

수리분과

도시 하천정비 및 하천장애물 설치방향

최계운 (인천대학교 토목환경시스템공학과 교수)

손광익 (영남대학교 토목공학과 교수)

오규창 (다산엔지니어링 상무이사)

1. 서론
 2. 도시하천의 특성
 - 2.1 건천화
 - 2.2 하천수계의 변화
 - 2.3 홍수량 증가
 - 2.4 지하수 고갈과 오염
 - 2.5 수질오염
 - 2.6 동식물 서식공간의 상실
 - 2.7 하천의 인공화
 - 2.8 복개 등 하천이용 수요의 증가
 - 2.9 천수공간의 상실
 3. 올바른 도시하천 정비방향
 - 3.1 이수적인 측면
 - 3.2 치수적인 측면
 - 3.3 천수적인 측면
 - 3.4 환경적인 측면
 4. 일본의 도시하천관리
 - 4.1 다자연형 하천정비
 - 4.2 비오름의 확산
 - 4.3 휴식공간의 확보
 - 4.4 우수저류 침수시설의 보급
 - 4.5 하천의 복원
 - 4.6 동경도 수변환경보전계획
 5. 교량설치 또는 하천복개에 따른 수리학적 영향
 - 5.1 교량설치에 따른 수리학적 영향
 - 5.2 하천복개시 교각군에 의한 수리학적 영향
 - 5.3 홍수시 교각 여유고에 대한 수리학적 검토
 6. 제방설치의 문제점
 - 6.1 강우량 자료의 신뢰성 부족
 - 6.2 제방 여유고 및 독마루 폭의 미확보
 7. 하천정비 및 하천 장애물 설치 방향
- 참고문헌

1. 서론

우리나라는 1960년대 이후 고도의 경제 성장에 따른 공업화를 계기로 각종 개발이 촉진되어 도시근교의 구릉이나 계곡이 절취되고 전답이 매립되어 택지 또는 상공업지역으로 변화해 가면서 도시화가 급격히 추진되었다.

도시화 유역은 농촌지역이나 임야지역 같은 자연 유역과 비교하면 인구가 많고 주택, 상가 또는 공공시설물이 밀집되어 있으며, 도로는 대부분 포장되고 관계시설이 잘 정비되어 있다. 즉, 도시화가 추진되면서 인구가 증가되고 불투수 표면으로 덮힌 지역의 비율이 증가되어진다고 할 수 있다. 이와 같은 변화는 생활용수량을 비롯한 각종 소비수량을 증대시킴과 아울러 기후의 변화, 토지이용도의 변화, 표면조도계수의 감소, 자연상태로 저장되어 있는 물의 양을 감소시키는 등 여러 수문현상의 변화를 초래한다.

도시화의 초기단계에서는 여기저기에 소규모주택과 건물들이 들어서기 시작하면서 지표를 덮고 있는 초목들을 제거하게되어 증발량의 감소와 표면유출의 증가를 나타내게되고, 인구증가에 따른 생활용수량의 증가를 가져와 지표수 사용량의 증가와 아울러 공장 등에서의 지하수 채수량이 증가하여 자연히 지하수위 저하를 가져오게 된다.

도시화의 중간단계에서는 초기에서의 소규모주택과 건물들 주위로 대규모 택지나 상가조성사업이 시작되어 높은 지역을 굴착하거나 낮은 지역의 성토작업등이 대대적으로 일어나면서 토량의 이동이 크게 증가하게 되고 이에 의한 영향으로 침식이 가속된다. 또한, 하천내 유사 이동량도 크게 증가되어 작은 하천등은 유사에 의하여 폐쇄되기도 한다. 이때 도로가 여기저기에서 포장되고 하수도시설이 마련되므로 우수 침투량이 감소되고 홍수유출증가가 일어난다.

상수도용 원수를 취수하는 하천에서는 취수시설 아래에서 유출이 저하되고 처리하지 않은 하수가 하천에 방류됨으로써 수질오염이 가중된다.

도시화의 최종단계에서는 대단위 주택단지에 더 많은 주택이 들어서고 공공시설, 상업시설, 공장시설 등이 들어서며, 도로가 포장되므로 침투는 감소되고 유역에서의 조도가 감소되므로 유입시간이 줄어들며 수로망 정비에 따라 침투홍수량이 증가하게 된다. 또한, 취수량의 증가와 주변하천의 수질오염 등으로 취수원은 도시화 지역보다는 상류의 깨끗한 타 수원지에서 가져오는 경우가 많아지고 이로 인하여 홍수시에는 더 많은 유출량이 도시하천을 흐르게 된다. 그러나, 홍수시에 유출량이 크게 증가하는 것과는 달리 평시에는 홍수시 지하에 침투된 양이 적어 하천수원의 절대량이 부족한데다 하수도나 차집거를 이용하여 하수도를 특정지역으로 배출하게 되므로 유역으로부터 하천으로의 횡방향 유입량이 감소하여 하천의 건천화가 일어날 뿐만 아니라 하수의 유입으로 인하여 물이 크게 오염되고 동식물의 서식공간이 상실되는 등 도시하천은 농촌 지역이나 임야지역을 흐르는 하천과 다른 특성을 가지고 있다.

2. 도시하천의 특성

2.1 건천화

도시화현상은 불투수성 면적의 증가라는 상황을 가져와 지하수 침투량이 감소하는 문제를 야기 시킨다. 즉, 홍수시에 아주 짧은 시간내에 강우를 유출시키고 비가 오지 않는 기간에는 지하수량이 부족하고 하천이 고갈되는 현상이 발생한다. 이와같은 건천화 현상은 하천자체를 흐르는 유량을 감소시킬뿐만 아니라 수질오염의 문제와도 직결되는 문제이기도하다. 이와같은 건천화 현상은 대하천 보다는 소하천에서 더욱 심각하다. 이를 해결하기 위하여는 지하수 함량의 증가가 필요하고 때에 따라서는 인공적인 저류시설을 상류에 설치하여 인위적으로 하천에 흐르는 유량을 조절할 필요가 있다. 아울러, 이와 같이 건천화된 하천은 하천을 관리하고 있는 지방자치단체로 하여금 복개등을 통하여 도로나 주차장으로 이용하거나 하천고수부지를 정비하여 주차장이나 체육시설로 이용하도록 하는 빌미를 주고 있다.

2.2 하천수계의 변화

도시화는 필연적으로 택지조성이 수반되는데 이는 인공적인 지형변화를 의미한다. 지형변화는 수문현상에도 큰 영향을 미치게되므로, 수계와 하도에 변화를 가져오게 된다. 이와 같은 도시화는 개발지역에서의 수계뿐만 아니라 하류쪽의 하천지형 역시 변화시키고, 이에 의한 영향으로 제2, 제3의 지형변화가 계속 발생하게 되며 이로 인한 하천수계 패턴이 크게 변화하게 된다. 또한, 도시화가 시작되면 일부의 하천수로가 매립되며, 반면에 인공적인 배수로가 중, 횡적으로 생겨나게 되므로 수계의 밀도가 증가하게 된다.

2.3 홍수량 증가

도시화는 자연적으로 불투수성 면적의 증가를 가져오게 하므로 과거에 비하여 같은 강도의 강수량에도 하천 유출량이 증가하게 된다. 그러므로, 도시우수를 배제하는 관거의 용량 또한 도시화의 증가에 따라 증가되어야 하지만, 한번 시공되면 재시공이 어렵기 때문에 시공시 이를 철저히 고려하여야 할 것이다.

2.4 지하수 고갈과 오염

우리나라의 경우 지표수가 상수원으로 크게 이용되고 있지만 최근 오염이 증가함에 따라

지하수를 이용하려는 움직임이 확산되고 있는 실정이다. 이와 함께 도시근교에 설치된 공장에 서는 지하수를 공업용수로 이용하는 량이 점차 증가하고 있는 추세이다. 그러나, 지하수량 역시 한정되어 있어 무분별한 지하수량의 남용은 결국 하천으로 유입되는 수량을 줄이고 지하대수층 주변의 지반을 취약하게 만들고 있다. 이와 함께 세제나 공업폐수를 배출시키기 위하여 남의 눈을 피해 방류시키거나 오, 폐수의 누수량이 지하로 침투되어 지하수 오염이 가중되고 있다. 지하수의 절대량의 감소와 함께 한번 오염된 지하수를 깨끗이 하는 것은 엄청난 경비와 시간을 요하기 때문에 도시하천 주변에서의 지하수문제는 향후 우리가 해결해 나가야 할 큰 과제이다.

