

현대선박해양연구소의 예인전차 고속화

민계식, 김재신, 김외현, 이강복
 〈현대중공업(주) 선박해양연구소〉

1. 서 론

전세계적으로 고속선에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이러한 세계적 동향에 따라 당 연구소에 서도 이미 3단계의 고속선 개발 계획을 수립하고, 제 1단계인 장거리 고속 수중익 쌍동 여객선 개발 및 건조를 완료하였으며, 제 2단계인 초고속 수중익 쌍동 웨리 개발에 대한 연구를 수행 중에 있다.

이러한 고속선 개발에는 모형시험이 절대적으로 필요하나 당사에는 물론 국내에 국제 규모의 고속선 모형시험 시설이 전무하기 때문에 정성적인 시험은 소형모형선을 사용하여 수행해 오고 있으며 정량적인 모형시험은 외국 수조에 의뢰하고 있는 실정이다. 외국의 수조에서 모형시험을 실시할 경우 모형시험 비용이 과다하게 지출되어 연구 비용이 증가하고, 또한 연구 내용이 변질되거나 모형시험 방법 및 시기 등을 조정할 수 없기 때문에 개발 사업을 순조롭게 진행시키기 어려울 뿐만 아니라 당사 연구진이 혼신의 노력으로 개발해 놓은 기술 자료가 자동 유출되는 등 심각한 문제점을 피할 수가 없는 형편이다.

당 연구소의 시험 설비는 1984년 완공된 이래 각종 선박의 성능 확인 시험 및 신선형 개발에 효과적으로 활용되고 있으나 예인전차의 제한된 속도로 인하여 고속선 시험에는 적합치 못한 형편이다. 따라서 당 연구소에서는 고속선에 대한 연구 개발 능력을 강화 하기 위하여 예인전차를 고속화하기로 결정하고 이를 위하여 신설, 개조 등 다각도로 검토한 결과, 최종적으로 계측기를 포함한 예인전차의 중량을 크게 감소시킴과 동시에 구동 치차를 교환하여 기존 전차의 속도를 증가시킴에 의하여 예인전차의 고속화를 달성하고 고속선의 개발 능력을 향상시키기로 결정

하였다. 또한 현재 외국 수조에 의뢰하고 있는 특수선(합정)의 모형 시험도 앞으로는 당 연구소에서 자체 수행하려고 한다.

2. 추진 방향

현재 기존의 예인전차는 시방서상 최대 속도가 7m/sec로 되어 있으나 그 동안 일반 상선의 시험에 주력해 온 관계로 5 m/sec 정도 까지 밖에 사용 실적이 없는 형편이었다. 앞으로 여러가지 종류의 고속선에 대한 모형시험을 수행할 수 있도록 예인전차의 최대 목표 속도를 15 m/sec로 설정하고 다음의 여러 가지 방향으로 검토하였다.

- 예인수조의 연장
- 새로운 고속 전차 설치
- 현 예인전차의 개조

어느 경우라도 예인전차의 신규 제작 혹은 개조를 행하여야 되고 예인전차의 고속 운행이 가능하도록 검토되어야 하므로 연구분야를 다음과 같이 세분하는 한편 각 부분의 담당자를 정하여 제작소를 접촉하고 가능성을 타진하였다.

- 제원 및 성능
- 구동장치
- 제동장치(Braking)
- 전기(Power)
- 구조
- 안전(Safety)
- 실험 계측 장비

- 자료 취득 및 해석
- 시험 자동화
- 기타

예인수조의 연장은 당 연구소의 위치 특성상 현재의 예인 수조를 50 m 정도 연장할 경우 당 연구소 주위의 도로 폐쇄로 인하여 새로이 바다를 매립하여 우회도로를 내야 하고, 또 예인수조 연장 부분의 지반이 약하여 공사량이 많아지므로 도저히 불가능하다는 결론을 내리고, 기존의 수조에서 예인전차를 고속화하기로 결정하였다.

