

海外産業플랜트 受注 活動에 대한 技術的提言(上)

—시멘트 플랜트를 中心으로—

Technical Aspects in a View of Oversea's Industrial Plant Sales

—Focused on Cement Plant Project—

朴 正 圭*

Park, Joung Kyue

1. 序 言

해외 시멘트 플랜트 수주 및 집행활동에 몸 담아 온지도 강산의 變化가 한번 하고도 절반이 넘는 星霜이 지나 버렸다. 그 동안 수주활동에 따른 주위 여건들이 엄청나게 변모하였고 이에 따른 국제적인 여건 역시 정신을 못 차릴 정도로 變化되어 가는것을 볼때 기술자의 한 사람으로 국내기업들의 現在位置를 상대적비교 평가를 하여 보는것도 중요한 일이라 생각된다. 왜냐하면 그 평가가 정확하면 할수록 앞으로 행해야 할 目標이 뚜렷하여지며 쓸데없는 시간의 낭비를 줄일 수 있기 때문이다.

특히 국내기업들의 플랜트에 대한 수주활동의 역사는 20여년이 채 안되는 짧은 역사를 갖고 있어 아직까지도 플랜트에 대한 기술복합적인 특성들을 담당하고 있는 실무자들조차도 제대로 파악하지 못하는 예가 허다하고, 설사 파악하고 있다 하더라도 자신들의 이해관계의 범주내에서만 접근 하려고 하기 때문에 해외 전문업체들처럼 좀처럼 발전의 기틀을 마련하지 못하고 있는 실정이다. 특히 특정 플랜트에 대한 핵심설비의 고유기술을 갖고 있지 못하고 현재까지 건설및 운전기술에만 매달려온 국내업체들로서는 머지않아 닥쳐올 국내시장 개방과 해외시장 진출이라는 필연적인 命題를 앞에 두고 해외 전문업체들과의 경쟁에서 살아 남을

려면 이런 사고는 상당히 안일하다 아니할수 없다.

실제에 있어서 플랜트는 공통적인 특성을 갖고 있는데 첫째, 특정플랜트의 고유영역이라수 있는 플랜트 엔지니어링 및 設計기술, 둘째, 각각의 설비에 대한 제작設計기술, 셋째, 각각의 설비에 대한 제작設計 및 기술, 넷째, 설비의 설치에 따른 건설기술, 다섯째, 운전기술과 같은 4가지의 전문기술적인 영역을 공유하게 되는데 해외 전문업체들은 이들중 고유기술인 플랜트 엔지니어링 및 設計기술과 핵심설비에 대한 제작 設計 및 기술은 타기업으로서는 좀처럼 침범할수 없도록 그들의 노우-하우 영역을 구축하여 놓고 다만 건설기술과 운전기술만을 개발도상국가나 중진국에다 플랜트 판매를 통하여 전수시켜줌으로써 설비판매에 따른 이익과 그들의 건설 및 운전기술을 국내외에 선전하는 광고효과까지 누리고 있는것이 오늘날의 현실인 것이다. 우리나라의 시멘트 플랜트를 구체적인 예로 들어 보자면 단위(單位)플랜트로는 역사가 가장 오래된 플랜트로서 그동안 양적(量的)이나 질적(質的)인 측면에서나 다른 어떠한 플랜트 보다도 고도(高度)의 성장을 이룩하여 왔고 기술자립및 국산화 측면에서도 다른 것보다 훨씬 높은 것만은 사실이다. 그러나 이러한 기술의 대부분이 시멘트를 생산하기위한 운전기술과 건설기술을 중점적으로 치중되어 왔고 시멘트의 핵심설비들을 제작·생산하기

