

제 5 장 하도계획

제 5 장 하 도 계 획

제 1 절 하도계획

1.1 하도의 정의 및 기능

1.1.1 하도의 정의

하도는 하천의 유수가 소통되는 토지공간을 말하며, 통상 제방 또는 하안과 하상으로서 둘러싸인 부분을 가리킨다. 이 하도의 계획은 계획홍수량을 소통 시키기에 충분한 단면과 평면형상을 갖도록 하는 것이 기본이지만, 하천유량이 수시로 변화하고 또한 유수에 따른 유송토사 등의 발생에 대해서 안정된 하상을 유지하도록 계획되어야 한다.

1.1.2 하도의 기능

하도계획의 수립에 있어서도 그 기능이 충분히 확보되도록 함은 물론 하도 이용도를 증진하고 자연환경을 보전하며, 하천 인접지역의 토지를 효율적으로 이용할 수 있도록 할 뿐만 아니라 유역의 지역주민과 하도연안의 시민이 하천을 이용하여 건전한 휴식과 국민정서를 함양하고 수변문화를 창출할 수 있는 친수기능을 갖출 수 있도록 계획되어야 한다.

1.2 하도계획의 기본절차

1.2.1 하도계획은 계획홍수량을 안전하게 유하시키고 홍수류에 의한 하상변동에 대비하여 안정된 하상이 유지되도록 하도의 평면, 종단 및 횡단면 계획을 위한 기본조사와 하도의 수문·수리해석을 거친 후 다음과 같은 순서에 따라 하도계획을 실시한다.

1. 하도계획구간의 설정
2. 계획홍수량 및 계획홍수위 결정
3. 하도의 평면계획 설정
4. 하도의 종단계획 설정
5. 하도의 횡단계획 설정

1.2.2 하도는 제방 또는 하안과 하상으로 둘러싸인 부분으로서 계획홍수량 뿐만 아니라 홍수시의 부유물이나 토사도 함께 소탕시켜야 하며, 그 기능이 영구히 지속되고 안전하게 수행될 수 있도록 공간적으로 계획되어야 한다. 따라서 하도계획은 계획구간을 설정하여 해당 하도구간의 계획홍수량[제 4장 참조]을 계획하도에 재현시켜 하도주변의 지형적인 특성과 하도의 상·하류 여건에 맞는 계획 홍수위를 설정한다. 계획 홍수위는 하도주변의 토지이용 여건, 하도의 수리구조물 및 하도의 법선 등에 따라 검토되어야 하고, 과거의 주요 홍수피해 사례와 원인 등을 조사하여 계획홍수위 설정에 반영해야 한다.

1.2.3 하도의 평면형, 종단형 및 횡단형은 독립적으로 설정하지 않고 실제로 이러한 단면형을 가정한 다음 실제 하도의 각 부분을 검토하면서 최종적으로 그 하천에 대한 최적의 하도계획을 설정한다.

표 5.1 하도계획의 절차와 관련된 사항

계획항목 관련사항	기술적인 결정사항
1. 계획구간의 설정	저수지, 유수지, 보, 방수로 등의 가능성과 계획의 필요성
2. 계획홍수량의 설정	홍수유출해석, 기본홍수량, 계획빈도
3. 하도 평면형	제방법선, 첩수로, 합류계획선, 만곡부 및 협착부 처리, 사주의 종단적 균형
4. 하도 횡단형	하도단면적(하폭, 계획하상고, 기왕의 최고 홍수위, 하도굴착, 제내 단면형) 조도계수, 지반고, 둔치활용
5. 하도 종단형	하상변동, 안정하도, 하상다짐, 계획하상재료, 하상경사(지하수위, 취수시설, 하상고 및 경사제내 지반고)
6. 개수효과 검토	대안의 비교, 재해조사, 하천경제조사, 사회적 경제적 특성검토, 하도의 안정성, 계획홍수량

1.3 하도계획의 수립

1.3.1 하도정비의 목표

1. 소하천에서의 하도정비는 소하천의 치수적인 측면, 이수측면, 환경측면 그

리고 하천유지관리측면에서의 기능과 역할을 다할 수 있도록 하는데 목적이 있다.

