

구조해석을 통한 TICN 발전기 슬라이드조립체의 설계 검증

The design review of slide assembly of TICN generator by using structural analysis

이원용*¹⁾

Lee Won Yong*¹⁾

[초 록]

TICN 발전기 슬라이드조립체는 쉘터 내 장착되며 발전기의 운용 및 정비 시 쉘터 밖으로 발전기를 이동시키는 구조물 조립체이다. TICN 발전기 슬라이드조립체에는 분리형 발전기와 전원분배기가 조립되며 장비의 무게는 약 440kg으로 하중에 의한 슬라이드 조립체의 변형 및 파손이 우려된다. 따라서 구조해석을 통해 슬라이드조립체의 구조적 성능을 확보할 필요가 있다. 구조적 성능은 기능상 문제와 안전상 문제로 나눌 수 있으며 기능상 문제는 큰 하중에 의한 장비의 변위량을 확인하여 정상적인 동작이 가능한지를 판단한다. 안전상 문제는 슬라이드조립체의 안전장치에 대한 항복강도 및 안전계수를 확인하여 파손 여부를 판단한다. 장치의 변형 및 파손에 대한 검증은 실제 장치를 제작하기 전 유한요소 해석을 통해 예측할 수 있으며 이에 따라 비용 절감 및 제작 시간 단축을 할 수 있다. 또 한 장치에 대한 안전성을 도모하고 신뢰성을 높이기 위해 실시한다.

[ABSTRACT]

TICN generator slide assembly is a structure assembly that is mounted in a shelter and moves the generator out of the shelter during operation and maintenance of the generator. TICN generator slide assembly, separate generator and power distributor are assembled and the weight of the equipment is approximately 440kg, so the slide assembly may deform or break due to the load. Therefore, it is necessary to secure the structural performance of the slide assembly by using structural analysis. Structural performance can be divided into functional problems and safety problems, and functional problems are determined by checking the displacement of the equipment under high load to determine whether normal operation is possible. The safety problem is determined by checking the yield strength and safety factor for the safety device of the slide assembly. Verification of deformation and breakage of the device can be predicted by using finite element analysis before the actual device is manufactured. Accordingly, manufacturing cost can be reduced by reducing cost and reducing manufacturing time. It is also implemented to increase safety and reliability of the device.

Key Words : Structural analysis(구조 분석), Displacement(변위), Yield strength(항복 강도), Safety factor(안전 요소)

1. 서 론

전술 정보 통신 체계(TICN)용 발전기를 차량에 탑재하기 위해 발전기용 슬라이드조립체를 쉘터(shelter)에 장착한다.

TICN 발전기 슬라이드조립체는 분리형 발전기와 전원분배기를 탑재할 수 있는 구조물 조립체이며 발전기 운용 및 장비 점검 시에는 슬라이드조립체를 수동조작하여 차량 측면으로 슬라이딩 이동한다. 또 한 탑재 후에는 스톱퍼조립체와 클램프로 고정된다.

정된다.

슬라이드조립체는 고중량의 분리형 발전기와 전원분배기가 조립되므로 측면으로 슬라이딩 이동 및 체결 시 큰 하중을 받을 것으로 예상된다. 따라서 군부대 운용 시 장비의 안정성을 도모하고 신뢰성을 높이기 위해 유한요소 해석을 통한 장비의 구조적 성능을 검증할 필요가 있다.

장비에 대한 구조적 성능 검증은 크게 기능상 문제와 안전상 문제로 나누어서 확인한다. 기능상 문제는 큰 하중을 받는 장비의 특성상 장비 변형에 의한 구조물의 변위량을 확인하여 장비가 원활하게 작동되는지를 검증한다. 또 한 안전상 문제는 장비의 체결장치 및 안전장치에 큰 하중이 작용할 경우 구조물의 항복강도 및 안전계수를 확인하여 장비의 파손 여부를 검증한다.

