

침사지의 규모 산정방법

Methods to Size Sediment Basin

최 중 대*
Choi, Joong-Dae

1. 서론

토양유실이 하천과 호수의 탁수현상에 절대적으로 기여하고 있다는 사실이 밝혀지면서 탁수를 방지하기 위한 대책이 시급히 요청되고 있다. 특히 우리 나라와 같이 다목적댐들이 주요 하천에 건설된 경우, 댐 저수지의 탁수현상은 하류의 생활용수, 농업용수 및 농업용수 공급에 많은 문제점을 제기하고 있다. 특히 탁수로 인한 생활용수의 공급에 큰 장애를 받고 있다. 농경지나 건설현장과 같이 토양면이 인위적으로 교란되는 지역에서 강우시에는 많은 양의 토양 유실이 나타나고 또한 유사가 발생한다. 특히, 토양의 교란이 심한 건설현장의 유사는 여러 가지 토지이용 중 가장 많은 유사를 발생하며 수질악화에 절대적인 기여를 하는 것으로 알려져 있다. 그러나 건설현장의 유사를 효율적으로 제거하기 위한 연구는 거의 이루어지지 않고 있다. 또한 환경친화적 건설을 구호로 외치는 건설현장에서도 유사를 제거하기 위한 시설을 설치하는 곳은 거의 없으며 설치를 한다해도 이론적이거나 경험적인 지식없이 형식적으로 설치를 하기 때문에 합리적으로 유사를 제거할 수 없다. 본 강좌에서는 미국에서 개발된 비교적 간단한 방법으로 건설현장의 유사를 제거할 수 있는 침사지의 산정방법을 간단히 소개한다.

미국의 경우, 건설현장에서 유출수와 함께 유실되는 오염배출량을 줄이기 위해서 해당 유

관행정부서는 물론 건설관련 연구 및 교육분야에서 많은 노력을 하고 있다. 특히, 건설현장에서 배출되는 유사는 하천환경과 수질악화에 절대적인 기여를 하고 있기 때문에 유사를 규제하기 위한 침사지의 설계, 시공 및 관리는 건설현장 환경관리의 주요한 부분을 차지하고 있다. 본 강좌는 미국의 오하이오 주정부에서 발행한 "SEDIMENT BASINS - Using sediment basins, sediment traps and modified stormwater management basins to reduce water pollution from construction sites in Ohio (1996)"에서 요약발췌하였다.

1) 비점원 오염과 건설현장

관례적으로 건설현장의 유사와 오염물질 배출규제는 건설기간동안 보다는 건설 후의 오염배출에 기준을 두어 관리되어 왔다. 그러나 건설기간동안 건설현장에서 배출되는 유사와 다양한 오염물질의 배출이 하천환경과 수질악화에 많은 기여를 하고 있다는 사실이 밝혀지면서 건설현장의 오염관리는 환경관리기관은 물론 시공담당자들에게도 중요한 현안으로 부각되고 있다. 따라서 미국의 모든 주에서는 건설공사시에 SWPPP's(Storm Water Pollution Prevention Plans)를 요구하고 있다. SWPPP에는 건설현장에서 발생할 수 있는 유

*강원대학교 농업생명과학대학 농업공학부 (jdchoi@kangwon.ac.kr)

사를 포함한 모든 오염물질의 배출량을 규제할 수 있는 조치를 상세하게 기술하고 시행하도록 요구하고 있다.

1984년도에 미국의 환경처는 수질환경 악화에 가장 주요한 오염물질로 비점원 오염을 지목하였으며 유사, 영양염류, 박테리아 등과 같은 병원성 미생물, 유기물질 및 중금속 등의 비점원 오염물질들이 수질악화에 가장 많은 기여하고 있다고 선언하였다. 미국의 환경처는 건설현장으로부터 하천과 호수로 유입되는 유사와 비점원 오염물질의 양은 연간 8천만톤에 달하며 건설현장의 유사배출량은 정상적인 토지이용에 비해 약 2배 내지 무려 4만배에 이른다고 했다.

