

# 200L 평판형 광생물 반응기의 정적 변형 최소화 설계 Design for Minimization of Static Deformation in 200L Flat Panel Photobioreactor

\*최강훈<sup>1</sup>, 김기원<sup>1</sup>, #정상화<sup>2</sup>

\*G. H. Choi<sup>1</sup>, K. W. Kim<sup>1</sup>, #S. H. Jeong([shjeong@chosun.ac.kr](mailto:shjeong@chosun.ac.kr))<sup>2</sup>

<sup>1</sup>조선대학교 일반대학원 기계공학과, <sup>2</sup>조선대학교 기계공학과

Key words : Flat panel photobioreactor, Microalgae, Cultivation, Finite element analysis,

## 1. 서론

화석연료 기반의 산업이 석유 과동 등의 위기로 흔들리고, 대기 중 이산화탄소 농도의 증가와 같은 심각한 환경 문제의 대두로 경제 활동의 기반이 되는 화석연료를 대체하는 신재생 대체 에너지를 개발하려는 노력이 세계적으로 일어나게 되었다.<sup>1</sup> 우리나라도 신재생 대체 에너지 개발을 위해 고려해야 할 문제는 사용이 편리하고, 자원이 영구하여야 하며 생산비용이 저렴하고 사용이 안전해야 한다. 이와같은 조건들 중 현 시점에서 가장 문제가 되는 것은 생산비용이다. 이를 해결하기 위하여 선진국들은 기후변화협약과 관련하여 온실가스 감축의무를 준수하고 지속가능한 경제발전을 위해 신재생에너지 개발보급목표를 정하여 중점적으로 투자하고 있다. 이중 미세조류를 이용한 바이오디젤 생산이 큰 사회적 이슈가 되고 있다. 미세조류는 태양 에너지로부터 광합성을 하여 이산화탄소를 고정하는 해양 생명체로서 고정된 이산화탄소로부터 바이오 연료, 음식물 등의 다양한 유용 물질을 만들어낼 수 있다.<sup>2</sup> 미세조류를 대량 배양하기 위해 대용량 광생물 반응기 개발이 필요하다. 광생물반응기는 빛을 에너지원으로 하는 미세조류의 배양을 가능하게 한다. 실용성있는 배양 시스템을 개발하기 위해 많은 종류의 반응기가 개발되었다.<sup>3</sup> 이산화탄소 고정화용 미세조류 배양 시스템은 크게 노지형(open pond)과 외부에서 빛이 공급되는 밀폐형 반응기(closed photobioreactor)가 있다. 그 중 밀폐형인 평판형 반응기가 가장 바이오매스의 생산성이 우수한 것으로 보고되고 있다.<sup>4</sup>

본 논문에서는 고농도 배양이 가능한 대용량 평판형 광생물 반응기에서 정수압으로 인한 반응기 변형을 최소화하기 위해 유한요소해석을 통해

광생물반응기의 리브두께를 설계하였다.

## 2. 반응기 제작

본 연구에서 고찰하고자 하는 200L 평판형 광생물 반응기는 Fig. 1과 같이 균주 배양에 필요한 기포주입구를 설치하였고 균주의 배양 환경을 실시간으로 측정하기 위해 센서류를 장착하였다.

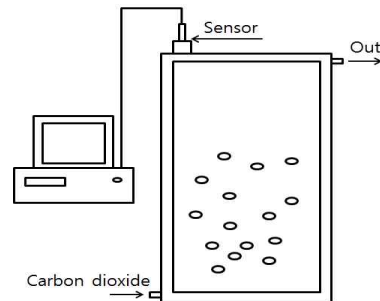


Fig. 1 Schematic diagram of 200L flat panel photobioreactor

## 3. 정수압에 의한 반응기 해석

정수압에 의한 반응기의 변형을 방지하기 위한 리브의 두께를 설정하기 위해 유한요소해석을 이용하여 Table 1과 같이 입력조건을 적용하고 인장 시험을 통해 측정된 케이스와 리브의 물성치를 Table 2에 나타내었다. 케이스에 작용하는 정수압은 삼각 분포하중으로 작용한다. 정수압 변형을 최소화하기 위해 리브를 설치하였다. 본 연구에서는 반응기 케이스의 변형이 전부재 길이의 0.1% 이하가 되도록 유한요소해석을 통해 리브두께를 산출하였다.

