

## 사방댐 설계방법의 문제점과 그 대책

### The Points of Issue and Countermeasure for Sediment Control Dam Designs

김운형<sup>1)</sup>, Woon-Hyung Kim, 송병웅<sup>2)</sup>, Byung-Woong Song,  
김범석<sup>3)</sup>, Burm-Suck Kim, 김주한<sup>3)</sup>, Ju-Han Kim, 이경희<sup>3)</sup>, Kyung-Hee Lee

<sup>1)</sup> ㈜다산컨설턴트 기술연구 소장, Research and Development Center, Dasan Consultants co., Ltd.

<sup>2)</sup> ㈜다산컨설턴트 기술연구소 수석연구원, ditto.

<sup>3)</sup> ㈜다산컨설턴트 기술연구소 선임연구원, ditto.

**SYNOPSIS** : Since the global warming causes debris flow damage has increased in Kangwon Area, Sediment control dam have increasingly founded to protect the damage. In spite of the realities design methods are well not established to determine type of the dam, design parameters and maintenance. Through comparison for design methods to sediment control dam in Korea, it raised some points to improve to correspond with realities. In addition, it pointed that some issues for the sediment control dams in Kangwon Area. Those are shown that unclear positions of the dams, unremoval of sediment, occurrence of seepage under the dams and uninstalation of roads to remove sediment. In addition, the countermeasure for the issues are proposed.

**Keywords** : Debris flow, Sediment control dam, Design parameters

## 1. 서론

최근 여름철 기록적인 강우로 인하여 도로 인근 비탈면에서 토사유출이 빈번하게 발생하고 있고, 그 피해복구 비용이 기하급수적으로 증가하여 국가적으로 이러한 피해 저감을 위한 노력을 기울이고 있다 (김운형 등, 2009a). 그림 1에 의하면 2002년 태풍 매미 이후 강원권역내만 사방댐이 약 440개 정도가 시공되었다(김운형 등, 2009b). 그러나 기존 사방댐에 대한 설계 자료가 미흡하고 자료수집이 매우 곤란하였다.

그림 2는 최근 20여 년 동안 전국에 설치된 사방댐의 종류에 관하여 정리하여 나타내었다. 그림 2에서 우리나라에서는 사방댐의 종류 중 콘크리트댐이 가장 많은 비중을 차지하는 것을 알 수 있으며, 버트리스형식도 최근에 많이 사용되는 것을 알 수 있다(김운형 등, 2009b). 사방댐의 설계기술에 관하여 조사한 바에 의하면 국내의 사방댐 설계방법에 관한 자료는 사방공학(1983)과 산림청 사방기술교본(1998), 하천설계기준(2005) 및 국토해양부의 산악지 도로 설계 매뉴얼(2007)등에서 설계기준을 제시하고 있음을 알 수 있다.

그림 3에 의하면 토석류 발생구간에서 예상되는 유목의 발생량이 토사의 30% 이상이라면 투과형으로 선정하여야 하며, 2% 이하라면 불투과형으로 설치되어한다(嶋 大尙, 2009). 하지만, 2008년에 수행한 강원권내의 사방댐에 대한 현지 조사 결과에 의하면 기 시공된 사방댐들의 설치위치 및 형식 선정방법의 타당성이 불분명하였다.

예를 들어 그림 4에 의하면 불투과형 사방댐이 계곡부 상류에 설치를 계획하여 배면에 토석이 쌓여 있고 향후 강우 또는 토석류 발생시 사방댐에 대한 기능수행이 염려되는 상황이며, 하류에 사방댐은 토

석류 발생시 그 역할을 하고 있지 않았다.

이와 같이 사방댐은 유출물질의 투과여부에 따라 투과형과 불투과형으로 구별하여 선정하여야 하는데, 이에 대한 설계기준이 불분명한 상태이므로 아직까지도 사방댐 설계 시 현장조건에 부적합한 형식이 선정되고 있다고 판단된다. 그 이외에도 동일 수계에서의 중복 설치된 사방댐, 일부 파손된 사방댐의 보수·보강 방법 등에 대한 구체적인 수행 지침이 불명확하다.