이와 같은 이유로 미국에서는 건설현장의 오염배출을 법으로 규제하고 있다. 약 6천평 (5 acres) 이상의 토지가 교란되는 건설 및 토지개발공사를 수행하는 미국의 모든 건설 및 개발업자는 1972년의 정수법(Clean Water Act)를 개정한 1987년의 수질법(Water Quality Act)에 따라 강우유출수를 배출할 수 있는 배출허가를 받아야 한다. 이 배출허가는 NPDES(National Pollution Discharge Elimination System) 허가라 불리고 있으며 환경관리기관에서 엄격히 규제하고 있다. 오하이오 주에서도 6,000평을 초과하는 모든 건설현장에서는 NPDES 허가를 받아야 건설공사를 수행할 수 있으며 NPDES 허가를 받기 위해서는 SWPPP를 제출해야 한다. SWPPP에는 유사방지망(Silt fences), 사면과 나지보호(Seeding and mulching), 침사지(Sediment basins) 등의 오염배출을 방지하기 위한 조치들이 구체적으로 기술되어야 한다.

건설현장에서 토양유실을 방지하기 위한 일차적인 조치는 토양유실 보전대책을 수립하고 이행하는 일이다. 나무와 풀들은 유지하는 것은 토양유실억제에 가장 효과적이고 경제적이다. 따라서 공사시에는 가능한 한 나무와 풀을 제거하지 않고 보전해야 한다. 건설현장의 풀과 나무를 일시에 제거하고 공사의 편리를 우

선하기보다는 공사의 진도에 따라 점진적으로 풀과 나무를 제거하며 공사를 진행시키는 공사 계획을 세우고 시행해야 한다. 임시도로의 개설, 공사가건물의 설치 등과 같이 지면이 교란되는 공사의 경우는 공사가 완료되는 즉시 혹은 공사도중이라도 토양면의 교란이 더 이상 필요없을 경우는 즉시 멀칭을 하고 풀을 심어 토양유실의 가능성을 최소화해야 한다. 아무리 좋은 토양유실 억제책을 시행하여도 토양유실을 완전히 차단할 수는 없기 때문에 어느 정도의 유사 발생하게 된다.

이차적인 조치로는 유실된 유사들이 건설현장을 떠나기 전에 차단할 수 있는 시설을 설치하는 것이다. 유사배출 억제시설은 유수의 유속을 완화시켜 부유유사가 침전하도록 만드는 시설이다. 일차적인 토양유실 방지시설과는 달리 유사배출 억제시설은 토양유실을 차단하는 시설이 아니기 때문에 건설현장의 유사배출을 위한 기본시설로 간주되어서는 안된다. 이차적인 유사배출 억제시설은 일차시설에 대한 보조 조치로 사용되어야 한다. 일차적인 방제조치를 통해서 토양유실을 최소화하는 것이 이차적인 유사배출 억제시설을 통해 유사를 차단하는 것보다 훨씬 경제적이고 효과적이라는 점을 반드시 인식해야 한다.

2) 저류지와 침사지

미국의 거의 모든 자치단체에서는 건설 및 토지개발공사시 우수 저류지를 설치하도록 의무화하고 있다. 저류지를 통해서 홍수 피크유출을 완화하고 하류의 하천제방유실 등을 방지할 수 있기 때문이다. 그러나 수질오염이 중요한 문제로 제기되면서 단순한 저류지보다는 복합적인 기능을 할 수 있는 침사지를 선호하고 있다. 침사지는 공사도중 홍수시 홍수파의 완화효과뿐만 아니라 평시에도 건설현장에서 배출되는 유사를 제거할 수 있는 기능을 가지며 또한 공사후에도 영구적으로 강우유출수를 통

제할 수 있기 때문이다. 저류지의 유입부와 유출부를 개선하여 유출수의 저류시간을 늘리거나 혹은 저류지 중앙에 배플(Baffle)을 설치하여 유출수의 통과거리를 증대시켜 부유유사의 침전시간을 늘리고 따라서 유사의 침전량을 증대시킬 수 있다. 침사지는 저류지와는 달리 유출수의 저류시간을 수 시간에서 수일까지 증대시켜 모래와 실트 등의 부유유사의 침전을 극대화한다. 그러나 점토입자는 침전이 어려우므로 침사지로는 제거가 어렵다. 점토가 많은 지역의 건설공사는 특히 토양유실을 억제하기 위한 일차적인 토양유실방지대책을 보다 완벽하게 수립할 필요가 있다.

