

수상 태양광 발전을 위한 플라스틱 부유체 개발에 관한 연구

정광수¹, 정인준¹, 신동길^{2*}
¹영남대학교 대학원, ²영남대학교 기계공학부

A Study on the Development of Plastic Floater for Solar Power Plant on a Body of Water

Kwang-Soo Jeong¹, In Jun Jung¹, Dong-Kil Shin^{2*}
¹Graduate School of Yeungnam University
²School of Mechanical Engineering, Yeungnam University

요약 본 연구에서는 수상 태양광 발전설비를 위한 부유체 개발에 대하여 연구하였다. 부유체는 단위 모듈로 이루어진 금속재질의 프레임과 상부의 태양광 패널들을 수상에서 부력을 이용하여 지지하는 부품이다. 단위 모듈화된 프레임의 구조와 태양광 패널의 설치 환경을 고려하여 부유체에 작용하는 하중을 산출하였다. 부유체의 형상은 수압과 부력을 고려하여 바깥쪽으로 둥근 형태를 가지도록 하였으며, 유한요소해석을 수행하여 부유체의 세부 형상과 두께를 설계하였다. 설계된 부유체는 선형저밀도폴리에틸렌 플라스틱을 사용하여 회전성형법으로 제작하였다. 부유체의 압축강성을 측정된 결과, 제작된 부유체는 최대하중 322.7 kgf의 4배 이상에서도 붕괴를 일으키지 않고 강성을 유지하는 것으로 나타났다. 부유체의 장기 압축 시험을 수행하기 위하여 중력을 이용한 무게추 방식의 장기 하중 인가 장치를 제작하였다. 부유체에 무게추를 올린 후 7일 간 부유체의 압축량을 측정한 결과, 작은 하중에서도 지속적인 압축 변형이 발생하였다. 그러나 상시 하중 100 kgf 에 대하여 10년 압축량을 예측한 결과 약 4.64 mm 의 작은 변형이 예측되었다. 이와 같이 개발된 부유체는 수상 태양광 발전시스템에 사용이 가능한 것으로 나타났다.

Abstract In this study, a floater was developed for a frame-type solar power plant. The floater supports the frame and the solar panels. A finite element analysis was performed to design its shape and thickness, and the floater was manufactured by a rotational molding method using linear low-density polyethylene. It was found that the floater did not cause collapse and it maintained its stiffness even at 4 times the maximum load of 322.7 kgf. To perform a long-term compression test, a weight-type load application device that uses gravity was designed and manufactured. The amount of compressive deformation was measured for 7 days, and a long-term deformation equation was obtained. Even under small loads, continuous deformation was observed. However, the 10-year deformation amount for a constant load of 100 kgf was predicted to be small at about 4.64 mm. As a result, it was found that the developed floater could be used in a solar power plant on a body of water.

Keywords : Floater, Solar power plant on a body of water, linear low density polyethylene, Hyperelasticity

본 연구는 2018년도 중소벤처기업부의 기술개발사업 지원에 의한 연구임. [S2651637]
이 논문은 2018년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구 사업임. (NRF-2018R1D1A1A09083672)
*Corresponding Author : Dong-Kil Shin(Yeungnam Univ.)

email: dkshin@yu.ac.kr

Received July 7, 2020

Accepted October 5, 2020

Revised August 26, 2020

Published October 31, 2020

1. 서론

급변하는 에너지 환경에 대응하기 위하여 최근 국내에서는 신재생에너지 개발을 적극적으로 추진하고 있다. 수력, 풍력, 태양광, 해양 등 환경 문제와 조성비용 문제를 해결하면서 에너지 수급 비율을 늘리기 위하여 다양한 기술들이 개발 중이다[1,2]. 특히, 정부에서는 태양광, 풍력, 수소 연료전지 등의 상용화를 위해서 발전량의 일정 비율을 신재생에너지로 의무화하는 RPS(Renewable Portfolio Standard) 제도를 2012년부터 도입하여 시행하고 있다[3].

