

# 공연장의 전기설비 시설지침 ⑦

배석명 전기안전연구원 기준연구팀장 (031)580-3071

공연장은 문화적 공간이기에 앞서 많은 사람이 동시에 운집하는 대규모 집회시설이며, 그 특성상 복잡한 내부 공간 및 다양한 용도로 인해 전기화재 등의 사고 발생시에는 재산피해는 물론 많은 인명피해가 우려되는 대표적인 다중이용시설중의 하나이다.

또한 눈부신 과학기술의 발전으로 공연장의 설비도 첨단화·다양화되고 있는데 반하여 국내의 경우 아직도 공연장 등 연출공간이 지닌 특수성으로 인해 전기안전이 제대로 반영되지 않은 채 전기설비가 시설되고 있으며 관련 전기법규 등도 아주 간단히 규정하고 있어 공연장의 안전대책은 매우 중요한 문제로 부각되고 있다.

따라서 본 지침은 공연장의 전기설비에서 발생할 수 있는 전기재해로부터 관객, 출연자 및 설비취급자의 안전을 도모하기 위하여 다음과 같이 두 가지의 목적을 두고 있다.

첫째, 공연장의 전기설비에 대한 설계, 시공, 검사 및 유지관리를 담당하는 전기기술자에게는 공연장의 전기설비가 지닌 특성과 기본적인 사항 등을 제시하였으며

둘째, 공연장의 연출공간에 시설되는 무대조명, 무대기계기구 및 무대음향설비를 취급하고 운영하는 무대예술인에게는 전기적 측면의 안전을 이해시킴으로써 공연장의 전기설비에 관한 효율적인 안전관리가 행해질 수 있도록 하였다.

본 시설지침서가 공연장의 안전을 위하여 널리 사용되어 공연장의 전기재해를 줄이는데 기여할 수 있게 되기를 기대한다.



## 목 차

### 제1장 전원 설비

1. 전원 및 간선설비
2. 간선 설비

### 제2장 무대조명 설비

1. 무대조명(상)
2. 무대조명(하)

### 제3장 무대기계, 기구설비

### 제4장 무대음향설비

### 제5장 무대운영설비

### 제6장 접지설비

### 제7장 방재 및 보안설비

### 3.2.1 전기음향장치

#### 1. 전기음향장치의 구성

일반적인 전기음향장치의 구성을 그림 4.14에 나타낸다.

#### 2. 음향조정장치의 기기

음향조정콘솔은 마이크로폰이나 와이어리스 마이크로폰 수신기, 테이프 레코더, DAT(digital audio tape recorder), MD(mini disk), CD(compact disk), 레코드 플레이어 등의 음원 출력을 수신하고 원하는 레벨로 증폭하여, 필요에 따라 음질의 보정이나 잔향부가 등 연출효과상의 가공을 한다. 그들의 음원을 믹싱하고 여러 회로의 그룹 프로그램을 하며, 그 그룹 끼리를 필요에 따라 더 믹싱(매트릭스 믹싱)하여 전력증폭기 계통에 전송한다. 또한, 녹음기의 녹음출력, 영

상계, 방송중계용 출력 등에도 분기한다.

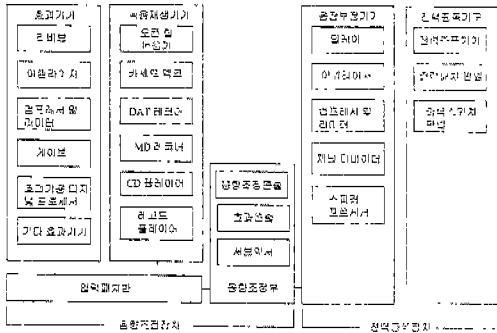


그림 4.14 전기음향장치의 일반 예

### 3. 음장보정(音場補正) 및 전력증폭장치

음향조정콘솔로 믹싱된 신호를 알맞은 음성으로 출력계에 전송하는 설비로 각종 보정과 신호증폭기기로 구성되어 있다.(그림 4.15)



그림 4.15 전력증폭장치의 일례

## 4.2 무대음향설비의 전기설비

### 4.2.1 전원설비

음향설비는 전원에 혼입된 노이즈의 영향을 받기 쉬우므로 매우 안정한 전원이 필요하다.