2.5 수질오염

최근의 팔당원수 오염방지를 위하여 2,000만 수도권 인구가 톤당 80원씩의 오염부담금을 내도록 하는 것만 보아도 지표수의 오염문제는 우리가 간과할 수 없는 수준에 이르고 있다. 지금까지 이와 같이 수질오염이 심각하게 된 것은 하천의 기능을 올바르게 이해하지 못하거나, 일부 소하천을 하천이라기 보다는 하수도로 인식하는 등 하천을 올바르게 이해하지 못한 근시안적 대응이 큰 원인이다. 도시화에 따라 자연스럽게 증가된 오염원이 하천에 유입되면서 하천의 자정능력을 넘어서게 되고, 이로 인하여 생태계가 파괴되고 악취가 나는 등 하천과 가까이 할 수 없는 조건이 일어나면서 하천에 대한 관심이 저하되는 등 그나마 남아있던 일부 하천마저도 황폐화 시켜가고 있다. 최근 들어 시민들의 눈물겨운 노력에 의하여 하수도로 여겨지던 일부하천에 물고기가 돌아오는 등 변화가 일어나기도 했지만 아직도 도시하천의 대부분은 수질이 크게 오염되어 있어 시민들의 접근을 막고 있다.

2.6 동식물 서식공간의 상실

하천은 단순히 물만 흐르는 길이 아니라 주변에 동, 식물과 함께 어우러져 우리와 함께 호흡하는 장소이기도 하다.

그러나, 최근 많은 하천은 치수만을 고려한 하천정비로 동식물의 서식처가 파괴되어 우리와 친숙한 하천의 동, 식물이 사라져 이른바 사막화 현상을 나타내고 있다.

하천의 사막화는 하천에 어떠한 생명도 살 수 없는 현상으로 물의 오염, 서식공간의 파괴, 먹이사슬의 파괴 등 생태계에 커다란 변화를 가져오고 결국은 모든 생명체가 사라져 버린다. 특히 도시하천의 경우 생활하수의 배출로 물 오염이 진행되고, 하천부지가 한정되어 치수를 위한 콘크리트 호안 및 하상고정, 하도의 직선화로 모든 서식공간이 파괴되는 경향이 있다.

2.7 하천의 인공화

인간은 태고적부터 하천주변에서 생활하여 왔다. 따라서 우리의 생활은 하천과 조화를 이루어 왔고 하천이 이루는 환경과 경관은 사람에게 익숙해져 왔다. 그러나 생활형태의 변화로 생활 속에서 하천이 유리되었을 뿐만 아니라 하천의 모습도 많이 변화했다. 맑은 물과 풀대신에 검은 물과 콘크리트로 뒤덮이고, 물고기와 풀벌레 대신에 쓰레기가 넘치는 모습은 분명 바람직한 하천은 아니다. 자연이 풍부하던 하천에서 자연이 사라지고 인공화 되어 일반적인 도시의 일부로 변해버렸다.

2.8 복개 등 하천이용 수요의 증가

도시하천은 토지수요의 급증으로 하천변까지 고도로 이용되고 있다. 따라서 도시지역에서는 도로, 주차장 등과 같은 공공시설의 부지확보에 어려움이 대두되었고, 이를 공공용지인 하천부지를 이용하여 해결하고 있다. 특히 하천부지상의 주차장 및 도로건설은 서울을 비롯하여 전국의 중소도시까지 급속히 확산되고 있으며, 우리나라 하천 이용형태 중 가장 많은 부분을 차지하게 되었다. 심지어 도시내의 소하천을 통째로 복개하는 경우도 흔히 볼 수 있다. 그러나 주차장과 도로는 도시기능의 하나로 도시내에서 흡수하고 유지해야 하는 시설이지 하천의 복개를 통해서 해결할 일이 아니다. 지방화/민주화 시대가 도래하면서 민원에 취약한 하천관리자 및 행정자들이 장기적 비전 없이 하천이용 수요에 부응하는 일은 시급히 지양되어야 할 것이다.

2.9 친수공간의 상실

녹음이 있는 탁트인 공간으로서 하천은 도시 내에서 꼭 짜여진 일상생활에서 탈출할 수 있는 귀중한 공간이다. 그러나 지금까지 도시하천은 하·오수의 배출로 인정되었을 뿐 당장 급한 주택, 교통 등 타 분야에 비해서 상대적으로 소홀히 취급되어 왔다. 이는 주민들이 하천과 당장의 이해관계가 없을뿐더러 물 오염, 악취 등으로 외면하면서 더욱 심해져 친수공간의 기능을 상실하게 되었다.

3. 올바른 도시하천 정비방향

2장에서 살펴본 바와 같이 도시하천이 갖는 여러 가지 문제점이 있어 이를 해결하기 위한 각종 계획이 수립되고 이에 의하여 도시하천을 정비해 나가고 있다. 도시하천을 포함한 하천을 크게 이수, 치수, 친수, 환경이라는 네 분야로 대별하여 하천이 정비되어 가고 있지만 엄격한 의미에서는 이 분야들이 함께 고려되지 않는 한 올바른 도시하천의 정비방향이라고 할 수 없다. 특히, 이수적인 측면만을 고려하고 나머지 세 분야가 무시되든가, 치수적인 측면만이 고려되고 나머지 분야가 무시되든가, 친수 또는 환경부분만이 고려되고 나머지 분야가 무시되는 경우 무시된 분야의 문제로 인하여 하천이 영향을 받아 심지어는 주변에 거주하고 있는 주민들에게까지도 악영향을 주게 되어 또 다른 하천정비 요구가 일어나게 된다. 즉, 과거와 같이 치수 일변도의 하천정비나 최근에 일어나고 있는 자연형 하천 또는 환경 기능만이 고려되고 치수가 고려되지 않은 하천정비는 올바른 하천정비라 할 수 없다.

3.1 이수적인 측면

우리나라와 같이 계절적으로 강수량이 편중되는 지역은 일정량의 수자원을 안정적으로 공급하기 위하여 하천에 특정시설의 설치가 불가피하다. 최근 들어 설치되고 있는 다목적 댐을 비롯하여 취수원으로의 이용을 위한 보 설치, 농업용수 공급이나 수상경관을 위하여 설치되는 보들은 이수적인 측면을 고려한 하천 장애물이 설치된 것이라고 볼 수 있다. 우리나라의 경우 물을 이용하기 위한 수원으로는 우수, 하수, 지하수등이 있다. 우수의 경우 우수 자체로 이용되거나 하천을 통하여 유출될 때 주로 이용되며 도시하천 정비시 이를 종종 고려하게 된다. 그러나, 이와 같은 목적으로 설치되는 각종 하천 장애물이 자연경관을 해치거나 상류부를 침수시키는 원인이 되어서는 안된다. 따라서, 이수구조물이 설치될 때 자연스럽게 치수와 친수 및 환경이 고려되도록 설치되어야 할 것이다. 하수의 경우 하수도를 이용하여 하류부에 있는 하수처리장으로 직접 배출되도록 할 때 하천 건천화의 원인이 되기도 하므로 가능한 한 우수와 하수를 구분하여 하수만이 하수 처리장으로 유입되도록 하되 우수거는 도시하천의 흐름을 원활하게 하는데 도움이 되도록 설치하는 것이 바람직하다. 하수 처리장의 경우도 경제적인 면만을 고려하여 무조건 대형 하수 처리장을 고집하여 하류에만 설치하기보다는 하천내 흐름과 하수 발생량등을 고려하여 소형 하수 처리장의 설치가 적극 검토되어야 할 것이다. 우리나라의 경우 물 값이 상대적으로 싸기 때문에 중수도를 이용하는 경우 경제적으로 큰 부담이 되어 이를 거의 이용하지 않고 있으나, 지금과 같이 지속적으로 물값의 상승이 예상될 뿐만 아니라 전반적으로 물 부족이 예상되고 또 한편으로는 물 오염을 줄이기 위하여서는 중수도 개념을 적극적으로 도입하여 설치할 필요가 있다.

지하수의 경우, 지금까지와 같이 무분별한 개발을 자제하고 함양되는 양을 고려하여 사용할 수 있도록 정부차원의 규제를 하는 것이 제주도과 같은 지하수 부족문제나 오염문제를 줄일 수 있는 방안이 될 것이다.

