



02

소하천 정비기준

1. 개요

국내 소하천은 총 수가 22,644개소에 총 연장 35,815 km에 이른다(국회에 산정정책처, 2008). 소하천은 산지, 농경지, 도심지, 해안 등 다양한 지형학적 특성을 가진 국토에 전국적으로 분포하고 있다. 그러나, 다양한 특성을 가지는 소하천을 평균하폭이 2m 이상, 시·종점간 연장 500m 이상의 일정한 규모를 기준으로 소하천이라고 지정하여 하나의 일관된 기준으로 계획하고 설계하는 것은 문제가 될 수 있다. 2002년~2006년 5년간 하천에서 발생한 피해를 살펴보면 전체의 약 38.6%인 1조 3,512억원의 피해가 소하천에서 발생하였으며, 특히 2004년의 경우 소하천에서 발생한 피해규모가 국가 및 지방하천에서 발생한 피해규모보다 큰 것으로 보고된 바 있다(소방방재청, 2007). 그리고 이러한 피해는 소하천의 다양한 특성을 무시한 일률적인 기준이 적용되고 있는 것 또한 원인으로 평가되었다(국회에산정정책처, 2008). 국내 수많은 소하천이 가지는 다양성(도시 소하천, 평야 소하천, 산지 소하천, 등)에 비해 국내에서 소하천 사업에 적용되는 방법들은 주로 중규모 이상의 하천사업에서 사용되고 있는 것들을 그대로 적용하고 있는 경우가 대부분이다. 이로 인해 소하천의 다양성을 무시한 획일적인 계획-설계-시공-유지관리가 이루어져 최근까지의 실제 사업 적용과정에서 많은 문제점이 도출되고 있다.

이와 관련하여 소방방재청은 안정적인 치수, 하천 본래의 아름다운 모습과 인간의 생활공간을 되찾는 것을 목적으로 하는 아름다운 소하천 가꾸기 공모사



a) 산지 소하천의 피해양상



b) 소하천 주변 도로의 붕괴



c) 홍수로 매몰된 교량



d) 소하천 주변 농경지 피해

그림 1. 홍수시 소하천의 피해발생상황
(2006년 태풍 예위니아)

업을 실시하고 있다. 이는 그간의 소하천사업이 치수 위주의 획일적인 제방 쌓기로 자연하천 고유의 기능을 상실하고, 직강화 등으로 인하여 하류지역에 홍수를 유발할 뿐만 아니라 주변 경관과 부조화된 정비로 자연훼손 사례를 보이고 있다는 평가에 기초하여 바람직한 소하천사업의 유도를 위해 마련된 것이다. 평가를 통해 우수기관 및 유공공무원을 표창하고 차기년도 소하천정비사업 예산 추가지원 등 인센티브를 부여하고 있기 때문에 많은 지자체들이 상위 입상 목표 달성을 위해 적극 나서고 있다. 현재 아름다운 소하천 가꾸기 사업평가의 주요 기준은 소하천정비 사업대상구간의 타당성, 하천구간별 정비방향 설정, 생태환경의 조사여부, 친수 및 생태서식지·수질개선 효과 및 하천유지관리 실태 등을 중점적으로 평가하고 있다. 장기적으로 볼 때 이러한 공모사업은 바람직한 소하천 사업유형을 개발하고 권장하는데 도움이 될 것으로 기대되지만 바람직한 사업을 위한 정확한 기술적 지침이나 기준이 아직까지 부족하다는 의견이 많다.

한편, 국내에서 소하천의 정비를 위해 적용되는 기준으로는 소하천시설 기준을 들 수 있다. 그렇지만 이 기준은 1999년 11월 제정되어 현재까지 별다른 개정작업 없이 적용되고 있다. 이에 비해 수문·수리학적 계획 및 설계를 위한 기술은 급속도로 발전하고 있다. 영국, 호주, 일본 등 각 국은 기존에 발전된 성과를 활용하여 설계기준을 이미 개정하였거나 개정작업을 하고 있다. 우리나라 역시 기술수준의 발전과 다양한 요구사항을 반영한 새로운 소하천 시설기준을 마련할 필요성이 있다. 이와 관련하여 현재 소하천시설기준을 개정하는 작업이 진행 중에 있으며 올해 말 환경변화 및 기술발전을 고려한 새로운 기준이 개정되어 제시될 예정이다.

본 고에서는 이러한 배경적인 사항에 맞추어 현재 소하천 정비사업과 관련되어 도출된 여러 가지 문제점을 살펴보기로 한다. 이러한 문제점은 소하천 정비를 주관하는 공무원, 일선 실무자들로부터의 자문을 통해 작성되었다. 그리고 이렇게 얻어진 문제점을 기초로 향후 소하천정비와 관련된 기준에서 참고할 만한 선진외국의 사례나 시사성 있는 내용들을 소개하고자 한다.