* 산업기계 기술사, PC 엔지니어링 이사

위해 필요한 엔지니어링 및 설계기술과 제조기술에 대한 것은 해외 전문업체에 전적으로 의존하지 않을 수 없었던 것이 오늘날에 이르기까지 조금도 변함이 없는 상황이다. 그러나 이러한 사항이 생산업체로서 시멘트 판매에 치중할 경우에는 설비의 운전기술과 건설기술만을 가지면 충분한 것이지만은 시멘트 제품의 판매가 아닌 플랜트 설비를 제조·판매한다고 할 경우에는 건설 및 운전기술만을 갖고 해외 수주활동을 벌이기에는 상당한 한계를 갖고 있다는 사실이다. 실제로 있어서 1970년대 후반부터 중동진출의 붐을 타고 시작된 우리나라 기업들의 해외시장을 상대로한 해외 수주활동은 대개 해외 전문업체들의 엔지니어링과 설계기술을 등에 업고 플랜트 시장에 참여하게 되었고 시멘트 플랜트를 포함한 몇몇 분야에는 상당한 실적을 올린 경우도 있었으나 그나마도 일과성에 그치고 말았고 20여년이 지난 지금에 와서도 해외 전문업체들의 엔지니어링과 설계기술에 의존하고 있는 형편이다. 이러한 의미는 우리나라의 업체들이 플랜트에 대한 엔지니어링 및 설계기술이 얼마나 중요한 위치를 차지하고 있는 것인지에 대해 충분한 인식을 가지지 못하는 탓도 있겠지만은 그것보다도 더욱 중요한 원인은 플랜트에 대한 고유한 기술들을 습득·개발하기 위해서는 많은 투자와 노력이 필요로 하는데 비해 맺어지는 결과가 불투명하다는 이유로 이에 대한 투자와 노력에 인색하고 게을렀다는 의미로도 볼수 있다. 이러한 동안 해외 전문업체들이 한국업체를 보는 시각이 달라졌고 그에 상응하는 반응역시 예전과 같지 않다.

다시 말하면 과거에는 건설부분에 인건비와 자재비등이 상대적으로 값이싸고 운전기술이나 건설기술의 質이 높은 한국업체를 협력파트너로서 해외 경쟁입찰에 같이 참여하게될 경우 유리한 고지를 선점 할수 있었으나 오늘에 와서는 이러한 경쟁적인 가격마저도 한국업체에 기대하기 어렵게 되었고 건설및 운전기술만을 갖고 자신들의 고유영역을 침범해올려는 한국

업체들에 대해 경쟁업체로서 상당한 경계심을 갖고 있어 해외 수주활동이 과거 어느 때보다 더 어려워 질 것으로 예상된다.

기러한 측면에서 현재 시멘트 플랜트에 대해 국제무대에서 활동중에 있는 해외 전문업체들이 발표한 핵심설비에 대한 기술이 어떠한 것이 있는지를 알아보고 시멘트 플랜트의 발달과정과 국내업체들의 현황을 소개하고자 한다.

2. 시멘트 플랜트의 역사적 발달과정과 국내업체들의 생산현황

시멘트가 이용되어 온것은 2천년 이상의 역사를 가지고 있으며 처음 공식적으로 사용되어 온것은 1824년 영국의 JOHN ASPDIN이 포틀랜드 시멘트의特許를 획득한 후부터이다.

첫번째 시멘트 생산설비의 설립은 5.18m DIA X 11M의 높이를 가진 수직식 소성노로 몇일에 한번씩 15톤의 크링커(시멘트덩어리)를 생산하는 것이 고작이었고 열 소모량은 3700kcal/kg clinker를 가진 것으로 이때의 연료는 50%이상 석탄에 의존 하였다. 이와 유사한 방법으로 1880년 독일에서 연속적으로 생산이 가능한 축노식 소성노가 처음으로 세상에 소개 되었고 1900년에 와서는 미국과 유럽지역에서 하루에 50~100톤 생산이 가능한 회전식 소성노 개발에 성공 하였는데 이때의 열 소모량 및 먼지 방출량이 무려 시멘트 생산량에 30% 이상을 차지 하였다. 1930년에 와서는 독일의 POLYSLUS社의 DR, LELLEP에 의하여 예열 영역을 가진 전식 소성노를 발명 하였는데 이것이 오늘날 LEPOL소성노(킬른)이라 부른다. 1934년에는 체코의 特許로서 원료 분말 예열기로서 사이클론 부착식 예열기(cyclone type preheater)가 발명 되었고, 1953년에는 독일의 HUMBOLDT(KHD)社에 의해 분말을 부유시킴으로서 예열되는 원료분말 부유 방식에 의한 예열기가 발명 되었는데 이것이 소위 말하는 부유식 예열기(Suspension Preheater type: 일명 S.P.type)이다. 1969년에는

일본의 IHI에서 하루에 4000톤의 생산량을 지닌 부유식 예열기에다 가소성노(Flash Cal-ciner)를 부착시켜 생산하는 방법을 개발하므로써 대규모의 생산이 가능하게 되었다. 그 후 해외 전문 업체들의 연구가 계속되어 얼마전까지만 해도 일일 시멘트 생산 한계용량이 7000톤 이상은 설비의 한계에 부딪쳐 진전을 보지 못하고 있다가 8년전 부터 해외 전문업체인 덴마크의 F.L SMIDTH社와 독일의 POLYSIUS社가 일일 시멘트 생산용량이 10,000톤 정도인 초대형 시멘트 생산설비를 개발하게 되어 現在 세계적으로 몇몇 나라에 가동 중에 있다.