3.2 치수적인 측면

과거 홍수에 의한 피해라 하면, 대부분이 하천의 물이 주거지역인 제내지쪽으로 제방을 월류하여, 침수되는 것을 의미하였다. 그러나 최근 들어 서울을 비롯한 도시에서 발생한 홍수상황은, 이와 반대로 내수가 하천쪽으로 배수되지 못하고 침수되는 새로운 양상을 보이고 있다. 이는 제방의 높이를 높게 쌓아 외수의 침입을 막았다는 의미도 될 수 있지만, 지가상승으로 인해 하천 연변의 저지대에까지 주거지역이 자리잡아 과거에는 물이 저류되던 지역이 택지조성이 되었다는 위험한 상황을 의미하기도 한다. 또한, 상류의 개발지역으로 인해 하류지역의 홍수부담이 더욱 커졌다는 것을 의미하기 때문에, 현재 정부에서는 상류지역의 개발로 인한 하류지역의 홍수유발 가능성을 양적으로 파악하여, 개발에 따라 이익을 보는 수익자들로 하여금 하류지역의 홍수량 증가분에 대한 피해액을 부담시키는 방안을 검토하기도 한다.

도시지역에서 홍수에 의한 재해 경감대책으로는 크게 외수의 침입방지 대책과 내수의 적정 배수 대책으로 나눌 수 있다. 외수의 침입방지를 위해서는 상류측의 댐군이 적절하게 방류량을 조절하여, 하류쪽의 홍수위를 조절하는 문제가 가장 중요할 것이며, 댐군 자체에도 한계가 있기 때문에 심각한 호우상황이 발생되었을 경우, 피해가 적을 것으로 예상되는 타 지역으로 일부의 홍수량을 유도시키는 유로면적 방식이 필요하다.

도시지역 내수는 해당 유역의 강우에 의한 유출량과 하수량으로 구분할 수 있고, 전술한 바와 같이 내수위가 외수위보다 낮은 지역으로 최종적으로는 집수되기 때문에, 이를 저류시키는 유수지와 외수쪽으로 강제 배수시키는 빗물 펌프장을 설치해야 한다. 서울지역만해도 70여개의 유수지와 빗물 펌프장이 있다. 서울지역의 내수가 초당 2000톤으로 외수에 유입되면, 인천 등 하류지역에서는 그 만큼의 홍수량 부담이 가중되기 때문에, 서울시에서는 무조건적인 완전 배수 대책보다는 상황에 따른 적정 가동량만을 배수시키는 것이 필요하며, 이에 대한 이론적인 연구와 시설의 자동화 및 시설보수나 운영에 많은 투자가 필요할 것으로 생각한다.

3.3 친수적인 측면

예로부터 인간은 물과 더불어 살아왔으며 물가를 중심으로 살아왔다. 그러나 도시화와 산업화의 경향에 따라 점차 저지대는 택지화되고 저지대의 외수침입을 막기 위해 높은 제방이 축조되어, 과거와 같이 물과 접촉할 수 있는 공간이 떨어지게 되었다. 따라서, 도시에서 생활하

는 사람들에게는 하천이란 홍수를 소통시키고, 때에 따라서는 사람들에게 피해만을 입히는 공포적 존재로만 인식되어 왔다. 또한, 공간부족과 공간활용이라는 면만을 고려하여, 하천부지 일부의 도로화, 도심 소하천의 복개라는 하천을 말살하는 계획을 추진·시행하고 있는 실정이다.

그러나 하천이란 물이 상류에서 하류로 흐르는 공간으로 적절한 통수단면이 확보되지 않으면, 이상홍수가 발생하였을 때 하천단면을 율류하여 막대한 인명 및 재산피해를 입히기 때문에, 하천단면은 항상 여유 있는 단면으로 자연상태 그대로 유지하는 것이 바람직한 것이다. 또한, 문화나 정서적인 입장에서도 물과 접촉할 수 있는 공간을 마련하는 것이 바람직한 것이다. 이러한 기본 방침하에 연구와 투자를 계속한다면, 과거와 같이 도시하천 내에서도 물놀이 공간이 형성되어 국민정서를 함양시킬 수 있는 휴식공간이 마련될 것이다.

3.4 환경적인 측면

앞에서도 언급한 바와 같이, 도시라는 상대적으로 협소한 공간에 인구가 집중되기 때문에 이에 따른 생활하수와 공업폐수 등의 처리가 현대 도시지역에서 당면한 가장 큰 이슈가 되고 있다. 또한, 사람들의 인식부족으로 인해 하수도의 맨홀이나 측구에는 생활쓰레기가 그대로 유입되어, 더욱 수질오염 상태를 악화시키고 있는 실정이다. 더군다나 대부분의 하수도가 우수와 하수를 함께 배수시키기 때문에, 홍수시에는 하수와 우수가 함께 하천으로 유입되는 심각한 사태를 유발시키고 있는 실정이다. 따라서, 우수와 하수를 분리하여 우수는 하천으로, 하수는 하수 처리장으로 유도시키는 분류식 하수관거가 설치되어야 할 것이다. 또한, 대민홍보를 통해 하수도에 생활쓰레기가 유입되지 않도록 하여야 할 것이며, 공업폐수가 완전한 처리 없이 하천으로 유입되는 것을 강력하게 규제할 수 있는 제도와 방안이 철저히 보완되어야 할 것이다.

특히, 도시하천 정비시 이미 오염되어 있는 하천을 정화하기 위하여 표 3.1과 같은 하천 정화 방법을 적극적으로 도입하는 것을 검토해 볼 필요가 있다.

표 3.1 하천정화 방법의 내용과 원리

정 화 방 법	내 용	원 리
접촉산화법	자갈등의 접촉체를 이용하여 하천수를 현장에서 직접 정화한다(하상재료의 변경도 포함).	생물(분해) 물리(여과, 침전)
박층류법	하천 폭을 확장하여 수심을 얕게 하는데, 물과 접촉하는 하상 면적을 크게 하면 하천의 정화능력을 증대시킬 수 있다.	생물(분해)
하상형태 변경에 의한 방법	여울을 감아 돌림으로써 생물의 서식환경을 복잡하게 하여 하천의 정화능력을 증대시킨다.	생물(분해) 물리(침전)
토양정화법	토양이 갖는 분해흡착능을 이용하는 방법으로, 트렌치 등을 이용하여 배수를 토양에 주입함으로써 하천수를 정화한다.	생물(분해) 물리(여과) 물리화학(흡착)
Living-filter 법	수생식물(갈대 등)이 번성하는 수로에 배수를 통하게 하여, 생물이 갖는 기능(분해, 흡수 등)과 침전작용을 이용한다.	생물(분해, 흡수) 물리(침전)
복류정화법	복류수를 펌프로 공급하여 하천수를 희석시키고, 하천수를 복류시켜 여과, 흡착 등의 효과를 이용한다.	물리(희석, 침전) 물리화학(흡착)
산화지·침투지법	연못에 배수를 체류시켜 생물학적 분해나 침전 등을 도모한다.	생물(분해) 물리(여과, 침전)
독을 이용한 방법	하도에 있는 독에서의 체류에 따른 침전효과를 이용한다.	물리(침전)
DCF법	하도에 투수성 직물을 설치하여, 여과, 침전효과를 이용한다.	물리(여과, 침전)
도수법(조석이용 방법도 포함)	오염된 하천에 깨끗한 물을 끌어들여 희석, 소류 등의 효과를 도모한다.	물리(희석, 소류)
여과법	여과장치를 이용하여 하천수를 직접 여과한다.	물리(여과)
폭기법	폭기장치를 이용하여 물리적으로 산소를 공급한다.	물리(폭기)
접촉탈인법	인광석, zeolite 등의 인흡착제를 이용하여 물리화학적으로 인을 제거한다.	물리화학(흡착)
유로전환법	하천에 유입하는 오염된 지천의 유로를 변경하여 유입하지 않도록 한다.	기타
생물체 치환법	수중의 오염물질을 식물에 흡수시켰다가 어류에 포식시켜 제거한다.	생물(분해, 흡수)

4. 일본의 도시하천관리

일본은 우리나라와 지리적으로 가까울 뿐만아니라 하천법과 같은 하천관련 법령이나 구조적 및 비구조적 체계가 우리와 가장 비슷하다고 할 수 있다. 따라서 일본도 우리와 비슷한 하천정비 및 관리방법을 이용하고 있었으나 동경올림픽을 계기로 환경미화의 차원에서 하천을 정비하였다. 그후 하천에 대한 인식이 변화되기 시작하였다. 이러한 경향은 특히 도시하천에서 두드러졌는데 생활수준의 향상과 함께 자연보전운동, 자연과의 공존을 위한 생활환경운동에서 시작되어 도시하천을 되살리기 위한 많은 정책적 배려를 하고 있다. 이에 따라서 도시하천의 환경적 기능을 강조한 하천환경관리계획을 수립하고 거점지역에 대해서는 집중적으로 시설을 도입하여 생활의 일부분이 되도록 정비해 왔다. 따라서 지역의 상징으로, 휴식공간으로, 어린이들의 학습장으로 이용하고, 무엇보다도 자연이 풍부하여 도시속에서 자연과 만날 수 있는 공간으로 정비해 왔다. 이러한 노력의 일환으로 역점적으로 실시하는 하천사업들과 동경도의 수변환경보전계획을 살펴보면 다음과 같다.

