

궤도차량 소개 및 군용 궤도차량 현수장치 설계 특징

김 재 용 선임연구원, 서 문 석 책임연구원 · 국방과학연구소

1. 머리말

차량은 사용 목적에 따라 다양하게 분류할 수 있지만, 현수장치 측면으로 국한하여 볼 때 크게 차륜차량(혹은 장륜차량)과 궤도차량으로 분류할 수 있다.

차륜차량은 승용차, 버스 및 트럭과 같이 지면과 접촉하여 구동력을 발생하는 장치가 타이어(또는 바퀴)로 이루어져 있어 주행 중 정숙성 및 승차감은 뛰어나지만, 비포장로 및 연약지반(논, 밭 및 습답지)에서의 주행성은 다소 미흡한 특징을 가진다.

반면, 궤도차량은 연약지반에서 우수한 작업성이 요구되는 불도저, 포크레인과 같은 건설용 중장비가 있으며, 어떠한 지형조건하에서도 신속한 전투 임무 수행을 요구하는 군용차량은 연약지반 주행성 및 포장로가 아닌

야지기동성(Off-road Mobility)이 탁월한 전차 및 장갑차와 같은 궤도차량이 주종을 이룬다.

궤도차량은 차륜차량과 다른 형태의 현수장치로 구성되어 있으며, 현수장치의 기능 또한 궤도와 밀접한 연관을 가지고 있어, 차륜차량의 현수장치와 구별되는 궤도차량 현수장치 구성품의 기능에 대하여 소개하고, 궤도차량의 특성이 가장 잘 반영된 군용궤도차량의 설계 특징과 향후 군용 궤도차량의 현수장치의 발전 방향에 대하여 설명하고자 한다.

2. 궤도차량 현수장치의 기능 및 특징

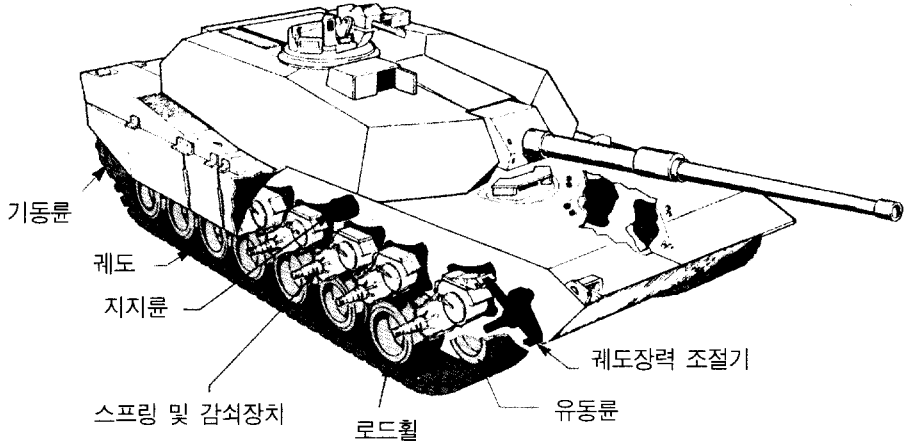
궤도차량의 외부 구조와 현수구성품에 대하여 간단히 도시하면 <그림 1>과 같다.

궤도차량 현수장치는 기동륜,

유동륜, 지지륜 및 로드휠과 같은 바퀴류, 스프링 및 감쇠장치인 충격 완충부, 궤도 및 궤도장력 조절장치부로 분류할 수 있다.

바퀴류는 차륜차량의 휠과 같은 기능을 수행하며 부가적으로 궤도가 원활히 이송될 수 있도록 구성되어 있다. 즉, 동력발생 및 전달장치인 엔진 및 트랜스미션에서 발생된 구동력은 기어모양의 기동륜을 통하여 궤도로 전달되고, 유동륜 및 지지륜은 고속으로 회전하는 궤도의 처짐 및 출렁임을 방지하고 원활하게 궤도가 기동륜으로 이송될 수 있도록 하는 길 역할을 한다.