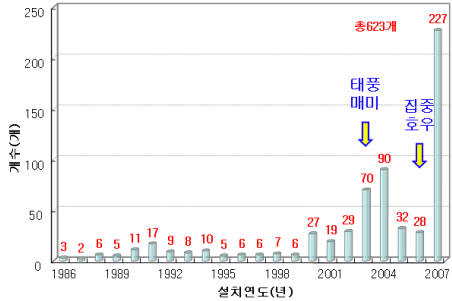


그림 1. 설치년도별 사방댐 시공 개수

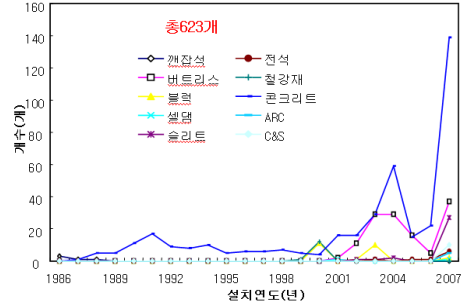


그림 2. 설치년도와 댐 종류와의 관계

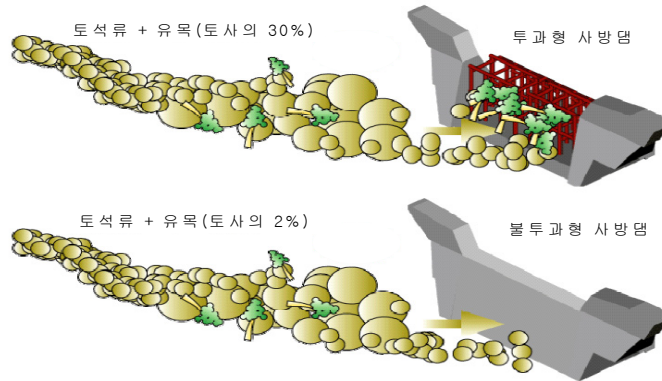


그림 3. 투과형 사방댐과 불투과형 사방댐의 기능 비교(嶋 大尙, 2009 加筆)



(a) 형식 오류 사방댐



(b) 기능 미수행 사방댐

그림 4. 사방댐형식 선정의 오류 구간

국내 사방시설에 관한 설계 자료인 사방공학(1983), 하천설계기준(2005) 및 산악지도로설계 매뉴얼(2007)등에서 언급한 각종 설계 기준을 검토 하여 보면, 사방공학(1983)은 산림공학자를 위하여 사방기술을 기술한 도서로서 토석류 발생이론, 유속 및 유량 계산방법, 야계사방, 해안사방 및 계간공사 등을 수록하고 있다. 한편, 하천설계기준(2005)에서는 사방댐이란 유역 상류 지역 또는 단지개발에 따른 토사 유입 예상지역에 시공하여 유송된 모래나 자갈들을 저류 또는 조절하는 댐이라고 정의 하고 있다. 산악

지 도로 설계 매뉴얼(2007)은 토석류 및 유송(流送)잡물의 정의, 유송잡물 설계, 차단시설 계획, 발생조사, 차단시설 종류, 예정지 선정, 차단시설의 결정, 설치 장소의 특성 파악, 설치가능 차단시설의 대안선정, 최적대안의 선정 및 유송잡물 차단시설의 유지관리 등에 관하여 기술하고 있다.

본 연구에서는 하천설계기준(2005)과 산악지 도로 설계 매뉴얼(2007)의 설계방법 중심으로 비교 분석을 수행하여 지금까지 우리나라에서 적용되는 사방설계방법에서의 문제점을 제시하고, 향후 개선방향에 대하여 제안하고자 한다. 아울러 2008년 강원도내 설치된 사방댐 시설에 대하여 조사 시 나타난 문제점에 대해서 개선책까지 언급하고자 한다.

