



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0065496
(43) 공개일자 2020년06월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
E04G 21/04 (2006.01) G08B 21/18 (2006.01)
G08B 5/00 (2014.01)
(52) CPC특허분류
E04G 21/04 (2013.01)
G08B 21/182 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0152024
(22) 출원일자 2018년11월30일
심사청구일자 2018년11월30일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)
(72) 발명자
한승우
인천광역시 연수구 신송로82번길 6, 402동 803호
(송도동, 송도풍림아이원4단지아파트)
이민우
서울특별시 금천구 금하로23다길 20, 202호 (시흥동, 우성빌라)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인태백

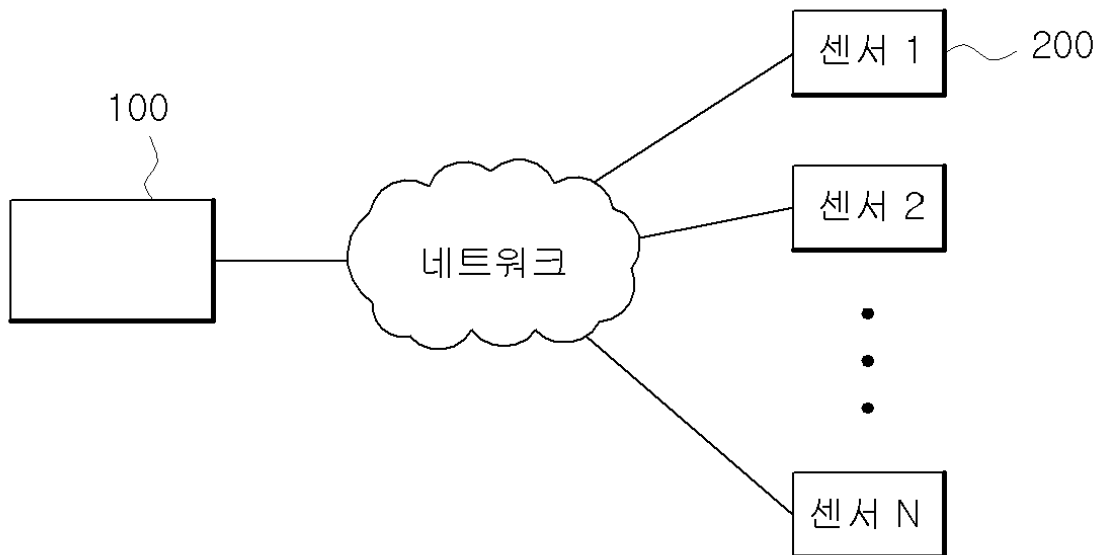
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 콘크리트 압송관 감시 시스템 및 장치

(57) 요약

본 발명은 콘크리트 압송관 감시 시스템 및 장치에 관한 것이다. 본 발명에 따르면, 콘크리트 압송관 감시 시스템을 이용한 콘크리트 압송관 감시 방법에 있어서, 상기 압송관을 따라 설치된 복수의 센서 각각으로부터 상기 압송관의 타격 시에 발생하는 시간별 진동 데이터를 수집하는 단계와, 상기 센서 각각을 대상으로, 상기 진동 데

(뒷면에 계속)
대표도 - 도1



이터를 FFT 처리하여 주파수별 진폭 데이터를 획득하는 단계와, 상기 진폭 데이터에서 관심 주파수 범위를 분석하여 추출한 최대 진폭값을 기 설정된 기준값으로 나누어 정규화하는 단계, 및 상기 정규화된 값을 기 설정된 임계 범위와 비교하여, 상기 임계 범위 이내의 값이면 해당 센서에 대응된 경고 램프를 제어하여 청소 요청을 알리고 상기 임계 범위 아래의 값이면 폐색 위험을 알리는 단계를 포함하는 콘크리트 압송관 감시 방법을 제공한다.

본 발명에 따르면, 콘크리트 압송관의 타격 시 발생하는 진동 데이터를 분석하여 관내 콘크리트의 적체 또는 폐색 위험을 관리자 또는 현장의 작업자에게 빠르게 경고하고 관 교체 및 청소 등의 빠른 후속 조치를 유도하여 공사 시간을 줄임은 물론 작업 생산성을 높이며 건축물의 품질 향상에 기여할 수 있다.

