

투수 바이오 콘크리트를 사용한 해안침식 저감 방안

이태형* · 오영탁** · 강무석*** · † 이종우

*,**에스비비(주) 대표이사 및 전무이사, ***한국바스프(주) 연구원, † 한국해양대학교 건설공학과 교수

요약 : 근래 국내 해안에서도 해수면의 상승에 따른 파랑에너지의 증가로 인해 해안침식 현상에 대처하기 위한 연구를 계속해오고 있다. 본 연구는 해안침식을 저감시키는 방안으로 다공성 골재 포장 재료인 투수 바이오 콘크리트를 침식사면에 적용하는 것으로 소재의 내구성과 해안수리의 반응특성의 연구 결과를 제시하고 기 수행된 북해 시공성과와 국내 해안에의 실제시공 및 모니터링 결과를 분석하여 파력저감 및 세굴방지와 식생이 복원된 효과를 확인하였다.

핵심용어 : 투수 바이오 콘크리트, 다공성 골재 포장재, 해안침식 저감, 파력 저감, 세굴 방지, 식생 복원

1. 해안침식 현황

◎ 해수면의 상승으로 해안에 가해지는 파도 에너지의 상승

- 바닷물이 기존 보다 높고 깊어짐에 따라 해안의 토사가 포락하여 침식되며 해수욕장은 모래가 유실되고 돌과 자갈만 남음
- 연안침식 모니터링 결과 225개소 중 142개소(63%)가 **우려 이상 등급**

동해안 삼척 원평 해안



[사구 포락에 의한 해안 침식]
높은 파도로 인한 사구의 포락으로 인해 사빈이 침식되고 해안선이 후퇴함

서해안 방포 해수욕장



[해수욕장 모래 유실]
높고 강한 파도가 해수욕장 모래를 쓸고 나가 돌과 자갈만 남음

3. 투수 바이오 콘크리트(1): 다공성 골재 포장체 개요

◎ **피마자 추출 천연물질을 주원료**로 만든 폴리우레탄(PU)으로 골재를 상호 점 접착하여 호안에 40%의 공극을 생성하여 파도를 분산/흡수



파도 충격
분산
흡수

2. 현용 대응 방안의 한계



[연성공법]
시공 후 단기간에 유실되고 지속적인 복구가 요구됨



[콘크리트 블록]
파도 충격으로 파손되거나 뒤집어져 기능을 상실함




[콘크리트용벽 및 테트라포드]
구조물의 하부가 세굴되어 구조물이 붕괴되거나 또는 유실됨


3. 투수 바이오 콘크리트(2): 유해물질을 배제한 친환경 공법

◎ 친환경 『**바이오 폴리머**』를 사용한 투수 바이오 콘크리트


- 피마자에서 추출한 **식물성 오일** 사용으로 **유기용제 사용 배제**
- 중금속이 함유된 첨가제 **사용 배제**
- **프탈레이트** 등 가스제 **사용 없이** 높은 물리적 특성 발현
- 시공 후 **유해물질 용출 없음**



수돗물 자체 적합 인증서
(스톡홀름 정부 확인서)



유해물질 불검출
(SGS 공인시험기관 성적서)



음용수 기준 적합 인증서
(한국건설생활환경시험연구원)

† jwlee@kmou.ac.kr 051)410-4461
* satumi68@naver.com 055)724-0204
** terry.oh.8157@gmail.com 055)724-0204
*** mooseok.kang@basf.com 031)8077-0025

3. 투수 바이오 콘크리트(3): 탁월한 수리적 특성 (A)

◎ 330미터 길이의 실규모 수로에 호안을 설치하고 수리실험 진행

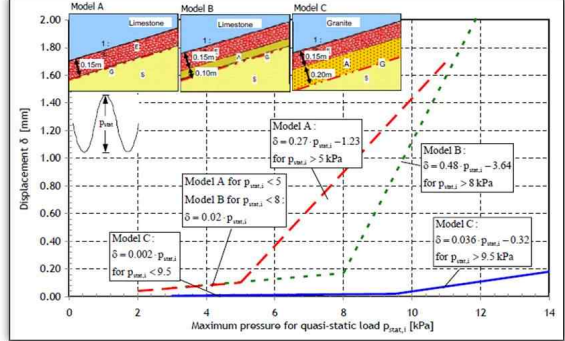


※ 출처: 독일 브라운슈바이크 공과대학 유체공학 Leichtweiß 연구소 실험 보고서

5

3. 투수 바이오 콘크리트(3): 탁월한 수리적 특성 (D)

