



재해영향 저감대책 수립기법



노 경 수 |

삼본엔지니어링 수자원부 전문
ciweng@chol.com

1. 서론

개발중의 토사유출량 및 홍수유출량의 저감대책으로는 침사지와 가배수로의 조합외에는 다른 대안이 없기 때문에 비교적 채택이 단순한 반면, 개발후의 홍수유출량의 저감대책으로는 침투형 저감시설, 지역내 저류시설, 지역의 저류시설인 저류지 등과 같은 여러 방안이 있으므로 적절한 적용 기준의 제시가 필요하다.

지금까지 적용 사례를 살펴보면 침투형 저감시설 및 지역내 저류시설은 지하수 함양 등의 환경측면에서 우수성을 가지면서 총량저감이 가능한 방법이지만, 구체적인 설치 기준이 미비하므로 저감량을 정량

화하는 것이 곤란하여 적극적인 저감대책 방법으로 채택되지는 못하고 단지 보조적 저감대책 방법으로 채택되어 왔다.

이에 따라 15만 또는 30만^m² 이상 규모 사업지구에만 실시하여 온 지방 및 중앙 재해영향평가에서는 국내에서 보편화되어 있는 지역외 저류(off-site) 방식인 저류지를 저감시설의 기본 형식으로 하고 추가적으로 침투형 저감시설을 적용하는 조합을 대부분 채택한 바 있다.

제도적인 측면에서 사전재해영향성검토가 도입되면서 규모가 작은 사업지구도 검토 대상이 되면서 대규모 지구와는 달리 소규모 지구에는 저류지를 설치하기 어려운 상황이 많이 발생하고 있다. 또한, 재해영향평가 대상 규모도 사전재해영향성검토로 전환되면서 기존 재해영향평가에서와 같이 저류지만을 저감시설로 채택할 경우 침투홍수량의 저감은 가능하지만 총량저감은 충분하지 않은 문제점을 기술적으로 보완하는 것이 필요하다.



침사지



가배수로

그림 1. 공사시 가배수로 및 침사지 설치 예시도



2. 개발중 저감대책

개발중 저감대책으로는 침사지 또는 침사지겸 저류지가 있으며, 침사지겸 저류지의 형태로 토사유출량과 홍수유출량을 모두 저감하는 것이 일반적이며, 침사지겸 저류지에는 필요시 가배수로를 고려하여야 한다.

개발중 사업지역의 지표면은 나지상태로 노출되며, 이로 인해 단시간에 홍수 및 토사유출의 증가가 우려된다. 따라서 이러한 홍수유출 및 토사유출을 재해저감시설인 저류지 또는 침사지로 유도하기 위해서는 가배수로 및 유도수로가 필요하며, 이때 배수구역별로 적절히 배치되면서 통수능력이 충분히 확보하고 있는지 여부가 검토되어야 한다.

공사시 가배수로 설치가 어려운 구간에 대해서는 물막이공을 활용하여 배수시설을 설치하여 침사지로 유도할 수 있도록 한다.

3. 개발후 저감대책

일반적으로 홍수유출 저감시설의 형식은 침투형과 저류형으로 대별되며, 침투형 저감시설은 우수가 지표면을 흐르거나 우·배수로를 흐르는 과정에서 지하로 스며들게 하는 시설이며, 저류형 저감시설은 지구에서 유출되는 우수를 일정시설을 통하여 조절하거나 일시적으로 저장하여 홍수가 지나간 후 방류하는 시설이다.

3.1 침투형 저감시설

침투형 저감시설은 기존 침투 가능한 정원, 공원, 녹지 등을 이용하여 침투율을 증가시키거나, 투수성 포장 등의 불투수면 구조개선, 유공관거 설치 등의 우수관거 구조개선 등을 통하여 침투율을 증가시키는 방법이다.

침투형 저감시설은 최대한 설치할 필요성은 있지만, 홍수량 저감량의 산정 방법이 명확하게 제시되지 못하고 있어서 저감효과의 정량화가 곤란한 문제점을 가지고 있다.

