

접이식 구조물 연구개발 동향분석

배성준*

*한국생산기술연구원

e-mail:sjbae@kitech.re.kr

R&D Trend Analysis of Folding Structures

Sung-June Bae*

*Korea Institute of Industrial Technology

요약

접이식 구조물은 접이 구조에 기인한 이동 용이성, 공간활용 효율성 등의 장점으로 인해 건설 분야에서는 새롭게 부각되고 있으며, 우주항공 분야에서는 관련 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 연구에서는 건설 분야와 우주항공 분야의 창의적인 접이식 구조물에 대한 연구개발 동향을 소개하였다. 또한 접이식 구조물에 채용된 접이 메커니즘에 대한 분석을 통해, 접이식 구조물에 적용된 접이 메커니즘은 주로 경첩 메커니즘, 시저 메커니즘, 텔레스코픽 메커니즘, 1축 변위 액추에이터 활용 방법, 오리가미 메커니즘이 사용되고 있음을 확인하였다.

1. 서론

접이식 구조물은 접이 구조에 기인한 이동 용이성, 공간활용 효율성 등의 장점으로 인해 건설 분야에서는 새롭게 부각되고 있으며, 우주항공 분야에서는 관련 연구가 활발히 진행되고 있다.

실제 미국의 Ten Fold Engineering社를 비롯한 여러 건설업체들은 접이식 구조를 적용한 주택, 건축물을 개발하여 상용화하고 있다. NASA(미국항공우주국, National Aeronautics and Space Administration) 또한 우주 발사체 탑재에 효율적인 접이식 구조 장비 연구를 진행 중이다.

본 연구에서는 접이식 구조물 연구개발 동향을 조사하고 접이식 구조물에 적용된 접이 메커니즘을 분석하였다.

2. 접이식 구조물 연구개발 동향분석

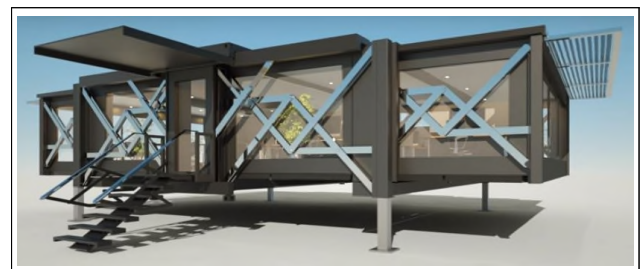
2.1 건설 분야의 접이식 구조물

건설 분야에서는 접이식 구조를 적용하여 다양한 창의적인 접이식 구조물을 개발하고 있다. 파인디엔씨社는 평상시에는 추락 방지용 안전난간대로 이용되지만 화재, 테러 및 재난 등

긴급한 상황 발생 시에는 피난 계단으로 사용되는 접이식 피난 계단을 개발하였다(한성재 등, 2017). 미국의 Ten Fold Engineering社는 이동이 가능하며, 자동으로 빠르게 설치 가능한 접이식 주택 및 관련 응용구조물 제품을 개발하였다(Ten Fold Engineering).

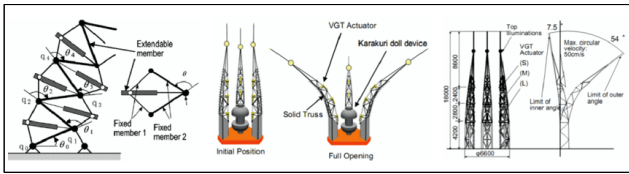


[그림 1] 접이식 피난계단(한성재 등, 2017)



[그림 2] 접이식 주택(Ten Fold Engineering)

스페인 세비아에서는 시저(Scissors) 메커니즘을 채용한 접이식 지붕이 이동형 수영장의 지붕으로 활용된 사례가 있다(Grosso, 2013). 그리고 2005년 아이치 엑스포에서는 몰핑 타워(Morphing Tower)라고 명명된 형상이 변하는 타워가 진 시되었는데, 이 타워는 트러스트 구조물의 일부 트러스트를 1축 변위 액추에이터로 대체하므로써 트러스트 구조물의 형상을 변화시켰다(Grosso, 2013).



[그림 3] 몰핑 타워(Grosso, 2013)

UAE 아부다비에 있는 알 바흐 타워(Al Bahr Tower)에는 오리가미(Origami, 종이접기) 메커니즘을 채용한 창의적인 접이식 외벽 구조물이 설치되어 있다(이정현 등, 2016; Attia, 2016).