## 2. 토석류 대책 사방댐 설계방법

### 2.1 사방시설 설계순서의 비교

하천설계기준(2005)과 산악지도로설계 매뉴얼(2007)에서 기술하고 있는 사방시설 설계 순서를 비교 정리하여 보면 그림 5와 같다. 그림 5에 의하면 하천설계기준(2005)에서는 비교적 간단하게 사방의 형식을 결정하고 본체와 기초 및 댐어깨 등에 관하여 설계하도록 제안되어 있으며 이에 대한 유지관리에 대한 기준은 없다. 이와 달리 산악지도로설계 매뉴얼(2007)에서는 댐의 형식을 결정하기 전에 유송잡물의 발생 현황 및 차단시설 예정지 선정 및 특성을 파악한 후 최적의 형식을 결정하며, 구조물의 유지관리까지 설계에 반영하는 것을 알 수 있다. 그림 5에 의하면 하천설계기준(2005)에서는 형식을 결정할 때 산악지도로설계 매뉴얼(2007)과 같이 유송잡물의 발생조사, 차단시설의 종류, 예정지 선정, 차단시설의 결정 및 설치장소의 특성 파악 등과 같은 구체적인 고려방법에 대하여 나타나 있지 않다. 이와 같은 설계기준에 따라 시공을 수행하면 그림 4와 같이 설치장소의 특성과 어울리지 않는 비효율적인 사방댐이 설계될 가능성이 크다고 판단된다.

하천설계기준(2005)에서는 물넘이와 본체 및 기초, 댐어깨 및 부속물의 검토를 수행하도록 되어 있으며, 이러한 부분에 대하여 산악지도로설계 매뉴얼(2007)에서는 최적의 대안 선정 시 고려하도록 되어 있다. 아울러 하천설계기준(2005)에서는 유송잡물 차단시설의 유지관리에 관하여 언급되어 있지 않아 사방댐 설치 후 누적된 토석류에 의한 하류부에서의 피해에 대한 대비를 할 수 없는 문제점이 있다.