(52) CPC특허분류

G08B 5/00 (2013.01)

양대학

경상남도 사천시 건어시장길 7

(72) 발명자

최민교

서울특별시 동대문구 전농로16길 51, 107동 302호
(전농동, 래미안아름숲)

박희성

경기도 안산시 단원구 광덕1로 80, 115동 301호 (초지동, 호수마을아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711075170

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 중견연구

연구과제명 [Ezbaro] 빅데이터분석 기반 이산화탄소배출량-비용 통합건설공정(Big-ECO IVM) 모형 개발

기 여 율 1/1

주관기관 인하대학교

연구기간 2018.03.01 ~ 2019.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

콘크리트 압송관 감시 시스템을 이용한 콘크리트 압송관 감시 방법에 있어서,

상기 압송관을 따라 설치된 복수의 센서 각각으로부터 상기 압송관의 타격 시에 발생하는 시간별 진동 데이터를 수집하는 단계;

상기 센서 각각을 대상으로, 상기 진동 데이터를 FFT 처리하여 주파수별 진폭 데이터를 획득하는 단계;

상기 진폭 데이터에서 관심 주파수 범위를 분석하여 추출한 최대 진폭값을 기 설정된 기준값으로 나누어 정규화하는 단계; 및

상기 정규화된 값을 기 설정된 임계 범위와 비교하여, 상기 임계 범위 이내의 값이면 해당 센서에 대응된 경고 램프를 제어하여 청소 요청을 알리고 상기 임계 범위 아래의 값이면 폐색 위험을 알리는 단계를 포함하는 콘크리트 압송관 감시 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 관심 주파수 범위는 20 ~ 40Hz이며, 상기 정규화된 값은 0과 1 사이의 값이고, 상기 임계 범위는 0.41 내지 0.5인 콘크리트 압송관 감시 방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서

상기 기준값은,

내부가 비어 있는 초기 정상 상태의 압송관을 타격하여 수집한 진동 데이터를 이용하여 기 결정된 콘크리트 압송관 감시 방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 압송관은 복수의 서브관을 포함하며, 각 서브관의 상단부에 대응하여 상기 센서 및 상기 경고 램프가 설치되며,

상기 경고 램프는,

상기 청소 요청 및 상기 폐색 위험에 대해 서로 상이한 색상을 점등하는 콘크리트 압송관 감시 방법

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 정규화된 값이 상기 임계 범위 미만이면, 해당 센서에 대한 상기 진동 데이터를 웨이브릿 변환한 결과로부터 해당 센서가 위치한 서브관의 상단부를 기준으로 폐색 발생 지점의 위치를 예측하는 단계; 및

상기 예측된 폐색 발생 지점의 위치를 출력하는 단계를 더 포함하는 콘크리트 압송관 감시 방법.

청구항 6

콘크리트 압송관을 감시하는 시스템에 있어서,

압송관을 따라 설치된 복수의 센서 각각으로부터 상기 압송관의 타격 시에 발생하는 시간별 진동 데이터를 수집하는 수집부;

상기 센서 각각을 대상으로, 상기 진동 데이터를 FFT 처리하여 주파수별 진폭 데이터를 획득하는 변환부;

상기 진폭 데이터에서 관심 주파수 범위를 분석하여 추출한 최대 진폭값을 기 설정된 기준값으로 나누어 정규화하는 연산부; 및

상기 정규화된 값을 기 설정된 임계 범위와 비교하여, 상기 임계 범위 이내의 값이면 해당 센서에 대응된 경고 램프를 제어하여 청소 요청을 알리고 상기 임계 범위 아래의 값이면 폐색 위험을 알리는 알람부를 포함하는 콘크리트 압송관 감시 시스템.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 관심 주파수 범위는 20 ~ 40Hz이며, 상기 정규화된 값은 0과 1 사이의 값이고, 상기 임계 범위는 0.41 내지 0.5인 콘크리트 압송관 감시 시스템.

청구항 8

청구항 6에 있어서

상기 기준값은,

내부가 비어 있는 초기 정상 상태의 압송관을 타격하여 수집한 진동 데이터를 이용하여 기 결정된 콘크리트 압송관 감시 시스템.

청구항 9

청구항 6에 있어서,

상기 압송관은 복수의 서브관을 포함하며, 각 서브관의 상단부에 대응하여 상기 센서 및 상기 경고 램프가 설치되며,

상기 경고 램프는,

상기 청소 요청 및 상기 폐색 위험에 대해 서로 상이한 색상을 점등하는 콘크리트 압송관 감시 시스템.

