



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년05월20일
(11) 등록번호 10-2113091
(24) 등록일자 2020년05월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

E04G 21/04 (2006.01)

(52) CPC특허분류

E04G 21/04 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0152023

(22) 출원일자 2018년11월30일

심사청구일자 2018년11월30일

(56) 선행기술조사문헌

JP09178610 A*

JP2002540323 A*

JP2017190567 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

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)

최민교

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

(74) 대리인

특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 9 항

심사관 : 이영수

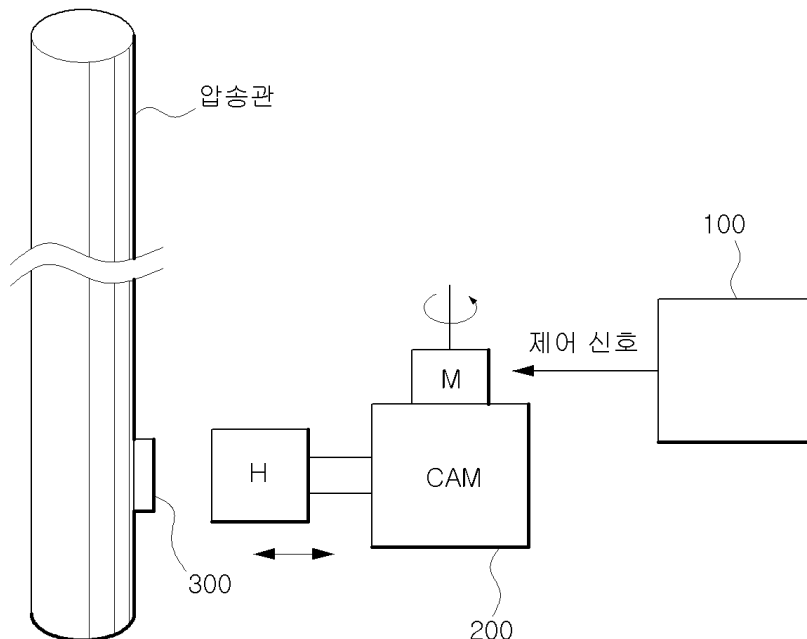
(54) 발명의 명칭 콘크리트 압송관을 타격하는 타격 장치를 위한 구동 제어 시스템 및 그 방법

(57) 요약

본 발명은 콘크리트 압송관을 타격하는 타격 장치를 위한 구동 제어 시스템 및 그 방법에 관한 것이다. 본 발명에 따르면, 콘크리트 압송관을 타격하는 타격 장치를 위한 구동 제어 시스템에서의 타격 제어 방법에 있어서, 외부 진동 측정기로부터 외부 진동값을 수신하는 단계와, 상기 외부 진동값을 상기 압송관을 구성한 매질의 고유

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



진동수와 비교하여, 상기 고유진동수 미만이면 상기 압송관의 온도를 측정하는 단계와, 상기 매질의 온도를 변수로 하는 과동 속력식을 기초로, 상기 측정된 온도에 대응된 과동 속력을 연산한 다음 기준 온도에 의한 기준 과동 속력으로 나눈 비율을 연산하는 단계와, 복수의 비율 범위별 대응 주파수를 정의한 주파수 테이블 정보를 기초로 상기 비율에 대응하는 모터의 주파수를 결정하는 단계, 및 상기 결정된 주파수를 이용하여 상기 타격 장치 내의 상기 모터를 구동시켜 상기 압송관을 타격시키는 단계를 포함하는 타격 제어 방법을 제공한다.

본 발명에 따르면, 매 타격 시마다 외부 진동과 콘크리트 압송관의 온도 변화를 고려하여 모터의 구동 주파수를 제어하고 타격 장치의 타격 힘을 적응적으로 조절함에 따라, 외부 진동과 온도 변화에도 객관적이고 정확한 진동 데이터를 수집할 수 있도록 한다.