2. 주변 토지이용계획과의 연계를 통한 소하천 종합계획의 설정

소하천은 대부분 국가하천이나 지방하천의 상류에 있으면서 유역내의 비법정 하천이나 구거 등을 통해 유출된 홍수량을 받아 하류로 전달해주는 역할을 담당한다. 지형학적으로는 보통 소하천 상류부는 산지와 접하여 유출수의 유입 역할을 하고 중류부는 농경지나 마을과 인접해 용수를 공급하면서 친수 역할을 한다. 또한 하류부는 상류부에 비해 완만한 경사를 이루면서 지방하천이나 국가하천에 합류된다. 1990년 이전까지 이루어진 이들 소하천에 대한 정비는 대부분 새마을 사업의 일환으로 추진된 것으로 단순한

제방축조의 성격이 짝었다. 이와 같은 시설위주의 단순한 정비사업은 다른 요소들 예를 들면 마을의 자연재해에 대한 방재력 또는 수방능력의 제고 등과 같은 치수사업의 보다 본질적인 목적을 간과하고 하천환경, 경관의 훼손을 초래하는 경우가 많았다.

이러한 소하천에서 발생하고 있는 홍수피해양상과 원인을 살펴보면 다음과 같다. 산지부의 소하천 피해는 주로 계곡과 사면으로부터의 산사태 발생과 토석류 발생으로 나타난다. 이러한 산지부의 소하천 피해는 보고되고 있는 규모는 작지만 토석과 유목이 소하천을 따라 이동하면서 도로의 압거와 교량에 이동, 퇴적, 포착되면서 시설물에 큰 피해를 발생시키는 것으로 알려지고 있다. 특히 선상지나 산기슭 지형에 주택이 위치하고 있는 경우 유실과 매몰로 큰 피해를 받을 수 있으며 특히, 피해규모 대비 인명피해 규모가 상당히 크게 나타나는 것이 특징이다. 마을을 통과하는 소하천 주변에서 발생하는 주요 피해양상은 수층부 유실, 소규모 교량 피해, 제방 침식 및 월류, 배수암거의 폐쇄 등이다. 주거지 주변의 소하천으로 인한 홍수는 재산피해 규모가 크게 나타나고 수해지역을 고립시키는 특성도 있다. 따라서 소하천의 치수적 정비 측면에서 주요 관심사항이 되어야 할 것으로 보여진다. 한편, 농경지 주변의 소하천의 경작지 토사유출로 유실로 주로 나타나며 재산피해 규모가 크지 않으나 하류 소하천을 매립하여 유로의 평면적 변화를 발생시키기도 하며 이로 인한 2차 피해로 인명과 재산의 피해가 발생하기도 하였다.

한편, 지방자치단체 소관 저수지는 총 1만4천328개소로 이 중 87.9%에 해당하는 저수지가 일제치하시대 및 70년대 이전 개발 성장기에 건설되었다고 알려져 있다(한국수자원공사, 2001). 특히 축조된 지 60년 이상 경과된 저수지가 전체의 56.5%를 차지하고 있어 시간의 경과에 따라 노후의 가속화가 염려되며, 퇴적물 축적에 따른 유효저수량 감소 등 기능적 문제점도 커질 것으로 예상된다. 치수적인 측면에서 볼 때 농업용 저수지는 일정부분 홍수유출을 저감시키는 역할을 하므로 이러한 순기능을 잘 활용하면 방재시설로서 큰 역할도 기대할 수 있다. 또한 저수지는 상류에 위치하고 있기 때문에 저수지에서 발생하는 월류와 같은 홍수피해는 하류지역에 있는 소하천으로 직접적으로 이어지는 경우가 종종 발생하는 점에 유의해서 계획에 반영해야 할 필요가 있다.

이러한 홍수위험 해소를 위한 소하천 정비사업을 추진하기 위한 종합정비계획의 이상적인 과정은 다음과 같다. 위험상황 및 잠재적 피해 확인, 하천상태 평가, 방어목적 설정, 하천의 필수공간 결정, 생태적 목표 설정, 주변 토지이용상황 또는 토지이용 계획 확인 등의 검토를 하고 그 결과에 따른 조치를 실시하는 것이다. 환경적 이해관계에 대한 보상 대책도 필요할 것이다. 문제는 개별적인 소하천의 정비사업 규모가 작고 사업으로 혜택을 입는 주민의 수 역시 많지 않아 막대한 재원을 조달하여 이러한 과정을 하는 것이 쉽지 않다는 것이다. 또한 막대한 재원을 투입하여 제방 축조와 호안공사 등을 시행한다 하더라도 근본적으로 설계기준을 초과하는 홍수규모나 기후변화 등으로 인한 이상홍수 등으로 불안전으로부터 완전히 벗어나지 못하였다고 할 수 있다. 또한, 과거 강원도의 수해복구사례(강원발전연구원, 2006)를 살펴보면 제방, 호안, 교량재설치 등의 시설물 위주의 사업추진 만으로는 홍수피해를 입은 주민의 활력회복과 해당지역의 경제재생에 미치는 영향이 크지 않았다. 따라서 소하천 관리측면에서 경제적 효과를 높이려면 소하천 주변 토지이용특성을 함께 고려하여 정비사업으로 인한 수해 토지이용계획 등이 치수적 안정성 확보에 부응해 줄 수 있어야 한다.

