

고강도 콘크리트 관 제조 신 기술

(CEVICON 공법)

주식회사 팔마

I. 회사 소개

(주)팔마는 1986년 8월 12일 전라북도 완주 군에 설립하여, CONCRETE 2차 제품인 콘크리트 PILE, POLE, 인터로킹 BLOCK, 도로 경계석, FLUME 관, L형 옹벽 등을 생산하면서, 금번 제 1 회 청정기술대상을 수상한 고강도 콘크리트 관을 개발한 건실한 중소기업이다.

20여 년 간 콘크리트에 열정을 바친 육기동 사장을 중심으로 전 직원이 철저한 품질관리와 신 기술 개발을 통해 지역 사회의 발전과 국가 발전의 초석이 되고자, 콘크리트 사업의 외길로 묵묵히 정진하면서, 콘크리트 1차제품인 레미콘을 생산하는 삼성콘크리트공업(주), 콘크리트 제품 산업 기계를 생산하는 서해중공업(주)을 계열사로 하여 콘크리트 산업의 수직 계열화를 이루어 끊임없는 연구와 노력으로 신 기술 개발과 보급에 선도적인 역할을 하는 기업으로, 88년에 전라북도 품질 관리상 수상, 89년에 유망 중소기업 선정, 전국 품질관리 표준화 대회 산업 포장을 수상 하였으며, 1994년에는 공업진흥청으로부터 NT(NEW TECHNOLOGY : 신 기술)마크획득 및 기술혁신상을 수상하였으며 환경처장관으로부터는 KIST에서 주관한 제1회 청정기술대회에서 영예의 대상을 수상하였고 중앙일보사로부터 기술혁신금상을 수상하여 그 기술을 인정받았다.

II. 기술 내용

1. 기술 개발 동기

각종 산업 및 건설 현장에서 필수적으로 사용하고 있는 관의 종류에는 철관, PVC관, 세라믹관 및 콘크리트 관등 여러 종류가 있다. 그러나, 배수나 통수관은 강도 및 경제성을 고려하여 콘크리트 관을 많이 사용하며, 우리 나라는 그 중에서도 원심력을 이용하여 제조한 흠관(HUME PIPE)을 많이 사용하여 왔다. 또한, 산업의 발달과 건축물의 고층화, 차량의 고속화 및 중량화, 수송 장비의 대형화로 인하여 지하나 도로에 묻히는 관은 더욱 고강도관을 요구하게 되었다. 그리하여, 한국에서는 1991년에, 일본에서는 1985년에 K.S 와 JIS 규격을 개정하여 고강도의 콘크리트관을 만들도록 하였다. 이에 일본은 기존 시설과 재료만으로는 개정 JIS 규격의 강도를 얻

지 못하여 GLASS FIBER와 실리카 분말등 혼화제를 사용하여 JIS 기준 강도를 유지하게 되었으나 상대적으로 생산 원가가 높아졌으며, 한국에서는 흠관 강도 증강문제에 따른 업계의 유보요구로써 KS 규격 개정 후에도 2년간의 유보 기간을 두는 등 많은 우여곡절 끝에 KS 규격 개정을 실행하였다.

그러나, 지금까지의 원심력 제조방법으로는 강도 문제, 폐수 슬러지의 다량 발생 문제, 자동화의 어려움 등으로 3D 산업 속으로 전락하였다. 즉, 기존 시설과 그 생산 방식을 이용하여 만든 제품은 강도 실현에 많은 어려움을 겪고 있으며, 또한 폐수 발생 량도 기존의 제조기에서는 제품 생산량(중량비)의 40% 정도가 폐수로 발생하며, 슬러지도 제품 생산량의 약 5~8%가 발생하고 있다.

이에, 팔마는 7년전부터 이러한 문제점을 파악하고 해결코자 세계 각국의 콘크리트 관을 조사하여, 구라파에서 개발한 건식 콘크리트를 이용하여 제조하는 바이콘관(VICON PIPE)의 기계를 서독의 HENKE사로부터 도입하여 2년 이상 생산 실험을 실시하였으나, 바이콘관 제조기는 건식 콘크리트를 사용하여 폐수가 발생되지 않는 장점은 있으나, 2.6m관을 수직으로 세워 제조하기 때문에 제품의 단면적이 기존 흠관의 34%정도가 커서 재료 원가가 증가되어 생산 원가가 높고 또한 제품의 중량이 무거워 운반비 상승 및 시공성이 떨어지고 제품의 정밀도와 외관 등이 흠관과 경쟁력이 없었다.

