

하천 수목 식재 기준 수립을 위한 국내외 수목 식재 기준 비교 분석

이동섭, 이두한, 김승기
 한국건설기술연구원 수자원하천연구본부
 e-mail:dsrhee@kict.re.kr

Comparison and analysis of domestic and foreign tree planting standards to establish river tree planting standards

Dong Sop Rhee, Du Han Lee, Seung Ki Kim
 Dept. of Hydro Science and Engineering Research, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology

요약

하천 수목은 하천 생태계의 기반으로 매우 중요한 의미를 가지나 홍수시에 수위 상승과 제방 불안정성을 유발하기도 한다. 하천 수목 식재는 과거에는 제방 등의 안정성을 고려하여 엄격하게 금지하였으나 최근에는 하천 환경 및 생태계를 고려한 재검토가 필요한 시점이다. 앞서 살펴본 것과 같이 국내 및 해외 주요국의 수목관리원칙은 하천의 안정성에 영향을 미치지 않는 경우에 허용한다는 공통점을 보여준다. 그러나 수목이 하천의 안정성에 미치는 영향은 대부분 불명확하다는 것이 문제이다. 또한 수종 및 세부적인 위치에 따라 그 영향도 크게 달라질 것으로 예상된다. 그러므로 이를 명확히 하기 위해서는 수목의 영향을 규명하고 정량화하기 위한 추가적인 조사 및 연구가 필요하다.

1. 서론

하천 수목은 하천 생태계의 기반으로 매우 중요한 의미를 가지나 홍수시에 수위 상승과 제방 불안정성을 유발하기도 한다. 우리나라를 포함하여 미국, 일본, 유럽 등 주요 국가는 전통적으로 하천 내 수목에 대한 엄격한 기준을 적용하여 왔다. 그러나 최근에는 하천 환경 및 하천 생태계의 중요성이 강조되면서 하천 수목 기준에 대해 다양한 검토를 진행 중이다.

수목이 홍수시에 하천에 미치는 영향은 수위 상승과 제방을 비롯한 하천시설물의 안정성이다. 국내에서는 수위와 안정성에 영향이 없는 경우의 하천 내 수목은 허용하고 있으나 제방의 수목은 금지하고 있다.

본 연구에서는 제방을 중심으로 수목 식재에 대한 해외 사례를 비교·분석하여 제방 수목 식재의 방향성을 제시하고자 한다.

2. 하천 수목 영향 검토

우리나라는 ‘나무심기 및 관리에 관한 기준’[1]에 따라 하천 내 수목 식재 및 관리가 이루어지고 있으며 각 국에서는 자국 내의 사정에 따라 다양한 기준을 적용하고 있다. 일례로 미국에서는 미공병단의 수목 관

리 기준[2]이 주요 기준이며 일본에서는 건설성의 기준[3]에 따라 관리가 이루어 진다.

CIRIA[4]에 의하면 수목에 의한 하천 피해의 유형은 유수에 의한 수목전도, 뿌리침투, 풍하중 등에 의한 전도, 세굴, 동물의 굴파기, 풀생장 방해, 호안 피해 등의 요소로 구분된다(표 1).

표 1. 수목피해 유형 및 피해과정[4]

수목피해 유형	피해과정
유수에 의한 수목전도	• 제체의 유실과 이로 인한 세굴피해
뿌리침투	• 뿌리(특히 고사한 뿌리)에 의한 흙투수성 변화 또는 뿌리를 따른 침투흐름의 집중 발생
수목 자중과 풍하중에 의한 전도	• 제체의 유실에 따른 비탈면경사 변화
세굴	• 수목주변부 및 율류에 의한 흐름 집중과 와류발생
동물의 굴파기	• 수목에 의한 천공동물 유인효과
풀생장 방해	• 수목의 햇빛차단, 영양분과 수분 흡수, 유해한 화학성분 배출 등으로 초본의 생장과 활착을 방해하여 제방표면에 나지노출
호안피해	• 뿌리와 줄기 생장에 의한 호안재료의 변형발생 및 연결성약화

또한 제방 등의 안전성에 영향을 미치는 수목의 영향 인자는 뿌리구조, 뿌리강도, 뿌리부식, 수목에 의한 침식, 수목전도, 천공동물, 침투/파이핑 등으로 제시되는데 이는 수종 및 하천 상의 위치에 따라 영향 정도가 달라지게 된다(표 2).