태양광 발전을 위하여 여러 가지 설치 방법들이 적용되고 있다. 육상 발전 설비의 경우, 많이 설치되고는 있지만 태양광 패널을 설치할 장소 확보가 큰 어려운 점으로 대두되고 있다. 영농형 태양광 발전소의 경우 농지에 설치하는 방법이지만, 발전효율 저하와 농산물 수확량 감소 등의 문제점이 나타나고 있다. 수상 태양광 발전 기술은 수면에 부유체를 띄우고 패널을 설치함으로써 내수면의 유휴공간을 활용하고 환경파괴를 최소화 할 수 있는 반면 구조적 안정성이 취약한 단점이 있다[4-6].

수상 태양광 발전은 육상 태양광 발전과는 설치 방식에 있어서 차이를 나타낸다. 즉, 육상 발전 설비는 구조물을 지반에 고정하므로 외부 하중에 대하여 강건하게 설계할 수 있다. 그러나 수상 태양광 발전은 수면에 설치하여야 하므로, 수면이라는 특수한 환경조건에 부합하도록 구조체를 매우 유연하면서도 전체 시스템의 강도는 외부 하중에 대하여 안정적인 설계를 하여야 한다. 그러므로 태양광 발전기술과 더불어 부유식 구조물 기술을 융합하여 개발해야 한다[7].

수상 태양광 발전 기술을 개발하기 위해서는 부유식 구조물의 개발이 중요한 부분을 차지하고 있다. 구조물의 형식은 구조체와 부유체가 분리된 프레임형, 구조체와 부유체가 일체화된 부력일체형, 부유식 패널형 등이 있다. 이들 중 프레임형 구조는, 중심이 깊고 수위 변화가 크며, 풍속과 유속이 빠른 곳에 적용이 가능하여 주로 댐과 만에 사용하며, 부력일체형은 저수지와 연못과 같이 수위변화와 유속, 풍속이 비교적 약한 곳에 많이 적용된다[8-10]. 프레임형의 구조의 비용 중에서 부유체의 비용이 많이 차지하고 있다. 부유체를 위한 재료는 부식에 강하고, 내구성을 높여서 구조적으로 안정적으로 가볍고 견고한 재질이 사용된다. 주로 사용 되는 재질은 고밀도폴리에틸렌(high density polyethylene, HDPE)나 섬유강화복합재료(fiber reinforced plastic, FRP) 등이다[11].

본 연구에서는, 프레임형 수상 태양광 발전 설비를 위한 부유체를 개발하고자 한다. 부유체의 비용을 절감하고, 구조적 강성을 확보할 수 있는 방법에 대하여 연구하였다.

2. 수상 태양광 모듈 및 부유체

2.1 수상 태양광 모듈

패널을 12개를 설치할 수 있는 단위 모듈을 Fig. 1과 같이 설계하였다. 이러한 모듈을 여러 개 연결하여 넓은 면적의 수면에 배치함으로써 많은 발전량을 확보할 수 있도록 하였다. 프레임은 태양의 고도를 고려하여 경사지게 놓여지며 그림자를 고려하여 적정 거리만큼 간격을 가지도록 하였다. 프레임 하부에는 부유체를 연결하여 수면에 떠 있을 수 있도록 하였다. 부유체는 상부 구조물의 무게를 지탱할 수 있도록 적절한 부력을 확보하도록 하였으며, 하나의 모듈에 6개의 부유체를 부착하도록 하였다.

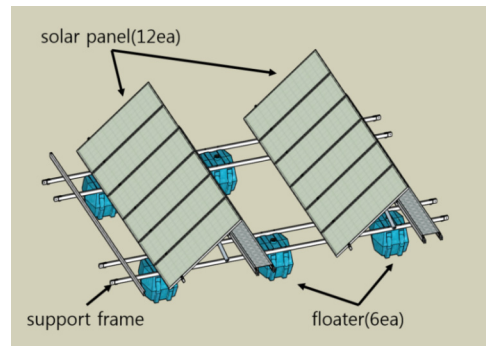


Fig. 1. Unit module for floating solar power plant

2.2 부유체 요구 성능

부유체는 자중 및 외부의 하중에 대하여 시스템을 안정적으로 지탱할 수 있어야 한다. 본 연구에서 적용한 각 요소 부품들의 무게 및 하중을 정리하면 다음과 같다.