3.2 저류형 저감시설

1) 지역내 저류

지역내 저류(on-site)시설은 지역의 저류(off-site)시설인 저류지 등과 달리 유수의 이동을 최소화하여 억제하고 비가 내린 그 지역에서 우수를 저류하는 방식이다.

소규모 개발사업에 대한 저감대책수립시에는 저류지와 같은 대규모 시설을 계획하기 곤란한 경우가 대부분이므로 침투형 저감시설과 아울러 지역내 저류시설의 도입을 적극적으로 검토하여야 한다.

지역내 저류시설도 침투형 저감시설과 마찬가지로 저감효과의 정량화가 곤란한 문제점을 가지고 있으므로 정량화가 가능한 기준의 제시가 필요한 실정이다.

현재로서는 기존 일본의 연구결과에서 도시지역의 개발에 따른 유출총량의 증가량은 1ha당 110~133m³로 나타나고 있는 등의 기준을 최대한 활용하는 것이 필요하다.

2) 지역외 저류

유역출구에 설치된 저류지 등을 통하여 유출시킴으로써 침투홍수량을 저감 및 지체시키는 방법을 지역의 저류(off-site) 방식이라 하며, 이와 같은 지역의 저류는 이름과는 달리 설치 위치가 지구내에 있는 것에 유의할 필요가 있다.

침투 저감효과 정량화가 가능하고 총량 저감효과도 정량화는 가능한 방법이지만 총량 저감효과가 미약하므로 침투 저감효과에 주안점을 두는 방법이다.

4. 침투형 저감시설 계획

침투형 저감시설에는 침투통, 침투트렌치, 침투측구 및 투수성 포장 등이 있다.

1) 침투통

침투통은 투수성을 가지는 원형 또는 사각형 통 본



체와 주변을 쇠석으로 충전하여 집수한 빗물을 측면 및 바닥에서 땅속으로 침투시키는 시설물이다.

2) 침투트렌치

침투트렌치는 매설 유공관으로 굴착후 저면과 측면을 쇠석을 충전하고 그 중심에 침투통과 연결되는 침투관(유공관, 다공관 등)을 설치한 후 상부도 쇠석으로 충전한 다음 우수받이와 연결시켜 쇠석의 측면 및 저면으로부터 지중으로 침투시키는 시설이다.

3) 침투측구

침투측구는 일반 측구 주변을 쇠석을 충전시켜 우수를 측면 및 배면으로부터 침투가 가능하게 하는 시설물이다.

4) 투수성 포장

투수성 포장은 우수가 포장재의 공극을 통해 직접 지표면 아래로 침투될 수 있는 투수성을 높이는 포장 공법으로, 투수성 보도블럭도 투수성포장의 일부에 포함된다.

한편 투수성 포장은 막힘 등에 의한 기능저하가 현저하기 때문에 적절한 유지관리가 필요하며, 설계 투수능은 이와 같은 기능저하가 어느 정도 진행된 후의 값을 사용하기 때문에 설치후 바로 기능이 급격히 저

표 1. 침투통, 침투트렌치, 침투측구의 적용 예

설치장소의 이용	접수 대상	침투통	침투트렌치	침투측구
단독주택	지붕	○	○	
	건물주택(정원, 주차장)	○	○	○
주택단지, 사무소, 학교 등	지붕	○	○	○
	건물주변(식재지, 주차장, 자전거 주차장, 도로)	○	○	○
공원 등	식재지(녹지), 도로, 주차장, 운동장	○	○	○
도로	보·차도 구별이 있는 도로의 차도	○		○
	보·차도 구별이 있는 도로의 보도	○	○	○
	보·차도 구별이 없는 도로	○		○