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 압송관을 타격하는 타격 장치를 위한 구동 제어 시스템에서의 타격 제어 방법에 있어서,

외부 진동 측정기로부터 외부 진동값을 수신하는 단계;

상기 외부 진동값을 상기 압송관을 구성한 매질의 고유 진동수와 비교하여, 상기 고유진동수 미만이면 상기 압송관의 온도를 측정하는 단계;

상기 매질의 온도를 변수로 하는 파동 속력식을 기초로, 상기 측정된 온도에 대응된 파동 속력을 연산한 다음 기준 온도에 의한 기준 파동 속력으로 나눈 비율을 연산하는 단계;

복수의 비율 범위별 대응 주파수를 정의한 주파수 테이블 정보를 기초로 상기 비율에 대응하는 모터의 주파수를 결정하는 단계; 및

상기 결정된 주파수를 이용하여 상기 타격 장치 내의 상기 모터를 구동시켜 상기 압송관을 타격시키는 단계를 포함하며,

상기 주파수 테이블 정보는,

상기 비율 범위가 낮을수록 상기 모터의 주파수가 상승하도록 설정된 타격 제어 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

설정 주기마다 상기 외부 진동 측정기를 작동시키는 타이머 신호를 송출하여 상기 외부 진동값을 수신하는 타격 제어 방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 기준 온도는 20℃이며, 상기 파동 속력식은 아래의 수학적식으로 정의되는 타격 제어 방법:

$$V = 3.8K + 5638$$

여기서, K는 온도를 의미한다.

청구항 4

삭제

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 압송관의 타격 부위에 설치된 압전 센서로부터 타격 유무를 감지하는 단계;

상기 압전 센서를 통해 임계 이상의 압력이 감지되면 상기 모터의 작동을 정지시키되, 임계 미만의 압력이 감지되면 상기 임계 이상의 압력이 감지될 때까지 상기 모터를 재구동시키는 단계를 더 포함하는 타격 제어 방법.

청구항 6

콘크리트 압송관을 타격하는 타격 장치를 위한 구동 제어 시스템에 있어서,

외부 진동 측정기로부터 외부 진동값을 수신하는 진동 측정부;

상기 외부 진동값을 상기 압송관을 구성한 매질의 고유 진동수와 비교하는 비교부;

상기 외부 진동값이 상기 고유진동수 미만이면 상기 압송관의 온도를 측정하는 온도 측정부;

상기 매질의 온도를 변수로 하는 파동 속력식을 기초로, 상기 측정된 온도에 대응된 파동 속력을 연산한 다음 기준 온도에 의한 기준 파동 속력으로 나눈 비율을 연산하는 연산부;

복수의 비율 범위별 대응 주파수를 정의한 주파수 테이블 정보를 기초로 상기 비율에 대응하는 모터의 주파수를 결정하는 결정부; 및

상기 결정된 주파수를 이용하여 상기 타격 장치 내의 상기 모터를 구동시켜 상기 압송관을 타격시키는 제어부를 포함하는 구동 제어 시스템.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 진동 측정부는,

설정 주기마다 상기 외부 진동 측정기를 작동시키는 타이머 신호를 송출하여 상기 외부 진동값을 수신하는 구동 제어 시스템.

청구항 8

청구항 6에 있어서,

상기 기준 온도는 20℃이며, 상기 파동 속력식은 아래의 수학식으로 정의되는 구동 제어 시스템:

$$V = 3.8K + 5638$$

여기서, K는 온도를 의미한다.

청구항 9

청구항 6에 있어서,

상기 주파수 테이블 정보는,

상기 비율 범위가 낮을수록 상기 모터의 주파수가 상승하도록 설정된 구동 제어 시스템.

