

패각의 재활용 위한 전처리 방법

Pre-processing Methods for Recycling Wasted Shells



노승준 Seung-Jun Roh
금오공과대학교 건축학부 조교수
E-mail : roh@kumoh.ac.kr

1. 서언

통계청의 어업생산동향조사¹⁾에 의하면 우리나라는 매년 43만 톤 이상의 패류(貝類)를 생산하고 있다. 이러한 패류에서 패각(貝殼)은 약 70~80%의 비중을 차지하나, 패각은 패류 가공과정에서 대부분 폐기 및 방치되어 다양한 환경문제를 야기하고 있다. 또한, 패각의 주성분은 무기질로써 소각하면 대부분 소각재로 배출되어 소각시설의 운영비 부담을 가중시키고 있는 실정이다.

패각은 토양비료나 사료로 재활용이 가능하나, 2017년 기준의 재활용 비율은 약 35% 수준이다²⁾. 따라서 최근에는 패각의 재활용 비율을 높이고자 패각을 고온 소성시켜 산화칼슘을 제조하거나 탄산칼슘으로 가공하는 방안, 그리고 건설재료로서 석회석 및 시멘트, 잔골재의 대체제로 활용하거나 모르타르 및 시멘트 벽돌의 제조에 활용하는 방안 등이 거론되고 있으며, 이와 관련된 다양한 기초 연구들이 활발하게 수행되고 있다.

특히, 건설산업에서는 최근 패각 활용에 대한 기초 연구를 통해 비록 제한된 범위지만 패각을 시멘트 및 잔골재의 대체제나 건축마감재료로서 활용 가능하다는 결과가 발표되고 있다^{3,4)}. 하지만, 건설재료로서 패각을 활용하기 위해서는 패각 내부에 존재하는 염분을 적절히 조절하고, 패각의 강도를 높은 상태로 유지하는 전처리 기술이 수반되어야 한다는 것이 많은 연구자들의 공통된 의견이다^{5,6)}.

따라서 본 고에서는 특허청에서 발간하는 등록특허공보에 공개된 패각의 전처리 방법 중 전기분해법에 의한 패각의 염분 제거 방법과 패각의 백색도 및 강도를 높은 상태로 생성시키는 방법에 대해 알아보하고자 한다.

2. 전기분해법에 의한 패각의 염분 제거 방법

본 기술은 「전기분해법에 의한 패각의 염분 제거 방법」이란 명칭으로 2017년 5월 15일에 특허로 등록된 기술(등록번호: 제10-1738124호)로서, 기술 내용은 패각을 순환자원으로 재활용하기 위한 전처리로서 패각에 붙어있는 염분을 세척 및 제거할 수 있도록

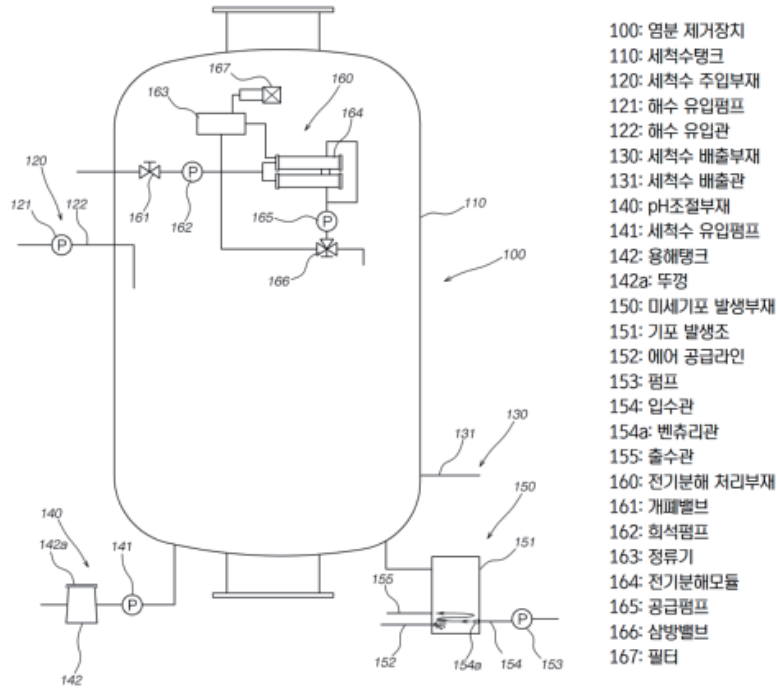


그림 1. 염분 제거장치 개념도

하는 전기분해법에 의한 패각의 염분 제거 방법이다.