이러한 목적이 달성된다면 소하천 주변의 피해지역이나 위험지역을 중심으로 휴양공간, 저류공간, 완충구간, 안전대피지대 등의 토지이용계획을 정립할 필요가 있다. 소하천의 시설물 위주의 대책수립을 위주로 하는 국지적 홍수대응 개념에서 벗어나 도시 또는 지역사회 차원을 고려한 홍수방어계획이 필요한 것이다. 이와 관련하여 영국에서 사용되고 있는 하천주변 홍수위험도 평가와 국토도시계획과의 연계를 살펴보면 다음과 같다. 영국의 홍수방어를 위한 최상위 계획정책지침은 PPS(Planning Policy Statement)에 수록되어 있다. 해당 지침 PPS의 25편이 “개발과 홍수위험(Development and Flood Risk)”에 대한 내용을 다루고 있으며(UK Government, 2006), 가장 큰 특징은 위험기반접근방법(risk-based approach)이다. 하천정비 및 도시계획과 관련된 모든 단계에서 홍수위험을 고려하여 홍수위험이 있는 지역에 부적합한 개발을 피하고, 위험이 낮은 지역으로 개발을 유도할 뿐만 아니라 기개발된 도시지역의 경우 선택적 홍수방어를 위한 합리적인 수준의 결정에 이용할 수 있다. 그 사례 및 내용은 아래 그림 2 및 표 1~2에 소개되어 있다. 하천주변의 토지이용계획을 위한 평가를 통해 4가지 구역으로 구분하고 그에 따라 적정한 토지이용, 도입가능한 시설 및 용도에 관한 원칙을 소개하고 있다. 이때 탄력적 적용을 위해 홍수위험지역

임에도 불구하고 지속가능한 개발 측면이 월등히 우세한 경우에는 예외검증(Exception Test)을 통해 엄격한 홍수위험관리방안을 마련하는 것을 전제로 하여 개발을 허용할 수 있도록 하고 있다.

국내에서 시행되고 있는 기존의 소하천정비사업은 하천과 관련된 수문·수리학적 지식을 갖춘 기술자들에 의하여 소하천구역만을 대상으로 이루어져 왔다. 이에 비해 하천주변의 토지이용 및 도시계획은 국토 및 도시계획가들만이 참여하여 하천으로 인한 홍수위험의 영향범위와 위험도를 고려하기 어려웠다. 이로 인해 하천주변 토지이용계획은 하천계획과 토지이용계획은 서로 갖은 충돌을 보여왔다. 소하천의 경우 국가하천이나 지방하천처럼 막대한 재원을 들여 시설위주의 정비사업을 추진하는 것은 시행자체가 어렵거나 시행되더라도 큰 효과를 보기 어려운 경우가 자주 발생할 수 있고 이를 모두 극복하였다 하더라도 장기적으로 제방효과(levee effect)와 같은 부작용을 보일 수 있다. 보다 효율적인 마을차원의 수방능력 제고를 위한 향후 소하천계획에서는 국토 및 도시계획과의 연계를 통한 주변 토지의 홍수위험평가와 활용방안에 대한 제도적, 기술적 접근이 필요할 것으로 보여진다.

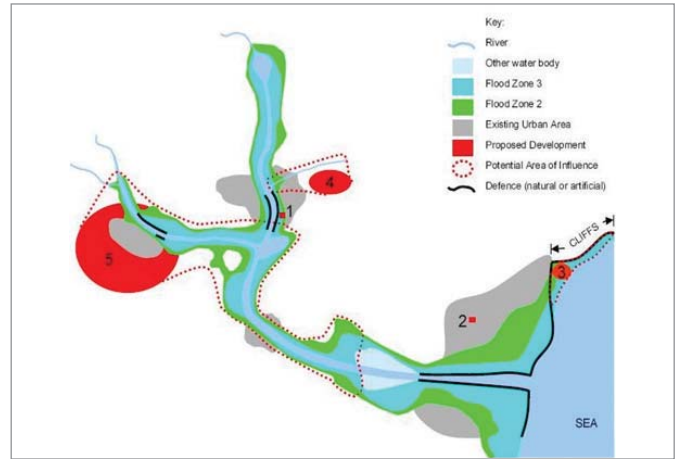


그림 2. 하천의 홍수위험을 고려한 주변 토지이용계획(영국)