2. 소하천으로서의 목적을 다하기 위해서는 수계를 일관한 하천개발계획, 직할·지방·준용하천의 정비기본계획, 국가·지역사회의 개발계획 및 타계획과 본 하도정비계획의 유기적인 조화가 전제되어야 한다.

1.3.2 하도정비 목적은 치수측면, 이수측면, 하천환경측면 및 하천유지관리측면 등으로 나눌 수 있다.

1. 치수측면

- 1) 홍수소통을 위한 충분한 통수단면 확보
- 2) 평형하상을 유지할 수 있는 하도계획 수립
- 3) 유지관리 및 수방활동을 고려한 제방계획
- 4) 원활한 내수배제를 위한 계획수립
- 5) 제방 및 토사의 유실을 방지하고 환경을 고려한 자연환경 호안계획
- 6) 이수, 환경기능과의 연계 및 경제적인 계획

2. 이수측면

- 1) 용수이용전망에 따른 용수이용계획 수립
- 2) 정상적인 기능유지에 필요한 유지용수 및 관리유량 결정
- 3) 수위영향 등을 고려한 이수시설 계획
- 4) 하천관리유량의 확보를 위한 계획수립

3. 하천환경측면

- 1) 자연보호기능 확보
- 2) 수질개선 및 보전을 위한 대책 수립
- 3) 생태계보전을 위한 계획
- 4) 친수기능을 고려한 계획수립
- 5) 공간기능 확보

4. 하천유지관리측면

- 1) 하천부속물의 효율적인 유지관리
- 2) 인근 자연과 조화를 이룬 하천종합개발계획 수립
- 3) 하천의 다목적 이용을 통한 소득증대에 기여
- 4) 하천구역의 설정을 통한 합리적인 하천관리 및 하천공간 확보

1.3.3 하도의 수리특성

1. 일반적으로 소하천은 직할하천, 지방하천 및 준용하천과 달리 대부분 산지 또는 구릉지의 소유역에 위치하고 있으므로 이들 하천은 하도의 경사가 비교적 급하고 하도의 단면형상은 불규칙하다. 뿐만아니라 하상재료가 굵

은 모래, 자갈 등으로 구성되어 있어 조도계수가 크고 유수의 저항이 크게 일어나고 있는 것이 특징이다.

2. 소하천의 수리해석에 있어서는 만곡이 심한 하도의 선형, 하도단면의 불규칙성, 거친 재료의 하상구성과 조도계수 그리고 하도의 불규칙한 종단경사 등이 정밀하게 조사되어 이를 수리해석에 반영해야 한다.

1.3.4 하도의 환경특성

1. 소하천의 대부분은 산간부, 취락부 또는 농경부 등인 농어촌지역과 도시 및 유원지 등의 도시지역에 위치해 있다. 그러므로 소하천의 환경특성은 중·대하천과는 달리 소하천의 하도와 인접한 지역의 인위적인 구조물이나 자연경관 등의 인문 및 자연환경의 특성과 심미안적인 조화를 이루고 있다.
2. 소하천의 하도계획에 있어서는 하천의 치수·이수기능 뿐만 아니라 환경 및 친수기능이 포함되어야 하며, 하천공간을 인공정비구역, 시설이용구역, 정비자연구역, 자연이용구역 및 자연보존구역 등으로 나누어 공간을 배치 또는 구역구분(blocking)을 하고 농어촌지역에 속한 산간부, 취락부 및 농경부 그리고 도시지역이나 유원지 등에 위치한 각 지역에 따라 하도의 환경특성을 조화시켜 주어야 한다.

1.4 계획홍수위

1.4.1 계획홍수위의 결정

1. 하도계획에 있어서 계획홍수위는 치수측면에서 매우 중요한 요소이며, 홍수위에 영향을 미치는 요인을 정밀하게 조사하여 홍수위 해석과 계획홍수위 결정에 이를 반영해야 한다.
 - 1) 지류의 배수영향 : 소하천은 대부분 중·대하천으로 유입하게 되므로 하류 합류부의 홍수위가 상승할 경우에는 소하천 본류의 수위에 영향을 미치는 배수위, 배수구간, 제방고 및 하천연안의 토지이용상황 등을 파악한다.
 - 2) 내배수 영향 : 소하천에 유입하는 지류부의 내배수 영향은 소하천 본류 홍수위에 직접적인 영향을 받게 되며, 소하천 본류의 홍수위 변동에 따른 지류부의 내배수 영향은 내수지역의 지반고, 배수상황 및 내수처리방식 등에 지배된다. 그러므로 지류부의 내배수에 영향을 미치는 지류구역의 지반고, 지류의 소수계 구성 및 내수 처리방식을 파악한다.
 - 3) 하천시설물 영향 : 소하천을 횡단하거나 하도상의 구조물 및 기타 이수