침사지의 부유유사 제거효과는 70% 정도에 불과하다. 침사지의 유사제거효율(TE, Trap Efficiency)은 계절, 강우강도와 지속시간, 유출구의 형상, 유입부의 유속, 토양의 종류, 침사지에서 유로의 길이, 침사지의 형태 및 표면적의 크기 등에 많은 영향을 받는다. 최대의 유사제거효율을 성취하기 위해서는 이들 인자들을 잘 고려해야 한다.

침사지의 설계는 지방자치단체에 따라 다를 수 있다. 보통의 설계기준으로는 건설현장의 면적, 침사지의 체류시간, 설계홍수량, 배출수의 환경기준, 유사제거효율 등이 있다. 오하이오 주에서는 건설현장 면적 약 1,200평(1 acre)당 51 m³ (67 yd³)의 침사지를 갖추어야 한다. 그러나 같은 오하이오 주라도 Summit County에서는 침사지의 체적보다는 유사제거효율로 규정하여 최소 75% 이상의 유사제거효율을 달성할 수 있는 침사지를 설치하도록 규정하고 있다.

2. 침사지

1) 침사지(Sediment basins)의 의미

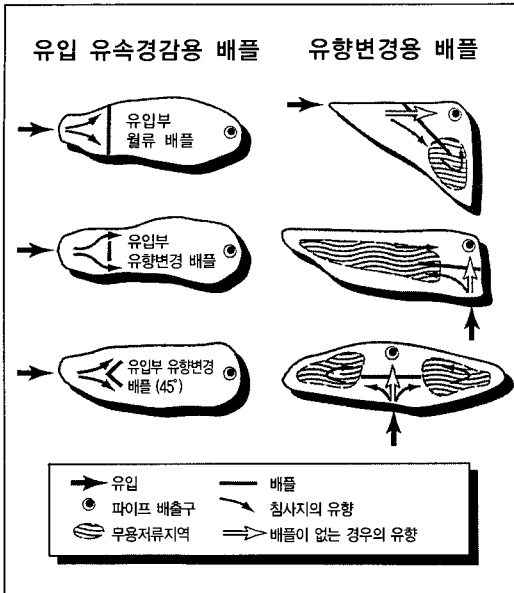
미국 오하이오 주에서 정의한 침사지(Sediment basins)는 배수면적 120,000평

(100 acres) 이하의 면적에서 배출되는 지표유출수에 포함된 부유유사를 제거하기 위한 시설이다. 배수면적은 건설사업이 이루어지는 면적뿐만 아니라 침사지로 배수되는 전체 유역을 포함한다. Sediment trap은 약 12,000평(10 acres) 이하의 면적에서 배출되는 지표유출수에 포함된 부유유사를 제거하기 위해 설치한 규모와 시설이 작은 침사지를 의미한다. 콜로라도, 오하이오, 버지니아 등의 주에서는 하나의 침사지로 배수될 수 있는 최대의 배수면적을 120,000평(100 acre)으로 규정하고 있으며 위스콘신에서는 180,000평(150 acre), 그리고 웨스트 버지니아에서는 240,000평(200 acre)까지 허용하고 있다. 배수면적이 규정된 최대 배수면적보다 클 때는 배수면적을 나누어서 2개 이상의 침사지를 설치해야 한다.

침사지(Sediment basins)와 Sediment Trap은 강우유출수의 유사를 제거하기 위해 설치된 시설이다. 건설현장에서 홍수유출을 억제하기 위해 설치한 우수지도 유사를 제거할 수 있으므로 침사지로 불릴 수 있으나 침사지로서의 기능을 수행하기 위해서는 유사를 효율적으로 제거할 수 있는 시설을 설치할 필요가 있다.

2) 침사지의 기본 구조

유출수의 유사를 제거하기 위해서는 3가지의 요소가 필요하다. 첫째는 물이 고여서 유사가 침전할 수 있는 면적이 필요하고, 둘째는 침전된 유사를 저장할 수 있는 지역이 있어야 하며, 그리고 셋째는 저류된 유수를 배출할 수 있는 배출구(Outlet)와 비상방수로(Spillway)가 필요하다. 배플(Baffle)은 침사지의 중요한 요소로 2가지의 기능을 가진다. 첫째는 유속을 감소시켜 유사의 침전을 증가시키고 둘째는 유로를 길게하여 체류시간을 증가시키고 유사의 침전을 증가시킨다. 배플의 예는 <그림-1>에 나타났다.



