

휴대용 소형 배광장비 연구개발

권석준¹ · 김종욱² · 김해동³

¹(주)파이맥스 대표이사, ²한국항로표지기술협회, ³경희대학교

요약 : 해안과 해상에 설치되어 운용되고 있는 등명기의 광학적인 성능검사는 현재 검사 장비를 구비한 지정된 검사소에서만 실시되고 있으며, 이러한 정기검사는 등명기 탈착, 이송, 검사, 재설치 과정에서 비용과 시간이 많이 소요되고 있다. 본 연구에서는 해상용 등명기들이 설치되어 운용되고 있는 현장에서 즉석 검사가 가능한 휴대용 소형 배광장비를 개발하고자 한다.

핵심용어 : 해상용 등명기, 광도계, 유효광도

1. 서론

해상용 등명기(등대, 등부표 등)는 안전한 항해유도에 매우 중요하다. 해상용 등명기의 정기검사는 3년 주기로 광학성능 시험 장비를 구비한 지정된 장소인 여수 해운항만청 기술연구소에서만 시행되어지며 이때 광학 특성검사의 항목으로는 색도, 등질, 유효 광도 이다.^{[1],[2]}

종래에는 정기 검사 시, 등명기를 반드시 현장에서 분리 철거 후, 운반하고, 재설치 하는 작업들이 위험하고, 시간과 비용의 부담 사항도 많이 발생하였다. 이러한 문제점들을 해결하고자 해상 등명기 정기검사를 현장에서 실시함으로써 검사 비용을 대폭 절약하고, 휴대용 소형 검사장비 개발 시 정기검사에 수반되는 비용 및 시간을 획기적으로 개선할 수 있다.

2. 휴대용 광도계 개발

본 연구에 의한 휴대용 등명기 검사장비는 해상용 등명기로부터 발산되는 빛을 모아주는 광적분 장치를 이용하고 있으며, 광적분장치에 의하여 포집된 빛은 광섬유를 통하여 휴대용 광도계에 연결되어 등명기의 빛이 측정 된다.

휴대용 해상용 등명기 검사장비는 크게 (1)등명기로부터 나오는 빛을 모으는 광학적인 부분과 (2)광 적분 장치로부터 나오는 빛을 전기적인 신호로 바꾸어 평가하는 광 계측 두 부분으로 구성되어 있다. 광 적분 장치는 등명기로부터 나오는 빛을 적분하여 유효광도를 측정하기 위해서 필요한 부분으로 유효광도는 기존의 대형 배광 측정 장비를 대체하기 위해서 개발 되었다.

2.1 광 센서 신호측정 시스템 개발

광적분 장치에서 적분된 등명기의 빛을 연결된 광파이버를

통하여 입력받아 광도를 측정한다.

- ① 광센서 신호측정 시스템 개발
- ② 잡음제거 및 신호처리기술 개발
- ③ 광도 측정범위 : 1~2,000,000 cd (광도 오차 : ±5%)
- ④ 마이크로컨트롤러 내장
- ⑤ 100 kHz 24-bit 고속 ADC 채용
- ⑥ Photopic filter correction
- ⑦ GPS 에 의한 위치측정
- ⑧ 대용량 램프의 검사를 위한 입사광량 조절용 조리개 설치

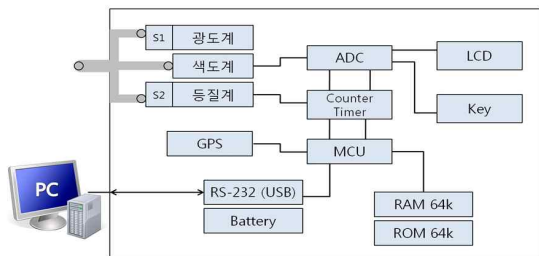


그림 2 휴대용 등명기 검사장비의 내부 기능구성도

2.2 광 계측을 위한 광학시스템 제작

가. 광학입력 모듈개발

광섬유를 통하여 입력된 빛은 다음과 같은 단계와 처리를 거친 다음 최종 광센서로 측정된다.^[3]

- ① 광섬유를 통한 입사광
- ② 비시감도 필터 (Photopic Filter)
- ③ 광량조절용 조리개
- ④ 마이크로컨트롤러 내장
- ⑤ 광센서 내장
- ⑥ 광량에 비례한 전류출력

2.3 신호 처리 기술개발

가. 입사광의 정밀 계측

광학입력 모듈은 광섬유로부터 나오는 빛을 집광시켜 받아들이는 다음, 비시감도 필터에 의하여 가시 광만 통과시키도록 하며, 뒷부분에 조리개를 사용하여 입사광량 조절하는 aperture 기능을 가지고 있다. 조리개를 통과한 빛은 다시 집광되어 광센서에 입사되어 전기적인 신호로 바뀌게 된다. 광센서는 입사광의 세기에 따라 전류를 발생 시키는 포토다이오드로서 하단의 저 잡음 전류-전압 변환기(I-V Converter)에 의하여 전압신호로 바뀌게 된다. I-V Converter를 통과한 전압신호는 입사광의 세기에 비례하며 하단에 연결된 아날로그-디지털 변환기(ADC)에 의하여 디지털 데이터로 변환되어 내장된 제어컴퓨터의 마이크로컨트롤러에 의하여 제어컴퓨터 메모리에 입력된다.