청구항 10

청구항 9에 있어서,

상기 정규화된 값이 상기 임계 범위 미만이면, 해당 센서에 대한 상기 진동 데이터를 웨이브릿 변환한 결과로부터 해당 센서가 위치한 서브관의 상단부를 기준으로 폐색 발생 지점의 위치를 예측하는 예측부; 및

상기 예측된 폐색 발생 지점의 위치를 출력하는 출력부를 더 포함하는 콘크리트 압송관 감시 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 콘크리트 압송관 감시 시스템 및 장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 콘크리트 타설 현장에서 압송관의 진동 데이터를 수집하여 압송관의 내부 상태를 실시간 예측하고 관리할 수 있는 콘크리트 압송관 감시 시스템 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 초고층 건물의 수요가 증가하고 있다. 건물의 높이가 높아짐에 따라 콘크리트의 압송 높이도 높아져 콘크리트를 원하는 높이까지 정확하고 안전하게 압송하는 기술이 중요하다. 이때, 콘크리트를 압송하는 높이가 높아질수록 발생하는 콘크리트의 폐색(막힘) 현상이 증가되는 문제점이 있다.

[0003] 콘크리트의 폐색 현상이 심해지면 관내의 압력이 높아져 콘크리트의 품질 저하가 일어나고, 이를 방지하여 계속하여 타설 작업을 진행하게 되면 압송관의 파열 및 이로 인한 안전사고가 발생할 수 있다.

[0004] 기존에는 건설 공사에서 압송관 막힘이 발생한 경우 노무자가 직접 관을 두드리며 막힌 곳을 탐색하여 관을 교

체하거나 청소하였다. 하지만 이처럼 폐색이 이미 발생한 후에 문제를 해결하는 방식은 압송관 교체로 인한 공사비, 공사기간 및 작업량의 증대를 발생시킨다. 특히 노무자가 직접 막힌 곳을 탐색하여 관을 교체하는데까지 대부분 2시간 이상의 시간을 소비하므로 작업의 효율성을 감소시키고 생산성을 심각하게 저해한다.

[0005] 이에 따라 최근에는 검사 장비를 이용하여 폐색 정도를 예측하는 방식이 사용되고 있다. 그 중에서 초음파 검사 방식은 탐지하고자 하는 지점에 대한 상태를 매우 정밀하게 관측할 수 있는 장점은 있으나, 압송관 전체를 검사하려면 많은 곳에 장비를 설치하고 검사해야 하는 단점이 존재한다.

[0006] 따라서 검사 장비를 줄이면서 점검의 정확도를 높일 수 있는 새로운 기법이 요구된다.

[0007] 본 발명의 배경이 되는 기술은 한국등록특허 제10-1143549호(2012.06.15. 공고)에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은, 콘크리트 타설 작업 시에 압송관의 진동 데이터를 수집하여 압송관의 폐색 여부를 실시간 감시하고 관리할 수 있는 콘크리트 압송관 감시 시스템 및 장치에 관한 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명은, 콘크리트 압송관 감시 시스템을 이용한 콘크리트 압송관 감시 방법에 있어서, 상기 압송관을 따라 설치된 복수의 센서 각각으로부터 상기 압송관의 타격 시에 발생하는 시간별 진동 데이터를 수집하는 단계와, 상기 센서 각각을 대상으로, 상기 진동 데이터를 FFT 처리하여 주파수별 진폭 데이터를 획득하는 단계와, 상기 진폭 데이터에서 관심 주파수 범위를 분석하여 추출한 최대 진폭값을 기 설정된 기준값으로 나누어 정규화하는 단계, 및 상기 정규화된 값을 기 설정된 임계 범위와 비교하여, 상기 임계 범위 이내의 값이면 해당 센서에 대응된 경고 램프를 제어하여 청소 요청을 알리고 상기 임계 범위 아래의 값이면 폐색 위험을 알리는 단계를 포함하는 콘크리트 압송관 감시 방법을 제공한다.

[0010] 또한, 상기 관심 주파수 범위는 20 ~ 40Hz이며, 상기 정규화된 값은 0과 1 사이의 값이고, 상기 임계 범위는 0.41 내지 0.5일 수 있다.

[0011] 또한, 상기 기준값은, 내부가 비어 있는 초기 정상 상태의 압송관을 타격하여 수집한 진동 데이터를 이용하여 결정될 수 있다.

[0012] 또한, 상기 압송관은 복수의 서브관을 포함하며, 각 서브관의 상단부에 대응하여 상기 센서 및 상기 경고 램프가 설치되며, 상기 경고 램프는, 상기 청소 요청 및 상기 폐색 위험에 대해 서로 상이한 색상을 점등할 수 있다.