태양광 패널은 개당 22.9 kgf의 무게를 가지며 Fig. 1의 단위 유닛 당 총 12개의 패널이 장착된다. 프레임은 고내식 합금 도금 각관이며 총 315 kgf 이다. 부유체의 자중은 개당 10 ~ 15 kgf 이며, 제작 시 공정 변수를 조절함으로써 두께 및 무게를 조정 가능하다. 단위 유닛에 부유체가 6개 설치되는 점을 고려하면 부유체 1개당 작용하는 상시하중은 태양광 패널과 프레임에 의한 하중을 합한 98.3 kgf이 인가된다.

태양광 발전소의 설치 환경을 고려할 때, 적설하중(S) 97 kgf, 균중하중(L) 40 kgf, 패널에 가해지는 풍압 등의 하중의 수직성분인 하중(W) 104 kgf이 작용할 수 있다. 이 때 총 하중은 하중저항계수 설계법을 통하여 322.7 kgf 이 작용할 수 있다[11].

총 하중 = 1.2D + 1.0W + 0.5S + 1.0L (1)
 여기서, D는 자중, W은 하중, S는 적설하중, L은 균중하중이다.

3. 부유체 설계 및 제작

3.1 부유체 설계

3.1.1 부유체 설계

부유체의 외형은 수압을 고려하여 바깥쪽으로 등글게 설계하였다. Fig. 2는 설계된 부유체이다. 부유체는 흘수(draft) 0.35을 유지하도록 부피는 0.280 m³으로 하였다. 부유체의 외형은 900 x 700 x 600 mm³이며, 두께는 6.5 mm, 무게는 17 kgf으로 설계되었다. 재료는 선형저밀도 폴리에틸렌(linear low density polyethylene, LLDPE)을 적용하였다. 제작은 저비용 생산이 가능한 회전성형법으로 제작하였다[12].

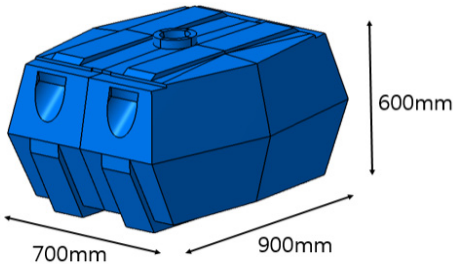


Fig. 2. Design of the floater

3.2 유한요소 해석

유한요소해석을 통해 부유체의 구조 안정성을 사전에 검토하였다. 해석을 위하여 Simulia (Dassault Systems)를 사용하였다. Fig. 3은 유한요소 모델링을 변위 분포와 함께 나타내었다. 사용된 요소는 사면체요소(TET4)이며 요소의 숫자는 278653개 이다. 부유체의 기계적 물성은 Fig. 7의 측정 결과 중 Specimen 1의 측정결과를 초탄성(hyper-elasticity) 물성으로 적용하였다. 체결부, 입구, 바닥 등의 형상이 복잡하여 쉘요소는 사용하지 않았

다. 부유체는 수면에 떠있을 때는 하부의 일부가 물에 잠겨있고, 설치 또는 수리할 때는 평지에 놓여지는 점을 고려하여, 부유체 모델에서는 부유체의 바닥면은 고정(encastre) 하였다. 부유체에 가해지는 하중들 중에서, 부유체를 아래로 누르는 하중이 가장 크고, 부유체 상단 양쪽에 프레임이 거치되는 점을 고려하여 프레임과 맞닿는 부분에 분포하중을 인가하였다.

Fig. 3의 변위는 하중 100 kgf이 인가될 때의 분포이다. 최대 압축 변형량은 약 1.817 mm이다. 프레임이 없혀 놓는 부분에서는 변형이 다소 많이 나타났지만, 전반적으로 아래 방향으로 골고루 변형이 일어남을 알 수 있다.

