

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl. ⁶ B01J 8/02 B01J 8/06	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2000년01월15일 10-0240377 1999년10월27일
(21) 출원번호 (22) 출원일자 (73) 특허권자 (72) 발명자 (74) 대리인	10-1997-0045923 1997년09월05일 텍셀 인코포레이티드 캐나다 지0에스 2제이0 퀘벡 세인트-엘제어 데 에라블르 485 오거 리차드 캐나다 지0에스 2제이0 퀘벡 세인트-엘제어 퀴 데로지어 700 드로원 버나드 캐나다 지1와이 1비4 퀘벡 캅루즈 퀴 보와베르둔 3999 손원, 전준향	(65) 공개번호 (43) 공개일자 특1999-0024667 1999년04월06일

심사관 : 최인선

(54) 액체처리용 반응기

요약

흡수 베드를 함유하는 챔버를 갖는 액체 처리용 반응기가 제공된다. 유입구는 처리하고자 하는 주어진 부피의 액체를 규칙적인 간격으로 도입하기 위하여 챔버의 상부에 위치한다. 또한 챔버는 처리된 액체를 제거하기 위하여 저부에 위치한 유출구를 갖는다. 흡수 베드는 챔버내에 도입된 액체를 모세관으로 흡수할 수 있는 다공성 패킹(porous packing)으로 이루어진다. 최소 하나의 분리 부재가 흡수 베드를 정해진 높이의 최소 2개 이상의 중첩된 층(superimposed layer)으로 나누기 위하여 챔버내에 수평 탑재된다. 이 부재는 처리하려는 액체에 침투성있으나 챔버내의 모세관에서 하나 이상의 브레이크(break)를 유발하도록 되어 있다. 각 층의 높이는 이와 같은 흡수베드의 연속 층이 충전된 칼럼에 액체가 공급되는 경우 액체가 모세관 작용으로 도달하는 높이의 함수로서 계산된다. 이러한 반응기는 제조 및 사용 단가가 싸다. 처리 시간은 다공성 패킹의 모세관으로 쉽게 조절가능하며 이는 분리 부재가 존재하기 때문이다. 따라서 상기 반응기는 최대 효율로 사용될 수 있다.

대표도

도1

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 발명의 바람직한 실시예 의한 반응기의 구조 대표도,
도 2는 높이 h에 걸쳐 모세관에 액체를 유지하는 패킹 베드를 갖고 충전된 칼럼의 구조 대표도,
도 3은 모세관에서 브레이크로 얻어진 결과를 나타내는, 도 2와 유사한 도면,
도 4는 연속 칼럼 및 분할 칼럼에서 모세관에 의해 유지되는 물 질량의 분포를 나타내는 그래프,
도 5는 통상의 배치 반응기와 비교 목적으로 사용되는 본 발명의 반응기의 구조 대표도이다.

도면의 주요 부호에 대한 설명

2... 반응기	4... 챔버
6... 흡수 베드	8... 분리기
10... 유입구	12... 유출구
16... 경사 팬(decantation pan)	18... 중첩된 층(superimposed layer)
30... 무효 공간(dead space)	50... 환기 시스템

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 액체 처리용 반응기에 관한 것이다.

"반응기"란 다른 요소사이에서 반응이 수행되는 챔버를 포함하는 장치를 의미한다. 이 방법에 있어서, 유용한 물질이 생성되거나 유독성 물질이 제거되며 따라서 유독성을 잃게 된다.

수많은 공업 공정은 반응기를 사용하고 있다. 예를 들면 반응기는 석유화학, 제약 및 식품 공업에서 사용된다.

여러 형태의 반응기가 있다. 그러나 반응기중 대부분은 한편으로는 "배치 반응기"와 다른 한편으로는 "연속 반응기"라 불리는 2가지 기본 범주로 나뉘어질 수 있다.

반응기의 선택은 보통 처리하고자 하는 부피, 반응 역학, 반응물의 성질 및 반응 조건에 대한 함수로서 선택된다.

배치 반응기에 대하여, 중요한 한가지 특성은 잔류하는 평균 시간이다. 사용시, 처리하려는 정해진 액체의 부피가 반응기로 도입되고 내부에서 주어진 시간동안 처리된다. 처리하는 동안, 상기 부피는 반응물 및/또는 촉매와 반응할 수 있다. 잔류 시간은 보통 처리 시간, 즉 액체가 반응물 및/또는 촉매와 반응하는 동안의 시간과 동일하다. 상기 시간은 바람직한 결과의 함수로서 계산된다. 기대했던 결과를 얻는 경우, 처리된 액체는 반응기로 부터 제거되고 처리하려는 액체의 또다른 부피를 장입한다.

배치 반응기에 있어서, 다른 파라미터들을 조절하여 필요로 하는 처리를 얻는다. 이들 파라미터들중에서, 반응기내의 액체 처리 시간이 가장 조절하기 쉽다. 보통 배치 반응기에서 처리하려는 액체는 상기 액체 내에 서스펜션에서 수지 혹은 반응물을 균일하게 유지하게 하는 교반, 버블링 혹은 폭기 단계에 의하여 수지 혹은 반응물과 접촉을 유지한다.

상기 배치 반응기는 처리후 액체를 제거하도록 개폐가능한 유출구 밸브를 갖는다. 최근 출원인의 지식에 의하면, 다공성 패킹내에 액체를 유지하는 수단으로서 모세관을 사용하는 반응기는 없었다.

발명이 이루고자하는 기술적 과제

본 발명의 목적은 액체 처리용 반응기를 제공하고자 하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

본 발명에 의한 반응기는 챔버, 액체 유입구, 액체 유출구, 흡수베드 및 최소 하나의 분리 부재를 포함한다.

상기 챔버는 상부 및 하부를 갖는다.

이하, 본 발명에 대하여 상세히 설명한다.

유입구는 챔버에서 처리하고자 하는 액체의 주어진 부피를 일정 간격으로 도입하기 위하여 챔버의 상부에 위치한다. 유출구는 처리된 액체를 이로 부터 제거하기 위하여 챔버의 저부에 위치한다.

흡수베드는 상부와 하부 위치사이의 챔버내에 탑재된다. 이 베드는 모세관에 의해 흡수가능한 다공성 패킹으로 이루어지며 따라서 처리 목적으로 챔버내에 도입된 액체를 유지한다. 상기 다공성 패킹은 반응성이거나 비-반응성이 될 수 있다.