#### 1. 전원의 전기방식

무대음향기기의 주로 사용전압은 220V이지만 설비의 규모에 따라 단상 3선식, 3상4선식이 채용된다.(제1장 전원설비 참조)

#### 2. 전원용량

무대음향설비의 전원용량의 산정은 기기명판의 정격용량의 총합을 기준으로 하여 수용률, 여유율

을 고려하여 결정하여야 한다.(제1장 전원설비 참조)

### 3. 전원반

가) 무대음향설비는 기기마다 개별로 전원을 필요로 하기 때문에, 일반적으로 20A 분기회로로 하는 것이 많다. 또한, 운영관리 및 보안상 1분기회로에 복수의 기기를 접속하는 것은 바람직하지 않으므로 분기회로 수는 설비기기 대수로 할 필요가 있다.

그리고 반입기거나 증설기기 등을 고려하여 미리 예비회로를 구비한 분전반을 설치하는 것이 바람직하다.

#### 나) 반입음향기기 전원반

- (1) 음향전원과 동일한 전원계통을 무대측면 부근에 인입하여 콘서트 등의 외부에서 가지고 들어오는 음향기기에 급전하는 전원반을 말한다.
- (2) 이 전원반은 주개폐기와 분기개폐기를 경우한 콘센트를 필요한 회로 수에 따라 설치한다.
- (3) 오케스트라 피트내에서 전자악기 등을 사용하는 것을 고려하여, 반입음향기기 전원반에 소용량 분기회로를 설치하고 그 부하측 설비로서 오케스트라 피트내에 음향전원용 콘센트를 설비하여 놓는 것이 바람직하다. 반입음향기기 전원반의 예를 그림 4.16에 나타낸다.

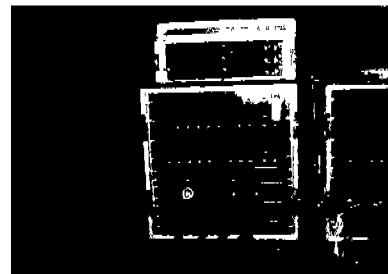


그림 4.16 반입음향기기 전원반의 일례

#### 4.2.2 음향설비의 배선공사

무대음향설비의 배선공사는 연출공간 전기설비 내부에서 가장 잡음장해를 받기 쉬운 성질을 가지

고 있기 때문에 무대조명, 무대기구의 배선공사와 관련하여 특히 배려하여야 한다.

1. 무대음향의 배선공사의 특징

배선공사에는 여러 종류가 있지만 무대음향설비에서 일반적으로 행해지고 있는 배선공사는 다음 표 4.2와 같다.

또한, 무대음향의 설비회로는 음원인 마이크로폰으로부터의 오디오신호를 음향조정콘솔에서 제어하여 제어선을 통해서 전력증폭기로 증폭하여 스피커로 확장하여 관객에게 음성을 전달하는 구성이기 때문에 무대조명, 무대기계·기구와 다르게 다음과 같은 특징이 있다.

- 가) 오디오신호는 미세전압신호이다.(무대조명, 무대기계·기구의 제어신호는 약전류의 고속신호)
- 나) 전력증폭기의 증폭율이 대단히 높다. ( $10^3 \sim 10^5$  배)
- 다) 전력증폭기는 소용량으로 사용대수가 대단히 많아 음향전원선이 필요하다.
- 라) 스피커배선의 전압강하는 정확한 확성음의 방해가 된다.
- 마) 스피커배선의 전선공장은 길다.

이로 인해 마이크배선은 일반적인 신호회로와 다르고 아주 미세한 노이즈의 영향에도 증폭되어 음성장해가 될 우려가 있기 때문에 배선은 반드시 금속관 또는 금속덕트로 시공하여야 한다.(다만, 전자유도장해의 우려가 없는 경우는 제외)

또한, 음향전원반에서 전력증폭기에 달하는 음향설비 전원선은 교류 220V의 저압옥내배선이고 제어선(약전류전선)과 근접하는 경우가 많기 때문에 반드시 금속관 또는 금속덕트로 배선하여야 한다.