청구항 10

청구항 6에 있어서,

상기 제어부는,

상기 압송관의 타격 부위에 설치된 압전 센서로부터 타격 유무를 감지하되,

상기 압전 센서를 통해 임계 이상의 압력이 감지되면 상기 모터의 작동을 정지시키고, 임계 미만의 압력이 감지되면 상기 임계 이상의 압력이 감지될 때까지 상기 모터를 재구동시키는 구동 제어 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 콘크리트 압송관을 타격하는 타격 장치를 위한 구동 제어 시스템 및 그 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 외부 진동과 압송관의 온도 변화에도 객관적이고 정확한 진동 데이터를 수집할 수 있는 구동 제어 시스템 및 그 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 진동수 분석 기반의 콘크리트 압송관 감지 기술은 압송관의 타격 시에 압송관에서 발생하는 진동 데이터를 이용하여 압송관의 내부 상태를 분석하는 기술이다. 이와 같은 진동수 분석에 기반한 압송관 감지 시스템에 있어

압송관이 일정한 힘을 받는 것은 객관적이고 정확한 진동수 데이터를 수집하는데 매우 중요한 요소이다.

[0003] 하지만 정해진 힘으로만 타격하는 기존 방식의 경우 외부 환경 요인이나 압송관의 온도 변화에 따라 압송관에 전달되는 힘이 달라지기 때문에 매 타격마다 데이터 값이 변화한다. 또한 이처럼 일정치 않은 데이터는 시스템의 객관성과 정확성을 저하시키는 요인이 된다.

[0004] 따라서 정확한 진동수 분석 데이터를 수집하기 위해서는 외부 진동과 온도 변화에도 강인하고 안정적인 데이터를 얻을 수 있는 새로운 기술이 요구된다.

[0005] 본 발명의 배경이 되는 기술은 한국등록특허 제10-1143549호(2012.06.15. 공고)에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은, 외부 진동과 압송관의 온도 변화에도 객관적이고 정확한 진동 데이터를 수집할 수 있는 콘크리트 압송관을 타격하는 타격 장치를 위한 구동 제어 시스템 및 그 방법을 제공하는데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명은, 콘크리트 압송관을 타격하는 타격 장치를 위한 구동 제어 시스템에서의 타격 제어 방법에 있어서, 외부 진동 측정기로부터 외부 진동값을 수신하는 단계와, 상기 외부 진동값을 상기 압송관을 구성한 매질의 고유 진동수와 비교하여, 상기 고유진동수 미만이면 상기 압송관의 온도를 측정하는 단계와, 상기 매질의 온도를 변수로 하는 파동 속력식을 기초로, 상기 측정한 온도에 대응된 파동 속력을 연산한 다음 기준 온도에 의한 기준 파동 속력으로 나눈 비율을 연산하는 단계와, 복수의 비율 범위별 대응 주파수를 정의한 주파수 테이블 정보를 기초로 상기 비율에 대응하는 모터의 주파수를 결정하는 단계, 및 상기 결정된 주파수를 이용하여 상기 타격 장치 내의 상기 모터를 구동시켜 상기 압송관을 타격시키는 단계를 포함하는 타격 제어 방법을 제공한다.

[0008] 또한, 상기 타격 제어 방법은, 설정 주기마다 상기 외부 진동 측정기를 작동시키는 타이머 신호를 송출하여 상기 외부 진동값을 수신할 수 있다.

[0009] 또한, 상기 기준 온도는 20℃이며, 상기 파동 속력식은 아래의 수학적식으로 정의될 수 있다.

$$V = 3.8K + 5638$$

[0010] 여기서, K는 온도를 의미한다.

[0012] 또한, 상기 주파수 테이블 정보는, 상기 비율 범위가 낮을수록 상기 모터의 주파수가 상승하도록 설정될 수 있다.

