

반응표면분석법을 이용한 가압성형 보드의 최적 배합비 선정

Optimization of Mixing Proportion of Press-forming Board by Response Surface Methodology

이 준 철*

김 진 성**

이 보 경***

최 형 길****

Lee, Jun-Cheol

Kim, Jin-Sung

Lee, Bo-kyeong

Choi, Hyeong-Gil

Abstract

In this study, the optimization of mixing proportion of press-forming board with blast furnace slag, pearlite and bottom ash was investigated using the response surface methodology. Ten Mixing proportions of specimens were designed by the response surface design, and then flexural failure load, moisture content and water absorption of specimens were measured. As a result of the reaction surface analysis based on the experimental results, it was possible to derive the optimal mixing proportion with the satisfaction of 93%.

키 워 드 : 반응표면분석법, 가압성형보드, 최적배합비

Keywords : response surface methodology, press-forming board, optimal mixing proportion

1. 서 론

건축용 보드로 많이 사용되고 있는 석고보드의 경우 제조과정 중 원료의 소성과정 및 고온건조과정을 거치게 되면서 막대한 에너지 소비와 다량의 이산화탄소를 배출하게 된다. 본 연구에서는 고로슬래그 기반의 고화재와 펄라이트, 바텀애시를 주원료로 하여 소성 및 고온건조를 거치지 않는 친환경 건축용 보드를 제조하기 위해 각 원료의 최적배합비를 반응표면분석법을 이용하여 도출하고자 한다.

2. 실험방법 및 내용

본 연구에서는 가압성형되는 보드의 휨파괴하중, 기건함수율, 흡수율에 영향을 미치는 고로슬래그 기반 고화재, 펄라이트, 바텀애시의 혼입율을 실험인자로 두었으며, 반응표면설계의 Box-Behnken 계획법¹⁾에 의해 각 인자별로 모두 3수준으로 실험되고 중심점 실험이 3회 반복되는 총 10개의 실험점이 있는 배합비를 이용하였다. 고화재, 펄라이트, 바텀애시의 혼입수준은 각각 30~90%, 0~40%, 0~40%로 설정하였으며, 배합비는 표 1과 같다.

표 1. 경량보드의 중량 배합비

구 분	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
고화재	61.9	50.0	53.4	66.7	50.0	81.8	69.2	72.8	53.4	40.0
펄라이트	19.0	12.5	30.2	16.7	37.5	9.1	7.7	13.6	16.4	30.0
바텀애시	19.0	30.2	16.4	16.7	12.5	9.1	23.1	13.6	30.2	30.0

상기 배합비로 가압성형 제조된 보드는 1일간의 증기양생과 14일간의 기건양생 후 휨파괴하중시험과 함수율 및 흡수율 시험을 실시하였다.

* 경북대학교 대경권국토교통기술지역거점센터 교수, 공학박사

** 경북대학교 건설환경에너지공학부, 석사과정

*** 경북대학교 지능형건설자동화연구센터 교수, 공학박사

**** 경북대학교 건축학부 교수, 공학박사, 교신저자(hgchoi@knu.ac.kr)

3. 실험결과 및 분석

그림 1은 각 배합비에 대한 휨파괴하중, 함수율, 흡수율에 대한 실험결과를 나타낸 것이다.

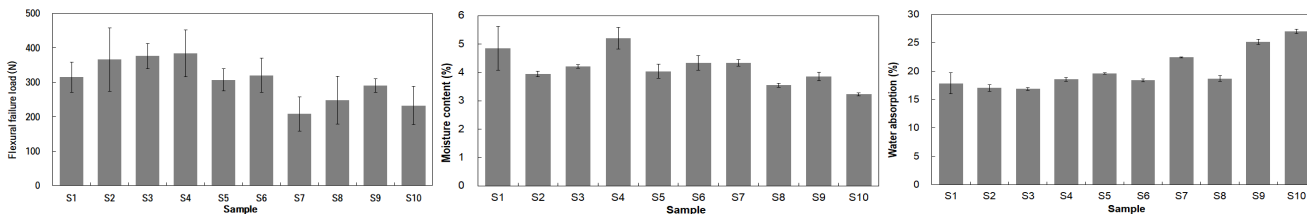


그림 1. 경량보드의 휨파괴하중(좌), 함수율(중), 흡수율(우)