나. Analog-to-digital converter(ADC)

본 연구에서 사용된 ADC는 Texas Instrument 회사의 고성능 24-bit delta-sigma ADC로서 주로 고성능, 고분해능이 요구되는 정밀 의료기기, 화학분석기기, 공정 모니터링 장비 등에 사용되고 있으며 직렬 인터페이스를 가지고 있어 크기가 작고, 단일전원으로 작동되며, 24-bit 고분해능과 넓은 작동범위, 2선식 직렬통신이 가능하여 소형 고성능 장비에 최적이다.

다. 입사광 신호처리 기술개발

해상용 등명기는 점멸식 혹은 회전식에 따라 입사광의 세기가 주기적으로 변화된다. 본 연구에서는 사용자가 데이터 읽기 Key 가 누르면 연속적으로 점멸주기 10회 동안 연속적으로 데이터를 측정한다. 각 점멸주기에서 점등시간과 점멸시간 동안 연속적으로 측정된 데이터를 분석하여 등질을 판별하며, 최고 데이터 값 (I_o)과 점등시간 동안의 데이터를 적분하여 J 값을 얻어 스미트-클라우센의 식에 따라 유효광도를 계산할 수 있다.

입사광은 내부 ADC 에 의하여 연속적으로 10회 주기 동안 측정되어 내부 메모리에 저장된 다음, 다음과 같이 각각의 평균값으로부터 유효광도를 계산한다.

- ① 섬광의 최대광도 : I_o, I_o = (I_{o1} + I_{o2} + ... + I_{o10}) / 10
- ② 광도의 시간 적분량 : J, J = (J₁ + J₂ + ... + J₁₀) / 10
- ③ C : 시각의 시간정수(밤 : 0.2초, 낮 : 0.1초)

따라서 아래 식과 같이 스미트-클라우센의 식(The Method of Schmidt-Clausen)에 따라 램프의 유효광도를 계산할 수 있다.^[4]

$$I_e = \frac{J}{C + \frac{J}{I_o}} \quad [\text{cd}]$$

3. 휴대용 내장형 제어컴퓨터 개발

램프의 유효광도, 색도, 등질을 측정시험 할 수 있는 광도계와 이 모든 장치를 제어하고 데이터 프로세싱과 사용자와 통신 등의 기능을 수행할 수 있는 제어컴퓨터를 개발 하였다.

3.1 위치 추적장치(GPS)

본 연구에서 해상용 등명기의 위치 확인을 위하여 사용된 GPS 수신기는 J Communication사에서 제작된 G3-470 Jnavi 모델을 사용하였다. GPS 수신기는 제어 컴퓨터와 직렬통신 RS232를 통하여 제어되고 데이터를 주고받는다.

- ① Full self-contained GPS receiver
- ② 4M bit flash memory
- ③ Low noise amplifiers and SAW filters
- ④ Patch antenna

4. 결 론

본 연구에 의하여 휴대용 등명기 검사장비가 성공적으로 개발 되면 현장에서 검사가 진행되어 기존 검사방법에 비교하여 시간 절약, 인건비, 운송 비 등 비용 절감 효과로 인해 정기 검사 시 소요되는 시간과 비용을 획기적으로 줄일 수 있을 것으로 사료 된다.

연구결과와 활용 방안은 휴대용 등명기 검사 장비를 이용한 해상용 등명기 정기검사 실시와 국제 해양교통시설 관리에 대한 기준 및 성과를 제시 할 수 있다. 또한 기존에 관련 제품이 전무하므로 국내 보급은 물론 해외 수출이 매우 유망할 것으로 판단되어 진다. 성공적으로 개발 시 세계시장에서도 경제적 성과를 얻을 수 있을 것이며 큰 기술적 파급 효과가 기대된다.

또한 신속한 정기검사 시행으로 민원 서비스 개선효과를 가져올 것이며, 해양 교통 관련산업의 기술력 향상이 기대되어진다. 개발된 기술과 제품이 성공적으로 활용 된다면 현재의 해상용 등명기 관리규정을 보완수정하고, 이를 국제 항로표지협회등에 새로운 관리지침으로 적극 권장하여 다른 나라에서도 본 연구에 의하여 개발된 기술과 장비를 활용 할 수 있도록 유도 할 것이라고 전망한다.

참 고 문 헌

- [1] 항로표지 항로표지장비·용품 검사기준 (해양수산부고시 제2002-70호)
- [2] 항로표지법 시행규칙 (해양수산부령 407호, 2008)
- [3] 광원색의 측정방법 (KSA0068), 1988, 한국산업표준협회
- [4] 항로표지용 점멸식 등명기의 배광 및 유효광도 특성곡선, 종재훈, 송상빈, 허영규, 김훈, 한국조명.전기설비학회 2004년 춘계학술대회 논문집