4.1 다자연형 하천정비

일본이 하천에서 가장 역점을 두고 있는 정책이 다자연형 하천정비이다. 과거 치수위주의 정비에서 하천의 환경기능을 강조하여 인간과 하천의 생태계가 공존할 수 있는 방향을 모색하여 유럽의 근자연형 하천정비기법을 도입한 것이다. 다자연형 하천정비기법은 하천시설물의 재료와 구조에서 가급적 자연재료를 이용하고, 구조는 자연의 생태계 및 경관을 고려하는 것이다. 따라서, 호안과 같은 시설물의 설치시에는 자연석이나 목재, 나무 및 자연재료를 주로 이용하였으나 지나치게 자연재료를 고집하는 경향이 있으며, 이는 오히려 자연스러움을 파괴하는 결과를 초래하여 인공재료를 이용하되 자연성을 회복할 수 있도록 강구하는 것이 과제로 대두되고 있다.

4.2 비오톱의 확산

기존의 하천정비 결과에서 가장 취약점으로 대두되는 하천 생태계에 대한 고려사항의 하나로 하천 및 물이 있는 공간에서 생태계를 복원하기 위한 비오톱(Biotope : 생태계 서식공간)을 조성하는 것이다.

비오톱은 소규모 생물단위의 서식장소를 일컫는데 작은 동물 및 조류, 곤충류(잠자리, 반딧불)등 지역주민들에게 친숙하고 지역의 특성에 적합한 복원대상을 선정하여 이들이 서식할 수 있는 환경을 조성하는 것이다. 이렇게 서식환경을 조성한다는 것은 대상 종의 생활사에 따

른 서식조건, 먹이연쇄등을 완전하게 파악하여야 한다. 하천은 공공용지로 주민들이 쉽게 접할 수 있으며, 생물종이 다양하여 비오수를 조성하기에 좋은 조건을 가지고 있다. 도시 소하천, 우수지 등 물이 있는 곳에 조성된 비오톱은 자연 생태계의 보전, 주민들에게 휴식장소 제공, 자연 관찰 및 놀이장소로 유용될 것이다.

4.3 휴식공간의 확보

하천은 하천만이 가지는 특징이 있다. 하천의 특징은 물과 녹음이 있고 개방된 탁트인 시야를 확보할 수 있는 공간이 있다는 것이다. 우리 인간은 과거 원시시대부터 식수를 구하기 쉬운 하천변에 정착하였고 산림속에서 수렵을 하면서 생활하였다.

따라서 인간이 등장하면서 현재까지도 하천은 주요 생활무대였고 이러한 환경에서 편안함을 느끼게 된다. 따라서 현재와 같이 급박한 도시에서는 하천변이 휴식을 취할 수 있는 주요한 장소가 될 수 있으므로 하천변을 휴식을 위한, 지역의 애향심을 고취시키는, 이웃과 만나 휴식을 취하면서 이야기를 나누는 그러한 공간으로 확보하여 정비하고 있다.

4.4 우수저류 침수시설의 보급

단지개발과 같은 대규모 단지를 개발할 때 이에 수반되는 홍수량의 증가에 대비하고 하천을 휴식장소로 개발하기 위하여 많이 이용되는 시설이다. 도시화에 수반되는 유역의 불투수층화를 방지하기 위해서 투수성 포장은 물론 우수를 지하에 침투시켜 평상시 하천유량을 확보하는 방법이다. 또한 이 시설의 일종으로 지하에 저류한 우수를 세차와 청소등 일상 생활의 물수요에 충당하기도 하고 하천으로 유출시켜 평상시 하천유량을 확보하는 수단으로 이용한다. 우수를 지하에 침투시키는 방법은 시설의 종류에 따라 다양하게 개발되어 있으며, 행정적 권장조치, 대량생산에 의한 비용절감 등과 같은 몇가지 사항과 기술적 한계를 보완한다면 홍수방어와 평시유량을 확보할 수 있는 효과적인 방법이다.

4.5 하천의 복원

도시내의 소하천을 복원하는 작업도 활발히 추진되고 있다. 도시 소하천의 건천화 방지를 위해 수량을 확보하는 사업을 활발히 벌이고 있다. 하천의 수량을 확보하는 방법으로 물이 없거나 오염이 심한 경우 타수계에서 도수하는 것이 가장 많이 이용되고 있으며, 하수종말 처리장에서 처리된 처리수를 상류로 도수하여 방류하는 방법도 이용된다. 그리고 보다 근본적인 방법으로 우수저류침투시설을 이용하여 유역특성을 자연과 같이 회복시켜 지하수가 용출하는

샘을 복원하고 이에 의하여 하천유량을 회복하는 방법도 활발하게 추진되고 있다.

4.6 동경도 수변환경보전계획

동경도(東京都)는 1993년 ‘동경도 수변환경보전계획-쾌적한 수변환경을 향해서’ 라는 계획을 수립하였다. 이 계획은 21세기를 대비한 장기 계획으로 쾌적한 수변환경의 보전·창출을 목적으로 수립된 것으로 수변의 바람직한 하천상을 만들기 위한 것이다. 수변의 바람직한 하천상으로는 깨끗한 물이 있는 수변, 녹음이 많고 수생생물이 번식하는 수변, 접촉할 수 있고 친밀한 수변으로 설정하고 구체적인 사업계획을 다음과 같이 제시하였다.

(1) 맑은 물 대책 : 오염발생원 대책과 하수도 정비, 자연정화기능의 활용촉진, 하천정화 시설의 설치, 도시공원의 수변재생, 오니준설, 환경용수 도입

(2) 물의 흐름 확보 : 수량의 파악, 샘의 보전과 회복, 환경용수의 도입, 물의 유효이용

① 샘의 보전과 회복 : 녹지보전, 도시공원 및 도로 등의 녹화, 투수성 포장, 유출억제형 하수도 설치, 우수의 지하침투 촉진, 용수로 부활, 하수처리수 이용, 천층지하수 이용, 우수의 유효이용

② 지하수위 확보 : 지하수 취수규제, 지하시설물 누수방지

(3) 주변생물 보전육성 : 서식실태의 파악, 서식환경으로 여울과 소 보전, 갈대밭 보전, 도시공원의 수변 재생, 도시하천에 물고기 방류

① 서식환경 개선 : 수질개선, 수량확보, 수변형태 개선, 용존산소 및 암모니아사 질소 대책, 샘의 보전과 회복, 어도의 개량, 하천변 녹화, 수체의 식생 보전

(4) 친수성 수변 조성 : 수변의 보전 및 정비, 친수간 구축, 물과 녹음의 네트워크 구축, 경관의 보전과 창조

① 수변의 보전 및 정비 : 환경사형 제방축조, 하상 및 호안 개선, 테라스, 계단조성

② 친수공간 : 수변정비, 물과 접촉할 수 있는 계류의 정비, 도시공원의 수변 재생

③ 하천경관 정비 및 청소

(5) 주민과의 협력관계 구축 : 수변환경정보 제공, 환경에 관한 학습기회 제공

① 수변환경정보 : 환경정보 관리시스템 확충, 팜프렛 작성

② 하천환경정보 학습센터 등의 설치, 환경관련 활동 지원, 수변의 자연관찰의 개최

이와같은 계획은 총론적으로 추진되는 내용으로 각 수계별로 수계의 특성을 살려 장기목표를 세우고 실천계획을 추진하고 있다. 이와 같이 도시내의 하천은 주민의 쾌적한 생활환경을 구성하는 주요 요소로 다양한 관리 및 복원계획을 수립하여 역점적으로 추진되고 있다.