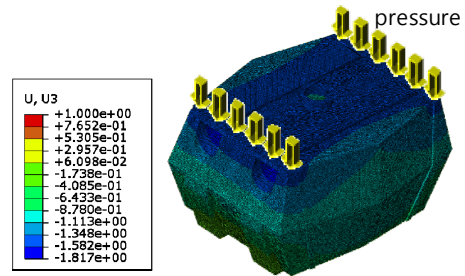


Fig. 3. FEA model with displacement contour

Fig. 4은 부유체의 von Mises 응력 분포를 나타내었다. 부유체는 전반적으로 구의 형태로 등글게 설계되어 있기 때문에 특정 지점에서의 과도한 응력 집중이 나타나지는 않았다. 부유체의 Z 방향 중간부 모서리들에서는 Z 축 방향 압축에 대하여 마치 힌지의 역할을 하게 되어 응력이 다소 높게 나타났다. 그러나 응력값이 크지는 않았으며(약 4.0 MPa), 이 모서리는 형상이 변하는 지점이고, 응력 집중 시 응력값을 과대하게 표현하는 사면체 요소의 특성이 복합되어 나타나는 점 등을 고려하고, Fig. 7에서 나타난 바와 같이 극한하중이 13.0 MPa임을 고려할 때, 외부 하중으로 인한 부유체의 안정성은 확보될 것으로 사료된다.

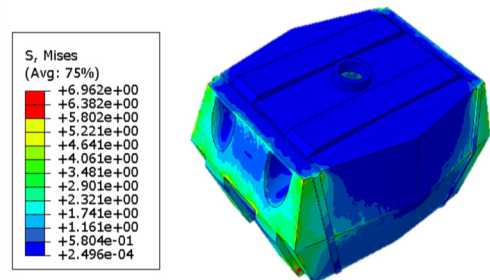


Fig. 4. Contour plot of von Mises stress

회전성형법의 경우 제조 과정에서 원재료의 양을 증감하는 방법으로 부유체의 두께를 임의로 조절이 가능하다. 따라서 적절한 두께를 찾기 위하여 두께 변화에 대한 부유체의 강성을 유한요소해석으로 검토하였다. Fig. 5은 두께에 따른 변화량을 나타내었다. 이 때 외력은 100 kgf으로 동일하게 인가하였다. 두께가 증가함에 따라 변형량이 작아지는 것을 알 수 있다. 이는 부유체가 외부 하중에 대하여 탄성적으로 거동함을 의미하며 부유체의 두께를 조절함으로써 부유체의 강성을 제어할 수 있음을 보여주고 있다.

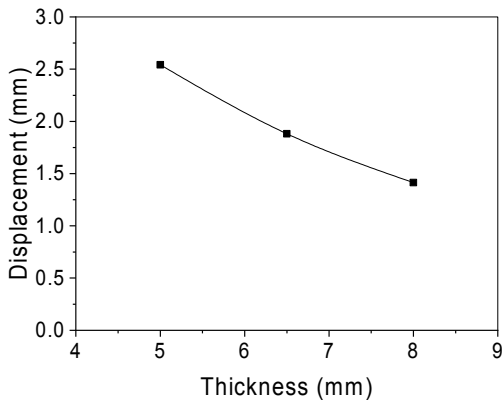


Fig. 5. Compression deformation with respect to the thickness of the floater

4. 부유체 소재의 인장 특성

4.1 소재의 기계적 물성 측정

부유체 소재인 LLDPE 기계적 특성을 인장시험기 (Instron Co., Model 8516)를 이용하여 측정하였다. Fig. 6(a)와 같은 시편을 ASTM D638에 따라서 제작하였다. 부유체 전체를 제작하여 부유체에서 비교적 평평한 지점에서 시편의 형태로 절단하였으며 추가적인 밀링 가공을 통하여 시편의 두께를 일정하게 하였다. 시험에 사용된 시편 크기는 $165 \times 19 \times 5 \text{ mm}^3$ 이다. 하중 속도는 0.1 mm/sec로 인가하였으며, 변위는 신장계 (extensometer)로 측정하였다.

Fig. 7.는 측정된 LLDPE의 응력-변형률 그래프이다. 동일 조건으로 제작하여 총 5개를 측정하였다. 이 중 대표적인 3개의 시편에 대한 측정 결과를 그림에 나타내었다. LLDPE는 열가소성수지의 전형적인 비선형 응력-변형률 특성을 보이고 있다. 변형률이 약 4 %일 때, 극한응

력은 약 12~14 MPa 정도이며, 이후 변형률이 증가함에 따라 응력이 줄어들고 있다.

