

# Dynamic Locking Tongue (DLT) 장치 개발에 대한 연구 A Study on Dynamic Locking Tongue (DLT) device development

\*최지훈<sup>1</sup>, #박태원<sup>2</sup>, 정성필<sup>2</sup>

\*J. H. Choi<sup>1</sup>, #T. W. Park(park@ajou.ac.kr)<sup>2</sup>, S. P. Jung<sup>2</sup>

<sup>1</sup>아주대학교 기계공학과, <sup>2</sup>아주대학교 기계공학과

Key words : Seat belt, Tongue, Lock bar, Structural analysis, Finite element model

## 1. 서론

안전벨트는 차량의 충돌 시 탑승자를 안전하게 보호해 주는 장치이다. 그러나 강한 충돌이 발생하면 안전벨트가 탑승자를 제대로 지지하지 못하고 탑승자가 안전벨트에서 미끄러지는 서브마린 현상이 발생하게 된다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 개발된 것이 Dynamic Locking Tongue(DLT)이다. DLT 장치는 안전벨트에 잠김 장치를 장착하여 차량의 강한 충돌이 발생했을 때에도 벨트가 고정되어 탑승자가 미끄러지지 않게 해준다. 본 연구에서는 새로운 형태의 DLT 구동 메커니즘을 설계하고 DLT의 성능을 CAE해석 기법을 이용하여 검증함으로써 세계수준의 성능 및 외관을 갖춘 DLT 장치를 개발하는 것을 목표로 한다.

## 2. DLT 장치 설계 및 작동 원리

일반적으로 DLT 장치는 미끄럼(Sliding) 방식과 회전(Hinge)방식으로 나뉜다. 회전 방식은 가볍다는 장점이 있지만 잠김(Locking)성능이 좋지 못하다는 단점이 있다. 반면 미끄럼 방식은 잠김 성능은 뛰어나지만 무게가 무겁다는 단점이 있다. 본 연구에서는 미끄럼 방식을 채택하여 잠김 성능을 강화시켰다. 또한 기존의 DLT 장치들과의 비교를 통해 적절한 DLT 장치의 무게를 선정하였다.

### 2.1 작동 원리

차량 충돌 시 탑승자가 견딜 수 있는 관성력의 한계는 자기 체중의 2~3배이며 대략 양팔로는 50kg, 양다리로 100kg, 동시로는 150~200kg이다. 이 한계치를 초과하면 탑승자가 제어하지 못하고 몸의 균형을 상실해 심각한 상해를 유발시킬 수 있다. Table.1은 차량의 충돌 속도에 따른 몸무게 60 kg인 탑승자에 작용하는 관성력을 나타낸 것이

다. 본 연구에서 대상으로 한 DLT 장치는 차량 충돌 시 발생하는 관성력에 의해 벨트가 당겨지면서 Lock bar를 밀어주게 되며 Lock bar는 Tongue과 맞물리면서 벨트를 고정시켜준다. 이 때 DLT 장치가 최대 2200N의 관성력을 견딜 수 있도록 설계하였다. Fig.1은 개발된 DLT 장치의 기본 구조와 작동 원리를 보여준다.

Table 1 The inertia force about the crash velocity

충돌 속도	탑승자에 작용하는 관성력
5 km/h ( 1.4 m/s)	86 kg
10 km/h (2.8 m/s)	171 kg
20 km/h (5.6 m/s)	343 kg
30 km/h (8.3 m/s)	508 kg
40 km/h (11.1 m/s)	679 kg
50 km/h (13.9 m/s)	851 kg
60 km/h (16.7 m/s)	1022 kg
70 km/h (19.4 m/s)	1187 kg
80 km/h (22.2 m/s)	1359 kg
90 km/h (25.0 m/s)	1530 kg
100 km/h (27.8 m/s)	1701 kg