5. 교량 설치 또는 하천복개에 따른 수리학적 영향

5.1 교량설치에 따른 수리학적 영향

하천을 복개하거나 교량을 설치하는 경우에는 상당한 량의 교각과 교대를 설치하게 된다. 이와 같은 교각과 교대 설치로 인한 수위상승 영향을 좀 더 이론적으로 검토하기 위하여 단일교각에 대한 수위변화를 검토하였다. 그림 5.1은 교각 통과시 상류와 하류간 수위 변화에 대한 여러 형태를 보여주고 있다. 그림 5.1에서 d_1 은 상류수심, d_2 는 교각 통과지점 수심, d_3 는 하류부 수심, d_c 는 상류 또는 하류부의 한계수심, d_{c2} 는 교각 통과지점에서의 한계수심을 나타내고 있다.

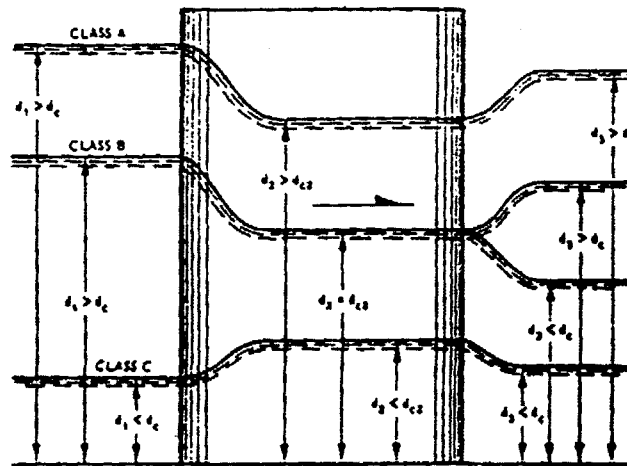


그림 5.1 교각 통과시의 상류와 하류간 수위 변화

그림 5.1에서 보는바와 같이 첫 번째 경우(class A)는 하천내 흐름이 상류일 경우인데 교각 설치지점에서 통수 단면적 감소로 인하여 수위가 저하되었다가 교각 설치지점 통과 후 다시 정상수위로 돌아오는 경우이다. 이 경우는 교각 설치지점이나 상, 하류 모두 상류흐름이고 교각 설치로 인하여 상류와 하류간 수위차 Δh 가 발생한다. 두 번째 경우(class B)는 교각설치지점 통과시 한계류인 경우인데 이 경우에는 교각 설치지점 상류부는 상류흐름을 하류부는 상류흐름 또는 사류흐름을 유지하는데 이 경우 역시 상, 하류간 교각 설치로 인하여 수위차가 발생한다. 세 번째 경우(class C)는 하천내 흐름이 사류인 경우인데 이 경우에는 교각 설치로 인하여 수위가 오히려 상승하였다가 하류부에서 다시 하강하게 된다. 그러나, 이 경우에는 교

각 설치로 인한 에너지 손실량 ΔE 때문에 하류수위가 상류부 수위보다 오히려 높아지게 된다.

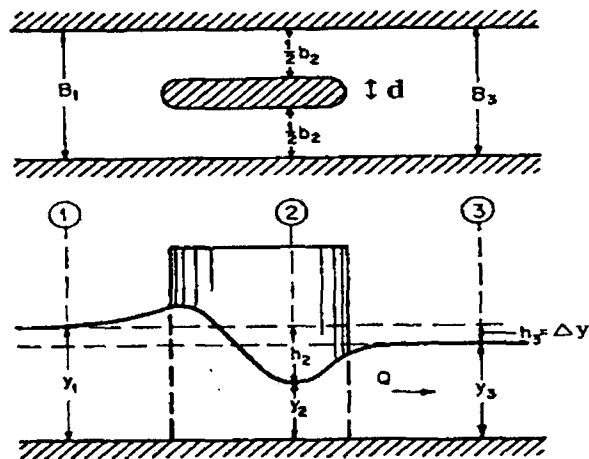


그림 5.2 단일교각 주위에서의 D'Aubuisson의 가정

D'Aubuisson은 그림 5.2와 같이 교각 설치에 따른 상, 하류간의 에너지 관계를 이용하여 교각설치시 상승되는 수면고를 계산하였다. 교각 설치전 상류지점과 교각설치 지점에서의 에너지 관계식은 아래식과 같다.

$$\alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} + y_1 = \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} + y_2 + h_f \quad (5.1)$$

여기서 에너지 보정계수 α_1 및 α_2 를 1.0이라 가정하고 마찰손실수두 h_f 를 0이라고 가정하고 $V_2 = (Q/k_A)b_2y_2$ 라 하면(K_A 는 축소손실계수), 위의 식은 아래와 같이 정리된다.

$$Q = K_A b_2 y_2 V_2 = K_A b_2 y_2 \sqrt{2g\Delta y + V_1^2} \quad (5.2)$$

여기서 $b_2 = B_3 - nd$ (d 는 교각폭)로서 횡단면의 차단면적을 제외한 순 통수단면의 폭이며, D'Aubuisson 공식은 다음과 같다.

$$Q = K_A b_2 y_3 \sqrt{2g\Delta y + V_1^2} \quad (5.3)$$

위의 식은 수면 상승고 Δy 의 항으로 정리하면

$$\Delta y = \frac{V_3^2}{2gK_A^2} \left(\frac{B_3^2}{b_2^2} - 1 \right) \quad (5.4)$$

여기서 K_A 는 수로의 축소정도와 장애물의 형상 및 방향에 좌우된다. $y_2 = y_3$ 라는 가정은 그림 5.2에서 수심 $h_2 = h_3$ 임을 뜻하며, 따라서 배수비는 1.0이 된다. 물론 이것은 항상 사실인 것은 아니지만 많은 경우에 y_2 와 y_3 는 차이가 없다. 이런 이유로 D'Aubuisson 공식은 경험적이며 근사적이라 볼 수 있다. D'Aubuisson 공식을 무차원화 시키면 아래와 같다.

$$\frac{\Delta y}{y_3} = 0.5[Fr_3/K_A]^2 [(B_3/b_2)^2 - 1] \quad (5.5)$$

위의 식을 이용하여 Δy 값을 구하여 하천내 교각 설치로 인한 수위영향을 계산할 수 있다.

5.2 하천복개시 교각군에 의한 수리학적 영향

위에서 하나의 교각설치에 따른 수위 상승에 관한 영향을 검토하였다. 그러나, 하천 복개시에는 설치되는 교각이 하나가 아니라 복개 길이에 따라 수심 및 수백개가 연이어 설치된다. 이와 같이 설치된 교각군은 복개 상류부에 단일교각 설치에 따른 영향과는 다른 영향을 미치게 된다. 즉, 복개시 교각사이의 거리가 상당히 좁기 때문에 수위에 대하여 각각의 교각이 단일 교각으로 영향을 미치기보다는 교각상호간의 간섭현상이 있게 된다. 교각군에 의한 수위 영향은 크게 흐름특성과 교각 및 지형적 특성에 따라 영향을 받는 것으로 판단되며 흐름특성으로는 수심, 유속, 중력가속도등의 인자가, 교각 및 지형적 특성으로는 하천 폭, 하상경사, 교각의 크기, 횡단면당 교각의 수, 교각 단면간 간격, 복개구간의 길이 등이다. 윤용남(1995)은 이와 같은 인자들을 무차원화하여 각각의 인자에 의한 수위영향을 검토하였다. 그림 5.3은 하천 복개시 교각군에 의하여 전형적으로 발생하는 수위 상승 상태를 보여주고 있다.

그림 5.3에서 보는 바와같이 교각이 하나 있을 때와는 달리 교각의 수가 증가할수록 상호작용을 미치게 된다. 그림 5.3에서 표현된 교각의 직경(d), 복개 구간의 길이(LP), 교각 단면간 간격(SPL)등이 수위상승에 영향을 미치는 주요한 인자가 된다. 그림 5.4는 교각의 수(NPL) 증가에 따른 실험결과와 D'Aubuisson 공식을 적용한 결과와의 비를 보여주고 있다(윤용남(1995)).

