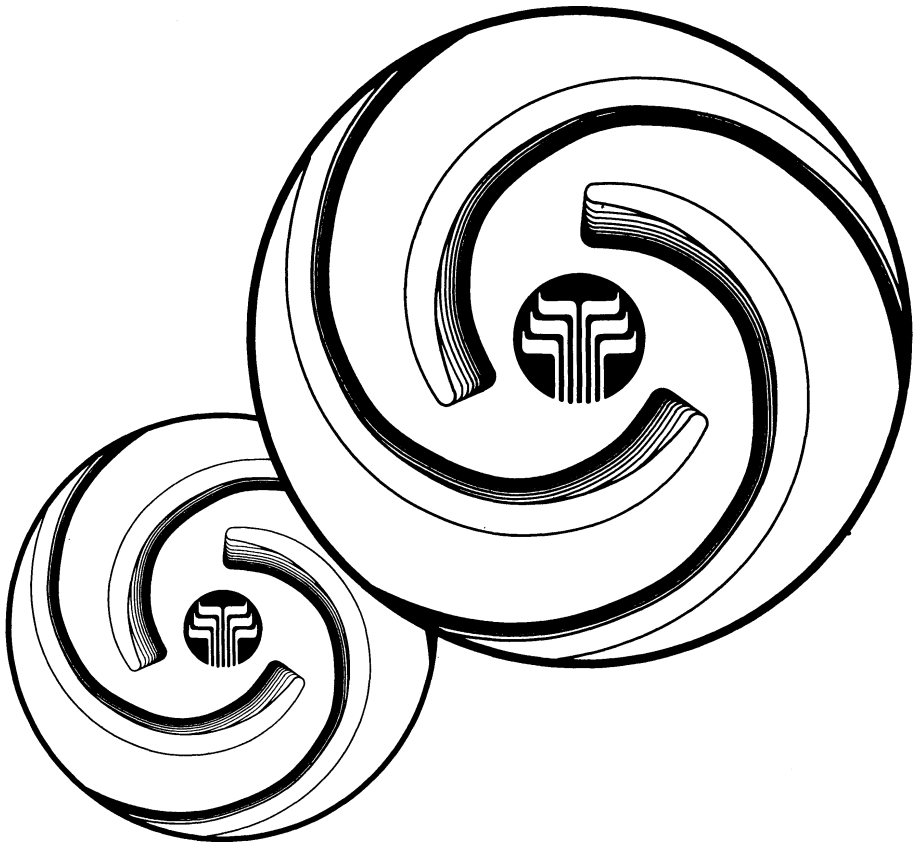
효성펌프편람

HEC PUMP HAND BOOK



효성EBARA주식회사

HYOSUNG EBARA CO., LTD.

제3장 펌프의 재료와 방식

1. 펌프에 사용되는 일반적인 금속재료

주) 외국의 재료 규격은 KS의 분류 체계와 다르게 되어 있으므로 KS와 완전히 대응하는 것은 아니다. 내용이 거의 KS 와 유사하게 되어 있다고 판단되는 것만을 참고하기 바란다.

1.1 주 철 품

1) 회주철품(KS D 4301)

종류	기호	주철물의 주요두께	내력	인장강도	경도	관련외국 규격			
		㎜	kgf/㎟	kgf/㎟	HB	ASTM	BS	DIN	JIS
2종	GC150	4이상 8이하 8초과 15이하 15초과 30이하 30초과 50이하	-	19이상 17이상 15이상 13이상	241이하 223이하 212이하 201이하	A48-76 20	1452-77 150	1691-64 0.6015 GG-15	G5501 FC150
3종	GC200	4이상 8이하 8초과 15이하 15초과 30이하 30초과 50이하	-	24이상 22이상 20이상 17이상	255이하 235이하 223이하 217이하	 30	 180	 0.6020 GG-20	FC200
4종	GC250	4이상 8이하 8초과 15이하 15초과 30이하 30초과 50이하	-	28이상 26이상 25이상 22이상	269이하 248이하 241이하 229이하	 35	 260	 0.6025 GG-25	FC250
5종	GC300	8이상 15이하 15초과 30이하 30초과 50이하	-	31이상 30이상 27이상	269이하 262이하 248이하	 40	 300	 0.6030 GG-30	FC300

2) 구상흑연 주철(KS D 4302)

종류	기호	주철물의 주요두께	내력	인장강도	경도	관련외국 규격			
		㎜	kgf/㎟	kgf/㎟	HB	ASTM	BS	DIN	JIS
1종	GCD400	-	26이상	40이상	201이하	A536-77 60-40-18	2789-73 420/12	1693-73 0.7040 GGG-40	G5502-75 FCD40
2종	GCD450	-	29이상	45이상	143 217	65-45-12			FCD45
3종	GCD500	-	33이상	50이상	170 241		2789-73 500/7	1693-73 0.7040 GGG-50	FCD50
4종	GCD600	-	38이상	60이상	192 269	A536-77 80-55-06	600/3	0.7040 GGG-60	FCD60

1.2 주강품

1)탄소강 주강품 (KS D 4101)

종류	기호	항복점	인장강도	경도	화학성분			관련외국 규격			
		kgf/㎟	kgf/㎟	HB	C	P	S	ASTM	BS	DIN	JIS
2종	SC410	21이상	42이상	-	0.30 이하	0.04 이하	0.04 이하	A27-77 60-30 GS38	3100-76 A1	1681-67 1.0443	G5101 1-78 SC42
3종	SC450	23이상	46이상	-	0.35 이하	0.04 이하	0.04 이하	65-35 GS45	A2	1.0443	SC46
4종	SC480	25이상	49이상	-	0.40 이하	0.04 이하	0.04 이하	70-36 GS52	A3	1.0551	SC49

2) 스텐레스 주강품(KS D 4103)

기호	내력	인장강도	경도	화 학 성 분										관련 외국 규격			
	kgf/㎟	kgf/㎟	HB	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	기타	ASTM	BS	DIN	JIS
SSC1	35이상	55이상	163 229	0.15 이하	1.50 이하	1.00 이하	0.040 이하	0.040 이하	(1)	11.50 14.00	-	-	-	A743-79 CA15	3100-76 410C21	17445-69 1.4008 G-X12 Cr14	G5121-80 SCS1
SSC2	40이상	60이상	170 235	0.16 0.24	1.50 이하	1.00 이하	0.040 이하	0.040 이하	(1)	11.50 14.00	-	-	-	CA40	420C29	1.4027 G-X20 Cr14	SCS2
				주(1) 1%이상 추가하여도 좋다.													
SSC11	35이상	60이상	241 이하	0.10 이하	1.50 이하	1.00 이하	0.040 이하	0.040 이하	5.00 7.00	23.00 27.00	1.50 2.50	-	-			1.4460 X8CrNi Mo275	SCS11
SSC13	19이상	45이상	183 이하	0.08 이하	2.00 이하	2.00 이하	0.040 이하	0.040 이하	8.00 11.00	18.00 21.00	-	-	-	A743-79 CF8	3100-76 304C15	17445-69 1.4308 G-X6Cr Ni189	SCS13
SSC13	19이상	45이상	183 이하	0.08 이하	2.00 이하	2.00 이하	0.040 이하	0.040 이하	10.00 14.00	17.00 20.00	2.00 3.00	-	-	CF8M	316C16	1.4408 G-X6Cr NiMo1810	SCS14
SSC14	19이상	45이상	183 이하	0.03 이하	1.50 이하	2.00 이하	0.040 이하	0.040 이하	12.00 16.00	17.00 20.00	2.00 3.00	-	-	CF3M	316C12	17440 1.4435 X2CrNi Mo-1812	SCS16
SSC16	18이상	40이상	183 이하	0.03 이하	2.00 이하	2.00 이하	0.040 이하	0.040 이하	8.00 12.00	17.00 21.00	-	-	-	CF3	304C12	1.4306 X2CrNi 189	SCS19
SSC21	21이상	49이상	183 이하	0.08 이하	2.00 이하	2.00 이하	0.040 이하	0.040 이하	9.00 12.00	18.00 21.00	-	-	Nb+Ta 10xC% 이상 1.35 이하	CF8C		1.4552 G-X7Cr NiNb189	SCS21
SSC22	21이상	45이상	183 이하	0.08 이하	2.00 이하	2.00 이하	0.040 이하	0.040 이하	10.00 14.00	17.00 20.00	2.00 3.00	-	Nb+Ta 10xC% 이상 1.35 이하		3100-76 318C17		SCS22
SSC23	17이상	40이상	183 이하	0.07 이하	2.00 이하	2.00 이하	0.040 이하	0.040 이하	27.50 30.50	19.00 22.00	2.00 3.00	3.00 4.00	-	A743-79 CN7M			SCS23
SSC24	105 이상	126 이상	375 이하	0.07 이하	1.00 이하	1.00 이하	0.040 이하	0.040 이하	3.00 5.00	15.50 17.50	-	2.50 4.00	Nb+Ta 0.15 0.45	CB7 Cu-1			SCS24

