

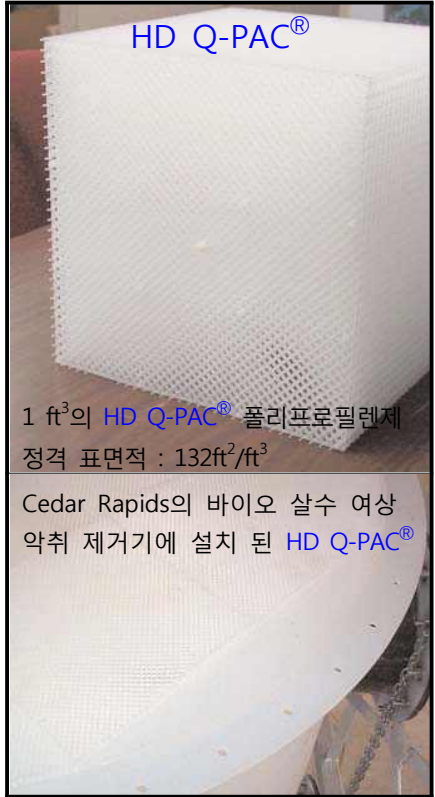
# Cedar Rapids시 폐수 처리장에서 H<sub>2</sub>S 악취 제거를 위한 바이오 살수 여상기 현장 시험

## 화산 용암석과 설계 된 플라스틱제 담체, HD Q-PAC<sup>®</sup> 비교

### Cedar Rapids시 폐수 처리장에서 생물학적 악취 제거 처리

이 플랜트는 H<sub>2</sub>S 악취 제거용으로만 전용되는 두 대의 대규모 바이오 살수 여상기를 가지고 있습니다. 그 시스템은 1998년에 설치되었습니다. 그 시스템은 하나의 큰 건물을 구성하고 있습니다. 그 빌딩의 양쪽은 각각 6ft 깊이의 3/4" 용암석 충전단으로 구성 된 하나씩의 바이오 살수 여상기를 내장하고 있습니다. 그 용암석 충전단은 유황을 소모하는 세균들(치오바실루스 치오옥시단스가 한 예)이 서식하기에 적합하고, 큰 표면적을 제공하기 위함입니다. 이 세균들은 그들의 생애 중에 황화물들을 황화염들로 변환 시킵니다 그것들의 배설물은 희석 된 황산입니다. 아래의 표에 나타낸 용암석 살수 악취 제거 시스템의 사양에 유의하십시오.

<b>Cedar Rapids 용암석 악취 제거 시스템</b>	
용암석 충전단의 크기 : 각 각 70ft × 36ft	
충전단 깊이, 3/4" 용암석 : 각 각 6ft	
<b>공기 유량</b>	
신설, 설계상 : 각 각 40,000cfm	
2003년 여름 : 각 각 30,000cfm	
<b>압손</b>	
신설, 설계상 : 수두 0.5 인치	
신설, 실제 : 수두 1.5 인치	
2003년 여름 : 수두 2.5 ~ 3.0 인치	
<b>H<sub>2</sub>S 파괴 효율 : 95% 이상</b>	



그 용암석 시스템은 Cedar Rapids에서 오랫동안 잘 가동되었습니다. H<sub>2</sub>S의 파괴 효율은 그 시스템이 가동한 후 5년동안 만족스럽게 유지 되었습니다. 그러나, 그 용암석 충전단 통과 후 압손은 그동안 필수적으로 두 배로 배가되었습니다. 이 압손의 증가는 처리 되는 공기량의 25% 감소를 동반하였습니다.

Lantec사가 개발한 새로운 담체, HD Q-PAC<sup>®</sup>은 바이오 살수 악취 제거기에 사용 될 때, 교체 전 보다 매우 낮고, 일정한 압손에서 증가 된 공기 처리 용량을 제안합니다.

그 용암석 충전단 통과 후 압손의 증가는 두 가지의 가능한 현상들을 야기시켰습니다. 이 두 현상들이 동시에 발생하는 것도 가능합니다.

1. 황산의 형성이 용암석을 화학적으로 공격 했습니다.
2. 그 충전단의 하부(유입측)가 막혔습니다.