그리하여 노력 끝에 기존 KS규격의 원심력 철근콘크리트관의 규격에 준한 고강도 파이프의 제조 방법을 연구하게 되었다.

소련에서의 연구 발표, 및 일본에서의 연구 내용 등을 참조하여, 제품 강도는 KS 신규격 강도 이상을 최우선으로 하고, 시멘트 슬러지와 폐수에 의한 공해 문제 및 3D 기피 현상의 근로자 문제를 해결하고자 건식 콘크리트를 사용기로 하였으며, 생산성을 높이기 위한 자동화 설비를 만들기 위하여 건식 공법에 의한 진동 성형 방법과 습식 공법에 의한 원심성형법의 두 가지 방법을 개량한 진동, 원심, 전압(압축)의 3가지 성형방법을 조합하여 고강도 콘크리트 관을 연구 개발하게 되었다.

91년 7월에 설계를 마치고 기계 제작에 착수하고, 91년 12월부터 시운전을 실시하여 실패와 개선을 계속 하던 끝에 2년만인 93년 2월부터 정상적인 생산에 돌입하였고, 지속적인 개발과 발전을 이룩하여 94년 3월에는 2호기 설치를 완료하였다.

2. 고강도 콘크리트 관 제조기술

A. 세비콘 공법이란?

원심(CENTRIFUGAL), 진동(VIBRATION), 전압(COMPRESSION)을 조합하여 콘크리트 관을 제조하는 공법을 말한다. 세비콘 공법의 특징은 콘크리트관의 고강도화, 제조 공정의 자동화, 제품의 균등화, 작업자의 안정성을 보장하고, 환경 공해인 폐수와 콘크리트 슬러지의 발생이 없는

것으로서, 세비콘 플랜트의 구성과 작동을 설명하면 다음과 같다.

콘크리트의 고강도화와 환경 공해를 없애기 위하여 건식 콘크리트를 토출할 수 있는 투입기와 다짐을 줄 수 있는 진동장치, 전압 로우러, 원심대로 구성되어 있으며, 제조 공정의 자동화, 제품의 균등화 및 작업자의 안전을 위하여 형틀이 원심대에 안치 및 통과할 수 있도록 원심대의 휠과 휠 사이에 SHAFT가 없는 자동화 원심대는 저속, 중속, 고속 기능이 있으며, 상하 작동을 하는 상방향 진동대가 있고, 형틀을 들고 이동, 상하 작동으로 위치를 잡아 주는 성형기용 로봇 대차가 있으며, 자동 전압 로우러기는 전압을 위한 상하 작동, 사상을 위한 봉회전 및 전후진 작동을 하고, 자동 정량 투입기는 투입 HOPPER에 LOAD CELL을 부착하여 간격당 자동 정량 투입을 하면서 일정량을 투입하는 등, 상기 기능을 가진 기계를 가가 규격별로 전자동 PROGRAM화하여 PLC에 입력시켜 무인으로 일사 불란하게 작동되어 규격별로 제품이 일정하고, 작업자가 기계에 접근하지 않고도, 제품의 투입, 성형, 마무리가 자동 운전되기 때문에 1인 감시 체계로 운전이 가능한 최첨단 신공법이다.

3. 제조 공법에 따른 콘크리트 관의 품질 비교

콘크리트 관을 다지는 방법에 따라 원심력만을 이용하는 방법, 원심 진동을 이용하는 방법의 HUME 관이 있고, 진동과 전압을 이용하는 방법의 V.R 관이 있다.

원심력을 이용한 HUME 관은 콘크리트 구조가 치밀하여 흡수율과 수밀성, 내마모성 내부 식성이 양호하고 강하며 콘크리트와 철근 부착상태가 양호하여 내구성이 높고 중량이 가벼워 시공성이 좋은 반면 고슬럼프의 콘크리트를 사용하기 때문에 큰 원심력으로 인하여 콘크리트의 구성재료의 입경과 비중의 관계로, 관의 단면은 외측부터 콘크리트, 모르타르, PASTE, 수분 +PASTE(SLUDGE)순으로 각층이 형성되는 골재 분리 현상으로 제품의 강도에 나쁜 영향을 미치고 있다.

