



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년02월18일
(11) 등록번호 10-0804070
(24) 등록일자 2008년02월11일

(51) Int. Cl.

C02F 1/28 (2006.01) C02F 1/52 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2006-0113600

(22) 출원일자 2006년11월17일

심사청구일자 2006년11월17일

(56) 선행기술조사문헌

JP05131196 A

KR1019970069883 A

(73) 특허권자

경상대학교산학협력단

경상남도 진주시 가좌동 900

(72) 발명자

유찬

경남 진주시 평거동 들말홍한아파트 106/1302

윤성욱

경남 진주시 하대동 상대아파트 9동 504호

(74) 대리인

이처영

전체 청구항 수 : 총 3 항

심사관 : 현승훈

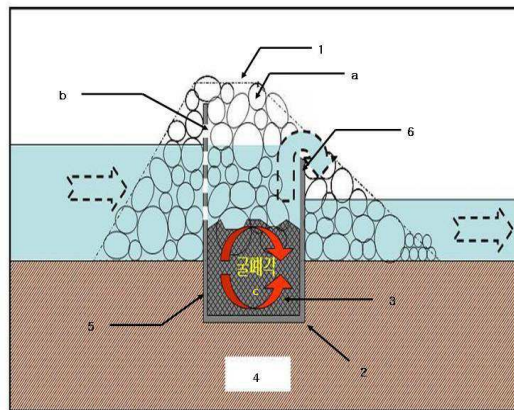
(54) 완충대를 이용한 농수로 수질 정화시스템

(57) 요약

본 발명은 농수로 수질 정화시스템에 관한 것으로, 보다 구체적으로 농경지 배수로의 수류 방향에 수직으로 설치되고, 유속을 감소시키기 위해서 자갈(a)을 주성분으로 하는 보(weir) 형태의 투수성 완충대(1); 및 배수로 수위보다 높은 높이를 가지고, 다수의 통수구(b)가 형성되어 있는 배수로의 상류쪽 전면부(5) 및 배수로 수위보다 낮은 높이를 가지는 배수로의 하류쪽 후면부(6)를 가지고, 그 내부에 굴폐각(c)을 함유하는 다수개의 망(3)이 안치되어 있는 처리조(2)를 포함하는 인 유출 저감용 농수로 수질 정화시스템에 관한 것이다.

본 발명에 따르면 농수로 수질 정화시스템은 주변환경과 조화되게 설치할 수 있고, 자갈 피복층이 있어 외부의 압력에 의한 파손 우려가 없으며, 무동력 시스템이므로 관리 비용이 거의 들지 않을 뿐만 아니라, 폐기물로 적체되어 있는 굴폐각을 환경정화 소재로 재활용할 수 있어, 경제적이고, 환경친화적인 배수 정비사업에 적용 가능하다.

대표도 - 도4



특허청구의 범위

청구항 1

농경지 배수로의 수류 방향에 수직으로 설치되고, 유속을 감소시키기 위해 서 자갈(a)을 포함하는 보(weir) 형태의 투수성 완충대(1); 및

배수로 수위보다 높은 높이를 가지고, 다수의 통수구(b)가 형성되어 있는 배수로의 상류쪽 전면부(5) 및 배수로 수위보다 낮은 높이를 가지는 배수로의 하류쪽 후면부(6)를 가지고, 그 내부에 굴폐각(c)을 함유하는 다수개의 망(3)이 안치되어 있는, 콘크리트, 플라스틱 및 아크릴 소재로 구성된 군에서 선택되어 제작되는 처리조(2)를 포함하는 인 유출 저감용 농수로 수질 정화장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 처리조(2)는 상기 완충대(1)의 하부 중앙에 설치되는 것을 특징으로 하는 인 유출 저감용 농수로 수질 정화장치.

청구항 4

제1항의 인 유출 저감용 농수로 수질 정화장치가 2~10개 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 인 유출 저감용 농수로 수질 정화장치.