◎ 유사정지부하에 대한 투수 바이오 콘크리트 사면 포장체의 거동 분석

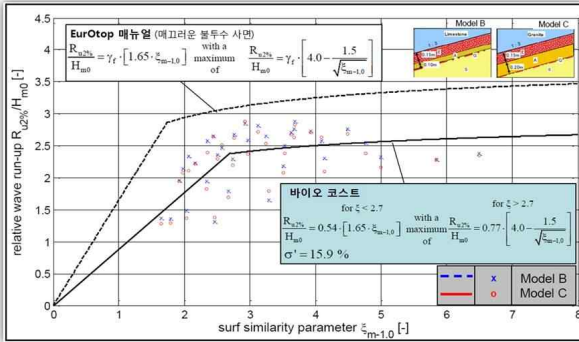


※ 출처: 독일 브라운슈바이크 공과대학 유체공학 Leichtweiß 연구소 실험 보고서

8

3. 투수 바이오 콘크리트(3): 탁월한 수리적 특성 (B)

◎ 투수 바이오 콘크리트가 파도의 처요를 분석 (25~50% 경감)



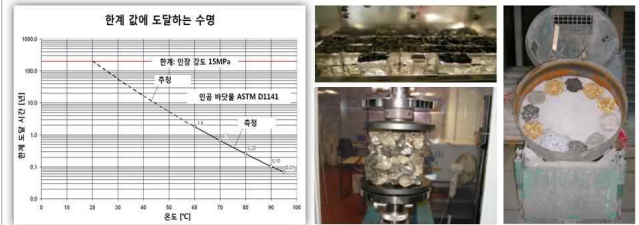
※ 출처: 독일 브라운슈바이크 공과대학 유체공학 Leichtweiß 연구소 실험 보고서

6

3. 투수 바이오 콘크리트(4): 내구성 검증 실험

◎ 피마자 오일로 만든 투수 바이오 콘크리트는 가수분해 및 자외선에 매우 강함

- 바닷물 시험을 통해 내구성 수명이 80~100년으로 추산되었음 (가수분해/염분 내구성)
- 자외선 12,000 시간(자연상태 12년과 동일) 조사 후 내구성 저하 없음 (자외선 내구성)
- 바이오 콘크리트 시편과 모래를 2일간 회전한 결과 골재 일부 탈락했으나 원형 유지 (내마모성)



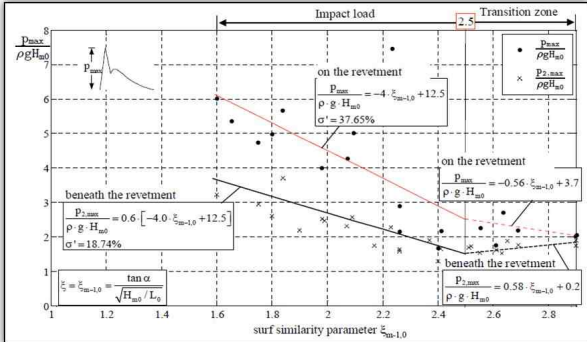
[바닷물 가수분해 내구성 실험] [자외선 내구성 실험] [내마모성 실험]

※ 출처: 네덜란드 델프트 공과대학 실험 보고서

9

3. 투수 바이오 콘크리트(3): 탁월한 수리적 특성 (C)

◎ 호안 표층에 의한 파도 충격 압력 분석 (15cm 골재 호안이 40% 저감)

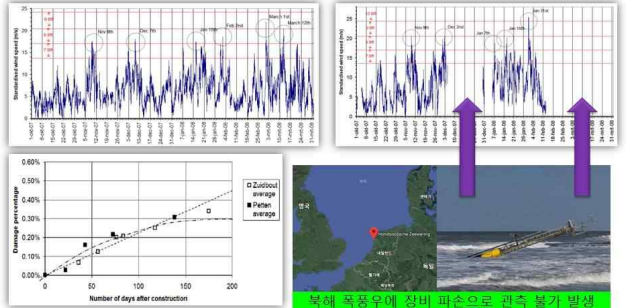


※ 출처: 독일 브라운슈바이크 공과대학 유체공학 Leichtweiß 연구소 실험 보고서

7

3. 투수 바이오 콘크리트(5): 현장 적용 시험 - 북해 연안

◎ 네덜란드 Zuidbout 및 Petten 해안에 투수 바이오 콘크리트 호안 설치 후 내구성 검증 (폭풍우가 내습하는 시즌 후 골재 탈락률 0.4% 미만)