3. 소하천 정비사업의 시행상의 문제점 및 개선 필요사항

소방방재청에서 현재 시행중이거나 계획하고 있는 정비사업은 1차적으로 수해발생 위험성이 높은 지역으로 인명피해 우려지구(잠수교·세월교, 병목교량 등), 상습 침수지역 및 과거 복개된 소하천 및 병목교량 철거로 피해경감과 효과 거양이 가능한 곳

표 1. 영국에서의 하천주변의 홍수구역(Flood Zone)의 구분 및 토지이용

침수위험 취약도		토지이용 용도배분					
		필수인프라 (Essential Infrastructure)	물과 부합 (Water compatible Development)	높은 취약성 (Highly Vulnerable)	보통 취약성 (More Vulnerable)	낮은 취약성 (Less Vulnerable)	
홍수 구역	Zone 1 (Low Probability)	연간 침수확률 1/1,000 미만인 지역(<0.1%)	○	○	○	○	○
	Zone 2 (Medium Probability)	연간 침수확률 하천 1/100-1/1,000 (1%-0.1%)인 지역	○	○	예외검증 필요	○	○
	Zone 3a (High Probability)	연간 침수확률 하천 1/100 이상(>1%)인 지역	예외검증 필요	○	×	예외검증 필요	○
	Zone 3b (Functional Floodplain)	홍수 시 물이 흐르거나 저류되는 지역(연간 침수확률 1/20 이상(>5%)인 지역 또는 극한홍수(0.1%)로 설계된 지역, 기타)	예외검증 필요	○	×	×	×

주: ○ 개발에 적합, × 개발 불허

표 2. 영국에서의 홍수위험취약도에 따른 도입가능한 시설 및 용도

구분	시설·용도의 예
필수인프라 (Essential Infrastructure)	• 필수적인 교통시설(광역대피경로 포함), 전략적인 유틸리티시설(발전시설 등)
높은 취약도 (Highly Vulnerable)	• 홍수 시에도 운영되어야 하는 경찰서, 구조대, 소방서, 지휘센터, 통신시설 • 비상대피시설 • 지하주택 • 영구적인 주거용으로 사용되는 이동식 주택 • 유해물질 보관시설
보통 취약도 (More Vulnerable)	• 병원 • 요양시설, 보호시설, 사회복지시설, 교정시설 등 집단주거시설 • 주택, 기숙사, 유흥업소, 호텔 등 • 보건시설, 교육시설 등 비주거용도 • 매립시설, 유해물질 등 폐기물관리시설 • 단기체류지 및 캠핑장(구체적인 예·경보 및 대피계획에 따름)
낮은 취약도 (Less Vulnerable)	• 판매, 금융, 전문서비스, 음식점, 사무실, 일반산업, 보관 및 집배송시설, • 취약도 다소 높음(More Vulnerable) 용도에 해당되지 않는 비주거시설, 여가시설 • 농업 및 임업용도에 사용되는 토지 및 건물 • 폐기물처리시설(매립 및 유해물질 처리시설 제외) • 광물작업 및 처리시설(토석류 제외) • 상수처리시설, 하수처리시설(오염통제조치를 갖춘 경우)
물과 부합 (Water-compatible Development)	• 홍수통제시설 • 펌프장 및 우수이송시설 • 토석류 작업장 • 부두, 수운지원시설 • 국방성(MOD)의 방위시설 • 수변인지가 필요한 선박관련시설, 어업관련시설 • 물을 기반으로 한 레크리에이션시설(숙박시설 제외) • 수상구조대시설 • 어메니티 오픈스페이스, 자연보호, 야외운동 및 레크리에이션 등을 위한 필수시설 • 위 용도에 필요한 요원들을 위한 필수적인 보조주거 및 숙박시설(예·경보 및 대피계획에 따름)

등을 우선적인 주요 대상으로 한다. 이와 함께 과거 물길복원 및 원형 유지사업, 홍수터·저류지 설치 등 우수유출 저감 시설 등 계획지구, 소하천을 지역 명물로 조성하는 랜드마크화 사업지구(물레방아, 빨래터, 징검다리, 분수대, 목조교량, 아치교, 조명교량, 물놀이장 등), 건전화 된 소하천에 친수기능 확보 등을 위한 지구 등을 주요 목표로 하는 차별화된 사업형태를 가지고자 한다.