시설 등과 같은 구조물이 수위 상승에 미치는 영향을 조사한다.

2. 계획홍수위 계산은 소하천의 경우 중·대하천의 경우와는 달리 홍수위의 변화가 심하기 때문에 부동류, 부정류 계산을 실시하며, 사류 하도구간에서는 소류력을 검토하고 만곡 수로부에서는 편류발생 등을 검토하여 이를 계획홍수위 계산에 반영한다. 특히, 하도의 경사나 단면이 급격히 변화하는 구간에서는 수로의 변화에 따른 수위 상승을 고려하여 하도의 확폭 및 하상경사의 조정 등을 실시하여 계획홍수위를 결정해야 한다.

1.4.2 기점 홍수위

1. 홍수위 계산을 위한 기점 홍수위 : 계획하도의 홍수위에 영향을 미치는 하류부의 경계조건 (하류 하도의 합류점, 보 및 기타 수위에 영향을 미치는 시설물 등)에 따라 결정한다.
 - 1) 하류 하구부의 계획홍수위 또는 배수효과가 있는 지류가 합류하는 지점의 계획홍수위
 - 2) 하천시설물에 의해서 한계수심이 발생할 경우에는 그 지점의 한계수위 또는 설계홍수위
 - 3) 하도의 급격한 단면확대, 만곡, 급경사(단락) 및 교각 등에 의해 수위변화가 발생할 경우는 손실을 고려한 홍수위
 - 4) 사수역이 발생하는 곳은 사수단면적을 제외하고 계산한 수위
 - 5) 과거 기왕의 최대홍수위, 흔적 홍수위 및 기존 제방이나 방조제의 설계홍수위
2. 소하천에 있어서 계획하도구간의 홍수위 계산
 - 1) 하도 합류부의 합류조건(하구부 또는 중·대하천의 합류부), 저수지나 보 등의 시설물에 의해서 배수에 영향을 미치는 경계조건 수위가 필요하며, 이 때의 수위는 기점 홍수위라 한다.
 - 2) 소하천의 경우에 계획하도구간의 홍수위는 하구 합류점의 홍수위 뿐만 아니라 하도의 급격한 단면변화, 경사의 변화, 시설물 등에 따라 영향을 크게 받는다.
 - 3) 하도의 급확대, 단락, 만곡 또는 교각 등에 의해서 영향을 받아 수위가 변화하는 곳은 이들에 의한 손실을 고려하고, 하도내에 사수역이 발생하는 경우는 유수단면적에서 사수역을 제외하고 계산해야 한다.
 - 4) 하도의 선형이 급격히 굴곡되거나 하도에 사수역이 생길 경우는 사수역을 제외시켜 홍수위를 계산해야 하지만, 실제 하천에서 홍수발생시 수위변동을 관찰하여 최대홍수위에 수면경사를 고려하여 계산하고 홍수흔적을 추적하여 이를 이용할 수 있다.