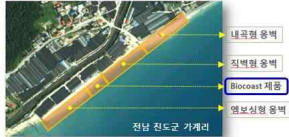
※ 출처: 네덜란드 아카디스(엔지니어링회사) 및 델프트 공과대학 관찰 보고서

10

3. 투수 바이오 콘크리트(6): 국내 검증 - 제방 보호

◎ 2011년 전남 진도군 가계리 해안에 바이오 콘크리트 설치 후 연안 보호

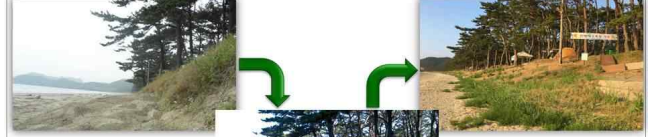
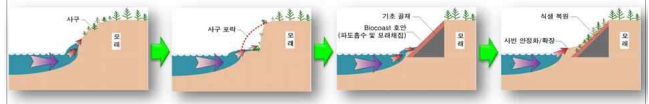
- 2012년 덴빈, 볼라벤 등 태풍 총 4회 내습
- 여타 제품은 제방파손, 해안유실, 침수 발생
- 바이오 콘크리트 파력을 분산시켜 제방 보호



제방 보호 및 모래 퇴적, 철파로 후연 도로 침수, 제방 파손, 제방 파손 및 해안 유실

4. 활용방안 및 기대 효과(2): 사구 포락방지 및 식생 복원

◎ 투수 바이오 콘크리트 호안이 사구 포락을 방지하고 생태를 복원함



진도군 관매해수욕장 사구: 지속적인 사구 포락으로 해송 군락과 사구가 사라짐. 천연사구형성 및 생태복원: 사구가 안정화되고 식생이 활착하여 천연사구가 복원됨.

3. 투수 바이오 콘크리트(7): 국내 검증 - 연안 침식 방지

◎ 2012년 전남 진도군 관매도 해수욕장 바이오 콘크리트 설치 후 침식 방지

- 다도해 해상국립공원으로 자연경관 중요현데, 여름철 계절풍 영향으로 해안침식 지속 발생
- 설치 후 1년간 관찰한 결과 목적설치지역과 해안침식지역은 대부분 지점에서 침식 지속
- 바이오 콘크리트 설치 지점은 5곳 중 3곳에서 퇴적



◆ Biocoast 시공 설치 지점도 해수욕장 입구 돌출부도 인한 심각한 침식 피해 지점임에도 불구하고 Biocoast 설치 후 퇴적 발생 (유속 설명 참조)

4. 활용방안 및 기대 효과(3): 해안 구조물 보호

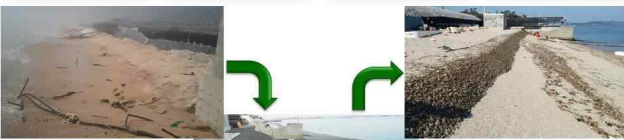
◎ 해수욕장 이벤트 무대 세굴방지 및 파손예방



[이벤트 무대의 측면이 파손되고 하부가 세굴됨], [투수 바이오 콘크리트 설치 후 세굴이 사라짐]

4. 활용방안 및 기대 효과(1): 호안 침식 방지

◎ 투수 바이오 콘크리트 호안이 파도를 흡수하여 침식 및 붕괴를 방지함



[진도군 금계리 제방] 11년 7월 태풍 무이파에 호안이 파괴되어 해안이 유실되고 시설물이 파손됨. [12년 9월 태풍 통과 후] 카눈, 담레이, 덴빈, 볼라벤 등 4개 태풍이 서해안을 통과했으나 바이오 콘크리트 호안이 보호함

5. 결과의 요약 및 결론

- ◎ 태풍 내습지역의 호안 파손 및 해안선 유실지점에서 바이오 콘크리트가 파력을 분산시켜 호안 보호에 기여함
- ◎ 해수욕장 침식개소에서 적용으로 침식지감으로 사면이 안정되면서 퇴적을 유도함
- ◎ 기존 호안에 대해 투수성이 증대되어 세굴로 인한 호안 파괴를 방지함
- ◎ 해변의 사구 침식지역에서 적용 후 사구가 안정화 되는 것은 물론이고 식생 복원이 빠르게 진행됨
- ◎ 자연 해변에 과도한 부하를 가지 않으면서 친환경 소재로 해변 안정화와 생태 복원에 탁월하며 하천 및 호수의 수제선 보호에도 확장 적용 가능함