1) (주)빅텍 기술연구소(Research Institute of technology, VICTEK, Korea)

* Corresponding author, E-mail: wylee@victtek.co.kr
Copyright © The Korean Institute of Defense Technology

Received : June 4, 2021

Revised :

Accepted : June 17, 2021



그림 1. TICN 발전기 슬라이드조립체 장착 형상
Fig. 1. TICN generator slide assembly mounting shape

2. 본 론

2.1 기능상 문제

슬라이드조립체는 분리형 발전기 방향으로 각 지정 위치로 슬라이딩 이동한다. 장비 운용 시에는 먼저 1단 인출 위치로 이동하며 1단 인출 위치는 분리형 발전기 방향으로 약 305mm 이동된 지점이다. 장비 정비 시에는 2단 인출 위치로 이동하며 2단 인출 위치는 분리형 발전기 방향으로 약 1,050mm 이동된 지점이다. 슬라이드조립체가 지정된 위치로 이동하면 스톱퍼조립체가 자동으로 체결된다. 이때 슬라이드조립체에 조립된 분리형 발전기의 하중에 의해 슬라이드조립체가 처지게 된다. 정상적인 동작을 확인하기 위해서는 처짐량을

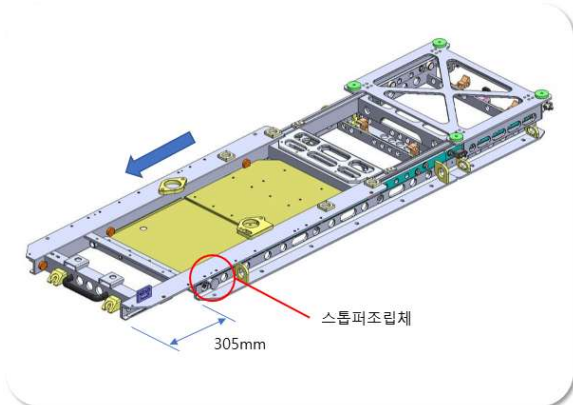


그림 2. 슬라이드조립체 1단 이동 형상
Fig. 2. Slide assembly 1-stage movement shape

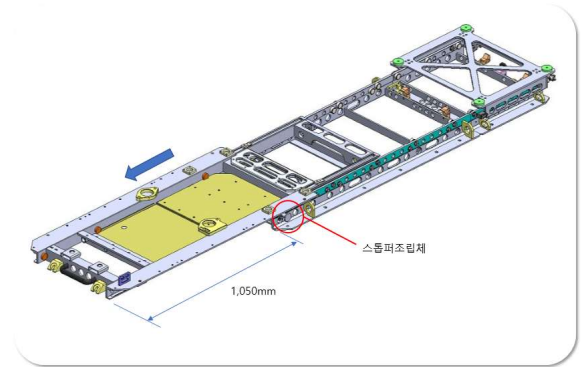


그림 3. 슬라이드조립체 2단 이동 형상
Fig. 3. Slide assembly 2-stage movement shape

확인하여 스톱퍼조립체가 상부프레임의 조립 위치에 원활하게 체결되는지를 판단할 필요가 있다. 슬라이드조립체는 1단 인출보다 2단 인출 위치에서 가장 큰 처짐이 발생할 것으로 예상되 때문에 2단 인출 위치에서의 처짐량을 확인하여 슬라이드조립체의 정상적인 동작 여부를 판단한다.

슬라이드조립체의 체결 방법은 하부프레임에 조립되어 있는 스톱퍼조립체가 지정 위치로 이동하면 상부프레임에 가공되어 있는 조립홀에 자동 삽입되어 슬라이드조립체가 더 이상 슬라이딩 이동하지 않도록 한다.

2단 인출 시 하부프레임의 스톱퍼조립체(B)의 중심축과 상부프레임의 조립 홀(A)의 중심축이 일치하여야 스톱퍼조립체가 지정 위치에서 자동으로 체결된다. 하지만 슬라이드조립체의 하중에 의해 상부프레임의 처짐이 발생하면 스톱퍼조립체가 원활하게 체결되지 않는다. 따라서 2단 인출 시 하부프레임의 스톱퍼조립체(B)의 중심축과 상부프레임의 조립 홀(A)의 중심축 변위를 확인한다.