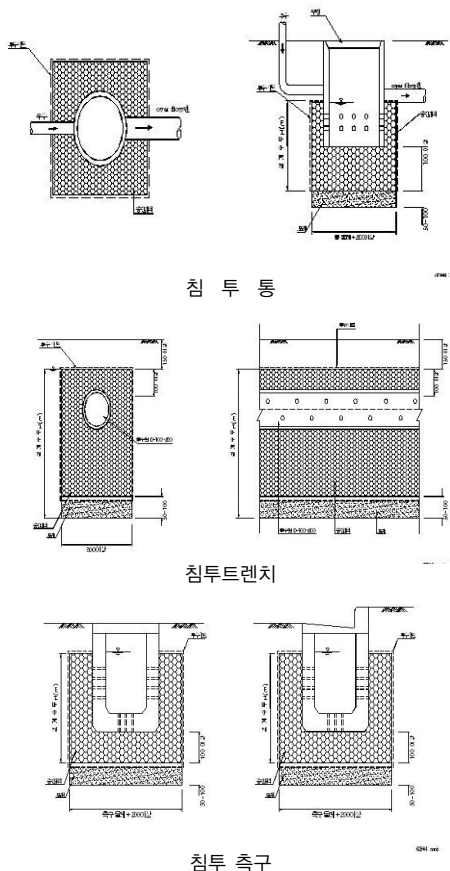


그림 2. 침투통, 침투트렌치, 침투측구 일반도



그림 3. 투수성 포장 일반도

하되는 것은 아닌 것으로 알려져 있다.

5. 지역내 저류시설 계획

지역내 저류시설은 유수의 이동을 최소한으로 억



제하고 비가 내린 그 지역에서 우수를 저류하는 방식으로 지하공간 저류, 건물지하 저류, 동간 저류, 주차장 저류, 공원 저류, 운동장 저류 등이 있다.

1) 지하공간 저류

지하공간 저류는 우수저류시설을 지하에 설치한 것으로 상부를 주차장, 공원 등의 다른 용도로 이용할 수 있도록 구조화한 것이다. 경제적 이유뿐만 아니라 토사반출 등의 작업성을 고려하여 저류한계수심은 2m 미만으로 하는 것이 바람직하다.

2) 건물지하 저류

주로 고층주택 및 큰 건물 등의 건물 지하공간을 이용하여 설치하며, 홍수가 빈번히 발생하는 지역으로 고밀도 주택가에서 사용한다. 저류한계수심은 2m 미만으로 하여야 하며 해충발생 방지를 위하여 평상시에는 물이 고여있지 않도록 한다.

3) 동간 저류

연립주택 및 건물 사이 공간을 지역내 저류시설로 이용하는 경우에는 긴급차량의 진입, 건축물의 보호, 아동에 대한 안전대책 및 유지관리 등을 종합적으로 배려하여 저류가능 용량을 설치하여야 하며, 저류한계수심은 30cm이다.

4) 주차장 저류

주차장 저류는 브레이크 장치가 잠기지 않도록 하고 저류된 우수로 인하여 주행에 지장을 주지 않도록 하며, 저류한계수심은 10cm이다.

5) 공원 저류

공원·녹지 등을 저류시설로 이용하는 경우에는 공원의 기능, 이용자의 안전대책, 경관 등을 고려하여 저류장소 및 저류가능용량을 설정하며, 저류한계수심은 20~30cm이다.

6) 운동장 저류

표 2. 저류시설에 따른 저류한계수심

토지이용	저류시설	저류한계수심(cm)
집합주택	건물간저류	30
주차장	주차장저류	10
소학교	운동장저류	30
중학교		30
고등학교		30
아동병원	공원저류	20
근린, 지구공원		30
건물간, 지붕	지붕저류	10~15



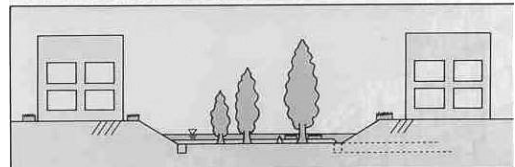
그림 4. 우수저류조(망우산공원지하)