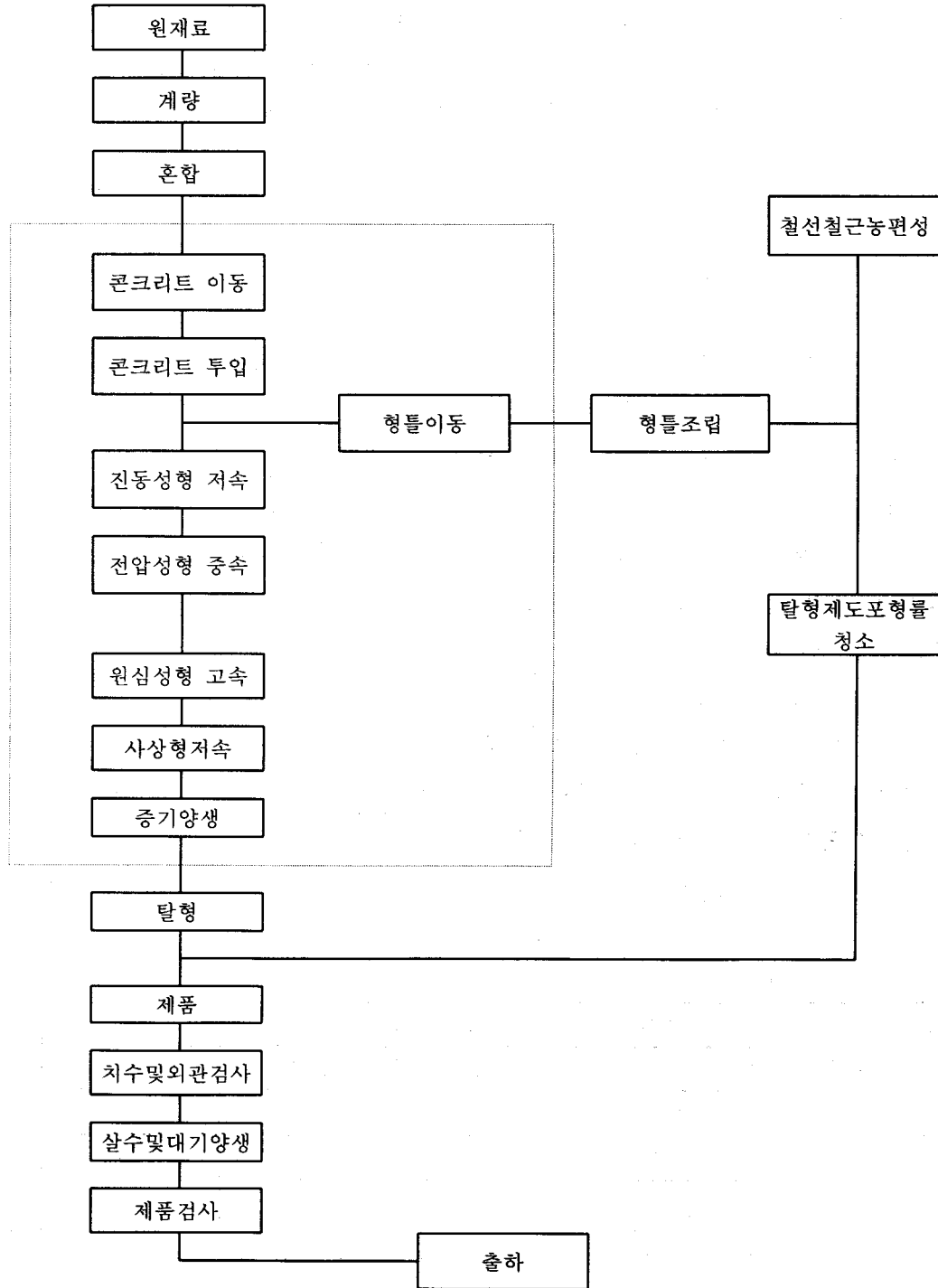
또한, 진동과 전압을 이용한 V.R 관은 저슬럼프의 콘크리트를 사용하기 때문에 골재 분리 현상은 없으나, 관은 수직으로 세워서 제조하기 때문에 관 자체의 직립성을 유지하기 위하여 같은 규격의 HUME 관 보다 원 재료의 향이 40~80% 증가되어 제조 원가 상승은 물론 시공성과 시공비용이 많이 들고, 골재 자중에 의한 진동다짐과, 그 상태에서의 측면 마무리이기 때문에, 관 내 외면의 형상이 매끄럽지 못하여 콘크리트의 치밀성이 떨어져 내마모성, 수밀성이 불량하며 콘크리트와 철근의 부착 상태가 떨어지기 때문에 내부식성, 내구성이 떨어지는 약점을 가지고 있다.