각 분리 부재는 챔버내에서 수평으로 신장되며 상기 흡수 베드를 주어진 높이로된 최소 2개의 중첩된 층으로 나눈다. 이 높이는 흡수 베드의 연속층으로 충전된 칼럼내를 충전할 때, 모세관 작용으로 도달되는 처리하려는 액체의 높이에 대한 함수로서 계산된다. 각 분리 부재는 처리하려는 액체에 대하여 투과성있도록 선택되는 재료로 제조되나 또한 챔버내의 모세관에 최소 하나의 브레이크(break)를 일으킨다.

본 발명에 의한 반응기내의 잔류 및/또는 처리 시간은 원하는 만큼 길며 쉽게 조절가능하다. 실제로 이는 챔버내에 액체를 연달아 도입하는 사이에 소비된 시간에 해당한다.

본 발명에 의한 반응기는 처리하려는 액체의 처리 시간을 조절하는데 흡수 물질의 모세관을 사용한다. 챔버내로 공급되는 액체는 또다른 배치식 액체가 도입되지 않는한 챔버내에 잔류한다. 따라서 액체의 두 연속 도입사이 시간 간격이 반응기의 충전 시간에 비하여 충분히 길면, 상기 챔버는 배치 반응기로서 작동한다. 그러나 액체의 두 연속 도입사이의 시간이 짧다면, 그 경우 반응기는 연속 반응기로서 작동한다.

흡수관을 나눈 분리기때문에, 상기 반응기는 최대 효율로 사용될 수 있다. 실제로 상기 분리기는 흡수 베드가 액체를 모세관에 의해 보존하고 따라서 챔버내에 어떠한 무효 공간(dead space)을 제거한 최대 높이로 각 베드 층의 높이를 한정한다. 다수의 분리기가 흡수베드를 층으로 나누는데 사용되는 경우, 이들 층은 연속적으로 충전될 수 있다. 그러한 경우에 본 발명에 의한 반응기는 순차적으로 작동하는 복수의 배치 반응기로서 작동한다.

주어진 처리에 있어서, 반응기의 수율을 극대화하기 위하여, 여러 가지 형태의 다공성 패킹이 사용될 수 있다. 상기 다공성 패킹은 반응성이 있거나 없을 수 있으며, 하나 이상의 분리 부재에 의해 20이상의 층으로 나누어진다.

특정한 처리를 위하여, 박테리아, 촉매, 효소 혹은 항체가 상기 패킹에 접촉되거나 결합되어 반응성을 갖는다. 반응 속도가 지연되는 것으로 알려져 있는 경우, 본 발명에 의한 반응기는 내부에 액체의 잔류 시간을 조정하고 따라서 필요로하는 처리를 얻기에 적합할 수 있다.

본 발명에 의한 반응기는 제조 및 사용시 고가이지 않다. 따라서 반응기 제조 단가를 최소화하여야 하는 경우 특히 이롭다.

출원인에게 공지된 종래 기술의 견지에서, 모세관에 의해 수행되는 어떠한 처리는 매우 낮은 수율을 얻는 것으로 알려져 있으므로, 모세관에 의해 작동하는 반응기를 사용하는 것은 진보성이 없다. 본 발명에 의한 반응기내에 사용된 분리 부재가 이 수율을 증가시키고 따라서 효율적인 반응기를 제조하게 한다.

이하 도면을 참조하여 본 발명에 대하여 상세히 설명한다.

본 발명에 의한 반응기(2)를 도 1에 도시하고 있다. 상기 반응기(2)는 상부와 하부를 갖는 챔버(4), 유입구(10), 유출구(12) 및 3개의 분리기(8)에 의해 4층으로 나누어진 흡수베드(6)을 포함한다.

유입구(10)는 챔버(4)의 상부에 위치한다. 이 유입구는 처리하려는 정해진 부피의 액체를 일정 간격으로 도입하는데 사용된다. 상기 유입구(10)는 챔버의 상부에서 처리하고자 하는 액체가 균일하게 분포하도록 분포 노즐(14)을 제공한다. 상기 유출구(12)는 챔버(4)의 저부에 위치한다. 이는 반응기로 부터 처리된 액체를 제거하는데 사용된다.

3개의 분리기(8)는 바람직하게는 플라스틱 물질, 금속 혹은 수지, 특히 폴리비닐 클로라이드(PVC)로 이루어질 수 있는 격자(grid)로 이루어진다. 각 격자는 유압 접촉 브레이크(hydraulic contact break)를 생성할 정도로 충분히 작은 개구부를 갖고 따라서 모세관에서 필요로 하는 브레이크를 제공하는 메쉬 수단의 형태이다. 상기 분리기는 흡수 베드를 4개의 같은 높이 h_s 로 된 중첩된 층(18)으로 나눈다. 상기 흡수 베드는 다공성 패킹으로 이루어진다. 상기 베드는 "균일"할 수 있으며, 이는 다공성 패킹이 단일 피이스로 이루어짐을 의미한다. 또한 다공성 패킹이 다수의 피이스로 이루어질 때, 상기 베드는 "불균일"할 수 있다. 패킹이 불균일할 때 의미있는 것으로, 상기 모세관이 수직축 뿐만 아니라 모든 다른 방향으로 이루어지기 때문이다. 이러한 경우에, 챔버내로 도입된 액체는 피이스사이에 적하하지 않고 일 피이스에서 챔버내에 다른 피이스로 이동할 수 있다. 따라서 챔버의 상부에 위치한 또다른 유입구에 의하여 공기와 같은 기체역시 바람직하게 도입되고, 이 기체는 패킹 피이스사이에서 무관한 방법으로 챔버내에서 회전될 수 있다.

상기 다공성 패킹은 반응성일 수 있으며, 촉매, 단백질, 박테리아와 같은 미생물 혹은 처리하고자 하는 액체로된 용액의 최소 1성분과 반응할 수 있는 반응물과 결합될 수 있다. 바람직하게는 반응성 다공성 패킹은 니켈 혹은 백금, 활성탄, 제올라이트, 섬유와 접촉된 박테리아를 갖는 부직포, 효소 혹은 항체를 함유하는 폴리아크릴아미드 혹은 알긴산 겔(alginate gel) 및 이들과 결합된 항체를 갖는 천연 혹은 합성 섬유로 피복된 금속성 섬유로 이루어질 수 있다.