평상시

공원 저류형태

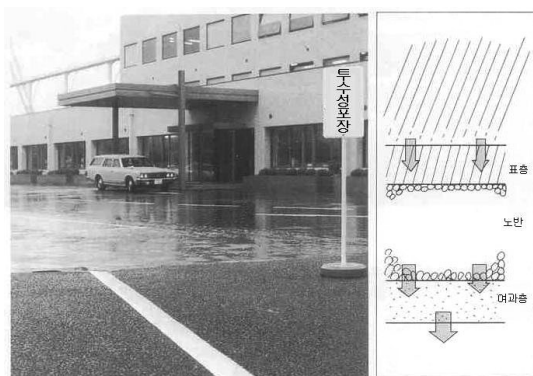
저류시



건물 사이 저류형태



평상시 저류시
학교 운동장 저류 형태



투수성 포장 형태

그림 5. 유역 저류시설 시공 예

학교·유치원 등의 옥외운동장을 지역내 저류시설로 이용하는 경우에는 아동·유아에 대한 안정성을 배려하여 설정하도록 한다. 운동장 저류는 운동장 전체에 우수를 저류하는 방식으로 수심이 얇은 굴입식을 원칙으로 하며, 저류한계수심은 30cm이다.

6. 토석류 및 유송잡물 재해저감대책

집중호우로 인한 산지부의 계곡부에 토석류 및 유송잡물로 인한 배수구조물의 기능상실 피해가 급증하고 있다.

토석류는 오랫동안 풍화작용을 받아 흩과 암석편이 많이 생긴 비탈면이 집중호우로 인해 물로 포화되어 그 무게가 마찰력을 지탱하지 못하여 흘러내리는 현상으로, 장년기 지형 비탈면에서 일어나는 산사태의 일종이다. 토석류 집중호우시 자연산지의 파괴에

기인하여 발생하며 파괴 원인은 다음과 같다.

- 강우와 지표수가 침투하여 흩이 포화되는 경우
- 표토층과 상대적으로 불투수성인 기반암의 두께가 얇아 유선망의 집중으로 인한 국부적인 간극수압이 증가되는 경우
- 파쇄가 심한 기반암의 균열을 통해 물이 침투되는 경우

6.1 토석류 및 유송잡물 발생 조사

1) 발생 예상 지점 조사

- 우수가 집중되는 계곡부의 하상경사가 15°인 지점부터 상류의 집수면적이 0.05km²이상이고, 수로 바닥상에 토석류로 될 수 있는 퇴적물이 존재할 경우를 기준으로 하여 발생 예상지점을 조사한다. 또한, 계곡부에서 토석류와 함께 흘러내린다고 예상되는 유목(流木)등 유송잡물에 대해서도 조사한다.
- 하상경사가 15°인 지점부터 상류의 집수면적이 0.05km²미만이어도 지질, 용수 등의 해당지역의 붕괴 이력이 있다면, 토석류 발생예상지점으로 예측된다. 이상의 작업은 지형도, 항공사진 등으로 개략 조사한 후, 현지답사를 실시하여 수정한다.

2) 토석류 및 유송잡물 발생 빈도 조사

기존의 재해 자료, 현지답사 등을 통해 해당 계곡부에 있어서 최근의 토석류 발생 시기, 빈도를 구한다.

3) 토석류 및 유송잡물을 발생시키는 강우 조건을 추정하기 위한 조사

- 강우 상황의 유사성을 고려하여 지역을 분할하고, 과거에 토석류를 발생시킨 강우와 많은 강우량에도 불구하고, 토석류 발생까지 이르지 않은 강우에 관한 자료를 해당지역 내에서 수집하며, 토석류 발생과 미발생 경계의 강우 조건을 구한다.
- 해당 지역 내에 토석류를 발생시킨 강우가 없을 경우에는 발생되지 않은 강우의 상한을 가지고



가정의 토석류 발생 강우 조건으로 하는 한편, 지형, 지질적으로 유사한 다른 지역의 정보도 이용한다.

