

하천 호안공의 수리적 안정성 및 식생 활착성 평가

Hydraulic Stability and Vegetation Rooting of Revetment Works

김진홍*
Jin Hong Kim

요 지

본 연구에서는 현재 제방 사면에 적용된 자연친화적인 호안공 중 블록공을 대상으로 수리적인 안정성 및 식생 활착성 등을 검토하는 것을 주요 목적으로 하였다. 일반적으로 블록 호안공은 수리적인 안정성을 갖지만, 호안공 배면에 토사유출 방지를 목적으로 부직포를 설치하는데, 이 경우 호안공 두께가 그리 크지 않아 홍수시 또는 인위적인 행위에 의해 호안공이 쉽게 어긋날 우려가 있다. 또한 부직포 위에 호안공을 설치하는 까닭에 마찰이 적어 홍수시 흐름의 소류력에 의해 쉽게 미끄러질 우려가 있으며, 경사면과 부직포 사이로 물이 들어갈 경우 부직포가 배수가 되지 않기 때문에 부직포 배면의 토사는 부분 흘러내림 현상으로 토사 유출에 따른 부등침하와 블록의 내려앉음 현상이 발생하는 우려가 발생된다. 현지조사 결과 블록공 배면에 설치되는 부직포는 식물 뿌리가 뚫고 들어가지 못하므로 식생활착이 불충분함이 나타났다. 따라서 상기 결과를 종합하여 볼 때, 수리적인 안정성과 식생 활착을 동시에 만족시키는 호안공은 부직포가 설치된 호안공으로서 부직포는 식물 뿌리가 뚫고 들어갈 수 있는 형태이어야 하며, 호안공 공극에 충분한 식생이 활착할 수 있는 면적을 갖는 형태이어야 한다.

핵심용어 : 자연형 하천, 호안공법, 식생활착, 부직포, 블록공, 소류력

1. 서 론

최근 들어 국민의 생활 수준이 향상되고 삶의 질에 대한 요구가 커지면서 환경에 대한 관심이 더욱 높아졌다. 따라서 하천환경을 개선하고자 하는 나름대로의 시도들이 이루어졌으며 특히 청계천 복원사업을 정점으로 자연형하천 살리기 사업이 거의 모든 지자체에서 실시 또는 계획 중이다. 이에 따라 제방 호안공법으로 사용된 기존의 콘크리트 블록도 하천 생태를 고려한 자연친화적인 각종 호안공법으로 개발되어 하천에 적용되고 있다. 그러나 이들 공법은 여러 업체에서 충분한 기술적인 검토를 거치지 않고 양산하는 실정이라서 각 공법에 대한 구조적, 수리적인 안정성 검토와 식생 활착성 등이 제대로 정립되어 있지 않은 실정이다.

본 연구에서는 현재 제방 사면에 적용된 자연친화적인 호안 블록공을 대상으로 수리적인 안정성 및 식생 활착성 등을 검토하는 것을 주요 목적으로 하였다.

2. 호안 블록공의 주요 특성

2.1 다공성 콘크리트 식생블록 호안

콘크리트 재질로 된 호안공으로 일반적으로 하천의 수층부에 가장 많이 적용되고 있다. 이는

* 정회원 · 중앙대학교 토목공학과 교수 · E-mail : jinhkim@cau.ac.kr

콘크리트 재질로서 흐름의 높은 유속에 견딜 수 있기 때문이다. 日本 全國防災協會(2002)에 의하면 블록매트의 최대허용유속은 4.0m/s로 알려져 있다. 블록의 시공 시 블록 상하에 결합홈과 결합돌기가 있으며 블록 상하를 관통하는 2개의 관통공으로 와이어를 삽입하므로 블록시공 후 사면 안정성이 뛰어나다.

콘크리트 식생블록 호안의 형태는 다양하다. 이들 형태와 식재 구간(공극) 비율에 따라 수리적 안정성과 식생 활착성이 결정된다.