1.4.3 합류구간의 계획홍수위

1. 본류의 배수영향이 미치는 합류구간에서의 소하천의 계획홍수위는 다음과 같이 계산된 수위 중에서 큰 수위를 선정한다.
 - 1) 본류가 계획홍수위에 도달했을 때 본류의 침두유량에 대응하는 지류 합류량이 지류를 유하하는 경우에서의 배수계산으로 구한 수위
 - 2) 지류인 소하천에서 계획홍수량이 본류에 합류했을때, 이때 본류유량에 대응하는 본류수위를 기점홍수위로 배수계산하여 구한 수위
단, 본류 계획홍수량에 대한 지류 소하천 계획홍수량의 비가 비교적 작을 경우에는 2)의 수위 대신에 지류 소하천 계획홍수량을 등류계산에 의해 구한 수위로 할 수 있다.
2. 본류의 배수영향이 미치는 합류구간내에서 지류 소하천 계획홍수위는 본류의 각 수위에 대응하는 지류 소하천의 계획홍수량에 따른 지류 소하천 홍수위를 포괄하여 결정하는 것이 옳으나 일반적으로 이 정도까지 검토하지 않아도 된다. 본류가 계획홍수위인 경우와 지류 소하천이 계획홍수량인 경우의 두 경우를 기준으로 검토해도 지장이 없다.
3. 본류와 지류의 유역상황이 극단적으로 다른 경우로서 침두유량이 발생하는 상황이 거의 일치하지 않거나 관계가 없다고 판단되는 경우는 본류의 배수위를 지류에 수평으로 연결하여도 무방하다.

제 2 절 하도의 설계와 정비

2.1 하도의 평면계획

2.1.1 소하천에서의 하도의 평면계획

1. 계획홍수량을 계획홍수위 이하로 안전하게 소통시킬 수 있는 하천의 폭, 하도의 법선 및 지류의 합류점의 형상 등을 결정하는 과정이다.,
2. 평면계획 과정에서는 하천의 상·하류 선형, 하도주변의 인문활동, 기존 유제부의 형성, 토지이용상태 그리고 하도의 환경 등을 고려해야 한다.
3. 하도연안의 토지이용과 하도주변의 환경을 고려한 하도의 평면계획은 새로운 하도의 평면계획으로 인한 보상문제와 홍수방어계획 등을 용이하게 할 뿐만 아니라 하도주변의 인문과 자연환경이 조화를 이룰 수 있다.

2.1.2 하도의 노선선정

1. 하도계획이 필요한 하도구간은 기존의 하도를 중심으로 노선을 선정하되, 홍수소통능력을 검토하여 기존 하도로써는 치수상의 문제가 있을 경우에 추가수로(방수로, 침수로 등 포함)를 건설하는 방안과 비교 검토하여 치수, 이수 및 환경적인 측면에서 안전하고 유지관리가 유리한 최적의 노선을 선정해야 한다.
2. 하도법선은 하도연안의 토지이용, 홍수시의 유황, 하도의 유지관리, 하천부지의 이용계획 및 공사비 등을 검토하여 가능한 한 자연적인 수문시스템을 훼손함이 없이 홍수소통이 원활한 형상이 되도록 해야한다.
3. 소하천의 하도계획에 있어서 하도의 노선 선정은 기존하천의 지형조건, 토지이용상태, 치수 경제성 등을 고려하며, 가능한 기존 하도를 중심으로 실시된다. 그러나 기존하도의 선형이 심한 사행하도이거나 단면부족 등으로 홍수소통능력이 부족할 경우에는 방수로, 침수로 또는 하도변경 등의 대안을 분석하여 최적의 노선을 결정한다.
4. 소하천의 하도계획 과정에서 계획하도구간의 지형과 지질조건, 현재와 장래의 토지이용, 행정구역, 용·배수로 계통, 지하수위 영향, 내수처리대책, 계획하도의 상·하류 수위변동영향, 치수 경제성, 하천경관 및 하도의 유지관리 등을 고려하여 하도의 노선을 결정해야 하며, 하도의 노선 선정에 필요한 검토사항은 다음과 같다.
 - 1) 하도의 선형은 가능한 한 심한 굴곡을 피하고 완만한 곡선으로 한다.
 - 2) 하도는 가능한 한 인구 밀집지역에서 멀리 떨어지게 한다.
 - 3) 자연상태로서 제방의 기능이 가능한 구간은 최대한 이용한다.
 - 4) 하도의 선형은 가능한 한 토지이용에 지장이 없도록 하되 주변의 경관과 조화를 이룰 수 있도록 한다.
5. 하도의 법선을 결정할 때는 다음의 사항을 종합적으로 검토한다.
 - 1) 기존하도가 사수역을 포함한 충분한 하폭을 확보하고 있을 경우 사수역의 저류효과 등을 고려하여 기존의 하폭을 확보하도록 한다.
 - 2) 홍수류의 유수 방향과 수충부의 위치를 검토하여 유수의 저항을 최소화할 수 있도록 하며, 일반적으로 소하천과 같은 급류하천에서는 하도선형이 직선부가 되도록 하고 가능한 S자 곡선 수로의 형태는 피하도록 한다.
 - 3) 수충부의 위치는 기존하도의 상황, 지형과 지질 조건, 토지이용상태 등을 고려하여 정하되 가능하면 주택지역이나 구하천을 절개한 장소에는 두지 않도록 한다.
 - 4) 곡선부의 하도법선은 만곡내측의 법선을 후퇴시켜 하폭을 넓혀서 수충현상을 완화시킨다.