그리고, 팽창성 혼화제, 고유동화제, 고강도 시멘트 등을 사용하여 강도를 증진시키는 방법이 있으나, 원재료, 양생비용등 제조 원가의 상승을 초래하며, 제조 공정이 복잡해져 경제성과 경쟁력이 떨어진다.

경제성과 강도 증진을 위해서 결합재의 강도 개선중 물 시멘트비의 감소(공극의 감소) 부분에서, 배합의 된 비빔 콘크리트와 다짐의 진동, 가압, 원심력을 동시에 적용하여 HUME 관과

V.R 관의 단점을 보완한 콘크리트 관은 W/C 30% 이하의 초된 비빔 콘크리트를 사용하여, 원심력에 의한 골재 분리현상을 없애고, 원심과 진동으로 콘크리트의 치밀성과 콘크리트와 철근의 부착성을 높이며, 전압으로 관의 내외면의 형상을 매끄럽게 하여, 수밀성, 내구성, 내부식성, 내마모성을 증가시킨다면 경제성과 강도를 동시에 만족시킬 것이다.

B. CEVICON PIPE 제조 공정도



특히, 콘크리트 흡관 제조에서 진동식원심성형방법을 처음으로 주장한 사람은 러시아의 STAMENKOVIC로 처음 흡관에 진동을 부여하게 된 동기는 흡관의 재로 분리를 방지할 목적으로 시도되었다. 이것은 1960년대 후반으로, 그 뒤 1970년대에 들어서면서 실제로 진동식 원심성형법에 의한 흡관 제품이 『CENVIRO』라는 제품명으로 미국 RAYMOND 사에서 출시되었다.

그 뒤, 이 분야에 대한 연구가 미국, 러시아, 독일, 스위스 등에서 적극적으로 연구되면서 여러 가지 특허가 출원되었다. 1970년대와 1980년대에 들어와서는 일본과 유럽에서 특히 다양한 특허가 출원되는 등 30여년동안 원심, 진동, 전압을 이용한 수많은 실험을 통하여 강도 증진을 증명하였으나, 각 규격별 콘크리트관의 성형에 따른 원심속도, 진동, 전압의 최적 시스템의 관계 정립 및 양산 체제에 맞는 PLANT 개발에 실패하여 실용화되지 못하였다.

4.. 청정기술에 따른 효과

CEVICON 관은 건식 콘크리트를 사용함으로써, 물의 사용량을 현저히 줄여 폐수 및 콘크리트 슬러지 공해 발생을 없애고, 깨끗한 공장 상태를 유지하였으며, 제조 시간의 단축과 양생 시간 단축으로 연료비를 절감하였으며, 내외면 및 SOCKET의 품질을 향상시켰다.

일반적으로, 보통의 워커빌리티를 확보하기 위해서 W/C비가 0.5 정도의 비교적 높은 W/C비가 사용되고, 이것을 20g~40g 정도로 회전시켜 잉여수를 토출시키면서 파이프를 원심력으로 다짐으로서 원심력 콘크리트관을 만들기 위해서는 회전중의 잉여수를 밖으로 토출시키는 것이 필요한데, TABLE 1에서 보듯이 원심성형이 끝나고 나서 콘크리트 내에 남아 있는 W/C 비는 0.26을 넘지 않는다.

결론적으로, 총 사용물량의 50%가 시멘트 페이스트와 함께 밖으로 비산되고 원심대의 청소, 제품 내면 청소, 형틀의 청소 등으로 TABLE 2에서 보듯이 제품 생산량의 37.1%의 폐수 발생과 5.9%의 콘크리트 슬러지 발생을 유발하게 되는 것은 물론이고 공장 내의 환경이 불결하지만, 세비콘 공법은 전혀 환경공해가 발생하지 않는다.