[0013] 또한, 상기 타격 제어 방법은, 상기 압송관의 타격 부위에 설치된 압전 센서로부터 타격 유무를 감지하는 단계; 및 상기 압전 센서를 통해 임계 이상의 압력이 감지되면 상기 모터의 작동을 정지시키되, 임계 미만의 압력이 감지되면 상기 임계 이상의 압력이 감지될 때까지 상기 모터를 재구동시키는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0014] 그리고, 본 발명은, 콘크리트 압송관을 타격하는 타격 장치를 위한 구동 제어 시스템에 있어서, 외부 진동 측정기로부터 외부 진동값을 수신하는 진동 측정부와, 상기 외부 진동값을 상기 압송관을 구성한 매질의 고유 진동수와 비교하는 비교부와, 상기 외부 진동값이 상기 고유진동수 미만이면 상기 압송관의 온도를 측정하는 온도 측정부와, 상기 매질의 온도를 변수로 하는 파동 속력식을 기초로, 상기 측정한 온도에 대응된 파동 속력을 연산한 다음 기준 온도에 의한 기준 파동 속력으로 나눈 비율을 연산하는 연산부와, 복수의 비율 범위별 대응 주파수를 정의한 주파수 테이블 정보를 기초로 상기 비율에 대응하는 모터의 주파수를 결정하는 결정부, 및 상기 결정된 주파수를 이용하여 상기 타격 장치 내의 상기 모터를 구동시켜 상기 압송관을 타격시키는 제어부를 포함하는 구동 제어 시스템을 제공한다.

[0015] 또한, 상기 진동 측정부는, 설정 주기마다 상기 외부 진동 측정기를 작동시키는 타이머 신호를 송출하여 상기 외부 진동값을 수신할 수 있다.

[0016] 또한, 상기 제어부는 상기 압송관의 타격 부위에 설치된 압전 센서로부터 타격 유무를 감지하되, 상기 압전 센서를 통해 임계 이상의 압력이 감지되면 상기 모터의 작동을 정지시키고, 임계 미만의 압력이 감지되면 상기 임계 이상의 압력이 감지될 때까지 상기 모터를 재구동시킬 수 있다.

발명의 효과

[0017] 본 발명에 따르면, 매 타격 시마다 외부 진동과 콘크리트 압송관의 온도 변화를 고려하여 모터의 구동 주파수를 제어하고 타격 장치의 타격 힘을 적응적으로 조절함에 따라, 외부 진동과 온도 변화에도 객관적이고 정확한 진동 데이터를 수집할 수 있도록 한다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 콘크리트 압송관을 타격하는 타격 장치를 위한 구동 제어 시스템의 작동 개념을 나타낸 도면이다.

도 2는 도 1에 도시된 구동 제어 시스템을 상세히 나타낸 도면이다.

도 3은 도 2의 시스템을 이용하여 타격 장치의 구동을 제어하는 방법을 설명하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 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.

[0020] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 콘크리트 압송관을 타격하는 타격 장치를 위한 구동 제어 시스템의 작동 개념을 나타낸 도면이다.

[0021] 도 1에 나타난 것과 같이, 본 발명의 실시예에 따른 구동 제어 시스템(100)은 압송관을 타격하는 타격 장치(200) 내의 모터의 구동 주파수를 결정하고, 결정된 주파수로 모터(M)를 구동시켜 압송관에 가해지는 타격 장치(200)의 타격 힘을 제어한다.

[0022] 타격 장치(200)는 정해진 부위를 타격하며, 타격 시 가해진 힘에 의해 압송관에 진동이 발생된다. 하지만 매번 동일한 타격 힘에도 외부 진동이나 압송관의 온도에 따라 진동 데이터가 달라질 수 있다.

[0023] 또한 내부가 비어 있는 초기 정상 상태의 압송관을 통해 수집한 진동 데이터는 압송관의 상태 판단을 위한 기준 데이터로 사용되므로 객관적이고 정확한 진동 데이터를 수집하는 것이 중요하다. 물론, 콘크리트 타설 현장에서 주변 환경의 진동과 압송관의 온도를 고려하여 타격 힘을 조절함으로써 진동 데이터의 정확도는 물론, 분석 성능을 높이고 오류를 줄일 수 있다.