2.1.3 합류부의 법선

1. 소하천에 있어서 지류의 합류부는 가능한 한 자연상태의 합류형상을 최대한 유지하도록 하고 인위적인 변화를 할 때는 합류부의 홍수소통이 최대한 원활하도록 해야 한다. 특히 지류의 계획홍수량이 본류의 계획홍수량에 비하여 그 규모가 극히 적어서 본류에 대한 합류의 영향이 적을 때는 본류의 법선을 중심으로 하는 합류형을 취한다.

2.1.4 신천의 개설

1. 신천의 개설은 기존하도의 홍수소통 능력을 포함한 치·이수적인 관점과 하천환경 및 기타 하천유지관리 등의 문제가 있는 하도구간에서 새로운 하천을 건설하여 홍수소통능력을 증대시키거나 홍수량을 분산 전환하여 소통시키는 방안으로서 첩수로와 방수로(분수로)가 있다.
 - 1) 첩수로 : 사행이 심한 하도구간에서 굴곡된 하도를 절개하여 짧게 연결한 수로
 - 2) 방수로 : 기존하도의 하폭을 확대할 수 없거나 개수구간을 단축시키기 위해서 기존하도에서 분기하여 신천을 건설하고 타하천 또는 하류로 홍수류를 직접 유입시키는 수로
2. 신천을 개설하는 경우에 첩수로는 하도연장을 단축시켜 하상경사가 급해지고 유속이 증가하게 되어 홍수소통능력을 증가시킬 수 있다. 그러나 유속증가에 따른 하상세굴과 하도의 변형이 발생할 수 있음에 유의해야 한다. 즉, 첩수로는 상류부에는 심한 침식이 그리고 하류부에는 퇴적이 발생하여 하상이 불안정한 비평형 상태로 발달할 수 있다. 따라서 첩수를 계획할 때에는 상·하류구간의 지형과 지질, 하도형상, 하천시설물, 하상재료 및 유황 등의 기초조사를 통하여 하상변동을 예측하고 이를 설계에 반영시켜야 한다.
3. 방수로 설계에 있어서는 수로개설에 따른 새로운 부지가 필요하고 새로운 홍수류를 유도하기 때문에 방수로 구간의 내수처리대책, 홍수조절대책 등의 대안을 분석하고 이를 종합적으로 검토해야 한다.

2.2 하도의 종단형

2.2.1 하도계획에서 하도의 종단형 결정

1. 하도계획에서 하도의 종단형을 결정하기 위해서는 계획하도가 계획홍수량을 안전하게 소통시킬 수 있고 홍수류에 대해서 하상변동을 예측하여 안정된 하도가 유지될 수 있도록 하도의 종단형, 계획하상경사 및 계획하상

고를 결정한다.

2. 하도의 중단형은 하도계획구간내의 하상유지가 필요한 하도구간, 이·치수 및 하천환경 등을 종합적으로 판단하여 결정한다. 특히, 소하천의 경우 하도의 중단형은 하천환경의 관리측면을 고려하여 홍수소통능력 뿐만 아니라 생태계 보호, 어류의 서식처 제공, 하천경관을 조성하는 등의 관점에서 결정하고 있다.

2.2.2 하도의 중단형 결정에서 고려할 사항은 다음과 같다.

