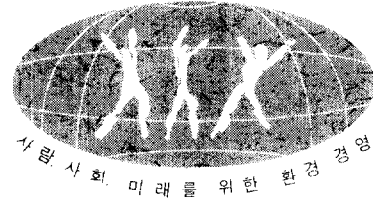


**환경 VIP Report (제18호)**

**현대 환경 연구원**

**HYUNDAI Institute of Eco-Management**

(Tel) 0331-280-7620~9/ (Fax) 0331-280-7630



## **폐수처리와 재활용**

98. 6. 30

— <목 차> —

**I. 사례연구 : 폐수처리와 재활용에 관한 해외사례**

1. 호주의 Tubemakers Water 사례
2. 호주의 Excel Concrete 사례

**II. 최신 환경 단신**

1. 국내외 환경 정책 동향
2. 환경 산업 및 환경 기술 동향

## I. 사례연구 : 폐수처리와 재활용에 관한 해외사례

○ 이 사례는 청정생산 개념을 도입하여 지방의회의 폐수관리 정책 이행은 물론 폐수관리 비용을 저감시킨 호주의 파이프생산업체인 Tubemeks와 시멘트제조업체인 Excel 콘크리트의 사례이다.

### 1. 호주의 Tubemakers Water 사례

#### 가. 회사개요

Tubemakers Water는 호주의 Queensland에 위치한 기업으로 내부는 콘크리트로 되어있고(concrete lined) 외부는 폴리에틸렌으로 코팅을 한 스틸파이프를 생산하는 업체다. 이 업체는 소비자들에게 다양한 용도로 쓰이는 액체와 가스를 운반하거나 저장할 수 있는 제품들을 공급한다. 이 업체에서 공급하는 제품들은 물과 가스를 대륙간(cross-country) 전달하는 파이프에서부터 자동차나 냉장고와 같은 소비자 제품속에 사용되는 self-contained fluid 시스템 등에 다양하게 쓰인다. 이 업체에 의해 서비스를 제공받는 주요 산업은 물, 오일 및 가스, 제조업, 엔지니어링 및 건설, 광산 그리고 지방기업들이다. Ipswich시에 위치한 Tubemakers Water 사업장의 총고용인원은 110명이며, 연간 총매상고는 약 2천만불이다.

#### 나. 배경

Tubemakers는 액체폐기물을 홍수등으로 물이 불어날 때 강물(storm water)에 바로 배출시켰다. 이 배출물들은 콘크리트 찌꺼기에서 발생하는 많은 양의 기름과 고체물질을 함유하고 있다.

Ipswich 시의회(City Council)는 기업에게 자신들의 폐수를 storm water보다는 하수구에 배출하고 배출하기 전에 처리할 것을 의무화하였다. 이 정책은 기업에게 폐수 문제를 청정생산(Cleaner Production)의 관점에서 보도록 촉구했다. Tubemakers의 경영진은 시의회의 폐수관리정책의 강화를 새로운 기회로 생각하고 다음과 같은 결론을 내렸다.

“만약 우리가 이 결정을 따른다면, 이 프로젝트로부터 추가의 이득을 얻을 수 있는 기회가 있을 것이다.”

뿐만 아니라 폐기물을 처리하기 위한 장비를 설치하는데 있어서 어떤 선택들이 있는지의 조사를 통하여 Tubemakers는 공정과정에서 사용되어진 물을 다시 생산에 사용하는 재활용방법을 평가하였다. 물의 재활용은 시의회의 요구를 만족시켰을 뿐만 아니라 Tubemakers의 비용을 절감시켰다.

#### 다. 접근방법

초기공정과 Tubemakers가 폐수처리를 위해 고려한 두가지의 폐수처리 방법, 그리고 이 기업이 평가한 각각의 방법을 짧막하게 설명하면 다음과 같다.

##### 1) 초기공정

생산 공정은 크게 세 단계로 나누어 진다.

