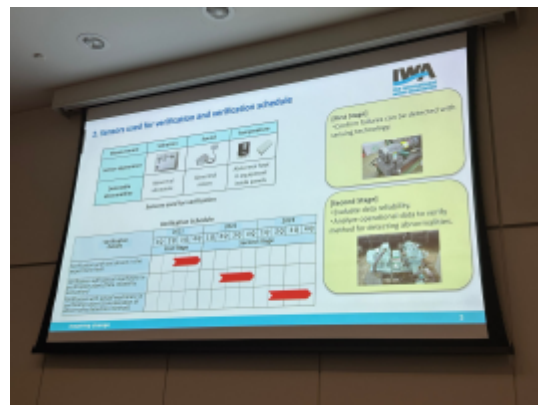
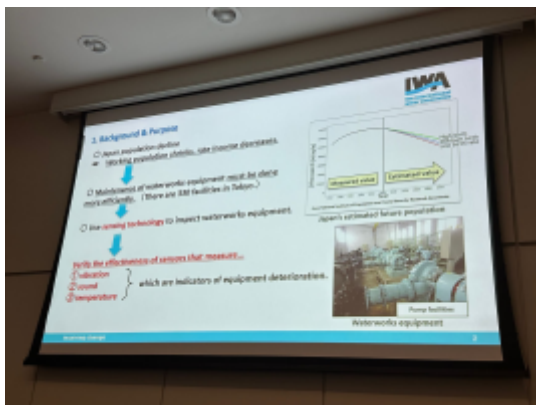


# TS 1.4 Digital Maintenance Approaches

Research On The Utilization Of Sensing Technology For The Maintenance And Management Of Water Supply Facilities, Motohiro Kobayashi

## 1. 발표 및 PPT 설명



일본의 가용인구가 줄어들고 있다. 따라서 waterworks 장비의 관리를 보다 효율적으로 바꿔야 한다 (현재 도쿄 도에는 330개 시설 존재).

따라서 sensing 기술을 사용하여 장비를 관리하는 것이 필요하다.

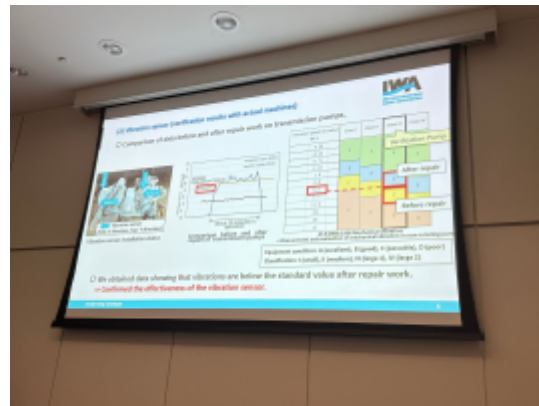
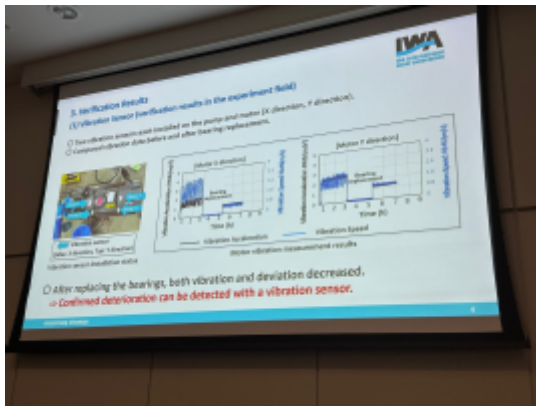
Sensing 기술

- Vibration
- Sound
- Temperature

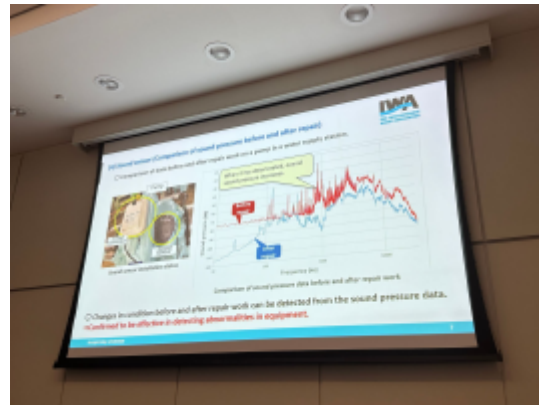
관리를 위해 사용된 센서들을 소개하고 있다.