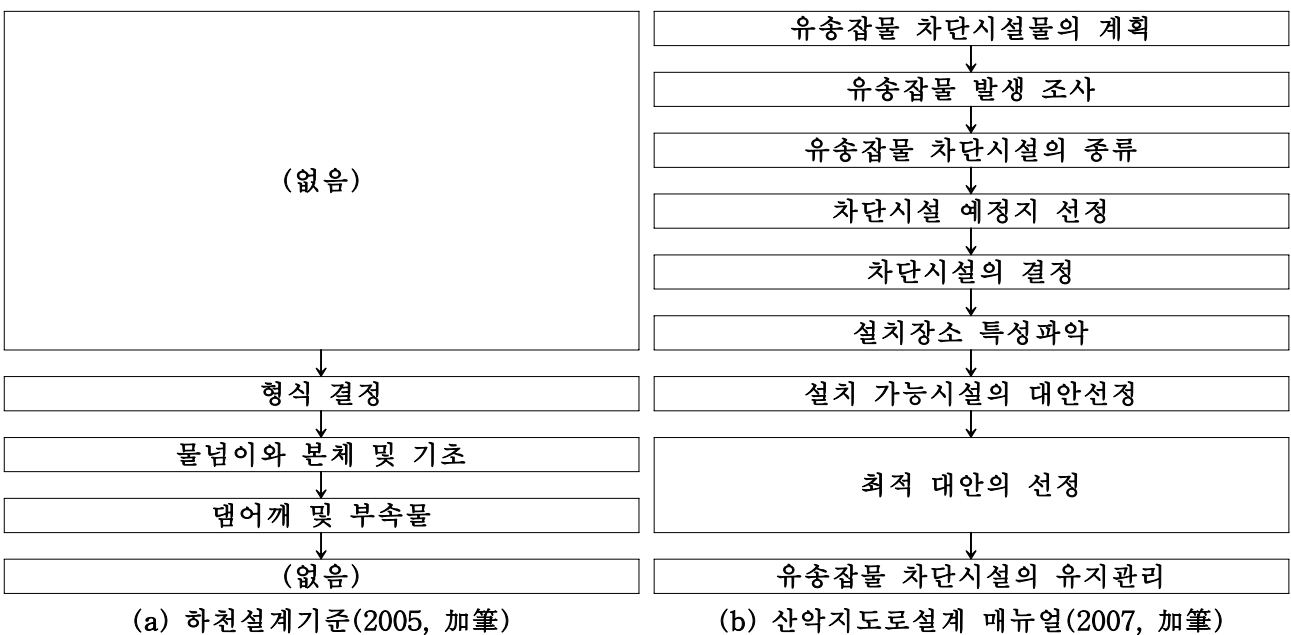


그림 5. 사방시설 설계순서

## 2.2 하천설계기준의 설계방법

하천설계기준(2005)에 의하면 표 1과 같이 사방댐은 댐이 설치될 위치의 지형 및 지질을 파악하고 댐의 목적에 대한 적합성, 해당 지역과 어울리는 자연 친화성, 경제성, 안정성 등의 각 요소를 고려하여 댐 형식을 결정한다고 나타나 있다. 하천설계기준(2005)에서 명시된 사방댐의 설계방법은 다음과 같다.

물넘이는 댐 하류 하상 세굴을 방지하고, 댐 기초의 안정 및 양안 붕괴가 되지 않도록 충분히 고려하고 낙하 월류수와 부유사의 충돌 및 양압력에 안전하여야 한다. 그리고 사방댐의 위치는 월류수에 의한 하류 비탈끝의 세굴 및 양안침식에 의한 파괴방지를 위하여 하상 및 양안에 암반이 있고 공사비의 절감을 위하여 넓은 협착부 지점에 설치하고, 계단식 댐들의 위치는 한 댐의 계획되사선이 원래의 하상과 접하는 점을 상류댐의 계획위치하며, 댐 높이는 계류의 사방기본계획으로부터 설정 한다.

사방댐의 방향은 하류 유심선에 직각으로 하며 계단식 댐의 방향은 물넘이 중심선이 유심선에 직각으로 한다. 퇴사경사는 현 하상 경사의 1/2, 사방댐의 계획퇴사량(저사량)은 댐 지점 상류의 횡단도를 이용하여 산출 한다.

표 1. 사방댐 형식(하천설계기준, 2005)

형식		콘크리트 댐 (중력식/아치식), 철망댐, 스크린 댐
지반 조건	암반기초	전단마찰저항과 지지력 및 침식과 투수에 대한 저항이 비교적 높다
	토사기초	일반적으로 댐에는 부적합하나 특수한 기초처리로 가능하게 되는 경우도 있음

구조계산에서 물넘이는 계획유량이 충분히 흐를 수 있는 단면을 가지고, 동시에 댐상류와 하류의 지형, 지질, 하안 상태 및 유수의 방향 등을 고려해서 그 위치를 정한다. 댐 하류면 비탈경사는 돌, 콘크리트댐에서 1 : 0.2~0.3, 흙댐에서는 1 : 1.5~2.0 이상으로 완만하게 하며, 기초는 소요의 지지력과 전단마찰저항력을 갖도록 한다. 침투수 등에 의해 파괴되지 않도록 하고, 필요에 따라 차수벽 등으로 보강한다. 댐어깨는 홍수를 월류시키지 않게 하고 충분히 견고해야 하며, 배수암거는 물넘이 높이로부터 2.5m 이상 아래로 설치하며, 수평으로 2개 이상 설치할 경우에는 횡축으로 2.0m 이상 떨어져 설치한다. 물받이는 본댐 하류면의 세굴을 방지하기 위하여 설치하며, 부댐은 종단적으로 중복되어야 하며 중복높이는 본댐 높이의 1/3~1/4 정도로 한다. 천단폭은 댐 설치지점 부근의 하상 구성재료, 유출토사 형태, 대살유량 등의 요소를 고려해서 결정한다. 사방댐의 단면계산은 '댐설계기준'과 동일한 방법으로 수행하고, 사방댐에 작용하는 외력에는 수압, 퇴사압, 양압력 등이 있으나 댐의 형식, 목적별 분류 등에 따라 각각 취하여야 할 값이 다르므로, 그 댐의 설계조건에 따라 외력을 선택한다.