대체 방안으로 상기 다공성 패킹은 비-반응성일 수 있다. 이런 경우 상기 패킹은 바람직하게는 폴리우레탄 발포물, 폴리프로필렌 발포물, 유리 섬유, 피이트 모스(peat moss), 화산석(volcanic stone), 종이류, 다공성 세라믹, 천연 혹은 합성 섬유 혹은 합성 부직포로 이루어진다.

도 1에 도시된 바람직한 실시예에서, 반응기 (2)는 또한 경사 팬(decantation pan)(16)을 포함한다. 상기 경사 팬(16)뿐만 아니라 상술된 분포 노즐(14)은 본 발명의 단지 바람직한 실시예임을 주지할 필요가 있다. 이들 모두는 반응기(2)를 적절하게 준비하는데 필수 구성 요소는 아니다.

도 2 및 3은 모세관 효과 및 모세관상에 분리기의 효과를 보이고 있다. 도 2에서, 상부 끝베드(24)와 하부 끝베드(26)를 포함하는 1mm직경의 유리관(20)으로 이루어진 모세관 칼럼은 물과 같은 액체로 충전된다. 액체가 모세관에 의해 유지되는 높이 h_s 를 결정하기 위하여, 과량의 액체를 관의 상부 끝베드(24)에 도입하였다. 과잉 액체를 하방으로 흘린 다음, 정해진 양의 액체가 관내에 유지된다. 상기 액체 칼럼의 상부와 하부 끝베드 사이의 길이가 모세관 높이 h_s 이다. 칼럼에서 유지되는 액체의 부피를 이하 V_r 라 한다.

그 액체는 관(20)의 높이가 h_s 보다 크면 모세관을 완전히 충전하지 않는다. 사실도 2에 도시된 바와 같이 높이 h_s 에 상당하는 관의 일부만이 사용된다. 도 3은 불연속 방식으로 중첩된 3개층이 동일 높이 h_s 를 갖는 모세관(20)을 도시하고 있다. 이렇게 하여 각 관의 모세관 작용을 이용하기 위해서는, 모세관내에서 브레이크를 이루어야만 한다. 모세관내에 이같은 브레이크는 분할에 의해 얻어진다. 본 발명에 의한 반응기에서 모세관에서의 브레이크는 분리기에 의해 얻어진다.

모세관의 분할과 마찬가지로 흡수베드의 분리는 분할되기 때문에 모세관 힘이 높이에 있어 보다 작은 물 칼럼상에 미치는 중력에 대신하게 된다. 이와 같은 방식으로 칼럼의 모든 흡수베드가 사용되는 반면, 어떠한 분리기도 사용되지 않으며, 단지 칼럼의 저부만이 실제적으로 사용된다.

도 4에 도시된 곡선은 연속 칼럼과 분할 칼럼의 경우, 혹은 유사한 두 칼럼 모두의 경우 베드의 높이 함수로서 모세관에 의해 유지되는 물 질량의 분포를 도시하고 있다. 이 곡선상에, 베드의 높이는 가로좌표에 기록하고 칼럼의 높이에 대한 함수로써 계산된다.

도 4에 있어서, 10cm 높이의 2분획으로 분할된 칼럼에 대하여, 칼럼내에서 유지된 액체의 질량 분포는 이들의 전체 길이에 걸쳐 일정하고, 이는 칼럼의 분획 높이가 높이 h_s 를 초과하지 않아 이루어지는 것이다.

연속 칼럼의 경우에, 칼럼의 저부가 액체의 최대량을 함유하는 반면 칼럼의 상부에는 어떠한 액체도 없거나 혹은 훨씬 적은 액체를 유지한다.

도 5에 도시된 반응기(2)는 하기에 주어진 실시예에 기록된 여러가지 특정 치수 및 양으로 조립되었다. 처리하려는 액체를 반응기의 유입구(10)에 유입하고 분포 노즐(14)에 의해 내부 분포된다. 액체는 분리기(8)를 통과하여 충전되고 흡수베드(6)로서 다공성 패킹 작용재를 포함한다. 상기 반응기는 흡수베드(6)을 3층으로 분리하는 3개의 무효 공간(30)을 포함한다. 상기 무효 공간(30)은 본 실험에서 사용된 반응기(2)의 챔버(4)가 상기 목적을 위하여 특별히 고안되는 것은 아니나 통상의 반응기중 1층에 실질적으로 상당하기 때문에 발생한다. 다공성 패킹(6)의 각 층에서, 반응기는 처리를 평가하기 위하여 액체의 시료를 적출(pick up)할 수 있는 샘플링 밸브(42)를 포함한다. 처리된 다음, 액체는 배수 밸브(32)를 갖고 제공되는 유출구에 의해 챔버로 부터 제거된다. 상기 배수 밸브는 단지 임의로 적용된

것으로, 이는 본 발명의 반응기에서 모세관은 처리하고자 하는 액체를 부동태(不動態, passive) 방식으로 보유하기 때문이다.

도 5에 도시된 반응기는 또한 유출관(overflow pipe)(38), 타이머에 적절하게 연결된 전기 보울러(electric bowler)(40)에 의해 작동하는 재순환 펌프(34), 및 역류 컨덕트(back flow conduct)를 갖는 환기 시스템(50)을 포함한다.

실제로 도 5에 도시된 본 발명에 의한 반응기는 처리하고자 하는 정해진 액체의 부피 D, 필요로 하는 처리를 얻는데 필요한 잔류 시간 t_{res} , 반응기에 적재하는데 필요한 시간 t_{inj} , 반응기의 표면적 S 혹은 모세관 작용으로 인하여 정해진 종류의 패킹, 처리하려는 액체의 밀도 d_1 및 건조 형태에서 베드의 질량에 대한 처리하려는 액체로 포화된 흡수베드의 질량비 R내에서 액체가 도달하는 높이 h_s 와 같은 다수의 필요로 하는 물리적 특성의 함수로서 설계된다. 비 R은 흡수베드로서 사용되는 다공성 패킹에 특수한 특성이 다. 상기 비는 겉보기 건조 밀도 d_{app} 를 갖고, h_s 보다 낮은 높이의 흡수 베드의 시료상에서 측정될 수 있다.