에너지 소모량 측면에서도 눈부신 발전을 보게되어 오늘날에는 크링커 1kg을 생산하는데 드는 열 소모량이 700kcal로 이것은 1960년대 후반만 하더라도 1000kcal가 과하든것과 비교해 볼때 눈부신 발전을 하였다고 해도 과언이 아니다.

이와 더불어 우리나라의 시멘트 플랜트에 대한 역사도 1919년 평양근교에 세워진 년산6만톤 규모의 시멘트工場 建設을 필두로하여 1942년에는 삼척에 년산18만톤규모의 시멘트工場 建設등 계속적인 증가추세를 보여왔다. 오늘날에 와서는 년산 생산량의 규모가 表1에 表示된 바와 같이 '93년 現在 5천3백만톤, '95년말에는 6천1백만톤으로 국민 1인당 시멘트 소모량이 1000kg을 훨씬 상회하는 것으로 이것은 선진국의 국민 1인당 시멘트 소모량인 600~800kg

表1. '93년 현재 우리나라 업체별 시멘트 생산현황

쌍용	시멘트	1500만톤
동양	시멘트	1100만톤
현대	시멘트	500만톤
아세아	시멘트	450만톤
성신	시멘트	488만톤
한라	시멘트	540만톤
고려	시멘트	210만톤
합	計	5300만톤

인 수준보다 엄청나게 많은 숫자 임을 알수 있다. 이러한 생산량의 증가가 85년 까지만 해도 2900만톤이든 것이 불과 8년만에 두배 가까이 증가했다는 사실을 볼때 단기적으로는 국내 내수경기의 활성화에 따른 수요증가에 힘입은 바가 있겠지마는 이에 미치는 영향은 극히 미약한 부분으로 대부분이 국내시장의 先점을 위해 국내업체들끼리 경쟁적인 관계에 의한 결과가 아닌가 생각된다.

3. 프로세스 종류 및 선정기준

전세계적으로 사용되고 있는 프로세스를 살펴보면 크게 4가지로 분류되고 있는데 이에대한 선정기준은 원료의 수분함량에 따라 다음과 같이 나누어진다.

- 수분함량 1%이하 : 건식(Dry-Process)
- 수분함량 10~12% : 반건식
(Semi-Dry Process)
- 수분함량 17~21% : 반습식
(Semi-Wet Process)
- 수분함량 25~40% : 습식(Wet Process)

그러나 오늘날 원료배합의 기술이 발전함에 따라 습식 프로세스는 거의가 사용되지 않고 건식 프로세스를 사용하고 있는 형편이다. 現在까지 습식 프로세스를 使用하고 있는 주된 이유로는 原料 자체가 지니고 있는 수분함량이 매우 높아서 원료를 건조시키는데 드는 설비비용이 건식을 사용할 때보다 월등히 높을때이다.

3.1 프로세스 종류에 따른 시스템별 특징과 에너지 소모량 비교

앞에서 언급한바와 같이 수분함량에 따라 크게 4가지 프로세스로 구분되는데 이에 對한 특징과 에너지 소모량 비교는 表2에 나타난 바와 같다.