TABLE 1. 배합과 원심력에 의한 탈수효과

번호		1	2	3	4
배합	시멘트	300	400	450	500
	자갈	889	889	889	889
	모래	899	899	899	899
W/C	믹싱시	75	48	39	32
	원심성형후	26	20~22	2425~	20(내측) 2627(외측)~

주 : 단위 시멘트량이 450kg 이상이면 시멘트 페이스트 점성이 높고, 물이 스며나게 된다.

그러나, 주(팔마) 1980년에 HUME 관을 생산하고 1987년에 VICON 관을 생산한 후 상기 콘크리트 관의 약점 보완과 강도 증진을 위하여 체계적인 연구 끝에 1991년부터 원심 진동 전압 공법에 의한 콘크리트 관 생산 시설을 하여 수많은 실험과 검증으로 원심, 진동, 전압 공법을 완성시키고 세계 최초로 양산 체제를 이룩하여 CEVICON이라 명하였으며, 그 콘크리트 관을 세비콘 관이라 명하였다.

각 연구소 및 공인기관에서 실험한 결과, HUME 관은 일반적인 제조 공법으로는 기준 강도의 실현이 어려우며, 혼화재와 유동화제 및 고강도 시멘트를 사용하여야만 기준 강도가 발휘되는 것으로 나왔으며, CEVICON 관은 일반적인 원재료에서 기준강도를 훨씬 상회하여 경제성과 강도가 입증되었다.

이는 콘크리트의 선진국이라 할 수 있는 일본, 미국, 유럽에서도 실현치 못한 것을 세계 최초로 원심, 진동, 전압공법으로 고강도 콘크리트 구현의 과학적인 근거를 제조 시스템에 적용하여 양산체제를 이룩한 것으로 차세대의 유일한 콘크리트 관으로 판명된다.

TABLE 2. 기존 제조 공법으로 홉관 생산 시 슬릿지 및 폐수 발생량

<p>1. 슬릿지 발생량은 콘크리트용 골재(KSF 2526)에서 규정하는 이물질 함유 허용치를 근거로 산출 KS 규정 잔골재-점토 덩어리 3%, 씻기 시험 5%~14%중 60%토출-8.4% 발생 굵은 골재-점토 덩어리 5%, 씻기 시험 1% 콘크리트 1m³에 대한 골재량 : 70~75% 제품 중량당 슬릿지 발생량 : 70/100×8.4%=5.9%</p>
<p>2. 폐수 발생량은 혼합 시 사용수, 혼합기 청소시 사용수, 성형시 물분사량 및 제관 후 청소 작업시 사용하는 물의 양 등 1일 발생량을 측정하여 생산 제품 중량으로 환산하였음. 제품생산량(TON) - 200TON/DAY 폐수 발생량(m³) - 81.6m³ / DAY 제품 생산량 당 폐수 발생 비율 81.6 / 200 × 100% =37.1%</p>

또한, 초기의 W/C 비가 0.5의 콘크리트가 최종 W/C인 0.26이하로 되기 위해서는 내경 φ800 ~φ1000인 경우 20分 정도가 소요되는 등 원심시간이 기어져 제조 시간이 많이 걸리나 TABLE 3에서 보듯이 50%의 제조시간 단축을 할 수 있어 기계의 수명을 연장시키며 유지 보수비를 절감할 수 있다.

TABLE 3. HUME 관과 세비콘 관의 제조시간 비교

(단위:분)

규격	HUME관	세비콘관	비 교
소형	12	7	58%
중형	20	10	50%
대형	30	15	50%

그리고, TABLE 4와 같이 세비콘 관은 제조 필요물량 외에는 전혀 들어가지 않아 HUME관에 비하여 연간 22,140 TON의 물을 절약할 수 있어 수자원 절약을 할 수 있게 하였다.

더불어, HUME 관의 단점인 관 내면이 레이턴스층으로 매끄럽지 못하고, SOCKET 부분의 물흐름 현상 및 레이턴스로 인하여 형태가 불완전한 것을 완전한 형태로 제조 하여 SOCKET 부분의 보수 인원 1명이 필요 없다.