이외 다음 그림 3과 같은 유형의 하천들은 의미없는 정비사업 등이 되므로 소하천 정비 사업대상으로 선정하는데 있어 지양해야 할 형태를 보여준다. 마을의 수방능력 향상과 관련된 다른 대안과 비교할 때 투자비용 대비 효과가 작은 지구, 제방이나 호안 시공보다는 토지를 매입하는 것이 경제적인 지구, 급경사 소하천이나 사행하천의 수충부에서 식생매트 등 치수적 안정성이 부족한 공법을 선정하여 공사후 재피해가 우려되는 지구, 소하천 전체 또는 하상바닥의 2/3 이상을 콘크리트 또는 돌망태 등으로 포설하는 것이 계획된 지구들이 이러한 사례에 해당한다.

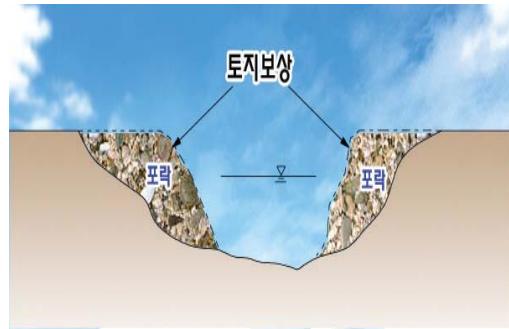
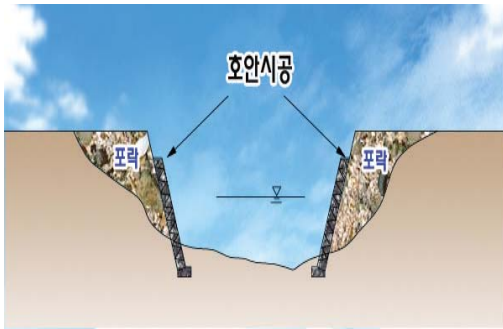
이와는 별도로 소규모 농경지 소하천, 자연상태 양호 소하천, 농경지 배수로 겸용 소하천 등 정비가 불필요한 구간이나 종점부 소하천 하폭이 80m 이상으로 향후 지방하천으로 승격이 필요한 소하천들도 정비사업대상에서 제외되는 것이 일반적이다.

이러한 소하천에서의 홍수피해 원인은 여러차례 발표된 바 있으며 크게 ① 급경사 소하천에서 빠른 유속으로 인한 하상, 제방, 호안 등의 세굴 ② 산사태 및 토석류, 잡목 등으로 인한 하상매몰 ③ 기성제의 불량, 홍수소통 장애를 일으키는 교량, 암거 등으로 인한 문제 ④ 만곡 및 우수수충부의 체체(호안 등) 유실 등으로 대별할 수 있다(국립방재연구소, 1999). 소하천 홍수피해와 관련된 저감사업의 진행상황은 정비가 필요한 전체연장 분의 사업이 기시행된 연장으로 나타낼 수 있는 소하천 정비율을 이용하여 파악할 수 있다. 소하천의 정비율은 40% 내외로 국가하천이나 지방하천에 비해 상당히 낮은 편이다. 이는 지방재정의 취약성에도 원인이 있고, 집적화된 도시개발사업이나 개발의 핵을 연결해주는 도로개발 사업 등 타 사업에 비해 투자효과가 상대적으로 적은데도 원인이라고 할 수 있다.

문제는 이렇게 정비율이 현저히 낮은 소하천들이 대부분 하천 폭이 좁고, 제방 및 호안이 취약하며, 개량되지 않아 경간이 협소한 소교량과 암거 등으로 인한 통수단면 부족으로 주요 수해가 발생하는 요인이 되고 있다는 것이다. 소하천 정비법에 따르면 소하천 지정 기준은 하천 평균 폭 2m 이상으로 정하고 있다. 이러한 소폭의 소하천을 횡단하는 교량 등의 구조물은 홍수 발생



a) 소규모농경지 등의 관통으로 투자비용 대비 사업효과가 적은 소하천



b) 호안 설치보다 토지보상을 실시하여 자연상태로의 관리가 필요한 소하천



c) 급류지역에 식생매트설치 등 치수적 불안정한 계획으로 재피해가 우려지구



d) 소하천 전체를 콘크리트 구조물로 설치하는 지구

그림 3. 소하천 정비사업에서 지양되어야 할 사업유형

시 홍수재해를 확산시키는 장애물이 되기 때문에 단(短)경간 소하천 교량 등의 홍수방어 설계 및 유지관리 기준을 개발해 토사 퇴적 및 수목 등의 유송 잡물에 의한 홍수재해를 예방하는 정책이 필요하다.