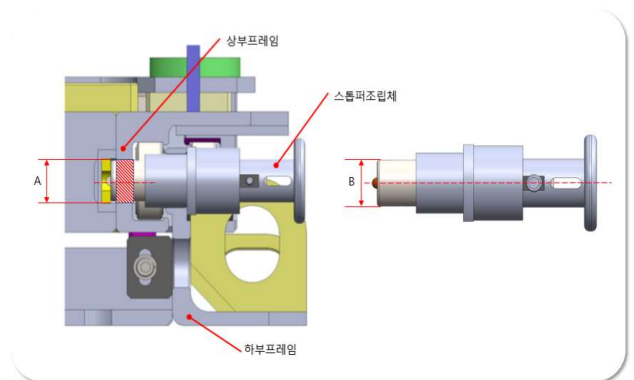


그림 4. 스톱퍼조립체의 조립 형상
Fig. 4. Assembly shape of stopper assembly

슬라이드조립체의 2단 인출 시에 대한 구조해석은 다음과 같은 순서로 진행한다.

1) 3D Modeling 단순화

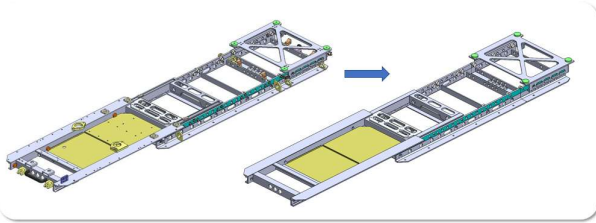


그림 5. 모델 단순화
Fig. 5. Simplify the model

2) 재질 설정

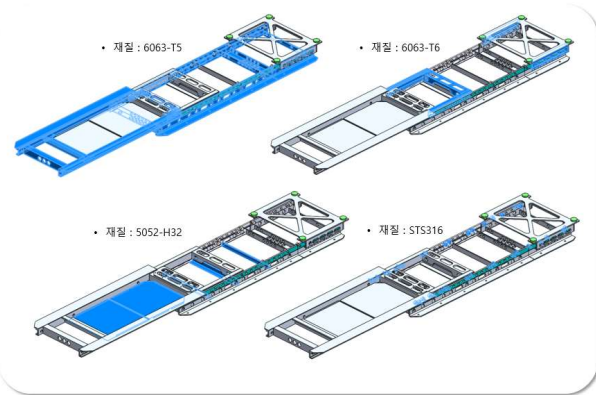


그림 6. 재질 선정
Fig. 6. Material selection

3) 구속 조건 및 외부 하중 설정

하부프레임의 바닥면을 고정하고 상부프레임에 분리형 발전기(350kg)의 하중을 수직방향으로 설정한다. 장비의 실제 하중 분포를 알 수 없어 해석에서는 분포 하중으로 전체 조립면에 균일하게 작용한다고 가정한다.

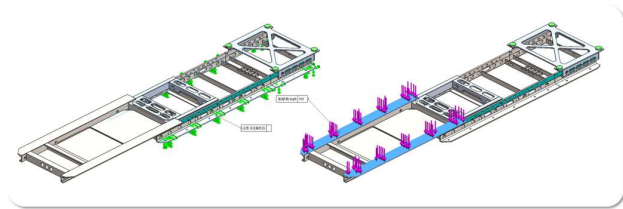


그림 7. 구속 조건 및 외부 하중 조건
Fig. 7. Constraints and external load conditions

4) 연결 조건 설정

슬라이드조립체는 여러 구조물이 구성된 조립체 기구물로 실제 상황과 유사한 환경을 만들어 주기 위해 각 조립 상황에 맞는 연결 조건을 설정한다. 상부프레임, 하부프레임 등 조립

부품에 대해서는 본드 접착을 통해 단일 파트로 연결하고 접착 세트의 관통 없음 옵션을 이용하여 단일 파트간의 연결 조건을 설정한다. 볼트 및 너트 체결부위는 커넥터 옵션을 이용하여 설정한다.