표 4.2 무대음향설비의 배선공사

공사종류	금속관배선	금속덕트배선	금속제거요전선관배선	케이블배선	버스덕트배선
간선	○	○			
스피커배선	○	○	○	○	
마이크배선				●	
음향전원배선	○	○	○	○	
제어선				●	

- ※ ○ : 일반적으로 행해지는 배선공사
- ◎ : 일반적으로 행해지는 배선방법으로 바람직한 배선공사
- : 케이블을 금속관 또는 금속덕트로 시공할 필요가 있는 공사 또는 금속관공사와 동등한 성능을 가지는 차폐케이블에 의한 공사

2. 오디오신호회로

- 가) 무대측면 커넥터반과 음향조정실을 연결하는 오디오신호회로의 경로는 전원선과는 격리하는 것이 기본조건이다.  
공연장 전체를 고려할 때에 설계단계에서 의논하여 조정하고 결정하여야 한다.
- 나) 오디오신호회로 낮은 신호레벨(-80~-30dBu 정도)을 취급하기 때문에 금속전선관 배선 또는 금속덕트 배선으로 하여야 한다.
- 다) 오디오신호회로는 조명계나 동력계 배선이 평행한 루트를 갖는 것을 피하여야 한다. 평행한 경우에는 1m 이상, 교차하는 경우는 10cm 이상을 이격하는 것이 바람직하며 또한, 오디오신호회로는 음성의 출력계와 50cm 이상 이격할 필요가 있다.

3. 출력계(스피커 회선)

- 가) 출력계(스피커회선)는 금속전선관 배선에 의해 시공한다.
- 나) 배선은 단말에서 목적지 단말까지의 선로를 중간에 연결 또는, 도중의 풀박스 등으로 접속부를 설치하여서는 아니 된다. 특히, 입력계에서는 실드선을 많이 사용하고 있기 때문에 단말까지 통과시키는 배선으로 하여야 한다.
- 다) 스피커회선은 스피커 케이블의 예에 준하는 케이블을 사용하고, 최단거리로 전력증폭기와 스피커를 접속하여야 한다.

4. 디지털 제어회선

- 가) 디지털 제어회선은 정전기나 전자개폐기 등의 방전에 의한 임펄스성 노이즈나 접지전위차의 영향을 받기 때문에 음성회선과 동일한 배려가

필요하다.

나) 다른 설비로부터의 노이즈장해를 방지하기 위한 대책을 고려하여야 한다.

### 5. 케이블 배관의 이격거리

국내 공연장(○○아트센터)에서의 오디오신호회로와 전원선 및 접지선과의 이격거리 적용사례는 다음의 표 4.3과 같다.

표 4.3 케이블 배관 이격거리 적용사례

단위 : cm

신호 레벨	마이크 레벨	라인 레벨	RF 레벨	인터컴 DC 콘트롤	스피커 레벨	70.7V 스피커	전원 접지선	전원 간선	전등기 조명 전원선
마이크 레벨	X	15	23	30	40	50	60	90	90
라인 레벨	15	X	10	15	23	30	50	60	60
RF 레벨	23	10	X	10	15	23	40	40	40
인터컴 DC 콘트롤	30	15	10	X	15	23	40	40	40
스피커 레벨	40	23	15	10	X	10	15	30	30
70.7V 스피커	50	30	23	15	10	X	15	23	30
전원 접지선	60	50	40	30	15	15	X	X	30
전원 간선	90	60	40	30	30	23	X	X	X
전등기 조명 전원선	90	60	40	30	30	30	X	X	X

※ 배관은 금속전선관을 사용

### 4.2.3 과전류 및 지락보호설비

#### 1. 무대음향설비의 과전류차단기

공연장의 무대음향설비는 일반적으로 대용량 간선으로부터 직접 다수의 분기회로에 분산 접속되는 경우가 많으므로 특히 단락보호 협조시 충분히

유의하여야 한다.

과전류차단기 보호협조의 검토에 있어서는 반드시 단락전류를 계산하고 각 보호기기의 종류, 정격의 선정, 정정치를 결정하여야 한다.

전로의 보호에 사용하는 과전류차단기의 선정에 있어서, 과전류 보호협조와 동시에 단락보호협조가 필요하다. 단락보호협조는 전로의 각 부위에 사용되는 전선재료, 전기기기 등이 단락전류의 계산에 의해 산출한 각 상정위치의 단락전류 값에 대하여 보호할 수 있는 성능을 갖는 과전류차단기를 선정하여야 한다.