현재 단경간 교량의 사용 필요성은 기술자들에게 상당히 알려져 있고 필요성에도 어느 정도 공감을 가지고 있지만 적용상의 가장 문제는 형하공간과 관련해서 발생한다. 교량은 설치표고가 주변 도로와 연계되어 결정되기 때문에 상단부 표고를 임의로 변경하는 것이 쉽지 않다. 이러한 교량의 상단부 표고는 홍수위로부터 여유고에 교량상부구조물의 형고를 고려하여 결정된다. 문제는 교량 상부구조물의 형고와 홍수위로부터의 여유고를 고려하면 도입가능한 교량공법이 그렇게 많지 않다는 것이다. 약 12~15m 이내라면 RC교량을 선택한다면 상부구조물의 슬래브 아래에 별도의 빔(beam)을 두지 않아도 되지만 이를 초과할 경우에는 구조적으로 반드시 빔을 필요로 한다. 이 경우 일반적으로 설계되는 교량의 상부구조물의 형고는 보통 1.2~1.5m가 된다. 이 경우 프리스트레스트 교량 등을 사용한다 하더라도 0.8~1.0m 정도가 최소한의 가능한 두께이다. 한편, 20~25m의 순지간을 가질 수 있는 합성형 라멘 교량 형식 역시 빔(beam)이 필요치 않아 약 1m의 두께를 가지며 경우에 따라서는 최소 0.8m 정도까지도 가능하다고 알려져 있다. 하천을 횡단하는 교량과 관련해서 현재 상부구조물의 두께를 얇게 하기위한 공법이 관심을 받고 있는데 얇은 두께를 보강해서 강도를 증가시킬 수 있는 강화유리판 등을 사용하는 사례도 종종 발견된다.

소하천 설계 및 시공, 유지관리 등과 관련된 실무에서 어려움을 느끼는 또 다른 점은 생태계에 관한 기초적 자료가 부족하고 일선 공무원들이 이용할 수 있는 지침서나 설계자료가 극히 제한적이라는 점이다. 검증되지 않은 식생공법에 대한 불안감, 자연석 쌓기의 경우 뒷채움문제와 관련된 식생조성의 어려움, 급경사 지역에서 치수문제를 적정히 고려할 수 있는 공법의 판단, 식생에 따른 홍수위 변화의 예측 불안, 자연석의 이용이 또 다른 생태계 파괴문제를 유발할 경우에 대한 대비 등이 현재 국내의 실무자들이 겪는 주요 문제들이다. 또한 긴급공사 등으로 불가피하게 자주 선택하게 되는 돌망태를 잘못 계획할 경우 저수로의 통수단면 축소, 하상과의 접촉부 세굴, 사석채움공의 부실시공 등으로 피해를 가중시킬 수도 있으나 적절한 대처방안을 모르는 경우가 많다.

일반적으로 소하천 제방의 설치는 표준제 형식을 원칙으로 하나 이 경우 일부 소하천에 있어서는 하폭의 협소로 인해 하도의 저폭확보가 불가능하거나 저폭을 확보할 경우 하천 양안의 토지잡식이 과대해질 경우가 발생하게 된다. 따라서 흙으로 축조하는 토사제방 보다는 석축 및 파라펫 재료를 이용한 특수제방을 이용하는 사례가 많다. 또한, 소하천의 경우 호우시 유량이 급격히 증가하고 하상경사가 급해 유속이 매우 빠르며 상류로부터 토사의 유송이 많아 기존의 콘크리트 호안블럭과 같은 호안공은 빠른 유속에 의한 하상세굴로 인해 붕괴되며 유수에 의한 유실 및 토사유실로 인한 붕괴 등이 많이 발생되고 있다. 소하천의 정비사업 역시 기본계획에 따른 체계적인 정비가 아닌 임시방편에 의한 제방공사로 일부 유실된 구간별로 실시되어 해마다 그 피해가 반복되고 있다. 또한 소하천시설기준은 호안공에 대한 일반적 사항만을 기술하고 있어 급류 소하천의 계획은 설계자 개개인의 판단, 발주청의 지시에 따라 이루어지기 때문에 그 기준이 명확치 않다. 따라서 유역 및 하천특성에 맞는 호안공의 선정 및 설치 기준을 결정하는 것이 시급하다.

중규모 이상의 하천과 비교할 때 특히 자연형하천으로 정비하려는 국내 소하천의 가장 큰 특징은 하폭의 제약으로 고수부지에 의한 공간시설 이용 등이 사실상 어렵다는 것이다. 따라서 소하천 사업의 주요 내용은 호안, 하도내 식재, 수변경관 등이 대다수를 차지하게 된다. 특히, 관광지내 소하천은 하천경관을 중요시하여 시공된 경우가 많으며, 치수안정상에 대한 고려가 충분히 되었는지가 의심스러운 하천이 상당하다. 이로 인해 자연형 하천정비사업이 좋은 호응을 받고 있는 지역도 있지만 일부 지역의 주민들은 자연형 하천의 안정성에 대한 불안감을 느끼고 있으며 오히려 기존의 콘크리트 석축을 선호하고 있는 실정이다.