새로운 고속 예인전차를 설치하기 위하여 일본, 독일, 스웨덴 등의 여러 제작소와 접촉을 시도한 결과 일본의 기존 예인전차 및 관련 장비 업체들은 한결 같이 바쁘다는 핑계로 당 연구소의 예인전차 신설 작업에 참가 못하겠다는 의견이었고, 유럽의 여러 곳을 접촉한 끝에 독일의 Thyssen사 및 Kempf & Remmers(K & R)사를 최종적인 공급자로 선정하여 기술 협의를 시작하였다. 독일의 K & R사 측은 최대 속도 15 m/sec를 내기 위해 현재의 예인전차와는 별도로 고속전차를 추가 설치하고, 중량을 줄이기 위하여 삼각형 형상으로 제작할 것을 제안하였으나, 당 연구소 측의 입장에서 보면 이 경우 현재 사용하는 모든 계측 장비를 교체하여야 되고 선주의 참관 및 안정성 등의 문제가 발생하므로 사각형 형상의 예인전차를 강력히 제안하여 합의점을 찾지 못하였다.

독일의 Thyssen사 측은 최대 속도 14 m/sec, 최대 감속도 2 m/s², 계측 가능 시간 7초, 고속 전차의 무게 약 20톤을 제시하였고, 인도네시아 수조 건립의 경험을 앞세워 모든 계측 장비, 전자 장비도 일괄 공급하겠다고 하여 당 연구소와 기술 협의 후 성능을 확정하였으나 상상을 초월하는 금액으로 인하여 Thyssen사 측과도 협의가 결렬되었다.

당 연구소는 K & R사, Thyssen사 측과의 기술 협의 경험을 토대로 최대 속도 15 m/sec에는 못 미치더라도 가능한 한 기존 전차를 개조하여 속도를 12m/sec까지는 증가시키기로 방침을 결정하고 기존 예인전차를 경량화 하여 가 감속을 증가시키고자 기존의 제작사인 K & R사를 재 접촉하였고, 한편으로는 Siemens사 등을 접촉하여 자체 개조 공사 수립안을 준비하였다. 이 결과 현재의 치차를 교체하고, 필요하면 급전장치(Ward-Leonard set)의 용량을 증가시킴에 의하여 최대 11 m/sec까지 기존 전차의 속도를 증가하기로 K & R사와 최종 결론을 내리고, 세부 사항의 추진에 들어갔다.

최종적으로 당 연구소의 예인전차 고속화 사업의 주요 추진 방향을 다음과 같이 설정하였다.

- 전차 구조물 및 장비의 경량화
- 구동 치차 교환
- 계측 기기의 현대화 및 경량화

이러한 추진 방향아래 일반 신규 사업을 위한 모형 시험에 크게 영향을 미치지 않으면서 예인전차 고속화 업무를 효율적으로 추진하기로 하였다.

3. 고속화

(1) 고속화

기존 전차의 무게를 약 10여톤 이상 제거하고, 치차를 교환하여(기존의 치차율 9.751:1을 7.015:1로 교환) 현재, 최고 속도 7 m/sec를 11 m/sec로 증가시킬 경우 최대 속도에서 8개의 전동기에 걸리는 힘은 기존 급전장치(Ward-Leonard System) 용량 보다 증가 하지만 최대 속도로 운항할 때는 계측 시간 5~8초에 불과하므로 기존의 급전장치용량을 증가시키지 않아도 가능하다는 결론을 얻었으며, 경량화, 치차 교환 후 1 m/sec²의 가속도, 최대 자동 제동 3.8 m/sec²의 감속도로 예인전차가 달릴 때의 계측 가능 시간은 최대 6초 정도로 추정되었다. 이에 따라 계측 시간을 최소화 하고, 정확한 실험 결과를 얻기 위하여 고속선 시험 전용 컴퓨터와 자료 취득 장치 및 고속선 시험용 저항 동력계 등을 구매 설치하기로 하였다.

(2) 구동

구동장치는 모형선 시험시 모형선이 부착된 예인전차가 실험하고자 하는 선속으로 전차를 레일 위에서 달릴 수 있도록 속도 제어가 가능하고 가속과 감속이 각각 요구조건에 맞도록 조종될 수 있어야 하며 시동과 정지에서 충격을 최소화 할 수 있도록 구성하는 장치를 말한다. 이러한 새로운 고속 전차 신설을 위하여 시방서를 만들었으나 예인전차를 개조하기로 결론지었으므로 기존의 성능과 거의 일치하고 단지 치차 부분만 교체하는 것으로 변경되었다.