[0024] 이하의 본 발명의 실시예의 경우, 외부 진동과 압송관의 온도를 고려하여 모터의 구동 주파수를 결정하여 타격 힘을 조절함으로써, 외부 진동과 온도 변화에도 객관적이고 안정적인 진동 데이터를 수집할 수 있도록 한다. 수집된 진동 데이터를 분석하면 압송관 내의 콘크리트 적체 및 폐색 여부 등을 판단할 수 있다.

[0025] 도 2는 도 1에 도시된 구동 제어 시스템을 상세히 나타낸 도면이고, 도 3은 도 2의 시스템을 이용하여 타격 장치의 구동을 제어하는 방법을 설명하는 도면이다.

[0026] 도 2 및 도 3에 나타난 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 구동 제어 시스템(100)은 진동 측정부(110), 비교부(120), 온도 측정부(130), 연산부(140), 결정부(150), 제어부(160)를 포함한다.

[0027] 먼저, 진동 측정부(110)는 외부 진동 측정기(500)로 타이머 신호를 송출하여 측정을 명령한다(S301). 외부 진동 측정기(500)는 압송관의 외부에 설치될 수 있으며, 타이머 신호에 반응하여 주변 환경 인자인 외부 진동값(X)을 측정하고 이를 진동 측정부(110)로 전달한다. 외부 진동은 주변 장비 및 공사 환경에 의해 발생할 수 있다.

[0028] 진동 측정부(110)는 측정된 외부 진동값(X)을 수신하며(S302), 비교부(120)는 외부 진동값(X)을 압송관을 구성한 매질의 고유 진동수와 비교한다(S303).

[0029] 여기서, 외부 진동값이 철 파이프의 고유 진동수인 272Hz를 초과하는 경우에는 진동수 해석 시에 영향을 끼칠 수 있다. 따라서, 측정된 외부 진동값(X)이 고유 진동수 이상일 때는 고유 진동수 이하가 되도록 주변 점검을 유도하고 주변 소음이나 진동을 완화시켜야 한다. 물론 비교부(120)는 측정된 외부 진동값(X)이 고유 진동수보다 높으면 알람 신호를 송출할 수 있다.

[0030] 여기서, 외부 진동값(X)이 고유 진동수 미만을 만족하면, 온도 측정부(130)는 압송관에 설치된 온도 센서(400)를 통해 압송관의 온도(K)를 측정하고(S304), 이를 연산부(140)로 전달한다.

[0031] 연산부(140)는 현재의 압송관 매질의 온도를 변수로 하는 파동 속력식을 기초로, 현재 측정 온도(K)에 대응된

파동 속력을 연산한다(S305).

[0032] 매질의 온도에 따른 파동 속력 연구 자료에 기초하여, 온도에 따른 파동의 속력을 나타내면 수학적 식 1과 같다.

수학적 식 1

[0033]
$$V = 3.8K + 5638$$

[0034] 연산부(140)는 현재 측정된 압송관의 온도(K)를 수학적 식 1에 대입하여 파동 속력을 구한다. 그리고, 구한 파동 속력(B)을 기 설정된 기준 온도에 의한 기준 파동 속력(A)으로 나눈 비율(C)을 연산한다(S306).

[0035] 본 발명의 실시예에서 기준 온도는 20℃를 사용하지만, 본 발명이 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.

[0036] 이와 같이, S306 단계는 측정 온도에 대응된 파동 속력(B)을 기준 온도에 대응된 기준 파동 속력(A)으로 나누어, 비율(C=B/A)을 연산한다.

[0037] 여기서, 모터(M)의 RPM(Revolution Per Minute; 분당 회전수)은 아래 수학적 식 2와 같이 표현될 수 있다.

수학적 식 2

[0038]
$$RPM = 120 \times \frac{\text{주파수}}{\text{극수}}$$

[0039] 수학적 식 2에서 극수는 모터가 바뀌지 않는 한 불변이므로, 모터(M)의 RPM은 주파수의 영향만 받는다는 것을 알 수 있다.

