

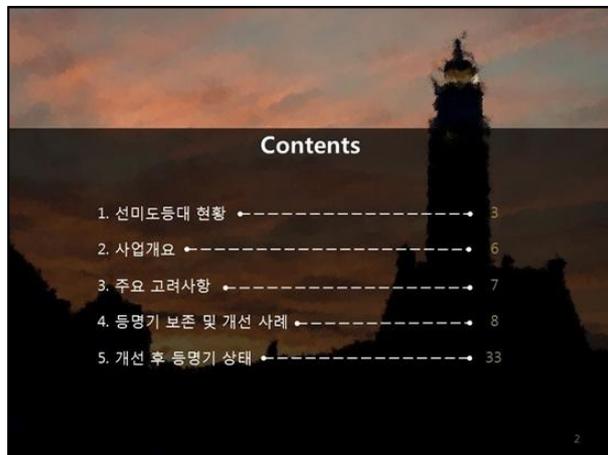
역사적인 등명기 보존 및 개선 사례

† 김창훈 · 송글재*

*,† 인천지방해양수산청

요 약 : 선미도등대의 등명기는 1940년에 제작되어 역사적인 가치가 뛰어난 등명기이나, 수은조식 회전 장치의 노후로 수은이 장기간 누출 되어 근무자의 중금속 중독이 우려되므로 이를 회수하여 적법한 절차에 의하여 처리하고, 노후 된 회전장치 및 전구교환기, 균열이 발생한 프리즘 렌즈(보호대 포함)를 보수, 복원, 개량하여 등명기의 역사적인 가치를 보존함은 물론 항로표지로서의 기능 유지에 만전을 기하고자 선미도등대 등명기 정비사업을 실시하였다. 본 논문은 동 사업의 준비단계부터 최종준공까지의 추진방안 및 결과 등 주요사항들을 고찰하고 공유하여 향후 역사적인 등명기의 보존 및 개선 사업 추진에 있어 참고가 되고자 한다.

핵심용어 : 역사적인 등명기 보존, 기능개선

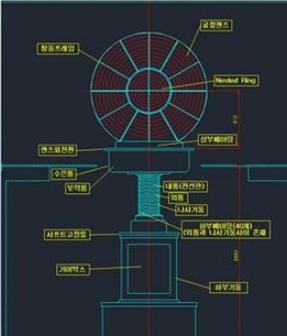


† 교신저자 : chkim2170@korea.kr

1. 선미도등대 현황

역사적인 등명기 보존 및 기능개선 사례

등명기 각부 명칭



중량 프리즘렌즈를 부양하고 적은 구동력으로 프리즘렌즈를 회전하도록 수에 의하여 구동되는 구조

수은(Hg) 인체에 유해한 중금속으로 환경오염과 연광하여 최근 국제적으로 광심의 대상이 되는 환경오염물질

2. 사업개요

역사적인 등명기 보존 및 기능개선 사례

사업 목표

기존 등명기의 역사적 가치를 감안하여 원형을 유지하면서 성능을 개선

- 세부과제
 - 프리즘렌즈 보수(보호대 포함)
 - 수은제거
 - 회전장치
 - 제어장치
 - 전구교환기 개량

3. 주요 고려사항

역사적인 등명기 보존 및 기능개선 사례

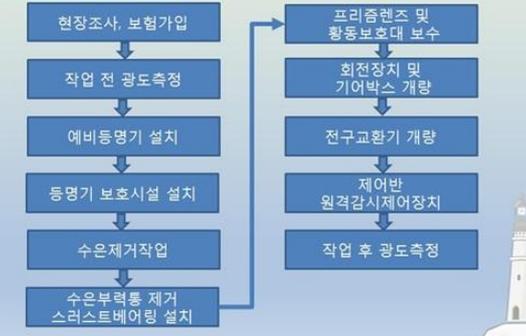
사업 수행시 주요 고려사항

1. 사업 수행중 등명기 파손 대비 대책
2. 등명기 기능개선 확인 방안
3. 등명기 회전장치 분해 및 조립을 위한 구조 파악
4. 수은제거작업시 작업자 안전 및 수은제거방법
5. 회전장치 개선을 위한 베어링 선정
6. 프리즘렌즈 보수 방법
7. 황동 세정방법
8. 모터 선정
9. 전구교환기 개선
10. 등명기 제어를 위한 제어반