바다보호시설은 부댐 수직벽 하류의 하상 세굴을 방지할 수 있도록 설계하며, 측벽 호안은 물넘이에서 떨어지는 유수에 의해 댐과 부댐, 수직벽 사이에서 발생할 수 있는 측방 침식을 방지할 수 있도록 설계하도록 한다.

## 2.3 산악지대로 설계 매뉴얼

산악지대로설계 매뉴얼(2007)에서 명시된 사방댐의 설계방법에 대하여 언급하면 다음과 같다. 유송잡물 차단시설물의 계획은 계획지역의 지형적, 수리적, 사회적특성에 기초하여 합리적으로 정하며, 장소의 특성, 유송잡물의 특성, 시공 및 유지관리 용이성 등을 종합적으로 고려하여 차단시설을 계획한다. 설치 위치는 도로관리청이 도로부지내에 필요한 지역에 설치하며, 도로부지외의 지역으로 설치가 필요한 경우, 산림청 등과 같은 관계기관에서 설치할 수 있도록 협의한다.

유송잡물 발생조사, 규모·성질 추정에 관한 조사, 기존 차단 시설의 또는 사방 시설의 유무, 제원에 관한 조사, 유송잡물의 유동특성 추정법은 확립되어 있지 않으며 일반적인 설정순서는 그림 6과 같다.

그림 6. 유송잡물의 유동 추정방법에 관한 일반적 방법

유송잡물 차단시설은 다음과 같다. 방어구조물이나 제어시설을 여러 개소에 설치하여 방류량을 줄여 침식을 방지하고 하류지역의 피해를 방지하거나, 비교적 하류지역인 선상지나 퇴적지의 적절한 장소에 계곡을 횡단하는 사방댐 등과 같은 시설을 설치하여 침식 및 붕괴물질을 억제하고 제어할 수 있다.

차단시설 예정지는 유송잡물의 발생이 예상되는 곳을 선정하며, 집중호우 시 도로 등에 피해를 끼칠 우려가 많은 지역을 우선적으로 선정, 계획 대상 구역의 현황조사, 과거 재해, 유사 지역의 자료 등을 기준으로 정한다. 설치장소의 수리특성은 홍수특성, 홍수빈도, 홍수피해 가능성 등을 고려하여 선정한다. 아울러 교통흐름의 안전, 차단시설 배치장소 및 활용방안 등은 매우 중요한 문제이며, 유송잡물 차단시설의 기능이 발휘되도록 고려하여 결정하도록 한다.

유송잡물 차단시설의 설치 필요성을 결정할 때 홍수특성, 홍수빈도, 홍수피해 가능성 등은 고려되는 중요한 요소 가운데 하나이다. 지질특성은 유송잡물의 발생여부, 발생량, 차단시설의 규모를 결정하는 요소이며 현황조사 자료, 과거 재해 자료, 유사 지역의 자료 등을 기준으로 정한다.

차단시설의 대안을 선정함에 있어 가장 중요한 요소는 유송잡물의 종류이며, 설치장소의 길이나 폭, 위치 등을 고려하여 설치 가능한 시설의 대안들을 선정한다. 유송잡물, 설치 공간, 차단시설의 특성, 시공 및 유지관리 용이성, 초기설치비 및 유지관리비 등의 경제성을 종합적으로 고려하여 선정한다.

주기적인 점검·유지보수를 하고 관련기록을 유지하며, 점검은 차단시설의 외관, 차단시설 부재의 변형의 상태, 차단시설 위치 및 방향, 유송잡물의 포착상황 등을 수시로 점검하여야 하며, 호우 등의 재해가 발생한 후에는 즉시 점검을 실시하고, 차단시설이 수행 상 문제가 있다고 판단되었을 경우에는 즉시 복구 및 보수 하는 것이 좋다. 아울러 차단시설의 시공 및 보수에 관한 기록을 유지 하는 것이 좋다.