그리고, 기존 HUME 관이 습식이기 때문에 양생시간이 8시간 인데 반하여 CEVICON 관은 건식 이므로 4시간 정도로 단축되어 연료 절감 및 형틀의 회전율은 높였다.

TABLE 4. 물의 사용량 비교(제조 필요 수량 제외)

(200T/DAY)

구분	콘크리트생산량	기존 홈관공법의 물사용량	세비콘공법의 물사용량	비 교
소형관	60	22	0	22
중형관	100	37.1	0	37.1
대형관	40	14.8	0	14.8
계	200	73.8	0	73.8
월간 추가 사용량 : 1,845T = 73.8T × 25日 연간 추가 사용량 : 22,140T = 1,845T × 12月				

5. 제조 공정의 자동화에 따른 효과

세비콘 공법은 제조 공정의 자동화로 인하여 제품이 각 규격별로 균일화 되었고, 작업자의 안전이 보장되었으며, 작업 인원의 감축 및 충격과 조작 미숙에 대한 제품의 손상을 방지하였고, 작업자의 기능에 따라 품질 및 생산성이 좌우되는 경우를 없앴다.

기존 HUME 관 제조 공법은 수 조작 작업으로 숙련공의 기능에 의하여 투입량 및 제품의 상태가 결정되었기 때문에 각 제품마다 품질이 불 균일 할 수밖에 없으며 사상 작업 시 회전하는 형틀에 근접하여 관의 내면에 철대를 넣어 작업하므로 위험하였다. 또한 성형이 완료된 형틀을 슬링거를 들고 이동하여 지하 양생실에 적치함으로써 상승 및 하강 적치시 제품에 충격을 줄

우려가 많으며 관 내면에 슬링거 자국이 남는 결점이 있으며, 특히 호이스트에 슬링거를 달고 중량물을 공중으로 이동을 하기 때문에 낙하 및 충돌할 염려로 위험하며 공장 건물이 중량화 되어야 하므로 건물의 설비비가 많이 들며 유지 보수비가 많이 든다.

그리고, 모든 작업이 수작업이기 때문에 성형 공정에만 투입 1명, 사상 2명, 슬링거 조작 2명 등 총 5명이 소요되며 한 작업자의 실수 만 있어도 제품에 불량이 되고 작업자의 정신 상태에 따라 생산량이 결정되어 관리상으로도 어려움이 있는 결점이 있다.

그러나, 세비콘 공법은 호이스트와 슬링거를 없애고 양생실을 평면으로 설계하여 모든 물류 이동을 대차로 자동 이동함으로서 슬링거 이원 2명을 없앴으며 콘크리트 투입, 원, 진동 사상 성형을 자동화시킴으로서 TABLE 5 과 같이 투입 1명, 사상 2명을 없애고 감시 인원 1명만으로 성형에서 양생까지 할 수 있는 것이다.

이로서, 총 12명의 인원 감축은 물론, 작업자의 안전과 제품의 균일성 생산성 등의 무형의 절약 효과를 이룸과 동시에 생산 관리를 편안하게 할 수 있도록 하였다.

TABLE 5. 자동화에 따른 인원 절감 비교(성형공정)

(단위 : 원)

구분	공정	기존홈관라인	세비콘관라인	비교
소형관	투입	1	1	+4
	성형	2	0	
	M/D 이동	2	0	
중형관	투입	1	1	+4
	성형	2	0	
	M/D 이동	2	0	
대형관	투입	1	1	+4
	성형	2	0	
	M/D 이동	2	0	
계		15	3	+12

또한, V.R 관 생산라인은 양생되지 않은 제품을 수직으로 수동 운반하기 때문에, 제품에 손상을 줄 염려가 있다.

6. 세비콘 플랜트의 경제적인 효과

A. 제조 공법에 따른 경제적인 효과

TABLE 6의 유형의 절약 비용 외에 물 절약, 무공해, 고강도, 인원 관리 비용, 환경 관리비용, 생산관리비용등 무형의 절약 효과가 있다.

