

태양집열판 각도에 따른 변형 및 진동 특성에 관한 연구

A Study on Deformation and Modal Analysis of inclined Solar Collector

*이지혜¹, #김일수(ilsookim@mokpo.ac.kr)¹, 강문식², 박범수², 김지선¹, 나현호¹, 정성명¹

*J. H. Lee¹, #I. S. Kim¹, M. S. Kang², B. S. Park², J. S. Kim¹, H. H. Na¹, S. M. Jung¹

¹목포대학교 기계공학과, ²㈜파루

Key words : Structural analysis, Deformation, Modal analysis, Frequency

1. 서론

태양광 발전은 일사량 변동에 따른 발전량의 편차가 크기 때문에 안정된 전력 공급을 위해서는 추가적인 시설투자가 필요하며, 발전수가 대규모이기 때문에 지속 적인 시설투자가 필요하고 초기 투자비용이 많이 요구된다.

현재 태양광 발전 기술력의 미비로 인해 상용전력에 비해 발전단가가 높다는 단점을 갖고 있다. 또한 새로운 구조물의 개발과정에서 안정성, 신뢰성 및 내구성 확보를 위한 해석모델의 검증과 수정과정이 요구된다. 특히 태풍이 잦고 바람이 많은 한국기후에 맞게 신뢰성 있는 구조설계에 의해 바람의 부하에 최대로 견딜 수 있는 안전한 구조물의 설계가 필수적이다.

구조해석의 시행착오를 줄이기 위해서 해석 노하우 및 기술을 축적할 필요가 있으며, 설계 최적화를 위한 데이터베이스를 구축하여 보다 효율적인 해석 및 설계기법 확보가 필요하다. 또한 반복되는 진동으로 재료가 피로하여 기계 부품이 속히 마모되며, 구조물의 고유진동수와 외부의 진동수가 공진을 일으키면 심한 소음이 발생하기도 하여 진동해석도 필수적으로 수행되고 있다.

본 연구는 태양광추적장치(Tracker-6kW)의 외부환경의 하중변화에 따른 구조해석을 실시하여 태양집열판의 각도별(0°, 60°) 변형거동을 파악 하고, 고유 진동해석(Modal analysis)을 통하여 고유진동수에 따른 구조물의 변형특성을 분석 하고자 한다.

2. 유한요소모델 개발

태양추적장치(Tracker 6kW)의 변형 및 진동 특성을 확인하고자 ANSYS S/W 를 이용하여 태양집열판의 각도별(0°, 60°) 유한요소모델을 Fig. 1 에 나타냈다. 외부환경에 따른 하중조건 (Loading conditions)을 부여한 주요 하중으로 F_S (적설하중), F_W (중량), F_{Dr} (정면풍), F_{Dr} (후면풍)으로 적용된 일반구조용강(SS400)과 경량형강(SSC400)의 기계적 성질은 Table 1 과 같다.

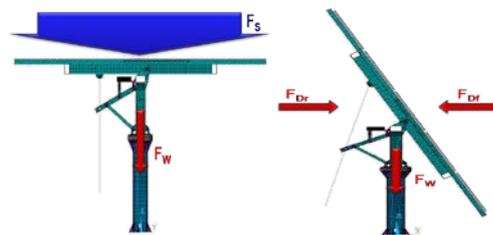


Fig. 1 The loads on inclined solar collector

Table 1 Material Properties for analysis model

Material	Young's modulus	Poisson's ratio	Density	Yield strength
SS400	205.94	0.3	7850	250
SSC400	(GPa)		(kg/m ³)	(GPa)

3. 해석 및 고찰

태양추적장치(Tracker)의 태양집열판의 각도가 0°, 60°일때의 하중조건(Table 2)을 토대로 변형해석을 실시한 결과값을 Table 3 에 제시하였다. 해석결과(Figs. 2~3) 상·하부 기둥을 중심으로 태양전지판의 끝단 부근에서 최대 변형이 발생하며, 풍하중의 경우 정면풍보다 후면풍에 영향을 더 받는것을 확인하였다.