로드휠의 기능은 민수용의 경우 궤도 이송기능이 강화되어 있다면, 군용은 궤도의 이송기능 외에도 불규칙한 노면을 고속으로 주행시 발생하는 진동을 효과적으로 완화할 수 있어야 하므로



〈그림 1〉 궤도차량의 현수장치 구성품

휠의 크기가 크고 휠 외부에도 완충용 고무가 싸여져 있어 승용차의 타이어와 유사한 형상으로 되어 있다.

궤도의 몸체는 〈그림 2〉와 같이 강 구조물로 되어 있고, 각

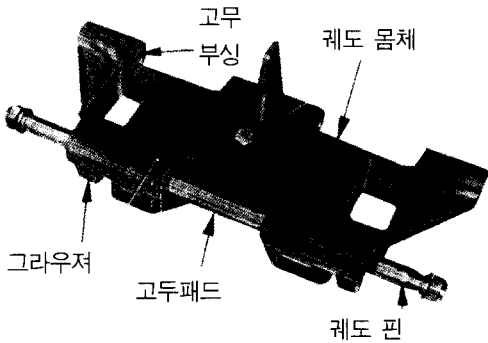
궤도의 몸체들은 자전거의 체인과 같이 핀으로 연결 되어진다.

군용궤도차량의 경우 주행중 진동완화 및 포장로 파손을 방지하기 위해 고무 부상 및 패드가 장착되어 있는 것이 특징이다.

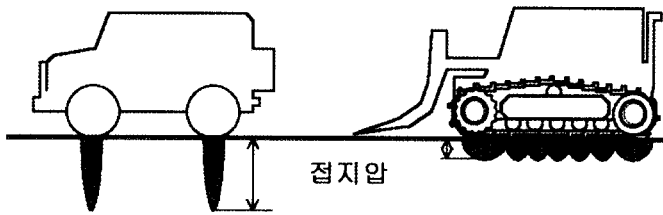
〈그림 3〉에서와 같이 궤도차량의 궤도는 차륜차량의 바퀴보다 월등히 넓게 지면과 접촉함에 따라 낮은 접지압력을 가지고 있어 연약지반에서 침하되지 않으며, 궤도 밑면에 그라우저(Grouser)라는 돌출부가 있어

지표 내부에 깊게 박혀 충분히 구동력을 전달할 수 있으므로 궤도차량이 차륜차량에 비해 연약지반 기동성이 우수하다. 궤도장력조절기는 임무 수행중 급조향, 급제동 및 급가속과 같은 과도한 운용조건하에서 궤도의 이탈 및 진동을 방지하기 위하여 항상 일정하게 궤도 장력을 유지시켜주는 기능을 한다.

스프링 및 감쇠장치의 완충 기능은 차륜차량에서와 유사한 기능을 수행한다. 다만 군용궤도차량이 험한 야지 노면을 고속으로 주행하여야 하기 때문에 민수용보다 가혹한 운용 환경에 대한 설계가 요구되며, 설계시 승차감뿐만 아니라 사격시 차체의 안정성 제공 및 정밀 유도무기 탑재시 진동 절연기능도 아울러 요구



〈그림 2〉 군용궤도의 형상



〈그림 3〉 차륜차량과 궤도차량의 접지압 비교

뒤에 따라 비선형 스프링 특성 및 잠금 장치등과 같은 기능이 갖추어져 있다.

건설용 중장비에 많이 사용되는 민수용 궤도차량과 군용 궤도차량의 경우 현수장치 구성품에서는 큰 차이를 보이지는 않지만, 〈그림 4〉와 같이 군용궤도차량이 불규칙한 험지 노면상을 40kph이상의 속도로 주행 가능해야 하므로 고성능의 스프링 및 감쇠장치가 장착되어 있고, 강대 강의 접촉시 발생하는 충격을 완화시키기 위해 고무가 부분적으로 많이 보강되어 있는 것이 특징이다.

3. 군용 궤도차량 현수장치 개발

군용 궤도차량은 민수용 차량과 달리 보다 가혹한 조건하에서 다양한 임무 수행을 할 수 있도록 운용됨에 따라, 설계 기법에서도 민수용과 다소 차이가 있

다.