[0040] 도 1을 참조하면 타격 장치(200)는 모터(M), 캠(CAM) 및 해머(H)를 포함하는데, 모터(M)의 회전수는 주파수에 따라 변동될 수 있고, 캠(CAM)은 모터(M)의 변동된 회전수에 대응하여 해머(H)의 직선 운동의 속력을 변화시킬 수 있다.

[0041] 일반적으로 캠(CAM)은 모터(M)의 회전 운동을 해머(H)의 직선 운동으로 변환하는데, 모터(M)의 회전수가 높을수록 해머(H)의 타격 힘이 증가된다

[0042] 즉, 해머(H)의 속력에 따라 압송관을 타격하는 힘이 달라지며, 이 힘을 기본적인 모터(M)의 조건으로 가정하여 역으로 계산하면 모터(M)의 RPM과 주파수를 알 수 있다. 아래의 표 1은 복수의 파동 속력 비율 범위 별로 그에 대응된 주파수를 정의한 것이다.

표 1

[0043]

C=B/A	모터의 주파수(Hz)
C<0.980	80
0.980≤C<0.990	70
0.990≤C<1.00	60
1.000≤C<1.01	50
1.01≤C	40

[0044] 즉, 본 발명의 실시예는 철의 파동 속력 비율 범위를 표 1과 같이 여러 레벨로 규정하고 해당 범위에 따라 해머(H)의 속력을 조절하기 위한 모터(M)의 주파수를 결정한다.

[0045] 일반적으로 타격 장치에 사용되는 모터는 실제 요구되는 RPM 보다 높기 때문에, 모터는 회전수를 감속할 수 있는 기어드 모터를 사용할 수 있다. 또한, 표 1을 토대로 압송관의 파동 속력 비율에 맞는 주파수로 맞출 수 있다.

[0046] S306 단계에서 파동 속력 비율(C)이 연산된 이후, 결정부(150)는 표 1의 주파수 테이블 정보를 기초로 파동 속력 비율(C)에 대응하는 모터의 주파수를 결정한다(S307).