1.3 동 합금, 알루미늄 합금

1) 청동주물 (KS D 6002)

종류	기호	인장강도	경도	화 학 성 분					관련 외국 규격				
		kgf/㎟	HB	Cu	Sn	Zn	Pb	불순물	ASTM	BS	DIN	JIS	구KS
2종	BC2	25이상	-	86.0 90.0	7.0 9.0	3.0 5.0	1.0 이하	1.0 이하	B584-79 C903			H5111 BC2	BrC1
3종	BC3	25이상	-	86.5 89.5	9.0 11.0	1.0 3.0	1.0 이하	1.0 이하	C905	1400 -73 G1	1705-73 2.1086.01 G-CuSn10Zn	BC3	BrC2
6종	BC6	20이상	-	82.0 87.0	4.0 6.0	4.0 6.0	4.0 6.0	2.0 이하	C836	LG2	2.1096.01 G-CuSn- 5ZnPb	BC6	BrC3

2) 인청동주물 (KS D 6010)

종류	기호	인장강도	경도	화 학 성 분				관련 외국 규격			
		kgf/㎟	HB	Cu	Sn	P	불순물	ASTM	BS	DIN	JIS
2종	PBC2	20이상	60이상	87.0 91.0	9.0 12.0	0.05 0.20	1.0 이하	B505-78 907	1400-73 PB4	1705-73 2.105.01 G-CuSn5ZnPb	H5113-79 PBC2

3) 알루미늄 청동 주물 (KS D 6015)

종류	기호	인장강도	경도	화 학 성 분						관련 외국 규격			
		kgf/㎟	HB 10/1000	Cu	Al	Fe	Ni	Mn	불순물	ASTM	BS	DIN	JIS
1종	AlBC1	45이상	90이상	85.0 이상	8.0 10.0	1.0 4.0	1.0 이하	1.0 이하	0.5 이하	B148-78 952	1400-73 AB1	1714-73 2.0940.01 G-CuAl10Fe	H5114-79 AlBC1
2종	AlBC2	50이상	120이상	78.0 이상	8.0 10.5	2.5 5.0	1.0 3.0	1.5 이하	0.5 이하	954		2.0970.01 G-CuAl9Ni	AlBC2
3종	AlBC3	60이상	150이상	78.0 이상	8.5 10.5	3.0 6.0	3.0 6.0	1.5 이하	0.5 이하	958	1400-73 AB2	2.0975.01 G-CuAl10Ni	AlBC3

4) 연입청동주물 (KS D 6011)

종류	기호	인장강도	경도	화 학 성 분							관련 외국 규격			
								불순물						
		kgf/㎟	HB 10/500	Cu	Sn	Pb	Ni	Zn	Fe	기타	ASTM	BS	DIN	JIS
3종	PbBC3	-	60이상	77.0 81.0	9.0 11.0	9.0 11.0	1.0 이하	1.0 이하	0.3 이하	1.0 이하	B584-79 937	1400-73 LB2	1716-73 2.1176.01 G-CuPb10Sn	H5115-79 LBC3
4종	PbBC4	-	55이상	74.0 78.0	7.0 9.0	14.0 16.0	1.0 이하	1.0 이하	0.3 이하	1.0 이하	938	LB1	2.1182.01 G-CuPb15Sn	LBC4

5) 황동주물 (KS D 6001)

종류	기호	인장강도	경도	화 학 성 분						관련 외국 규격			
		kgf/㎟	HB	Cu	Zn	Pb	Sn	Al	Fe	ASTM	BS	DIN	JIS
2종	BsC2	20이상	-	65.0 70.0	잔유	0.5 3.0	1.0 이하	0.5 이하	0.8 이하	B584-79 C584	1400-73 SCB3	1709-73 G-CuZn33Pb	H5101-79 YBsC2
3종	BsC3	25이상	-	60.0 65.0	잔유	0.5 3.0	1.0 이하	0.5 이하	0.8 이하	C587	DCB3	G-CuZn37Pb	YBsC3

6) 알루미늄 합금 주물 (KS F 6008)

종류	기호	인장강도	경도	화 학 성 분										관련 외국 규격			
		kgf/㎟	HB	Cu	Si	Mg	Zn	Fe	Mn	Ni	Ti	Pb	Sn	Cr	Al	ASTM	BS	DIN	JIS
3종A	AC3A	18이상	약50	0.25 이하	10.0 13.0	0.15 이하	0.3 이하	0.8 이하	0.35 이하	0.1 이하	0.2 이하	0.1 이하	0.1 이하	0.15 이하	잔유		1490-70 LM6	1725/2-73 G-AlSi12	H5202 AC3A

1.4 일반 강봉, 강판, 강관

1) 기계구조용 탄소강 강재 (KS D 3752)

기호	항복점	인장강도	경도	화 학 성 분					관련 외국 규격			
	Kgf/㎟	Kgf/㎟	HB	C	Si	Mn	P	S	ASTM	BS	DIN	JIS
SM30C	N 29이상	N 48이상	N 137 197	0.27 0.33	0.15 0.35	0.60 0.90	0.030 이하	0.035 이하	Al08-73 1030	970-73 080A30		G4501-79 S30C
SM35C	N 31이상	N 52이상	N 149 207	0.32 0.38	0.15 0.35	0.60 0.90	0.030 이하	0.035 이하	 1035	 080A35		 S35C
SM45C	N 35이상	N 58이상	N 167 229	0.42 0.48	0.15 0.35	0.60 0.90	0.030 이하	0.035 이하	 1045	080M46 080A47		 S45C

※ N은 열처리(노오말라이징)를 의미

2) CrMo강 강재 (KS D 3711)

기호	항복점	인장강도	경도	화 학 성 분							관련 외국 규격			
	Kgf/㎟	Kgf/㎟	HB	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	ASTM	BS	DIN	JIS
SCM415	-	85이상	235 321	0,13 0.18	0.15 0.35	0.60 0.85	0.03 이하	0.03 이하	0.90 1.20	0.15 0.30				G4105-79 SCM415
SCM420	-	95이상	262 352	0.18 0.23	0.15 0.35	0.60 0.85	0.03 이하	0.03 이하	0.90 1.20	0.15 0.30				 SCM420
SCM435	80이상	95이상	269 331	0.33 0.38	0.15 0.35	0.60 0.85	0.03 이하	0.03 이하	0.90 1.20	0.15 0.30	 4135	 708A37	1.7220 34CrMo4	 SCM435
SCM440	85이상	100이상	285 352	0.38 0.43	0.15 0.35	0.60 0.85	0.03 이하	0.03 이하	0.90 1.20	0.15 0.30	A322-64a 4140	970-70 708M40	1700-69 1.7225 42CrMo4	 SCM440

3) NiCr강 강재 (KS D 3708)

기호	항복점	인장강도	경도	화 학 성 분							관련 외국 규격			
	Kgf/㎟	Kgf/㎟	HB	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	ASTM	BS	DIN	JIS
SNC631	70이상	85이상	248 302	0,27 0.35	0.15 0.35	0.35 0.65	0.030 이하	0.030 이하	2.50 3.00	0.60 1.00		970-70 653M31	1.5736 36NiCr10	G4102-79 SNC631
SNC836	80이상	95이상	269 321	0328 0.40	0.15 0.35	0.35 0.65	0.030 이하	0.030 이하	3.00 3.50	0.60 1.00			1.5755 31NiCr14	 SNC836

4) 일반 구조용 압연강재 (KS D 3503)

종류기호	항복점 또는 내력			인장강도	화학성분				관련 외국 규격			
	Kgf/㎟			HB	C	Mn	P	S	ASTM	BS	DIN	JIS
	재료의 두께 ㎝											
1종 SS400	16이하	16초과 40이하	40초과		-	-	0.050 이하	0.050 이하	A36-77a A283-78 C	4360-79 40A	17100-66	G3101-76 SS400
	25이상	24이상	22이상	41 52								

5) 배관용 탄소강 강관 (KS D 3507)