TABLE 6. HUME관 대비 1년 간 총 절약 비용

NO	항목	절감비용(원)	비고
1	원재료 비용	482,310,540	
2	슬릿지 처리비용	159,300,000	
3	연료 절감비용	16,114,500	
4	인건비	260,000,000	보수인원 1명포함
	계	917,725,040	

항목별로 자세히 살펴보면

TABLE 7. 에서 보듯이 HUME 관과 비교할 경우 연간 5억원의 절감 효과가 있다.

TABLE 7. K.S 규격 강도를 기준한 원재료 비교(단위 : kg/m³)

NO	원재료	단가(원)	HUME관		CEVICON관	
			중량	금액	중량	금액
1	시멘트	42.1			480	20,208
2	모래	7.5	665	4,987.5	955	7,162.5
3	자갈	6.25	957	5,891.25	781	4,881.25
4	고강도 시멘트	78	520	40,560		
	계			51,529		32,252
5	1년소모량(m³)		25,020		25,020	
	계		1,289,255,580		806,945,040	

주) 콘크리트의 단중을 2,400kg/m³ 로 할 때

200T/DAY 생산 시

1일 CONC 소모량 = 200T/2.4T = 83.4 m³

1달 CONC 소모량 = 83.4m³ × 25日 = 2085 m³

1년 CONC 소모량 = 2085m³ × 12月 = 25020m³

VR 관은 같은 규격의 HUME 관에 비하여 약 50% 이상의 원재료 소모가 크므로, 경쟁력이 없다.

세비콘 공법은 환경공해를 원천 방지하여 TABLE 8에서 보듯이 슬릿지 처리비용을 연간

159,300,000원을 절약할 수 있으며, TABLE 9와 같이 양생비용 16,114,500원을 절약할 수 있고, 물 사용량의 절약과 함께 공장 내외의 환경을 청결히 할 수가 있어 무형의 관리비용을 절감할 수 있다.

TABLE 8. 슬러지 처리 비용 산출

구분	단위	흡관제조공법	세비콘관
1일 제품 생산량	ton	200	200
1일 슬러지 발생량	ton	11.8	0
ton 당 슬러지 처리비용	원	45,000	0
1일 슬러지 처리비용	원	531,000	0
월간 슬러지 처리비용	원	13,275,000	0
년간 슬러지 처리비용	원	159,300,000	0

단) 슬러지 및 폐수 처리시설 설치 비용은 포함하지 않았음.

제조 공정의 자동화로 인하여 TABLE 10과 같이 1인 인건비를 계산할 때 12명의 인원 감축에 따른 인건비를 2억 4천 정도를 절약할 수 있으며 산재 사고에 따른 유, 무형의 재산 손실, 생산성 손실을 감축시켰고 제품의 균일화로 인하여 불량률 및 하자에 대한 A/S 비용 등을 절감시켰다.

TABLE 9. 양생시간 단축에 따른 연료절감 비용. (200T/DAY)

연료	단가	hume관		CEVICON관		비교	
		소요량(L)	금액(원)	소요량(L)	금액(원)	소요량(L)	금액(원)
경유	199원/L	85	16915	50	9950	(+)35	(+)6965
BC유	85원/L	2240	190400	1690	143650	(+)550	(+)46750
계		2325	207315	1740	153600	(+)585	(+)53715

연료절감량 : 1 일 - 53,715 원 1달 - 1,342,875 원 1년 - 16,114,500 원

TABLE 10. 1인 연간 인건비 산정 기준. (단위 : 원)

NO	항목	1년간 비용
1	인건비	12,000,000
2	국민연금	-
3	의료보험	-
4	퇴직금	-
5	식대	-
6	산재보험비	-
7	기타	-
	계	20,000,000

B. 콘크리트 관의 특성 및 PLANT 비교

TABLE 11에서 보듯이 V.R 관은 콘크리트의 특성인 강도, 내구성 수밀성, 경제성 등이 타 관에 비하여 경쟁력이 떨어지며, HUME 관 또한 환경 공해, 작업환경, 근로자의 안전성, 강도 등에서 취약하나 세비콘 관의 상기 약점을 완전히 보완한 우수한 관이며 PLANT 또한 완전 자동인 최첨단 공법으로 확인된다.