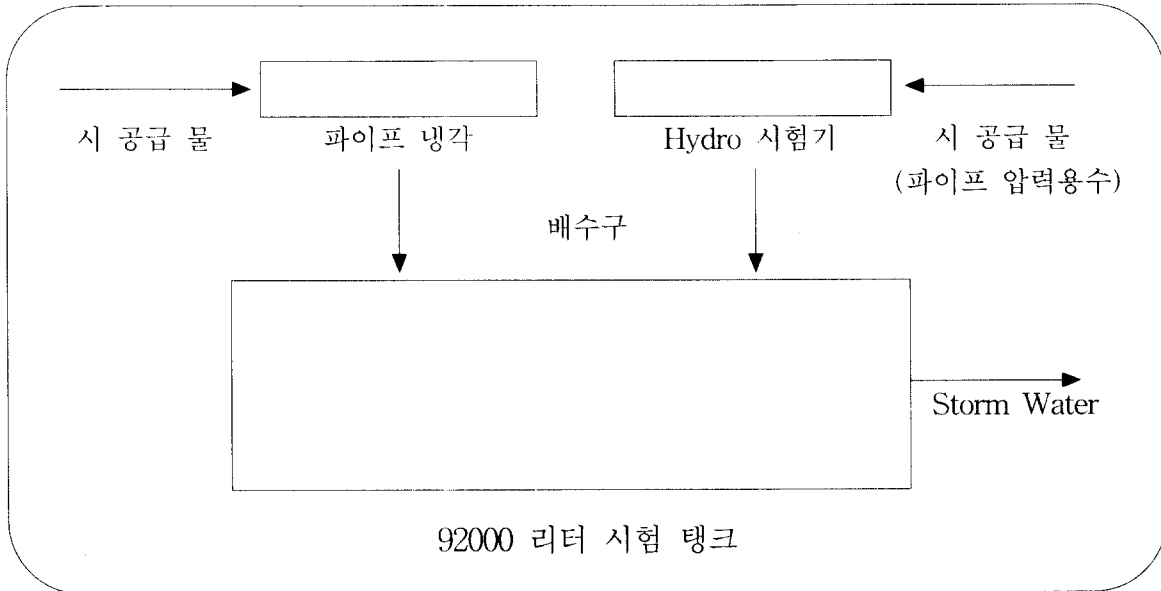
- 파이프 형태 만들기
- 폴리에틸렌 코팅
- 시멘트 모르타르 Lining

스틸파이프의 부식을 방지하기 위하여 밀도가 낮은 흑색의 폴리에틸렌을 fusion bonding process를 사용하여 스틸파이프에 적용한다. 이 파이프는 400℃에서 열처리를 한 후, 가열된 표면에 직접 녹는 밀도가 낮은 분말로된 폴리에틸렌이 유체화된 상(bed)에 담가진다.

시멘트 모르타르 lining은 lining을 조밀하게 하면서 표면을 부드럽게 하는 centrifugal process에서 spinning하는 방법으로 파이프에 적용된다. 이 lining은 부식을 방지하고 유동용량을 최대화 시킨다. 이 파이프가 안전하다는 것을 확실하게 하기 위하여 다시 수압시험을 한다.

초기공정은 <그림1>과 같다.

<그림 1> 초기공정



파이프 냉각과 수압시험으로부터 유출되는 물은 배수구를 통하여 storm water로 배출하는 92,000리터의 시험탱크에 저장된다. 잔재들은 시험탱크로부터 1년에 한번 제거되어 매립된다.

시멘트는 현장에서 혼합된다. 시멘트를 혼합하는 통의 잔재들은 한달에 한번 제거된다. 제거 비용은 월 \$4,000이 든다. 물은 storm water에 방출된다.