기호	항복점 또는 내력	인장강도	화학성분		관련 외국 규격			
	Kgf/㎟	Kgf/㎟	P	S	ASTM	BS	DIN	JIS
SSP	-	30이상	0.040 이하	0.040 이하	A53-78 F	1387-67 BW22	2400-78 2411-78 1.0033 St-33-1	G3452-78 SGP

6) 압력용 배관용 탄소강 강관 (KS D 3562)

종류	기호	항복점 또는 내력	인장강도	화 학 성 분					관련 외국 규격			
		Kgf/㎟	Kgf/㎟	C	Si	Mn	P	S	ASTM	BS	DIN	JIS
2종	SPPS38	22이상	38이상	0.25 이하	0.35 이하	0.30 0.90	0.040 이하	0.040 이하	A53-48 E	3601-74 ERW360	1629(1)-61 St37	G3454-78 STPG38
3종	SPPS42	25이상	42이상	0.30 이하	0.35 이하	0.30 1.00	0.040 이하	0.040 이하	E	ERW410	St42	STPG42

1.5 스텐레스 강봉, 강판, 강관

1) 스텐레스 강봉 (KS D 3706)

기호	내력	인장강도	경도	화 학 성 분								관련 외국 규격			
	Kgf/㎟	Kgf/㎟	HB	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	ASTM	BS	DIN	JIS
STS304	21이상	53이상	오스테나이트계 187 이하	0.08 이하	1.00 이하	2.00 이하	0.045 이하	0.030 이하	8.00 10.50	18.00 20.00	-	A276-76 304	970-70 304S15	17440-72 1.4301 X5CrNi-189	G4303-81 SUS304
STS304L	18이상	49이상	187 이하	0.03 이하	1.00 이하	2.00 이하	0.045 이하	0.030 이하	9.00 13.00	18.00 20.00	-	304L	304S12	1.4306 X2CrNi-189	SUS304L
STS316	21이상	53이상	187 이하	0.08 이하	1.00 이하	2.00 이하	0.045 이하	0.030 이하	10.00 14.00	16.00 18.00	2.00 3.00	316	316S16	1.4401 X5CrNi-Mo1810	SUS316
STS316L	18이상	49이상	187 이하	0.03 이하	1.00 이하	2.00 이하	0.045 이하	0.030 이하	12.00 15.00	16.00 18.00	2.00 3.00	316L	316S12	1.4401 X2CrNi-Mo1810	SUS316L
STS321	21이상	53이상	187 이하 (1) 기타 Ti5×C% 이상	0.08 이하	1.00 이하	2.00 이하	0.045 이하	0.030 이하	9.00 13.00	17.00 19.00	-	321	321S12	1.4541 X10CrNi Ti189	SUS321
STS329J1	40이상	60이상	오스테나이트 퍼라이트 277 이하	0.08 이하	1.00 이하	1.50 이하	0.040 이하	0.030 이하	3.00 6.00	23.00 28.00	1.00 3.00	A240-77 329			SUS329J1
STS403	40이상	60이상	마르텐사이트 170 이상	0.15 이하	0.50 이하	1.00 이하	0.040 이하	0.030 이하	(1)	11.50 13.00	-	A276-75 403	970-70 403S17	17440-72 1.4024 X15Cr13	SUS403
STS416	35이상	55이상	159 이상	0.15 이하	1.00 이하	1.25 이하	0.060 이하	0.150 이하	(1)	12.0 14.00	0.6%이하 첨가할수 있음	A582-75 416	416S20		SUS416
STS420J1	45이상	65이상	192 이상	0.16 0.25	1.00 이하	1.00 이하	0.040 이하	0.03 이하	(1)	12.00 14.00	-	420	420S37	17440-72 1.4021 X20Cr13	SUS420J1
STS420J2	55이상	75이상	217 이상	0.26 0.40	1.00 이하	1.00 이하	0.040 이하	0.030 이하	(1)	12.00 14.00	-		420S45		SUS420J2
STS431	60이상	80이상	229 이상 주 (1) NI은 0.6%이하 함유하여도 좋다.	0.20 이하	1.00 이하	1.00 이하	0.040 이하	0.03 이하	1.25 2.50	15.00 17.00	-	A276-75 431	431S29	17440-72 1.4057 X22CrNi17	SUS431

2) 열간 압연 스텐레스 강판 (KS D 3705)

기호	내력	인장강도	경도	화 학 성 분								관련 외국 규격			
	Kgf/㎟	Kgf/㎟	HB	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	ASTM	BS	DIN	JIS
STS304	21이상	53이상	187 이하	0.08 이하	1.00 이하	2.00 이하	0.045 이하	0.030 이하	8.00 10.50	18.00 20.00	-	A164-74 304	1449-75 304S15	17440-72 1.4301 X5CrNi-189	G4304-81 SUS304
STS304L	18이상	49이상	187 이하	0.30 이하	1.00 이하	2.00 이하	0.045 이하	0.030 이하	9.00 13.00	18.00 20.00	-	304L	304S12	1.4301 X2CrNi-189	SUS304L
STS316	21이상	53이상	187 이하	0.08 이하	1.00 이하	2.00 이하	0.045 이하	0.030	10.00 14.00	16.00 18.00	2.00 3.00	316	316S16	1.4401 X5CrNi-189	SUS316
STS316L	18이상	49이상	187 이하	0.03 이하	1.00 이하	2.00 이하	0.045 이하	0.030 이하	12.00 15.00	16.00 18.00	2.00 3.00	316L	316S12	1.4401 X2CrNi-Mo1810	SUS316L

3) 배관용 스텐레스 강관 (KS D 3576)

기호	내력	인장강도	경도	화 학 성 분								관련 외국 규격			
	Kgf/㎟	Kgf/㎟	HB	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	ASTM	BS	DIN	JIS
STS304TP	21이상	53이상	-	0.08 이하	1.00 이하	2.00 이하	0.040 이하	0.030 이하	8.00 11.00	18.00 20.00	-	A312-79a TP304	3605-73		G3459-78 SUS304TP
STS304LTP	18이상	49이상	-	0.03 이하	1.00 이하	2.00 이하	0.040 이하	0.030 이하	9.00 13.00	18.00 20.00	-	TP304L			SUS304LTP
STS316TP	21이상	53이상	-	0.08 이하	1.00 이하	2.00 이하	0.040 이하	0.030	10.00 14.00	16.00 18.00	2.00 3.00	TP316			SUS316TP
STS316LTP	18이상	49이상	-	0.03 이하	1.00 이하	2.00 이하	0.040 이하	0.030 이하	12.00 16.00	16.00 18.00	2.00 3.00	TP316L			SUS316LTP

2. 라이닝용 고무(천연고무) 재질

2.1 천연고무의 일반적 특성

항 목	천 연 고 무	
	경질고무(HRL)	연질고무(SRL)
비중	1.10 1.50	1.00 1.80
인장강도(kgf/㎠)	200 600	50 250
신 장 율(%)	2.0 25.0	250 650
경도	쇼아 D형 60 90	JIS A형 35 80
굽힘강도(kgf/㎠)	700 1000	-
압축강도(kgf/㎠)	550 850	-
충격강도(kg_f ·㎝/㎝)	10 20	-
최적고유저항(Ω·㎝)	10^{13} 10^{15}	10^{10} 10^{14}
비열(Cal/g/℃)	0.28 0.33	0.3 0.6
열전도율(Kcal/m·h·℃)	0.15 0.20	0.20 0.45
내전압(KV/mm)	20 38	10 20
철모체와의 접착력(kgf/㎝)	100이상	60이상

2.2 천연고무의 액질별 재질선정 및 주요 용도

재 질	일 반 성 능	주 요 용 도	펌프사용 고무의 경도범위
천연경질고무 (HRL)	일반 내 약품성 내 산 성 내 염소 가스성 내 열 용	일반 내약품용 탱크기기, 특히 펌프용으로 많이 사용함.	쇼아 D형 70 80
천연연질고무 (SRL)	내 마모성 내 충격성 염산계통에 좋다.	Sludge 펌프용으로 많이 사용 함.	JIS A형 50 65

3. 규격, 기준, 용도에 따르는 펌프 재료의 예

3.1 상온수용 범용 펌프

특별히 부식성을 문제로 되지 않는 상온수, 우물물, 배수 등을 취급하는 범용 펌프에 대하여는 KS에 규격화 되어 있다. 이들 규격중에서 펌프 주요 부품의 재료를 발췌하여 나타내면 아래와 같다. 그러나 이들과 동등 이상의 재료의 사용은 인정되고 있다.