#### 2. 무대음향설비의 지락보호설비

##### 가) 지락보호 판정기준

(1) 금속제 외함을 가지는 사용전압이 60V를 넘는 저압의 기계기구로서 사람이 쉽게 접촉할 우려가 있는 곳에 시설하는 것에 전기를 공급하는 전로에는 감전을 방지하기 위해서 전로에 지기가 생겼을 때에 자동적으로 전로를 차단하는 장치(누전차단기 등)를 시설하는 것이 의무로 부과되고 있다.

다만, 기계기구를 건조한 장소에 시설하는 경우에는 대지전압이 150V 이하의 기계기구를 물기가 있는 장소 이외의 곳에 시설하는 경우 또는 기계기구가 고무·합성수지 기타 절연물로 피복된 경우 등에 있어서는 감전의 우려가 적기 때문에 지락차단장치(누전차단기 등)의 시설 의무가 생략되어 있다.〔기술기준 제 45조〕

(2) 무대음향설비는 전력증폭기까지 사용전압 220V 이상이고, 그 2차측은 약전류 회로이다. 또한, 사용전압이 저압으로서 대지전압이 150V 이하의 기기이기 때문에 감전의 위험이 적은 설비이므로 누전차단기의 시설을 생략할 수 있다.

그러나 무대음향설비의 보수운영상의 관점에서 지락검출 또는 기계기구의 보안을 목적으로 한 누전경보설비를 시설하는 것이 바람직하다.

(3) 공연 및 행사 등에서 반입음향기기를 사용하는 경우가 많으므로 반입음향기기 전원 간선 스위치 2차에도 누전경보장치를 시설하는 것이 바람직하다.

나) 누전경보장치의 감도전류 값

감전사고 예방을 위한 누전검출을 목적으로 한 누전경보장치의 감도전류 값은 음향설비에 접지가 제3종 접지공사(100Ω 이하)로 시설되어 있는 경우에는 누전경보장치의 동작시간이 0.1초 이내, 감도전류 값은 500mA 이하의 것을 사용하여야 한다.

다) 누전경보장치의 경보표시 방법

연출공간전기설비는 무대운영상 각각의 설비를 집중하여 제어할 수 있는 조작반, 또는 조작대에서 조작이 된다.

따라서 누전경보장치가 작동한 경우의 경보표시는 해당 기기의 조작반 등에서 확인할 수 없으면 아니 된다. 또한, 연극진행을 방해하지 않는 표시방법이어야 한다.

이상과 같이 무대음향설비의 경보표시방법은 다음에 의한 것이 바람직하다.

- (1) 경보표시장치는 음향조정기능이 부착된 음성경보기와 경보표시등이 병용된 것이어야 한다.
- (2) 경보표시등은 작동한 회로가 쉽게 확인될 수 있도록 설비하여야 한다.
- (3) 누전경보표시장치는 음향조정실에 설치되는 음향조정콘솔로부터 확인하기 쉬운 장소에 설비하여야 한다.

6.2.4 접지설비

음향설비의 전기사용기기에는 기술기준 및 내선규정으로 표시된 기기의 안전 확보를 위하여 제3종 접지공사를 실행하여야 한다. 또한, 무대음향설비는 노이즈에 약하고 전위의 미세한 변동에 영향을 받기 쉬운 음성신호이므로 전력증폭기 및 마이크로폰 등의 경우에는 기능상 필요한 안정전위 확보 및 노이즈장해 방지를 위한 “신호회로에 관한

접지”를 독립하여 특별 제3종 접지공사에 의해 시설된 접지극 보다 전용의 접지선으로 신호회로에 실행하여야 한다.(제6장 접지설비 참조)

6.3 음향기기의 설치시 유의사항

6.3.1 음향기기의 설치 장소 및 구조

1. 음향조정실

음향조정실에는 음향조정콘솔, 녹음재생용 기기, 효과기기, 와이어리스 마이크로폰 수신기, 모니터 스피커 등을 설비함과 동시에 무대나 객석의 마이크로폰 커넥터, 스피커 커넥터 등의 배선을 접속하기 위해 라인입력 패치반, 출력단자반을 설치한다. 스피커를 구동하는 전력증폭기기는 앰프실에 설치하지만, 규모가 작은 홀의 경우는 음향조정실에 설치한다. 그림 4.17에 음향조정실의 기기배치의 예를 나타낸다.