D'Aubuisson 공식을 적용하여 교각증가에 따른 수위상승 해석은 단일 교각에 의한 수위 상승치에 연이은 다음 교각에서는 유속 감소에 의한 Froude수 감소 효과를 고려하여 공식을 적용하고 상류수위 상승량을 구하여 상류 각 지점에서 구한 수위 상승량을 누가함으로써 홍수위 상승량을 구하게 된다.

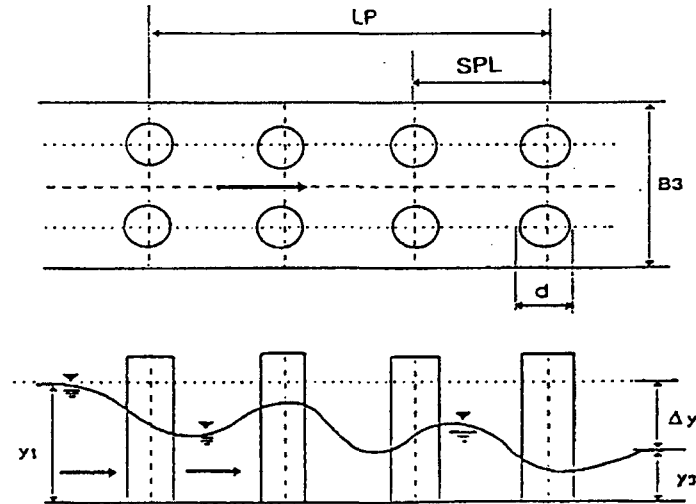


그림 5.3 하천 복개시 교각군에 의한 상류부 수면 상승 현상

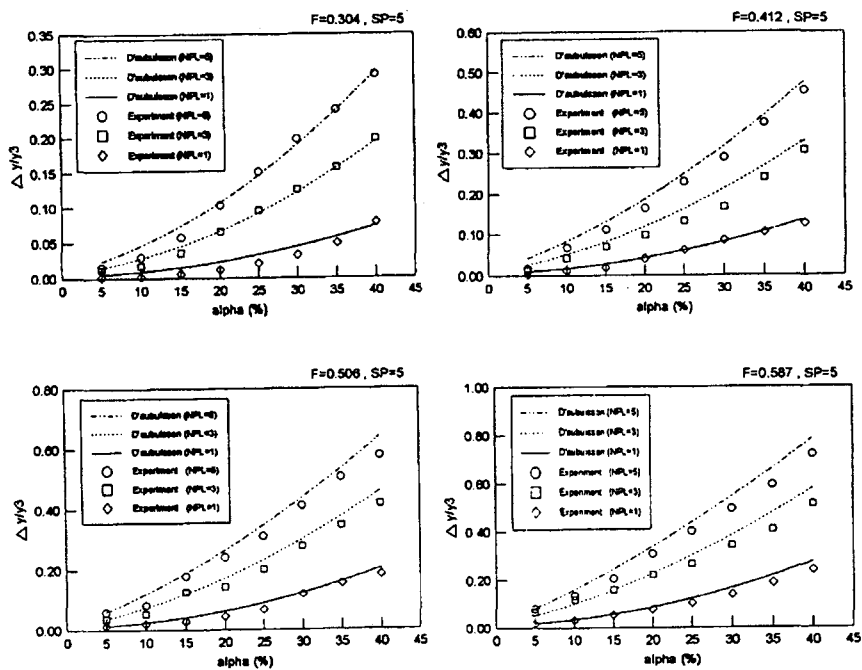


그림 5.4 교각의 수 증가에 따른 상류부 수위 상승

윤용남(1995)은 이와 같은 실험결과를 바탕으로 종방향 교각 설치에 따른 수위 상승량 공식을 아래와 같이 제안하였다.

$$\frac{\Delta y}{y_3} = 0.00241\alpha^{1.452}Fr^{2.056}NPL^{0.880}SP^{0.204} \quad (5.6)$$

여기서 Δy = 수면상승량, y_3 = 하천 복개 하류 단면에서의 수심, α = 횡방향 흐름 차단율, Fr = Froude의 수, NPL = 종방향 교각 단면의 수이며, SP = 단위 교각 간격이다.

위의 식에서 보는바와 같이 교각군에 의한 수위 상승효과는 Froude 수가 증가하거나 하천 횡방향 차단율이 증가할수록 민감하고, 그 다음으로 교각의 수가 증가할수록 수위상승 효과가 크게 나타난다. 위의 식은 아직까지는 실험결과에 의한 식이며 하천복개의 여러 유형에 대한 폭넓은 검증 절차만 거치면 하천복개시 교각군에 의한 수위 상승량 계산에 유용하게 사용될 것으로 판단된다.

5.3 홍수시 교각 여유고에 대한 수리학적 검토

교각이 대부분 제방과 연결되어 설치되어 있어 교각의 홍수시 여유고는 제방의 여유고를 따라가게 된다. 미개척국(1952)에서는 유량에 따른 계수와 수심에 따라 여유고를 산정할 수 있는 공식을 제시하고 유량과 여유고와의 관계 곡선을 제시하였으며, Chow(1959)는 통상적으로 수로 설계시 수심의 5~30%의 범위에서 여유고를 결정하는 것이 바람직하다고 하였으며 여유고의 범위에 있어서 0.3~1.2 m까지 여유고가 변화하고 여유고가 수로의 크기, 유속, 수면의 변화, 토양의 상태등에 따라 좌우된다고 하였다. 국내의 경우 하천설계 기준에서 표 5.1과 같이 여유고를 규정하고 있다.

표 5.1 유량에 따른 여유고의 크기변화

단위 :m³/sec

유 량	500~2,000	2,000~5,000	5,000~10,000	10,000 이상
여유고(m)	1.0	1.2	1.5	2.0

이와 같은 여유고는 홍수시 떠내려 오는 부유잡목이 교각에 걸리는 비율이 증가할 때 부족하게 되는데 인천대학교 실험실에서의 실험결과는 그림 5.5~5.8과 같다.

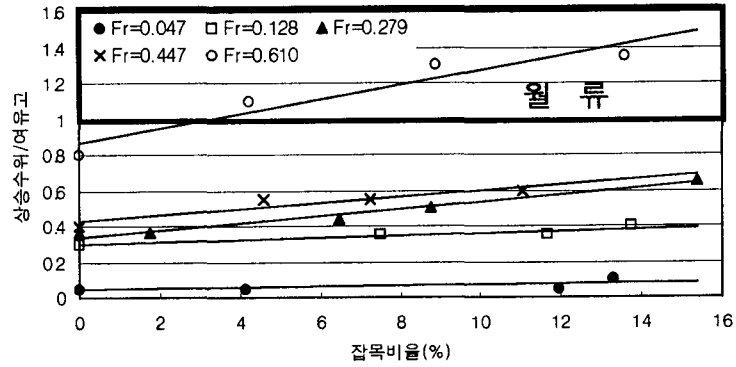


그림 5.5 여유고에 따른 유량별 수위상승(500 m³/s인 경우)

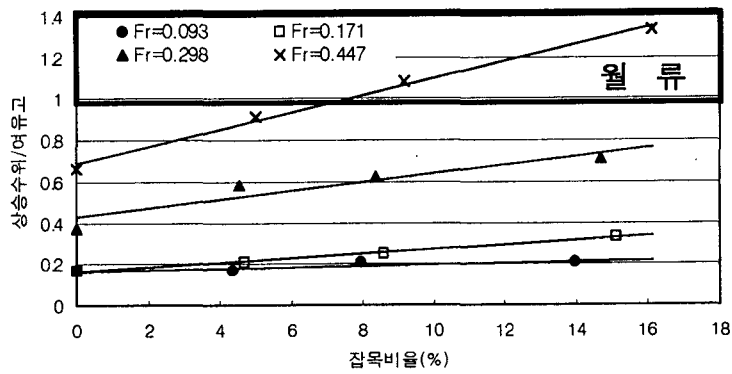


그림 5.6 여유고에 따른 유량별 수위상승(2,000 m³/s인 경우)