〈그림-1〉 유사제거효율을 향상시키기 위한 배플의 설치 예〈그림에서 사선친 면적은 배플이 설치되지 않았을 경우, 유사의 제거기능이 없는 지역 (dead storage)을 나타낸다〉

3) 침사지의 위치와 설치시기

침사지는 건설현장의 가장 낮은 위치에 설치하여 현장에서 배출되는 유출수를 모두 포집할 수 있어야 한다. 침사지로 유입되지 않는 건설현장의 유출수는 반드시 침사지로 유입될 수 있도록 배수로 공사를 수행해야 한다. 건설현장의 상류 혹은 지면이 교란되지 않는 지역에서 배출되는 맑은 유출수는 우회수로 등을 설치하여 침사지 하류로 배출하는 것이 경제적이다. 상류의 맑은 물이 침사지로 유입되면 침사지의 배수면적이 증가되고 따라서 침사지의 규모가 커지거나 추가로 침사지를 건설해야 하기 때문이다. 침사지는 건설공사에 지장이 없으며 또한 항상 유지관리가 쉬운 지역에 설치하는 것이 바람직하다. 만약의 경우 침사지가 붕괴되었을 때, 하류에서 인명의 손상, 도로의 유실 혹은 공공시설 등에 피해가 될 수 있으면 침사지의 위치를 변경해야 한다. 특히, 어린아이들

의 사고를 미연에 방지하기 위하여 침사지의 안전관리에 만전을 기해야 한다. 미국 위스콘신 주의 경우 침사지 주변에는 반드시 울타리를 설치하여 어린이나 일반인의 접근을 차단하도록 의무화하고 있다.

유사는 지표의 수목이 제거되고 토양이 교란되는 시점에서 가장 많이 발생하기 때문에 침사지는 지표가 교란되기 전에 설치해야 한다. 유사방지망(Silt fence)과 같은 유사배출방지시설도 지표가 교란되기 전에 설치해야 한다. 토양유실방지와 유사방지시설의 설치 및 운영 계획은 건설공사의 공정계획 작성과 동시에 작성되고 시행되어야 한다. 미국의 오하이오 주 정부는 현장의 유사방지시설의 설치 및 운영 계획을 SWPPP의 일환으로 요구하고 있다.

3. 침사지의 규모 산정방법

침사지의 규모를 결정하는데는 두 가지의 개념이 있다. 하나는 배수면적에 따라 침사지의 체적을 결정하는 방법이고 다른 하나는 일정 수준 이상의 유사제거효율을 달성할 수 있도록 침사지의 규모를 결정하는 방법이다.

1) 배수면적에 따른 침사지의 규모 결정

침사지의 규모를 건설현장의 면적에 비례하여 간단히 결정하는 방법이다. 경우에 따라서는 배수구역의 토양유실 특성에 따라 침사지의 시설을 추가할 수도 있다. 오하이오 주에서는 침사지의 규모는 배수구역의 면적 1,200평(1 acre)당 51 m^3 (67 yd^3)를 설치해야 한다. 이는 배수구역의 유출심을 약 13 mm(0.5 inch)로 가정했을 때의 체적이다. 건설현장 침사지의 최대배수면적은 120,000평을 초과할 수 없다.

메릴랜드와 버지니아 주에서는 배수구역 1,200평당 102 m^3 (134 yd^3)의 침사지 규모를 확보해야 하고 한 개의 침사지로 배수되는 최대 배수면적은 120,000평이다. 버지니아 주정부

의 규정은 침사지 체적의 반은 침전되는 유사를 저장하기 위한 공간이고 나머지 반은 유출수를 저류하기 위한 공간으로 규정하고 있다.

펜실베니아 주에서는 침사지 체적으로 배수 구역 1,200평 (1 acre)당 지표가 교란되는 지역에서는 198 m³ (7000 ft³), 그리고 지표가 교란되지 않아 자연이 보전되는 지역에서는 142 m³ (5000 ft³)를 설치하도록 규정하고 있다. 이 체적 중 57 m³ (2000 ft³)는 침전되는 유사를 저장하기 위한 공간으로 배정하고 있다.

배수면적에 따라 침사지의 규모를 결정하는 방법은 간단하고 편리하나 지역의 토성이나 유사배출 특성을 고려하지 못하는 단점이 있다. 오하이오 주의 경우 1,200평(1 acre)당 51 m³ (67 yd³)의 침사지 용량은 보통 정도의 강우를 기준으로 했기 때문에 보통 이상의 강우시에는 침사지가 유사제거 기능을 발휘하기 어렵다.