Cedar Rapids 폐수 처리장 바이오 살수 여상 건물 - 좌측 사진에 있는 그 왼쪽 문이 열렸을 때, 오른쪽 사진에 나타난 용암석 충전단의 광경이 보입니다. 이 문이 용암석 충전단에 접근할 수 있는 단 하나의 접근로를 제공합니다. 그 건물의 다른 쪽 끝은 여기 보여진 사진들의 거울에 나타나는 대칭적인 상과 같습니다.



그 용암석 충전단의 윗부분에서 채취된 건본은 화학적 공격의 흔적이 보이지 않습니다. 눈으로 볼 수 있는 그 충전단의 함몰도 없습니다. 불행하게도 그 충전단의 하부(유입측)를 검사하기 위해서는 600톤 이상의 용암석을 갖고 지지하기 위하여 지어진 콘크리트 구축물 안에 있는 그 충전단 안으로, 밑으로 참호를 파 보는 것 이외에 다른 방법이 없었습니다.

### Cedar Rapids에서 2003년 여름 바이오 살수 여상 담체, HD Q-PAC® 시험

HD Q-PAC®은 메인 주 Saco시 하수 지역에서 여러 대의 H<sub>2</sub>S 약취 제어용 바이오 살수 여상기들에 성공적으로 사용 되었습니다. 이 성공들은 또한 영국 런던 동부에 있는 Thames River 폐수 처리장에서도 반복 되었습니다. 이 경험들에 근거하여 Cedar Rapids의 폐수 처리장은 Lantec사와 Macrotek사(온타리오 주 Markham시)가 공동으로 시험하는 Project에 동의하였습니다. 이 시험은 Macrotek사에 의하여 공급된 전문적으로 건설된 바이오 살수 여상 시스템의 설치로 이루어 졌습니다. 그 시스템은 Lantec사가 제공 한 공정 설계와 Macrotek사가 공급한 기계 설계에 근거를 두었습니다. 폴리프로필렌제 HD Q-PAC®은 용암석 시스템의 유입측으로부터 들어오는 오염된 공기의 지류에 있는 H<sub>2</sub>S를 황산으로 변환하는 미생물들을 지원하기 위한 담체입니다.



Cedar Rapids 폐수 처리장에서 시험 한 HD Q-PAC®을 내장하고 있는 약취 제거용 바이오 살수 여상 시스템. 전술한 용암석을 내장하고 있는 빌딩의 다른 끝 쪽에 유의 하십시오.

**결과 : HD Q-PAC®이 용암석보다 뛰어난 미생물 지원을 합니다.**

HD Q-PAC®은 미생물 지지체로서 여러 가지 장점들을 제안합니다.

1. 더 높은 반응탑 단면 통과 가스 설계 속도 : 더 작은 반응탑 크기
2. 더 낮은 압손 = 더 저렴한 운전 비용
3. 폴리프로필렌제 담체 = 황산이나 미생물에 의해 부패되지 않음
4. 낮은 비중 = 육중한 구축물 건설 필요 없음
5. 균일한 구조 = 막힘에 대한 저항력
6. 100% 접근 가능한 표면 = 박테리아 서식처를 활성화된 성장 상태로 유지
7. 구조체인 담체 = 다공질 담체에서의 공통적 현상인, 수로를 형성하며 흐름이나 물로 파임을 막습니다.
8. 미생물 서식을 위하여 전 표면적이 가용 상태인 매우 큰 표면적

용암석은 매우 다공질의 구조를 가지고 있습니다. 그것은 분명히 넓은 정격 표면적을 제안하지만, 용암석들간의 접촉으로 인해 많은 이 표면이 가려지게 됩니다. 추가적으로, 용암석의 구멍들의 많은 부분들은 세균들에게 영양분을 이송하고, 세균들의 배설물을 운반하여 치워버리기 위하여 필요한 물의 접근이 어렵습니다. 그리고, 황화물을 먹는 세균들의 배설물은 황산이므로, 용암석의 약한 물질 전달 능력은 깊은 구멍들에 서식하게 되는 어떤 세균에게도 독이 될 것입니다.

Cedar Rapids에서의 2003년 여름의 시험은 매우 흥미로운 데이터를 나타냈습니다.

