

素材開發面에서 본 韓國의 化學工業

白 南 哲*

서 론

석유화학제품은 석유, 천연가스, 정유폐가스 등을 원료로 하여 만들어진 화학제품이며 동제품은 오늘날 우리 일상생활의 필수품에서 부터 산업재에 이르기까지 다양하고 중요한 제품들의 원료이다.

그러나 사람들은 일상생활중에서 수천가지의 석유화학제품을 원료로한 가공제품을 사용하고 있지만 그것이 석유화학제품으로 만들어졌다는 사실에 대해서는 대부분 잘 모르고 있다.

석유제품이 개발되기 전까지는 인간의 의·식·주에 필요한 생활필수품이라든지 모든 산업자재는 대부분 철, 종이, 알루미늄, 綿, 毛 등 천연자원에 의존하였다.

그러나 인구가 늘어나고 문화가 발달되고 생활수준이 높아짐에 따라 인간이 필요로 하는 양은 점차 증가하는 반면 천연자원은 자원의 한정 등으로 욕구를 충족시킬 수가 없었다.

이를 충족시키기 위하여 합성화학에 관심을 갖게된 결과 처음 출현한 것이 석탄화학이다. 석탄화학도 기술의 한계등으로 필요량을 조달할 수가 없어 이를 발판으로 개발된 것이 석유화학이다.

석유화학의 개발역사는 약 50년에 불과 하지

만 동제품이 갖는 우수한 성질, 가격의 저렴, 천연자원과 대체의 필요성 기술개발등으로 오늘에 이르는 인간생활의 필수불가결한 중요소재 공급원으로 위치를 확고히 하고 있다.

석유화학공업의 효시로는 1872년 미국에서 천연가스를 원료로 고무제품의 원료인 카본블랙을 만들어 낸 사실을 드는 경우도 있으나 근대적 석유화학공업의 시작은 1920년 미국 「Standard oil」사가 「올레핀 가스」를 이용하여 「이소·프로필알콜」을 생산하기 시작한 때부터라 볼 수 있다.

미국에서는 1920년대 부터 자동차공업이 발달함에 따라 도로, 용제등 석유화학제품의 수요가 급증하였으며 1930년대에는 이미 합성세제, 합성고무 그리고 일부 합성수지 제품도 개발되게 되었다. 1930년대 부터는 또한 원료로 부터 최종제품에 이르는 일관된 대량생산체계가 갖추어지기 시작하였다. 2차대전 중에는 전략물자로서 합성고무의 생산이 급증하였으며 합성섬유와 합성수지도 본격적으로 개발되기 시작하였다.

1950년대에 들어와 석유화학 공업은 구미 선진국들의 화학공업이 중심을 이루어 각 분야에서 크게 성장하였으며, 이때부터 공장규모의 대형화, 생산기술의 혁신, 신제품의 개발 등이 급속히 이루어지기 시작하였다. 1950년대 후반에는 일본도 석유화학공업을 육성하기 시작하였으며

*慶熙大學校 工科大學 化學工學科

1960년대 부터는 많은 개발도상국들도 석유화학 공업의 육성을 추진하였다.

석유화학제품은 개발초기에는 자연제품을 대체하는 기능만을 수행하였으나 지속적인 기술개발과 혁신을 통하여 신수요를 창출해 냈으며 자동차 전자등 관련 공업의 발전에도 크게 이바지하였다. 그러나 1970년대에 들어와서는 대체수요의 감퇴와 「오일·쇼크」등으로 발전속도가 많이 둔화되었다.

고유가시대 이전 선진국은 낙관적인 수요전망을 근거로 꾸준히 설비를 증강해 왔으며 한편 개발도상국은 수입대체산업으로 전략적으로 육성하여 왔고 사우디등 산유국은 부존자원의 고부가가치화를 위하여 석유화학공업을 개발하여 왔다.

그 결과 1981년 자유세계 에틸렌 생산능력은 5,000만톤으로 수요 3,500만톤에 비하여 약30%에 달하는 현저한 설비과잉 상태가 되었다.

이러한 설비과잉의 문제는 기존 선진공업국에 게 보다 큰 타격을 주는 것이었다. 2차에 걸친 석유파동으로 가스를 원료로 하는 자원보유국은 나프타 등 액상원료를 사용하는 비자원국에 비하여 상당히 우월한 경쟁력을 보유함에 따라서 원료기반이 취약한 서구와 일본 등지에서는 수입이 증가하고 수출 및 내수는 감소함으로써 설비과잉문제가 구조적으로 등장하게 되었다.

이에 따라 1982년 이후 에틸렌 기준으로 연간 일본이 200만톤, 서구가 270만톤, 미국이 100만톤 규모의 설비감축이 불가피하게 추진되었다.

이와 같이 선진국의 설비감축이 추진되는 가운데 찾아온 유가하락은 석유화학공업에 있어서 새로운 기회를 제공해 주고 있다. 저유가로 인한 세계경제의 신장세로 1985년 미국의 에틸렌제는 이미 90%의 가동율을 보여 세계적으로는 1988년경 수급의 균형이 이루어지며 1990년 경에는 연간 200만톤의 공급부족이 예상되고 있다.

이러한 공급부족현상의 타개방안으로는 기존 정지설비의 재가동과 기존설비의 개조등의 방법이 동원될 것으로 보이며 보다 장기적인 측면에서는 개도국을 중심으로 한 설비확장이 크게 늘

어날 조짐마저 보이고 있다.

우리나라에서는 1950년대 말부터 일부 석유화학제품을 수입, 소비하기 시작했으며 1960년 후반에는 일부 소규모 PVC, PS 공장들도 세워지게 되었다. 그러나 우리나라에서 본격적으로 석유화학공업이 시작된 것은 제2차 경제개발계획의 일환으로 정부가 석유화학공업단지 건설을 추진한 이후부터라고 할 수 있다. 정부는 1966년 이래 관계제법을 제정하고 울산에 공업단지를 조성하여 1968년 3월 석유화학공장 건설에 착수 1972년 10월 「에틸렌」 기준 연산 10만톤 규모의 제1석유화학공업단지를 완성시킨 바 있다. 그 이후 제2차 석유파동이 일어나기 전까지 수요는 연간 20% 이상의 높은 신장율을 기록하게 되어 공급부족을 해소하기 위하여 여천 석유화학단지 건설이 추진되었고 1979년 그 완공을 보아 생산능력은 에틸렌 연산 50만톤 수준에 달함으로써 세계유수의 석유화학공업국으로 등장하였다.