## 2.4 설계기준별 목적과 계획 비교

하천설계기준(2005)과 산악지도로설계 매뉴얼(2007)을 비교하여 보면, 목적에 따라 사방댐 설계기준 및 조건이 다른 것을 확인할 수 있다. 이에 사방댐 설치 목적과 이에 따른 조건을 검토하여 사방댐 설계 시 참고할 필요가 있을 것으로 판단된다.

표 2에 의하면 하천설계기준(2005)에 따른 사방댐은 하천을 기준으로 월류 조건에 따라 각종 수리, 수문량, 지형 하도, 하천 생태와 주변 환경 등의 변화를 고려하여 설계하는 것을 주목적으로 한다. 이와 다르게 산악지 도로 설계 매뉴얼(2007)은 산악지 도로에서 토석류 발생 시 도로의 피해를 예방하기 위한 목적으로 차단시설이 설치될 장소의 특성, 유송잡물의 특성, 시공 및 유지 관리 용이성 등을 종합적으로 고려하여 선정하는 점이 크게 다르다.

표 2. 설계기준별 사방댐 설치 목적과 계획 비교

구분	하천설계기준(2005)	산악지도로 설계 매뉴얼(2007)
설계 목적	- 댐형식 사방댐설계 - 하천을 기준으로 월류 조건 고려	- 산악지 도로에서 토석류 발생 시 도로 피해 방지 조건
시설물의 계획시 고려사항	- 사방시설은 각종 수리, 수문량, 지형 하도, 하천 생태와 주변 환경 등의 변화를 고려하여 설계	- 차단시설은 계획지역의 지형적, 수리적, 사회적 특성에 기초하여 합리적으로 정함 - 차단시설이 설치될 장소의 특성, 유송잡물의 특성, 시공 및 유지 관리 용이성 등을 종합적으로 고려하여 선정

## 2.5 토사유출량 및 안정성 검토 방법

사방댐에서 유출 발생 조건을 검토하고 유출량과 유출 종류를 선정하는 것은 설계 목적과 함께 설계 상에 있어서 중요하게 검토 되어야 할 항목이며, 이에 대한 조사방법 및 유출량 검토방법을 정리하면 표 3 조사방법 및 토사 유출량 검토 방법과 같다.

한편, 사방댐 형식 불투과형과 투과형에 대한 형식이 선정되면 각 형식에 대한 안정성 검토가 수행되어야 하는데 불투과형 옹벽 중 구성외력에 의한 사방댐형(型)의 분류에 대하여 정리하면 표 4와 같다.

표 3. 조사 및 토사유출량 검토 방법 비교

구분	하천설계기준(2005)	산악지도로 설계 매뉴얼(2007)
조사 방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>직접 실측 또는 그 하천의 유사, 흐름, 하도 특성을 파악하여 경험적, 이론적 방법 등 이용.</li> <li>범용토양유실공식(USLE)으로 토양유실량을 추정 (강우 침식도(R), 토양 침식성(K), 지형(LS), 작물 관리(C), 토양보전 대책(P), 또는 토지 상태(VM))</li> <li>유사 전달을 추정은 침식되어 유실되는 토사의 입경과 유역면적 자료 조사 수행.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>토사유출량 추정시 최대 입경은 현지답사를 통해 추정 가능.</li> <li>토석류의 최대 유량, 유속, 단위체적중량 등은 토석류 및 유송잡물의 현지 관측에 근거하여 경험식을 참고로 추정.</li> </ul>
토사 유출량 검토 방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wischmeier와 Smith(1960)가 개발한 범용 토양유실공식(USLE)을 적용하여 추정.</li> <li>토양유실량은 범용토양유실공식이나 기타 적절한 토양유실 모형을 이용하여 추정.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>토사량 유출은 유역면적의 수로전체의 퇴적 토사량으로 하며 현지답사를 통해 추정.</li> <li>수로바닥 퇴적물의 두께와 유역면적을 포함하는 계곡의 길이를 곱하여 추정.</li> </ul>

표 4. 구성외력에 의한 사방댐형(型)의 분류(사방기술교본, 1998)

