

하모닉 알고리즘을 활용한 슬래브 거푸집 디자인 최적화에 관한 실험적인 연구

Experimental Study on Optimization of Slab Form Design Using Harmonic Search Algorithm

장 인 동*
Jang, Indong

이 종 구**
Yi, Chongku

Abstract

The slabform, which is commonly used in construction sites, has drawbacks in that the workability of the workers is reduced due to their heavy weight. This study investigates the possibility of design optimization of euro form between structural stability and weight using harmonic search algorithm. The harmonic search algorithm is a metaheuristic optimization technique that obtains multiple optimal solution candidates through iterative. As a result of multiple attempts of optimization through the algorithm, it was possible to design the formwork which is structurally stable and light in weight than the existing formwork

키 워 드 : 유로 폼, 최적화, 하모닉 서치 알고리즘
keywords : euro form, optimization, harmonic search algorithm

1. 서 론

유로폼은 구조적 안정성 때문에 많은 공사 현장에서 사용되고 있지만, 무게가 무거워 작업자의 시공성이 크게 떨어진다는 단점이 있다. 현재 유로폼의 설계는 경험적인 해(Empirical solution)에 의존하고 있으며, 이는 유로폼이 과대/과소 설계되었을 가능성을 시사한다. 본 연구에서는 최적화 알고리즘을 통해 각 부재의 위치 및 형상을 조절하여 기존의 유로폼 보다 구조적으로 안정하면서 경량인 거푸집의 설계에 관한 실험적인 연구를 진행하였다.

2. 최적화 알고리즘 및 연구 방법

2.1 최적화 알고리즘

본 연구에서는 하모닉 서치 알고리즘이 매트랩(Matlab)과 COMSOL multiphysics을 활용하여 구현되었다. 그림 1에 본 연구에서 사용한 알고리즘의 모식도가 나타나있다. 최적화 적합성(Fitness)는 식(1)을 사용하였다.

$$find \ Min \ J(x_1, x_2, \dots) \ where \ J = \lambda \times \alpha \times V_{mf} + (1 - \lambda) \times \beta \times V_{mat} \quad (1)$$

이때 λ 는 중요도 계수, α 및 β 는 단위변환 상수, V_{mf} 는 거푸집 최대 변위(mm), V_{mat} 은 재료 투입량을 의미한다. 또한 알고리즘의 진행에는 HMCR = 0.1, PAR = 0.01, Population = 10으로 설정하였다.

2.1 거푸집 설계

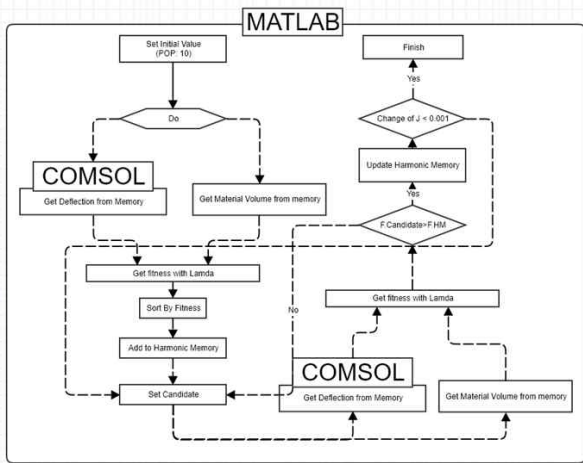
1200mm × 600mm의 거푸집에 대한 최적화를 실시하였으며, 해석의 용이함을 위해 판재(Sheathing)을 제외한 다른 부재는 각형부재, 모든 부재가 접합면에서 고정접합(Fixed joint)로 연결되어 있다고 가정하였다. 거푸집에 실리는 하중은 20cm의 일반 콘크리트를 가정하였다. 최적화 대상은 표 1과 같다.