그러나 때마침 몰아닥친 제2차 석유파동으로 우리나라 석유화학공업은 고유가로 인한 원료가 상승과 수요감퇴, 고금리 달러화 강세의 불리한 여건에 처하게 되었다. 이점은 특히 신설 여천 석유화학단지의 경우 더욱 극심하게 영향을 받았다.

다만 원료면에서의 취약점이 노출된 시기이긴 하나 서구 및 일본과는 달리 설비과잉이 아니라는 점이 행운이라고도 할 수 있는 것이었고 80년대 중반 이후 새로운 성장의 기회를 제공하는 기반이 되고 있다.

80년대 초반의 업제는 에너지절감, 생산성향상 등 노력을 집중하여 상당한 효과를 보았으며 원료가격을 국제가격에 연동시키는 제도가 마련됨으로써 국제경쟁력 확보를 위한 제반여건도 마련되었다. 1982년 이후 유가가 하향 안정세를 보이고 세계경제도 회복세를 보이기 시작하였다. 이같은 세계경쟁환경의 호전으로 국내석유화학업제도 가동율이 높아지기 시작하였다.

게다가 85년말 이후 유류가격이 급락하자 기존의 국제경쟁력 확보를 위한 노력이 결실을 보

아 소극적으로는 수입억지력 뿐만 아니라 적극적인 의미의 국제경쟁력인 수입경쟁력도 보유하게 되었다. 유류가 하락외에 금리하락 및 엔화강세 등의 영향이 거듭되어 국내경제는 급격한 성장세를 보이게 되어 공급부족현상이 현실화 되어 많은 물량을 수입에 의존하기에 이르렀다.

이에 업체는 몇년동안의 수요신장세에 대응하기 위하여 활발한 신규투자를 계획하고 있으며 여기에 공업발전법의 시행에 따라 사업의 등록제가 폐지됨으로써 그 의욕을 더욱 북돋고 있는 것으로 보인다.

다만 길게 보면 석유자원의 부존은 한계가 있기 때문에 유가는 상승하지 않을 수 없는 것이고 언제 닥칠지 모르는 고유가 시대에 대비한 합리화는 무엇인가 있어야 하고 무엇보다 긴요하다. 따라서 국제경쟁력과 불가분의 관계를 맺고 있는 적정자급도의 유지가 필수불가결하다는 점에서 과잉중부투자를 초래하지 않는 범위에서의 신증설에 유의 하여야 한다.

현재의 방향을 보다 부가가치가 높은 제품을 얻기 위한 것으로 전환할 필요도 있는 것이다.

이제부터 석유화학공업을 중심으로 기초화학과 정유공업분야의 국내현황과 시설투자비용에 대해서 알아보고 국내의 화학공업 전망에 대해서도 알아보고자 한다.

대상은 주로 수요량이 많은 품목을 택했다.

韓國의 化學工業현황

I. 기초화학공업

화학제품은 크게 기초화학제품, 중간화학제품, 최종화학제품으로 구분되며, 기초화학공업은 중간 및 최종화학제품의 원료로 사용되는 기초화학제품을 생산하는 화학공업을 말하나 화학제품의 이같은 분야로는 동일제품이라도 그 용도에 따라 달리 분류될 수 있기 때문에 기초화학공업의 범위를 명확히 구분하기는 곤란하다.

기초화학제품은 통상 한국표준산업 분표상 3511(유기화학제품제조업) [이중 35114(프라스틱 물질제조업) 및 35115(합성고무제조업)은 제외] 및 3512(무기화학 제품제조업)에 속하는 제품으로 규정되는데 생산제품이 다양하고 제품마다 상호 독립적인 성격을 갖고 있어 일률적인 把握이 곤란한 특성이 있다.

화학공업의 발전과정은 기초화학공업이 먼저 발전하고 그 제품을 원료로 하는 중간 및 최종화학공업이 발전하는 것이 보편적이나 우리나라의 경우에는 반대현상을 보이고 있다. 이러한 현상은 기초화학분야에 기반이 약한 우리나라가 공업화 과정에 있어 기초화학제품 제조기술 습득이 보다 어려웠던 때문이며 국내수요기반 부족도 한 요인이다.

주요 기초화학 제품은 수요부문이 다양화되고

〈表 I-1〉 業種別 施設投資費 規模

區 分		業種別			
		黃 酸	黃 酸	無水黃酸 (33,000M/T無水亞黃酸 併産)	無水黃酸
生 産 規 模 別	生産品目 및 規格	98% up	98% up	99.9% 液體	99.9%
	出發原料 또는 主原料	製鍊廢 가스	硫 黃	黃酸製造用 SO ₂ 轉化 가스	左 同
	工程 또는 生産方式	接 觸 法	接 觸 法	壓 縮 法	左 同
	年間生産能力 : a	136,000M/T	33,000M/T	11,000M/T	19,800M/T
	年間賣出額(億 圓) : b	43	10	19	13
	施設投資費(億 圓) : c	157	10	16	10
業種 平均	單位能力當施設投資費 (c/a)	90~120千 圓	30千 圓	140~150千 圓	50~55千 圓
	年間賣出額/施設投資費 (b/c)	25~35%	100%	110~120%	130%

區 分		業種別	荷性소다	固體荷性소다	소다 회	芒 硝	靑化 소다
生 産 規 模 別	生産品目 및 規格		40%液體	98% up	99.9% up	94%	
	出發原料 또는 主原料		原 塩	48.5%荷性소다	原鹽, 黃酸	原鹽, 黃酸	靑酸·荷性소다
	工程 또는 生産方式		이온交換膜法	二重効用管式	Solvay法	르발랑法	中和·固型
	年間生産能力 : a		15,000M/T (100%換算)	24,000M/T	315,000M/T	25,000M/T	4,435M/T (100%固體換算)
	施設賣出額 : b(億 원)		71	108	525	44	39
	施設投資費(億 원) : c		69	22	612	24	27
業種	單位能力當施設投資費(c/a)		400~470千 원	90~100千 원	170~200千 원	96千 원	610千 원
平均	年間賣出額/施設投資費(b/c)		100~120%	400~500%	85~100%	180~190%	140~150%

관련산업과의 결합도가 높아짐에 따라 수입도 증가되어 1970년 이후 줄곧 화학제품 총수입액 중의 기초화학제품 수입비중은 50% 수준에 이르고 있다.