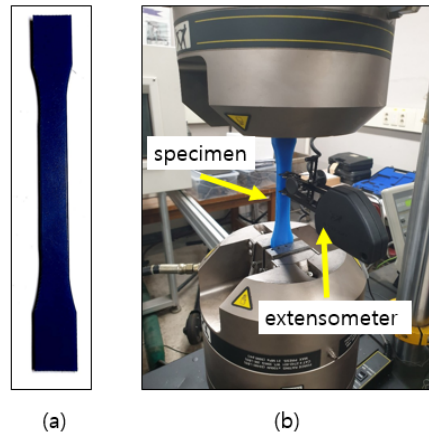


Fig. 6. Tensile test (a) specimen, and (b) tester

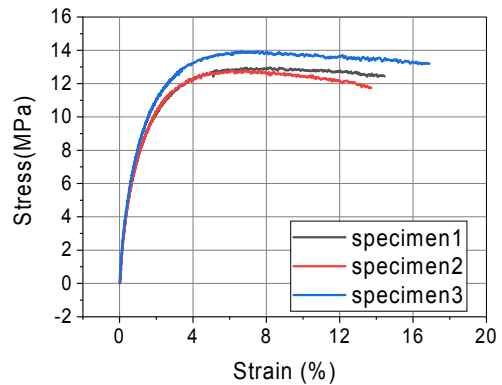


Fig. 7. Stress-strain curves of LLDPE

5. 부유체의 압축 특성

5.1 부유체의 단기 압축 특성

제작된 부유체의 압축 강성 평가를 Fig. 8.과 같이 대형 인장시험기를 이용하여 측정하였다. 시험기에 2 ton 로드셀을 장착하여 압축시험을 진행하였다. 부유체에 태양광모듈의 프레임과 동일한 각관을 체결한 후 각관을 아래 방향으로 누를 수 있도록 지그를 제작하였다. 하중 속도는 0.1 mm/s로 인가하였다.

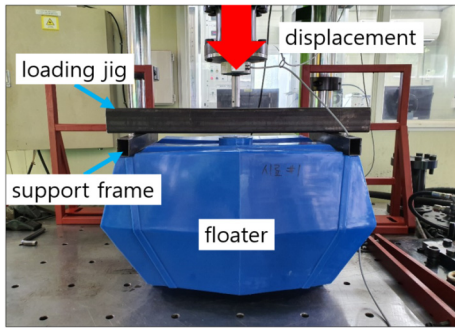


Fig. 8. Short-term compression tester

압축 하중에 대한 변형량을 Fig. 9과 같다. 시험 결과 Z축은 약 1400 kgf이상의 하중에서도 붕괴가 일어나지 않고 선형적으로 변형하는 것을 확인할 수 있다.

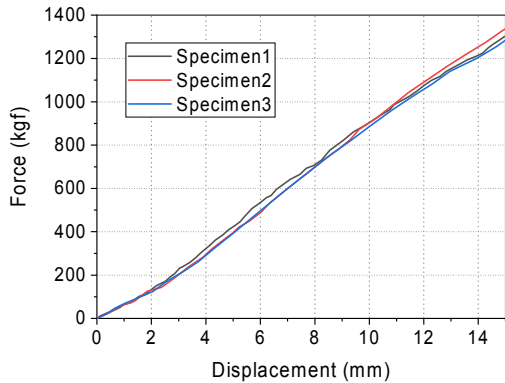


Fig. 9. Short-term compressional behavior of the floaters

5.2 부유체의 장기 압축 특성

수상 태양광은 설치시 유지 관리를 통하여 평균 10년 이상 지속적으로 사용하게 되므로 장기 압축 특성을 확인하여야 한다. 부유체에 하중을 장시간 일정하게 인가하기 위하여 Fig. 10.과 같은 시스템을 구축하였다. 중량물을 부유체에 장시간 인가하고 이에 따른 압축량을 지속적으로 측정할 수 있도록 하였다. 중량물은 평판에 무게 추를 놓아서 원하는 하중으로 조정하였다. 다수의 평판을 서로 다른 하중으로 만든 후, 적절히 선택하여 적층함으로써 여러 종류의 하중을 인가할 수 있도록 하였다. 인가된 하중은 부유체가 놓여진 대형 저울을 통하여 확인할 수 있다. 중량 측정 시 부유체의 자중, 안전프레임 무게 등은 제외한 부유체에 작용하는 순수 하중만 산출되도록 하였다. 부유체 주위에는 안전 프레임을 설치하여 부유체