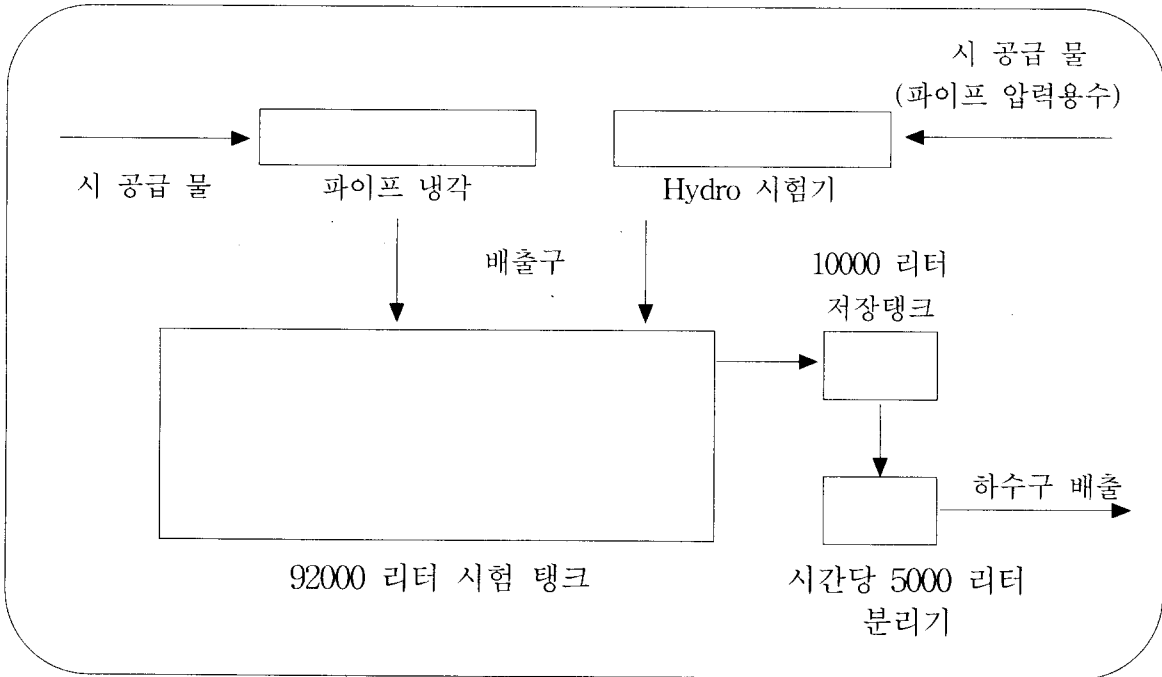
2) 선택 1 : 수 처리 및 하수구에 배수관 연결

선택 1은 정상적인 생산활동을 방해하지 않는다. 이 선택은 단순히 폐수를 시간당 5000리터의 오일/고체물질과 물을 분리시키는 coalescing plate에 의한 분리기와 분리된 물을 저장해 하수구로 배출하는 10,000리터의 저장탱크를 건물 밖에 설치하는 것이다.

이 선택은 시의회(City Council)의 규제를 이행하기에는 충분하지만 회사에는 아무런 비용저감 효과를 주지 못한다.

이 시스템은 <그림 2>와 같다.