마지막으로 소하천의 치수문제와 관련해서는 소하천변 직접적인 침수위험 해소 방법 외에 소하천 유역 농업용 저수지 개량, 홍수터 확보를 통한 저류기능 강화, 빗물유출저감시설의 설치, 상류지역에 토사유입 방지를 위한 사방댐 설치방안 등 종합적인 홍수대책이 강조되고 있다. 그렇지만 기존의 소하천 시설기준의 경우 이와 관련된 자세한 공학적인 검토기법이나 검토결과를 확인하고 평가할 수 있는 관련 기준에 대한 소개가 미흡하다는 것이 많은 실무자들이 느끼는 부족한 사항으로 조사되었다.

4. 소하천정비 종합계획의 수행과 관련된 실무상의 문제점 및 발전방향

소하천의 치수적인 검토와 관련된 가장 큰 문제점은 설계수문량의 결정과 관련된 부분이다. 치수계획의 경우 주로 침투홍수량이 관심사이기는 하지만 이를 적절하게 구하는 것은 매우 어려운 문제이다. 국내 기술자들 사이에서 맹신되고 있는 산정된 홍수량 산정결과의 적정성을 확인하는 방법은 비홍수량에 의한 방법이다. 비홍수량은 유역의 침투홍수량을 유역면적으로 나누어 1km²당의 홍수량으로 환산한 것으로 계획홍수 비유량(specific flood peak discharge)이라고도 불리워진다. 문제는 이것을 기준으로 하여 임의의 유역면적에 비홍수량을 곱하여 얻은 홍수량을 정교한 강우유출 모형으로 구한 결과와 비교한 후 그 적정성을 판단하는 것이다. 또는 해당 유역의 홍수량 자료로부터 비유량을 산정한 후 이 비유량들을 서로 비교하여 적정하게 홍수량이 산정되었는지의 판단기준으로 하는 것이 실제 실무에서 자주 발견되고 있다는 것이다. 그렇지만 침투홍수량은 유역면적과 직선관계로 비례하지 않기 때문에 서로 다른 유역면적으로부터 구한 비홍수량을 그 특성에 대한 고찰없이 단순비교하는 것은 적정한 것으로 보기 어렵다.

이와는 별도로 잘 알려진 극대침투홍수량을 구하기 위한 Creager 식은 다음과 같은 형태를 가진다(Ohnishi etc., 2004).

$$\begin{aligned} q_c &= CA^{\beta-1} \\ \beta &= A^{-0.05} \\ Q_c &= q_c A = CA^{\beta} \end{aligned}$$

위 식에 따르면 비유량 자체가 유역면적에 관한 함수일 뿐만 아니라 유역면적과 유역의 침투홍수량은 A^{-0.05}승에 비례한다. 일본의 경우 댐설계와 관련된 비홍수량 추정식의 C의 값은 공간적 변동성이 상당히 커서 30~150 사이의 값을 가지는 것으로 알려지고 있다. 우리나라의 하천정비기본계획 작성지침(국토해양부, 2008)에 제시되어 있는 4대강 유역별로 제시한 100년도 홍수량의 추정식 역시 Creager 식의 형태를 가지고 있다. 그렇지만 유역면적 100km² 이상을 적용범위로 가지고 있어 소하천에 적용하기는 어렵다. 또한 이 식의 형태는 극대홍수량의 추정과 관련된 형태로 강우량을 포함하고 있지 않아 확률홍수량의 개념에도 그대로 적용할 수 있는지가 의문스럽다(Ohnishi etc, 2004). 또한 지역별 강우량의 분포가 상당히 크다는 것을 고려할 때 단순히 Q와 A^β의 관계를 제시해주는 계수 C를 단순히 4대강 유역으로 나누어 살펴보는 것은 동일권역으로 보기에 상당히 무리수가 있다. 따라서 서로 다른 유역면적의 영향을 고려하면서 소하천에서의 적정 설계수문량을 평가하기 위한 비홍수량 추정식이 향후 제시되어야 할 필요성이 있다.