- Vibration: 이상 진동 감지
- Sound: 이상 소음 감지
- Temperature: 내부 패널의 이상 열 감지

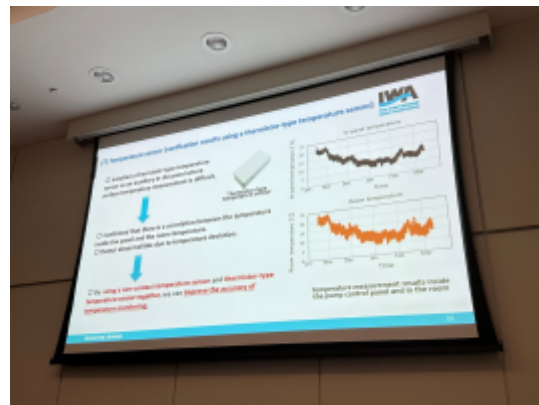
First Stage에서는 sensing 기술로 이상현상을 감지할 수 있다. Second Stage에서는 data의 신뢰성을 평가하고, 이상 감지 방법을 검증하기 위해 operational data를 분석한다.



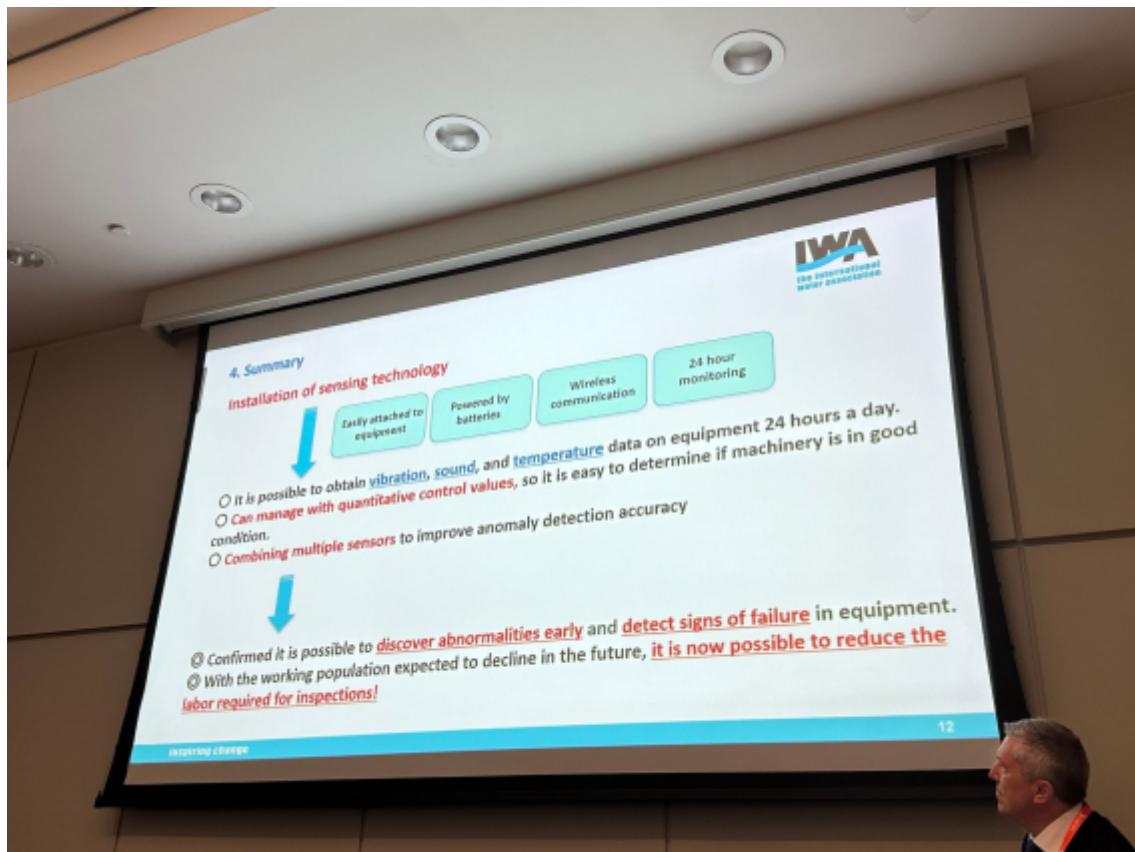
Vibration Sensor는 X축 방향과 Y축 방향으로 펌프와 모터에 설치 후 Vibration data를 비교.→ 설치 전, 후를 비교 Vibration sensor가 이상을 감지했다.  
Vibration Sensor로 감지한 데이터를 이용하여 repair work를 진행.기준을 만족하여 Vibration Sensor의 효과 확인.