[0013] 또한, 상기 콘크리트 압송관 감시 방법은, 상기 정규화된 값이 상기 임계 범위 미만이면, 해당 센서에 대한 상기 진동 데이터를 웨이브릿 변환한 결과로부터 해당 센서가 위치한 서브관의 상단부를 기준으로 폐색 발생 지점의 위치를 예측하는 단계, 및 상기 예측된 폐색 발생 지점의 위치를 출력하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0014] 그리고, 본 발명은, 콘크리트 압송관을 감시하는 시스템에 있어서, 압송관을 따라 설치된 복수의 센서 각각으로부터 상기 압송관의 타격 시에 발생하는 시간별 진동 데이터를 수집하는 수집부와, 상기 센서 각각을 대상으로, 상기 진동 데이터를 FFT 처리하여 주파수별 진폭 데이터를 획득하는 변환부와, 상기 진폭 데이터에서 관심 주파수 범위를 분석하여 추출한 최대 진폭값을 기 설정된 기준값으로 나누어 정규화하는 연산부, 및 상기 정규화된 값을 기 설정된 임계 범위와 비교하여, 상기 임계 범위 이내의 값이면 해당 센서에 대응된 경고 램프를 제어하여 청소 요청을 알리고 상기 임계 범위 아래의 값이면 폐색 위험을 알리는 알람부를 포함하는 콘크리트 압송관 감시 시스템을 제공한다.

[0015] 또한, 상기 콘크리트 압송관 감시 시스템은, 상기 정규화된 값이 상기 임계값 미만이면, 해당 센서에 대한 상기 진동 데이터를 웨이브릿 변환한 결과로부터 해당 센서가 위치한 서브관의 상단부를 기준으로 폐색 발생 지점의 위치를 예측하는 예측부, 및 상기 예측된 폐색 발생 지점의 위치를 출력하는 출력부를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0016] 본 발명에 따르면, 콘크리트 압송관의 타격 시 발생하는 진동 데이터를 분석하여 관내 콘크리트의 적체 또는 폐색 위험을 관리자 또는 현장의 작업자에게 빠르게 경고하고 관 교체 및 청소 등의 빠른 후속 조치를 유도하여