#### 바이오살수 여상기 담체, 용암석 대비 HD Q-PAC® 비교 시험 결과

	용암석	HD Q-PAC
개당 크기 :	정격 3/4"	12"×12"×12"
무게 :	46 lb/ft <sup>3</sup>	<b>7.5 lb/ft<sup>3</sup></b>
공기 유량 :	30,000 cfm/bed	550 cfm
H <sub>2</sub> S 유입 온도 :	5 ~ 200 ppmv	5 ~ 200 ppmv
공기 유동 속도	12 fpm	<b>35 fpm</b>
공기 체류 시간	30 sec	<b>10 sec</b>
충진단 압손	~ 3 in WC	<b>0.25 in WC</b>
효율	95%+	95%+
H <sub>2</sub> S 파괴 효율* :	1×10 <sup>3</sup> lb/hr-ft <sup>3</sup>	<b>3×10<sup>3</sup> lb/hr-ft<sup>3</sup></b>

\* 80°F에서 공기 흐름 중 100 ppmv H<sub>2</sub>S의 평균 96%가 황산으로 변환

위의 표에서 나타난 바와 같이, HD Q-PAC®의 충진단 1 ft<sup>3</sup>에서 파괴되는 H<sub>2</sub>S의 양은, 용암석 1ft<sup>3</sup>에서 파괴되는 H<sub>2</sub>S의 양보다 **3배 큼니다**. 이 파괴는 용암석의 압손의 수분지 일의 압손을 가진 HD Q-PAC® 안에서 달성됩니다.

많은 침상 봉들을 가진 HD Q-PAC®의 구조는 모두 원형 단면의 침상봉들로 인해 세균 서식의 지지를 할 때 여러 가지 장점을 제안합니다.

1. 세균들 성장을 위한 유효 표면적은 그 서식처가 커짐에 따라 증가합니다. 반면에, 용암석은 매우 다공질 구조입니다. 일부의 구멍들은 용암석들간의 접촉에 의해 가려질것이고, 다른 구멍들은, 주어진 구멍에 세균의 영양제들을 그곳으로 그리고, 그 배설물들을 그곳으로부터 밖으로 이송하는데 시간이 소요되어서, 효과가 한정적일 것입니다.

그러므로, HD Q-PAC®의 유효 표면적은 그 세균들 서식처가 자랄수록 그 자체 표면적보다 증가합니다. 그리고 같은 이론으로, 용암석의 유효 표면적은 세균들이 서식할 때, 그 용암석의 자체 표면적보다 어떤 인수로 작아질 것이 확실합니다.

2. HD Q-PAC® 위에 세균들의 서식처가 성장함에 따라, 그 원형의 표면들과 많은 침상 봉들이 그 담체 위에 축적되는 총 질량을 제한합니다. 어떤 점에서, 일부의 세균들은 그 HD Q-PAC®으로부터 탈리될 것입니다. 이 현상은 여러 가지 매우 이로운 효과들을 제공합니다.:

- A. 재순환 수가 이로운 세균들로 증균됩니다.
- B. HD Q-PAC®이 이 자정 능력 설계로 막히는 것을 막습니다.
- C. HD Q-PAC® 위에 지지되는 세균들의 서식처는 활성화된 성장 상태로 유지됩니다.

## 요약

HD Q-PAC®은 유향을 소모하는 세균들의 성장을 위하여 탁월한 자연 서식지를 제공하는 것으로 입증되었습니다. HD Q-PAC®에 의하여 제공되는 호의적 환경의 결과로, 단위 부피 당의 H<sub>2</sub>S 파괴가 충분한 세균들이 용암석을 가지고 가능한 것 대비, 3배로 증가되는 것을 달성할 수 있도록 지원 되었습니다.

그에 더하여, 그 HD Q-PAC®의 감소된 압손이 이 H<sub>2</sub>S 파괴 용량의 3배로의 증가를 용암석의 경우와 비교하여, **매우 감소된 전력비**를 가지고 달성하고 있음을 의미합니다. 용암석 충전단들의 현재의 압손에서, 두 곳의 용암석 충전단들을 통과하여 현재의 60,000cfm의 오염된 공기를 이송하기 위하여 약 16마력의 추가 전력이 소모되고 있습니다. HD Q-PAC®이 충전되었다면, kWh당 \$0.09의 전력비 기준으로 Cedar Rapids 폐수장의 전력비는 연간 **\$11,700이 감소했을 것입니다.** (캘리포니아 주 Palo Alto 소재 전력 연구소 자료 기준, 연간 가동 시간 8,000시간 및 모타 효율 80% 가정)