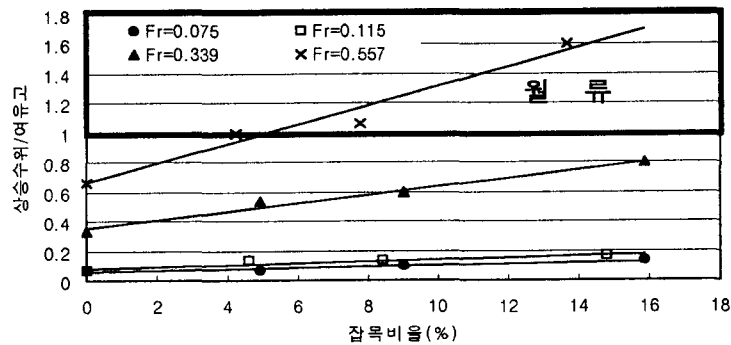


그림 5.7 여유고에 따른 유량별 수위상승(5,000 m³/s인 경우)

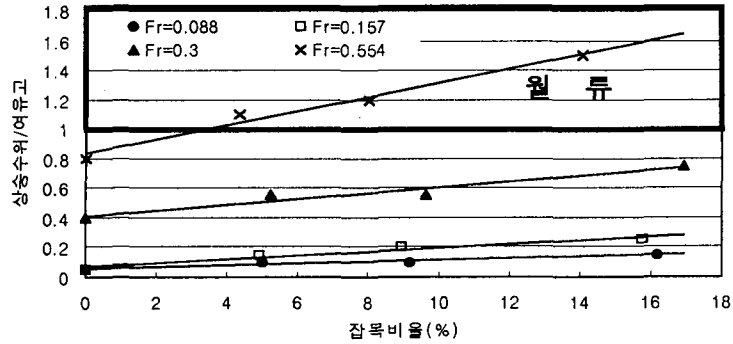


그림 5.8 여유고에 따른 유량별 수위상승(10,000 m³/s인 경우)

그림 5.5~5.8는 각 유량에 있어서 부유잡목 비율이 증가함에 따라 상승되는 수위의 크기를 보여주고 있으며 굵은선 안의 경우 하천시설기준에서 제안된 여유고 이상의 수위상승을 보여주고 있다. 그림에서 공히 보여주는 바와 같이 잡목비율이 증가됨에 따라 수위상승이 크고 Froude 수가 클수록 작은 잡목비율에서도 수위상승량이 하천시설기준에서 제안된 양을 초과하고 있다.

6. 제방설치의 문제점

6.1 강우량 자료의 신뢰성 부족

하천내 제방설계를 위하여는 확률빈도 강우량을 산정하는 것은 필수적이다. 그러나, 20년 빈도의 확률강우량이라든가 100년 빈도의 확률강우량은 어느 공식에 의하여 단순하게 계산된 다기 보다는 과거의 강우량 자료를 수집하고 확률적인 해석을 실시하여 20년 또는 100년만에 1번씩 나타나는 강우량을 산정하게 된다. 만약 이때 과거 강우량 자료의 신뢰성이 부족한 경우 확률빈도 강우량에 신뢰성이 부족한 것은 당연하다 하겠다. 우리나라의 경우 1일 최대강우량은 1년(365일) 동안 자정부터 다음날 자정까지, 9시부터 다음날 9시까지 또는 10시부터 다음날 10시까지 등 일정한 시간 간격을 두고 관측한 강우량 자료 중 가장 큰 자료를 1일 최대강우량으로 산정하고 있으나, 실제로의 1일 최대강우량이란 일정한 시간 사이의 최대 강우량이 아니라 임의의 하루 중 가장 큰 강우량을 의미한다. 따라서, 그 동안 사용되던 각종 강우량 자료는 실제 임의의 시간 사이의 자료에 비해 상당한 차이가 발생하게되고 이 자료를 설계나 빈도해석시 사용하면 확률빈도 강우량이 적게 추정될 수 밖에 없다. 1998년도 강화도의 경우, 1일 최대 강우량이 619.5mm에 이르나 기상연보 자료상으로는 481.0mm에 지나지 않고 있어 이를 이용해서 계산된 확률강우량이 실제 자료를 이용하여 산정한 확률 강우량보다는 과소 추정되고 있다고 할 수 있다.

또한, 최근의 경우 강우는 시, 공간적 변화가 심한 이동강우(moving-storm)의 특성이 있으나, 강우량 자료를 측정하는 위치가 한정되어 있어 이를 제대로 반영하지 못하고 있다. 대개의 경우 자료측정위치 부근에서의 강우량 자료는 신뢰성이 높으나, 자료 측정지점에서 멀리 떨어질 수록 실제의 강우와 다른 강우자료가 그 지점 확률강우 분석 자료로 사용되고 있다.

6.2 제방 여유고 및 둑마루 폭의 미확보

제방은 홍수에 의한 하천 범람을 막을 목적으로 하천을 따라 토사등으로 축조하고 있으며, 제방높이나 둑마루 폭은 그림 6.1과 같은 과정을 통하여 결정된다. 하천시설기준에서는 여유고를 설계홍수량에 따라 표 6.1과 같이 제안하고 있다. 이와 같은 여유고는 계획홍수량을 안전하게 소통시키기 위하여 하천에서 발생할 수 있는 여러 가지 불확실한 요소들에 대한 안전값으로 주어지는 것이므로 보다 높은 수위상승이 예상되는 곳에서는 더 큰 여유고를 감안하도록 하나 표 6.1에서 보는 바와 같이 대부분의 하천이 상류부의 조건보다는 단순히 설계유량에 의한 최소 여유고를 적용하거나 일부는 최소 여유고에도 미치지 못하고 있다.

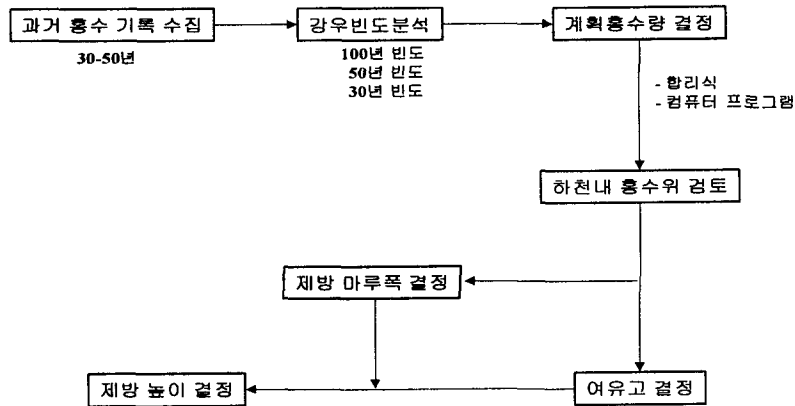


그림 6.1 제방높이 및 둑마루 꼭 결정과정

표 6.1 계획 홍수량에 따른 여유고

계획홍수량(m ³ /sec)	여유고(m)	계획홍수량(m ³ /sec)	여유고(m)
200미만	0.6이상	2,000~5,000	1.2이상
200~500	0.8이상	5,000~10,000	1.5이상
500~2,000	1.0이상	10,000이상	2.0이상

특히나, 이와같은 여유고는 유지관리가 소홀하기 쉬운 소하천의 경우 보다 세심하게 적용되어야 하지만 실제로는 여유고를 제대로 적용하지 못하여 상하류로부터의 잠목 등이 떠내려와 하천 구조물에 영향을 줄뿐만 아니라 수위 상승을 가져와 홍수피해를 가중시키고 있다. 각종 홍수의 경우, 상류부의 저수지 붕괴나 범람이 하류피해를 크게 가중시키고 심지어는 5m의 하천 폭이 4~5배로 증가한 경우도 있는 것을 감안할 때 상류부에 저수지가 있는 경우 여유고 적용에 보다 세심한 적용이 요망된다. 제방의 둑마루 꼭은 하천시설기준에서 표 6.3과 같이 확보하도록 하고 있으나 많은 소하천의 경우 표 6.4에 나타난 바와 같이 이를 지키지 못하고 있다.

이와 같이 제방의 둑마루 꼭이 제대로 확보되지 않을 경우에는, 제방의 유지관리가 제대로 이루어지지 않는 경우나 상류부로부터의 잠목유입, 하상의 세굴등에 의하여 제방 안정성에 영향을 받게 된다. 이와 같은 제방 안정성이 유지되지 못할 때 이상 홍수가 발생할 경우 제방이 붕괴되고 하천이 범람하여 피해를 가중시키게 된다.