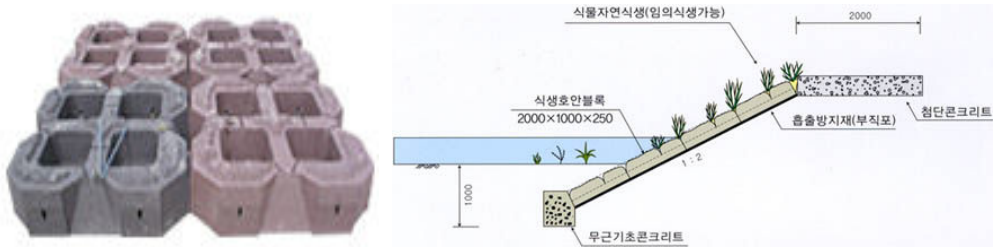


그림 1. 다공성 식생블록 호안

2.2 식생옹벽 호안

일반적으로 급경사의 고수호안에 설치하는 공법이다. 충분한 하천 단면 확보가 불가능하여 급경사의 고수호안을 설치할 수밖에 없는 도심구간 하천에 많이 적용된다. 블록의 식생 공간 사이로 미생물 및 곤충 등의 이동이 가능하며, 공극 사이의 구멍이 배면 복도와 연결이 되어 있어, 배수 기능과 함께 식생 활착이 가능하다.

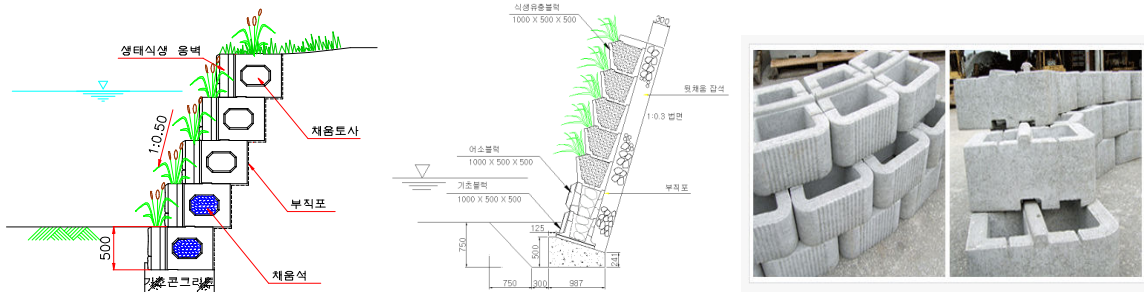


그림 2. 여러 형태의 식생옹벽 호안

2.3 Lap block(Lap stone) 호안

콘크리트 블록(자연석) 뒷면에 앵커를 단단히 붙이고 앵커 끝 부분에 지압판을 장착시킨 형태. 채움재를 블록(자연석)과 지압판 사이에 메워가면서 급경사로 쌓아올려 채움재와 Lap block이 일체화된 견고한 호안이다. 미관이 수려하며, 특히 곡선부나 단면 변화부의 시공에 유리하다. 수리적 안정성은 있으나 식생 활착성은 미약하다. 시공은 먼저 하천 사면을 정리하고, 흡출방지재 설치와 동시에 기초와 날개벽 콘크리트를 타설한 후, 제품을 설치하고, 뒷채움을 실시한 후, 천단 콘크리트를 타설하는 순서로 한다.

2.4 견치블록 호안

콘크리트 블록을 쌓아 올리는 형태의 호안. 각 블록을 철선 또는 철근으로 연결하여 완전 일체가 되므로 안정성이 확보된다. 현장여건에 따라 석재보다 경제성이 높고, 규격변경이 자유롭고 시

공이 편하다는 특성을 지닌다. 그러나 호안의 공극이 없어 식생 활착과 어류 서식효과를 기대할 수 없다는 단점이 있다.