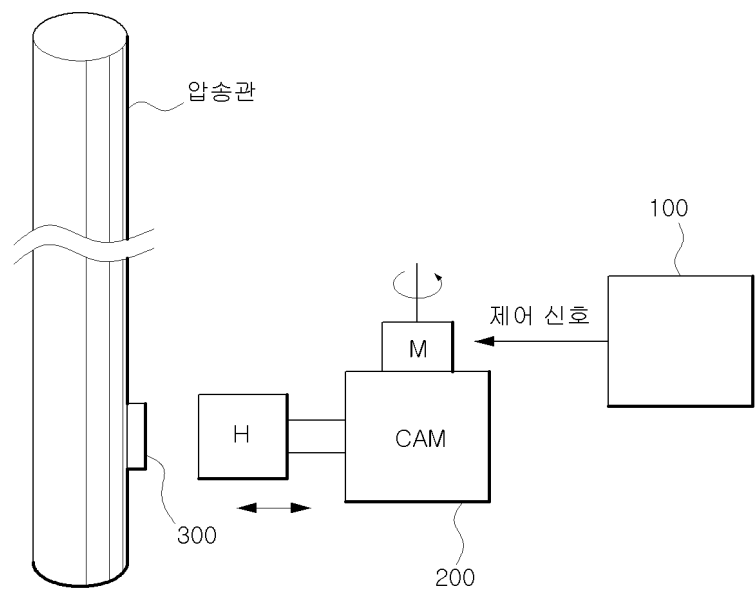
- [0047] 여기서, 표 1을 참조하면, 연산된 비율(C)의 범위가 낮을수록, 모터(M)의 주파수가 상승하도록 설정된 것을 알 수 있다. 이에 따르면, 압송관의 온도가 낮을수록 파동 속력 비율(C)이 낮아지는데, 이러한 경우 모터(M)의 주파수를 상승시켜 해머(H)의 가격 힘을 증대시키도록 한다.
- [0048] 이후, 제어부(160)는 결정된 주파수를 이용하여 타격 장치(200) 내의 모터(M)를 회전 구동시켜 압송관을 타격시킨다(S308). 물론, 해당 주파수로 모터(M)가 회전되면서 캠(CAM)에 의해 해머(H)가 직선 운동하여 압송관의 정해진 부위를 타격한다.
- [0049] 이때, 제어부(160)는 타격 부위에 설치된 압전 센서(300)로부터 압력 값을 수신하여 타격 여부를 감지한다(S309). 만일, 기 설정된 임계 미만의 압력이 감지되면 제어부(160)는 임계 이상의 압력이 감지될 때까지 모터(M)를 반복하여 재구동시킨다(S308).
- [0050] 하지만, 임계 이상의 압력이 감지되면, 제어부(160)는 모터의 작동을 정지시키고(S311), 타격 장치(200)는 신호 대기 상태로 전환된다(S312). 이러한 본 발명의 실시예는 설정 주기마다 타격 장치(200)가 작동하도록, 외부 진동 측정기(500)로 타이머 신호를 설정 주기마다 송출하여 동작시킬 수 있다.
- [0051] 이러한 본 발명에 의하면, 매 순간 가변하는 건설 환경에서 매 순간 달라질 수 있는 콘크리트 압송관의 진동수 차이를 극복할 수 있으며, 외부 환경에 맞게 적응적으로 조절된 타격 장치를 통해 콘크리트 압송관을 타격함으로써 진동수 분석 데이터의 객관성과 정확성을 증진시키는 물론, 이를 토대로 압송관의 폐색 위험을 사전에 더욱 효율적으로 감지하고 해결할 수 있도록 한다.
- [0052] 이상과 같은 본 발명에 따르면, 매 타격 시마다 외부 진동과 콘크리트 압송관의 온도 변화를 고려하여 모터의 구동 주파수를 제어하고 타격 장치의 타격 힘을 적응적으로 조절함에 따라, 외부 진동과 온도 변화에도 객관적이고 정확한 진동 데이터를 수집할 수 있도록 한다.
- [0053] 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

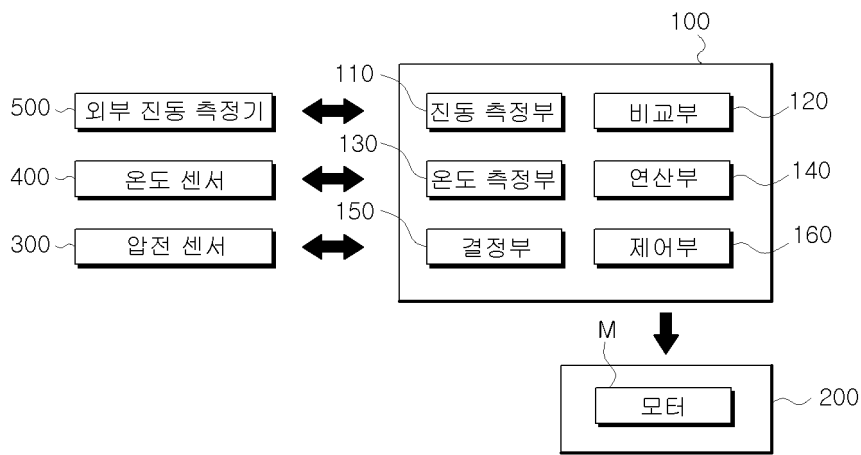
- [0054]
- | | |
|----------------|-------------|
| 100: 구동 제어 시스템 | 110: 진동 측정부 |
| 120: 비교부 | 130: 온도 측정부 |
| 140: 연산부 | 150: 결정부 |
| 160: 제어부 | 200: 타격 장치 |
| 300: 압전 센서 | 400: 온도 센서 |
| 500: 외부 진동 측정기 | |

도면

도면1



도면2



도면3