3.2 시스템의 종류와 구성

現在까지 세계적으로 사용되어온 프로세스

表2. 시스템별 특징과 에너지 소모량 비교

프로세스 분 류	수 분 함 량	시스템 의종류	에너지 소모량	특 징
건 식	<1%	1. S.P system		
		-1단	900-950kcal/ kg · clinker	-SO ₃ , 알칼리성분으로 인한 막 힘 현상을 방지 -Dust 손실이 상당히 많다.
		-2단	850-900kcal/ kg · clinker	-SO ₃ , 알칼리 성분으로 인한 막 힘 현상으로 방지 -1단 사이클론보다 Dust 손실이 감소
		-4단	750-800kcal/ kg · clinker	-대형용량에 적합
		2. N.S.P system	700-750kcal/ kg · clinker	-대형용량에 적합 -용량이 S.P보다 2.5배 가량증 가 -소성노(KILN)의 크기가 감소 -소성노(KILN)의 내부 열부하 감소 -저급원료도 사용가능 -순환성분에 따른 문제 해소 -연와수평증가 -소성노(KILN)운전의 안정 -가동수명증가 -배기 가스 및 열소모량이 비교 적 높다. -압력손실이 크다. -소성노시스템이 복잡하다.
		3. Long Dry System	1220kcal/ kg · clinker	-장치가 간단하다. -Dust 방출이 많다. -내부에 열교환장치가 설치되지 않은 경우 높은 열소모량을 갖 는다. -체인을 설치하므로써 열소모량 은 약1,000kcal/kg · clinker까 지 감소 가능.
반-건식	10~12%	Lepol Systm	800kcal/ kg · clinker	-원료와 물과 혼합하여 성구로 만듬 -Travelling Grate이용 -폐열이용불가능 -낮은 알칼리 함량이 요구될때 사용
반-습식	17~22%	Long Kiln With Chain System	1100~1200kcal /kg · clinker	-필터 프레스를 이용하여 필터 케익을 만든다.

프로세스 분 류	수 분 함 량	시스템 의종류	에너지 소모량	특 징
습 식	25~40%	Long Kiln With Chain System	1300~1500kcal /kg · clinker	- 원료수분함량이 32~42% 정도 를 함유하는 Slurry형태로 유 입된다. - 내부열이동이 체인에 의하여 개선된다. - 열소모량이 매우 높다. - 열소모량은 Slurry의 소모함량 이 25~30% 정도이면 Slurry Thinners에 의하여 감소시킬 수가 있다. - Slurry Preheater는 소성노 (Kiln)의 크기를 감소시키고 열교환을 개선시킨다.

분류에 따른 시스템의 종류와 특징을 살펴 보았다. 그러나 앞에서 언급한 바와 같이 습식, 반습식, 반건식 프로세스는 건식 프로세스와 비교해볼때 에너지 소모량 측면이나 설비 투자적인 측면은 물론 생산량 측면까지도 2배 이상의 현격한 차이를 나타내므로 오늘날 이 세가지의 프로세스는 점점 사라지고 있는 추세이다. 그러므로 이 章에서는 건식 프로세스에 국한시켜 現在 해외 전문업체들이 발표한 시스템을 기준으로 그 종류와 특징들을 살펴 보기로 한다.

1) S.P.(Suspension Preheatzr) system:

①1단 S.P System

덴마크의 F.L SMIDTH社에 의하여 건설되었으며 일일 생산용량이 2700톤 인것이 가장 큰 용량이다.

이 시스템의 구성은 외부1단 사이클론 부착식 예열기와 내부 열교환기로 구성되며 시멘트 원료에 알칼리 성분이 과다하게 함유 되어있고 SO₂, Cl등이 과량으로 함유된 경우 적합하나 먼지로 달아 나버리는 손실이 상당히 많고 내부 열교환기는 과열에 상당히 민감하므로 정비비가 많이 먹힌다.(그림1 참조)

②2단 S.P System

이것 역시 덴마크의 F.L SMIDTH社가 개발한 것으로 1단 S.P System의 내부 열교환기가 갖고 있는 단점과 먼지로 달아나는 손실을 크게 보완 하였다. 설치된 최대용량은 일일 2300톤의 생산량을 갖는다. 특징으로는 1단 S.P System과 유사하다(그림 2참조)