규격번호 명 칭	펌프형식 흡입구경	펌프본체	회전차	주 축	기 타
KS B 7501 1987 소형볼류트펌프	편흡입 다단 32 200mm	GC150	BC6 GC 150 STS 304 SSC 13	SM 30C STS403	라이너링 : BC6,BsC2,GC150
KS B 7505 1980 소형다단 원심형 펌프	편흡입형 터어빈펌프 또는 볼류트 펌프 40 150mm 단수:2 10	GC150	BC6 GC 150 (안내깃 포함)	SM 30C STS403	라이너링 및 부시류: BC6,BsC2,GC150 슬리브: BC6, GC150 평형원판 또는 평형 피스톤: BC6,GC150 평형사이트: BC6, BsC2, GC200
KS B 6318 1987 양흡입 볼류트 펌프	양흡입 원심형 다단 200 500mm	GC150	BC2 GC150	SM 30C STS403	슬리브: BC6, STS403,SSC1 GC200
KS B 6319 1985 수봉식 진공	일반용 수봉식 진공펌프 (통칭NASH펌프)	GC150 SSC 14	BC3 GC150 SSC14	SM 30C STS403- STS316	슬리브: BC3,SSC1,STS316 포트실린더,포트콘,

표계속

규격번호 명 칭	펌프형식 흡입구경	펌프본체	회전차	주 축	기 타
펌프	20 150㎜				포트플레이트: BC6, GC200, SSC14
KS B 6321 1987 배수용 수중 모타 펌프	편흡입, 단단 원심형 40 100㎜	케이싱 상부케이싱 GC150 부착아답타 BC6 흡입프레임 BsC2 흡입카바 흡입케이상 GC150 토출케이싱 SS400 바깥케이싱 SPP SPPS	STS410 SM 30C	BC6 PBrC2A GC150	라이너링: BC6,BsC2,GC150 STS410B 베어링 메탈: 특수청동 또는 합성 수지,합성고무 스트레이나: STS403CP SS400 GC150

3.2 양수 배수 펌프

펌프형식		부품명 및 재료						
		회전차	회전차보스	케이싱	토출관 토출곡관	주 축	축슬리브	축 보호관
편흡입볼류트 펌프(다단포함)		청동주물	-	회주철 Ductile	-	기계구조용 탄소강	청동주물	
양흡입볼류트 펌프(다단포함)		청동주물	-	회주철	-	기계구조용 탄소강	청동주물 스텐레스강	
사 류 펌 프	횡축	청동주물	-	회주철		기계구조용 탄소강	청동주물 스텐레스강	
	입축	탄소강주물			일반구조용 압연강재 회주철	기계구조등 탄소강 스텐레스강	스텐레스강	배관용 스텐레 스강관

표계속

	펌프형식	부품명 및 재료						
		회전차	회전차보스	케이싱	토출관 토출곡관	주 축	축슬리브	축 보호관
축류펌프	횡축	청동주물 탄소강주물	회주철	회주철	-	기계구조용 탄소강	청동주물 스텐레스강	
	입축				일반구조용 압연강재 회주철	기계구조용 탄소강 스텐레스강	스텐레스강	배관용 스텐레 스강관
입축볼류트 펌프		청동주물 탄소강주물	-	회주철	-	기계구조용 탄소강	스텐레스강	

주) (1) 고양정 볼류트펌프(양흡입 및 입축)는 대체로 양정 80m 이상인 경우에 대하여는 다음 재료를 사용하는 것이 바람직하다.
회전차 : 스텐레스주강, 케이싱 : Ductile 주철, 주강

(2) 비교적 대형인 경우나, 특히 수질이 나쁜 경우에는 회전차는 스텐레스 주강을 사용하는 것이 바람직하다.

(3) 비교적 대형펌프인 경우는 (구경 2,200m 정도) 케이싱의 일부를 강판재로 제작할 수도 있다.

(4) 볼류트 펌프의 표준품에서는 회전차를 회주철재인 것도 있다.

(5) 위의 표는 일본 농림수산성 기준에 의한 양수·배수 펌프의 주요부 재질임.

3.3 하수도용 펌프

설비명칭	펌프형식	부품명 및 재료							
		구분	케이싱류	회전차	주축	라이너	슬리브	중간측	보호관
주펌프	입축 볼류트 사류펌프	A	GC250	13Cr 스텐레스 주강	탄소강 또는13Cr 스텐레스강	13Cr 스텐레스강 또는 주강	13Cr 스텐레스강 또는 13Cr 스텐레스주강	탄소강	-

표계속

설비명칭	펌프형식	부품명 및 재료							
		구분	케이싱류	회전차	주축	라이너	슬리브	중간측	보호관
설비		B	GC 250	18Cr-8Ni 스텐레스 주강	탄소강 또는 13Cr 스텐레스강	18Cr-8Ni 스텐레스 또는 주강	18Cr-8Ni 스텐레스강 또는 18Cr-8Ni 스텐레스주강	탄소강	-
	입축사류 펌프	A	GC250	13Cr 스텐레스 주강	탄소강 또는 13Cr 스텐레스강	13Cr 스텐레스강 또는 주강	13Cr 스텐레스강 또는 13Cr 스텐레스주강	탄소강	18Cr-8Ni 스텐레스강
		B	GC250	18Cr-8Ni 스텐레스 주강	탄소강 또는 13Cr 스텐레스강	18Cr-8Ni 스텐레스강 또는 주강	18Cr-8Ni 스텐레스강 또는 13Cr-8Ni 스텐레스주강	탄소강	18Cr-8Ni 스텐레스강
	수중오수 펌프 (주펌프용 150mm 이상)	A	주철	주철	13Cr 스텐레스 주강	-	-	-	-
		B	주철	13Cr 스텐레스 주강 또는 18Cr-8Ni 스텐레스 주강	13Cr 스텐레스강	-	-	-	-

주) (1) 표중의 케이싱류는 하기의 부품을 나타낸다.

입축볼류트 사류펌프 : 볼류트케이싱, 흡입케이싱. 토출케이싱

입축사류펌프 : 토출케이싱, 토출곡관, 양수관, 흡입 벨마우스

수중오수 펌프 : 볼류트 케이싱

(2) 위의 표는 일본 하수도 사업단 기준에 의한 하수도용 펌프의 주요부 재질임.

표계속

설비명칭		펌프명칭, 형식		부 품 명 및 재 료					
				케이싱	회전차	주 축	흡입카바	스리브	공동베드,기타
송풍기 설비	강제윤활 설비	냉각수 펌프		GC200이상	BC 3.6	SM35C이상	-	STS 304	-
최초 침전지 설비	오니펌프 설비	최초 침전지 오니펌프	무폐쇄형 오니펌프	GC200이상	고Cr주철 (Cr〉 20%)	SM35C이상 (슬리브 부착)	고Cr주철 (Cr〉 20%)	그랜드패킹방식: STS 420J1 으로 내식, 내마모재가공 메카니칼씰방식: STS 304	GC200이상 또는 SS400
최종 침전지 설비	오니펌프 설비	반송 오니펌프 잉여 오니펌프	무폐쇄형 오니펌프	GC200이상	고Cr주철 (Cr〉 20%)	SM35C이상 (슬리브 부착) STS 304	고Cr주철 (Cr〉 20%)	그랜드패킹방식: STS 420J1 으로 내식, 내마모재가공 메카니칼씰 방식: STS 304	GC200또는 SS400
액체염소 소독설비	염소 주입장치	급수가압 펌프	단단 또는 횡축편흡입	GC200이상	BC 6	SM35C이상	-	BC 6	-
	염소가스 중화장치	가성소다 용액펌프	횡축편흡입	PVC	PVC	STS 304	-	-	GC200
오니소화 탱크설비	오니펌프 설비	오니농축 탱크 오니펌프	무폐쇄형 오니펌프	GC200이상	고Cr주철 (Cr〉 20%)	SM35C SM45C (슬리브부착)	고Cr주철 (Cr〉 20%)	그랜드패킹방식: STS 420J1 으로 내식, 내마모재가공 메카니칼씰 방식 : STS 304	GC200또는 SS400
	오니소화 탱크설비	1차, 2차 탱크용 오니펌프							
	탈유설비	세정수 급수펌프	GC200이상	BC 3 6	SM35C이상	-	STS304	GC200또는 SS41	
	급수설비	급수펌프	단단 또는 다단볼류트 펌프	GC200이상	BC 3 6	SM35C이상	-	STS 304	Ejector : Maker 표준 배관 : SPP
	세정오니 펌프설비	오니세정 탱크 오니펌프	무폐쇄형 오니펌프	오니펌프설비, 오니 농축탱크 오니펌프와 동일 재료					
진공탈수 설비	오니이송 설비	오니이송 펌프	무폐쇄형 오니펌프	GC200	고Cr주철	SM35C SM45C (STS 304 슬리브 부착 또는 STS304	고Cr주철	-	GC200 또는 SS400
	진공로 과기설비	로액펌프	원심형 자흡식 펌프	GC200이상	GC200이상	STS 304	-	-	-
		진공펌프	횡형액봉식 진공펌프	GC200이상	GC200이상	SM35C			사이렌샤 겸 세퍼레이터: SS400
	부대설비	급수펌프		GC200이상	사용조건에 적절한 것	SM35C이상	-	STS 304	
가압 탈수설비	오니이송 설비	오니이송 펌프	무폐쇄형 오니펌프	오니 소화 탱크설비의 오니펌프설비. 오니 농축탱크 오니펌프와 같은 재질					
	가압로 과기설비	오니투입 펌프	무폐쇄형 오니펌프	고Cr주철 (Cr〉 20%)	고Cr주철 (Cr〉 20%)	SM35C SM45C (스리브 부착)	고Cr주철 (Cr〉 20%)	그랜드패킹방식: STS 420J1 으로 내식, 내마모재 가공 메카니칼씰 방식 : STS 304	