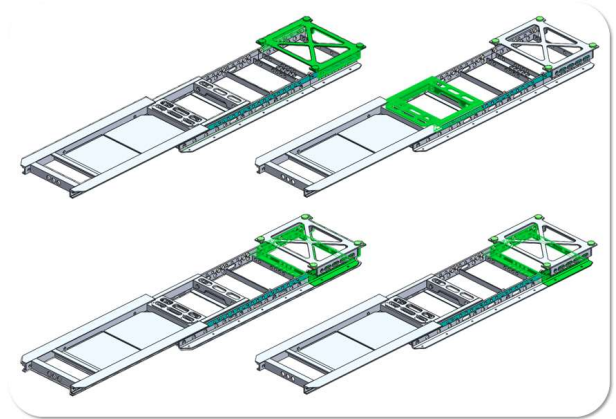


그림 8. 본드 접착 설정
Fig. 8. Bond contact settings

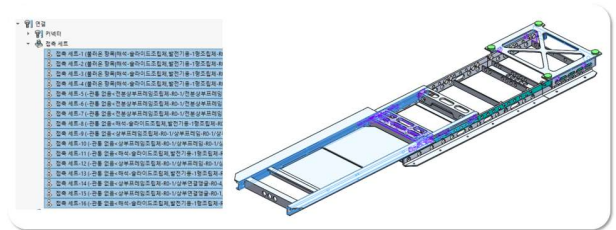


그림 9. 접촉 세트 설정
Fig. 9. Contact Set Settings

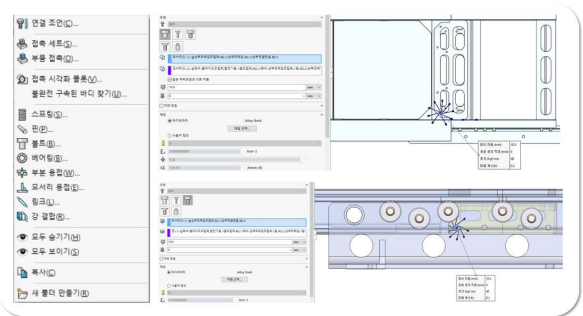


그림 10. 커넥터 옵션 설정
Fig. 10. Set connector options

5) 메쉬 생성 및 상태 확인

메쉬 컨트롤을 이용하여 주요 부위에 대한 메쉬를 설정해 주며 메쉬 생성 상태를 확인하여 해석의 신뢰성을 높인다. 메쉬 상태에서 종횡비는 대부분의 경우 1000 정도로 제한해야 하며 응력이 매우 중요한 영역에서는 50미만을 유지한다. 종횡비가 클수록 해석 결과의 정확도는 나빠진다. 이번 해석에서는 최대 종횡비가 52.5이고 종횡비 3미만의 비율이 88.1% 이므로 정확한 해석이 가능할 것으로 판단된다.

메쉬 품질	고품질
총 결점수	673872
총 요소수	401314
최대 종횡비	52.539
종횡비 < 3를 가진 엘리먼트 비율	88.1

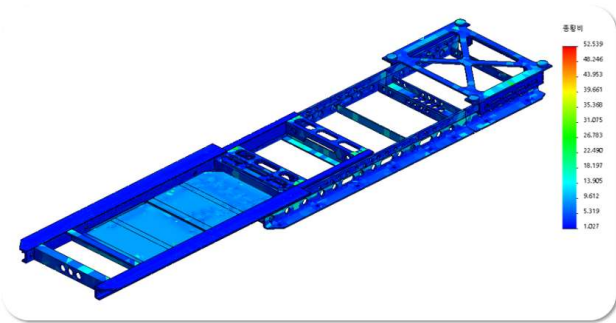


그림 11. 메쉬 품질 확인
Fig. 11. Check mesh quality

6) 해석 결과 확인

2차 인출 시의 변위 결과를 확인하면 최대 변위는 슬라이드 조립체의 끝 부분에서 6.27mm이며 하부프레임의 스톱퍼조립체 중심축(B)과 상부프레임의 조립홀 중심축(A) 변위 차이는 약 0.3mm이다.