의 갑작스러운 붕괴에 대하여 대비할 수 있도록 하였다. 하중에 대한 부유체의 압축 변형은 변위 게이지를 통하여 측정하였다. 안전 프레임 대각 모서리 두 곳에 장착하여 판 하부면이 아래로 처지는 양을 실시간으로 측정하였다. 최종 처짐은 두 게이지의 평균값을 취하였다. 변위 센서의 측정값은 데이터 수집 장치(Data acquisition system, DAQ)를 통해 컴퓨터에 저장하였다. 저울에서의 중량값은 컴퓨터에 실시간 저장될 수는 있으나, 현실 조건에서는 일정하다.

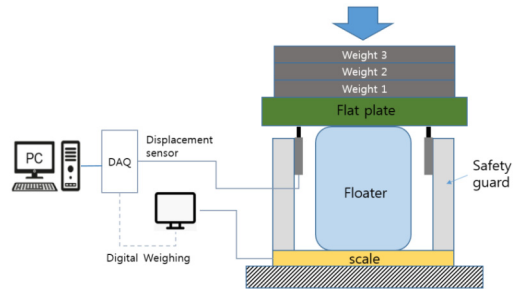


Fig. 10. Schematic of long-term compression tester

다음 Fig. 11은 실제 적용된 시험기 사진이다. 현재 200 kgf 의 하중이 인가한 상태이다.

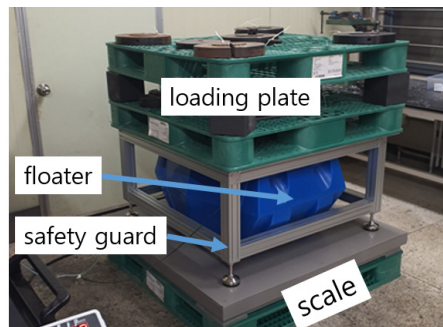


Fig. 11. Long-term compression tester

중량 조건 3가지에 대하여 장기 시험을 수행하였다. 각각 70 kgf, 100 kgf, 200 kgf등이다. 변형 측정 기간은 7일 (168 hrs) 동안 수행하였으며, 그 결과값은 Fig. 12에 나타내었다. 중량물을 인가하는 순간 부유체는 즉각 압축이 되는데, 이후 시간이 지남에 따라 압축량이 계속 증가하는 완화(relaxation) 특성이 나타나는 것을 볼 수 있다. 압축량은 시간이 많이 지나면 증가량이 둔화되기는 하지만 수렴하지는 않으며, 본 실험 조건 중 가장 작은 하중인 70 kgf에서도 일정값으로 수렴하지 않고 계속 늘어나는 것이 확인되었다.

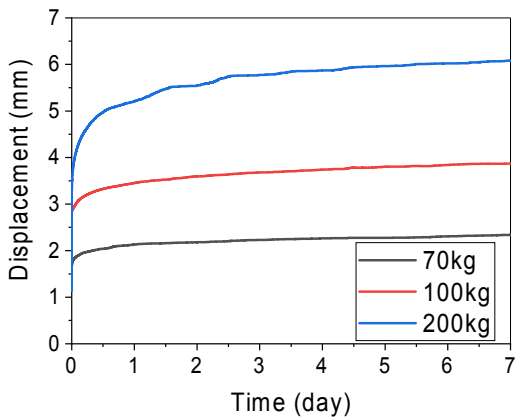


Fig. 12. Time history of displacement as a function of loading weight

시간(day)에 대하여 지속적으로 증가하는 변형량(d)에 대하여 시간과 변형량 각각 로그를 취하여 Fig. 13에 나타내었다. 시간은 초기 1일 구간은 제외하고 2일 ~ 7일까지의 데이터를 나타내었다. 각 하중 조건에 대하여 식 (2)와 같이 선형으로 나타남에 따라 선형근사식을 이용하여 근사화 하고 계수는 Table 1에 나타내었다.

$$\ln \delta = \alpha + \beta \ln(\text{day}) \quad (2)$$

여기서, α 와 β 는 선형근사계수들이다..