메릴랜드, 버지니아, 와싱턴 주에서는 침사지의 설계상 우수저장 용량과 침전된 유사의 저장용량을 구분하고 있다. 침사지의 유사 저장용량은 침사지 체적의 1/2 혹은 1/3로 규정하는 경우도 있고, 유사의 침전용량을 최소화 깊이(예, 60 cm)로 규정하는 경우도 있다. 또한 몇몇의 주에서는 유사의 저장용량을 USLE 공식을 사용하여 산정하는 경우도 있다. USLE의 연평균 토양유실량 산정이 정확하지는 못해도 침사지의 유사저장용량을 결정하는데 기본적인 자료를 제공할 수 있다.

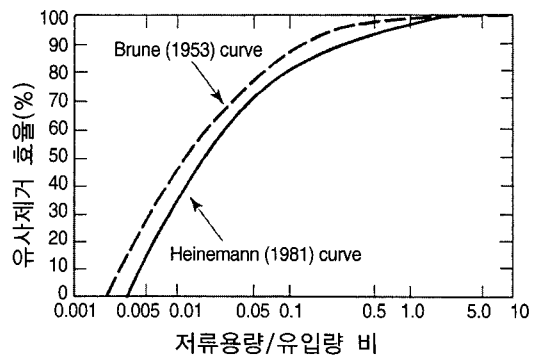
2) 유사제거효율(TE, Trap efficiency)을 이용한 침사지의 체적 산정방법

사전에 설정된 유사제거효율을 달성할 수 있도록 침사지의 규모를 결정하는 방법으로 유사와 같은 특정 오염물질의 제거를 합리적으로 달성할 수 있는 장점이 있다. 이 방법은 지역의 특성을 반영할 수 있기 때문에 동일한 면적의 건설현장이라도 침사지의 규모는 다를 수 있다. 따라서 이 방법을 사용하면 필요 이상의 큰

침사지나 혹은 너무 작은 침사지를 만들 우려가 작아진다. 이 방법의 단점으로는 침사지 규모를 결정하는 방법이 다소 복잡하다는 점이다. 미국에서 많이 사용되는 TE 침사지 규모 산정방법은 현장관측자료와 경험을 이용하는 방법에서부터 유사입자의 침강속도를 고려하는 이론적인 방법까지 다양하게 개발되어 있다.

가. 경험적인 방법에 의한 침사지 규모의 산정방법

가장 단순한 TE 예측방법은 Brune(1953)과 Heinemann(1981)이 개발한 TE 곡선을 사용하는 방법이다 <그림-2>. 이 TE 곡선은 침사지의 저장용량(Capacity)과 연유출량(Inflow)의 비(C/I ratio)와 TE의 관계를 곡선으로 나타냈다. 두 TE 곡선이 모두 동일한 저수지를 대상으로 개발되었으나 유역의 특성을 보다 많이 반영한 Heinemann의 TE 곡선이 다소 정밀한 것으로 알려져 있다(Nighman, 1994). 그림 2를 사용하여 특정한 TE를 달성하기 위한 침사지의 체적을 산정할 수 있으며 또한 침사지의 체적으로 TE를 예측할 수도 있다. Brune과 Heinemann의 TE 곡선은 일반적인 침사지보다는 호수의 표면적이 큰 저수지를 대상으로 한 연구에서 도출된 결과이지만 오하이오 주의 북동쪽 지역의 건설현장에 적용한 결과 상당히 신뢰할 수 있는 TE를 예측할 수 있



<그림-2> 경험식에 기초한 유사제거효율(TE) 곡선

었다(Nighman, 1994).

〈TE 곡선을 이용한 침사지 규모의 산정 예〉

문제 : 유사제거효율(TE)이 75%인 침사지를 설계해야 한다. 유역면적은 17.4 ha(43 acre)이고 연유출심은 381 mm(15 in)로 연간 66,290 m³(86,700 yd³)의 유출이 침사지로 유입한다. Brune과 Heinemann TE 곡선을 이용하여 침사지의 규모를 산정하여라.