1. 하상변동 및 진행상황, 즉 하상변동 조사에 의한 하상경사의 변화지점이나 평균하상경사의 변경지점을 파악한다.
2. 기존 하상을 변경시킬 경우는 계획하도구간의 상·하류 하도경사를 반드시 고려한다.
3. 급경사 하상은 점변시킨다.
4. 하도구간 내에서는 유수량이 평형이 되도록 국부적 세굴과 퇴적현상을 억제시킨다.
5. 계획하도구간은 주변경관을 고려한 하천환경이 될 수 있도록 중단형을 정하여 치수환경을 조성한다.

2.2.3 계획하상경사

1. 일반하천에서 계획하상경사
 - 1) 기존의 하상경사에 따른다. 하상에 국부적인 변화가 진행되고 있지 않는 이상 현하상에 따라 계획하상경사를 결정하는 것이 장래의 하도유지에 가장 안전하고 공사비도 적게 들기 때문이다.
 - 2) 새로운 하도계획에 따라 현하상을 변경할 때, 즉 첩수로 건설과 같이 하천의 일부를 개수할 경우는 계획구간 전후의 하상변화를 감안하여 결정해야 한다.
 - 3) 전체적으로 하상을 변경하는 경우는 장래의 하도안정을 충분히 고려하여 결정해야 한다.
2. 소하천에서 하상경사 : 상류에서 하류로 동일하게 연속하여 급경사 하상에서 완경사 하상이 될 수 있도록 점변시키는 것으로 한다. 이렇게 함으로써 각 지점의 소류력이 거의 평형을 이루고, 하상세굴 및 퇴적현상이 일어나지 않거나 일어나도 하상변화에 큰 지장을 주지 않는 안정하도가 될 수 있기 때문이다.
3. 안정하도라 함은 원래 중단, 횡단 및 평면형상이 변하지 않는 하도를 말하지만, 토사 침식 및 퇴적, 그리고 유송현상 측면에서 보면 현실적으로 이러한 하천은 존재하지 않을 것이다. 따라서 사실상 안정하도라는 말은 하

도의 종단변화가 거의 없는 것을 의미한다.

2.2.4 계획하상고

1. 계획하상고는 계획하상경사, 계획횡단형과 제내지 지반고를 고려하여 정하며, 하도 주변의 지하수위, 용수의 취수위, 지류 하상고, 암반 노출지점 하상고, 기존에 설치된 중요한 구조물의 바닥 높이, 하상유속 등을 고려해야 한다.
2. 하상경사가 급한 하천에서 경사를 낮추어 안정되게 하고자 할 때는 낙차공과 같은 하상유지공을 설치한다.
3. 계획하상고는 계획하상경사 및 계획횡단형을 다음과 같이 시산하여 결정한다.
 - 1) 계획홍수위는 되도록 제내지 지반고를 고려하여 결정한다.
 - 2) 주요 구조물의 바닥 높이, 용수의 취수위, 지류의 계획하상고, 암반 노출지점의 하상고, 주변의 지하수위 등을 충분히 고려한다.
 - 3) 제방이 세굴되지 않도록 하는 안정성을 고려할 때, 완류하천에서 평균유속은 2~3 m/sec, 급류 하천에서는 4 m/sec 정도가 되는 수심을 구하여 이를 개략적인 계획수심의 기준으로 삼는다.

2.2.5 안정하도의 설계

1. 일반적으로 하도는 자연하도와 인공하도로 구분한다.
 - 1) 자연하도는 자연상태의 하천형태나 제원 또는 규모에 맞추어 계획하는 하도이다.
 - 2) 인공하도는 이미 결정된 제원에 맞추어 건설되는 하도이다.
2. 안정하도란 어떤 하천이나 수로는 장기간에 걸쳐서 국부적인 세굴과 퇴적이 반복되어 마지막에는 그 하상경사와 단면의 크기 및 형상이 일정한 상태인 평형상태에 도달하게 되어 바닥면의 토사공급과 토사의 유송율이 같게되어 안정상태를 유지하는 하도를 말한다.
3. 하도조절은 충분한 홍수류의 소통, 환경과 생태계 등을 고려한 최적 하도수심의 유지, 유사 이송, 퇴적이 심하여 비평형 상태를 이루고 있는 하천의 개수 또는 단순히 하상이나 제방의 침식방지 등과 같은 목적을 위해서 하천법선의 정렬, 하폭, 하상 등을 조합하는 안정화 사업을 포함한다.
4. 하상의 안정화를 위한 하상변동조사 사업은 다음과 같다.
 - 1) 대상하천의 종·횡단 및 지형측량 실시
 - 2) 안정하상 설계를 위한 지배유량의 검토. 단, 여기서 지배유량은 하천의 평형을 유지시켜 주는 유량으로 일정기간동안의 전유사량을 대표하는 것으로서 일정기간동안의 유량과 유사량을 곱한 값의 합을 그 기간동안

의 전유사량으로 나눈 값으로 정의된다.