예측된 10년(3650일) 후의 변형량은, 70 kgf, 100 kg, 200 kg에서 각각 약 2.154 mm, 4.641 mm, 8.554 mm 정도로 나타났다. 상시하중이 약 100 kgf임을 고려하면 총 높이 600 mm 에 대하여 4.641 mm 는 0.77 % 로써 매우 작은 량에 해당한다. 큰 하중 200 kgf 에 대하여도 8.554 mm 는 1.43 % 의 작은 값이다. 이상과 같이 개발된 부유체는 장기 사용이 가능할 것으로 사료 된다.

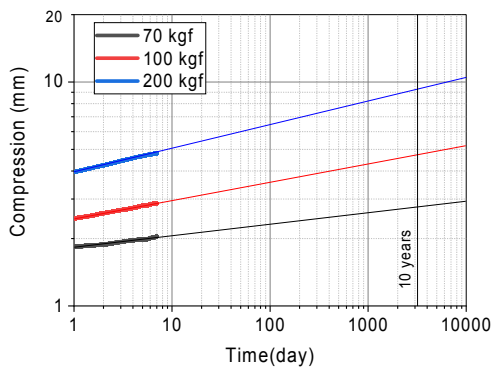


Fig. 13. Long-term deformation of the floater

Table 1. Coefficients of the long-term deformation equation

Case	Load (kgf)	α	β	Deformation (mm)	Note
1	70	0.17624	0.04408	2.154	
2	100	0.39151	0.07722	4.641	ordinary
3	200	0.6028	0.09246	8.554	

6. 결론

본 연구에서는 프레임형 수상 태양광 발전설비를 위한 LLDPE 재질의 부유체 개발에 대하여 연구하였다.

태양광 패널을 12개 설치할 수 있는 단위 모듈에 대하여 요구되는 부력을 고려하여 외형 900 x 700 x 600 mm³을 가지는 부유체를 개발하였다. 자중, 하중, 적설하중, 균중하중 등 부유체에 인가되는 외력에 대하여 강성을 유지할 수 있도록 세부 형상과 두께를 설정하였다. 유한요소해석을 통하여 부유체의 강성과 안정성을 분석하여 부유체의 최종 형상을 설계하였다. 설계된 부유체는 LLDPE 소재를 사용하고, 회전 성형법을 통하여 제작하였다.

제작된 부유체에서 시료를 절단하여 인장시험을 수행하여 원재료의 기계적 특성을 확보하였다. 극한응력은 약 12~14 MPa 정도로 나타났다. 측정된 물성을 바탕으로 유한요소해석에 활용되었다.

대형 압축 시험기를 통하여 부유체의 압축 강성을 측정된 결과 1,000 kgf 이상의 하중에서도 선형적으로 변형하며 붕괴가 일어나지 않았다. 이는 100 kgf 및 최대 하중 322.7 kgf을 초과하는 하중이다.

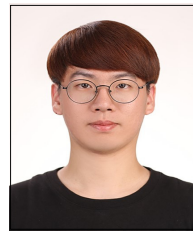
장기압축시험을 수행할 수 있는 시험기를 제작하였다. 대형저울과 다수의 중량물을 이용하여 부유체에 하중을 인가할 수 있도록 하였으며, 부유체의 압축 변형량을 실시간으로 측정하였다. 중량물의 무게는 70 kgf, 100 kgf, 200 kgf를 적용하여 각각 7일간 측정하였다. 부유체 재료의 특성에 의하여 시간이 지남에 따라 모든 하중 조건에 대하여 완화 현상이 나타났다. 측정된 압축량을 바탕으로 장기압축변형 수식을 구하였으며, 10년후 변형량을 예측한 결과 상시하중 100 kgf 에 대하여 약 4.64 mm의 작은 변형이 예측되었다.