Table 2 Types of loads

Type	Tracker 0°	Tracker 60°
Case 1	$F=F_s$	$F=F_w+F_{Dr}$
Case 2	$F=F_w+F_s$	$F=F_w+F_{Dr}$

Table 3 Analysis results of deformations

Type	Tracker 0°	Tracker 60°
Case 1	46.8	40.3
Case 2	76.6	46.8

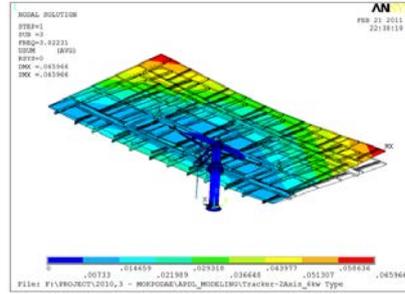


Fig. 4 Results of modal analysis on mode 4 - 0°

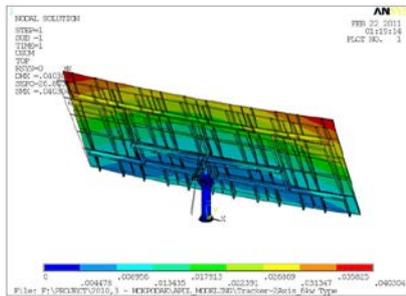


Fig. 2 Result of deformation for Case 1 - Tracker 60°

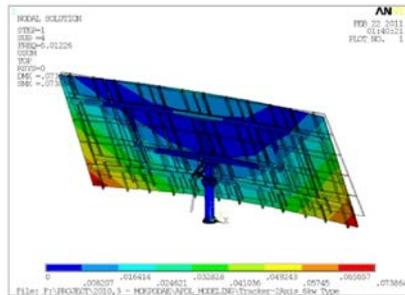


Fig. 5 Results of modal analysis on mode 4 - 60°

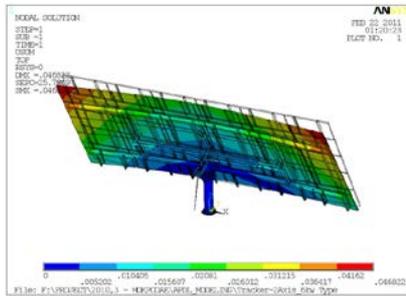


Fig. 3 Result of deformation for Case 2 - Tracker 60°

구조해석과의 동일한 모델링을 통하여 고유진동수를 구하는 모드해석을 수행하였다. 자유 경계조건을 적용하여 8 모드별로 해석한 결과 Mode 4 에서 최대변형이 발생함을 확인하였다(Table 4, Figs. 4~5). 감쇠계수는 값이 너무 작고 실제적으로 고유 진동수와 모드 형상에 영향이 없기 때문에 무시하였다.

Table 4 Result of modal analysis

Tracker	Frequency(Hz)	Max deformation(mm)
0°	3.9822	69.73
60°	6.0122	73.86

4. 결론

태양집열판의 각도별(0°, 60°)의 하중변화에 따른 구조해석 및 지지구조의 고유 진동해석 (Modal analysis)을 통해 태양추적장치의 변형 거동을 파악하였으며, 향후 응력집중부의 완화를 위한 추가설계 및 해석을 통해 구조물의 신뢰성을 높이고 최적화 설계하고자 한다.

후기

본 연구는 광역경제권 선도산업 기술개발 사업을 통하여 수행된 연구결과물의 일부분입니다.

참고문헌

1. 이지혜, 김일수, 김지선, 나현호, 강문식, 박범수, "Tracker 집열판의 각도별 변형거동 분석" 한국생산제조시스템학회 2011 춘계 학술대회 논문집, 549~550, 2011.