향후 기초화학제품은 최종화학공업의 발전에 따른 수요증대를 기반으로 하여 유기화학공업을 중심으로 제품의 다양화와 시설확장이 이루어지면서 빠른 속도로 발전될 전망이다.

이제부터 서술하고자 하는 기초화학제품은 아래 표에 기록된 제품을 기준으로 한다.

1. 黃 酸

황산은 염산, 질산, 인산과 함께 무기질의 대표가 되는 것으로 주로 복합비료의 원료로 투입되는 바 우리나라에서는 1957년 한미화학공업

(株)가 연산 3,300M/T 규모의 접촉식 황산공정을 가동함으로써 시작되었다.

화학비료공업등 관련공업의 발전과 함께 성장한 황산공업의 국내 시설현황은 수입유황을 원료로 하는 남해화학이 일산 2,100M/T 규모로서 국내 공급능력의 40% 가까이 차지하고 있으며 제련폐가스원료사용 업체인 한국광업제련이 일산 800M/T 규모의 설비를 갖추고 있는 등 총 시설능력은 연간 1,793千M/T에 달하였다.

국내 황산제조 원료는 초기에는 유황이 전부였으나 70년에 들어서 제련 폐가스 이용공정이 도입되어 원료의 구조가 2원화되었는 바 83년의 생산구조를 보면 유황원료 72% 제련폐가스원료 28%로서 총 생산실적이 1,610千톤에 달하였다.

(表 I-2) 業體別 黃酸 生産能力

(單位 : M/T)

	年間生産能力	稼 動 年 度	使 用 原 料	備 考
南 海 化 學 (7 肥)	693,000	1977	硫 黃	自家消費
嶺 南 化 學 (3 肥)	361,000	1967	"	"
鎮 海 化 學 (4 肥)	165,000	1967	"	"
第 一 物 産	36,000	1958	"	"
美 源 商 社	18,000	1957	"	自家消費 및 販賣
(株) 錦 洋	17,000	1973	"	"
朝 興 化 學	6,000	1969	"	"
韓 國 鑛 業 製 鍊	264,000	1979	製鍊廢가스	販 賣
高 麗 亞 鉛	130,000	1977	"	"
(株) 永 豊	60,000	1970	"	"
韓 國 카프로락탐	43,000	1974	硫 黃	自家消費
計	1,793,000			

資料 : 韓國의 産業 (韓國産業銀行, 1984)

국내 황산의 용도별 소비구성을 보면 83년의 경우 비료공업용 78%, 일반공업용 22%로서 전체 1,840千톤의 소비실적은 다음 표와 같다.

황산은 강산으로서 산화제, 흡수제등으로 사용되는 바, 용도로는 황산암모늄, 파린산석회 등의 비료공업을 비롯하여 섬유, 석유화학, 염료,

[表 I - 3] 黃酸의 用途別 消費構成

(單位: M/T, %)

年度	肥料用		一般工業用		合計	
1979	1,305,872	79.4	339,015	20.6	1,644,887	100.0
1980	1,336,728	78.1	374,699	21.9	1,711,327	100.0
1981	886,679	68.0	417,594	32.0	1,304,273	100.0
1982	1,328,087	76.8	401,778	23.2	1,729,865	100.0
1983	1,435,915	78.0	404,041	22.0	1,839,956	100.0

도금, 금속, 식품공업등 광범위한 용도를 갖고 있다.

황산의 젓법으로는 연실식과 접촉식이 있는 바 연실식은 농도가 낮아 고순도 및 고농도 황산의 수요증가에 따라 점차 접촉식 젓법으로 전환되어 가고 있다.

우리나라는 접촉식 젓법만이 실시되고 있고 원료에서 2원화되어 있는 바, 황산제조주원료인 SO₂를 얻기 위해서 황(S)를 직접 태우는 방법과 황화아연이나 황화구리 등 황화광을 제련할때 발생하는 SO₂를 이용하는 방법이 있다.

앞서 기록한 제련폐가스 이용은 부산물 이용과 공해방지라는 측면에서 중요하여 금속제련공장의 필수설비가 되고 있다.

시설규모별 투자비는 접촉식 황산제조시설에 기준을 두었다.

제련폐가스 이용설비는 제련설비중의 Utility 설비를 이용하는 것으로 하였다.

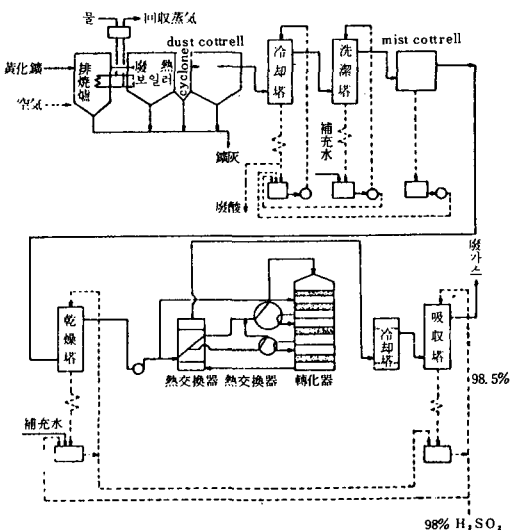
2. 無水黃酸 및 無水亞黃酸

액체무수황산(SO₃)은 무색油狀이며 강한 刺戟性 냄새가 나는 물질로 주요 용도는 발연황산이나 클로로술폰산의 대용으로 합성세제용 알킬벤젠 및 고급알콜의 술폰화제로 쓰이며, 의약, 염료중간체, 감미료(사카린 등)의 제조합성 등에 사용된다.

액체무수아황산(SO₂)은 무색 刺戟性 냄새가 있는 환원성이 뛰어난 물질로서 환원제, 방부제, 훈증제로 사용되며 제지섬유용 표백제와 살균살충제의 원료로도 사용되는 유황계유도체중에는 비교적 고가의 제품이다.

무수황산의 일반적 제조방법은 유황등을 태워서 얻어진 SO₂를 접촉법 또는 산화질소법에 의해 산소와 반응시켜 SO₃를 만들고 이를 농축하여 무수황산을 제조하는 바 대부분 접촉법을 사용하고 있다.