표계속

설비명칭		펌프명칭, 형식		부품명 및 재료					
				케이싱	회전차	주 축	흡입카바	스리브	공동베드,기타
		수압펌프	단단 또는 다단원심 펌프	GC200이상	BC 3 6	SM35C이상	-	-	GC200이상 또는 SS400
	부대설비	급수펌프	상동	진공 탈수설비의 부대설비. 급수펌프와 같은 재료					
원심 탈수설비	오니이송 설비	오니이송 펌프	무폐쇄형 오니펌프	-	고Cr주철 (Cr〉 20%)	S35C S45C (슬리브 부착)	고Cr주철 (Cr〉 20%)	그랜드패킹방식: STS 420J1 으로 내식, 내마모재 가공 메카니칼씰 방식 : STS 304	-
	부대설비	급수펌프	단단 또는 다단원심 펌프	GC200이상	GC200 상당품 이상	SM35C이상	-	STS 304	
벨트 프레스 탈수설비	부대설비	급수펌프							
오니 소각설비	배연 처리설비	가성소다 순환펌프	횡축 편흡입	PVC	PVC	STS 304	-	-	GC200이상 또는 SS400
		세정수 순환펌프	원심펌프	고Cr주철 또는 GC+ 고무라이닝	고Cr주철 또는 GC+ 고무라이닝	STS304 또는SM35C 이상+ STS304 슬리브	-	-	-
		급수펌프	횡축 원심펌프	Maker 표 준					

주. 근래에 들어서는 무폐쇄형 오니펌프 대신에 추진공동형(편심 스큐류형) 펌프를 사용하는 경우가 늘고 있다.

3.4 해수용 펌프

사용 목적에 따라서 각종의 금속 재료가 이용되고 있으나 재료 선정시에는 재료단체(單體)의 내식성, 기계적 강도를 고려하는 것은 물론 해수의 온도, 농도 및 유속과 사용재료의 내 Erosion, Corrosion성, 이종 금속재료의 조합에 의한 전기 화학적 부식 등, 구조상의 설계에 유의하는 것이 중요하다.

또한, 펌프의 사용환경, 사용조건, 사용 내용년수, 중요도, 안전성 등을 고려하여 가장 기계적인 재료를 선택하여야 한다. 일반적인 재료의 조합예를 다음표에 나타내었다.

구분	케이싱	회전차	주 축	라이너링	축슬리브	양 수 관
1	GC200,250에 타르 에폭시 또는 에폭시 Coating, 라이닝	BC2,3,6	STS 304 STS 316 STS 316L STS329J1	BC2,3,6	STS 304 STS 316 STS 316L STS329J1	GC200,250에 타르 에폭시 또는 에폭시 Coating, 라이닝
2	2%NiGC(Ni주철)에 타르에폭시 도장	SSC13,14 16, 11		SSC13,14,16		2%NiGC(Ni주철)에 타르에폭시 도장
	NiCrGC(NiCr주철) 에 타르에폭시 도장					NiCrGC(NiCr주철) 에 타르에폭시 도장
3	Resist 주철 Type D2,D2B					Resist 주철 Type D2,D2B
4	SSC 13,14,16					STS 316L (스텐레스강관 또는 판)
5	BC 2,3,6	BC2,3,6		BC2,3,6	BC2,3,6	BC2,3,6
6	Aℓ BC2,3	Aℓ BC2,3	모넬, K모넬, (니켈동 합금)	Aℓ BC2,3 모넬,K모넬		Aℓ BC2,3
7	SSC 23 (Carpenter20 상당 주물)	SSC 23	ASTM-B427 (카벤터 20 상당 봉강)	SSC 23	ASTM-B427	SSC 23 ASTM-B463 (Carpenter20 상당 강판)

사용예)

구분 1,2 : 조선소 도크배수, 소화용 등 사용빈도 및 접수빈도가 작은 펌프류

구분 5 : 박용펌프 등

구분 3,4,6,7 : 발전소 냉각수 순환용, 해수 담수화 Plant용 등, 연속운전으로 신뢰성이 중요시되는 펌프류

3.5 고온용 펌프

열매, 열유 등을 취급하는 고온펌프, 열수 순환용 등의 고온, 고압 펌프나 고온, 고압, 고양정의 보일러 급수 펌프등의 재료에 대하여는 고온도에서의 내력, 인장강도, Creep 강도의 저하를 고려할 필요가 있다. Mo, Cr, Mn, Ni등의 원소의 첨가는 재료의 고온강도를 높이는 효과가 있다.

더욱이 보일러 Plant의 급수나 보일러수에 대하여는 KS B 6209에서 보일러의 종류, 압력에 대하여 수질(PH값, 전기전도율 등)이 규정되어 있으므로, 이것에 대한 내식성과 동시에 고속류에 대한 내침식성을 고려할 필요가 있다. 다음 표에는 고온펌프의 각종 용도에 따라서 추천되는 재료의 예를 나타내었다.

분류	용 도	사용온도	케이싱	회 전 차	주 축
고온펌프	열매펌프	150 380℃	미하나이트주철 구상 흑연 주철 탄소강 주강	미하나이트주철 구상 흑연 주철 13%Cr 스텐레스 주강	탄소강 13%Cr 스텐레스강 CrMo강
	용융염펌프	200 500℃	CrMo 주강 13%Cr 스텐레스 주강	13%Cr 스텐레스 주강	CrMo강
	열유펌프	400℃	탄소강 주강, CrMo 주강 13%Cr 스텐레스 주강	13%Cr 스텐레스 주강	13%Cr 스텐레스강 CrMo강
고온고압펌프	보일러 급수펌프 보일러 순환펌프	105 200℃ 200 420℃	미하나이트주철 탄소강 주강, CrMo 주강 13%Cr 스텐레스 주강	청동 인청동 미하나이트 주철 저 Ni 주철 13%Cr 스텐레스 주강	탄소강 13%Cr 스텐레스강 CrMo강 NiCrMoV강

3.6 저온용 펌프

금속 재료는 저온으로 되면 인장강도 및 경도는 증가하지만 신장과 신축성은 저하한다. 이 때문에 LNG 등의 액화가스를 취급하는 펌프의 재료는 저온에 따른

분 류	액화가스、빙점		℃	응용분야	사용금속재료	펌프사용예
냉동범위 (Ordinary Refrigeration)	부탄	-0.6	0			
	암모니아	-33.6				액화부탄 이송
	염소	-33.6		석유정제시 프로판		에치렌플펜트내
	프레온22	-40.6		탈루		액체 이송
	프로판	-42		혈장의 냉동건조		액염
	프로필렌	-43			조밀한 저탄소강 (Si계 또는Mn계)	프레온
						액화프로판 이송
			-50		2.5%Ni강	
저온 (Low Temperature)				염소의 액화		에쳘렌플렌트의
				석유정제시 아황산		탈 메탄 용
				가스의 탈루		액화 에탄
	탄산가스	-78.5		페니실린의 냉동건조		
	아세틸렌	-84		아황화 질소의 정제		
	에탄	-89			3.5% Ni강	
			-100			
	에치렌	-104				
			-150			
초저온 (Cryogenic)	산화질소	-151				LNG용
	LPG	-160				
	메탄	-161		천연가스의 액화		
	산소	-183		도시가스,전력관계		액화산소(LO2)
	알곤	-185.7		우주, 항공관계		
	붕소	-187		코크스로(爐)가스에서		액화질소(예냉용)
	질소	-196		에치렌 분리	9% Ni강	(LN2)
			-200	액화공기등의 제조		
				천연가스에서 헬륨추출		
			-250			
극저온	네온	-246			동 합금	액체수소(LH2)
	수소	-253		헬륨액화	Ni합금	액체헬륨
	헬륨	-263				
			-273	전자.전기공학(초전도현상)		

주. 기타 양액 및 용도에 따른 펌프의 재질 조합에 대하여는 HI(American Hydraulic Institute) Standards 및 API 610 (American Petroleum Institute, Centrifugal Pumps Generral Refinery Services)을 참고하거나 제작자와 협의하여 정한다.