References

- [1] J. Twidell, T. Weir, Renewable energy resources, p.759, Routledge Taylor & Francis Group, 2015, pp. 151-185
- [2] S.H. Jin, I.C. Hwang, "An Analysis on Policy Performance of New Renewable Energy Dissemination by Region and by Energy Sources", *Journal of The Korean Regional Development Association*, Vol.23, No.1, pp.15-32, March 2011. Available From: <https://www.kci.go.kr/kciportal/ci/sereArticleSearch/ciSereArtiView.kci?sereArticleSearchBean.artId=ART001540444>
- [3] K.Y. Jang, "An Study on Indicator Selection of Renewable Energy Business Evaluation", p.24, POSRI Business Review, Vol.10, No.1, pp.116-140, 2010. Available From: <http://kiss.kstudy.com/thesis/thesis-view.asp?key=2854238>
- [4] A. Sahu, N. Yadav, K. Sudhakar, "Floating photovoltaic power plant: A review", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol.66, pp.815-824, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.08.051>
- [5] S.H. Kim, S.J. Yoon, W.C. Choi, K.B. Choi, "Application of Floating Photovoltaic Energy Generation Systems in South Korea", *Sustainability*, Vol.8, No.12:1333, 2016 DOI: <https://doi.org/10.3390/su8121333>
- [6] J.H. Lee, C.S. Won, Y.K. Choi, 2015, "Technology Development and Market Trends for Water Solar Power System.", *Korea Photovoltaic Society*, Vol.1, No.2, pp. 35~56, December 2015. Available From: <http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE06574956>
- [7] H.H. Kim, K.H. Kim, 2014, "A Study on Operating Characteristics and Design Factors of Floating Photovoltaic Generating Facilities," *The Korean institute of Electrical Engineers*, Vol.66, No.10, pp.1532-1539, October 2017. DOI: <http://doi.org/10.5370/KIEE.2017.66.10.1532>
- [8] S.H. Kim, S.J. Yoon, W.C. Choi, "Design and Construction of 1 MW Class Floating PV Generation Structural System Using FRP Members", *Energies*, Vol. 10, No.8:1142, 2017. DOI: <https://doi.org/10.3390/en10081142>
- [9] J.W. Choi, S.T. Hwang, J.H. Nam, H.J. Joo, S.J. Yoon, "Performance Enhancement of Floating PV Generation Structure Using FRP.", *The Korean Society for Composite Materials*, Vol.26, No.2, pp.105-112, April 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.7234/composres.2013.26.2.105>
- [10] Y.K. Choi, "A Study on Steel Properties for Floating Photovoltaic System Structure.", *The Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol.15, No.8, pp.5400-5405, August 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2014.15.8.5400>
- [11] I.S. Ahn, M.S. Seo, S.T. Lim, "Development of ICT Convergence Technology for Practical Use of Water Solar Power Generation System", K-water Institute, Republic of Korea. Available From: <http://www.ndsl.kr/ndsl/search/detail/report/reportSearchResultDetail.do?cn=TRKO201500002168>
- [12] J.K. Lee, H.D. Han, H.J. Kim, "A Study on Quality Assurance for Rotational Molding Products", *Tr. of the Korean Society of Mechanical Engineers - A*, Vol.28, No.6, pp.826-837, 2004. Available From: <http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE00530451>

정 광 수(Kwang-Soo Jeong)

[준회원]



- 2019년 2월 : 계명대학교 기계자동차공학과 (공학사)
- 2019년 3월 ~ 현재 : 영남대학교 자동차조명융합공학과 (석사과정)

〈관심분야〉

부품신뢰성, 손상역학, 진동

정 인 준(In Jun Jung)

[준회원]



- 2017년 2월 : 영남대학교 기계공학과 (공학사)
- 2020년 2월 : 영남대학교 자동차조명융합대학원 자동차조명융합공학과
- 2020년 2월 ~ 현재 : 영남대학교 공업기술연구소 연구원

〈관심분야〉

응용역학, 충격, 진동

신 동 길(Dong-Kil Shin)

[정회원]



- 1992년 2월 : 연세대학교 기계공학과 (공학사)
- 2001년 2월 : KAIST 기계공학과 (공학박사)
- 2001년 3월 ~ 2011년 5월 : 삼성 전자 연구원
- 2014년 3월 ~ 현재 : 영남대학교 기계공학과 교수

〈관심분야〉

부품신뢰성, 박막역학, 손상역학, 전자패키지