무수아황산은 유황등을 태워서 얻은 SO₂를 용매에 흡수시켜 농축액화하는 흡수법과 정제 후 직접 가압냉각하여 액화하는 압축법으로 대별된



[그림 I - 1] 接觸式 黃酸 製造工程

[表 I - 4] 施設規模別投資費

施設規模別		A	B	C
年間生産能力(M/T)		136,000	286,000	33,000
年間賣出額(億원)		43	91	10
施設能力 算出基準	製品規格	98% up	98% up	98% up
	作業基準(시간/일×일/년)	24×330	24×330	24×300
	主原料 또는 出發原料	亞鉛鑛製鍊廢가스	銅鑛製鍊廢가스	硫 黃
	工程 및 生産方式	接觸法	接觸法	接觸法
計		160	270	10
施設投資費 (億원)	土地	-	-	-
	建物	0.5	1	0.1
	유틸리티	-	-	1
	機械器具 및 裝置	159.5	269	8.9
	其他	-	-	-
單位當施設投資費(千원)		118	94	30
賣出額/投資費(%)		27	34	100
主要施設 内譯	土地	-	1,000m ²	-
	建物	260m ²	320m ²	60m ²
	受電設備	2,000KVA	5,000KVA	500KVA
	보일러設備	-	-	5 Ton/Hr

<기준설비 내역>

[表 I - 5] 가. 黃酸 年産 136,000M/T 基準(施設規模 A)

工程 또는 工事名	施設内譯	規格 및 數量		施設投資費(百萬元)
<建物>	黃酸工場(附帶設備包含)	260m ²		(50)
<Utility>	既存製鍊工場 Utility利用	2,000KVA		<既存工場利用>
<機械器具 및 裝置>				<15,950>
送風	Air Blower等	各種	3 Set	1,000
輸送	Ore Bin	100m ²	2 "	150
排燒	Belt Conveyor	各種	5 "	1,300
Heating	Oil Burner & Roaster	54m ²	1 식	1,900
冷却 및 集塵	Waste Heat Boiler & Stack Cyclone		1 Set	2,000
	Cyclone & Dust Equipment		2 "	2,200
乾燥	Drying Tower		1 "	300
吸收	IAT & FAT		1 식	600
熱交換	Heat Exchanger		6 Set	800
	Irrigation Cooler		1 "	700
豫熱	Preheater		1 "	800
送酸	Pump		1 식	200
貯藏	Storage Tank		6 Set	900

素材開發面에서 본 韓國의 化學工業(上)

共	通	Piping & Valve等	1 식	1,400
		電氣設備	1 "	1,700
合	計			16,000

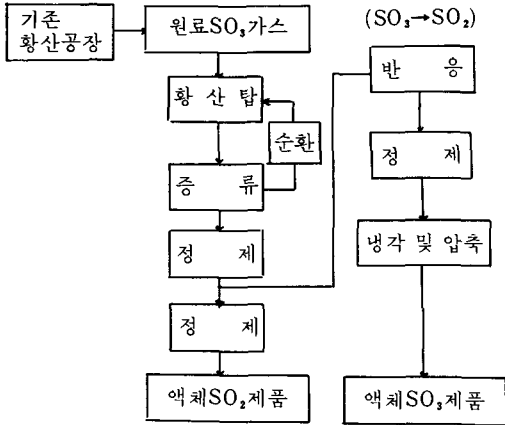
[表 I - 6] 나. 黃酸 年産 286,000M/T基準 (施設規模 B)

工程 또는 工事名	施設内譯	規格 및 數量	施設投資費(百萬元)
〈建 物〉	조정실外 (건물-용설비포함)	벽돌조스라브 320m ²	〈100〉
〈Utility〉		5,000KVA	〈기존공장利用〉
〈機械器具 및 裝置〉			〈26,900〉
洗 滌	Tower	各種 5 Set	3,200
	Pump Storage Tank		1,200
	Cooler	各種 2 Set	1,400
	Preheater	1 "	550
	Circulation Pump	各種 5 "	100
	Wet Gas Precipitation	Electrostatic type 3 "	3,900
乾 燥	SO ₂ Drying Tower	1 "	150
轉 化	Heat Hxchanger	各種 5 "	1,800
	Converter	2 "	3,600
	SO ₂ Blower	1 "	1,600
	Loading Station	1 식	500
吸 收	Water Tank	1 Set	1,500
	Acid Cooler	各種 4 "	
	Gas Stack	1 "	200
	Absorption Tower	2 "	3,400
	Circulation Pump	6 "	500
	Cooling Tower Feed Pump	5 "	300
冷 却	Cooling Water	6 "	300
	Distribution Pump		
	Acid Cooling Tower	1 "	900
貯 藏	Pipe line	1 식	200
	Storage Tank	1 Set	1,600
合 計			27,000

[表 I - 7] 다. 黃酸 年産 33,000M/T基準 (施設規模 C)

工程 또는 工事名	施設内譯	規格 및 數量	施設投資費(百萬元)
〈建 物〉	黃酸工場 (부대설비포함)	벽돌조스라브 60m ²	〈10〉
〈Utility〉			〈100〉
	受電設備	500KVA	55
	보일러設備	5 Ton/Hr	45
〈機械器具 및 裝置〉			〈890〉
	Sulfur Furnace	내산연와내장 1 Set	40
	Tower	φ 3,000×4,500 3 "	150

	Turbo Blower	250m ³ /min	1 "	30
	Converter	φ 4,000 × 11,200	1 "	180
	配管施設		1 식	110
	電氣施設		1 "	45
	其他施設		1 "	335
합	計			1,000



[그림 I-2] 製鍊所의 황酸工程 原料가스를 利用한 無水亞黃酸 製造工程

다.

최근에는 제련시 황산공정의 원료가스(SO₂)를 이용한 생산공정이 개발되었는 바이 공정은 SO₂를 정제냉각하여 무수황산을 얻고 또 무수황산 제조시 농축된 SO₂ 가스를 반응에 의해 SO₂로

[表 I-8]

(單位: 製品 톤當)

原料 및 Utility	單位	液體 無水黃酸	液體 無水亞黃酸
黃酸	M/T	1.25	2.66
電力	KWH	36	66
用水	m ³	74	80
Steam	M/T	0.5	0.5
Air	Nm ³	19.2	-

註: 黃酸은 主原料 SO₂를 黃酸量으로 換算한 것임.

직접 변환시켜 이를 정제, 냉각, 압축하여 무수아황산을 얻는 방법으로서 타공정에 비해 생산원가 면에서 유리하다.