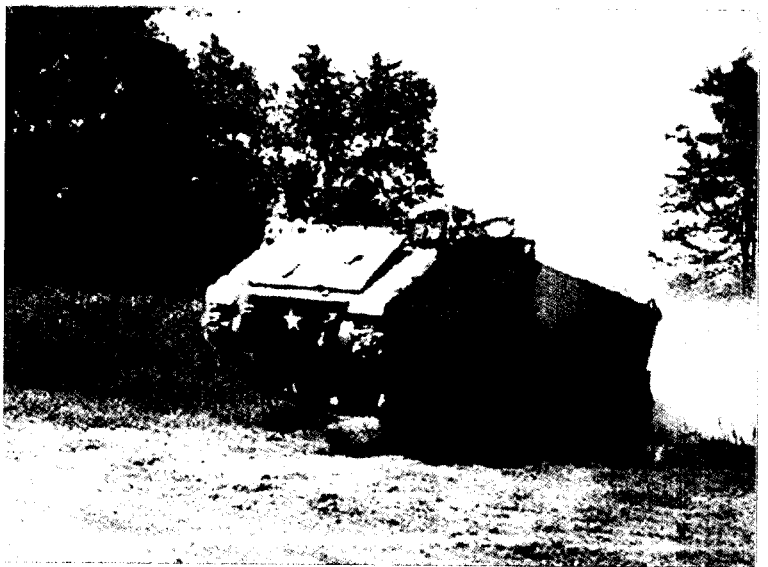
즉, 민수용 차량의 경우 개발 기간이 짧고 양산 물량이 많은 반면, 군용장비는 야지 및 전투 상황과 같은 특수 환경하에서 장기간 결함없이 운용할 수 있어야 하므로 개발기간이 길고 개발 후 실제로 양산하여 배치되는 물량

도 상대적으로 적다.

따라서, 개발가격이 민수에 비해 고가이기 때문에 개발시 수많은 실차 시험을 통한 설계보다는 해석을 통한 설계 및 실험실 시험이 요구된다.

일반적인 개발 순서는 기본적인 차량의 성능을 만족하기 위해 필요한 야지기동성능 및 현수장치 장착공간 분석을 통해 기초적인 설계안을 수립한 후, 기구학 및 동특성 해석등을 통해 각 구성품의 설계 인자를 도출하고, 최적설계, 구조해석, 열유체역학 해석 및 제어기 설계를 수행하여 최종적으로 설계안을 확정하여 시제품 제작을 하고, 제작된 시제품으로부터 실험실시험 및 실차시험을 통해 성능을 입증한다.

이와 같이 민수용 차량과 개발



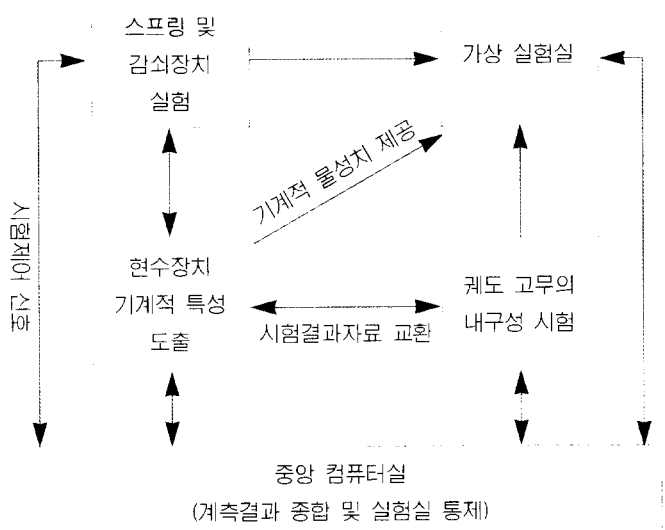
〈그림 4〉 야지를 고속으로 주행하는 궤도차량

과정은 유사하나, 시제품 제작전에 많은 모의 해석을 수행하고 있으며, 현재까지 궤도차량의 설계 기술 측면에서 보면, 해석적 방법을 통한 설계를 위해서 우선적으로 요구되는 차량의 거동분석 및 설계하중 도출을 위해 많은 궤도차량용 동특성 해석용 모델을 개발하여 최근에는 선진국과 대등한 능력을 확보하였으며, 강, 알루미늄 및 고무의 강도 및 내구성능 분석을 위한 기술과 현수장치 제어관련 기술도 선진국에 근접한 기술을 확보하고 있다.

