

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0071038

(43) 공개일자 2023년05월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06Q 50/08 (2012.01) G06N 20/00 (2019.01)

G06Q 10/06 (2012.01)

(52) CPC특허분류

G06Q 50/08 (2013.01)

G06N 20/00 (2021.08)

(21) 출원번호 10-2022-0066825

(22) 출원일자 2022년05월31일

심사청구일자 2022년05월31일

(30) 우선권주장

1020210156285 2021년11월15일 대한민국(KR)

(71) 출원인

인하대학교 산학협력단

인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)

(72) 발명자

김영석

서울특별시 강남구 선릉로137길 23, 401호(논현동)

김정렬

경기도 고양시 일산서구 강선로 164, 1406동 901호(일산동, 후곡마을14단지아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 12 항

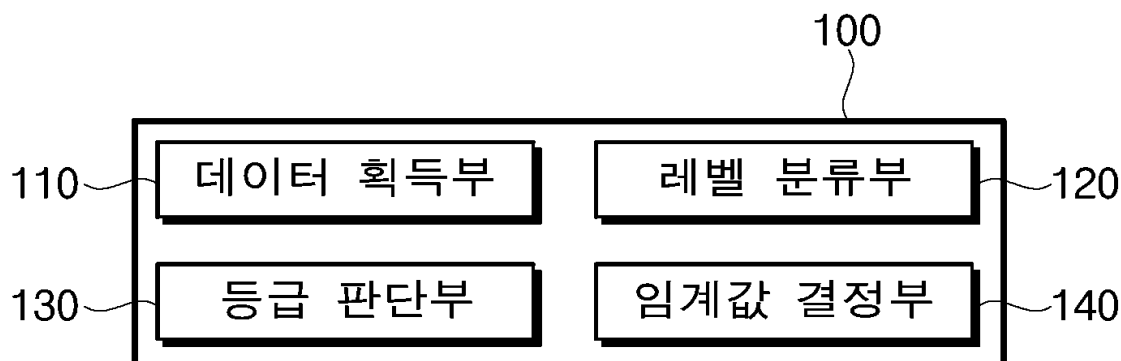
(54) 발명의 명칭 파이프 서포트 재사용을 위한 상태등급 판단 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 파이프 서포트 재사용을 위한 상태등급 판단 장치 및 방법에 관한 것이다. 본 발명에 따르면, 파이프 서포트 상태등급 판단 장치에 의해 수행되는 파이프 서포트 재사용을 위한 상태등급 판단 방법에 있어서, 재사용 대상이 되는 파이프 서포트에 대해 상태등급 판정에 영향을 주는 복수의 세부 인자 별 손상 측정치를 획득하는

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



단계와, 상기 세부 인자 별 획득된 손상 측정치를 해당 인자에 대응된 평가 기준과 비교하여 상기 세부 인자의 판정 레벨을 복수의 레벨 중 어느 하나로 분류하는 단계, 및 상기 세부 인자 별 분류된 판정 레벨의 결과를 조합하여, 상기 파이프 서포트의 상태등급을 재사용 가능 등급, 수리나 점검 후 재사용 가능 등급, 폐기 처분 등급 중 어느 하나로 최종 분류하는 단계를 포함하는 상태등급 판단 방법을 제공한다.

본 발명에 따르면, 재사용 파이프 서포트의 상태등급을 신뢰성 있게 평가하여 분류함으로써, 반복 재사용된 강재 파이프 서포트의 손상 정도를 정확하게 확인할 수 있고 정확한 진단 결과로부터 성능이 확보된 강재 파이프 서포트를 건설 현장에 반입시킬 수 있어 강재 파이프 서포트 관련 안전사고 저감에 기여할 수 있다.

(52) CPC특허분류

G06Q 10/06315 (2013.01)

G06Q 10/06395 (2013.01)

(72) 발명자

김준상

부산광역시 북구 시랑로21번길 123, B동 302호(구 포동, 삼성하이츠빌라1차)

정욱

경기도 광명시 디지털로 56, 116동 1703호(철산동, 철산래미안자이)

은형진

전라북도 군산시 대명4길 9, 106동 2003호(금암동, 레비뉴스테이)

장지영

서울특별시 마포구 월드컵북로 501, 914동 1202호(상암동, 상암월드컵파크9단지)

이길용

인천광역시 미추홀구 경인남길 406, 1동 102호(도화동, 현대탑스빌)