6.2 토석류 및 유송잡물 차단시설 예정지 및 위치 선정기준

- 계곡부의 출구, 편상지 정상부, 경사도의 변화 지점, 원지형 경사도가 10° 이하 및 굴곡부
- 퇴적 종식지점의 결정 : 경사도 3° (약 1/20)
- 퇴적 토사 두께의 결정 : 토석류의 퇴적두께는 3~5 m, 토사의 퇴적두께는 2~3 m

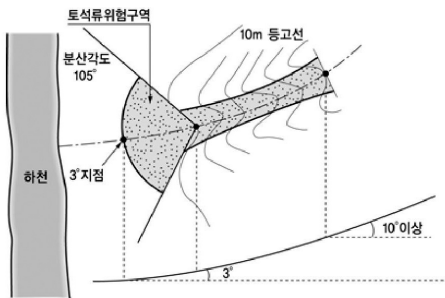
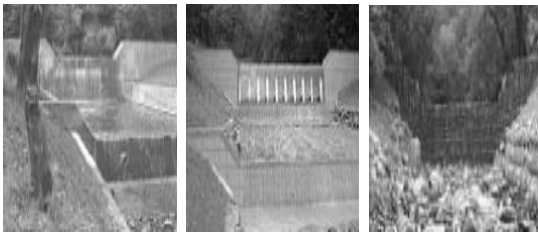


그림 6. 토석류 위험구역 및 차단시설 위치 선정기준

6.3 토석류 및 유송잡물 차단시설에 대한 대책공법



콘크리트 사방댐철 강재 사방댐 (경사형, 버트레스 슬릿형) 주철 조립식 사방댐



돌붙임 사방댐 토석류 차단시설 (철재네트)

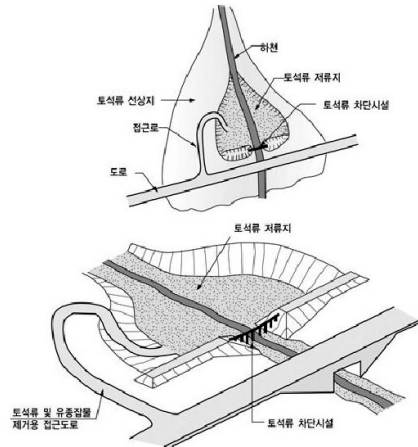


그림 7. 도로주변의 토석류 차단시설 설치(안)



그림 8. 토석류 및 유송잡물 차단시설 설치사례

7. 저감대책 적용 방안

대규모 사업지구의 경우에는 저류지를 설치하여야 하며, 추가적으로 저류지의 경우 총량 저감효과가 다소 미약한 단점을 가지고 있으므로 총량저감 제어가 가능한 침투형 저감시설 및 지역내 저류시설을 최대한 계획하여 보완하는 것이 필수적이다. 반면, 소규모 사업지구의 경우에는 지역내 저류 및 침투형 저감시설을 충분히 계획하면 충분하지만 기준의 미비로 적용하기 어려우므로 보완이 필요하다.

이와 같은 문제점을 개선하기 위해서는 침투형 저감시설 및 지역내 저류시설의 저감효과의 정량화를 통한 설치 기준 정립이 절실히 필요한 시점이다.



결론적으로 향후에는 기존 저류지 설치 일변도의 저감대책 수립에서 탈피하여 소규모 사업지구에는 침투형 저감시설 및 지역내 저류시설의 조합으로 저감대책을 수립하고, 대규모 사업지구에는 저류지를 통

하여 침투홍수량을 저감함과 아울러 침투형 저감시설 및 지역내 저류시설을 최대한 계획하여 총량저감도 가능하도록 보완하는 방향으로 전환되어야 한다고 사료된다. ☞

참고문헌

1. 건설교통부(2007), 수해예방을 위한 산악지 도로설계 매뉴얼
2. 소방방재청(2008), 우수유출저감시설의 종류·구조·설치 및 유지관리기준