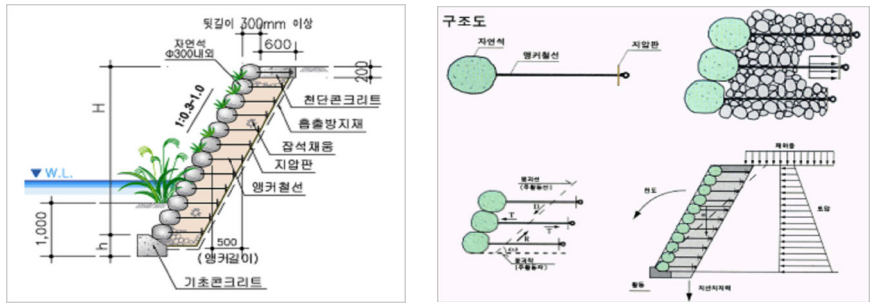


그림 3. Lap stone 호안

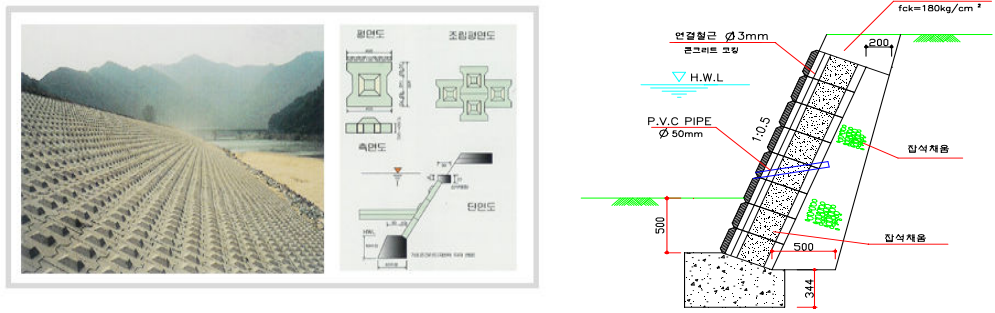


그림 4. 전치블록 호안

2.5 블록(스톤)넷 호안

콘크리트 블록 (또는 자연석)과 철망이 일체화된 제품으로서 하천 사면에 설치하는 공법. 설치 후에는 자연석과 식생 녹화가 어우러져 하천 사면을 안정화시키는 자연친화적인 호안 공법이다. 자연석이 단독으로 흐름의 소류력에 저항하는 것과는 달리 자연석 전체가 일체화 되어 대응하며 또한 자연석과 자연석 사이의 공극에 복토하여 줌으로써 식물이 자라나게 하는 공법이다.



그림 5. 블록(스톤)넷 호안

2.6 지오그린셀 호안

일반적으로 흐름의 유속이 느린 비수충부 구간에 설치된다. 제품은 고로슬래그 시멘트를 사용하여 제품의 pH를 중성에 가깝도록 처리하고, 20~25mm 골재를 사용하여 공극률과 공극의 크기를 확보함으로써 식생 활착을 도모하고 있다. 설치 순서는 ①사면정리 ②식생부직포 깔기 ③지오그린셀 깔기 ④충진제 충전 ⑤배양토 복토 ⑥종자 살포 ⑦덮단 깔기이다.

그림 6은 지오그린셀 호안의 외형과 설치 순서를 나타내고 있다.

2.7 점토블록 호안

콘크리트 대신 재료를 점토로 하여 아래와 같은 제품 단위를 공극이 확보되도록 하천에 설치하는 호안공이다. 종래 인도에 다양하게 설치하던 것을 하천에도 설치가 되도록 하였다. 설치하기 위해 먼저 제방사면을 고른 후, 배면토사의 유출방지를 위해 부직포를 까는데, 이 경우 식생 뿌리가 원 지반을 뚫고 들어가야 활착이 가능하다.