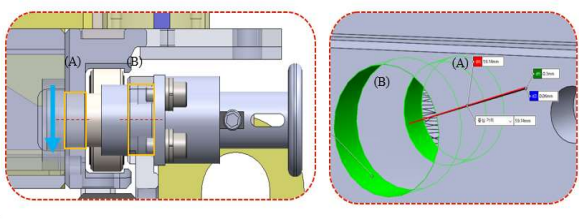
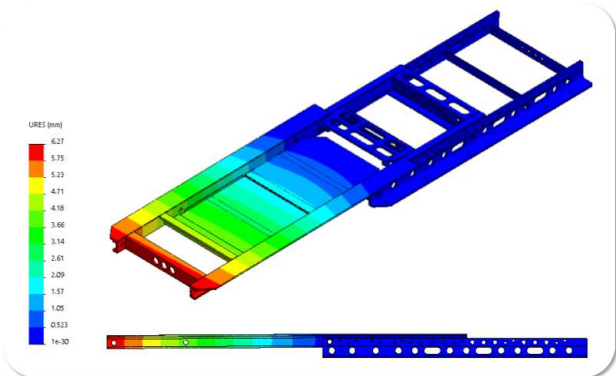


그림 12. 해석 결과 확인
Fig. 12. Check the analysis result

스톱퍼조립체 핀의 직경은 Ø21.0mm 이며 상부프레임의 조립홀의 직경은 Ø22.5mm 이므로 체결시 편측 0.75mm의 조립값을 갖는다. 2단 인출 시에는 해석값에 따라 약 0.3mm의 처짐이 발생하므로 편측 0.45mm의 조립값을 갖게 된다. 따라서 2단 인출 시 스톱퍼조립체의 작동에는 이상이 없다고 판단된다.

2.2 안전상 문제

슬라이드조립체는 지정 위치 이상으로 이동하게 되면 장비의 파손 및 이탈에 따른 문제가 발생할 수 있다. 따라서 지정 위치 이상으로 이동하지 않도록 몇 가지 안전장치가 있다. 이중 가장 중요한 스톱퍼조립체와 멈춤블록에 대한 구조적 안전성을 검증한다.

1) 스톱퍼조립체

스톱퍼조립체는 슬라이드조립체가 지정 위치 이동시 체결되어 슬라이드조립체가 더 이상 이동하지 못하도록 하는 잠금장치이다. 스톱퍼조립체는 체결 된 상태에서 장비의 밀림에 따라서 특정 면에 힘을 받게 된다.

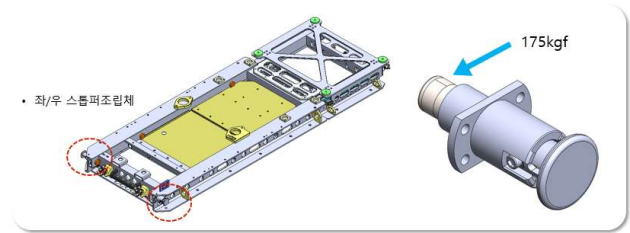
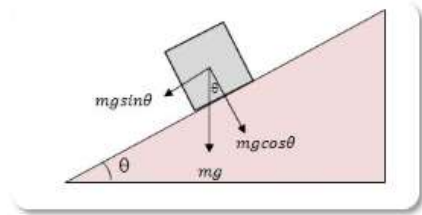


그림 13. 스톱퍼조립체의 조립 형상
Fig. 13. Assembly shape of stopper assembly

스톱퍼조립체는 헬터의 기울기에 따라 접촉면에 작용하는 힘이 달라진다. 야전에서 사용 시 헬터의 최대 기울기는 20°이지만 해석에서는 스톱퍼조립체가 받을 수 있는 최대 힘을 적용하여 기울기 90° 수직으로 적용하여 해석을 실시한다. 기울기 90°에서는 최대 하중 350kgf 가 적용되며 슬라이드조립체는 좌우 스톱퍼조립체가 조립되므로 하나의 스톱퍼조립체는 최대 175kgf의 하중을 받게 된다.

