106	0.117	0.129	0.14	0.151	0.163

VI. 동니켈 저항선의 온도와 전류 - 제 1종



선 경 (mm)	표종의 전류치에서 도달하는 선의 온도 °C											
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
9.0	40.59	75.5	104	132	159	188	217	247	275	308	341	375
8.0	35.2	64.8	89.4	113.0	136.0	159	183	208	234	261	288	305
7.0	28.0	53.2	73.5	92.9	112.0	131	151	172	193	214	237	261
6.5	26.0	47.6	65.7	83.1	98.8	118	135	154	172	192	213	232
6.0	23.0	43.0	59.6	75.0	90.2	106	121	138	153	171	190	208
5.5	20.6	37.9	52.4	66.0	79.3	93.3	107	122	136	151	167	183
5.0	17.8	32.8	45.5	57.4	68.9	81.0	38.8	105	118	131	145	159
4.5	15.3	28.2	39.0	49.2	59.1	69.6	79.6	90.5	101.0	113	124	136
4.0	13.3	24.6	34.2	42.8	51.2	60.2	68.7	77.8	86.6	96.2	106	110
3.5	11.0	20.3	28.1	35.3	42.2	49.5	56.6	64.1	71.4	79.2	87.2	95.7
3.2	9.60	17.7	24.5	31.0	37.0	43.3	49.4	56.2	62.4	69.4	76.3	83.7
2.9	8.33	15.8	21.4	26.8	32.0	37.6	42.9	48.7	54.2	60.2	66.4	72.8
2.6	7.46	13.7	18.8	23.7	28.2	33.0	37.8	42.5	47.2	52.6	57.6	62.8
2.3	6.24	11.4	15.9	19.8	23.7	27.6	31.6	35.5	39.5	43.6	48.1	52.5
2.0		9.36	12.9	16.2	19.3	22.6	25.8	29.1	32.4	35.8	39.2	43.1
1.8	4.65	8.46	11.6	14.5	17.3	20.1	22.9	25.9	28.6	31.5	34.5	37.7
1.6	3.94	7.17	9.87	12.3	14.6	17.1	19.4	21.8	24.2	26.7	29.1	31.8
1.5	3.58	6.51	8.98	11.2	13.3	15.6	17.6	19.9	21.9	24.2	26.6	29.0
1.4	3.25	5.91	8.14	10.2	12.1	14.1	16.1	18.0	19.9	22.0	24.1	26.3
1.3	3.06	5.57	7.68	9.6	11.3	13.2	15.0	16.7	18.4	20.3	22.2	24.1
1.2	2.72	5.00	6.82	8.53	10.1	11.7	13.3	14.9	16.4	18.0	19.8	21.4
1.1	2.50	4.42	6.05	7.53	8.93	10.4	11.7	13.2	14.5	16.1	17.5	18.9
1.0	2.12	3.88	5.30	6.62	7.85	9.09	10.3	11.6	12.7	14.0	15.4	16.7
0.90	1.80	3.30	4.61	5.63	6.67	7.73	8.76	9.82	10.8	11.9	13.2	14.1
0.80	1.63	3.00	4.09	5.10	5.03	6.91	7.86	8.55	9.75	10.5	11.3	12.4
0.70	1.35	2.49	3.38	4.22	5.01	5.77	6.51	7.09	8.08	8.76	9.54	10.3
0.65	1.21	2.24	3.05	3.80	4.50	5.16	5.87	6.38	7.28	7.90	8.60	9.28
0.60	1.14	2.12	2.80	3.59	4.24	4.86	5.48	6.07	6.84	7.30	7.89	8.52
0.55	1.02	1.88	2.56	3.19	3.76	4.32	4.87	5.38	6.06	6.47	7.00	7.56

VI. 동니켈 저항선의 온도와 전류 - 제 1종



삼우와이어

선 경 (mm)	표종의 전류치에서 도달하는 선의 온도 °C											
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
0.50	0.89	1.66	2.23	2.79	3.30	3.79	4.28	4.72	5.32	5.68	6.14	6.63
0.45	0.773	1.43	1.95	2.44	2.87	3.29	3.70	4.10	4.61	4.92	5.34	5.76
0.40	0.701	1.30	1.77	2.19	2.58	2.95	3.32	3.68	4.07	4.38	4.71	5.07
0.35	0.587	1.09	1.49	1.83	2.17	2.47	2.79	3.09	3.42	3.67	3.94	4.25
0.32	0.522	0.969	1.32	1.64	1.93	2.20	2.47	2.75	3.04	3.26	3.50	3.78
0.29	0.459	0.851	1.16	1.43	1.69	1.94	2.17	2.40	2.66	2.86	3.08	3.31
0.26	0.426	0.785	1.07	1.32	1.55	1.77	1.97	2.19	2.38	2.58	2.78	2.97
0.23	0.366	0.672	0.914	1.13	1.33	1.51	1.70	1.87	2.04	2.21	2.37	2.54
0.20	0.303	0.557	0.757	0.934	1.10	1.25	1.40	1.50	1.69	1.83	1.96	2.10
0.18	0.272	0.503	0.684	0.843	0.987	1.13	1.26	1.42	1.53	1.64	1.75	1.86
0.16	0.230	0.427	0.574	0.716	0.836	0.956	1.07	1.20	1.30	1.38	1.49	1.59
0.15	0.214	0.396	0.537	0.664	0.776	0.888	0.989	1.11	1.21	1.28	1.38	1.47
0.14	0.195	0.360	0.490	0.604	0.706	0.808	0.900	1.01	1.10	1.17	1.25	1.34
0.13	0.185	0.337	0.459	0.567	0.662	0.756	0.842	0.927	1.00	1.08	1.160	1.240
0.12	0.163	0.302	0.413	0.509	0.594	0.668	0.750	0.832	0.902	0.976	1.040	1.110
0.11	0.145	0.270	0.367	0.459	0.528	0.602	0.670	0.738	0.800	0.865	0.923	0.984
0.10	0.126	0.233	0.317	0.392	0.458	0.523	0.583	0.644	0.696	0.752	0.805	0.853
0.09	0.112	0.207	0.281	0.347	0.406	0.463	0.516	0.567	0.615	0.665	0.712	0.756
0.08	0.0975	0.181	0.247	0.305	0.353	0.403	0.450	0.488	0.536	0.576	0.618	0.657
0.07	0.0814	0.151	0.220	0.256	0.291	0.338	0.376	0.412	0.457	0.481	0.516	0.549
0.06	0.0685	0.127	0.172	0.210	0.246	0.282	0.312	0.344	0.372	0.397	0.427	0.453
0.05	0.0533	0.0688	0.134	0.164	0.192	0.219	0.244	0.218	0.290	0.311	0.333	0.354
0.04	0.0398	0.0742	0.100	0.123	0.144	0.164	0.182	0.201	0.217	0.232	0.249	0.261
0.03	0.0269	0.0502	0.0679	0.0834	0.0978	0.141	0.123	0.136	0.147	0.158	0.167	0.178
0.025	0.0217	0.0402	0.0543	0.0668	0.0782	0.0186	0.0981	0.108	0.117	0.125	0.138	0.147



삼우와이어

감사합니다