표 2. 수목의 안정성 영향 인자[4]

수목 영향 인자	특성
뿌리 구조	<ul style="list-style-type: none"> • 침투와 수목전도와 직접 관련 • 수종에 따라 형태, 패턴, 밀도, 깊이/반경이 다양 • 예: 미루나무는 뿌리가 넓게 발달, 자갈/모래에서는 뿌리깊이가 깊고 밀도가 낮으며 직경은 크게 발달
뿌리 강도	<ul style="list-style-type: none"> • 뿌리의 인장강도와 휨강도는 수목전도와 직접 관련됨 • 뿌리직경 별로 유사한 인장강도와 휨강도를 나타냄 • 직경이 크면 인장강도는 작고 휨강도는 높음
뿌리 부식	<ul style="list-style-type: none"> • 고사목의 뿌리부식으로 제방 등의 공동 형성 • 수종, 뿌리직경, 토질에 영향을 받음 • 뿌리직경이 작고 점토질 흙에서는 뿌리부식에 의한 공동 형성 가능성이 높음
수목에 의한 침식	<ul style="list-style-type: none"> • 수목의 침식 악화 또는 완화 여부는 아직까지 불명확 • 침식 악화 가능성 - 줄기에 의한 흐름 집중과 수목에 의한 초본 성장 방해로 침식 악화 • 침식 완화 가능성 - 수목에 의한 유속 감세로 침식 완화
수목 전도	<ul style="list-style-type: none"> • 수목 전도에 의해 제방 등의 불안정 초래 가능 • 전도 저항력은 수목 크기에 비례 • 소형 수목은 전도시에 제방 안정성에 미치는 영향 미비 • 위험 사례- 대형 수목이 제방 독마루나 비탈면에 고립된 형태로 식재된 경우
천공 동물	<ul style="list-style-type: none"> • 수목과 동물 종류에 따라 천공동물 서식 환경이 조성됨 • 과일, 견과류 등의 수종은 천공동물 서식 유도 • 낙엽, 토질, 포장 등에 따라 서식 여부 영향
침투/파이핑	<ul style="list-style-type: none"> • 뿌리 성장 정도, 뿌리고사, 천공동물 등에 크게 영향을 받음 • 수종에 따라 침투/파이핑의 영향은 제한적으로 나타남

3. 수목 식재 기준 비교

대부분의 나라에서 제방 자체는 초본의 피복만 허용하지만, 제방부근 일정구역에서 제방의 안정성이 확보되는 경우에 수목도 허용한다. 구체적으로, 제체의 단면적이 충분히 넓거나 차수벽이 설치된 경우, 또는 피복된 제방이 아닌 홍수벽과 같은 인공구조의 제방인 경우 제체 주변의 수목이 허용된다. 미국에서는 제체 끝단에서 폭 4.6 m 이내는 수목생장을 허용하지 않는 구간으로 설정하고 있으며, 네덜란드에서도 제체의 일정 폭 이내를 코어 존으로 설정하여 수목을 허용하지 않는다. 그러나 그 외 지역에서는 제방안정성이 확보되는 경우 수목생장을 허용하기도 한다.

일본의 경우에도 제체에 영향을 주는 식재는 원칙

적으로 금지한다. 굴입하도, 제방도로, 제방 뒷비탈 측단에서는 뿌리가 제체에 영향을 주지 않는 범위에서 수목을 허용한다. 고수부지의 식재에서도 수종에 따라 제방과 일정한 이격거리를 두고 있다.

우리나라에서는 예외적인 경우를 제외하고 제방 앞비탈과 뒷비탈의 수목식재를 금지하고 있다. 비탈면 경사 1:3 이상의 완경사 제방, 계획홍수위 이상인 비탈면, 뒷비탈의 접근도로 등에 제한적으로 식재를 허용하며 이 경우에도 뿌리가 제체에 깊게 침입하지 못하도록 하고 있다. 그 외 제방인근 지역은 홍수위 상승과 제체 안정성 등의 치수상 문제를 검토하여 수목식재를 허용하고 있다.

4. 결론

하천 수목 식재는 과거에는 제방 등의 안정성을 고려하여 엄격하게 금지하였으나 최근에는 하천 환경 및 생태계를 고려한 재검토가 필요한 시점이다. 앞서 살펴본 것과 같이 국내 및 해외 주요국의 수목관리원칙은 하천의 안정성에 영향을 미치지 않는 경우에 허용한다는 공통점을 보여준다. 그러나 수목이 하천의 안정성에 미치는 영향은 대부분 불명확하다는 것이 문제이다. 또한 수종 및 세부적인 위치에 따라 그 영향도 크게 달라질 것으로 예상된다. 그러므로 이를 명확히 하기 위해서는 수목의 영향을 규명하고 정량화하기 위한 추가적인 조사 및 연구가 필요하다.

감사의 글

본 연구는 환경부 재원으로 환경시설 재난재해 대응기술개발사업의 지원을 받아 연구되었습니다. 이에 감사드립니다. (2022002850001).

참고문헌

[1] 건설교통부, 2007. 나무심기 및 관리에 관한 기준.
 [2] USACE. 2009. Guidelines for landscape planting and vegetation management at levees, flood walls, embankment dams, and appurtenant structures. Engineering Technical Letter, TTL 1110-2-571, US Army Corps of Engineers.
 [3] 建設省. 1998. 河川区域内における樹木の伐採・植樹基準について.
 [4] CIRIA. 2013. The International Levee Handbook. London.