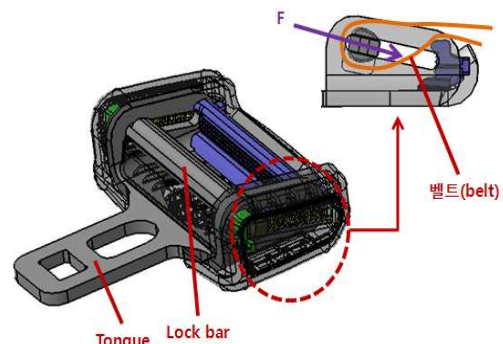


Fig. 1 DLT device's mechanism and working principle

### 3. DLT 장치 모델

#### 3.1 동역학 모델

안전벨트는 착용하지 않았을 때 자유낙하(Free falling)가 잘 이루어져야한다. 자유낙하가 잘 이루어지려면 DLT 장치 내에서 벨트의 각도가 0°에 가까울수록 자유낙하가 잘 발생한다. 본 연구에서는 개발한 DLT 장치와 비교하기 위하여 기존 미끄럼 방식의 DLT 장치 중 하나를 선정하여 성능을 비교하였다. Table 2는 비교 결과를 나타낸다. 그 결과 개발한 모델이 기존의 상용 모델보다 자유낙하에 유리하다는 것을 확인하였다.

#### 3.2 Tongue 구조 해석

안전벨트는 Table 1과 같은 관성력을 받으므로 충격가속도의 30배 이상의 관성하중을 견딜 수 있는 구조로 되어야 한다. 본 연구에서는 탑승자가 2200N의 관성력을 받더라도 신체를 안전하게 구속시킬 수 있도록 하기 위한 Tongue 구조해석 모델을 생성하고 상용 FEM 프로그램인 SAMCEF를 이용하여 Fig 2와 같이 Tongue의 파손유무를 확인하였다. Tongue은 Steel의 열처리 제품이라 정확한 열처리 물성치 정보를 얻기 어려워 열처리된 Steel 중 하나인 S55C 물성치 정보를 입력하여 상용 모델과의 비교 해석을 통해 개발한 Tongue의 안전성을 확인하였다.

Table 2 Comparison with existing models and development models

Model	벨트의 각도
Existing model	31°
Development model	29°

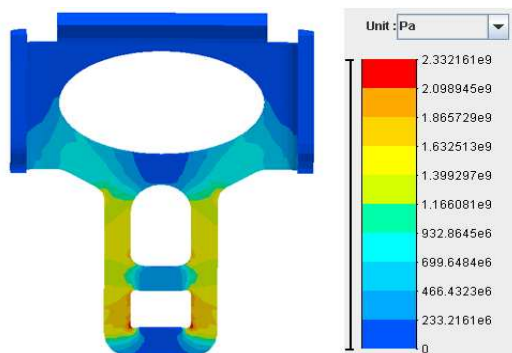


Fig. 2 Stress Distribution of Tongue

Table 3 Comparison of stress

Model	최대 응력 (GPa)
Existing model	2.53682
Development model	2.332161

Table 3는 상용 모델과 개발 모델의 응력을 비교하여 나타낸 것이다. 비교 결과 개발한 모델이 응력이 더 작게 나타남으로 보다 안정적임을 확인하였다.

### 4. 결론

본 연구에서는 새로운 Dynamic Locking Tongue (DLT)을 개발하고 CAE 해석 기술을 이용하여 설계안의 성능에 대해 평가하였다. 본 연구의 결론은 다음과 같다.

1) DLT장치의 강체 동역학 모델을 생성하여 가볍고 자유낙하가 잘 이루어지는 Tongue을 설계하였다.

2) Tongue의 형상 변형을 통해 DLT 장치가 힘을 받았을 때 Tongue의 변형과 가해지는 응력의 세기가 크지 않게 재설계하였다.

추후 도출된 설계안을 바탕으로 시제품을 제작하여 성능 시험을 실시하고 결과 비교를 통해 최적의 구조를 갖도록 DLT 장치를 수정 및 보완할 계획이다.

### 후기

본 연구는 셀트리온 디비아이의 지원에 의한 산학협력 연구를 통해 이루어졌으며 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.

### 참고문헌

1. Jung, S. P. and Park, T. W, "Development of Operating Mechanism of a Pretensioner using Internal Gear Pairs," Journal of the Korean Society for Precision Engineering, Vol.27, No.3, pp.89-94, 2010.
2. Kang, H. D. and Han, J. N. and Kim, D. S, "A Study on Safety Belt System Design using Design of Experiments," 한국자동차공학회 창립 30주년 기념 학술대회 논문집, pp.1306-1309, 2008.
3. Kuk, M. G. and Park, J. S. and Shin, S. E, "Development of Inertia Locking Anti-G Buckle of A Seatbelt System with Pre-tensioner," 대한기계학회 학술대회 논문집 pp. 2945-2950, 2006.