$$\theta=20 \quad mg \sin \theta = 350 \times \sin 20 = 119.7 \text{ [kgf]}$$

$$\theta=90 \quad mg \sin \theta = 350 \times \sin 90 = 350.0 \text{ [kgf]}$$



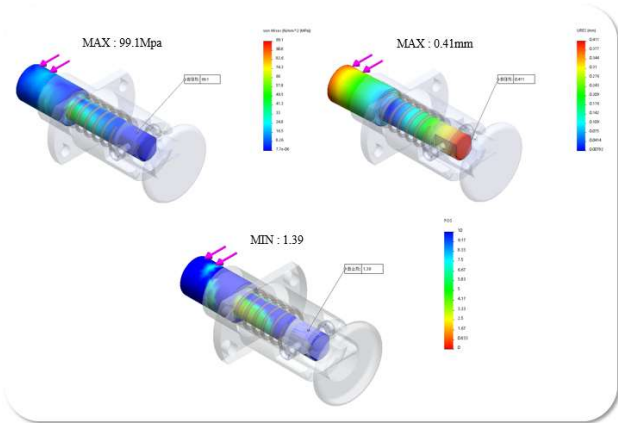


그림 14. 스톱퍼조립체 해석 결과
Fig. 14. Stopper assembly analysis result

해석 결과를 확인하면 스톱퍼조립체의 최대 응력은 99.1Mpa 이며 최대 변위는 0.41mm이다. 안전계수 최소 값은 1.39이다. 따라서 스톱퍼조립체에 최대 하중이 가해질 때 스톱퍼조립체는 파손에 대해 안전하다고 판단된다.

2) 멈춤블럭

멈춤블럭은 슬라이드조립체가 2단 인출 시 더 이상 쉘터 밖으로 이동하지 못하도록 저지하는 역할을 한다. 분리형 발전기 인출 방향으로 2개의 멈춤블럭이 조립되어 있으며 해석에서는 기울기 90° 수직 방향으로 350kgf의 하중이 작용한다고 설정한다.

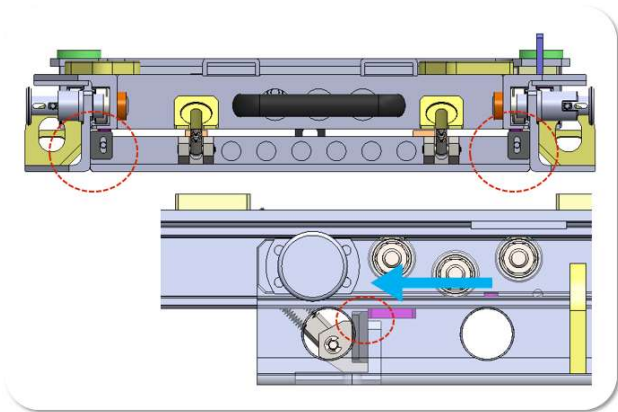


그림 15. 멈춤블럭 조립 형상
Fig. 15. Stop block assembly shape

해석 형상은 멈춤블럭과 하부전방보강앵글로 단순화하여 진행하며 각 부품에 대한 재질을 선정하고 구속 및 외부 하중 조건을 부여한다. 하부전방보강앵글은 측면으로 고정되기 때문에 측면부를 구속시키고 멈춤블럭에 대한 외부 하중은 상부프레임과 맞닿는 부분에만 설정한다. 또한 멈춤블럭과 하부전방보강앵글의 조립은 커넥터 옵션에서 볼트 체결로 설정한다.