- 3) 하상의 종·횡단 및 평면변화 조사, 분석과 일정 기간의 하상변동량 추정
- 4) 유사량 추정
- 5) 하천구조물의 안정성 검토

2.2.6 수위유지와 하상변동의 억제

1. 소하천과 같은 자연하천에서는 상류에서 공급되는 토사량이 유사를 운송하는 유량이나 하천지형과 지질에 따라 수시로 변동하여 하상변동이 일어나므로 하도의 홍수소통능력이 변화하고 호안이 파괴되거나 이수를 위한 취수, 내수배제의 곤란, 지하수위의 변동 등 여러가지 피해가 발생하게 된다.
2. 소하천과 같은 자연하천에서는 다소의 하상변동은 피할 수 없으며 가능한 하상변동을 방지하기 위해서는 효과적인 하상변동 억제공법을 이용하여 하상의 변동을 최소화함으로써 필요한 수위의 확보와 안정하도를 유지하고 장래의 하상변동을 예측하여 미리 대비책을 세워서 하상변동을 최대한 억제할 수 있는 방안을 강구해야 한다.
3. 하상변동 억제방법
 - 1) 사방공사에 의한 방법 : 자연하천에서는 유량의 크기에 따라 토사의 유송능력이 다르므로 하천의 토사유송능력에 맞추어 상류에서 공급토사량을 제한할 수 있는 사방댐 또는 붕괴방지공을 상류산지에 설치하는 것이 매우 효과적일 수도 있다. 그러나 유사유입의 억제가 사실상 불가능하므로 큰 규모의 대홍수에 대해서 하류에 허용한도 내의 토사가 유하하도록 하고 그 이상은 저장하는 방식을 취하고 있다.
 - 2) 하상유지공 : 하상경사가 급하여 하상이 쉽게 세굴 또는 퇴적되거나 하상이 심하게 낮아지는 하천에서는 하상세굴 및 퇴적이나 하상저하 방지를 위해서 하상유지공, 낙차공, 바닥다짐공 등을 설치한다.
 - 3) 준설 : 토사가 유송되어 하상이 상승하는 곳에서는 준설 또는 굴착이 효과적이다. 그러나 근본적으로 하상토가 퇴적되는 원인을 파악하여 제거하지 않으면 항상 준설을 되풀이 해야만 한다.
 - 4) 수제 : 홍수류에 의해서 하상이 심하게 세굴되거나 하상상승이 심한 곳에서는 수제를 적절히 설치함으로써 수류를 보다 작은 하도단면에 집중시켜 토사의 유송능력을 증대시킴과 동시에 수제주변에 침전시켜 하도를 보호할 수 있다.
 - 5) 하상재료의 포설 : 하상저하가 심한 곳에서 원래의 하상재료보다 입경이 큰 토사를 하상위에 깔아서 하상세굴을 방지할 수 있다.

- 6) 기타공법 : 하상상승을 피하기 위해서는 침수로나 방수로를 설치하거나 아니면 하류하도의 단면을 확대하는 것이 효과적일 수 있다. 특히, 하구 막힘이 일어나 하상의 상승이 일어날 경우에는 하구에 도류제를 설치하는 등의 하구처리공법을 강구할 필요가 있다.