4. 등명기 보존 및 기능개선 사례

역사적인 등명기 보존 및 기능개선 사례

주요 공정



```

    graph TD
      A[현장조사, 보험가입] --> B[작업 전 광도측정]
      B --> C[예비등명기 설치]
      C --> D[등명기 보호시설 설치]
      D --> E[수은제거작업]
      E --> F[수은부력통 제거 & 스러스트베어링 설치]
      F --> G[프리즘렌즈 및 황동보호대 보수]
      G --> H[회전장치 및 기어박스 개량]
      H --> I[전구교환기 개량]
      I --> J[제어반 & 원격감시제어장치]
      J --> K[작업 후 광도측정]
      A --> G
  
```

4. 등명기 보존 및 기능개선 사례

역사적인 등명기 보존 및 기능개선 사례

사전준비

- 현장조사
 - 거문도등대 : 선미도등대와 크기는 같으나 제작사가 다르며 구조형태가 다름



<3층 대형 등명기> <수은조와 나사기둥> <하부기초대>

- 등대박물관 : 황동 및 프리즘 세정방안 등에 대한 자문
- 보험증권
 - 선미도등대 등명기 정비 작업중 발생할 수 있는 역사적 가치가 있는 등명기 파손사고에 대비

4. 등명기 보존 및 기능개선 사례

역사적인 등명기 보존 및 기능개선 사례

작업전 광도측정

- 목적
 - 등명기 보존 작업 후 광학적인 성능을 비교하기 위하여 측정 실시
- 측정실시
 - 표준광원 설치 : 선미도등대 등탑 상부 난간
 - 측정장소 : 굴업도 붉은모래 사장위 언덕(측정거리 약 6.8NM)



4. 등명기 보존 및 기능개선 사례 역사적인 등명기 보존 및 기능개선 사례

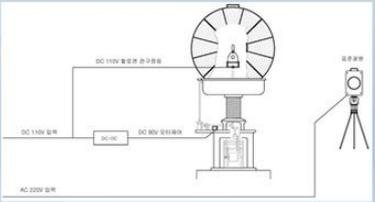
● 정비전 광도 측정



<표준광원:선미도등대>



<위도계:굴입도>



<선미도등대 광도 측정시스템 구성도>

4. 등명기 보존 및 기능개선 사례 역사적인 등명기 보존 및 기능개선 사례

● 광도 측정 결과

| 구분 | DC | AC | 비고 |
|--------|-------------|-------------|----|
| 측정시작시간 | 12.01 20:09 | 12.01 20:34 | |
| 입력전압 | 111V | 112V | |
| 표준광원 | 1,113,498cd | 1,025,665cd | |
| 1면 | 508,844cd | 422,028cd | |
| 2면 | 957,567cd | 850,577cd | |

- AC보다 DC의 광도 측정값이 높음
- 1면(A면) 보다 2면(B면)의 광도가 2배정도 높음

4. 등명기 보존 및 기능개선 사례 역사적인 등명기 보존 및 기능개선 사례

예비 등명기 설치

주 등명기 정비기간 동안 기능유지를 위하여 예비 등명기를 설치 운영하고, 개량 후에는 주 등명기 가동중 고장으로 정상적인 동작이 불가능한 경우 예비등명기로 교체하여 운영