표 1. 최적화 변수

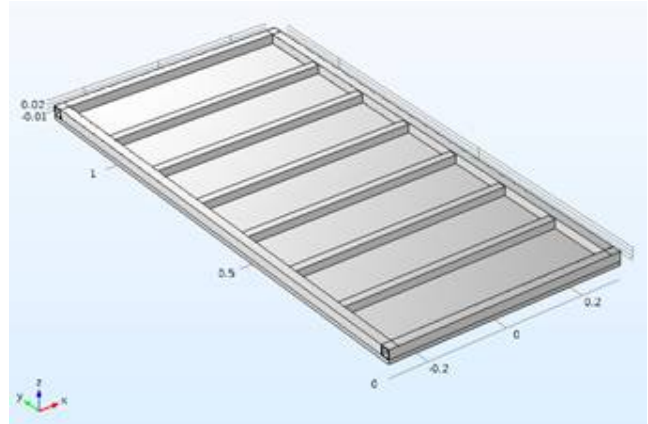
판재(Sheathing)	두께(T _s)
명예(Joist)	크기(L _j)
	두께(T _j)
장선(Stringer)	크기(L _{st})
	두께(T _{st})
	장선 간격(D _{spacing})

* 고려대학교 건축사회환경공학과, 석박사통합과정

** 고려대학교 건축사회환경공학과 교수, 교신저자(chongku@korea.ac.kr)

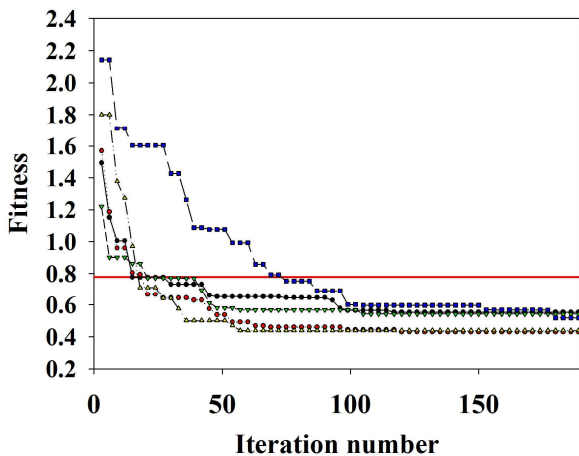


(a) 알고리즘 모식도

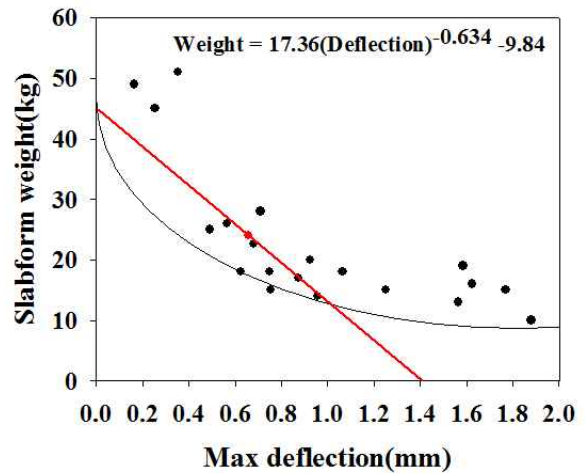


(b) Comsol 모델링 예시

그림 1. 알고리즘 모식도 및 Comsol 모델링 예시



(a) 최적화 시도(Trial)의 적합성 추세선



(b) 각 최적화 시도(Trial)의 최대 변위와 투입 재료 무게에 대한 파레토 도 및 파레토 선

그림 2. 최적화 결과

3. 결과 및 결론

하모닉 알고리즘을 이용한 최적화 결과 Iteration이 늘어날수록 적합도가 최적화 되는 것을 확인 할 수 있었으며, 특히 그림2(a)의 붉은 선(기존의 거푸집이 갖는 적합도) 이하로 떨어지는 시도(Trial)가 다수 발견되었다. 그림2(b)는 이러한 시도의 최대 변위와 투입 재료에 대한 파레토 도로서, 추정된 파레토 선을 통해 또 다른 최적화 해가 존재할 가능성을 시사한다.

추후 실제에 가까운 연구를 진행하기 위하여 실제 거푸집의 모델링 및 부재 접합 조건 등의 추가가 있을 예정이다.

Acknowledgement

본 연구는 2018년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원을 통해 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 이공학기초연구사업입니다.(No.2015R1D1A1A01060892)

참고 문헌

1. Geem, Zong Woo, Joong Hoon Kim, and G. V. Loganathan, A new heuristic optimization algorithm: harmony search, Simulation Vol.76, No.2, pp.60~68, 2001
2. AL-TABTABAI, H., Alex, A. P., & James, R. Slab Formwork Design Using Genetic Algorithm – Formwork Design Using Ga, Durability of Building Materials and Components, pp.2407~2418, 1999,2