댐형분류	구성외력	사방댐형의 분류기준	
1型	수압(h+h') +수중토압(h)	사력 등이 흐트러진 상태로서 단기에 퇴적하여 수압과 수중토압의 작용이 예상되는 경우	
2型	수압(h+h')	댐의 완성 시까지 거의 퇴사되지 않아 수압의 작용만이 예상되는 경우	
3·4型	수압(h2+h') +토압(h1)	댐의 규모, 바닥파기의 상태, 토사의 유출상황 등으로 보아 댐의 완성 시까지 물다짐된 상태의 토사가 어느 정도 높이(h1)로 퇴사하여, 이 부분의 토압과 그 상부의 수압이 작용한다고 예상되는 경우	
5型	토압(h) +수압(h')	바닥파기의 상태, 토사의 유출상황 등으로 보아 댐 완성시까지 물다짐 (Hydraulic filling)된 상태의 토사가 방수로 바닥까지 퇴사하여, 토압이 작용한다고 예상되는 경우	
6型	수압(h+h') +수중토압(h1)	댐의 완성시까지 흐트러진 상태의 토사가 어느 정도 높이(h1)로 퇴적되어 이 부분의 수중토압과 수압(h+h')이 작용한다고 예상되는 경우	

불투과형식의 사방댐에 대한 하중 계산은 수압, 수중토압, 토압 및 토사압 등을 적용하여 검토하고, 다양한 현장 조건을 고려하여 설계가 수행되어야 하지만 이와 같이 명확하게 설명된 자료가 부족하다. 아울러 대부분의 지침 및 설계 자료에서는 불투과형식에 대한 설계방법을 수록하고 있지만, 투과형식에 대한 안정성 설계 방법에 대해서는 매우 불명확하게 언급되어 있다. 그러나 다행스럽게도 최근 몇 개 기관과 연구단체에서 이에 대한 설계 지침을 검토 중이고 연구 중이므로 향후 좋은 설계방안 및 설계지침이 제시될 것으로 생각된다.

### 3. 국내 사방시설 현황

국내 강원권내 사방댐 시설에 대하여 조사한 결과를 현장을 다니며 확인 상황을 기술하면 다음과 같다. 표 5에서는 지금까지 우리나라에서 사방댐 설계 및 유지관리에 관한 문제점을 언급하고 향후 개선 방향에 대하여 제안하고자 한다. 사방댐 시설 현장 조사 시 나타난 문제점은 다음과 같다.

- 1) 사방댐 좌표가 상이하여 현장 조사 시 사방댐의 위치를 확인하는 점이 매우 곤란하였다. 이러한 점은 향후 유지관리측면을 고려하여 보면 시급히 개선되어야 할 부분이라고 판단된다.
- 2) 사방댐 배면에 토석류가 퇴적된 지역도 많았지만 이를 제거한 구간은 보이질 않았다. 향후 추가적인 토석류 퇴적으로 인한 Overflow 또는 사방댐 붕괴 등과 같은 위험성이 예상된다.
- 3) 현장조사 시 옹벽 전면부에서 침투수 발생은 옹벽의 구조적 안정성에 문제가 있을 것으로 예상되며, 이에 대한 대책으로 침투수량의 감소나 우회 시키는 방안, 차수 대책 등과 같은 개선책이 필요할 것으로 판단된다.
- 4) 퇴적된 토석류의 제거, 사방댐의 보수·보강과 같은 지속적인 유지관리가 필요할 것이며, 이를 위한 장비 투입용 도로확보 등도 시급히 마련해야 할 것으로 사료된다.