명 세 서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <11> 본 발명은 농수로 수질 정화시스템에 관한 것으로, 보다 구체적으로 농경지 배수로의 수류 방향에 수직으로 설치되고, 유속을 감소시키기 위해서 자갈(a)을 주성분으로 하는 보(weir) 형태의 투수성 완충대(1); 및 배수로 수위보다 높은 높이를 가지고, 다수의 통수구(b)가 형성되어 있는 배수로의 상류쪽 전면부(5) 및 배수로 수위보다 낮은 높이를 가지는 배수로의 하류쪽 후면부(6)를 가지고, 그 내부에 굴폐각(c)을 함유하는 다수개의 망(3)이 안치되어 있는 처리조(2)를 포함하는 인 유출 저감용 농수로 수질 정화시스템에 관한 것이다.
- <12> 현재 국내 대부분의 하천과 호수들이 부영양화로 인해 심각한 수질악화를 겪고 있다. 농업분야에서는 화학비료의 사용증가와 70년대 이후 축산업의 발달 등으로 인해 토양내 염류 및 인산의 직접적인 가속화로 인(P)을 함유하는 비점오염원이 주변 수계로 유출되어 많은 하천과 저수지들이 부영양화되었고, 이러한 부영양화로 인하여 식물 플랑크톤이 대량 증식되어, 특히 냄새와 독소를 생성하는 남조류와 같은 식물 플랑크톤으로 인해 생태학적 피해뿐만 아니라 많은 경제적 피해가 발생하고 있다. 이러한 인을 함유하는 비점오염원 제어는 주로 유기물 처리에 국한되고 있는 일반 하·폐수처리 시스템을 중심으로 한 기존의 공학적 베이스의 여러 가지 기술들로는 영양물질 제거의 높은 효율성을 기대하기 어렵고, 다량으로 발생하는 비점오염원인 특성으로 인해 기술적 처리로서는 경제성 문제를 해결할 수 없다. 농지 배수에 의한 하류의 수질오염, 농업용 저수지나 하구 담수호의 부영양화는 지속적인 농업생산을 저해하고 수자원 가치를 감소시키며 그로 인해 오염된 물을 정화하는데 많은 비용이 소요되며, 특히 상수원이나 지하수로 유입되는 경우 그 영향은 더욱 커진다. 따라서 부영양화를 방지하기 위해서는 농경지나 축사 주변 배수로에서 인(P) 유출을 억제하는 것이 매우 효과적인 수단이라고 할 수 있다.
- <13> 이에, 최근에는 인 성분을 함유한 비점오염원 제어를 위해 수생식물을 이용하는 방법들이 연구되고 있으나, 식물체는 미생물에 비해 인과 같은 영양물질 흡수에 있어서 효율이 크게 떨어지고 노화 및 고사기간에는 오히려 오염원으로 작용하므로 관리에 큰 노력이 필요하다. 우리나라의 경우 생태공학적 기술로서 인공습지, 식물, 저수지 등이 대형 저수지나 댐의 유입부와 오염 하천의 주변에서 유입수의 수질 정화를 위해 시도되고 있으나, 소규모 오염원이 널리 산재한 농촌지역의 소하천이나 농수로를 대상으로 한 연구사례는 매우 미흡한 실정이다.

<14> 한편, 인 성분은 칼슘(Ca), 알루미늄(Al), 및 철(Fe) 성분 등과 반응하여 흡착 및 침전되는 특성이 있으며, 이러한 성분들을 80% 이상 함유하고 있는 굴폐각은 남해안 경우 양식산업 등으로 매년 22만톤 이상 발생되고 있다. 그러나 그 중 10% 가량만이 종패부착용 및 비료 등으로 재활용되고 나머지는 해안 주변에 야적되거나 공유수면에 무단 투기되어 연안어장의 오염, 고유수면 관리상의 지장, 자연경관 훼손 및 보건 위생상의 문제 등과 같은 환경문제를 초래하고 있는 실정이다.

<15> 그러므로, 소규모 오염원인 농촌지역의 소하천이나 농수로의 인 성분을 경제적이면서 효과적으로 감소시킬 수 있는 시스템이 요구된다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<16> 이에, 본 발명자들은 하천과 호소의 부영양화의 원인인 인 성분의 유출을 방지하기 위하여 예의 노력한 결과, 굴폐각이 담긴 처리조 및 자갈을 이용한 보(weir) 형태의 투수성 완충대로 구성된 시스템을 제작한 다음, 일정 간격으로 제작된 시스템을 설치한 결과, 농경지나 축사 주변의 배수로에 유출된 인 성분이 굴폐각과 반응하여 흡착 및 침전됨을 확인하고 본 발명을 완성하게 되었다.