펌프와 모터에 Sound Sensor를 설치하여 정상 펌프와 이상 펌프를 비교.  
2,700 Hz에서 이상 감지 (강한 소음).  
이상 장비에서 소음이 발생했고, beat가 발견됨.  
→ Sound sensor가 이상을 감지했다.  
Water supply station에 repair work를 진행하여 데이터를 비교.  
Sound pressure 데이터를 이용하여 repair work를 진행하였으며, 소음이 감소하는 것을 확인.  
장비의 이상 감지 효과를 확인.



Temperature Sensor는 문 뒤에 위치시키고 non-contact로 표면 온도 측정.  
 Sensor는 적외선과 가시광선 카메라를 이용하여 온도를 측정.  
 높은 곳과 낮은 곳을 구분하고 이상이 발생 시에는 알람이 울림.  
 직접 표면 온도 측정이 어려운 곳에 thermistor 형태의 sensor를 설치.  
 패널 내 온도, 방 내부 온도의 상관관계를 확인하고 온도 편차를 통해 abnormality 확인.  
 non-contact temperature sensor, thermistor type temperature sensor를 같이 사용하여 정확성 향상.



#### Sensing technology

- 손쉬운 설치 가능, 배터리를 활용한 전력 공급, 무선 통신, 24시간 모니터링.
- 24시간 장비의 vibration, sound, temperature를 모니터링 가능.
- 정량적인 값으로 장비가 좋은 상황인지 결정하기 쉬움.
- 여러 센서를 활용하여 정확도 향상.
- abnormality와 failure 신호를 초기에 확인 가능.
- 미래 가용 인구의 감소에 따라 inspection에 필요한 인원을 줄일 수 있음.

## 2. 요약 및 정리

### 1. Sensing 기술의 적용

- Vibration (진동 감지)
  - 이상 진동을 감지하여 장비의 상태를 파악한다.
- Sound (소음 감지)
  - 이상 소음을 감지하여 장비의 이상 여부를 판단한다.
- Temperature (온도 감지)
  - 내부 패널의 이상 열을 감지하여 장비의 온도 이상을 확인한다.

### 2. 단계별 센싱 기술 활용

- First Stage: 센싱 기술을 통해 장비의 이상 현상을 초기 감지한다.
- Second Stage: 감지된 데이터의 신뢰성을 평가하고, 이상 감지 방법을 검증하기 위해 운영 데이터를 분석한다.

### 3. Vibration Sensor 적용 사례

- 펌프와 모터에 X축, Y축 방향으로 진동 센서를 설치하여 데이터를 비교 분석한다.
- 진동 센서 설치 전후 데이터를 비교하여, 이상이 감지된 경우 수리 작업을 진행한다.
- 수리 후 기준을 만족하여 진동 센서의 효과가 입증했다.

### 4. Sound Sensor 적용 사례

- 펌프에 소음 센서를 설치하여 정상 펌프와 이상 펌프를 비교한다.
- 2,700 Hz에서 강한 소음이 감지되었으며, 이는 이상 장비에서 발생한 소음으로 판명한다.
- 수리 작업 후 소음이 감소함을 확인하고, 소음 센서의 효과를 입증했다.

### 5. AI를 활용한 이상 소음 감지

- AI를 이용하여 정상 소리와의 차이를 계산하고, 이상 소음 발생 시 수치로 표현한다.
- 수리 작업 후 AI를 재학습시켜, 이상 소음 발생 시도를 사전에 감지할 수 있다.

### 6. Temperature Sensor 적용 사례

- 문 뒤에 비접촉 온도 센서를 설치하여 표면 온도를 측정한다.
- 적외선과 가시광선 카메라를 이용하여 높은 곳과 낮은 곳의 온도 차이를 감지한다.
- Thermistor 형태의 센서를 추가 설치하여, 패널 내부 온도와 방 내부 온도의 상관 관계를 분석하고 온도 편차로 이상을 감지한다.

### 7. Sensing 기술의 장점

- 설치가 간편하고, 배터리로 전력 공급이 가능하며, 무선 통신을 통해 24시간 모니터링이 가능하다.
- 장비 상태를 정량적으로 평가할 수 있어 관리가 용이하다.
- 여러 센서를 활용함으로써 정확도를 높이고, 초기 단계에서 이상 신호를 감지할 수 있다.
- 인구 감소에 대비해, 검사를 위한 인력을 줄일 수 있다.

이러한 센싱 기술을 활용한 장비 관리 시스템은 장비의 이상을 조기에 발견하고, 효율적인 수리 작업을 가능하게 하며, 인구 감소에 따른 관리 인력 부족 문제를 해결하는 데 기여할 수 있다.