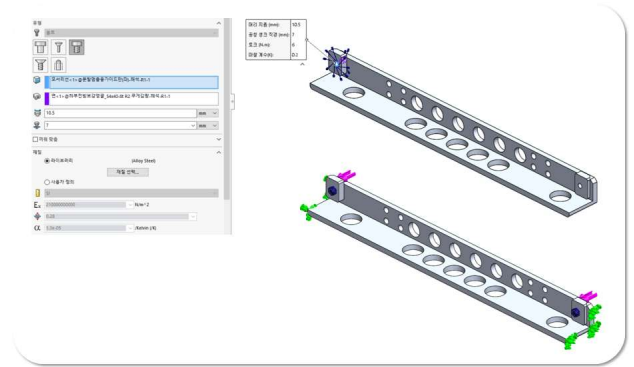


그림 16. 멈춤블럭 구속 조건 및 외부 하중 설정
Fig. 16. Set stop block constraints and external loads

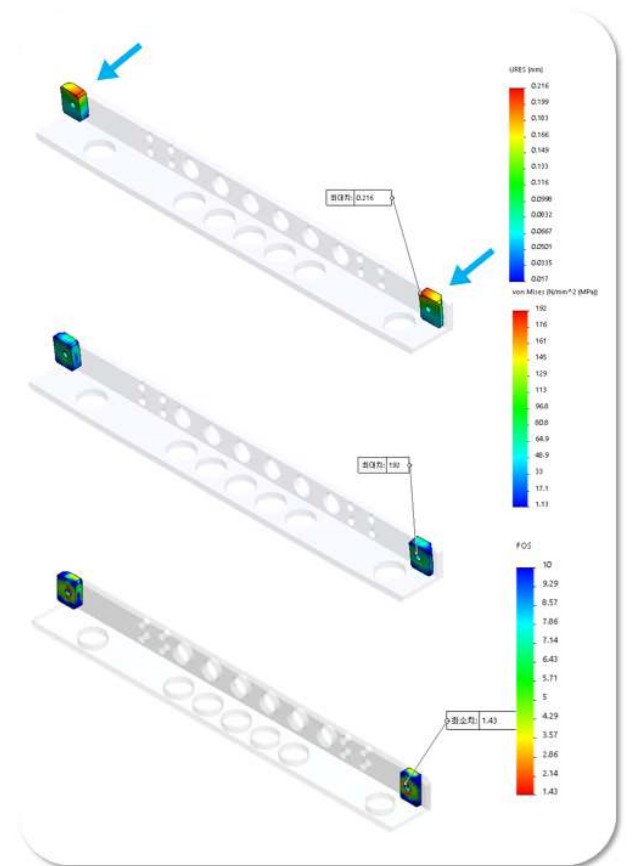


그림 17. 멈춤블럭 해석 결과
Fig. 17. Stop block analysis result

멈춤블럭의 최대 변위는 0.2mm로 상부프레임조립체의 접촉부에서 가장 크게 나타난다. 최대 항복응력은 192.0Mpa이며 멈춤블럭(6061-T6)의 재질의 최대 항복응력이 276Mpa 이므로 안전율은 약 1.4이다. 따라서 멈춤블럭에 가해지는 최대 하중에 대해 멈춤블럭은 파손에 대해 안전하다고 판단된다.

3. 결 론

TICN 발전기 슬라이드조립체에 대한 구조해석을 통해 구조물의 변위량을 확인하여 장비가 정상적으로 작동하는지에 대해 판단하였고 최대 응력 및 안전계수를 확인하여 안전장치에 대한 안전성을 검증하여 장비에 대한 신뢰성을 확보하였다.

구조해석은 장비의 기계적 성질을 예상 및 확보할 수 있어 장비의 성능을 보장할 수 있다. 또 한 예상 되는 문제를 사전에 검토하여 문제를 해결할 수 있다. 다만 해석의 정확도를 높이기 위해 실제 상황에 가까운 조건을 확인하여 더욱 근접한 해석 조건을 만들어야 한다.

또 한 해석 시 접촉 조건에 대한 상세한 설정을 통해 장비의 구조물 간의 접촉 상태를 실제 상황과 유사하게 부여한다면 좀 더 정확도가 높은 해석 결과를 도출할 수 있을 것으로 판단된다.

References

- [1] Stress Analysis and Shape Optimization of Dynamic Locking Tongue Using FEM(대한기계학회)
- [2] Structural Analysis of Lower Arm for the Strength Design Verification(한국자동차공학회)