(3) 제동

현재 보유하고 있는 수조의 길이가 충분치 못하기 때문에 예인전차를 11 m/sec의 고속으로 운전하는

경우에 전차의 중량을 아무리 최소화 한다 하더라도 제동장치의 신뢰성은 매우 중요한 문제가 된다. 이는 장비와 인명의 보전에 관한 사항으로서 어떠한 경우에도 오동작이 없이 충분한 신뢰성을 갖도록 장비를 구성해야 한다. 따라서 본 고속 예인전차에서는 기존의 4단계 제동 안정 장치를 갖추고 있었으나 비상 제동 장치에 유압 완충기(Hydraulic Buffer)를 추가로 설치하여 5단계 제동이 되도록 하였다.

(4) 자동화

고속 예인전차의 운동 자동화를 위하여 미니 컴퓨터와 소형 PLC (Programmable Logic Controller) 그리고 인터페이스(Interface) 장치로 조합된 자동화 시스템을 구성하여 실험의 단계별 자동 제어, 클램프의 조작, 자항 실험시 프로펠러 구동 모터의 조절 등을 자동 제어할 수 있도록 목표를 세웠다. 이는 예인전차의 속도가 고속인 반면에 당 연구소의 주행 레일의 유효 구간이 다른 고속 수조에 비하여 짧기 때문에 계측 과정이 일관되고 단시간에 이뤄져야 할 뿐만 아니라 예인전차 탑승 인원의 안전을 고려해야 하기 때문이다. 이 예인전차의 자동화 계획은 1 단계로 예인전차의 치차를 교환하여 최대 속도를 11m/sec로 증가시킨 후, 2 단계에서 점차적으로 수행하기로 결정하였다.

4. 구조 경량화

(1) 구조경량화 일반

선형 시험 수조의 예인전차는 계측장비를 싣고 모형선을 필요한 속도로 정상 주행을 해야하므로 각종 계측장비의 중량 및 자중에 견디고 주행 가 감속시에 발생하는 관성력에 대하여 충분한 강성을 지니도록 설계되어야 한다.

기 설치되어 운전중에 있는 예인전차의 속도를 증가 시키기 위해서는 구동력을 증가시켜야하나, 예인전차의 중량을 가볍게하고 구동전동기의 속도변환율을 증가시킴에 의하여 기 설치된 전동기를 그대로 사용하면서도 예인전차의 주행속도를 증가시키기로 하였다.

예인전차의 중량 감소 대상은 자체 철구조물 중량과 실려있는 각종 장비들의 중량으로 구별하여 예인전차의 기능 유지에 필요한 형상을 유지할 수 있는 충분한 강성을 지니면서 경량화 하였다.

모형 시험중에 예인전차에 부하되는 하중은 중력가 속도에 의한 자중과 정지상태에서 정상속도에 도

달할 때까지의 구동 가속도에 의한 관성력, 정상속도 주행을 끝내고 정지에 도달할 때까지의 감속도에 의한 관성력, 모형선의 수평면 운동시험(Planar Motion Mechanism Test)을 할 경우 모형선과 전차사이의 반력등을 들 수 있으므로 경량화된 예인전차는 이러한 하중에 대해 충분한 강성을 지니도록 하였다.

예인전차에 부하되는 하중은 예인전차의 가속 및 감속 방법에 따라 예인전차에 작용하는 관성력의 크기가 다르므로 구조해석에는 최대 속도로 주행하기 위한 가속도와 주행이 완료된 후 작동할 수 있는 감속 장치의 특성에 따라 나타나는 감속도를 적용하였다.

기존 예인전차에 대하여 가속 및 감속 상태에서 부재에 작용하는 응력을 구조해석 결과에서 검토하여 본 결과 재료의 허용응력 및 국부좌굴 기준면에서 상당한 여유의 강도를 지니고 있음을 확인하였으므로 예인전차 구조의 경량화를 수행할 수 있었다.

경량화의 중간 과정에서 고려된 예인전차 구조와 최종적으로 경량화된 구조에 대하여 각각 구조해석을 수행하여 구조강도의 안전성을 검증하였다. 예인전차 구조의 구조해석은 MSC/NASTRAN 프로그램을 사용하였으며, 부재는 유한요소의 보 요소(Beam Element)를 사용하여 이상화 하였다. 전체 구조를 이상화 하는데 절점 335개와 보요소 803개가 사용되었다.