성질을 특별히 세심하게 검토하지 않으면 안된다. 연강에서 Ni 원소의 첨가는 저온에서의 충격값 저하의 대책이 되고, 전이온도를 내리는 효과가 있다. 또한 순도가 높은 Al 합금, 동합금, Ni합금 및 오스테나이트 스텐레스강은 저온에서 충격값의 급격한 저하가 없으므로 저온 재료로 흔히 사용되고 있다. 다음표에 각종 액화가스의 공업적 응용분야와 사용 재료의 예를 표시한다.

4. 부식과 방식

4.1 금속의 전위

1) 이온화 경향

금속이 환경속의 다른 물질과 불필요한 화학적 또는 전기화학적 반응을 일으켜 표면에서 변질하여 그 모양이 흐트러지거나 썩어서 삭는 것과 같은 소손 현상을 금속부식이라 한다. 금속이 유체와 접해 있을 때에 생기는 부식은 금속이 접하는 유체와의 사이에 화학반응을 해서 금속 화합물을 생성 시키므로 활성이 큰 금속일수록 반응하기 쉽고 부식되기도 쉽다. 유체속에서 불순물인 금속이 있을 때에는 두 종류의 금속간에 전지가 형성되어서 저전위의 금속표면이 이온화 되어 흘러 나와 부식한다. 일반적으로 활성이 큰 금속일수록 전위가 낮고 활성이 작은 금속일수록 전위가 높다. 각종 금속 원소의 전극 전위와 활성(이온化傾向)은 다음과 같다.

이온화 경향 소 ◀——▶ 이온화 경향 대

(高電位) (低電位)

Au,Pt,Ag,Cu,(H),Pb,Sn,Ni,Co,Cd,Fe,Cr,Zn,Mn,Al,Mg,Ca„Na,Ba,K

위의 순서에 따라 전극전위(電極電位)가 높고 활성이 작으며 이온화 경향이 작은 금속일수록 전기 화학적 부식에 대해서 강하다. 이것은 순화학적 부식의 경우 및 산(酸)에 대한 경우에도 대략 같은 경향이라고 한다.

2) 해수중에서의 금속전위

실지로 금속은 합금으로 사용되는 경우가 많다. 합금의 경우는 금속원소와는 달리 금속 표면의 조직이 균일하다고 생각되므로 금속 표면상에 국부전지(局部電池)가 생겨 저전위(低電位)의 부분이 부식되게 된다. 합금 및 금속원소의 전극전위(電極電位)는 다음표와 같다.

金屬의 固有電位

白金	+0.33V
金	+0.18
스테인레스(18Cr-8Ni-3Mo)	-0.04
銀	-0.06
스테인레스(18Cr-8Ni)	-0.08
모넬(67Nc-30Cu)	-0.10
靑銅	-0.14
黃銅(85015)	-0.15
銅	-0.17
(標準水素電極)	-0.24
니켈	-0.24
黃 銅(60Cu-30Zn)	-0.27
失錫	-0.46
鉛	-0.50
鋼, 鑄鐵	-0.45 0.65
듀랄루민	-0.61
알루미늄	-0.78
亞 鉛	-0.07
마그네슘	-1.60

海水中, 飽和甘永基準

펌프의 구성재료가 받는 부식은 상기의 부식외에 유수에 따른 충격, 캐비테이션, 유체속의 고형물에 의한 마모가 가해진다. 또한 유체가 해수인 경우는 해수의 성상(性狀)이 장소와 때에 따라 다르고, 부식의 상태도 여러 가지이므로 활성이 큰 합금이 언제나 부식이 심하다고 할 수는 없음에 유의하여야 한다.

5) 부식작용에 관계하는 요소

펌프 각부위에 부식작용은 그 원인이 반드시 단순한 것은 아니며 그 표현 방식도 대단히 복잡하다. 그러나 부식의 원인이 되는 여러 요인중에는 필연적으로 기준이 되는 것이 있다. 아래에 그 기준이 되는 요소에 대하여 간단히 서술한다.

a) 액의 종류, 농도, 성분, pH 값

PH:14 7 3

←알카리→ 중성 ←산→

b) 액온

온도가 높을수록 부식이 생기기 쉽다. 또 pH 값이 낮아진다.

c) 용존산소량

많을수록 부식이 생기기 쉽다. 그림 3.1에 용존산소가 부식에 끼치는 영향을 표시한다.

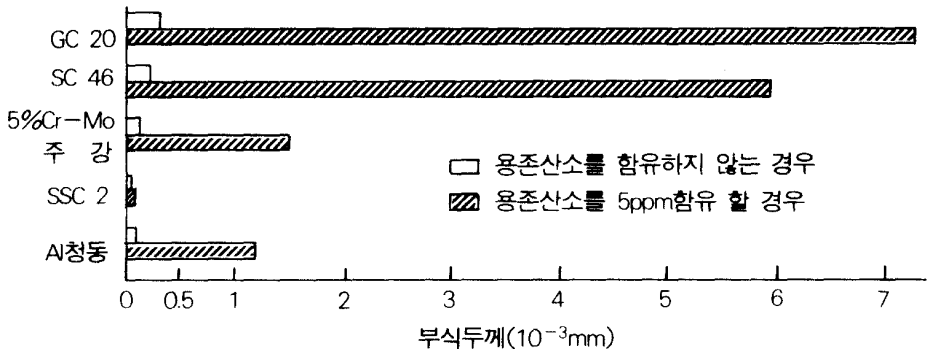


그림 3.1 3% 식염수, 유속 30m/sec에서의 용존산소의 영향

d) 유속

일반적으로 빠를수록 부식이 생기기 쉽다. 그러나 스테인레스강과 같은 것은 유속이 빨라지고 산소의 공급이 많아지면 산화물표면 기막이 한층 완전하게 되어 내식성이 좋아진다. 각종 재료에 대한 식염수 유속의 영향을 그림 3.2에 표시한다.

e) 금속 표면조직의 균일정도

f) 접액부재료의 조합 및 표면적비, 상호 거리

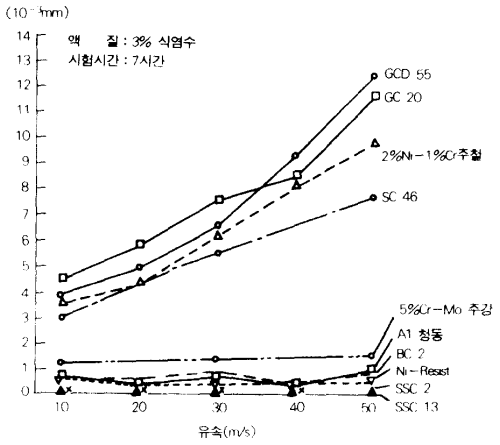


그림 3.2 각종 재료의 부식 두께와 유속과의 관계

g) 금속표면의 현상

돌기부, 캐비테이션의 발생부위, 충격류를 받는 부위는 부식이 생기기 쉽다.

h) 재료가 응력을 받고 있는 부분은 부식이 생기기 쉽다.