상술된 바와 같이, 각 흡수베드는 자체 특성(d_{app} , R 및 h_s)를 갖는다. 이들 특성이 알려져 있지 않으면, 실험적으로 결정하는 것도 가능하다. 도 2에 도시된 것과 동일한 칼럼에서 R을 결정하기 위하여, 정해진 높이 h_s 보다 훨씬 낮은 높이 h_i 를 차지하는 건조베드 m_o 의 질량을 측정한다. 처리하려는 액체로 포화시킨 다음, 동일한 베드의 질량 m_1 을 측정할 수 있다. 따라서 하기 방정식에 의해 비 R을 결정할 수 있다:

$$R = \frac{m_1}{m_o}$$

여기서 m_1 및 m_o 는 상기 정의한 바와 같다.

밀도 d_{app} 는 다음 방정식에 의해 상기 건조 베드의 질량 및 그 부피로부터 계산될 수 있다:

$$d_{app} = \frac{m_o}{s \cdot h_i}$$

여기서 s는 실험에 사용되는 칼럼의 표면적이고 h_i , m_o 및 d_{app} 는 상기한 바와 같다.

높이 h_s 는 하기 방정식에 의해 결정된다:

$$h_s = \frac{\frac{m_1}{s \cdot d_{app}} - h_i}{(R-1)}$$

여기서 h_s , m_1 , s, d_{app} , R 및 h_i 는 상기 정의된 바와 같다. R, d_{app} 및 h_s 의 값은 흡수 베드에 따라 일정하며 따라서 사용되는 반응기의 종류와는 무관하다.

주어진 처리 시간 t_d 동안 부피 D에의 분사수 n_{inj} 는 하기 방정식에 의해 계산된다:

$$n_{inj} = \frac{t_d}{(t_{res} + t_{inj})}$$

여기서 n_{inj} , t_d , t_{res} 및 t_{inj} 는 상기한 바와 같다.

반응기내에 포함되는 처리하고자 하는 액체의 부피 V_r 은 하기 방정식에 의해 계산된다:

$$V_r = \frac{D}{n_{inj}}$$

여기서 V_r , D 및 n_{inj} 는 상기 정의한 바와 같다.

반응기에 포함된 액체의 부피 V_r 을 알 때, 처리하고자 하는 액체의 부피 V_1 을 흡수하는데 필요한 흡수 베드의 부피 V는 하기 방정식으로 계산될 수 있다:

$$V = \frac{V_r \cdot d_1}{(R-1) \cdot d_{app}}$$

여기서 d_1 은 처리하고자 하는 액체의 밀도이며 V, V_r , R 및 d_{app} 는 상기 정의한 바와 같다.

반응기의 적절한 조작에 필요한 흡수 베드의 질량 M은 하기 방정식에 의해 계산될 수 있다:

$$M = V \cdot d_{app}$$

여기서 M , V 및 d_{app} 는 상기 정의한 바와 같다.

반응기의 표면적 S 혹은 높이 h_t 가 공지되어 있을 때, 이들 두 파라미터중 나머지 는 하기 방정식에 의해 계산될 수 있다:

$$S = \frac{V}{h_t}$$

$$h_t = \frac{V}{S}$$

여기서 S , V 및 h_t 는 상기 정의한 바와 같다.

최종적으로 반응기에서 필요로 하는 분리기의 수 n_s 는 하기 방정식에 의해 계산될 수 있다:

$$n_s = \frac{h_t}{h_s} - 1$$

여기서 n_s , h_t 및 h_s 는 상기 정의한 바와 같으며 수 n_s 는 바로 윗값으로 반올림한다.

이하, 본 발명을 실시예를 참조로 하여 보다 상세히 설명한다.

실시예

도 5에 도시된 반응기를 조립하고 가정용 폐수 처리에 사용하였다. 이 반응기는 다음 특징을 갖는다:

처리하려는 폐수의 부피 D : 0.627 m^3 ;

잔류 시간 t_{res} : 28 분;

반응기내로 액체를 도입하는데 필요한 시간 t_{inj} : 0분(무시해도 좋음);

흡수베드의 높이 h_t : 0.3 m ;

부피 D 에서의 처리 시간 t_d : 1440분(24시간);

폐수의 밀도 d_1 : 1000 kg/m^3 ;

다공성 패키징: 아크릴 수지로 포화된 폴리에스테르 부직포 조각, $2.5 \times 2.5 \times 6 \text{ mm}$;

모세관 작용에 의해 폐수에 도달하는 높이 h_s : 0.112 m ;

비R(건조 베드의 질량에 대한 포화 베드의 질량): 4.52;

건조베드의 밀도 d_{app} : 150 kg/m^3 ;

상기 주어진 방정식 4 내지 8 및 10으로 상기 주어진 값을 사용하여, 다음값을 얻었다:

(수학식 4')

$$n_{inj} = \frac{t_d}{(t_{res} + t_{inj})} = \frac{1440}{(28 + 0)} = 52$$

(수학식 5)

$$V_r = \frac{D}{n_{inj}} = \frac{0.627}{52} = 0.012 \text{ m}^3$$

(수학식 6')

$$V = \frac{V_r \cdot d_1}{(R-1) \cdot d_{app}} = \frac{0.012 \cdot 1000}{(4.52-1) \cdot 150} = 0.23 \text{ m}^3$$

(수학식 7')

$$M = V \cdot d_{app} = 0.23 \cdot 150 = 34.5 \text{ kg}$$

(수학식 8')

$$S = \frac{V}{h_t} = \frac{0.23}{0.3} = 0.77 \text{ m}^2$$

(수학식 10')

$$n_s = \frac{h_t}{h_s} - 1 = \frac{0,3}{0,112} - 1 = 2$$

따라서 조립된 상기 반응기는 폐수 0.012㎥와 표면적 0.077㎡를 유지하는데 0.023㎥과 동일한 흡수베드 부피를 갖는다. 약 0.3m의 총 높이에 대하여 흡수베드를 각각 0.1m씩 3층으로 나눈 2개의 분리기를 포함하며, 상기 분리기의 높이는 무시해도 좋다.

가정용 폐수는 반응기에서 28분간 처리된다. 따라서 하루에 24시간내내 쉬지 않고 작동하기 때문에, 상기 반응기는 하루에 52회(반응기의 적재 시간은 무시할 수 있는 것으로 고려할 때, 즉 $t_{inj}=0$ 분) 충전된다.