기존 예인전차 및 최종 경량화된 예인전차의 구조는 Figs. 1과 2에 나타나 있다.

(2) 응력계측

예인전차의 대각선 잉여 보강재를 제거할 경우 제거되지 않은 부재에 추가로 부하되는 부재응력을 응력계지를 부착하여 측정하였다.

예인전차가 정지상태에 있을 경우 부재 제거 과정

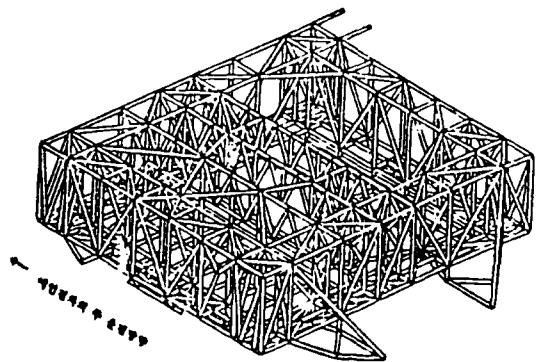


Fig. 1 기존 예인전차 구조

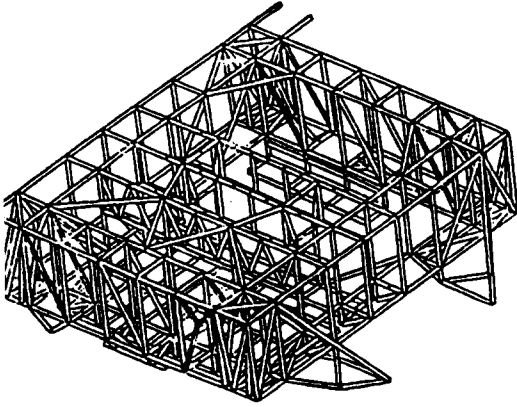


Fig. 2 경량화된 예인전차 구조

에서 전체강성의 변화에 의하여 부가되는 응력은 정적 계측시스템을 사용하여 계측하였고 예인전차가 주행 가감속시에 진행방향으로 작용하는 가속도와 전차 구동 장비의 진동에 의하여 부하되는 동적응력은 동적응력 계측시스템을 사용하여 각각 계측하였다.

(3) 구조경량화에 대한 결론

- 예인전차의 경량화를 위한 잉여보강재 제거시 예인전차의 구조적 안정성 평가는 구조해석과 실물의 응력계측 등 두가지 방법에 의하여 이루어 졌다. 구조해석에서는 각 부재에 작용하는 응력 뿐 아니라 부재의 변형도 함께 검토되어서 모형시험에 미치는 영향이 있는지 종합 검토되었고 각 부 재의 좌굴강도도 별도로 확인하였다.
- 잉여 보강재를 제거한 최종 경량화된 예인전차에 대하여 설계 가 감속도를 작용시켜 구조 해석한 결과에 의하면 예인전차의 전체적인 구조는 최대 작용 응력이 $1,000 \text{ kgf/cm}^2$ 을 넘지 않으므로 허용응력인 $1,440 \text{ kgf/cm}^2$ 보다 작기 때문에 충분한 강도를 유지하고 있음이 확인되었다. 또한 계측 프레임의 최대 변위도 7.2 mm 로서 기존 예인전차의 2.2 mm 에 비해서는 약 5 mm 정도 큰 변위가 발생 하고 있으나 이는 계측 프레임을 지지하고 있는 횡거어더의 처짐이 증가하여서 발생한 것으로 계측에는 전혀 지장이 없다고 판단되었다.
- 경량화된 예인전차의 강도는 잉여부재를 제거하는 과정에서 각 단계별로 실시된 응력계측을 통하여서도 확인되었다. 즉, 정적 응력계측에 의하면 잉여 보강재가 제거된 후 최대 정적 응

력은 계측 프레임에서 546 kgf/cm^2 으로서 허용응력인 $1,440 \text{ kgf/cm}^2$ 보다 훨씬 적은 응력이 발생하고 있음이 확인되었으며, 횡거어더에 대한 동적응력의 순간 최대 값은 기존 전차보다 약 32.3 kgf/cm^2 증가한 값으로서 전체적인 강도는 충분한 것으로 판단되었다.