<17> 결국, 본 발명의 주된 목적은 농촌지역에서 유출되는 인 성분을 감소시킴으로써, 상수원의 부영양화 등과 같은 오염문제를 해결하고 농경지 주변 수로환경 개선하는 것을 특징으로 하는 인 유출 저감용 농수로 수질 정화 시스템을 제공하는데 있다.

<18>

발명의 구성 및 작용

<19> 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 농경지 배수로의 수류 방향에 수직으로 설치되고, 유속을 감소시키기 위해서 자갈(a)을 주성분으로 하는 보(weir) 형태의 투수성 완충대(1); 및 배수로 수위보다 높은 높이를 가지고, 다수의 통수구(b)가 형성되어 있는 배수로의 상류쪽 전면부(5) 및 배수로 수위보다 낮은 높이를 가지는 배수로의 하류쪽 후면부(6)를 가지고, 그 내부에 굴폐각(c)을 함유하는 다수개의 망(3)이 안치되어 있는 처리조(2)를 포함하는 인 유출 저감용 농수로 수질 정화시스템을 제공한다.

<20> 본 발명에 있어서, 상기 처리조(2)는 콘크리트, 플라스틱 및 아크릴 소재로 구성된 군에서 선택되는 것을 특징으로 할 수 있다.

<21> 본 발명에 있어서, 상기 처리조(2)는 상기 완충대(1)의 하부 중앙에 설치되는 것을 특징으로 할 수 있다. 본 발명에 있어서, 제1항의 인 유출 저감용 농수로 수질 정화시스템이 2~10개 설치되어 있는 것을 특징으로 할 수 있다.

<22> 이하, 본 발명을 상세히 설명한다.

<23> 본 발명은 배수로의 유속을 감소시키기 위해서 자갈을 이용한 보(weir) 형태의 투수성 완충대(1)를 설치하고, 상기 완충대(1) 단면의 중앙부에는 굴폐각(c)을 이용한 수용성 인의 침전효과를 높일 수 있도록 처리조를 설치하여 작은 단면으로 배수로의 통수 단면 확보에 영향을 최소화하면서 효과적으로 기능을 수행한다.

<24> 본 발명에 사용되는 굴폐각(c)은 굴 양식장에서 입수할 수 있으며, 입수된 굴폐각(c)을 물로 세척하여 모래, 흙 및 기타 오염물질을 제거한 후 자연상태에서 수분을 제거시켜 건조하였다. 본 발명에서 사용된 굴폐각은 인위적으로 에너지를 가하여 물리적인 방법으로 건조시킬 수도 있으나, 경제성을 고려할 때 대기중에 노출시켜 물을 증발시키는 자연 건조방법이 바람직하다. 건조된 굴폐각(c)은 다수개의 망(3)에 담아 취급이 용이하도록 한다.

<25> 본 발명에 따른 처리조(2)는 물이 유입되는 전면부(5)는 배수로 물 흐름의 상류쪽에 배수로의 수위를 기준으로 배수로의 수위보다 약 5~10cm 높은 높이로 구성되고, 원형의 통수구(b) 다수개가 형성되어 물이 통수구를 통하여 처리조(2) 내부로 흘러 들어가도록 구성되며, 후면부(6)는 상류쪽에 배수로의 수위를 기준으로 배수로 수위보다 약 5~10cm 낮은 높이로 구성된다. 처리조(2)의 가로 길이는 배수로의 폭을 기준으로 배수로의 폭보다 15~20cm 작게 제작한다. 또한 처리조(2)는 아크릴, 콘크리트 및 플라스틱 소재로 제작 가능하나, 한정되는 것은 아니다.

<26> 본 발명에 따른 완충대(1)는 직경이 4.76mm 이상인 자갈(a)을 굴폐각(c)을 넣은 다수개 망(3)의 상부로부터 채워 투수성을 갖는 보(weir) 형태의 완충대(1)를 조성한다. 따라서 투수성을 갖는 보(weir) 형태의 완충대(1)는 배수로 내의 유속을 감소시켜 부유물을 퇴적시키고, 처리조(2)에 담긴 굴폐각(c)과의 접촉 시간을 늘려 높은 반

응효과를 얻을 수 있다.