[表 I-8]은 제련공장의 황산공정 원료가스를 이용하여 무수황산 및 무수아황산을 제조한 경우의 제조 원단위이다.

시설규모별 투자비는 제련소 황산공장의 원료가스를 이용하는 공정에 대해 기준을 두었다. 조사표A의 경우는 무수아황산을 병산하는 제조공정이고 B경우는 무수황산 단독 생산시의 시설 투자이다.

[表 I-9] 施設規模別 投資費

施設規模別		A	B
年間生産能力 (M/T)		11,000 (3,300M/T 無水亞黃酸併産)	19,800
年間賣出額 (億원)		19	13
施設能力 算出基準	製造規格	99.9% 液體	99.9% 以上
	作業基準 (時間/日×日/年)	24×330	24×330
	主原料 또는 出發原料	黃酸製造用 SO ₂ 轉化가스	左 同
	工程 및 生産方式	壓縮法	左 同
計		16	10

素材開發面에서 본 韓國의 化學工業(上)

施設投資費 (億 원)	土 地	-	-
	建 物	1	0.6
	유 율 리 터	1.5	0.9
	機 械 器 具 및 裝 置	13.5	8.5
	其 他	-	-
單位當施設投資費(千 원)		145	51
賣 出 額 / 投 資 費 (%)		119	130
主 要 施 設 內 譯	土 地	1,700m ²	-
	建 物	800m ²	240m ²
	受 電 設 備	150KVA	100KVA
	보 일 러 設 備	3 Ton/Hr	2Ton/Hr

<표준시설 내역>

[表 I - 10] 無水黃酸 年産 11,000M/T (無水亞黃酸 併産) 基準(施設規模 A)

工程 또는 工事名	施 設 內 譯	規 格 및 數 量	施設投資費(百萬元)	
<建 物>	공정탑	철골조 170m ²	100	
	항온실	철공스라브 160		
	용해실	철공OAPM 60		
	조정실	철공스라브 50		
	SO ₂ 창고	철골OAPM 240		
	기 타	120		
	計	연180m ²		
(Utility)	受電設備	154KV 150KVA	150	
	보일러設備	3Ton/Hr × 1臺	150	
<機 械 器 具 및 裝 置> 발연황산제조시설	Oleum Tower	1 Set	120	
	Pump Tank	1 "		
	Oleum Cooler	1 "		
	Pump 및 Motor	1 "		
	SO ₂ 제조시설	Oleum Interchanger	1 "	150
		SO ₂ Evaporator	1 "	
		SO ₂ Condenser	1 "	
		Glycol Heater	1 "	
		SO ₂ Storage Tank	2 "	
		Tempered Water Tank	1 "	
Glycol Tank		1 "		
SO ₂ 제조시설	Pump	3 "	190	
	SO ₂ Compressor	1 "		
	SO ₂ Scrubber	1 "		
	SO ₂ Reactor	2 "		
	SO ₂ Cooler	1 "		
	SO ₂ Condenser	1 "		

공	통	H ₂ SO ₄ Cooler		1 "	
		Tank		3 "	
		Pump		4 "	
		Hoist	2臺	2 Set	
		SO ₂ gas 충전장치		1 "	
		SO ₂ Container	840 ℓ	90 "	160
		배관설비	각종	1 식	300
		동력설비	각종	1 식	10
		계장설비	각종	1 식	320
		Tank Trailer & Tractor	각종	1 식	100
		計			1,600
합	計			1,600	

[表 I - 11] 無水黃酸 年産 19,800M/T基準 (施設規模 B)

工程 또는 工事名	施設 内 譯	規格 및 數量	施設投資費 (百萬元)
〈建物〉 (Utility)	工場等	240m ²	(60)
	受電設備	100KVA	(90)
	보일러設備	2Ton/Hr	
〈機械器具 및 裝置〉			(850)
예 열	Oil Burning Set	1 Set	40
	Turbo Fan	2 "	5
수 송	Pump	3 "	35
열 교 환	Inter changer	1 "	30
	Evaporator	415m ²	60
응 축	Condenser	200m ²	25
수 송	Canned Pump	2 "	10
냉 작	Irrigation Cooler	1 "	80
저 장	Storage Tank	각종	1 Set
공 통	Duct		30
	Oleum Tower		35
	Piping		85
	Electrical		20
	Instrumentation		90
	Tractor & Trailer	2 Set	150
	기 타		70
합	計		1,000

3. 苛性 소다

국내 가성소다공업은 1960년대 부터 시작되어 79년에는 75千톤을 생산하였고 80년에 다우케미

칼(현 한양화학)이 가동에 들어가면서 급속한 생산증가를 이루어 84년에는 207千톤에 이르렀다.

가성소다는 강알칼리성을 지닌 중요 기초무기 화학제품의 하나로서 人絹, 셀로판 합성섬유 등의 제조, 염료중간물, 향료 의약품 등의 제조 유지정제 비누 등의 정제 펄프 및 종이제조 알칼리 축전지의 전해액, 일반 세정용 중화 등에 사용된다. 가성소다는 원염을 정제 중화하여 전해조를 통하여 전기분해하여 생산되는데 그 제

조방법으로는 막법, 수은법, 이온교환막법이 있는 바, 수은법 전해시설은 중금속인 수은공해 관계로 일본에서는 젓법교환을 실시하여 완료단계에 있다.

국내 가성소다 업체는 총 시설능력 272千톤으로 이중 격막법 시설이 90% 이상을 점하고 있다.

[表 I-11] 國內荷性소다 製造業體 現況

會社名	施設能力(톤)	位 置	비 고
한양화학	227,000	여천	隔膜法
백광화학	26,700	서울	水銀法, 이온交換膜法
조흥화학	4,300	서울	隔膜法
금양	4,400	부산	"
대경화학	3,500	서울	"
국도화학	(3,600)	서울	이온交換膜法
대림화학	3,000	진주	隔膜法
계	272,500		

資料: 韓國소다工業會

註: ()는 이온交換膜法 能力임.

[表 I-12] 原單位比較 (NaOH: 100% 噸當)

原副材料名	單位	水銀法	이온交換膜法	隔膜法
		數 量	數 量	數 量
原 鹽	톤	1.6	1.6	1.62
水 銀	kg	0.07	-	-
電 氣	kWh	3,200	2,600	2,500
Steam	톤	1.6	3.2	4
用 水	톤	12	20	20

註: 1. 併産되는 鹽素는 荷性소다 1톤당 鹽素 1톤으로 35% 鹽酸 2,9376톤이 生産됨.