5. 장비경량화 및 현대화

(1) 예인전차 감속기

예인전차에 탑재되어 있는 기존 감속기(Reduction Gear)는 총 8 개이며, 8 개의 주구동 전동기에 직결되어 9.751:1의 감속비로 예인전차의 바퀴에 구동 전동기의 회전구동력을 전달하게 되어 있다. 기존감속기를 사용하였을때 가능한 예인전차의 최대속도는 7 m/sec 였으나 전차속도를 증가시키기 위하여 감속비가 7.015:1인 신규감속기로 교체하여 설치하고 전기 제어장치를 수정하여 주구동 전동기의 최대회전수를 2000 r.p.m.에서 2100 r.p.m.으로 증가시켜서 전차의 최대속도가 초속 11 m로 개선되었다.

신규감속기는 독일 Flender-Bocholt에서 도입하였다. 새로 설치한 감속기는 기존감속기와 외형치수가 달라 이를 설치하기 위하여 별도의 받침대와 구조물 등을 제작취부한 후 설치하였으며, 기존의 구동전동기와 바퀴 사이에 설치하기 때문에 배열(Alignment)에 특히 세심한 주의를 기울였다. Figs. 3과 4는 기존 감속기와 신규 감속기의 형상을 보여주고 있다.

(2) 전기제어장치

기존의 전차속도를 고속화하기 위해서 전동기의

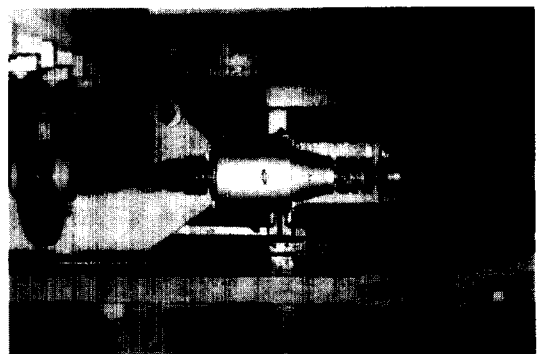


Fig. 3 기존 감속기 형상

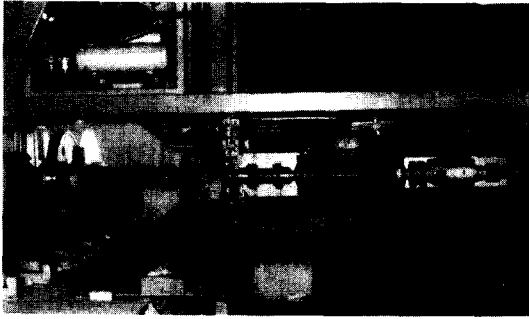


Fig. 4 신규 감속기 형상

구동회로, 가 감속조절회로 등을 포함한 전반적인 전기제어장치류의 교정 및 개조작업을 수행하였다. 주 작업내용은 다음과 같다.

- 주구동 전동기의 전진 및 후진 방향의 속도조정
- 가속도 및 감속도 변경에 의한 시정수(Time Constant)회로 수정
- 소형전동기 구동회로 수정
- 구동 및 제동시의 전류제한 회로 수정

(3) 장비경량화

예인전차의 중량을 감소시키기 위하여 전차의 불필요 구조물을 제거하는 한편 기존의 노후된 장비를 경량화된 최신 장비로 교체하였다. 경량화작업을 완료한 후에 전차의 중량을 계측한 결과 45.9톤으로 측정되었으며 상세 작업내역은 다음과 같다.

Table 1 예인전차의 경량화 작업내역

경량화 작업내역	감소중량(kg)
불 필요 구조물 제거	4,207
캐 빈 수 정	1,547
항 온 항 습 기 교 체	252
무 정 전 장 치(UPS) 교 체	1,751
바 닥(Floor) 교 체	475
기 타 장 비 교 체	677
총 중 량 감 소 량	8,909

6. 안 전

(1) 제동안전

현재 보유하고 있는 예인수조의 길이가 충분하지

못하기 때문에 예인전차의 속도를 11 m/sec의 고속으로 운전하는 경우에는 전차의 중량을 아무리 최소화한다 하여도 제동장치의 신뢰성은 매우 중요한 문제가 된다. 이는 인명과 장비의 보존에 관한 사항이므로 어떠한 경우에도 오동작이나 동작에 실패함이 없이 충분한 여유와 신뢰성을 갖도록 장비를 구성해야 할 것이다. 따라서 본 고속예인전차에서는 다음과 같이 5 단계로 제동안전장치를 갖추도록 하였다.