하기표는 폐수의 순도에 직접 관련되는 다른 파라미터의 비교 투여한 결과를 나타낸다. 비교 목적으로, 패키징이 본 발명의 반응기의 3배인 통상의 반응기가 사용되었다. 두 반응기(비교 목적으로 사용된 통상의 침투기(percolation)와 본 발명에 의한 반응기)의 표면적은 동일하였다. 전술된 바와 같이, 본 발명에 의한 반응기는 3층(레벨)으로 나뉘어진 흡수베드를 포함한다. 각층에서 반응기의 유출구인 3레벨을 측정하였다.

파라미터	Septic 탱크	통상 침투 반응기, 200L/㎡/일	도 5에 도시된 본 발명에 의한 반응기, 1800L/㎡/일		
	유출액	유출액	레벨1	레벨2	레벨3
DBO ₃	110	<5	6	5	<5
DBO ₃ -줄	-	-	<5	<5	<5
DCO	245	23	238	39	34
MES	35	3	5	5	<2
NTR	27.9	<0.5	37.2	24.3	14.4
NO ₂ -NO ₃	0.86	50.6	0.64	13.3	19.6
Fecal 함량	29000	290	6900	1500	360

본 발명에 의한 반응기의 모든 레벨에서의 여과 유출액은 fecal 함량에 있어서 실재적인 감소로써 실증된다.

또한 2차로 중요한 몇몇 질소-함유 용액(NTK)을 제외하고는, 통상의 침투 반응기와 본 발명에 의한 반응기의 유출구에서 얻어지는 결과간에는 실질적인 차가 전혀 없다는 것이 주목된다.

본 발명에 의한 반응기의 유출액을 보다 잘 인지하기 위하여, septic 탱크의 유출량또한 측정하였다. 보이는 바와 같이, 본 발명에 의한 반응기는 통상의 septic 탱크보다 훨씬 효과적이다.

본 발명에 의한 반응기의 우수성은 특히 반응기가 하루에 처리할 수 있는 폐수량과 주어진 처리를 수행하는데 필요로 하는 흡수베드의 양에 있다. 상기-언급된 시험에서 사용되는 통상의 침투 반응기는 흡수베드 부피 0.07㎥로 하루에 여과 표면적 200 ℓ/㎡를 처리할 수 있다. 도 5에 도시된 본 발명에 의한 반응기는 흡수베드 부피 0.023㎥로 하루에 여과 면적 1800 ℓ/㎡를 처리할 수 있다. 따라서 본 발명에 의한 반응기가 3배나 큰 부피를 갖는 통상의 반응기보다 9배 이상 폐수를 처리할 수 있는 것이다. 다시 말해서, 본 발명에 의한 반응기는 통상의 침투 반응기보다 약 27배가량 효율적이다. 침투 반응기에서 동일한 초과량을 얻기 위해서는 상기 반응기가 대형이 되어야 하므로 훨씬 고가이다.

발명의 효과

상기한 본 발명의 장치에 의하면, 분리 부재를 탑재하고 모세관을 사용하여 챔버내에서 하나 이상의 브레이크를 유발함으로써, 처리 시간을 쉽게 조절가능하고 무효 공간, 제조 및 사용 단가는 줄면서 효율은 극대화될 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

상부와 하부를 갖는 챔버;

상기 챔버의 상부에 위치하여 챔버내에서 처리하고자 하는 액체의 주어진 부피를 규칙적인 간격으로 도입하기 위한 유입구;

챔버의 저부에 위치하여 처리된 액체를 제거하기 위한 유출구;

상기 상부와 하부 위치사이에서 챔버내에 탑재되고, 챔버내에 도입되는 액체를 모세관에 의해 흡수할 수 있는 다공성 패킹으로 이루어지는 흡수베드;를 포함하는 액체 처리용 반응기에 있어서,

나아가 상기 반응기는,

상기 흡수 베드를 정해진 높이의 최소 2개의 중첩된 층(super imposed layer)으로 나누기 위하여 상기 챔

버너에서 수평으로 신장되는 최소 하나의 분리부재를 가지며,

상기 높이는 처리하려는 액체가 흡수 베드의 연속층으로 채워진 칼럼내에 공급될 때 모세관 작용에 의해 도달하는 높이의 함수로서 계산되고,

상기 최소 하나의 분리 부재는 처리하려는 액체에 대하여는 침투성있으나 챔버내에 모세관에서 최소 하나의 브레이크를 야기하도록 선택됨을 특징으로 하는 반응기

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 최소 하나의 분리 부재는 모세관내에 유압 접촉 브레이크(hydraulic contact break) 및 따라서 필요한 브레이크를 생성하기에 충분히 작은 크기의 메쉬 개구를 갖는, 격자로 이루어짐을 특징으로 하는 반응기

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 흡수 베드의 다공성 패키징은 비-반응성이며 폴리우레탄 발포물, 폴리프로필렌 발포물, 유리 섬유, 피이트 모스(peat moss), 화산석(volcanic stone), 종이류, 다공성 세라믹, 천연 및 합성 섬유 그리고 합성 부직포로 이루어진 그룹으로부터 선택됨을 특징으로 하는 반응기

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 최소 하나의 분리 부재는 모세관내에 유압 접촉 브레이크, 그리고 따라서 요구되는 브레이크를 형성하기에 충분히 작은 크기의 메쉬 개구부를 갖는, 격자로 이루어짐을 특징으로 하는 반응기

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 흡수베드의 다공성 패키징은 반응성이고 촉매, 활성탄, 제올라이트, 섬유에 정착된 박테리아가 흡착된 부직포, 폴리아크릴아미드 혹은 효소나 항체를 포함하는 알긴산 겔(alginate gel) 및 항체가 결합된 천연 섬유 및 합성 섬유로 이루어진 그룹으로 부터 선택됨을 특징으로 하는 반응기

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 최소 하나의 분리 부재는 유압 접촉 브레이크, 그리고 따라서 요구되는 브레이크를 생성하기에 충분히 작은 크기의 메쉬 개구부를 갖는, 격자로 이루어짐을 특징으로 하는 반응기