2. 35% 鹽酸 1톤당 電力 15kWh, 用水 1톤의 utility 가 追加 所要됨.

3. 次亞鹽素酸소다(12%) 1톤生産당 荷性소다(45%) 334kg, 鹽素副生가스, 電力 65kWh, 用水 1톤이 所要됨.

[表 I-13] 施設規模別 投資費

施 設 規 模 別		A	B
年間生産能力 (M/T)		15,000	15,000
年間賣出額 (億원)		71	71
施設能力算出基準	製 品 規 格	100% 換算	100% 換算
	作業基準(時間/日×日/年)	24×330	24×330
	主原料 또는 出發原料	原 鹽	左 同
	工 程 및 生 産 方 式	水 銀 法	이온交換膜法
計		61	69
施設投資費(億원)	土 地	-	-
	建 物	6.5	7
	유 틸 리 티	12.5	11
	機 械 器 具 및 裝 置	42	51
	其 他	-	-
單位當 施設投資費(千원)		407	460
賣 出 額 / 投 資 費 (%)		116	103
主 要 施設 內 譯	土 地	33,000m ²	33,000m ²
	建 物	2,600m ²	2,600m ²
	受 電 設 備	9,700KVA	8,200KVA
	보 일 러 設 備	1 Ton/Hr	3 Ton/Hr

註: 施設規模 A와 B는 공히 鹽素 36,000M/T 및 次亞鹽素酸소다 10,000M/T設備를 갖추고 있는 경우임.

가성소다의 시설규모별 투자비는 수은법 및 이온교환막법에 기준을 두었고 공히 부생염소의

부가가치를 높이기 위한 염산설비(35%기준) 및 次亞鹽素酸소다 설비를 36千톤 및 10千톤 규모.

[表 I-14] 苛性소다 年産 15,000M/T (水銀法)基準 : 施設規模 A

製 品 名	工程 또는 工事名	施 設 内 譯	規 格 및 數 量	施設投資費(百萬원)		
NaOH 병산 : HCl NaClO	〈建 物〉	전해실	철골조스레트 연1,000m ²	650		
		염산실	400 "			
		차아염산실	200 "			
		창 고	400 "			
		변전실	400 "			
		기 타	2 200 "			
		計	연2,600 "		650	
	〈Utility〉	受電設備	9,700KVA	1,200		
		보일러설비	1Ton/Hr	50		
		計		1,250		
	〈機械器具 및 裝置〉	원염정제	Classifier	713m ² /Hr	250	
			Filter			
		수은법 전해 염산합성시설 NaClO합성시설 공 통	약품탱크	각종		
			전해조	30KA, 국산	46Set	2,500
			Tower等			500
"					150	
저장시설			2,000톤			
전기시설					800	
배관시설						
計			4,200			
합 計				6,100		

[表 I-15] 苛性소다 年産 15,000M/T (이온交換膜法)基準 : 施設規模 B

製 品 名	工程 또는 工事名	施 設 内 譯	規 格 및 數 量	施設投資費(百萬원)
Membrane NaOH	〈建 物〉	전해실	철골조스레트 연1,000m ²	700
		염산실	400 "	
		차아염산실	200 "	
		창고	400 "	
		변전실	400 "	
		기 타	연 200 "	
		計	연 2,600 "	
	〈Utility〉	受電設備	8,200KVA	1,000
		Boiler設備	3Ton/Hr	100
		計		1,100
〈機械器具 및 裝置〉	원염정제	Classifier	145m ² /Hr	350
		Filter		

병산 : HCl NaClO	전 해 증 발 염산합성시설 NaClO " 공 통	약품탱크 이온교환수지 등 전해조 증발관 Tower 等 " " 저장탱크 배관설비 전기설비 計	55KA 2,000톤	26Set 	3,200 100 500 150 800 5,100 6,900
합 계					

4. 固體苛性소다

고체가성소다는 판상(Flake상)의 형태를 갖고 있고 액체가성소다와 같은 용도로서 기초화학약품, 염료, 안료의 중간원료, 폐수중화제 등 광범위한 용도를 갖고 있다.

고체 가성소다는 특히 액체제품과는 달리 운반, 보관, 사용의 편리성으로 인하여 소규모나 비상용으로 사용되고 있으나 함량당 단가가 높으므로 대량 수요처에서는 액체제품을, 소량사

용업체는 고체가성소다를 사용하는 경향이 있다.

고체가성소다의 켓법은 과거에는 Pot를 이용한 직화농축방식이었으나 이 방법은 에너지 효율이 나쁘고 시설내구도가 2~3년 정도인 바 최근에는 이러한 단점을 보완한 이중 효용관 증발 방식으로 대체되고 있다.

(제조 공정)

원료(액체가성소다 48.5%) → 예열 → 1 차농축 → 2 차농축 → FLAKER → 제품

[表 I - 16] 施設規模別 投資費

施設規模別		A	B
年間生産能力 (M/T)		16,500	24,000
年間賣出額 (億원)		74	108
施設能力算出基準	製品規格	90% up	98% up
	作業基準(時間/日×日/年)	24×330	24×330
	主原料 또는 出發原料	48.5% 苛性소다溶液	左 同
	工程 및 生産方式	二重効用管式	左 同
計		17	22
施設投資費 (億원)	土地	-	-
	建物	2.2	2
	유틸리티	0.7	-
	機械器具 및 裝置	13	19
	其他	1.1	1
單位當 施設投資費 (千원)		103	92
賣出額 / 投資費 (%)		435	490
主要施設内譯	土地	5,000m ²	6,600m ²
	建物	600m ²	1,000m ²
	受電設備	300KVA	500KVA
	보일러設備	3 Ton/Hr	3 Ton/Hr

〈표준시설 내역〉

[表 I - 16] 固體가성소다 年産 16,500M/T 基準 (施設規模 A)

工程 또는 工事名	施設 内 譯	規格 및 數量	施設投資費(百萬元)	
〈建 物〉	工程用 Structure	1,200m ²	120	
	창고동등	연 600m ²	100	
	計		220	
〈Utility〉	수전설비	22.9KV 300KVA	기계기구에 포함	
	보일러설비	3Ton/Hr × 1기	70	
	計		70	
〈機械器具 및 裝置〉	이중효용증발관 등	1식	890	
	Pump류	각종	15Set	20
	포장설비	2"	20	
	Air Compressor	1"	2	
	Turbo Blower	3"	3	
	Tank, Duct, 기타기계	각종	24"	155
	기계기초	1식	25	
	동력공사	300kw	1"	60
	배관, Pipe rack 포함	1"	100	
	Loading Conveyor, Fork	각종	1"	25
	Lift운송설비			
	計			1,300
〈기 타〉	부대설비, 용역비 등		110	
합 計			1,700	

국내 고체가성소다 제조업체로는 (株) 영진화학, 새한물산, 삼우화학 등이 있으며 최근 영진화학에서 직화식 Pot방식에서 시설을 도입 改替하였으며 동해화학(株)에서도 日産 50톤 시설을 개체생산중에 있다.