가) 음향조정실의 위치

- (1) 무대에서 개최되는 각종 공연의 육성·조정·조작을 하기 위해서는 무대 전체를 충분히 볼 수 있는 장소일 뿐만 아니라 시계(視界)가 넓은 객석 후방에 음향조정실이 위치하는 것이 바람직하다.

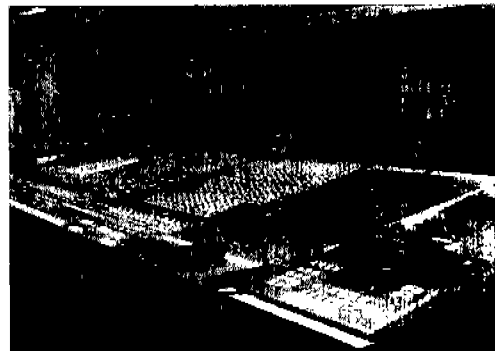


그림 4.17 음향조정실의 기기배치 예

- (2) 외부장비 사용시를 대비하여 객석부스(전원 포함)를 설치하는 것이 바람직하다.

- (3) 음향조정실의 넓이는 음향기기의 조작이 용이하게 행해질 수 있는 위치에 배치하고, 후방을 사람이 통행할 수 있는 공간이 충분히 확보되도록 하여야 한다.
- (4) 스테이지와 음향조정실의 왕래가 용이(최단거리)하도록 전용통로로 하는 것이 바람직하다.
- (5) 조광기계실(디머실) 및 조광조작실과는 멀리 떨어진 위치로 하여야 한다.

나) 음향조정실의 구조

- (1) 실내는 충분한 흡음처리(천장: 흡음판, 벽: 유공판(有孔板), 기초: 흡음재)를 하고 잔향시간은 0.3초 이하가 바람직하다.
- (2) 음향조정실과 홀 사이 및 음향조정실과 복도 등의 차음(遮音)특성은 40dB 이상이 바람직하다.
- (3) 공조설비는 홀과는 독립한 것으로 소음이 없고 공기조절덕트를 통하여 다른 방과 크로스토크가 발생하지 않도록 하여야 하며, 단독으로 온도조절이 가능한 것이어야 한다.
- (4) 방의 조명과는 별도로 음향조정콘솔의 상부에 국부조명장치가 필요하다. 조명기구는 위치를 가변시킬 수 있는 라이팅 레일방식이 바람직하며, 탭 레코더, 레코드 플레이어, 효과기기, 주변기기 왜건 등의 조작면에 대해서도 국부조명이 필요하다.  
이들의 조명은 공연중 객석에 실 조명이 새지 않도록 하기 위해서 각각 개별로 조광이나 점멸을 할 수 있는 것이어야 한다.
- (5) 마루는 케이블배선용 금속덕트의 설치나 프리 액세스(free access)로 한다. 프리 액세스 마루에서 음향계의 배선루트는 전원, 조광, 동력계 배선과는 1m 이상 이격되도록 시공하여야 한다.
- (6) 음향조정콘솔은 자계의 영향을 받기 쉽다. 따라서 자계가 발생하기 쉬운 동력케이블은 음향 조정콘솔로부터 이격하여야 한다. 경우에 따라서는 자성재료로 차폐하여야 한다.

2. 앰프실

- 가) 국내 공연장은 대부분이 별도의 앰프실이 없고 음향조정실과 함께 설비되어 있지만, 별도의 앰프실을 설치하는 경우에는 전력증폭기가 소비전력도 크고 발열량도 많으므로 독립된 별도의 공조설비를 설치하여야 한다.
- 나) 공기조절 덕트를 통해 다른 방과 크로스토크가 발생되지 않도록 하여야 하며, 독립한 온도조절이 가능하고 여유가 있는 공조설비(냉방)가 필요하다.
- 다) 앰프설비는 중량이 크기 때문에 마루 내 하중을 충분히 고려하여야 한다.

3. 기타 조작장소

- 가) 장내 분위기에 맞추어 연출하는 콘서트 등의 공연에 있어서 객석에 이동형 음향조정콘솔을 설치하여 조작하는 경우가 있다.  
이 경우에는 무대위의 마이크로폰이나 앰프실 등과 접속하기 위해서 객석에 커넥터반을 설치하는 것이 바람직하다. 이 때에 믹싱 스페이스를 확보하여야 한다.
- 나) 강연회 등 조작이 간단한 상황에서는 한 사람의 조작자가 마이크로폰 출력 음향조정을 하기 때문에 무대측면에 간단한 음향믹서가 필요하다.