③4단 S.P System

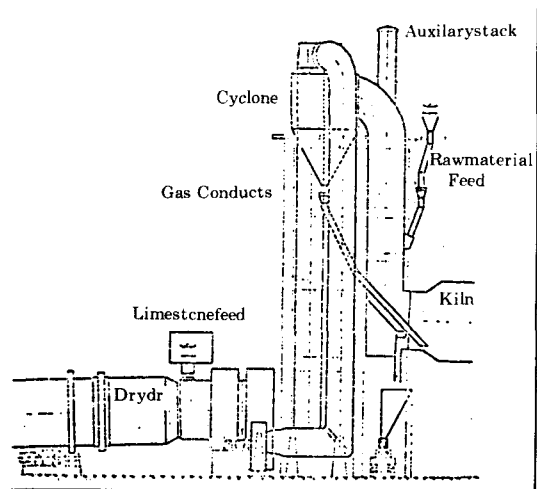


그림 1. 1단 S.P System

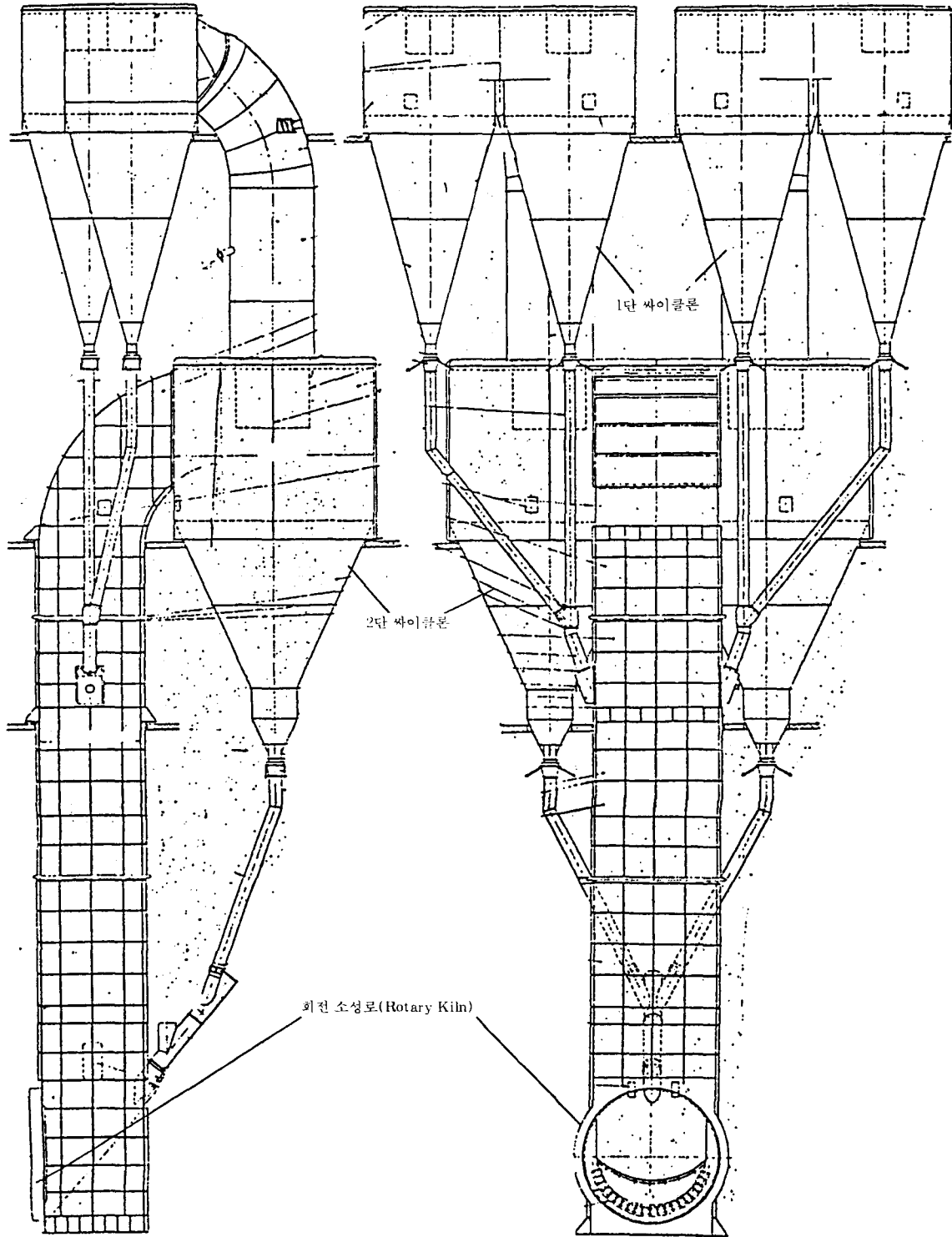


그림 2. 2단 S.P System.