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 챔버내에 액체의 분사수 n_{inj} , 반응기에 함유된 액체의 부피 V_r , 흡수베드의 부피 V , 흡수베드의 질량 M , 반응기의 표면적 S 및 분리 부재의 수 n_s 는 처리 시간 t_d 동안 처리하고자 하는 액체의 부피 D , 필요로 하는 처리를 얻는데 요구되는 잔류 시간 t_{res} , 반응기의 적재 시간 t_{inj} , 칼럼내에 모세관 작용에 의해 액체가 도달하는 높이 h_s , 반응기내에 흡수베드의 높이 h_t 및 건조 형태로 베드의 질량에 대한 처리하고자 하는 액체로 포화된 흡수베드의 질량비 R 의 함수로서, 다음 식에 따라 선택됨을 특징으로 하는 반응기

상기 건조베드는 겉보기 밀도 d_{app} 를 갖는다:

수학식 4

$$n_{inj} = \frac{t_d}{(t_{res} + t_{inj})}$$

단, n_{inj} , t_d , t_{res} 및 t_{inj} 는 상기한 바와 같다;

수학식 5

$$V_r = \frac{D}{n_{inj}}$$

단, V_r , D 및 n_{inj} 는 상기 정의한 바와 같다;

수학식 6

$$V = \frac{V_r \cdot d_1}{(R-1) \cdot d_{app}}$$

단, d_1 은 처리하고자 하는 액체의 밀도이며 V , V_r , R 및 d_{app} 는 상기 정의한 바와 같다;

수학식 7

$$M = V \cdot d_{app}$$

단, M , V 및 d_{app} 는 상기 정의한 바와 같다;

수학식 9

$$h_t = \frac{V}{S}$$

단, S, V 및 h_t 는 상기 정의한 바와 같다;

수학식 10

$$n_s = \frac{h_t}{h_s} - 1$$

단, n_s , h_t 및 h_s 는 상기 정의한 바와 같으며 수 n_s 는 바로 윗값으로 반올림된다.

청구항 8

제3항에 있어서, 상기 챔버내에 액체의 분사수 n_{inj} , 반응기내에 함유된 액체의 부피 V_r , 흡수베드의 부피 V, 흡수베드의 질량 M, 반응기의 표면적 S 및 분리 부재의 수 n_s 는 처리 시간 t_d 동안 처리하고자 하는 액체의 부피 D, 필요로 하는 처리를 얻는데 필요한 잔류 시간 t_{res} , 반응기의 적재 시간 t_{inj} , 칼럼내에서 모세관 작용에 의해 액체가 도달하는 높이 h_s , 반응기내에 흡수베드의 높이 h_t 및 건조 형태로 베드의 질량에 대하여 처리하고자 하는 액체로 포화된 흡수베드의 질량비 R의 함수로서 다음 식에 의해 선택됨을 특징으로 하는 반응기

상기 건조베드는 겉보기 밀도 d_{app} 를 갖는다:

수학식 4

$$n_{inj} = \frac{t_d}{(t_{res} + t_{inj})}$$

단, n_{inj} , t_d , t_{res} 및 t_{inj} 는 상기한 바와 같다;

수학식 5

$$V_r = \frac{D}{n_{inj}}$$

단, V_r , D 및 n_{inj} 는 상기 정의한 바와 같다;

수학식 6

$$V = \frac{V_r \cdot d_1}{(R-1) \cdot d_{app}}$$

단, d_1 은 처리하려는 액체의 밀도이며 V, V_r , R 및 d_{app} 는 상기 정의한 바와 같다;

수학식 7

$$M = V \cdot d_{app}$$

단, M, V 및 d_{app} 는 상기 정의한 바와 같다;

수학식 9

$$h_t = \frac{V}{S}$$

단, S, V 및 h_t 는 상기 정의한 바와 같다;

수학식 10

$$n_s = \frac{h_t}{h_s} - 1$$

단, n_s , h_t 및 h_s 는 상기 정의한 바와 같으며 수 n_s 는 바로 윗값으로 반올림된다.

청구항 9

제5항에 있어서, 상기 챔버내에 액체의 분사수 n_{inj} , 반응기내에 함유된 액체의 부피 V_r , 흡수베드의 부피 V , 흡수베드의 질량 M , 반응기의 표면적 S 및 분리 부재의 수 n_s 는 처리 시간 t_d 동안 처리하고자 하는 액체의 부피 D , 필요로 하는 처리를 얻는데 필요한 잔류 시간 t_{res} , 반응기의 적재 시간 t_{inj} , 칼럼내에 모세관 작용에 의해 액체가 도달하는 높이 h_s , 반응기내에 흡수베드의 높이 h_t 및 건조 형태로 베드의 질량에 대하여 처리하고자 하는 액체로 포화된 흡수베드의 질량비 R 의 함수로서 다음 식에 따라 선택됨을 특징으로 하는 반응기

상기 건조베드는 겉보기 밀도 d_{app} 를 갖는다:

수학식 4

$$n_{inj} = \frac{t_d}{(t_{res} + t_{inj})}$$

단, n_{inj} , t_d , t_{res} 및 t_{inj} 는 상기한 바와 같다;

수학식 5

$$V_r = \frac{D}{n_{inj}}$$

단, V_r , D 및 n_{inj} 는 상기 정의한 바와 같다;

수학식 6

$$V = \frac{V_r \cdot d_1}{(R-1) \cdot d_{app}}$$

단, d_1 은 처리하려는 액체의 밀도이며 V , V_r , R 및 d_{app} 는 상기 정의한 바와 같다;

수학식 7

$$M = V \cdot d_{app}$$

단, M , V 및 d_{app} 는 상기 정의한 바와 같다;

수학식 8

$$S = \frac{V}{h_t}$$

단, S , V 및 h_t 는 상기 정의한 바와 같다;

수학식 10

$$n_s = \frac{\frac{h_t}{h_s} - 1}{1}$$

단, n_s , h_t 및 h_s 는 상기 정의한 바와 같으며 수 n_s 는 바로 윗값으로 반올림된다.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 챔버내에 액체의 분사수 n_{inj} , 반응기내에 함유된 액체의 부피 V_r , 흡수베드의 부피 V , 흡수베드의 질량 M , 반응기내에 흡수 베드의 높이 h_t 및 분리 부재의 수 n_s 는 처리 시간 t_d 동안 처리하고자 하는 액체의 부피 D , 필요로 하는 처리를 얻는데 필요한 잔류 시간 t_{res} , 반응기의 적재 시간 t_{inj} , 칼럼내에 모세관 작용에 의해 액체에 도달하는 높이 h_s , 반응기의 표면적 S , 및 건조 형태로 베드의 질량에 대하여 처리하고자 하는 액체로 포화된 흡수베드의 질량비 R 의 함수로서 다음 식에 의해 선택됨을 특징으로 하는 반응기