순수 국내 독자기술에 의한 선진국 수준의 현수장치 설계 기술을 확보하기 위해서는 군용 궤도차량 현수장치 시험장비를 갖추어 각 현수장치 구성품에 대한 시험실 차원에서의 성능 개선 및 입증을 완벽하게 실시해야 하며, 주요 국내 운용 지역에 대한 지형 및 토양 데이터베이스 구축에 대한 연구를 수행함으로써 설계에 필요한 다양한 입력자료를 구축하고, 이 입력자료를 토대로 한국 실정에 적합한 현수장치 설계 하중 도출, 내구도 시나리오 작성등의 연구활동을 지속적으로 수행하여야 한다.

4. 군용궤도차량의 향후 발전 방향

향후에는 작고 가벼우며 신속하게 이동할 수 있는 전투 차량



<그림 5> 군용궤도차량 연구시험실

의 개발이 예상됨에 따라, 현수장치도 가볍고 소음 및 진동이 적은 장비의 개발이 요구된다.

이로 인해 현수장치 구성품의 경우 최적형상설계로 얻을 수 있는 중량감소는 한계점에 왔다는 판단하에 소재개발 측면으로 연구가 활발히 이루어지고 있다.

우선, 현재 강재와 알루미늄으로 구성되어 있는 각종 바퀴류는 복합소재로의 대체를 위한 연구중이며, 과도한 중량으로 전투차량 중량의 10%이상 차지하는 강 재료 궤도는 차량 중량 감소와 함께 과감하게 고무용 밴드궤도로의 변경이 요구되어, 이에 대한 연구가 이루어지고 있다.

한편, 궤도의 이탈 및 진동은

군 운용자에게 있어서 전투 수행능력을 감소시키는 가장 치명적인 문제로서, 이를 방지하기 위하여 항상 일정하게 궤도의 장력을 유지할 수 있도록 하는 동적 궤도 장력조절기의 개발이 요구되며, 향후 능동형 현수장치와 연계된 제어장치가 개발될 경우 궤도의 이탈 현상은 해소되리라 예상된다.

보다 신속한 야지구행성을 확보하기 위해 스프링 및 감쇠장치에 대한 연구도 계속적으로 활발히 이루어지고 있다.

우선, 수동형 현수장치의 설계 기술에서 과감히 탈피하여 현재까지 전기변성유체를 이용한 능동형 안내부착형 유기압식

현수장치(Semiactive In-arm Suspension Unit)를 세계 최초로 국내 개발중에 있으며, 현수장치 개발자들의 꿈인 “움직임이 없는 차량” 개발을 목표로 전자기식 예전 제어형 능동형 현수장치 개발 연구도 향후 필수적으로 수행이 예상되는 연구과제이다.

주요 궤도차량 운용지역에 대한 지형 및 토양 데이터 베이스의 구축에 대한 연구도 지속적으로 실시하고 있으며, <그림 5>와 같은 궤도차량 현수장치용 연구 실험실을 활용하여 획득된 실험실 결과 자료를 기동시험장의 실차시험 결과자료와 연계할 경우

궤도차량의 현수장치 설계에 필요한 입력자료 데이터베이스 확보가 향후 10년내에 가능할 것으로 예상된다.

5. 맺음말

현재까지 차량과 관련된 연구의 경우 민수에서는 승용차등 차륜차량에 대하여 활발히 수행된 반면, 궤도차량에 대한 연구 개발은 국방 분야에서 성공적으로 수행되어 왔다.

군용 궤도차량 현수장치를 획기적으로 성능 향상시키기 위해 점차 정밀제어와 관련된 전자 구성품의 개발이 활발하게 이루어

지고 있어, 학계에 축적된 제어기 알고리즘 설계, 동특성 프로그래밍 및 열전달 해석등 기초기술의 활용이 필요하며, 또한 학계에서 많이 구축되어 있는 토양 기계학 관련 연구 결과를 국내 지형 및 토양 데이터베이스화 기술에 접목시키는 시점이 되었다고 판단된다.

따라서, 군용 궤도차량의 현수장치 개발에 각종 민수의 신기술이 적용하기 위해서는 학계와 긴밀한 연구활동 및 연구결과의 공유가 필요하다.