① Brune의 TE 곡선 방법

〈그림 2〉에서 TE가 75%에 해당하는 C/I 비는 0.04이다. I는 66,290 m³로 주어졌다.

$$C/I = 0.04, \text{ 따라서 } C = 0.04 \times I = 0.04 \times 66,290 = 2,562 \text{ m}^3$$

따라서 침사지의 규모는 2,562 m³의 체적을 갖도록 설계하여야 한다.

② Heinemann의 TE 곡선 방법

〈그림-2〉에서 TE가 75%에 해당하는 C/I 비는 0.06이다. I는 66,290 m³로 주어졌다.

$$C/I = 0.06, \text{ 따라서 } C = 0.06 \times I = 0.06 \times 66,290 = 3,977 \text{ m}^3$$

따라서 침사지의 규모는 3,977 m³의 체적을 갖도록 설계하여야 한다.

나. 이론적인 TE 산정공식

경험적인 방법에 의한 침사지 규모의 산정법에는 많은 제약요인이 있다. 대부분의 실험자료는 건설현장에서 사용하는 작은 침사지 규모보다 상당히 큰 호수나 저수지를 대상으로 수집하였다. 이와 같이 큰 저수지에서 수집한 자료를 건설현장의 작은 침사지에 적용하는 데는 문제가 따를 수 있다(Nighman, 1994). 더군

다나 큰 호수나 저수지를 대상으로 한 실험자료는 장기간의 자료로 건설현장과 같이 짧은 건설기간이나 개개의 강우사상을 대상으로 하는 침사지의 설계자료로 사용하기에는 무리가 있다. 그리고 실험자료는 자료를 수집한 유역을 대표하는 자료로 이 자료를 성격이 다른 유역에 적용하기에는 많은 무리가 따를 수 있다. 이와 같은 이유로 유사침전의 이론을 이용한 TE 산정공식이 이용된다.

〈USEPA의 표면적 공식〉

미국의 EPA에서 개발한 표면적 공식(Surface area formula)은 특정한 입경을 가진 유사의 유사제거효율(TE)을 산정하는데 사용된다.

$$A = 1.2 Q_{in} / V_s$$

여기서, A = 침사지의 표면적, Q_{in} = 침사지 유입량, 그리고 V_s = 특정 입경을 가진 유사의 침강속도(표-1)이다. 유사의 입경은 가능한 작은 것으로 선정하여 침사지에서 보다 많은 유사를 침전시키는 것이 좋으나 점토입자와 같이 너무 작은 입경을 선택하면 입자의 침강속도가 너무 작기 때문에 침사지의 표면적이 과도하게 커진다. 따라서 유사의 입경은 통상적으로 0.02 mm가 사용되고 있다. 침사지 유입량(Q_{in})은 지역에 따라 다를 수 있으나 일반적으로는 6시간 10년 확률강

〈표-1〉 입경에 따른 침강속도

입 경 (mm)	명 칭	침강속도 (ft/s)	표면적 요구도 (ft ² per ft ³ /s 유출량)
0.5	굵은 모래	0.19	6.3
0.2	중간 모래	0.067	17.9
0.1	가는 모래	0.023	52.2
0.05	굵은 실트	0.0062	193.6
0.02	중간 실트	0.00096	1,250
0.01	가는 실트	0.00026	5,000
0.005	점 토	0.00006	20,000

자료 : Goldman et al. (1986)

우량을 가정한 유입량을 사용하는 지역도 있고, 24시간 10년 확률강우량을 가정한 유입량을 사용하는 지역도 있다.

〈USEPA의 표면적 공식 예〉

문제 : 건설현장으로부터 침사지로 유입하는 유입량은 5 ft³/sec이다. 유출수에 포함된 유사의 75% 이상은 실트 혹은 실트보다 굵은 입경(>0.005 mm)이다. 유사제거효율(TE)이 75%가 되도록 침사지의 표면적을 산정하여라.

해석 : 〈표-1〉에서 입경 0.005 mm인 입자의 침강속도는 0.00006 ft/s이다.

$$A = 1.2 Q_{in} / V_s = (1.2) (5 \text{ ft}^3/\text{s}) / 0.00006 \text{ ft/s} = 100,000 \text{ ft}^2$$

$$A = 0.0929 \times 100,000 = 9,290 \text{ m}^2$$

따라서, 침사지의 표면적은 최소 9,290 m² 이상이 되어야 한다.