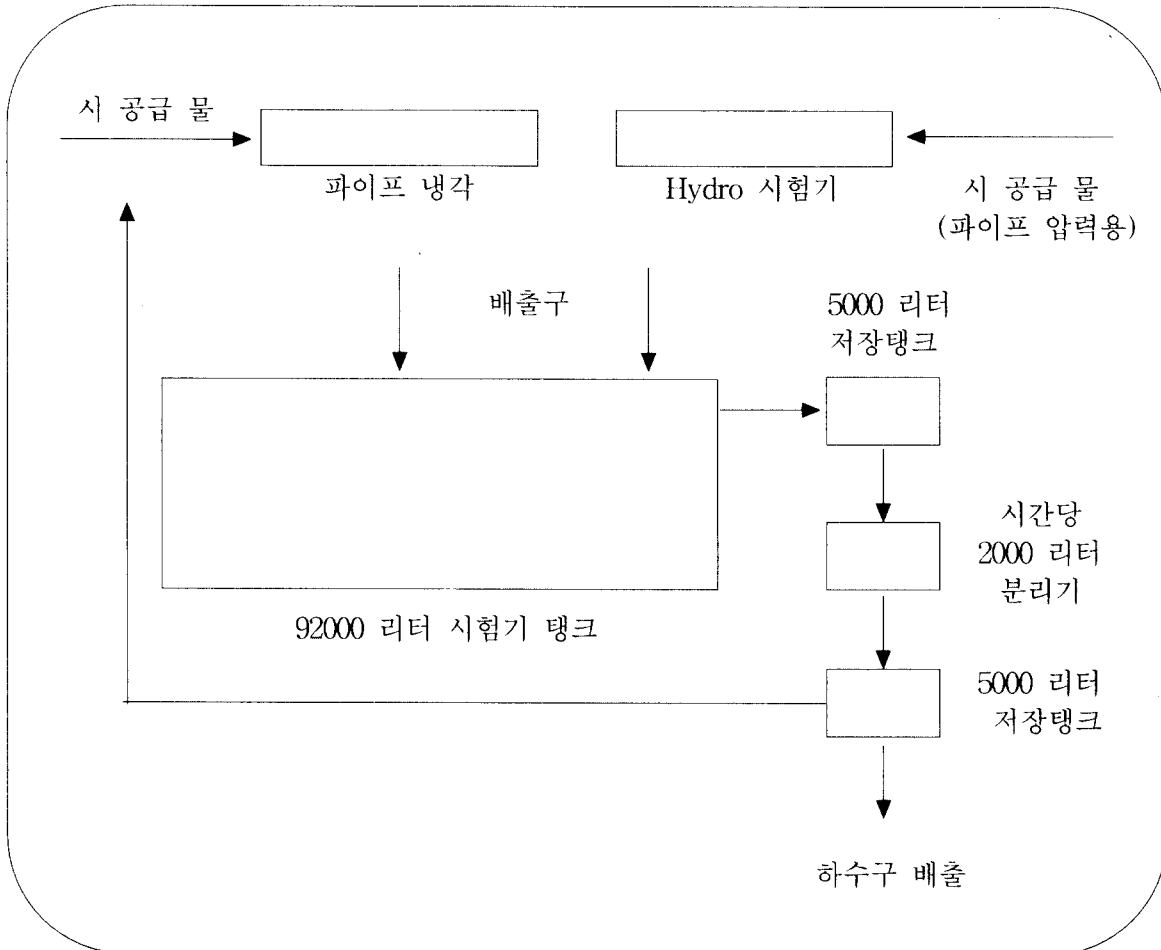
<그림 2> 수처리 및 폐기



3) 선택 2 : 수 처리 및 현장 재활용

선택 2는 물을 재사용 하기 위하여 선택1을 연장한 것이다. 이 제안은 물을 적정 수준으로 처리하고, 물 총수요의 일부를 공급하기 위해 폐수를 이용하는 것이다. 초기 공정에서는 시에서 공급 받는 물의 대부분을 전적으로 파이프가 모양을 갖추고 코팅이 된 후 파이프를 냉각시키고 시멘트를 혼합하는 지역에서 사용되었다. 조사한 결과, 이 지역들은 배출된 폐수의 일부를 사용할 수 있는 가능성이 있는 것으로 판명되었다. 이것은 <그림 3>에서 보여준다.

<그림 3> 수처리 재활용



4) 환경에 주는 이득 및 재정비교

두 선택의 비용 및 편익을 살펴보면 아래의 표와 같다.

구분	선택 1	선택 2
비용		
고정비용		
설치 및 장비	\$7,000	\$30,000
연간비용		
일반비용	\$200	\$1,600
Hydrotester Pit 비우는 비용	\$10,000	\$5,000
탱크 비우는 비용 (5000 리터)		\$600
분리기 비우는 비용 (2000 리터)		\$400
지방의회 부과금		
적용 및 연 수수료	\$410	\$410
물 (10KI/일)	\$8,300	\$2,375
오일 및 그리스	\$420	\$0
물 부과금		
400KI @ 23c/KI	\$92	\$92
200KI @ 52c/KI	\$104	\$104
@ 94c/KI	\$11,450	\$2,867
총 연간 비용	\$30,976	\$13,448
연간 이득		
물 재활용(매일 25KI의 시로부터 공급받는 물 감소)	\$0	\$8,211
총 순비용(첫해)	\$37,976	\$35,237
총 순비용(둘째해)	\$30,976	\$5,237

이상의 재정분석을 기초로 Tubemakers는 선택 2를 적용하기로 결정했다. 장비는 설치되었고, 수질이 생산공정에 재사용하기에 적합한지를 위한 시험을 했다.

“선택 1”은 Tubemakers가 시의회의 기준을 이행하기에 충분했다. 그럼에도 불구하고 Tubemakers는 “선택 1”보다 \$23,000의 추가 초기자본투자비용이 더 들지만, 연간 운영비용이 “선택 1”에 비해 약 \$25,800이 낮은 “선택 2”를 적용하기로 결정함으로써 시의회의 폐수관리정책 이행은 물론 비용저감 효과를 동시에 추구하였다. 결과적으로 “선택 2”는 낮은 연간 운영비용으로 인하여 추가투자 비용을 1년 안에 회수할 수 있었다.

Tubemakers는 벌써 콘크리트 혼합지역에서 물을 재사용하기 시작했다. 그러나 이 기업이 고품질의 콘크리트를 생산하기 때문에 이 공정에 재활용된 물을 100% 사용할 수는 없다. 시간이 지남에 따라 폐수속에 축적된 소금 농도를 일정수준에 유지하기 위하여 깨끗한 물로 희석시켜주어야 한다. 수질분석을 한 결과 Tubemakers가 재활용할 수 있는 물의 최적량은 총량의 40%인 것으로 결정됐다.

이 기업은 하루 약 40 batches를 혼합하며, 한번 혼합할 때마다 batch당 총 120-130리터의 물을 사용한다. 재활용된 물의 사용은 이 기업에 약 \$7,700의 비용을 저감시켰다. 재활용된 물이 다른 생산공정에도 적합한지를 확실히 하기 위하여 아직도 계속 수질분석을 실시되고 있다. 추가로, Tubemakers는 지역 시멘트 제조업자와 Tubemakers의 콘크리트 잔재를 무료로 수거해 가는 것을 합의하는 것을 고려하고 있다. 이것이 성사되면 이 기업에 추가로 매월 \$4,000의 비용 저감효과를 가져올 것이다.

현장에서 물이 공정 되면서 이 기업은 tester pit을 매년 배수하지 않아도 된다. 고체폐기물 제거비용은 이전의 청소비용의 약 절반으로 낮아졌다. 이 기업은 배수구에 축적되는 시멘트의 양이 상당히 감소된 것을 감지했고, 그로 인해 유지비용의 감소를 경험했다.

## 라. 결론

Tubemakers의 사례는 효율적인 자원의 재활용은 오염예방 뿐만아니라 비용저감의 효과가 있음을 보여주고 있다.