<예비등명기 좌측>



<설치위치>



<예비등명기 우측>



<기초양카천공>



<기초 콘크리트 타설>

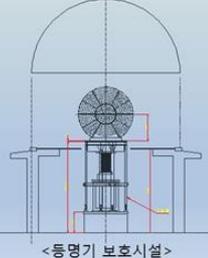


<예비등명기 설치>

4. 등명기 보존 및 기능개선 사례 역사적인 등명기 보존 및 기능개선 사례

등명기 보호시설 설치

등명기 수은조를 하강하기 전 상부 등체(프리즘 렌즈)를 보호하고 안전사고를 방지하기 위하여 H빔 등을 사용하여 제작



<등명기 보호시설>



<등명기 보호시설 설치>

4. 등명기 보존 및 기능개선 사례 역사적인 등명기 보존 및 기능개선 사례

수은 제거 작업

1. 수은제거작업 전체 공정

- ① 현장조사 실시
- ② 수은제거작업자 작업전 건강검진 실시
- ③ 수은제거작업
 - 수은 증기 누출 방지를 위한 피막 생성용 오일도포
 - 수은 흡입 진공장치를 사용한 수은제거
 - 미세잔량 처리를 위한 황화작업 및 제거
- ④ 회수 폐기를 인계 및 처리
- ⑤ 수은제거작업자 작업후 건강검진 실시

4. 등명기 보존 및 기능개선 사례 역사적인 등명기 보존 및 기능개선 사례

2. 수은제거 본 작업

- ① 작업전 방호장비, 개인시료 채취기 착용, 점검 및 안전교육 실시
- ② 수은 회수용기, 폐기를 수집통 라벨링 및 중량측정
- ③ 작업전 수은 농도 측정
- ④ 작업실 밀폐조치
- ⑤ 수은조 하강 후 피막용 오일 추가
- ⑥ 수은배출
- ⑦ 잔존수은 황화 작업 및 회수

4. 등명기 보존 및 기능개선 사례 역사적인 등명기 보존 및 기능개선 사례

3. 수은제거 준비작업

| | | |
|--|---|--|
|  <안전교육> |  <개인시료채취기 작용> |  <방호복 착용> |
|  <회수용기 라벨링> |  <회수용기 공량측정> |  <폐기물수집통 공량측정> |
|  <등롱상부 시료채취> |  <등롱하부 시료채취> |  <휴대용 수은분석기> |

17

4. 등명기 보존 및 기능개선 사례 역사적인 등명기 보존 및 기능개선 사례

4. 수은제거 본작업

| | | |
|--|---|---|
|  <등롱실 밀폐> |  <수은 회수장치> |  <나사부 페인트 제거> |
|  <수은조 하강> |  <피막용 오일 추가> |  <수은 회수> |
|  <수은 회수 중> |  <황화가루> |  <산존수은 황화처리> |

18

4. 등명기 보존 및 기능개선 사례 역사적인 등명기 보존 및 기능개선 사례

5. 수은제거 정리작업

| | | |
|--|---|--|
|  <대기중 수은농도 측정> |  <방화복 등 회수> |  <황화수은회수> |
|  <수은농도 측정 시료 회수> |  <회수수은통 계측> |  <회수된 수은통> |
|  <폐기물통 계측> |  <수은폐기물 반출> |  <수은제거후 등명기> |

19

4. 등명기 보존 및 기능개선 사례 역사적인 등명기 보존 및 기능개선 사례

회전장치 개량

1. 수은 부력통 제거

- ① 전구고정대 및 전구 설치대 해체
- ② 전구설치대 해체 후 전선관 기둥(내통) 확인
- ③ 상부베어링 덮개 해체 및 베어링(28개) 세척
- ④ 하부 등체(부력통, 나사기둥, 내통)을 하강하기 위해 체인블럭 설치
- ⑤ 외통의 볼트(8개)를 하부에서 제거하고 외통을 하강
- ⑥ 렌즈회전판에서 부력통 외벽을 고정하는 접시 볼트(16개) 및 부력통 내벽을 고정하는 볼트(8개)를 해체
- ⑦ 부력통 절거

20

4. 등명기 보존 및 기능개선 사례 역사적인 등명기 보존 및 기능개선 사례

2. 수은부력통 제거

| | | |
|--|---|---|
|  <전구설치대> |  <전구설치대 해체> |  <상부베어링> |
|  <체인블럭 설치> |  <기초기둥 해체> |  <외통볼트 해체> |
|  <부력통 절거> |  <절거된 부력통> |  <부력통 제거후 상부등체> |