<27> 상기와 같이 구성되는 시스템은 배수로에 횡 방향으로 일정 간격하에 배수로의 연장과 수질에 따라서 2~10개 설치가능하며, 바람직하게는 2~5개를 설치되는 것으로 한다.

<28> 도 4에 나타난 바와 같이, 배수로 내의 물은 보(weir) 형태의 완충대(1)를 통과하면서 유속이 감소되고, 유속이 감소된 물은 처리조(2)의 통수구(b)를 통하여 처리조(2) 내부로 흘러 들어가 처리조(2)에 내부에 가두어지며, 가두어진 물은 처리조(2) 내부에 구성된 굴폐각(c)과 반응하여 흡착 및 침전과정을 거쳐 정화된다. 정화된 물은 처리조 후면부(6)를 통하여 배수가 된다.

<29> 이하, 실시예를 통하여 본 발명을 더욱 상세히 설명하고자 한다. 이들 실시예는 오로지 본 발명을 예시하기 위한 것으로서, 본 발명의 범위가 이들 실시예에 의해 제한되는 것으로 해석되지 않는 것은 당업계에서 통상의 지식을 가진자에게 있어 자명할 것이다.

<30> 실시예: 농수로 수질 정화시스템 제작 및 현장설치

<31> 제1단계: 처리조의 제작 및 설치

<32> 도 1에 나타난 바와 같이, 처리조(2)는 현장실험을 하기 위하여 설치될 배수로의 폭(700mm)과 수위(250mm)을 기준으로, 가로 길이 500mm, 전면부 높이 300mm, 후면부 높이 200mm 및 폭 200mm로 제작하고, 물의 유입 전면부에는 직경이 20mm인 원형의 통수구(b)를 다수개로 뚫어 제작하였다.

<33> 제2단계: 굴폐각 시료제조

<34> 본 발명의 굴폐각(c) 시료는 사천시 서표면의 굴 양식장 주변에 야적되어 있는 것을 채취하여 수돗물로 세척한 다음, 증류수로 2차 세척하여 상온에서 건조시킨 후 사용되었다.

<35> 굴폐각(c) 시료의 성분을 분석하기 위하여, XRF(X-ray Fluorescence)분석을 통하여 굴폐각(c) 내의 칼슘, 알루미늄 및 철 성분 함량을 분석하였고, 분석된 굴폐각(c) 내의 성분함량은 하기 표 1에 나타내었다. 굴폐각(c) 내의 칼슘, 알루미늄 및 철 성분 함량은 전체 성분 중 약 77%정도 함유되어 있고, 자체 내의 인 성분은 매우 낮은 것으로 나타났다.

표 1

주요성분	CaO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅
굴폐각	67.40	5.93	4.47	0.44

<37> 제3단계: 현장설치 대상지역 선정

<38> 현장설치 대상지역은 경상남도 진주시 인근 시설재배지역을 선정하였고, 대상지역은 유역면적이 345,521m²이고, 시설 재배지 면적이 유역면적의 52.5%에 달하는 181,228m²로 전형적인 시설 재배지역으로 주요 재배작물은 채소류(딸기)와 벼 등이 있으며, 수로의 형태는 시설재배지 내의 구간은 콘크리트 수로, 그 외의 구간은 흙 수로로 이루어져 있다 (도 2). 각 수로에서 유출되는 인 농도를 알아보기 위해 9개 지점을 정하여 2004년 6월부터 12월까지 7개월간 물 시료를 채취하여 인 농도를 분석하였으며, 채취 지점은 도 3에 나타내었다.

<39> 9개 지점의 수로에서 유출되는 물을 채취하여 공극크기 0.45μm, 직경 47mm의 필터지(MFSA0445A047A)로 진공펌프(GASTDOA-P704-AA)를 이용하여 여과한 후 염화제일주석법(Stannous Chloride Method)으로 자외선 흡광 광도계(Shimadzu UV-1650PC)를 이용하여 분석하였다.

<40> 조사 지역 배수로 내 9개 지점에서 유출되는 인 농도를 분석한 결과, 표 2와 같았으며, 모든 지점에서 인 농도가 관측기간 동안 평균 0.677~1.967mg/L로서, 인의 유출농도가 높은 것으로 나타났다.