〈Fifield 수정 표면적 공식〉

1994년도에 Fifield는 USEPA 공식중 침사지로 유입하는 유입량을 침사지에서 배출되는 유출량으로 수정한 공식을 발표하였다.

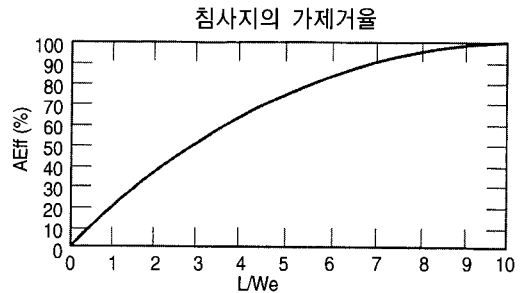
$$A = 1.2 Q_{out} / V_s$$

여기서, A = 침사지의 표면적, Q_{in} = 침사지 유출량, 그리고 V_s = 특정 입경을 가진 유사의 침강속도〈표-1〉이다. Fifield 공식에서는 유사의 가제거율(A_{eff}, Apparent efficiency)을 산정하기 위하여 침사지의 유효폭(W_e)에 대한 침사지의 유효유로길이(L)의 비(L/W_e)를 사용한다〈그림-3〉. 가제거율은 전

체 유사 중에서 설계유사입자의 입경과 같거나 큰 유사(PEG)의 비(%)와 곱하여 유사의 순제거율(NEF, net efficiency)을 구한다.

$$NEF = A_{eff} \times PEG$$

순제거율(NEF)는 침사지에서 실제로 제거되는 유사의 제거효율을 나타낸다. Fifield는 침사지의 L:W_e의 비가 10:1이라면 설계유사입자는 100% 제거할 수 있다고 가정하였다. NEF를 이용하여 침사지를 설계할 경우에는 L:W_e비를 현장사정에 적절하게 조절하며 목표하는 NEF를 산정한 후 침사지 표면적을 공식에 따라 구한다.



〈그림-3〉 유사의 가제거율(Aeff)과 L/We 비의 관계

〈Fifield의 수정 표면적 공식 예〉

문제 : 건설현장으로부터 침사지로 유입하는 유입량은 5 ft³/s이다. 유출수에 포함된 유사의 75% 이상은 실트 혹은 실트보다 굵은 입경(>0.005 mm)이다. 유사제거효율(TE)이 75%가 되도록 침사지의 표면적을 산정하여라. 단, 침사지의 유효유로길이(L)와 유효폭(W_e)의 비는 10:1이고 침사지에서 배출되는 유출량은 2 ft³/s이다. 만약, 침사지의 유효유로길이(L)와 유효폭(W_e)의 비가 5:1이라면 유사제거효율은 얼마인가?

해석 : <그림-3>에서 침사지 유로길이(L)과 유효폭(W_e)의 비가 10:1일 때 가제거율(A_{eff})은 100%이다. 따라서,

$$NEF = A_{eff} \times PEG = 0.75 \times 100\% = 75\%$$

L:W_e의 비가 10:1 일 때, 유사 순제거율 75%를 달성할 수 있으므로 침사지의 표면적(A)을 공식에 따라 구한다.

$$A = 1.2 Q_{out} / V_s = (1.2) (2 \text{ ft}^3/\text{s}) / 0.00006 \text{ ft/s} = 40,000 \text{ ft}^2 = 3,716 \text{ m}^2$$

L:W_e의 비가 5:1일 경우의 가제거율(A_{eff})은 <그림-3>에서 75%이다.

$$NEF = A_{eff} \times PEG = 0.75 \times 75\% = 56.2\%$$

즉, 같은 침사지 면적이라도 L:W_e의 비에 따라서 유사제거효율이 다르게 변하며 L:W_e의 비가 클수록 유사제거효율이 높게 나타남을 알 수 있다.

참고문헌

Nighman, D. 1994. Use of baffles in sedimentation basins to control non-point source pollution in construction sites. MS Thesis, Kent State University, Department of Geology. p127.

Ohio Department of Natural Resources. 1996. Rainwater and Land Development: Ohio standards for stormwater management, land development and urban stream protection. (2nd Edition).

Rausch, D. L. and Schreiber, J. D. 1981. Sediment and nutrient trap-efficiency of a small flood-detention reservoir. J. Environ. Qual., 10: pp.288~293.