그림 2는 각 배합비의 휨파괴하중, 함수율, 흡수율의 실험결과를 토대로한 회귀모형에 대한 표준화 잔차분석도를 나타낸 것이며, 그림 3은 휨파괴하중, 함수율, 흡수율에 대한 반응표면도를 나타낸 것이다.

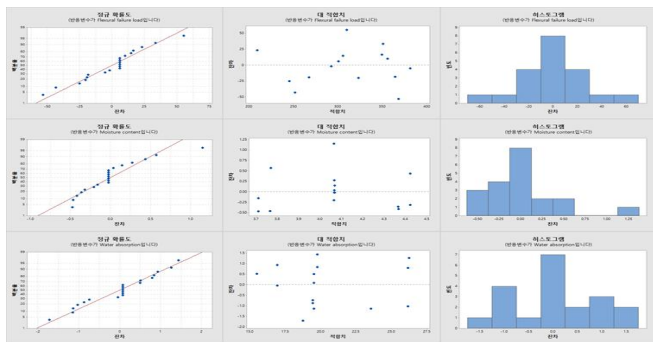


그림 2. 휨파괴하중, 함수율, 흡수율의 회귀모형에 대한 표준화 잔차 분석도

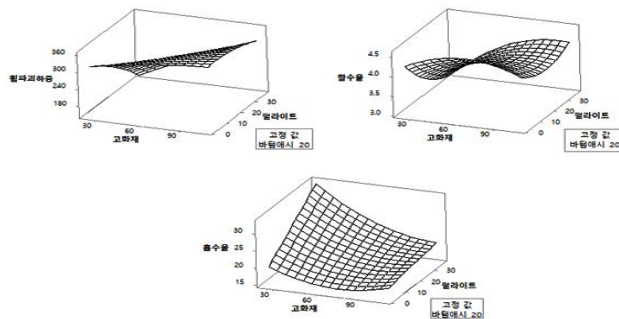


그림 3. 휨파괴하중, 함수율, 흡수율의 회귀모형에 대한 반응표면도

표 2는 반응표면분석법의 반응최적화 결과에 따라 도출된 최적배합으로 휨파괴하중 380.1N, 함수율 4.01%, 흡수율 14.59%의 예측치를 가지며 최적화 만족도 93%를 나타냈다.

표 2. 반응표면분석을 통한 최적배합비

목표치		최적 총량배합비		
		고화재	펄라이트	바텀애시
휨파괴하중 (N)	380	107.05	18.81	27.64
함수율 (%)	4.0			
흡수율 (%)	17.0			

상기에서 도출된 최적배합으로 시편 제조 후 실험한 결과, 휨파괴하중 405N, 함수율 5.1%, 흡수율 18.8%로 예측값과 실험평균값은 각각 +6.5%, -27.5%, -10.5%의 차이를 나타냈다.

4. 결 론

본 연구에서는 고로슬래그 기반 고화재, 펄라이트, 바텀애시를 주원료로 하는 가압성형 보드의 휨파괴하중, 기건함수율, 흡수율을 바탕으로 반응표면분석법을 이용하여 최적배합비를 도출하였다. 도출된 최적배합비의 실험평균값은 예측값과 비교하여 최대 27.5%의 차이를 나타냈으나 실험오차 등을 감안할 경우 최적배합비는 어느 정도의 신뢰성을 가지고 있다고 판단된다.

Acknowledgement

본 연구는 중소기업부에서 지원하는 2018년도 창업성장기술개발사업(No.S2576413)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

참 고 문 헌

1. 이레테크 Minitab 사업팀, 새 Minitab 실무완성, 이레테크, pp.617~653, 2009