표 2

분석 지점	PO ₄ ³⁻ -P(mg/L)
1	1.456
2	1.967

3	0.855
4	1.323
5	1.015
6	-
7	0.721
8	0.677
9	0.683

<42> 제4단계: 농수로 수질 정화시스템 현장설치

<43> 제3단계의 현장 관측 9개 지점에서 7번째 지점(배수로 폭: 700mm, 유량: $0.017\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)에 아크릴로 제작한 투수성 처리조(2)에 10kg의 굴폐각(c)을 넣은 망(3)을 담고, 상부에 자갈(a)을 채워 배수로 1m 간격으로 2개의 완충대(1)를 설치하였다. 설치된 농수로 수질 정화시스템은 도 4에 나타내었다.

<44> 실험예: 현장설치 지점의 인 농도 측정

<45> 현장관측 9개 지점에서 7번째 지점에 1m 간격을 두고 설치한 농수로 수질 정화시스템을 통과한 물을 각각 채취하여 공극크기 $0.45\mu\text{m}$, 직경 47mm의 필터지(MFSA0445A047A)로 진공 펌프(GASTDOA-P704-AA)를 이용하여 여과한 후 염화제일주석법(Stannous Chloride Method)으로 자외선 흡광 광도계(Shimadzu UV-1650PC)를 이용하여 분석하여 인($\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$)농도를 측정하였고, 농수로 수질 정화시스템에 유입되기 10m전 지점을 통과한 물을 채취하여 본 발명의 농수로 수질 정화시스템과 비교 분석하였다.

<46> 표 3에 나타낸 바와 같이, 농수로 수질 정화 시스템을 통과하는 물은 유입 직전보다 인 성분의 농도가 저감되었으며, 1차 농수로 수질 정화시스템에서는 최대 18.97%, 그리고 1m 이격거리를 둔 2차 농수로 수질 정화시스템에서는 최대 58.76%까지 인 농도가 저감된 것으로 나타났다.

표 3

<47>

측정시간	$\text{PO}_4^{3-}\text{-P}(\text{mg/L})$				
	유입지점	1차 완충대	제거율(%)	2차 완충대	제거율(%)
0 분	0.241	0.229	0.50	0.215	10.79
10 분	0.240	0.236	0.17	0.213	11.25
20 분	0.210	0.208	0.95	0.202	3.82
30 분	0.224	0.197	12.05	0.197	12.05
40 분	0.201	0.199	1.00	0.190	5.47
50 분	0.204	0.194	4.67	0.187	8.11
60 분	0.218	0.198	8.97	0.191	12.18
90 분	0.199	0.187	5.79	0.186	6.30
120 분	0.193	0.195	-1.30	0.185	3.90
180 분	0.188	0.187	0.53	0.185	1.60
1 일	0.235	0.229	2.55	0.212	9.79
2 일	0.226	0.202	10.84	0.191	15.49
7 일	0.359	0.332	7.39	0.304	15.20
14 일	0.334	0.300	10.17	0.284	14.97
28 일	0.274	0.222	18.97	0.113	58.76

발명의 효과

<48> 이상 상세히 기술한 바와 같이, 본 발명은 농촌지역에서 유출되는 인 성분을 제거시킴으로서, 상수원의 부영양화 등과 같은 오염문제를 해결하고 농경지 주변 배수로 환경을 개선하는 것을 특징으로 하는 인 유출 저감용 농수로 수질 정화시스템을 제공하는 효과가 있다.

<49> 본 발명에 따르면, 인 유출 저감용 농수로 수질 정화시스템은 주변환경과 조화되게 설치될수 있고, 자갈 피복층

이 있어 외부의 압력에 의한 파손 우려가 없으며, 무동력 시스템으로 관리 비용이 거의 들지 않을 뿐만 아니라, 폐기물로 적체되어 있는 굴폐각을 환경정화 소재로 재활용할 수 있어, 경제적이고, 환경 친화적인 배수 정비사업에 적용 가능하다.

도면의 간단한 설명

- [illegible]

〈2〉 도 2는 현장실험 대상 지역(a) 및 그 지역의 배수로(b)를 나타낸 것이다.

<3> 도 3은 현장실험 대상 지역에서 시료를 채취한 9개 지점을 나타낸 것이다.