주로 싸이클론 형과 SHAFT 형으로 구분 되는데 싸이클론 형에는 독일의 POLYSIUS社가 개발한 DOPOL(그림 3) Type과 O & K社가 개발한 Miag Type(그림4)가 있다. 구조로는 원료예열을 위해 여러개의 싸이클론으로 구성되어 있으며 이것은 또한 4개의 싸이클론을 갖는 단일라인으로 이루어 지거나 아니면 이중타인라인으로 이루어 진다. 일일 생산최대용량은 4500톤으로 알려져 있다.

이와 더불어 SHAFT형 역시 POLYSIUS社가 개발한 Gepol Type(그림 5)과 체코에서 개

발한 Prerov Type(그림 6), 지금은 독일로 통합된 옛 동독의 SKET/ZAB社가 개발한 ZAB Type(그림 7)이 있다. 일반적으로 4단 싸이클론 예열기를 부착하기위한 타워건설에 건설비용이 많이 들고 원료의 유동이 다른 시스템에 비하여 복잡하므로 이를 보완하기 위하여 개발된 것이 SHAFT형이다. 그러나 성능면에서 싸이클론형보다 우수하지 못한 단점이 있다.

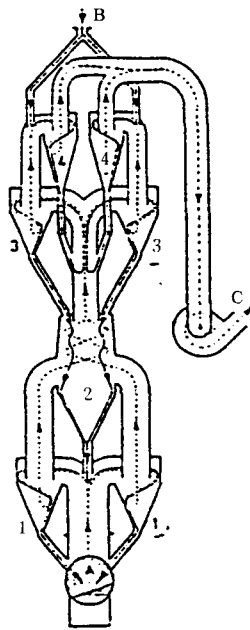


그림 3. Dopol Type

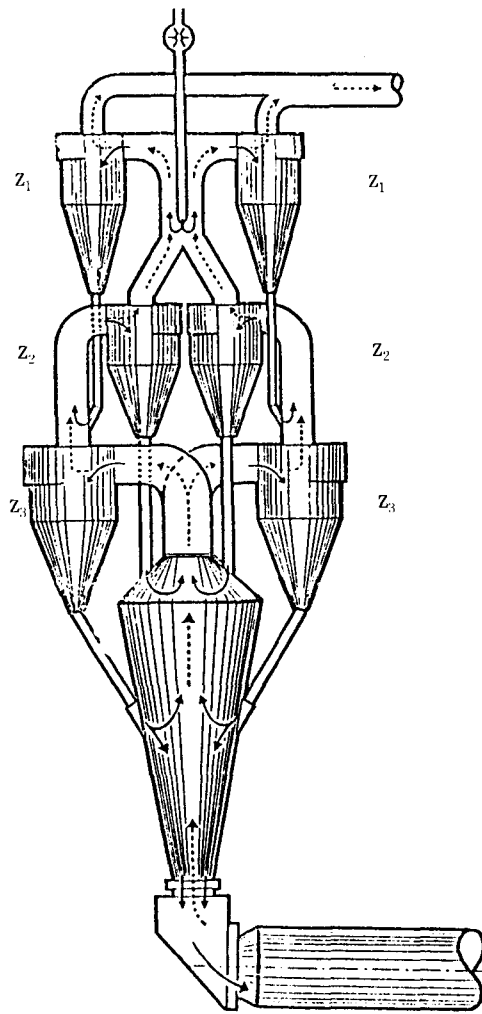


그림 4. Miag Type

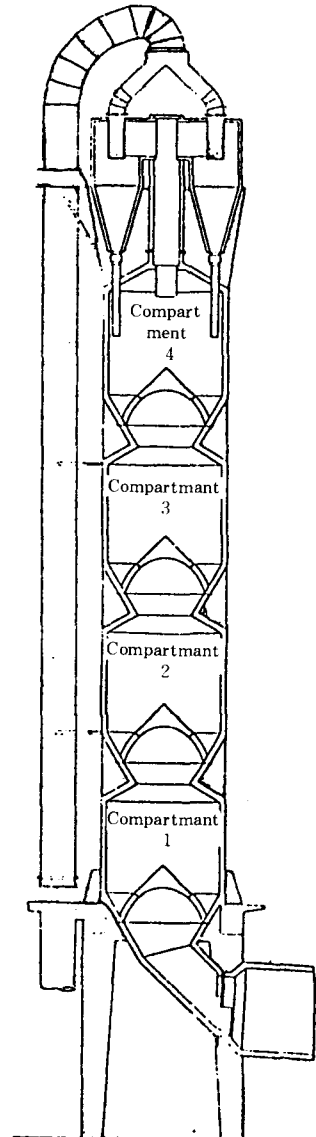


그림 5. Gepol Type

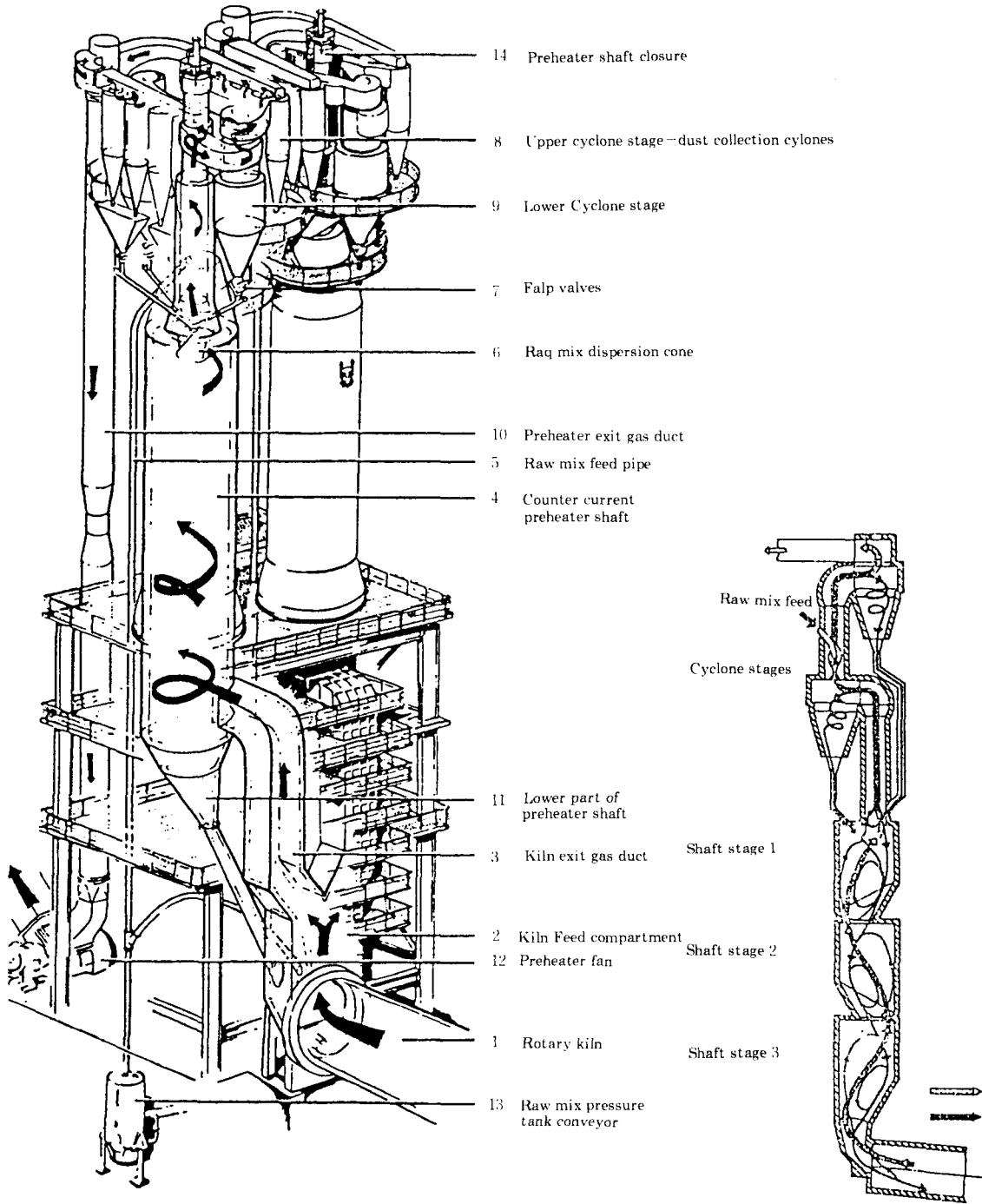


그림 6. Przrov Type

그림 7. Zab Type

<다음호에 계속>