공사 기간을 줄임은 물론 작업 생산성을 높이며 건축물의 품질 향상에 기여할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0017] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 콘크리트 압송관 감시 시스템을 나타낸 도면이다.
- 도 2는 도 1의 현장 구현 모습을 나타낸 도면이다.
- 도 3은 도 1의 콘크리트 압송관 감시 시스템의 상세 구성을 나타낸 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 콘크리트 압송관 감시 방법을 설명하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0018] 그러면 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시 예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다.
- [0019] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 콘크리트 압송관 감시 시스템을 나타낸 도면이고, 도 2는 도 1의 현장 구현 모습을 나타낸 도면이다.
- [0020] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 콘크리트 압송관 감시 시스템(100)은 압송관에 설치된 복수의 센서(200)들과 네트워크 연결되어, 압송관의 타격 시에 센서(200)를 통해 수집되는 진동 데이터를 분석하여 압송관의 내부 상태를 실시간 감시한다.
- [0021] 복수의 센서(200)는 압송관의 외측을 따라 설정 간격(예를 들어, 10m~20m 범위)로 설치될 수 있으며, 가속도계 센서(Acceleration sensor)로 구현될 수 있다. 본 실시예의 경우, 각각의 센서(200)는 압송관의 타격으로 인해 발생하는 진동을 시간과 가속도 관계의 데이터로 수집할 수 있다.
- [0022] 이와 같이, 본 발명의 실시예는 타격 장치를 통해 압송관의 타격 시 타격으로 인하여 발생하는 진동 데이터를 각 센서(200)를 통해 수집한다. 압송관의 길이 방향에 대해 기 설정된 부위를 타격 장치로 타격하면 그 충격에 의해 진동 데이터의 수집이 가능해진다. 또한, 타격된 시간으로부터 설정 시간(예를 들어, 5초) 동안 각 센서(200)의 진동 데이터를 개별 수집하고 저장할 수 있다.
- [0023] 물론, 본 발명의 실시예는 압송관의 내부가 깨끗하게 비어있는 초기 정상 상태에서 동일 부위를 동일 세기로 타격 시에 각 센서(200)로부터 관측한 진동 데이터를 사전에 확보하고 이를 기준 데이터로 사용할 수 있다.
- [0024] 이러한 본 시스템(100)은 압송관의 각 지점의 센서(200)로부터 수집한 진동 데이터를 각각 분석하여 해당 지점의 관 청소 또는 교체가 필요한 경우에 그에 대응되는 알림 신호를 생성하여 관리자 단말 또는 현장의 기기로부터 출력 제공함에 따라 현장의 빠른 후속 조치가 가능하게 한다.
- [0025] 도 3은 도 1의 콘크리트 압송관 감시 시스템의 상세 구성을 나타낸 도면이다.
- [0026] 도 3에 나타난 것과 같이, 본 발명의 실시예에 따른 콘크리트 압송관 감시 시스템(100)은 수집부(110), 변환부(120), 연산부(130), 알람부(140), 예측부(150), 출력부(160)를 포함한다.
- [0027] 수집부(110)는 압송관을 따라 설치된 복수의 센서(200) 각각으로부터 압송관의 타격 시에 발생하는 시간별 진동 데이터를 수집한다. 수집부(110)는 각각의 센서(200) 별로 압송관의 타격 시점으로부터 설정 시간(예를 들어, 5초) 동안의 시간-가속도 관계의 진동 데이터를 수집하고 저장할 수 있다.
- [0028] 변환부(120)는 센서(200) 각각을 대상으로, 수집된 진동 데이터를 FFT(Fast Fourier Transform) 처리하여 주파수별 진폭 데이터를 획득한다. FFT 처리는 시간 축의 데이터를 주파수 축의 데이터로 변환한다. FFT 처리를 통해 주파수와 진폭 간의 관계를 해석할 수 있는데, 본 실시예의 경우 진폭 데이터의 전체 주파수 범위가 아닌 20~40Hz의 관심 주파수 범위의 데이터를 분석하여 해석 효율을 높인다.
- [0029] 연산부(130)는 진폭 데이터에서 20 ~ 40Hz 사이의 관심 주파수 범위 부분만을 분석하여 최대 진폭값을 탐색하여 추출하고 이를 압송관의 초기 정상 상태에서 측정하여 기 확보한 최대 진폭값(이하, 기준값)과 비교한다.
- [0030] 즉, 연산부(130)는 최대 진폭값(A_n)을 기 설정된 기준값(Z)으로 나누어 정규화한다. 따라서, 정규화 값은 $X = A_n/Z$ 로 표현될 수 있다. 이때 정규화 값(X)은 0과 1 사이의 값을 가질 수 있다. 물론, 측정 오차로 인해 경우에 따라 1 이상의 값이 관측될 수도 있지만 이러한 경우 해당 부위가 정상 상태인 것으로 간주할 수 있다.
- [0031] 앞서 설명한 바와 같이, 기준값은 내부가 비어 있는 초기 정상 상태의 압송관을 타격하여 각 센서(200)로부터

수집한 진동 데이터를 이용하여 기 결정되는 값에 해당한다. 즉, 초기 상태에서 수집한 시간 축의 진동 데이터를 FFT 처리하여 주파수 축의 진폭 데이터로 변환한 후 20 ~ 40Hz 범위 내에서 관측된 최대 진폭값을 기준값으로 사용한다.