III. 결론

콘크리트 관의 제조 기술이 제 1세대의 단순 원심력에 의한 방법, 제 2세대의 진동 부여에 의한 원심력 제조 기술에서 더 나아가 원심력에 진동 특성과 전압 개념을 추가하여 최적 시스템의 구축에 의한 제 3세대 콘크리트 관의 제조 기술로 발전하기에 이르렀으며 국내의 새로운 기술의 도입 형태가 이제까지 선진 외국 기술 모방에 급급한 형태인 점을 감안 할 때 10여년 간 경험한 기술을 바탕으로 국내에서 세계 최초로 개발한 CEVICON 공법은 끊임없는 노력과 연구, 과감한 투자의 산물이라 할 수 있을 것이며, 산업계의 요구와 제조 업계의 욕구를 동시에 만족시킬 혁명적인 기술이고, 더욱이, CEVICON 공법은 외압관인 A형, B형, C형, NC형 뿐 만이 아니라, 추진관, 내압관에도 적용이 가능하며, 콘크리트 관의 고품질화를 가속시킬 것이며, 성력화와 환경 보호 및 자원 절약의 이점이 있고, 기존 HUME 관 제조 공장에서도 공장의 형태를 바꾸지 않고 성형 LINE만을 설치하여 세비콘관을 생산할 수 있어, 급속한 파급효과가 기대되며, 앞으로 콘크리트와 관련이 있는 모든 분야에서 발전을 할 수 있는 계기가 될 것을 확신한다.

TABLE 11. 콘크리트 관의 특성 및 PLANT 비교

구분	품명	세비콘 관	흡 관	VR 관	문제점
1. 내구성		원심, 진동, 전압다짐으로 내부 조직이 치밀하여 내구성이 우수하다.(수명 : 100년)	원심력 다짐으로 내부 조직이 치밀하여 내구성이 우수하다.(수명 : 100년)	진동전압에 의한 성형으로 내부 조직이 치밀치 못하여 내구성이 낮음	VR관은 조직이 치밀치 못하여 흡수율이 높아, 철근부식으로 체적이 팽창하여 내구성 내마모성이 약함.
2. 내부적성		강함	강함	약함	
3. 내마모성		강함	강함	약함	
4. 흡수율 및 수밀성		흡수율 및 수밀성이 매우 양호하다.	흡수율 및 수밀성이 매우 양호하다.	흡수율 및 수밀성이 매우 불량하다.	VR관은 흡수율이 높아 폐수와 화학적 저항성이 약하고 철근부식으로 관수명이 단축된다.
5. 내면 치밀성		관내면이 치밀하여 마찰계수가 적어 유속이 원활하며 침전물이 적어 설계 수량 수송 원만함	관내면에 레이턴스층이 형성되어 마찰계수가 약간 크다.	내면이 치밀하지 못하여 물흐름의 마찰계수가 크다.	VR관은 마찰계수가 커서 물흐름이 방해되어 관 내면이 세굴될 수 있다.
6. 콘크리트와 철근 부식상태		제조방법이 원심, 진동, 전압방식으로 철근과 콘크리트의 부착 상태가 매우 양호함	제조방법이 원심력 방식으로 철근과 콘크리트의 부착 상태가 매우 양호함	제조 방법이 다른 콘크리트(건식콘크리트 몰탈 배합과 비슷함) 진동 및 롤전압 방식으로 제작하기 때문에 철근이 이격 분리되어 상태가 매우 불량함.	VR관의 코아를 재취물을 주입시키면 철선을 따라 물이 새어 나올뿐만 아니라 철근이 빨리 부식되어 팽창하므로 내구성에 절대적 문제가 있다.
7. 시공성		중량이 매우 가벼워서 시공비가 적게 든다(400m/m본당 323kg)	중량이 매우 가벼워서 시공비가 적게 든다(400m/m본당 323kg)	중량이 무거워서 시공이 용이하지 못하며 시공비용 부담이 크다.(400m/m본당 323kg)	VR관은 중량이 무거워 운반비가 많이 들고, 시공이 용이하지 못하며 부피가 커 배토량이 많아 시공비가 높다
8. W/C		25%~30%건식 콘크리트	45%~50%습식 콘크리트	30%~32%건식 콘크리트	
9. 작업환경		좋음	나쁨	좋음	
10. 환경공해		없음	있음	없음	
11. PLANT 자동화		완전자동(PLC TYPE)	수동	준자동	
12. 몰드이동방법		자동대차	수동 SLINGER	수동 지게차	