현재 국내 연간 생산량은 약 20千톤 정도로 추정되며 수출용 원자재를 제외하고는 수입이 제한된 상태로 84년 수입량은 5,160여톤이다.

시설규모별 투자비율은 48.5% 액체가성소다를 원료로 하여 최신 방식인 2중효용관 방식을 채택한 년산 16,500톤 및 24,000톤 설비를 대상으로 했다.

5. 소 다 회

소다회(Na₂CO₃)는 가성소다와 함께 알칼리공업의 근간을 이루고 있는 것으로 판유리, 일반

유리, 비누, 유지식품, 규산소다 및 기초화학제품의 원료로 광범위하게 사용되고 있다.

소다회는 천연소다와 합성소다로 구분되며 천연소다는 미국 와이오밍주에 막대한 량(155억톤)의 소다회 광산에서 정제되는 것으로 미국내 80% 이상을 이 천연소다로 공급되고 있다.

합성소다는 솔베이법(식염 및 석회석중 CO₂를 원료로하여 제조)으로 다량의 염화칼슘을 부산물로 얻게되는 바 염화칼슘은 그 용도가 다양치 못하고 동절기의 제설용으로 주로 사용되고 있다.

염안소다법은 부산물로 질소질비료의 원료인 염화암모늄이 회수된다. 솔베이법과 비교하여 원재료비가 약 40% 높은 단점이 있으나 소다회와 염화암모늄을 동시에 생산하게 되므로 경제단위가 넘으면 사업성이 있는 공정으로 알려져

있다.

국내 소다회는 동양화학공업(株)에 의해 독점 생산되고 있다. 솔베이법의 년산 280千톤 규모

의 설비를 갖고 있으며 생산실적은 83년 231千톤, 84년 248千톤 정도로 꾸준히 증가를 보이고 있다.

[表 I-17] 施設規模別 投資費

施設規模別		A	B
年間生産能力 (M/T)		280,000	315,000
年間賣出額 (億원)		467	525
施設能力算出基準	製品規格	99% up	左 同
	作業基準(時間/日×日/年)	24×350	"
	主原料 또는 出發原料	原鹽, 海水, 石灰石	"
	工程 또는 生産方式	Solvay法	"
計		486	612
施設投資費(億원)	土地	-	-
	建物	87	104
	유틸리티	138	195
	機械器具 및 裝置	247	313
	其他	14	-
單位當 施設投資費(千원)		174	194
賣出額/投資費 (%)		96	86
主要施設內譯	土地	1,670,000m ²	1,980,000m ²
	建物	36,300m ²	47,560m ²
	受電設備	5,000KVA	8,000KVA
	보일러設備	120Ton/Hr	120Ton/Hr

* 솔베이법 년산 280千톤 및 년산 315千톤 규모 기준

〈표준시설 내역〉

[表 I-17] 가. 소다회 年産 280,000M/T (800T/D)基準: 施設規模 A

工程 또는 工事名	施設內譯	規格 및 數量	施設投資費(百萬원)
〈建物〉	공장동(구축물 포함)	철골스레트 및 철근콘크리트 면적 36,300m ²	8,700
〈Utility〉	受電設備	5,000KVA	100
	보일러設備	30Ton/Hr × 2基 60Ton/Hr × 1基	13,700
計			13,800
〈機械器具 및 裝置〉 原鹽 정제 공정	Tank류	790m ³ /基 外각중 29Set	300
	Pump류	350m ³ /Hr 外 20 "	20
	Conveyor류	450T/Hr 6 "	200
	Piping	1式	80
	기타		80
	전기		100
	계기		120
	小計		900

석 회 로	Kiln	400T/D外 각종	4Set	2,400	
	Conveyor류	250T/Hr外	34 "	390	
	Skip Hoist		4 "	200	
	Bin	600m ³ 外	19 "	240	
	Blower류	15,000m ³ /Hr外	8 "	30	
	塔 류	19,290 "	8 "	270	
	Slaker 및 주변기기	14T/Hr	2 "	160	
	Pump류	210m ³ /Hr外 각종	16Set	40	
	Tank류	50m ³ /基外	4Set	40	
	Bag Filter		3 "	30	
	기타 기계류			170	
	Piping			160	
	전 기			170	
	계 기			200	
	小 計			4,500	
	炭 酸 化 塔 公 程	塔 류	2,620φ × 26,058H 外		9,000
			각종	30Set	
		Tank류	411m ³ 外	44Set	770
		Pump류	200m ³ /Hr外	70 "	80
		Cooler (P. H. E)	각종	16 "	400
Cyclone류		11.6m ³ /基 外	9 "	10	
Filter		13.4 "	5 "	250	
Roots Blower		1,000m ³ /Hr 外	4 "	20	
기타 기계류				100	
Piping				1,000	
전 기				200	
계 기				1,170	
小 計				13,000	
烟 燒 烟 公 程		Calciner 및 주변기기	각종	3Set	2,100
		Dryer 및 주변기기		3 "	1,500
	Pump류	0.70m ³ /Hr外	18Set	10	
	Conveyor류	0.20T/Hr	48 "	370	
	P. H. E Cooler		7Set	180	
	Blower	15,000m ³ /Hr外	7 "	20	
	Tank류	50m ³ /Hr外	12 "	30	
	Crusher류	0.5T/Hr外	5 "	55	
	Rotary Feeder	33T/Hr外	14 "	40	
	Bag Filter	1,000m ³ /Hr外	4 "	75	
	기타기계류			50	
	Piping			100	
	전 기			260	
	계 기			710	
	小 計			5,500	
	포 장 실	Silo	각종	3Set	600
		포장기 및 관련기기	"	5 "	200

素材開發面에서 본 韓國의 化學工業(上)