- 1단계 회생제동
(Dynamic Braking by 8 Drive Motors)
- 2단계 압축공압 수동제동
(Pneumatic Braking by Manual Control)
- 3단계 압축공압 자동제동
(Pneumatic Braking by Proximity Sensor)
- 4단계 비상제동
(Emergency Braking by Braking Shoes)
- 5단계 유압완충제동(Hydraulic Bumper)

(2) 제동장치의 상세

◆ 회생제동

예인전차가 실험을 수행하기 위하여 레일 위를 주행하여 계측을 마치면 곧바로 운전조작반에서 운전자가 정지 스위치를 누르게 된다. 이 때, 8대의 구동전동기에 공급되는 전원이 차단되고 구동전동기에는 역전압이 발생하게 되므로 전동기에 구속력이 작용하여 제동하는 방식이다.

◆ 압축공압 수동제동

예인전차가 계측을 종료하고 급제동을 해야 할 필요가 있을 때 또는 회생제동만으로는 제동거리가 부족할 경우에 사용하는 제동방식이다. 제동 원리는 예인전차에 설치된 두(2)개의 압력용기에 저장된 압축공기가 레일 양 측면에 위치한 제동 패드를 작동시키는 방법을 사용하고 있으며, 운전자가 비상제동 스위치를 누르거나 핸드레버를 당 기면 압축공기 수동제동이 작용하게 되어 있다.

◆ 압축공압 자동제동

압축공압 수동제동과 사용하는 장치가 같지만, 예인전차가 안전한 제동 구간을 넘어서도 운전자가 제동 스위치를 작동시키지 못 할 경우를 대비하여 수조레일 끝단에 설치된 감지회로에 의하여 자동으로 제동이 되도록 설계된 장치이다.

◆ 비상제동

이상에서 설명한 어떤 방법으로도 예인전차의 제동이 이루어 지지 않을 경우를 대비하여 수조레일 양 끝단에 비상제동레일과 제동편자(Braking Shoes)를 설치하여 예인전차가 비상제동장치에 충돌할 때 제동편자가 마찰 레일 위에서 밀리면서 그 마찰력에 의하여 예인전차를 정지시키는 방법이다.

◆ 유압완충제동

이것은 앞의 네가지가 모두 실패한 경우의 마지막 제동 수단이 된다. 유압 완충 제동장치가 흡수할 수 있는 고속전차의 최대 속도는 고속전차의 속도가 시험조건에 따라서 유동적인 뿐만 아니라 비상제동에 의하여 크게 감속될 것이므로 최대 감속도 3 m/sec²로 가정하였다.

7. 시운전

(1) 시운전 준비

예인수조에 설치되어 있는 레일의 총 길이는 230m이나 레일 양단에서 전차가 주행시험을 할 수 없는 자동제동구간과 비상제동구간을 제외하면 주행이 가능한 구간은 170 m에 불과하다. 따라서 고속주행시험에서 전차가 주행할 수 있는 구간을 최대로 하기 위하여 일반적으로 사용하지 않는 시험 준비 구간(Trimming Tank)까지 고속전차를 후진이동함으로써 주행가능한 거리는 180 m로 증가시키고 시운전을 수행 하였다.

고속전차를 주행하는 중에는 시험속도에 따라 기존의 전력전달레일(Current Conductor Rail)의 레일과 콜렉터(Collector) 등과 같은 접촉부위, 구동장치류, 전력설비의 지시계 출력값 및 개조된 전기장치 등 각 부분을 점검하여 이상유무와 정상작동여부를 확인하면서 시운전을 실시하였다. 특히, 고속전차를 11 m/sec의 최대속도와 최대의 가속도로 설정하여 주행할 때는 전원장치의 발전기와 주구동 전동기에 많은 부하전류가 흐르므로, 전원장치의 발전기와 주구동 전동기의 개폐창(Cover)을 열어서 회전자(Rotator), 탄소 브러쉬(Carbon Brush) 및 정류자(Commutator) 등에 불꽃방전에 의한 단락여부 등이 발생하지 않는가를 수시로 감시하여 이상여부를 확인하였으며, 부하조건을 점진적으로 증가시켜 가면서 고속전차의 시운전을 수행하였다.