- [0032] 여기서 압송관에 대한 각 센서(200)의 설치 위치는 서로 상이하고 타격 부위부터 떨어진 거리도 각기 상이하기 때문에 각 센서(200)의 진동 데이터로부터 결정되는 기준값은 각 센서(200)마다 상이한 값으로 결정될 수 있다. 따라서, 각 센서(200) 별로 개별 기준값이 적용될 수 있다.
- [0033] 알람부(140)는 정규화된 값(X)을 기 설정된 임계 범위와 비교하여 비교 결과에 대응하는 알람을 송출할 수 있다. 여기서, 임계 범위는 0.41 내지 0.5 범위를 사용할 수 있다.
- [0034] 알람부(140)는 정규화 값이 임계 범위 이내의 값(0.41과 0.5 사이)이면 해당 센서(200)에 대응된 경고 램프를 제어하여 해당 지점에 대한 청소 요청을 알람으로써 작업자의 신속한 청소를 유도하고, 임계 범위 아래의 값(0.41 미만)이면 해당 센서(200)에 대응된 경고 램프를 제어하여 해당 지점에 대한 관의 폐색 위험을 알람으로써 해당 부위의 관 교체를 유도할 수 있다.
- [0035] 이때, 경고 램프는 청소 요청 알람과 폐색 위험 알람에 각각 대응하여 서로 상이한 색상(예를 들어, 청소: 주황색, 폐색: 적색)을 표출할 수 있으며 점멸 효과 또는 경고음 효과가 부여될 수도 있다.
- [0036] 본 발명의 실시예는 센서(200)의 일측에 현재 관측된 상태에 대응하는 색상을 표출하는 경고 램프를 설치하여 해당 지점의 압송관의 상태를 외부에서 직관적으로 확인할 수 있도록 한다. 물론 센서(200) 상에 경고 램프를 직접 장착할 수도 있고 센서(200) 자체에 램프 기능을 추가할 수도 있다.
- [0037] 또한 콘크리트 압송관은 복수의 서브관을 이어 형성한 구조를 가지는데, 이들 각 서브관의 상단부에 센서(200)와 경고 램프를 설치할 수 있다. 그 예로 도 2에서 밑에서 두 번째 센서(2번 센서)에는 음영 표현이 되어 있는데, 이를 적색 램프 점등으로 가정하면 전체 압송관 중에서 2번 센서가 설치된 서브관 부분만 교체한 후 콘크리트 타설을 재개하면 되며, 관 교체 시간을 크게 줄일 수 있다.
- [0038] 실제로 압송관의 소정 부위가 막히면 막힐수록 해당 부위의 진폭이나 진동이 줄어드는 경향을 나타낸다. 이를 비율로 표현하면, 압송관이 깨끗하게 비어 있는 정상 상태의 경우는 1, 진동이 없는 상태는 0으로 표현할 수 있다.
- [0039] 일반적으로 공사 현장에서 압송관을 교체하는 기준은 관 내부가 20% 정도 막힌 경우이며, 이를 기준으로 설명하면, 본 실시예의 경우 정규화 값이 0.41 이하이면 폐색 위험이 있어 관 교체가 필요한 상황을 의미할 수 있다. 또한, 정규화 값이 0.41 이상이고 0.5 미만이면 관내 콘크리트 적체 정도가 보통이므로 내부 청소만으로 해결 가능한 상황을 의미할 수 있다.
- [0040] 물론, 정규화 값이 0.5와 1 사이의 값이면 적체 정도가 매우 경미한 정상 수준의 상태로 판단하고 별도의 알람을 제공하지 않는다. 또한 주변의 환경 요인이나 측정 오차로 인하여 정규화 값이 1보다 큰 값으로 나올 수도 있는데, 1 이상이면 1에 준하는 것으로 간주하여 정상 상태로 판단할 수 있다. 예를 들어, 본 실시예의 경우 1 ± 0.5 의 값을 정상 수준으로 판단할 수 있으며 1.5 이상의 경우 오차 범위를 벗어난 것으로 판단하여 재측정을 유도할 수도 있다.
- [0041] 이러한 본 실시예에서 폐색 알람 기준이 되는 0.41의 값은 실제 실험 데이터에 기초하여 결정된 값이며 그 근거는 다음과 같다. 신뢰 구간 95%를 가지고 통계를 내본 결과, 압송관이 정상일 경우에는 20Hz~40Hz 범위에서 최대 진폭값이 0.2251~0.0687 사이의 값으로 확인되었다. 하지만, 압송관 내부에 폐색의 강도가 심해질수록 최대 진폭값이 저하되는 경향을 확인하였으며, 압송관을 교체하기 직전의 최대 진폭 값은 0.0604로 분석되었다. 정상 상태에서 관측된 최대 진폭값 범위인 0.2251~0.0687의 중간(평균) 값은 0.1469이므로, 이를 0.0604로 나누면 0.41의 값이 도출되어 진다.
- [0042] 한편, 본 발명의 실시예는 폐색 위험이 있는 서브관의 정확한 폐색 발생 지점의 위치를 웨이브릿 변환(Wavelet transform)을 통해 해석하여 제공할 수 있다. 이때 해석된 값은 콘크리트 적체 등으로 인해 관내에서 매질이 변화하는 등의 물성 변화 혹은 압송관의 두께 변화 등을 측정할 수 있으며, 매질이 변할 때 속도 또한 변하는 원리를 이용하여 어느 위치에서 문제가 발생하였는지 파악할 수 있다. 이러한 웨이브릿 변환은 기 공지된 기법에 해당하므로 상세한 설명은 생략한다.
- [0043] 예측부(150)는 정규화 값이 0.41 미만인 경우, 해당 센서에 대한 진동 데이터를 웨이브릿 변환하고 변환 결과로

부터 해당 센서가 설치된 서버관의 상단부를 기준으로 폐색이 발생한 지점의 위치를 예측할 수 있다.