4.2 부식의 종류와 그 원인, 대책

부식의 종류	부식의 형태와 원인	대 책
전면부식 (Uniform attack)	전면에 균일하게 부식되며, 보통 볼 수 있는 철의 붉은 녹 등이 이 종류의 부식이다.	통상은 부식여유를 고려하는 등의 대책이 있으나 부식의 진행이 급속한 경우에는 방청처리 또는 재질의 재검토를 행한다.
공식(침식) (Pitting corrosion)	스텐레스강, 특히 13% Cr 등에서는 (1) PH〉3인 약한 부식 환경 (2) Cl, Br 등 할로겐 이온의 존재 (3) 산소 또는 산화성 금속의 존재 등에 의해 부식공을 생성시키는 수가 있다. 이것을 공식이라 말한다. 더욱이 해수중의 동합금의 콘덴샤관 등에서 볼 수 있다.	내공식성 스텐레스강으로서는 Mo, Cu를 첨가하여 C량을 감소시킨 것, 예를들면 STS 316, 316L, 317, 317L 이 있다. 방지법으로서는 (1) Mo, Si의 첨가 (2) 음극방식법 (3) 미리 크롬산 용액중에 침입시켜 부동태화 처리한다.
입계부식 (Intergranular corrosion)	18-8 스텐레스 강의 중대한 결점이 되는 부식으로 산성용액 중에서 결정립계가 급속히 침식되는 부식을 말한다. 500℃에서 700℃에서의 부적당한 열처리에 의한 입계 부근의 Cr이 탄화물을 형성하여 방식에 필요한 Cr량이 부족한 것에 기인한다고 말할 수 있다.	(1)용접부의 용체화 처리를 한다. (2) 금속중의 탄소량을 감소시킨다. (예: STS 304L, 347, SSC 21,22) (3) C와의 친화력이 Cr 보다 강한 원소(Ti,NB,Ta등)의 첨가(예: STS 321, 347, SSC 21, 22) (4) 오스테나이트·페라이트 이상(二相) 조직으로 한다.
응력부식 분열 (Stress corrosion cracking)	스텐레스강, 연강, 황동, Al합금, Mg합금 등에서 금속내부의 잔류 인장응력이나 외부에서의 인장응력이 존재한 상태에 있는 특정의 부식환경에 놓이면 분열하는 수가 있다. 스텐레스강에서는 염화물 수용액중에서, 동합금에서는 암모니아 분위기 중에서 일어나기 쉽다.	부식환경의 제거 및 인장응력의 제거에 유효하다. 그 수단으로서 (1) 음극방식법 (2) 열처리에 의한 잔유응력의 제거
부식피로 (부식피로분열) (Corrison fatigue cracking)	부식환경과 반복응력의 조합에 의해 피로한계가 저하되어 파괴하는 것이다. 응력부식 분열이 정적인 인장응력에 기인하는 것에 대하여 부식피로는 동적인 반복응력에 기인한다.	(1) 기본적인 강도설계 대책과 재질검토, 예를들면 오스테나이트계 스텐레스강 대신에 오스테나이트·페라이트 이상(二相)의 스텐레스강(STS 329J1, SSC13)을 사용한다. (2) 음극방식법 (3) 아연도금
산소농담전지부식, 이온농담전지부식, (Oxygen concentration cell) (Salt concentration cell) 틈새 부식	액중의 이온농도 또는 산소농도의 차에 의해 형성되는 전지에 의한 부식으로 동일 금속면내에서도 이온농도나 산소농도가 작은 곳과 접해 있는 부분이 양극으로 되어 국부부식을 일으킨다. 나사입구부나 이음매 등이 부식되는 것은 그 부분의 산소농도가 낮게 되기 때문이다.	틈새의 형상에 관하여는 틈새부식은 어느정도 설계적으로 방지할 수 있다. 즉, (1) 불필요한 요철, 틈새는 피하여 설계한다. (2) 유속이 균일하게 되도록 설계한다. (3) 틈새 부분을 만들어야하는 경우에는 해수중에서는 부동태형 재료가 틈새부식을 일으키기 쉽다는 것을 염두에 두어야 하며, 틈새부에는 틈새부식 방지제를 사용한다.

표계속

부식의 종류	부식의 형태와 원인	대 책
선택부식	합금중에 있는 특정의 성분만이 선택적으로 침해 받는 부식이 선택 부식이다. 예를들면 황동의 탈아연, 알루미늄 청동의 탈 알루미늄, 니켈합금의 탈 니켈, 주철의 흑연화 등이 이 종류의 부식이다.	(1) 합금조성을 검토하여 선택부식이 일어나지 않는 조성으로 한다. (2) 음극방식법 (3) 설계 두께의 증가
캐비테이션 침식 (Cavitation erosion)	캐비테이션이 발생할 때에도 금속 표면상에서 유속차, 용존산소 농도차가 있으므로 국부전지를 형성하여 기포파괴시의 물리적 침식작용과 어울려 국부부식을 현저하게 촉진한다.	캐비테이션이 일어나지 않게 설계하는 것은 말할 필요도 없지만, 재료적으로는 내식 내마모적으로 우수하고, 피로강도가 강한 재료를 선정하는 것이 필요하다. 다음 금속재료의 캐비테이션에 대한 내식성 순위표 참조.

금속재료의 캐비테이션에 대한 내식성 순위표(일본 수력기계공학 편람에 의함.)

순위	청 수 중		순위	해 수 중	
	비철금속재료	철강재료		비철금속재료	철강재료
1	스텔라이트(CoW계)		1	스텔라이트(CoW계)	
2	베릴륨청동		2	베릴륨청동	
3	알루미청동(Al〉10%)	18Cr-8Ni강,13Cr강	3	알루미청동(Al〉10%)	18Cr-8Ni강,13Cr강
4		NiCrMo강	4		NiCrMo강
5	실루진청동	NiCr강	5	실루진청동	NiCr강
6		Mn강	6		Mn강
7	망간청동	MnCr강	7	망간청동	MnCr강
8	CuNi(N60%)	Cr강	8	CuNi(N60%)	Cr강
9	청동(CuSn)	Ni강	9	청동(CuSn)	Ni강
10		탄소강	10		
11	청동(CuSnZn)	합금주강	11	청동(CuSnZn)	탄소강, 합금주강
12		주강	12		주강
13	황동(6-4 Brass)		13	황동(6-4 Brass)	
14		연강	14		연강
15	Cu-Ni(Ni30%)		15	Cu-Ni,황동(7-3Brass)	
16	황동(7-3 Brass)		16		
17		주철	17		
18			18		주철
19	동		19	동	
20	알루미늄		20	알루미늄	

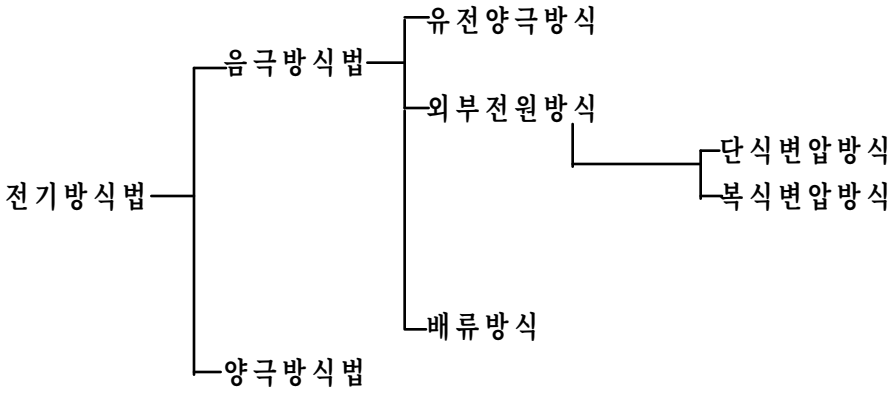
4.3 방식방법

펌프의 부식에서 가장 많은 것은 해수인 경우의 전기화학 부식이다. 해수 펌프의 부식 예는 대단히 많음에도 불구하고 이것에 대한 완전한 방식방법은 아직 확립되어 있지 않다. 이것은 펌프로 취급하는 해수는 공업지대의 해안 부근에서 취하는 경우가 많고, 여러 가지 공장 폐수로 오염되어 있어 조성이 복잡하고 부식의 진행 형태도 여러 가지이기 때문이다. 여기서는 일반적으로 널리 사용되는 부식 대책에 대해서 간단히 서술 한다.

1) 금속재료의 적정한 선정
2) 구조상의 적정한 설계
   - 이종금속의 조합 사용을 피한다.
   - 불필요한 틈새, 모난구석, 표면의 요철을 없앤다.
   - 부식여유를 고려한다.
   - 유속이 균일하게 되도록 설계한다.
   - 캐비테이션의 발생이나 공기 흡입을 방지한다.
   - 응력집중이 일어날 수 있는 구조를 피한다.
3) 방식을 고려한 제작, 조립, 보수관리
4) 금속피복
   도금, 금속용사, 확산침투 등
5) 무기방식 피복
   - 각종 라이닝(자기, 유리 등)
   - 몰타르, 콘크리트 피복
   - 화성(化成) 처리 피막, 화학 화성(化成) 처리, 양극산화
6) 유기방식 피복
   - 도료에 의한 피복
   - 각종 라이닝(고무, 플라스틱 등)
7) 부식환경의 제거
   제습, PH 의 조정, 용존산소의 제거 등
8) 부식 억제제의 사용
9) 전기방식법
   전기화학적 작용을 이용하여 방식하는 방법

4.4 전기방식법

전기방식법에는 금속체에 음극전류를 흘려서 방식하는 음극 방식법과 양극전류를 흐르게 하여 방식하는 양극 방식법이 있지만, 우리나라에서는 주로 음극 방식법이 이용되고 있다.