2.3 하도의 횡단형

2.3.1 계획횡단형

1. 하도계획시 계획횡단형

- 1) 계획홍수량의 소통능력, 하도의 특성, 농경지·홍수터 등의 하천부지 이용계획, 하천환경관리를 위한 하천공간계획 그리고 하도의 유지관리 난이도 등을 고려하여 결정한다.
- 2) 소하천은 홍수량이 크고 상대적으로 갈수량은 적어서 하도를 유지관리 하는데 어려움이 많다. 특히 소하천의 경우는 하상계수가 대단히 크며 계획홍수량이 적으므로 계획횡단형을 주로 단단면으로 하고 있다. 이러한 하도단면은 단순히 홍수소통뿐만 아니라 안정된 하상이 유지될 수 있도록 하는 것이 중요하며, 하천환경을 보전하고 호안이나 하상유지공 등과 같은 하천 시설물에 의해서 하상이나 단면형상이 변화될 수 있다는 점을 고려해야 한다.
- 3) 만곡부의 횡단형은 하도의 만곡정도와 상태, 상·하류 하도의 상황에 따라 하폭을 확대할 필요가 있을 경우 이에 맞추어 필요한 조치를 취하고 있다. 하도의 만곡부에서는 홍수시 편류가 생길 뿐만 아니라 만곡부 외측에서 수위가 상승하고 국부적으로 유속이 대단히 커서 하도의 안정을 위협할 수가 있다. 만곡부 외측에 사수역이 발생하고 와류에 의한 유효 하도면적이 감소될 수 있는 점을 고려할 때, 유효하폭의 10~20% 정도 확대할 필요가 있다. 그리고 평면형상에 따라 만곡부의 내측에 편류가 생기는 경우도 있기 때문에 평면형상을 포함하여 충분히 검토할 필요가 있다.

2.3.2 계획하폭

1. 소하천의 계획하폭은 계획홍수량의 소통에 직접적인 관계가 있고 하상 및 종단경사, 지형과 지질, 안정하도의 유지, 연안의 토지이용상태 등에 관계됨으로 계획홍수량이 동일하더라도 하천에 따라 수심 및 하상경사, 하상의 조도가 다르면 하폭은 달라지며, 기존의 제방상태와 하천연안의 토지이용상태에 따라 달라지게 된다.

2. 계획하폭은 기존의 하천부지 및 하도와 하천이용계획 등에 대해서 고려하고 하도구간 전체를 검토해야하나 대체적으로 하도계획을 수립할 때는 계획홍수량의 크기에 따른 계획하폭을 결정하는 경험공식을 참고하여 결정한다.

1) 소하천의 계획하폭 결정공식(소규모시설 설계 지침서, 1990, 건설부)
건설교통부에서는 계획홍수량이 $300 \text{ m}^3/\text{sec}$ 이하이고 유역면적이 10 Km^2 이하인 소하천의 지형학적 특성인자를 중심으로 다음과 같이 제시하고 있다.

① 계획홍수량과 하폭(계획홍수량이 $300 \text{ m}^3/\text{sec}$ 이하일 때)

$$B = 1.24 \cdot Q^{0.64}$$

여기서, B는 계획하폭(m), Q는 계획홍수량(m^3/sec)을 각각 나타낸다.

② 유역면적과 하폭(유역면적이 10 Km^2 이하일 때)

$$B = 8.80 \cdot A^{0.56}$$

여기서, B는 계획하폭(m), A는 유역면적(Km^2)을 각각 나타낸다.

2.3.3 저수로 수로폭 및 둔치의 높이

1. 소하천의 하도계획에서 둔치의 높이는 통상 저수부의 수로폭과 함께 검토하며, 홍수시 둔치의 안정을 확보하기 위해서 홍수터의 유속을 지나치게 크게하는 것은 둔치의 유지관리에 불리하다. 소하천이나 신설하도에서 둔치의 설계유속은 $2 \text{ m}/\text{sec}$ 정도로 하는 경우가 많다. 설계시 둔치의 설계유속이 이보다 크게 될 때는 호안공을 시공해야 한다.
2. 저수로 폭은 일반적으로 기존의 하도상태를 중심으로 결정하고 둔치의 높이는 침수빈도가 년 1~3회가 되는 홍수량을 소통할 수 있도록 시산하여 정하는 경우가 많다. 그러나 최근에는 하천의 둔치 이용에 대한 욕구가 커지고 하천환경이 하천의 중요한 기능으로 대두되고 있는 점을 감안할 때 둔치의 높이는 이러한 성향을 충분히 고려하여 결정하는 것이 바람직하다.