- [0044] 출력부(160)는 폐색 발생 지점의 위치 정보를 출력하여 제공한다. 예를 들어, 도 2의 2번 센서의 진동 데이터를 웨이브릿 변환한 결과로부터 '2번 센서의 1.5 미터 아래 지점에 폐색 발생'과 같은 결과를 관제 센터 내 디스플레이 상황판 또는 네트워크 연결된 사용자 단말로 출력하여 제공할 수 있다. 여기서, 사용자 단말은 관리자, 현장 작업자 측의 단말 등에 해당할 수 있고, PC, 태블릿, 스마트폰, 패드, 노트북, PDA 등을 포함할 수 있다.
- [0045] 한편, 본 발명의 실시예는 도 2에 나타난 것과 같이, 콘크리트 타설 현장에 위치한 숙련공인 압송펌프 부근의 관리자와, 상단의 콘크리트 토출구에서 일하는 인부들이 관련 알람 정보를 확실하게 인지할 수 있도록, 압송 펌프 부근과 토출구 부근에 각각 경고 장치를 설치하고 이들을 각각 제어하여 경고등과 경고음을 통하여 알람 정보를 실시간 출력할 수 있다. 경고등의 색상은 앞서와 같이 알람 상황에 따라 상이하며 경고음은 비퍼음, 음성 등을 출력할 수 있다.
- [0046] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 콘크리트 압송관 감시 방법을 설명하는 도면이다.
- [0047] 먼저, 수집부(110)는 압송관을 따라 설치된 복수의 센서(200) 각각으로부터 압송관의 타격 시에 발생하는 시간 별 진동 데이터를 수집한다(S410). 그리고, 변환부(120)는 센서 각각을 대상으로, 진동 데이터를 FFT 처리하여 주파수별 진폭 데이터를 획득한다(S420).
- [0048] 이때, 연산부(130)는 진폭 데이터 내에서 20~40Hz의 관심 주파수 범위를 분석하여 최대 진폭값을 탐색하고(S430), 탐색한 최대 진폭값을 기 설정된 기준값으로 나누어 정규화한다(S440).
- [0049] 여기서, 정규화된 값(X)을 기 설정된 임계 범위와 비교한다(S450). 만일 정규화 값이 0.41과 0.5 사이의 값 즉, 임계 범위 이내의 값이면, 알람부(140)는 해당 센서(200)에 대응된 경고 램프를 제어하여 청소 요청을 알린다(S460).
- [0050] 하지만, 알람부(140)는 정규화 값(X)이 임계 범위를 벗어난 경우 즉, 임계 범위의 하한인 0.41 보다 작으면 폐색 위험을 알린다(S470). 여기서 임계 범위의 상한인 0.5 보다 크면 압송관이 비교적 정상 상태이므로 알람을 제공하지 않는다.
- [0051] 그러면, 예측부(150)는 해당 센서에 대한 진동 데이터를 웨이브릿 변환하고 그 결과로부터 해당 센서가 위치한 서버관의 상단부를 기준으로 폐색 발생 지점의 위치를 파악한다(S480). 분석된 위치는 해당 센서보다 아래에 위치하게 된다. 이후, 출력부(160)는 파악된 폐색 발생 지점의 위치를 모니터 또는 사용자 단말로 출력하여 제공한다(S490).
- [0052] 이러한 본 발명에 따르면, 건축 현장의 콘크리트 타설 공정에서 콘크리트 인부의 경험에 의존하는 비효율적인 기존의 압송관 관리의 문제점을 극복할 수 있다. 또한, 객관적인 수치를 바탕으로 숙련공 도움 없이도 문제 지점을 파악하고 해결할 수 있어 숙련공이 아닌 일반 노동자도 작업 투입이 가능함은 물론 관 교체가 필요한 지점을 정확하게 파악하여 관 교체 시간을 획기적으로 줄일 수 있다. 또한, 일정 수준이 이상 콘크리트 적체가 발생하면 청소 알람을 제공하여 청소를 유도함으로써 공사 기간 중에 관 교체를 최소화하고 작업 기간 및 비용을 줄일 수 있다.
- [0053] 이상과 같은 본 발명에 따르면, 콘크리트 압송관의 타격 시 발생하는 진동 데이터를 분석하여 관내 콘크리트의 적체 또는 폐색 위험을 관리자 또는 현장의 작업자에게 빠르게 경고하고 관 교체 및 청소 등의 빠른 후속 조치를 유도하여 공사 기간을 줄임은 물론 작업 생산성을 높이며 건축물의 품질 향상에 기여할 수 있다.
- [0054] 본 발명은 도면에 도시된 실시 예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