1) 유전양극방식

흡입관이나 케이싱 등 특히 방식을 필요로 하는 부분에 아연, 마그네슘 알루미늄 등을 장치한다. 장치된 금속은 양극이 되어 점차 용해되어 소모되지만 피방식체는 음극이 됨으로 보호된다. 단 양극이 될 금속은 순도 99.99% 정도 것이 필요하며 또 확실하게 전기적 접촉을 유지하도록 장치되지 않으면 안된다.

2) 외부전원방식

전기화학적 부식의 원리에서 생각하여 역전류를 외부에서 흐르게 하면 부식을 억제할 수가 있다. 이것을 실용화한 것이 외부 전원 방식에 의한 전기 화학적 방식법 혹은 단순히 전기 방식법이라 부르는 것이다. 이 방법은 근래에 상선용의 대형 순환수 펌프에 실시하여서 상당한 성과를 올렸으나 일반적으로는 설계 및 기술상 개개의 펌프에 대해서 각각 별개의 계산을 하지 않으면 안된다. 또 부식현상 그 자체의 표시법도 단순하지 않으므로 현재는 아직 실시된 사례가 비교적 적다.

음극방식법의 득실 비교

항목 \ 방식방법	유전양극방식	외부전원방식
전원의 필요여부	불요 (전지구성)	필요 (저압)
유효전압	0.2-0.7V	60V이하 임의
유지전력비	불요	필요
방식체 열화우려	Mg 이외는 없다.	있는 경우에 자동제어가 요구된다.
타 시설과의 간섭	없다	우려된다.
보수관리비	작다(거의 0)	크다.
경제성	작은 대상에 유리	큰 대상에 유리

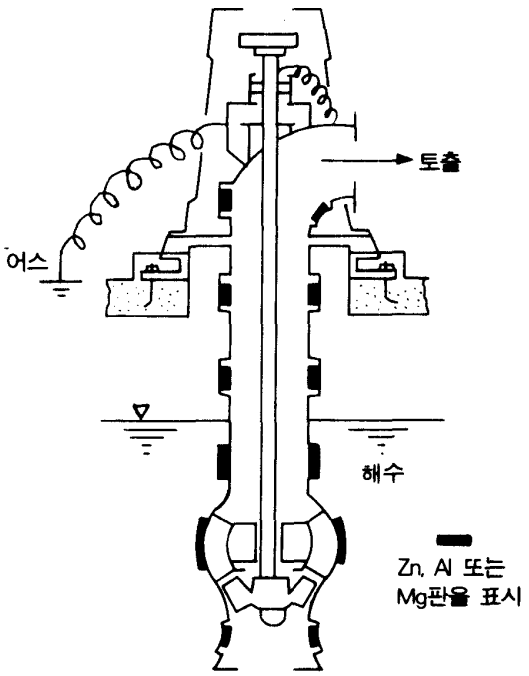


그림 3.3 유전양극 방식

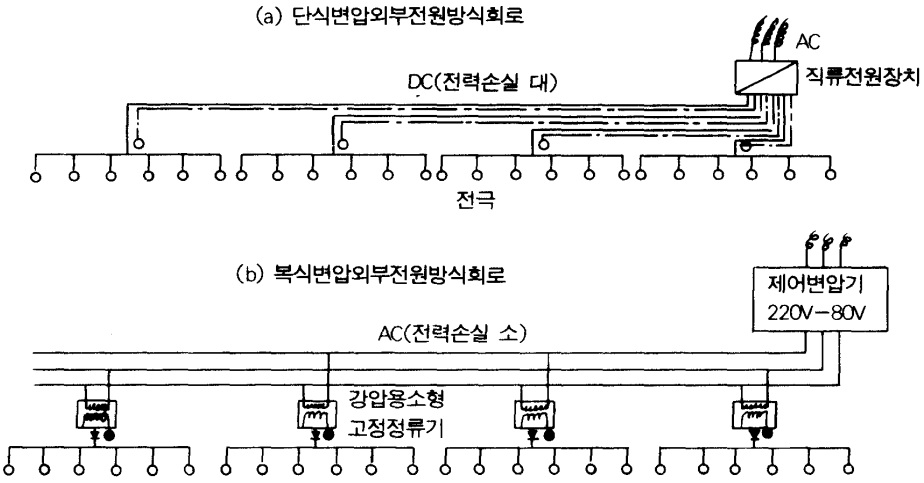


그림 3.4 외부 전원방식 회로

5. 펌프 재료의 선정에 필요한 조건 및 데이타

펌프에 사용하는 재료는 취급액의 종류, 성상에 따라 결정되는 것은 아니며, 펌프의 운전조건, 사양, 구조, 형상 치수나 재료 자체의 강도, 내력, 내마모성, 내식성, 내열성, 열팽창 구조, 단조성, 기계가공 및 용접성 등의 여러 특성 및 그들 재료의 시판성, 경제성, 더구나 재료를 취부하는 장소의 환경이나 Plant 전체로부터 펌프에 요구되는 조건 등에 따라서도 크게 좌우된다. 펌프 재료의 선정에 필요한 조건 데이터는 다음과 같이 된다.

5.1 펌프의 사용목적

1) Plant명 :
2) 펌프명칭 :
3) 펌프용도 :
4) 설치장소(실내, 옥외):

5.2 펌프설치 현장의 환경, 분위기

1) 부식성의 유무 :

2) 인화폭발성의 유무 :
3) 기온 및 그 변화 : 평상시 ℃, 최고 ℃, 최저 ℃
4) 습도 : 평상시 %, 최고 %
5) 지진, 태풍, 염풍, 모래폭풍 등의 영향 및 그 압력, 량, 액질:
6) 냉각, 주수원등의 유무:
7) 온도 등

5.3 플랜트 전체로부터 펌프에 요구되는 조건

펌프에 직접 필요한 조건뿐만 아니라, 플랜트 전체에서 요구 또는 제약 받는 조건

5.4 요구되는 내용기간(수명)

Hr 또는 년

5.5 펌프 양액의 종류 및 성상

1) 액명과 성분 (용액, 혼합액의 경우) :
2) 액온
운전시 : 상온 ℃
최저 ℃, 최고 ℃
정지시 : 최저 ℃
3) 액 비중 (운전온도 ℃) :
4) 포화증기압(운전온도 ℃) :
Kgf/㎠ abs, ㎜Hg
5) 점성 (운전온도 ℃) :
cP, cSt
6) 빙 점 : ℃
7) 응고점 : ℃
8) 결정 석출온도(용액의 경우) : ℃

5.6 고형물을 함유하는 양액의 경우

1) 고형물의 형상(펄프상, 사상, 이외 구체적으로) :

2) 경도 및 마모성의 정도(구체적으로)
3) 고형물의 비중 :
4) 고형물 함유의 농도 : 중량%
5)고형물의 입도 및 크기
메쉬 또는 ㎜ 중량%
메쉬 또는 ㎜ 중량%
메쉬 또는 ㎜ 중량%

5. 7 양액의 부식성

1) 부식성 물질명 및 그농도 : 중량%
2) pH치 (25℃) :

5.8 양액중에 공기 외의 가스를 함유하는 경우

1) 가스의 명칭 :
2) 함유농도 : 체적%
3) 함유상태 (기포, 포화) :

5.9 펌프 운전조건(단속, 연속, 부하변동 등)

1) 연속운전시간
Hr 또는 개월
2) 일일의 운전시간과 기동, 정지의 빈도 :
Hr/Day, 회/Day

5.10 부식, 마모 그외 사고의 경험

관련하는 다른 펌프나 이미 설치된 펌프에서의 부식, 마모 외에 지금까지의 경험한, 사고, 부적절한 점이 있었다면 이들 자료를 참고로 한다.

이상 상술된 바와 같이 펌프 재료의 선정, 결정에 즈음하여는 광범위하게 많은 조건, 데이터를 기준으로 검토하지 않으면 않된다. 그중에는 서로 상반되는 조건이 서로 얼킨 것도 있으므로 사용자, 플랜트 제작자, 펌프 제작자, 삼자가 협의하여 가장 적절한 재료를 선정, 결정하도록 하는 것이 바람직 하다.