상기 건조베드는 겉보기 밀도 d_{app} 를 갖는다:

수학식 4

$$n_{inj} = \frac{t_d}{(t_{res} + t_{inj})}$$

단, n_{inj} , t_d , t_{res} 및 t_{inj} 는 상기한 바와 같다;

수학식 5

$$V_r = \frac{D}{n_{inj}}$$

단, V_r , D 및 n_{inj} 는 상기 정의한 바와 같다;

수학식 6

$$V = \frac{V_r \cdot d_1}{(R-1) \cdot d_{app}}$$

단, d_1 은 처리하려는 액체의 밀도이며 V , V_r , R 및 d_{app} 는 상기 정의한 바와 같다;

수학식 7

$$M = V \cdot d_{app}$$

단, M , V 및 d_{app} 는 상기 정의한 바와 같다;

수학식 9

$$h_t = \frac{V}{S}$$

단, S , V 및 h_t 는 상기 정의한 바와 같다;

수학식 10

$$n_s = \frac{h_t}{h_s} - 1$$

단, n_s , h_t 및 h_s 는 상기 정의한 바와 같고 수 n_s 는 바로 윗값으로 반올림된다.

청구항 11

제3항에 있어서, 상기 챔버내에 액체의 분사수 n_{inj} , 반응기내에 함유된 액체의 부피 V_r , 흡수베드의 부피 V , 흡수베드의 질량 M , 반응기내에 흡수베드의 높이 h_t 및 분리 부재의 수 n_s 는 처리 시간 t_d 동안 처리하고자 하는 액체의 부피 D , 필요로 하는 처리를 얻는데 필요한 잔류 시간 t_{res} , 반응기의 적재 시간 t_{inj} , 칼럼내에 모세관 작용에 의해 액체가 도달하는 높이 h_s , 반응기의 표면적 S 및 건조 형태로 베드의 질량에 대하여 처리하고자 하는 액체로 포화된 흡수베드의 질량비 R 의 함수로서 다음 식에 의해 선택됨을 특징으로 하는 반응기

상기 건조베드는 겉보기 밀도 d_{app} 를 갖는다;

수학식 4

$$n_{inj} = \frac{t_d}{(t_{res} + t_{inj})}$$

단, n_{inj} , t_d , t_{res} 및 t_{inj} 는 상기한 바와 같다;

수학식 5

$$V_r = \frac{D}{n_{inj}}$$

단, V_r , D 및 n_{inj} 는 상기 정의한 바와 같다;

수학식 6

$$V = \frac{V_r \cdot d_1}{(R-1) \cdot d_{app}}$$

단, d_1 은 처리하려는 액체의 밀도이며 V , V_r , R 및 d_{app} 는 상기 정의한 바와 같다;

수학식 7

$$M=V \cdot d_{app}$$

단, M, V 및 d_{app} 는 상기 정의한 바와 같다;

수학식 9

$$h_t = \frac{V}{S}$$

단, S, V 및 h_t 는 상기 정의한 바와 같다;

수학식 10

$$n_s = \frac{h_t}{h_s} - 1$$

단, n_s , h_t 및 h_s 는 상기 정의한 바와 같으며 수 n_s 는 바로 윗값으로 반올림된다.

청구항 12

제5항에 있어서, 상기 챔버내에 액체의 분사수 n_{inj} , 반응기내에 함유된 액체의 부피 V_r , 흡수베드의 부피 V, 흡수베드의 질량 M, 반응기내에 흡수베드의 높이 h_t 및 분리 부재의 수 n_s 는 처리 시간 t_d 동안 처리하고자 하는 액체의 부피 D, 요구되는 처리를 얻는데 필요한 잔류 시간 t_{res} , 반응기의 적재 시간 t_{inj} , 칼럼내에 모세관 작용에 의해 액체가 도달하는 높이 h_s , 반응기의 표면적 S 및 건조 형태로 베드의 질량에 대하여 처리하고자 하는 액체로 포화된 흡수베드의 질량비 R의 함수로서 다음 식에 의해 선택됨을 특징으로 하는 반응기

상기 건조베드는 겉보기 밀도 d_{app} 를 갖는다;

수학식 4

$$n_{inj} = \frac{t_d}{(t_{res} + t_{inj})}$$

단, n_{inj} , t_d , t_{res} 및 t_{inj} 는 상기한 바와 같다;

수학식 5

$$V_r = \frac{D}{n_{inj}}$$

단, V_r , D 및 n_{inj} 는 상기 정의한 바와 같다;

수학식 6

$$V = \frac{V_r \cdot d_1}{(R-1) \cdot d_{app}}$$

단, d_1 은 처리하려는 액체의 밀도이며 V, V_r , R 및 d_{app} 는 상기 정의한 바와 같다;

수학식 7

$$M=V \cdot d_{app}$$

단, M, V 및 d_{app} 는 상기 정의한 바와 같다;

수학식 9

$$h_t = \frac{V}{S}$$

단, S, V 및 h_t 는 상기 정의한 바와 같다;

수학식 10

$$n_s = \frac{h_t}{h_s} - 1$$

단, n_s , h_t 및 h_s 는 상기 정의한 바와 같으며 수 n_s 는 바로 윗값으로 반올림된다.