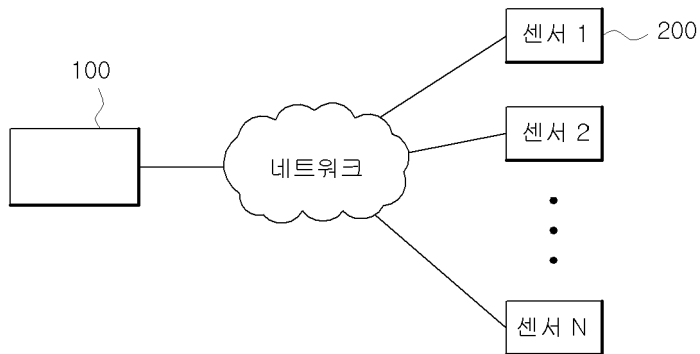
부호의 설명

- [0055] 100: 콘크리트 압송관 감시 시스템
110: 수집부 120: 변환부
130: 연산부 140: 알람부
150: 예측부 160: 출력부

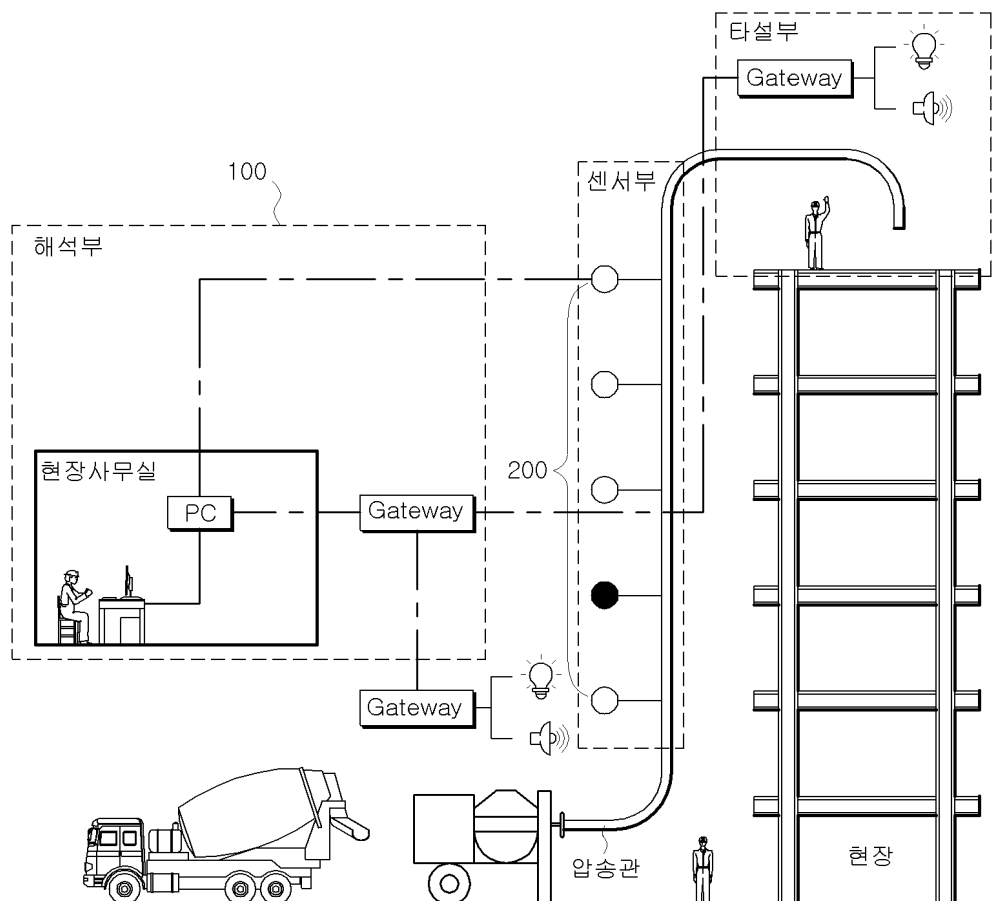
200: 센서

도면

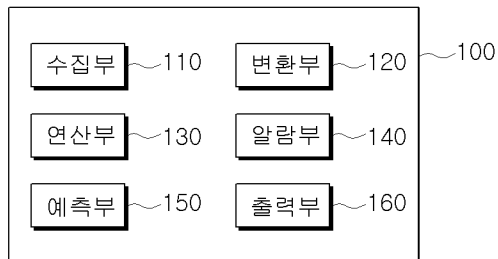
도면1



도면2



도면3



도면4