<4> 도 4는 본 발명에 따른 배수로에 설치된 농수로 수질 정화시스템을 나타낸 계략도이다.

<5> < 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

<6>	1: 완충대	2: 처리조
<7>	3: 망	4: 배수로 바닥
<8>	5: 전면부	6: 후면부
<9>	a: 자갈	b: 통수구

<7> 3: 망 4: 배수로 바닥

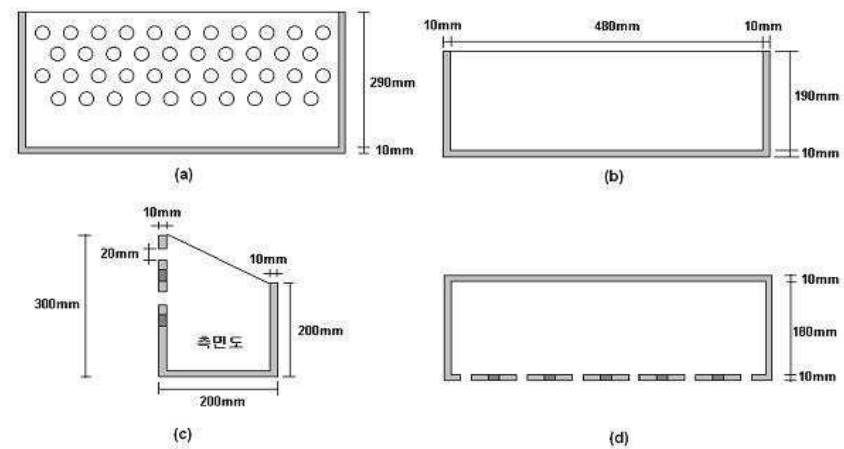
<8> 5: 전면부 6: 후면부

<9> a: 자갈 b: 통수구

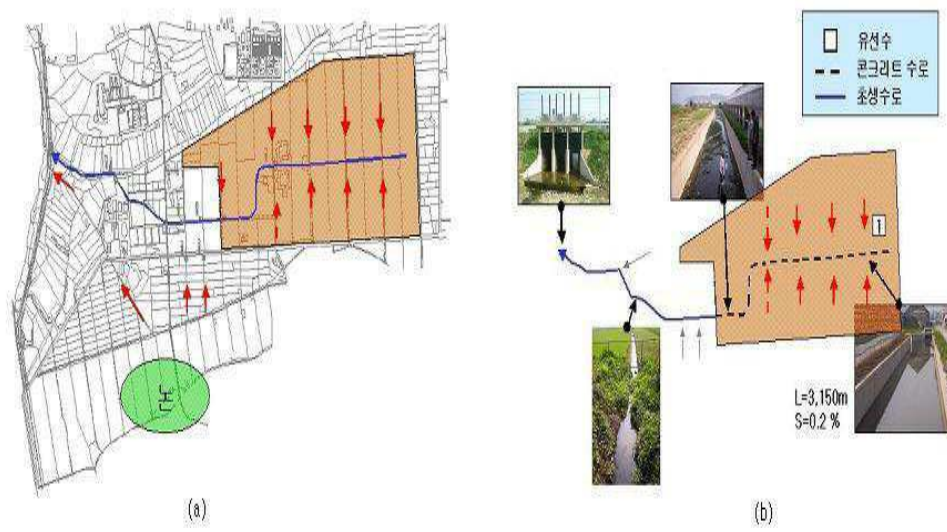
<10> c: 굴폐각

도면

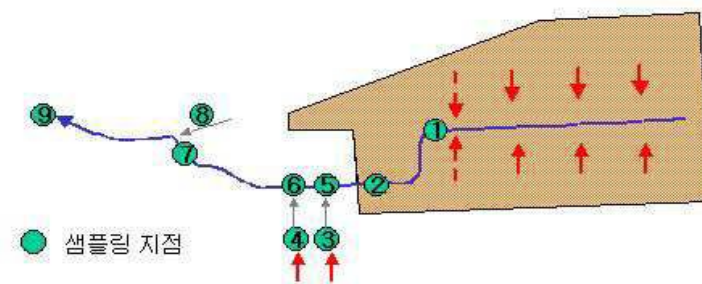
도면1



도면2



도면3



도면4