청구항 13

제1항에 있어서, 내부에 공기를 도입하기 위하여 챔버의 상부에 위치하는 하나 이상의 다른 유입구를 포함함을 특징으로 하는 반응기

청구항 14

제3항에 있어서, 내부에 공기를 도입하기 위하여 챔버의 상부에 위치하는 하나 이상의 다른 유입구를 포함함을 특징으로 하는 반응기

청구항 15

제7항에 있어서, 내부에 공기를 도입하기 위하여 챔버의 상부에 위치하는 하나 이상의 다른 유입구를 포함함을 특징으로 하는 반응기

청구항 16

제8항에 있어서, 내부에 공기를 도입하기 위하여 챔버의 상부에 위치하는 하나 이상의 다른 유입구를 포함함을 특징으로 하는 반응기

청구항 17

제9항에 있어서, 내부에 공기를 도입하기 위하여 챔버의 상부에 위치하는 하나 이상의 다른 유입구를 포함함을 특징으로 하는 반응기

청구항 18

제10항에 있어서, 내부에 공기를 도입하기 위하여 챔버의 상부에 위치하는 하나 이상의 다른 유입구를 포함함을 특징으로 하는 반응기

청구항 19

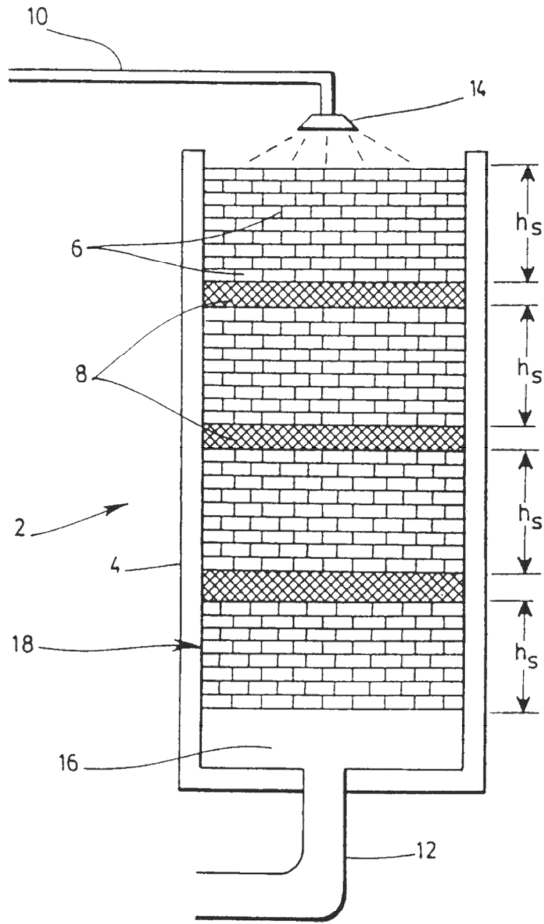
제11항에 있어서, 내부에 공기를 도입하기 위하여 챔버의 상부에 위치하는 하나 이상의 다른 유입구를 포함함을 특징으로 하는 반응기

청구항 20

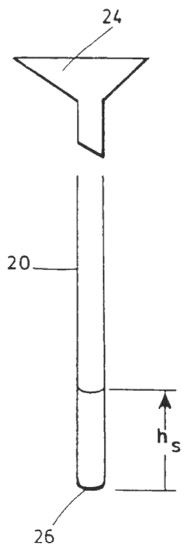
제12항에 있어서, 내부에 공기를 도입하기 위하여 챔버의 상부에 위치하는 하나 이상의 다른 유입구를 포함함을 특징으로 하는 반응기

도면

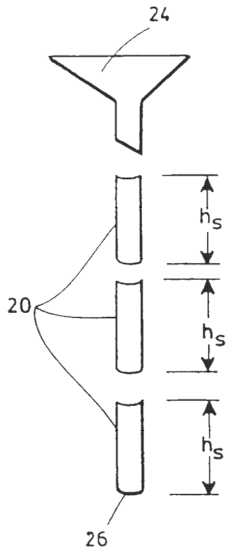
도면1



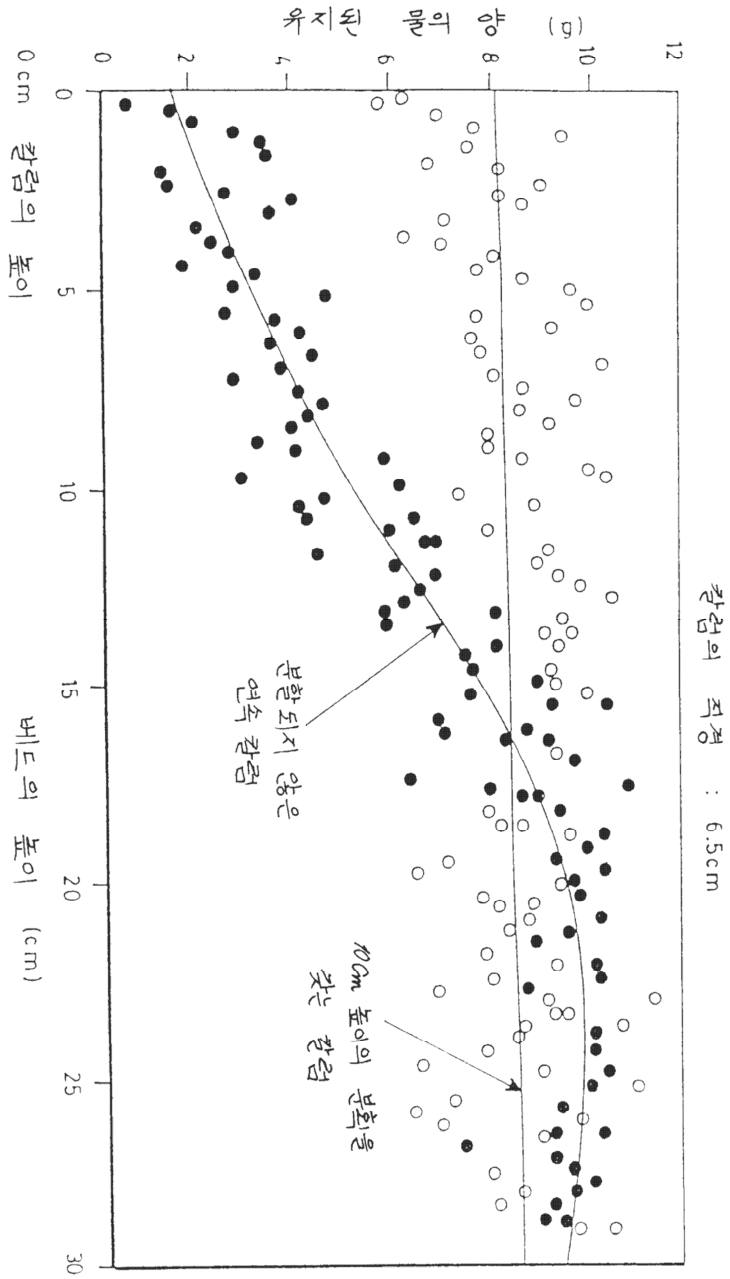
도면2



도면3



도면4



도면5