본 기술은 패각의 분쇄, 선별, 세정, 건조를 포함하는 4가지 단계로 구성된다. 분쇄단계는 패각을 일정한 크기로 분쇄하는 단계이다. 이때, 진동 원심밀을 이용하여 패각을 300 내지 400 메쉬를 갖도록 분쇄하여 비표면적이 1200 내지 1500 cm²/g이 되도록 활성화한다. 선별단계는 분쇄된 패각을 2단 형태의 거름망(상부 거름망: 300 메쉬, 하부 거름망: 400 메쉬)에 순차적으로 통과시켜 패각에 포함된 이물질들을 선별 및 분리하는 단계이다. 이렇게 선별단계까지 완료되면 세정단계를 통해 희석소금물을 전기분해하여 얻은 고농도의 차아염소산나트륨(NaClO, Sodium Hypochlorite)을 염분 제거장치의 세척수 탱크에 저장하고 세척수 탱크의 내부에 용수를 공급하여 차아염소산나트륨과 혼합된 일정농도의 살균 소독수로 만든 후, 세척수 탱크의 내부에 이물질이 분리된 패각을 투입하여 세정한다. 마지막 건조단계는 세척된 패각을 건조하는 단계로서 고압 살수기 및 열풍기를 이용하여 일정시간 동안 자동으로

고압수 및 고압기체를 순차적으로 분사하여 패각의 표면에 남아있는 이물질 및 불순물을 제거하여 표면을 탈염 및 세척한다. 이때, 열처리를 통한 패각 입자의 균질성과 가열비용 등을 고려하여 600℃ 내지 800℃의 온도로 약 1시간 이상을 가열하여 소성 및 건조하게 된다. <그림 1>은 본 기술에서 제안하는 염분 제거장치의 개념도를 나타낸다.

3. 재활용 패각의 전처리 방법

본 기술은 「재활용 패각의 전처리 방법」이란 명칭으로 2019년 6월 13일에 특허로 등록된 기술(등록번호: 제10-1990797호)로서, 기술 내용은 패각을 재활용하여 사용하기 전 패각의 백색도 및 강도를 최적의 상태로 생성시키는 전처리 방법이다.

본 기술은 패각의 세척, 침수, 초음파, 건조, 산(酸) 세척, 축

[표 1] 재활용 폐각의 전처리 단계별 세부 사항

구분	세부 내역
세척단계	• 폐각을 흐르는 물에 복수 번 세척
침수단계	• 폐각을 증류수로 24시간 동안 침수
초음파단계	• 30분씩 3회에 걸친 폐각의 초음파 조사 - 초음파 음향주파수: 40~60 kHz, 출력: 600 W
건조단계	• 건조장치에서 105±5 °C로 24시간 건조
산 세척단계	• 염화수소 또는 질산과 증류수로 이루어진 혼합물에 20~30분간 침지 실시 - 산용액은 농도가 35%의 염화수소(HCl) 또는 60%의 질산(HNO ₃)중 하나를 선택 - 염화수소 : 증류수의 비율은 중량대비 1:20~30으로 실시 - 질산 : 증류수의 비율은 중량대비 1:30으로 실시 • 산 세척 후 스틸 브러쉬로 끝에 있는 이물질 제거
측정단계	• 폐각의 백색도 및 강도 검사

정을 포함하는 6가지 단계로 구성된다. 세척단계는 폐각을 흐르는 물에 복수 번 세척하는 것을 의미하며, 침수단계는 세척 단계를 마친 폐각을 증류수로 24시간 동안 침수시키는 것을 의미한다. 초음파단계는 침수단계 후 30분씩 3회에 걸쳐 초음파를 통해 폐각을 조사하는 단계이며, 건조단계는 건조 장치에 폐각을 투입하여 105±5 °C로 24시간 건조시키는 것을 의미한다. 이렇게 건조단계를 마친 폐각은 35%의 염화수소(HCl) 또는 60%의 질산(HNO₃) 수용액에 침지시켜 산 세척한 후 스틸 브러쉬로 이물질을 제거하는 것이 산 세척단계이며, 산 세척 후 폐각을 건조시킨 뒤 측정단계를 통해 폐각의 백색도 및 강도를 검사한다. [표 1]은 본 기술에 대한 각 단계별 세부 사항을 나타낸다.

4. 결 언

등록특허공보에 근거하여 전기분해법에 의한 폐각의 염분 제거 방법과 함께 폐각의 백색도 및 강도를 높은 상태로 생성시키는 전처리 방법을 살펴보았다. 비록 등록특허공보에 의한

개략적인 내용이었지만 폐각을 건설재료로서 다양하게 활용하기 위한 전처리 기술의 적용 가능성을 확인할 수 있었다. 앞으로 폐각의 전처리 기술 확보를 통한 폐각의 활용 가능성 증대와 이러한 폐각을 활용하는 다양한 건설재료의 개발과 적용을 통해 건설 산업이 환경보존에 기여할 수 있도록 많은 건설 실무자와 연구진들의 관심을 부탁드립니다.

참고문헌

1. 통계청. 어업생산동향조사 2010~2019.11, <https://kosis.kr>
2. 유제범, 김경민 (2020), 수산부산물 발생 및 처리 관련 문제점과 개선 방향, 국회입법조사처.
3. 노영숙, 권성호, 김태경, 이용국 (2016), 굴 분말 및 폐각을 이용한 모르타르의 특성 연구, 한국복합신소재구조학회 논문집.
4. 우희은, 김경민, 이인철, 김경희 (2018), 굴 폐각의 전처리 조건에 따른 인산염 제거효율에 관한 연구, 해양환경안전학회지.
5. 정철우 (2016), 국내 폐각류 재활용 방안에 대한 고찰 - 굴 폐각을 중심으로, 한국건설순환자원학회지.
6. 하수현, 김강주, 김석휘, 김영규 (2019), 굴폐각 소성시 해저 퇴적물과 NaCl 불순물이 소성 특성에 미치는 영향, 자원환경지질.

담당 편집위원 : 노승준(금오공과대학교)