Table 1 Input conditions for finite element analysis

Mesh	Mesh Type	Solid mesh
	Element	226,215
	Node	407,991
Initial condition	Constraint	Fix
Boundary condition	Load	Hydrostatic pressure

Table 2 Material properties

	Case cover	RIB
Material	Polycarbonate	STS304
Tensile Strength (MPa)	64	627
Yield Strength (MPa)	64	403
young's Modulus(GPa)	8	200

#### 4. 해석 결과

구조 해석을 통해 6개 리브의 응력은 Fig. 2와 같이 리브가 5mm인 경우 66MPa 응력이 발생하였고 12mm인 경우 36MPa 응력이 발생하였다. 케이스의 변형과 응력은 Fig. 3과 같이 두께 5mm일 경우 28MPa 응력이 발생하였고 12mm 일 경우 19MPa 응력이 발생 하였다. 리브 두께에 따른 케이스에 발생하는 변형률은 두께 5mm 경우 2.1mm변위가 발생하였고 12mm 일 경우 1.5mm 변위가 발생하였다. 그러므로 케이스의 변형이 2mm 이하가 되도록 하기 위해서는 리브의 두께는 6mm 이상으로 설계되어야 한다.

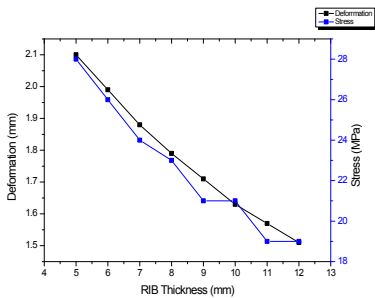


Fig. 2 Deformation and stress of polycarbonate according to thickness of rib

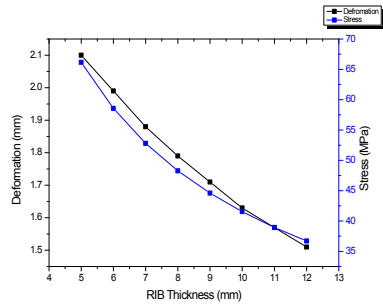


Fig. 3 Deformation and stress of rib according to thickness of rib

#### 4. 결론

본 연구에서 200L 평관형 광생물 반응기 리브의 최적두께를 선정하기 위해 유한요소해석을 수행하였다. 해석결과 두께가 증가할수록 변위와 응력이 줄어들었다. 부재 길이의 0.1% 이하의 변형이 발생 되도록 하기 위해서는 6mm이상 리브두께를 선정하여야 한다. 해석 결과를 바탕으로 안전계수를 3으로 적용할 경우 적정두께는 9mm 이상임을 알 수 있었다.

#### 후기

본 연구는 2010년도 지식경제부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (No. 20103020090020)

#### 참고문헌

1. Jo, B. H. and Cha, H. J., "Biodiesel production Using Microalgal Marine Biomass," KSBB Journal, 25, 109-115, 2010.
2. Peer, M.S., Skye, R., Thomas, H., Evan, S., Ute, C., Marx, Jan, H., Mussnugn., Clemens, P., Olaf, K. and Ben, H., "Second generation biofuels: high efficiency microalgae for biodiesel production," Bioenergy, Res, 1, 20-43, 2008.
3. Abayomi, O. A., Martin, T. and Eric, B., "Microalgae technologies & processed for biofuels," The british columbia innovation council, 2009.
4. 이진석., "태양광 활용효율이 높은 광생물반응기 개발 연구 현황," 한국태양에너지학회지, 3, 3-6, 2002.