4. 스피커 설비

- 가) 스피커를 고정하는 경우 스피커 박스는 노출설치가 이상적이지만 매입할 필요가 있는 경우에 스피커의 소리가 방사되는 전면에는 소리의 장애가 되지 않는 구조로 하며, 개구면적은 매우 크게 하고 전면은 음향측면에서 손실이 적은 재질을 선택하여야 한다.
- 나) 프로시니엄 스피커는 객석 천장 내에 매달아 설치되므로 탈락, 낙하 등이 있어서는 아니 된다.  
특히, 프로시니엄 스피커는 중량이 크기 때문에 스피커 캐비닛의 보강, 현수방법, 건축물과의 부합, 강도의 확인 등을 고려하여야 한다.
- 다) 프로시니엄 스피커, 실링 스피커, 사이드 스피

커, 객석천장에 시설하는 3점 매달린 마이크로폰 장치 등에는 보수점검 등을 위해 시설취급자가 통행할 수 있는 연락통로를 설치하여야 한다.

통로에는 장애물이 없어야 하며 사람이 보행할 때에 충분한 공간을 확보하여 전용통로에는 통행에 위험이 없도록 통로 등을 설치하고 점멸 스위치를 설치하여야 한다.

5. 매달린 마이크로폰장치

매달린 마이크로폰장치로 현수되는 마이크로폰은 다음의 사항을 유의하여야 한다.

- 가) 매달린 마이크로폰장치의 승강조작은 매달린 마이크로폰이 보이는 장소에서 조작할 수 있어야 한다.
- 나) 마이크로폰 및 그 부속품 이외의 물건을 매다는 것을 금지하는 취지를 명확히 하여야 한다.
- 다) 허용하중을 명기하여 허용치 이상의 하중의 사용에 주의를 하여야 한다.

6. 와이어리스 수신안테나

와이어리스 마이크로폰장치는 송신기인 와이어리스 마이크로폰의 출력 전파를 수신 안테나를 통해 수신하기 때문에 안테나의 설치장소의 선정이 중요하다.

옥내에서 사용하는 경우에는 전파의 특성상 건축물에 반사하는 전파와 직접 도달하는 전파로 상호간섭이 발생하여 수신할 수 없는 사각지대가 발생하는 경우가 있다.

안테나의 설치에 있어 다음의 사항을 주의하여야 한다.

- 가) 안테나 설치위치는 마이크로폰의 사용위치로부터 직시할 수 있는 장소이어야 한다.
- 나) 2개의 안테나를 쌍으로 사용하는 다이버시티 수신방식의 안테나 상호간의 거리는 20m 이하로 한다.
- 다) 2개의 쌍 안테나로부터 수신기까지의 케이블은 매우 짧고 같은 길이로 한다.(케이블의 감쇠가 다르면 다이버시티 효과가 없어짐)

라) 마이크로폰이 너무 가까우면 안테나에 과대입력을 주는 것이 되어 혼변조(混變調) 왜곡이 발생하여 노이즈의 원인이 되므로 마이크로폰으로부터 2~3m 이상 이격하여 설치하여야 한다.

마) 벽이나 천장 등의 내장재의 뒷편이나 창, 금속 프레임, 금속판 가까이에는 설치하지 않아야 한다.

바) 안테나에는 증폭기나 주파수변환기가 내장되어 있고, 안테나 케이블을 경유하여 직류전원을 공급하는 것이 있다.

이로 인하여 제조사간에 호환성이 없으므로 안테나와 수신기는 동일 제조사, 동일 기종을 사용하여야 한다.

다음호에 계속됩니다.

..... ‘오늘’에 관한 격언 .....

- 오늘 가장 좋게 웃는 자는 역시 최후에도 웃을 것이다. - 니체
- 오늘이라는 날은 두번 다시 오지 않는다는 것을 잊지 말라. - 단테
- 오늘 하루를 헛되이 보냈다면 그것은 커다란 손실이다. 하루를 유익하게 보낸 사람은 하루의 보물을 파낸 것이다. 하루를 헛되이 보냈은 내 몸을 헛되이 소모하고 있다는 것을 기억해야 한다. - 앙리 프레데리크 아미엘