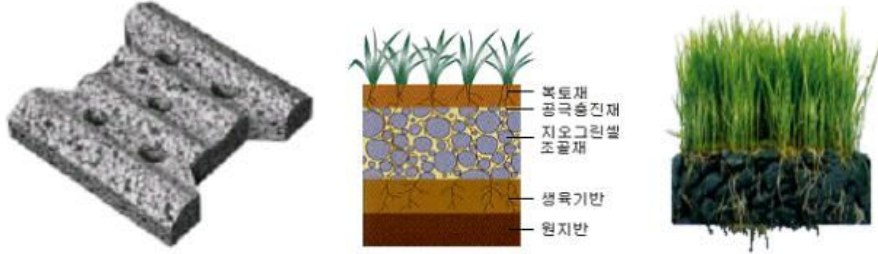


그림 6. 지오그린셀 외형, 개념도 및 식생활착 가상도



그림 7. 점토블록 호안

3. 수리적 안정성 검토

다공성 콘크리트 식생블록 호안공은 대부분 호안공 배면에 토사흡출 방지를 목적으로 부직포를 설치한다. 그러나 부직포 위에 호안공을 설치하면, 호안공 두께가 그리 크지 않아 홍수시 또는 인위적인 행위에 의해 (예를 들면 사람이 잘못 밟는다든지 등) 호안공이 쉽게 어긋날 우려가 있다. 또한 부직포 위에 호안공을 설치하는 까닭에 마찰이 적어 홍수시 흐름의 소류력에 의해 쉽게 미끄러질 우려가 있으며, 경사면과 부직포 사이로 물이 들어갈 경우 부직포가 배수가 되지 않기 때문에 부직포 배면의 토사는 부분 흘러내림 현상으로 토사 유출에 따른 부등침하와 블록의 내려앉음 현상이 발생할 우려가 있다. 아래 그림은 호안공의 부등침하 및 내려앉음 현상을 보여주고 있다. 또한 현지조사 결과 점토블록, 지오그린셀 및 스톤 넷(stone net) 공법으로 시공되는 호안공에는 바닥에 부직포를 설치하였다. 따라서 이들 호안공 역시 홍수시 유실될 우려가 있다.



그림 8. 부직포 설치 및 이에 따른 호안공의 부등침하 및 내려앉음 현상

4. 식생 활착성 검토

다공성 콘크리트 식생블록 호안공은 앞서 언급한 바와 같이 대부분 호안공 배면에 토사흡출 방지를 목적으로 부직포를 설치한다. 그러나 현지 설치된 부직포는 식물 뿌리가 뚫고 들어가기에는 어렵다. 따라서 식생을 도입할 경우 부직포에 공극을 주어 식물 뿌리가 토양 속으로 근입하도록 하든지, 또는 식물 뿌리가 뚫고 들어갈 수 있는 제품의 부직포이어야 한다.

성북천 고수호안에 설치된 식생옹벽공은 급한 경사면에 적합한 공법으로 구조적으로 안정된 모습이다. 내부에 조성된 식생(수크령)은 홍수시 유실되지 않았고 평수기의 건조한 환경에도 잘 자라고 있다. 이는 건조한 조건에서도 비교적 잘 자라는 수크령의 생육조건임을 보이고 있다.



그림 9. 식생블록 및 식생옹벽 호안공에 식재된 식생의 활착 모습

점토블록과 스톤넷트 호안공의 경우에도 배면에 부직포를 설치하므로 아래 그림과 같이 공극의 식생활착이 불충분하며, 더욱이 점토블록과 스톤넷트 사이에는 콘크리트를 타설함으로써 식생활착을 더욱 불리하게 하고 있다. 활착된 식물은 뿌리가 대부분 옆으로 기는 식물로서, 이는 역시 부직포를 뚫고 들어가지 못함을 증명하고 있다. 현지 조사 결과 이들 식물은 조금만 힘을 써도 쉽게 뿌리가 뽑히는 현상을 보이고 있다.



그림 10. 스톤넷트 및 점토블록 공법 적용(공극에 식생활착 불충분)

감사의 글

본 연구(보고서)는 건설교통부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁시행 한 2003년도 건설핵심기술연구개발사업 (03산학연C03-01)에 의한 도시홍수재해관리기술연구사업단의 연구성과입니다.

참고 문헌

- 건설교통부 (2001), 자연 친화적 하천정비기법 개발 보고서
- 건설교통부 (2004), 하천관리의 획기적 전환 (살아 숨쉬는 강 만들기), 보도자료
- 행정자치부 (2003), 자연형호안공법, 보도자료
- 환경부 홈페이지 환경정보서비스 시스템, <http://www.me.go.kr>
- 日本 全國防災協會 (2002), 美しい山河を守る災害復旧基本方針