표 6.2 최근 국내 하천정비 계획 중 여유고 적용사례(직할하천)

하천명	계획홍수량 (m ³ /sec)	여유고(m)	하천명	계획홍수량 (m ³ /sec)	여유고(m)
금강	11,300	1.8	밀양강	4,575	1.2
금강	11,300	1.5(상), 1.8(하)	남강	5,450	1.2
낙동강	16,600	2.0	낙동강	14,820	2.0
남강	3,700	1.8	남한강	13,085	1.5
밀양강	3,600	1.8	섬강	5,430	1.2
양산천	1,900	1.5	달천	3,530	1.2
낙동강	16,960	2.0	문산천	1,470	4.0
양산천	1,270	1.0	경안천	2,390	1.0

표 6.3 계획 홍수량에 따른 제방의 마루폭

계획홍수량(m ³ /sec)	독마루폭(m)	계획홍수량(m ³ /sec)	독마루폭(m)
300미만	3 이상	5,000~10,000	6 이상
300~2,000	4 이상	10,000 이상	7 이상
2,000~5,000	5 이상		

표 6.2.4 국내 소하천의 독마루 폭

하천명	계획홍수량 (m ³ /sec)	독마루폭(m)	하천명	계획홍수량 (m ³ /sec)	독마루폭(m)
창곡천	106.0	1.7, 2.8	새마을천	41.0	1.2
북우천	51.0	1.6, 2.0	성내미천	32.0	-
심곡천	37.0	1.2	백현1천	37.0	2.1
등자천	33.0	2.4, 1.4	백현2천	12.0	2.0
상접천	138.0	-	섯골천	66.0	1.8, 1.0
시흥천	60.0	1.1, 1.8	오물천	23.0	1.8
외동천	78.0	1.6, 2.2	궁내천	52.0	-
금토천	95.0	-	동막1천	32.0	1.2, 4.4
공단천	48.0	-	동막4천	11.0	1.7, 2.2
보통골천	15.0	-	운중3천	18.0	-
갈현천	92.0	-	하산천	39.0	1.2
도촌천	57.0	3.8	대압1천	71.0	1.4
이매1천	7.0	4.4, 4.8	대압2천	12.0	1.4
이매2천	27.0	-	석운천	71.0	2.6, 2.2, 1.8
통도골천	28.0	2.1, 0.6, 3.2	되둔리천	38.0	-
중간말천	25.0	2.6, 3.2	발화산리천	56.0	2.0, 2.2, 1.1, 4.6
장토리천	21.0	1.2			

7. 하천정비 및 하천 장애물 설치 방향

앞에서 도시하천의 특성과 문제점을 살펴보고 이와 같은 도시하천의 문제점을 해결하기 위한 올바른 정비방향을 이수적인 측면, 치수적인 측면, 친수적인 측면, 환경적인 측면에서 나타내었으며 이때 설치되는 하천장애물에 대하여 각각 살펴보았다. 그러나, 이와 같은 네가지 측면에서 도시하천 장애물 설치방향에 대하여 살펴보았지만 향후 하천정비는 네가지가 함께 고려되어야만 하천의 역할을 제대로 할 수 있다. 이와 같은 하천구조물은 단순히 설치되는 것에 그치는 것이 아니라 설치되는 경우 하천흐름에 영향을 주게 되므로 이를 적절히 고려하여야 할 것이다. 본 연구에서는 교량이나 하천복개시의 교각설치에 따른 수위상승 효과와 홍수시 교각에 걸리는 잡목비율에 따라 수위를 크게 상승시키고 때로는 하천시설기준에서 제시한 여유고를 초과하므로 하천 정비시에는 상류부에서 잡목이 홍수시 많이 떠내려오는 경우를 검토하고 이와 같은 경우에는 교량의 여유고가 증가되어야 할 것이다.

또한, 하천제방 설계시 제방의 여유고와 둑마루 폭을 허용 여유고 및 소요 둑마루 폭 이상 확보하도록 할뿐만 아니라 홍수 시 상류로부터의 유입되는 물질을 감안하고 상류부에 저수지가 설치되어 있는 경우 이를 감안하여 여유고나 둑마루 폭의 증가가 요망된다. 특히, 유지관리가 소홀할 수 있는 소하천의 경우에는 보다 세심한 적용이 요망되며, 제방을 가로지르는 하천 장애물을 설치하는 경우 이에 대한 검토가 필수적으로 이루어지도록 하여야 한다. 구조물 설치에 따른 구체적인 고려사항은 다음과 같다.

- (1) 하천제방 설계시 제방의 여유고와 둑마루 폭을 허용 여유고 및 소요 둑마루 폭 이상 확보하도록 할 뿐만 아니라 홍수시 상류로부터의 유입량을 감안하여 여유고나 둑마루 폭의 증가가 요망된다. 특히, 유지관리가 소홀할 수 있는 중, 소하천의 경우에는 보다 세심한 적용이 요망되며, 제방을 가로지르는 하천 장애물을 설치하는 경우 이에 대한 검토가 필수적으로 이루어지도록 하여야 한다.
- (2) 교량의 설치방향 : 교량이 연결 도로의 방향만을 고려하여 흐름에 직각방향이 아닌 경사를 이루어 설치함으로써 유수 소통에 지장을 초래하므로 하천의 흐름을 고려하여 설치방향을 결정하여야 한다.
- (3) 교각의 형상 : 흐름의 저항이 큰 사각형 교각 등을 설치함으로써 소통능력을 저하시키므로 원형교각등 흐름저항이 상대적으로 작고 교각이 흐름방향에 큰 영향을 받지 않는 형태의 교각으로 계획하여야 한다.
- (4) 교각 상판의 높이 : 계획 홍수위 이하로 설치될 경우 큰 배수효과를 발생하므로 계획 홍수위 및 여유고를 고려하여 높이를 결정하여야 한다. 중량천의 횡단교량이 이 경우에 해당하며, 홍수위가 교량상판의 높이를 초과함으로써 상류단 배수위가 급격히 상승하여

제방을 월류하는 피해를 입게 되었다.

- (5) 교량의 형식 : 다경간 압거형 교량 등 경제성만을 고려하여 교량의 형식을 결정함으로써, 각종 부유물의 축적등에 의한 통수능 저하를 초래하므로 가능한 한 교각의 수가 적은 교량 형식을 선정하여야 한다.
- (6) 교량에 가설되는 시설물 : 하천을 횡단하는 각종 통신 및 전기설비나 상수도관로 등이 교량상판의 하단부에 설치됨으로써 계획홍수위에 대한 여유고 부족으로 급격한 배수위 또는 시설물이 유실되기도 하므로 이에 대한 설치시 이에 대하여 고려하여야 한다.
- (7) 하천 종단 교량은 하천단면을 크게 잠식하고 홍수위의 증가와 더불어 하천·도시 경관을 저해하므로 반드시 지양하여야 한다.
- (8) 교량은 하천공간과의 조화를 이루는 구조형식으로서 원활한 홍수소통에 지장이 없어야 함은 물론이러니와 설치지역의 풍랑, 환경, 미관 및 문화에 상응하는 조형물로 설계되어야 한다.

참고문헌

- 건설부 (1988). 방재종합대책 중장기 계획 조사보고서(5권).
- 건설부 (1993). 하천시설기준.
- 건설부 (1994). 하천시설공사 표준시방서.
- 한국수자원학회 (1999). '98 수해백서. 서울특별시.
- 심재현 (1999). “우수 유출 억제시설 설치에 의한 재해경감 효과.” 방재연구, 제1권, 제1호, pp. 33-40.
- 윤용남 (1995). “도시하천의 복개로 인한 배수영향의 실험적 및 해석적 연구.” 연구보고서, 한국과학재단.
- 이진원 (1996). “외국의 도시하천관리.” 한국수자원학회지, 제29권, 제1호, pp. 39-46.
- 이원환 (1994). 하천계획관리론.
- 최계운 (1996). “도시하천 복개에 따른 수리학적 영향.” 한국수자원학회지, 제29권, 제1호, pp. 17-26.
- 최계운, 서정규 (1999). “98 강화도 홍수와 하천제방 설계.” 방재행정세미나, 행정자치부 국립방재연구소, pp. 91-112.
- Chow, V.T. (1959). *Open-channel hydraulics*. McGraw-Hill.
- French, R.H. (1985). *Open-channel hydraulics*. McGraw-Hill.
- Jansen, P.P., Bendegom, L.V., Vries, M., and Zanen, A. (1979). *Principles of river engineering*. Pitman.
- Richardson, E.V., Simons, D.B., and Julien, P.Y. (1987). *Highways in the river environmental*. FHWA.