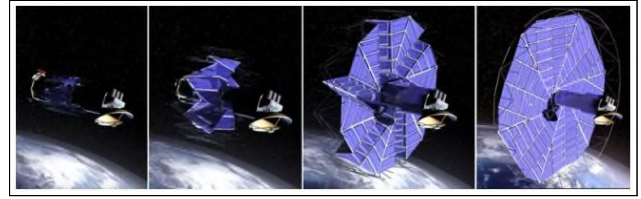
[그림 4] 알 바흐 타워의 접이식 외벽(Attia, 2016)

2.2 우주항공 분야의 접이식 구조물

우주항공 분야는 접이식 구조물의 수요가 많은 분야이다. 우주환경에서 사용되는 장비는 우주 발사체에 탑재되어 우주로 보내지는데, 우주 발사체의 탑재공간이 협소하기 때문에 우주환경 장비는 접이구조 채용을 통한 탑재공간 효율화가 필요하다.

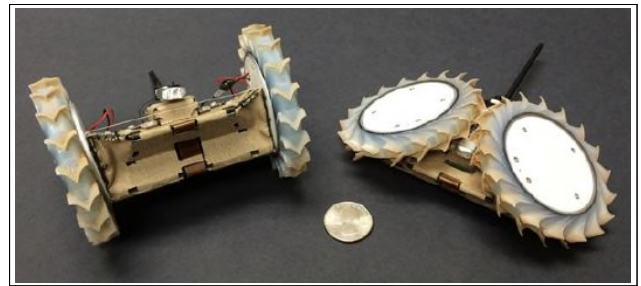
인공위성의 태양전지판은 우주 발사체에 탑재될 때는 접힌 상태로 탑재되지만, 우주 환경에서는 태양전지판을 펼쳐서 전기에너지 생산 기능을 구현한다. 인공위성의 일반적인 태양전지판은 경첩 메커니즘을 채용한 구조인데, 최근 NASA

에서는 오리가미 메커니즘을 채용한 접이식 태양전지판 연구를 진행 중이다.



[그림 5] 인공위성의 접이식 태양전지판(NASA)

NASA는 장애물에 따라 유연하게 바뀌가 접혀서 장애물 회피 성능을 향상시킨 로버에 대한 연구도 진행 중이다(Karras et al., 2017). Honeybee Robotics社는 로봇팔을 채용하여 접이 기능을 구현하는 우주환경 접이식 시추장비를 개발하였다.



[그림 6] 접이식 로버(Karras et al., 2017)

3. 결론

본 연구의 접이식 구조물 연구개발 동향 조사, 분석을 통해 다양한 창의적인 접이식 구조물, 접이 메커니즘을 확인할 수 있었다. 접이식 구조물에 적용된 접이 메커니즘은 주로 경첩 메커니즘, 시저 메커니즘, 텔레스코픽 메커니즘, 1축 변위 액추에이터 활용 방법, 오리가미 메커니즘이 사용되고 있음을 확인하였다.

감사의 글

본 연구는 한국건설기술연구원 주요사업의 지원을 받아 수행된 연구(접이식 대형 구조물의 설계를 위한 기구학적·구조적·동역학적 기초연구)로, 이에 감사드립니다.

참고문헌

- [1] 한성재, 김종찬, “접이식 옥외피난계단을 이용한 완벽한 피난대책”, 한국화재소방학회 학술대회 논문집,

- 한국화재소방학회, pp. 67-68, 2017년.
- [2] Ten Fold Engineering,
<https://www.tenfoldengineering.com>.
- [3] Andrea Enrico Del Grosso, “Deployable structures”,
Advances in Science and Technology, Vol.83,
pp.122-131, 2013.
- [4] 이정현, 김승덕, “강체 오리가미 시스템을 이용한
전개가능 구조물의 적용방안에 관한 연구”, 2016
대한건축학회 추계학술대회논문집, 대한건축학회,
pp.1672-1673. 2016년
- [5] Shady Attia, “Evaluation of adaptive facades: The case
study of Al bahr towers in the UAE”, *Qatar Green
Building Conference 2016*, 2016.
- [6] NASA, <https://www.nasa.gov>.
- [7] Jaakko T. Karras, Christine L. Fuller, Kalind C.
Carpenter, Alessandro Buscicchio, Dale McKeeby,
Christopher J. Norman, Carolyn E. Parcheta, Ivan
Davydychev, and Ronald S. Fearing, “Pop-up Mars
rover with textile-enhanced rigid-flex PCB body”. 2017
*IEEE International Conference on Robotics and
Automation*, 2017.