〈其 他〉	小 計		800
	計		24,700
	차량운반구		300
	海水 공급시설	1.5km × 2line	300
	원료저장시설	원염 50,000톤 석회석 30,000톤 유연탄 30,000톤 기 타 10,000톤	600
	부대시설		200
	計		1,400
합 計			48,600

6. 芒 硝

망초(Na₂SO₄)는 보통 무수물을 지칭하는데 특히 합수염(Na₂SO₄·10H₂O)과 구별할 때는 무수망초라고 하고 합수염은 결정망초라 하며, 펄프, 유리, 합성세제, 염료중간물 등에 사용된다. 제조방법으로는 천연망초의 정제, 르·블랑법

으로서 소금과 황산을 이용 망초와 염산을 제조, 비스코스人絹 제조시의 부생망초(농축정제방법), 중크롬산소다 제조나 과염소산암모늄제조, 개미산제조시의 부산물 그 밖에 가성소다의 신규용도 개발의 일환으로 폐황산 및 排煙脫黃法에 의한 합성법이 있다.

개량 만하임로를 이용한 르블랑법 년산 25천 톤 설비 기준하였다.

[表 I - 18] 國內芒硝施設能力

業 體 名	施設能力(톤/年)	純 度		生産實積(1984)	備 考
第一物産	24,000~25,000	93~96%	르·블랑法(改良 만하임爐 利用), 鹽酸副生	24,000톤	稼 動 中
源進레이온	36,000	99%	人絹副産物로 生産	4,000톤	稼動不振
蔚山無機化學	6,000	99%	중크롬酸나트륨 副産物	6,000톤	稼動中止

[表 I - 19] 施設投資規模

年 間 生 産 能 力 (M / T)	25,000	
年 間 賣 出 額 (億 원)	44	
施設能力算出基準	製 品 規 格	94%
	作業基準(時間 / 日 × 日 / 年)	24 × 330
	主原料 또는 出發原料	原鹽, 黃酸
	工 程 및 生 産 方 式	改良 Mannheim 爐를 利用한 르블랑法
施設投資費(億원)	計	24
	土 地	-
	建 物	5.6
	유 틸 리 티	0.4
	機 械 器 具 및 裝 置	18
	其 他	-
單位當施設投資費(千원)	96	
賣 出 額 / 投 資 費 (%)	183	

主 要 施 設 内 譯	土 地	-
	建 物	3,600m ²
	受 電 設 備	500KVA
	보 일 러 설 備	-

註：濃度 35% 鹽酸 35,000M/T 이 副生 되는 設備임.

〈표준시설 내역〉

[表 I -20] 芒硝 年産 25,000M/T 基準

工程 또는 工事名	施 設 内 譯	規 格 및 數 量	施設投資費(百萬元)
〈建 物〉	망초공장	철골조스레트 3,380m ²	510
	기 타	1 동 220m ²	50
	計	2 동 연 3,600m ²	560
〈Utility〉	수전설비	500KVA	40
	計		40
〈機械器具 및 裝置〉	Furnace Part	3 Set	570
	烟本체	6,000φ × SIG Arch × 4 pass	
	가열烟	3 Set	600
	기타 기기		180
	전기시설		90
	배관시설		70
	염산관련시설		290
	計		1,800
合 計			2,400

7. 靑化소다

靑화소다(NaCN)는 시안화나트륨, 시안화소다라고도 불리며 백색과립상으로 약 알칼리성을 나타내나 산에 분해되어 맹독성인 시안화수소를 발생하며 광금 금의 청화제련 메타아크릴 산수지원료환원제, 살균제등 농·의약품 제조에 사용된다.

제조법으로는 Prussian Blue와 Sodium Carbonate를 가열시켜 얻어지는 NaCN을 알콜로 추출, Sodium Ammonia와 Charcoal을 반응시켜 NaCN을 生成(카스트나법), HCN 과 NaCH의 중화에 의한 제조(합성법)이 있으나 합성법이 가장 경제적인 공정이다.

靑 산 } →합성(중화반응)→규격보정 액체
가성소다 }

제품(30%)→결정건조 Tablet화→고체제품.

靑화소다는 그간 전량 수입에 의존하여 오던 것으로 83년 2千톤 84년 2,400여톤으로 매년 수요가 증가하여 왔으며 최근 동서석유화학(株)에서 KAIST와 공동개발로 고체환산 4,435톤의 제조설비를 가동중에 있는 바 부산물인 청산을 이용하는 공정(합성법)을 채택하고 있다. 합성법 공정의 연산 4,435톤 규모의 설비를 기준으로 투자비를 계산한다.

[表 I-21] 施設投資規模

年 間 生 産 能 力 (M / T)		4,435
年 間 賣 出 額 (億 원)		39
施設能力算出基準	製 品 規 格	100% 固體換算
	作業基準(時間/日×日/年)	24×330
	主原料 또는 出發原料	靑酸, 苛性소다
	工 程 및 生 産 方 式	中和固型
施設投資費(億원)	計	27
	土 地	-
	建 物	2.6
	유 율 리 티	18.3
	機 械 器 具 및 裝 置	6.1
	其 他	610
單 位 當 施設 投資 費 (千 원)		144
賣 出 額 / 投 資 費 (%)		3,300m ²
主 要 施設 內 譯	土 地	1,600m ²
	建 物	-
	受 電 設 備	-
	보 일 러 設 備	-

〈표준시설 내역〉

[表 I-22] 靑化소다 年産 4,435M/T基準

工程 또는 工事名	施設 內 譯	規 格 및 數 量	施設投資費(百萬元)
〈建 物〉 〈機械器具 및 裝置〉	기계실등	면 1,600m ²	(260)
	Tank류	Caustic Sada Tank : 3, 3,800φ ×4,500H×SUS 304 1기의 16기	(1,830) 170
	Condenser류	HCN Condenser : 500φ×2,000H 1기의 1기	20
	Pump류	Slurry Pump : 5m ³ /Hr×20m× 3.7kw 2기의 19대	50
	Evaporator	2,420φ×3,000H SUS 304	50
	Crystalizer	2,400φ×3,000H SUS 304	50
	Dryer		80
	Tablet M/C	300kg/Hr 2 Set	180
	청산정제시설		60
	기타기기		520
	철골공사		30
	전기공사	동력, 조명, 방송통신 포함, 계장	320
	배관공사		300
〈기 타〉	포장, 배수로, 기술용역비 등		(610)
합 計			2,700