한편, 국내에서 광범위하게 많이 사용되고 있는 SCS 합성단위도법과 관련하여 국내의 적용방법을 살펴보면 SCS에서 제시하고 있는 적용방법과 상당히 차이가 있음을 발견할 수 있다. 기존의 국내 수문학교과서와 설계기준에서 소개하고 있는 SCS 합성단위도법의 단위도 침투유량과 기저시간은 다음과 같다.

$$Q_p = \frac{0.208A}{t_p}, \quad t_b = 2.67t_p$$

여기서 Q_p는 단위도의 침투유량(m³/s · mm), A는 유역면적(km²), t_p는 침투시간(hr), t_b는 기저시간(hr). 그렇지만 이 식은 미국유역에서 유도된 환경사유역의 대표적인 단위도의 특성변수로 SCS에서 추천하고 있는 유역의 지형특성과 경사도에 따라 단위도의 특성변수를 정리하면 다음 표와 같다. 우리나라의 소하천은 급경사 산악지역에서 환경사 평야지역까지 다양한 유역 형태를 가지고 있기 때문에 소하천의 적정홍수량 산정을 위한 SCS 합성단위도법의 적용시 아래 표에서와 같이 유역경사를 고려하여 단위도의 특성변수를 구분하여 적용하는 것이 합리적이다(농어촌진흥공사, 1997; Smedema and Bycroft, 1983).

표 3. 유역특성에 따른 SCS합성단위도법의 매개변수

구분	단위도의 침투유량	단위도의 기저시간
산악지대(부투수층)	$q_p = \frac{0.258A}{t_p}$	$t_b = 2.15t_p$
산악지대(투수층)	$q_p = \frac{0.233A}{t_p}$	$t_b = 2.34t_p$
완경사	$q_p = \frac{0.208A}{t_p}$	$t_b = 2.67t_p$
낮은 구릉지	$q_p = \frac{0.167A}{t_p}$	$t_b = 3.27t_p$
평탄지 또는 늪지대	$q_p = \frac{0.125A}{t_p}$	$t_b = 4.30t_p$

5. 맺음말

2002년 이후의 소하천 사업을 살펴보면 전국적으로 하천환경을 고려한 소하천 사업이 추진되고 있다. 이들 사업은 “아름다운 자연경관 최대한 보전”, “치수”, “방재면에서의 안정성 확보”, “이수와 생태환경의 조화를 두고 재해예방 및 하천환경정비”, “하천생태계 복원 및 수변 환경 조성” 등의 다양한 정비방향을 가지고 추진되고 있다. 즉, 단순히 치수위주의 소하천사업이 자연형 하천공법의 적용, 지역의 자연, 문화 등과 조화되는 소하천 복원 및 정비 사업으로 전환 중이다. 이와 함께 검증되지 않은 무분별한 설계나 공법으로 인한 문제점도 상당히 보고되고 있다. 따라서 앞으로 보다 다양하게 전개될 것으로 예상되는 소하천 사업의 올바른 추진을 유도하면서 기술적으로 검증된 방법들을 제시해 줄 수 있는 소하천 시설기준의 필요성이 증대되고 있다.

금회 개정예정인 소하천시설기준은 향후 10년간 예상되는 소하천 정비사업의 방향을 고려하여 개정방향을 설정하고자 하며, 본 고에서는 이와 관련된 일선 공무원, 실무자들이 겪고 있는 어려움을 조사하고 향후 정비기준과 관련해서 고려해야 할 방향을 기술하였다. 원론적으로 본다면 안정적인 치수와 함께 하천 본래의 아름다운 모습과 인간의 생활공간을 되찾을 수 있도록 아름다운 소하천으로 자율적으로 조성하는 것이 앞으로의 소하천 정비사업의 방향일 것이다. 특히 향후 10년 동안에는 소하천 정비 방향은 유역분담 홍수방지시설과의 연계, 자연재료의 적용, 하천자연도 및 생태지수를 고려한 생태 소하천정비 등이 요구되고 있다. 이를 위해서는 많은 사람들의 관심과 의견이 모아져야 할 것으로 보여진다. ☺

6. 참고문헌

- 강원발전연구원, 2006, 수해 농산촌 복구모델 개발연구
 국립방재연구소, 1999, 자연형 하천공법의 재해특성 분석에 관한 연구(I)
 국회예산정책처, 2008, 소방방재청 소하천정비사업의 평가
 농어촌진흥공사, 1997, 배수개선 홍수분석 시스템 개발
 소방방재청, 2002-2007, 재해연보
 한국수자원공사, 2001, 한국의 댐
 Ohnishi, R., Kato, T., Imaizumi, M., Tanji, H. 2004, A study to determine an equation of enveloping curve for regional flood peaks by maximum rainfall data, Paddy and Water Environment, Vol. 2, pp.83-90.
 Smedema, L.K. and D.W.Rycroft, 1983, Land Drainage (Planning and Design of Agricultural draingae systemes). Batsford Academic and Educational Ltd.
 UK Communities and Local Government, 2006. Planning Policy Statement 25: Development and Flood Risk