표 5. 문제점 및 개선사항

문제점	개선방향
• GPS 좌표가 상이(위치 확인 곤란)	⇒ • 좌표 재정리 필요
• 퇴사물의 축적으로 인한 사방댐 기능저하	⇒ • 퇴사처리 필요
• 사방댐 전면부에서 침투수 발생	⇒ • 침투수량 저감, 우회, 차수 등 대책 수립
• 유지관리 필요	⇒ • 퇴사처리 및 보수보강용 방안 필요



(a) 퇴적된 토석류 현황



(b) 중복 설치된 사방댐 현황

그림 6. 사방댐의 설치계획 및 유지관리의 중요성을 나타내는 사례

그림 6(a)는 배면에 퇴적된 토석류로 인하여 본래의 기능이 저하된 사방댐을 나타내고 있으며, 방치기간이 지속될 경우 제기능 상실로 인하여 하류부에서의 피해가 예상되는 구간이다. 본 현장에서는 이를 방지하기 위하여 하류에 새로운 사방댐을 추가설치 하였다. 그림 6(b)는 사방댐이 중복되어 설치된 구간을 나타내는 현황으로 한 개의 계곡줄기에 5개소의 사방댐이 설치된 곳도 있었고, 불투과형과 투과형 사방댐이 혼합되어 시공된 구간이다. 그림 5(b)에서 언급한 바와 같이 본 현장에서도 유송잡물 발생 조사 등과 같이 사전 조사 및 검토가 충분히 수행된 후 사방댐의 형식 선정이 수행되었는지 의문이 든다.

## 4. 결론

국지성 홍우로 또는 집중호우로 인한 강원권내 사면붕괴 및 토사유출 등이 자주 발생되고 있으며 이로 인한 피해는 지속적으로 증가하고 있는 상황이다. 이에 대한 대책으로 사방시설이 많이 시공되고 있지만 아직까지도 이에 관한 명확한 설계 자료가 부족한 상황이다. 또한 기존의 불명확한 설계방법과 설계 답습으로 인하여 사방댐 설계 기술이 낙후되어 있다.

최신의 설계 자료를 비교 검토한 결과에 의하면 설계 조건 및 사방댐 계획에 있어서 설계 목적에 따라 설계 방법이 다르게 나타났으며, 불투과형 사방댐의 경우 하중 조건에 따른 조합으로 6가지 형태를 나타내고 있었다. 또한 투과형 사방댐에 대한 설계 자료는 미비한 상태였다.

문헌조사 및 국내 강원권내 사방시설에 대하여 현장 답사 결과, 설치된 사방댐 위치불분명, 퇴적된 토석류 제거 미비, 사방댐 침투수 발생, 유지관리 도로 시설 미비 등과 같은 문제점이 나타났으며 이에 대한 대책을 제안하였다.

우리나라는 지구온난화로 인하여 우기 시 강우강도가 더욱 커지고 있으나, 기존에 작은 강우강도로 설계된 사방댐에 대한 재검토가 필요한 상황이다. 그러므로 추후 사방댐 설계 및 유지관리에 관한 지속적인 연구를 통하여 국가적 피해를 예방할 수 있는 설계 자료가 도출되어야 할 것이다.

## 감사의 글

본 연구는 국토해양부 지역기술혁신사업의 연구비 지원(과제번호 #08지역기술혁신 B01-01)에 의해 수행되고 있는 과제로서 국토해양부와 수충부 및 토석류 방재기술개발 연구단 관계자 여러분께 감사드립니다.

## 참고문헌

1. 국토해양부(2005), 하천 설계기준, pp. 805~820.
2. 국토해양부(2007), 산악지 도로 설계 매뉴얼. pp. 63~98
3. 김운형, 송병웅, 이국현, 김범석 (2009a), “토석류·유목 대책에 관한 설계인자 분석”, 한국지반환경공학회 논문집 제10권, 제2호, 2009년 2월 pp. 69~76.
4. 김운형, 송병웅, 이국현, 김범석 (2009b), “토석류 대책 구조물에 관한 국내·외 설계인자 분석”, 2009년 설과 및 봄학술발표회, Apr. 10. 일산, pp. 281~287.
5. 향문사(1983), 사방공학, pp.1~310.
6. 산림청(1998), 사방기술교본, p.p174~178
7. 嶋 大尙 (2009), 土石流・流木對策施設の計畫・設計, 社団法人砂防・地スベリ技術センター、  
[http://open.nat.gov.tw/OpenFront/report/show\\_file.pdf](http://open.nat.gov.tw/OpenFront/report/show_file.pdf).