(2) 시운전 결과

고속전차의 속도를 1 m/sec의 저속에서부터 최대속도인 11 m/sec까지 단계별로 증가시키면서 계측바퀴에 연결된 엔코더(Encoder)의 속도출력값과 속도설정값을 비교검증하였다. 속도별 가·감속값을 계측한 결과, 11 m/sec의 최대속도에서 최대 가속은 각각 0.7 m/sec²과 1.0 m/sec²으로 나타났으며 시간 계수기와 가속도계를 이용하는 두가지 방법으로 고속전차의 속도별 가속속을 측정 한 결과는 다음 표와 같다.

Table 2에서 볼 수 있는 바와 같이 시운전 결과는 초기 목표에 못 미치는 것으로 나타났으며 이러한 가속속 하에서 10m/sec로 시험시 계측 가능한 시간은 약 5 초 정도가 된다. 따라서 가속도를 초기 계획대로 증가시키고 계측시간을 증가시키기 위하여 신규 전원장치 및 구동모터의 교체를 추진 중에 있다.

Table 2 고속전차의 가속속 측정결과

전차 속도 방법	설정	6.0(m/s)			8.0(m/s)			10.0(m/s)		
		시간	①*	②*	시간	①*	②*	시간	①*	②*
		(초)	t-v	Acc	(초)	t-v	Acc	(초)	t-v	Acc
800	가속	9.8	0.61	0.65	13.0	0.62	0.67	16.8	0.60	0.65
	감속	7.7	0.78	0.88	10.0	0.80	0.86	12.1	0.83	0.90
900	가속	9.3	0.65	0.71	12.0	0.67	0.70	15.7	0.64	0.71
	감속	7.2	0.83	0.90	9.2	0.87	0.85	11.6	0.86	0.91
1000	가속	8.6	0.70	0.75	11.1	0.72	0.71	14.5	0.69	0.73
	감속	6.8	0.88	0.91	8.5	0.94	0.96	10.5	0.95	0.98

① $a = \frac{v}{t}$

(a=가속도(m/sec²) v=전차속도(m/s) t=시간(sec))

② 가속도계(Accelerometer)로 측정 한 값

8. 논의 및 결론

지금까지 당 연구소 예인전차의 고속화에 대한 제반사항을 논의하였다.

그 동안 약 2 년에 걸쳐 당 연구소의 예인전차를 고속화하기 위하여 여러 방향으로 추진하였고 여러 가지의 가능성을 많은 노력을 기울여 정밀 검토하였으나 선진국들의 협조 거부로 인하여 많은 어려움이 발생되어 이를 극복하는데 많은 시간을 소요하였다.

또한 당 연구소의 예인수조 건립 초기 계획 수립시 그 당시 국내에 있던 대형 예인수조와 비슷한 크기로 계획하기 보다는, 앞으로의 가능성을 고려하여 약 300 m 정도의 길이를 계획했었다면 예인전차의 최대 속도를 15 m/sec로 고속화 하는 데도 아무런 어려움이 없었을 것이나 오히려 해사기술 연구소의 예인수조보다도 짧은 길이를 가지고 고속화를 추진하느라고 많은 어려움이 있었다.

흡족치는 않으나 어느 정도 예인전차의 고속화가 이루어진바, 앞으로는 외국 수조에서 수행하던 고속 선모형시험을 자체 수행함으로써 많은 외화를 절약할 수 있게 되었으며, 고속선 개발 및 고속선 모형시험의 기술 축적이 가능하게 되었다.

끝으로, 당 연구소의 고속전차의 시험 자동화가 이루어져야 하겠고, 고속선의 시험 기법 개발에 대한 연구도 지속적으로 수행할 예정이다.

**본 학회에서는 회원 여러분의 보다 폭넓은 참여를 원하고 있습니다.
주저하지 마시고 투고하여 주십시오.**

원고 내용	
관도어	논의
연구개발	전조시상기술
기술보고	조사보고
수필	견망
해설	감좌
회원동향	특집기사등 원고
회원제약	장면애만권역소식
학회제약	신호차등 및 회의 참가기