21

4. 등명기 보존 및 기능개선 사례 역사적인 등명기 보존 및 기능개선 사례

3. 스톱베어링 설치

- ① 외통 상단부를 렌즈 회전판 하부에 고정하기 위하여 볼트 체결
- ② 외통 하단부 베어링(40개) 원상복구 및 나사기둥 들어 올림
- ③ 스톱베어링 고정틀을 부력통이 있던 위치에 부착
- ④ 스톱베어링 설치 및 수은조 바닥에 고무판을 포설
- ⑤ 수은조 원위치로 설치

22

4. 등명기 보존 및 기능개선 사례 역사적인 등명기 보존 및 기능개선 사례

4. 스톱스베어링 설치

<상부등체 하부> <베어링 고정틀> <스톱스베어링>
 <수은조내 고정틀 안치> <외통볼트 체결> <고정틀 고정>
 <스톱스베어링 설치> <외통 하부 베어링 조립> <수은통 상향>

4. 등명기 보존 및 기능개선 사례 역사적인 등명기 보존 및 기능개선 사례

렌즈 및 보호대 보수

1. 프리즘렌즈 및 렌즈보호대 보수

- ① 프리즘렌즈 보호조치(마스킹테이프 처리)
- ② 렌즈보호대 및 황동나사에 끼어있는 이물질 제거
- ③ 렌즈보호대 녹제거 및 광택작업 실시
- ④ 렌즈와 렌즈보호대 사이의 고정부목 유실부분 복원
- ⑤ 렌즈와 렌즈보호대 사이의 부식된 부분 제거 및 전량 녹킹작업 실시
- ⑥ 파손된 프리즘렌즈 복원작업(UV접착제 사용)
- ⑦ 프리즘렌즈에 이물질은 플라스틱 헤라 등으로 제거
- ⑧ 유리세제제 및 렌즈크리너를 사용하여 광택 작업 실시
- ⑨ 마스킹테이프 제거 및 마무리 광택 작업

4. 등명기 보존 및 기능개선 사례 역사적인 등명기 보존 및 기능개선 사례

2. 프리즘렌즈 및 렌즈보호대 보수

<렌즈 보호작업> <이물질 제거> <유실 부목 설치>
 <부식면 제거> <코킹작업 실시> <렌즈 접합>
 <렌즈 쪽떨어짐 복원> <렌즈 세정 작업> <보수후 등명기>

4. 등명기 보존 및 기능개선 사례 역사적인 등명기 보존 및 기능개선 사례

기어박스 개량

1. 기어박스 개량

- ① 기존 : DC모터 사용
- ③ 신규 : BLDC모터 2개(주·예비) 사용 및 이상 발생시 자동 절체
 - 회전주기는 2RPM을 유지하고 필요시 0.5~6RPM까지 변동 가능
 - 기어박스에 설치하고 액추에이터와 리미트스위치를 사용
 - 주·예비 회전 장치 고장시 대체할 수 있는 별도의 회전모터 설치

4. 등명기 보존 및 기능개선 사례 역사적인 등명기 보존 및 기능개선 사례

2. 기어박스 개량

<기어박스 재설치> <액추에이터> <리미트스위치>
 <주·예비모터> <BLDC 모터 드라이브> <수명소프트>
 <수직샤프트> <보조회전장치> <하부등체 정비>

4. 등명기 보존 및 기능개선 사례 역사적인 등명기 보존 및 기능개선 사례

제어 및 원격감시

1. 원격감시장치 및 운영 S/W

- ① 선미도항로표지관리소 사무실 및 인천항조류정보운영센터에서 운영 상태를 확인할 수 있도록 제어반, 원격감시시스템 및 운영 S/W를 제작 설치하여 고장 발생시 즉시 대처할 수 있도록 함

4. 등명기 보존 및 기능개선 사례 역사적인 등명기 보존 및 기능개선 사례

2. 원격감시장치 및 운영 S/W

4. 등명기 보존 및 기능개선 사례 역사적인 등명기 보존 및 기능개선 사례

3. 원격감시장치 및 운영 S/W

4. 등명기 보존 및 기능개선 사례 역사적인 등명기 보존 및 기능개선 사례

4. 전구교환기

4. 등명기 보존 및 기능개선 사례 역사적인 등명기 보존 및 기능개선 사례

4. 원격감시장치 및 운영 S/W