김하윤

경기도 안양시 동안구 경수대로 581, 118동 504호(호계동, 평촌 어바인 퍼스트)

이지연

경상북도 경산시 백자로20길 9, 301동 604호(사동, 부영원앙마을)

짬릿스레이와

인천광역시 미추홀구 소성로 71, 기숙사 35동(학익동, 인하대학교)

박준범

서울특별시 서대문구 홍제천로2길 92, 201호(연희동, 동아빌라)

김찬진

대구광역시 수성구 천을로 91, 103동 508호(시지동, 시지태왕아너스)

배성재

인천광역시 미추홀구 경인남길 62, 502호(용현동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1615011905
과제번호	156488
부처명	국토교통부
과제관리(전문)기관명	국토교통과학기술진흥원
연구사업명	스마트건설기술개발사업(R&D)
연구과제명	임시 구조물 스마트 안전확보 기술 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	연세대학교 산학협력단
연구기간	2021.01.01 ~ 2021.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

파이프 서포트 상태등급 판단 장치에 의해 수행되는 파이프 서포트 재사용을 위한 상태등급 판단 방법에 있어서,

재사용 대상이 되는 파이프 서포트에 대해 상태등급 판정에 영향을 주는 복수의 세부 인자 별 손상 측정치를 획득하는 단계;

상기 세부 인자 별 획득된 손상 측정치를 해당 인자에 대응된 평가 기준과 비교하여 상기 세부 인자의 판정 레벨을 복수의 레벨 중 어느 하나로 분류하는 단계; 및

상기 세부 인자 별 분류된 판정 레벨의 결과를 조합하여, 상기 파이프 서포트의 상태등급을 재사용 가능 등급, 수리나 점검 후 재사용 가능 등급, 폐기 처분 등급 중 어느 하나로 최종 분류하는 단계를 포함하는 상태등급 판단 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 세부 인자의 판정 레벨을 분류하는 단계는,

상기 세부 인자의 판정 레벨을 해당 인자에 대한 정상 상태, 수리나 점검 후 재사용 가능 상태, 폐기 처분 필요 상태와 각각 대응되는 a, b, c 레벨 중 어느 하나로 분류하는 상태등급 판단 방법.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 파이프 서포트의 상태등급을 최종 분류하는 단계는,

상기 세부 인자 별 분류된 판정 레벨이 모두 a 레벨이면 상기 파이프 서포트의 상태등급을 상기 재사용 가능 등급으로 분류하고, 상기 분류된 판정 레벨 중 c 레벨은 없고 b 레벨이 적어도 하나 존재하면 상기 수리나 점검 후 재사용 가능 등급으로 분류하고, 상기 분류된 판정 레벨 중 c 레벨이 적어도 하나 존재하면 상기 폐기 처분 등급으로 분류하는 상태등급 판단 방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 세부 인자의 판정 레벨을 분류하는 단계는,

복수의 세부 인자 중에서 육안 또는 인공지능으로 분석되는 제1 그룹의 세부 인자의 경우 상기 파이프 서포트에서의 해당 인자의 관측 여부를 기초로 상기 판정 레벨을 분류하고,

레이저 프로파일러로 분석되는 제2 그룹의 세부 인자의 경우 상기 파이프 서포트에서 관측된 손상 측정치를 기 설정된 적어도 하나의 임계값과 비교한 결과를 기초로 상기 판정 레벨을 분류하는 상태등급 판단 방법.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 제1 그룹의 세부 인자는, 상기 파이프 서포트의 '균열', '부식', '지지판 변형(휘어짐, 뒤틀림, 구부러짐)', '지지판 손실', '나사부의 암나사 헛들 및 장착부 이상' 중 선택된 복수의 인자를 포함하고,

상기 제2 그룹의 세부인자는, 상기 파이프 서포트의 '지지판 지름', '받이판 변형', '내관 및 외관의 유격 거리', '나사부의 마모(나사산 깊이)', '내관 및 외관의 움푹 패임', '내관의 핀 구멍 변형' 인자 중 선택된 복

수의 인자를 포함하는 상태등급 판단 방법.

청구항 6

청구항 4에 있어서,

상기 제2 그룹의 세부 인자에 각각 적용되는 적어도 하나의 임계값을 통계 분석을 기반으로 결정하되,

복수의 파이프 서포트 샘플로부터 각각 측정된 해당 세부 인자의 손상 측정치와 서포트 성능 측정치 간의 관계를 회귀 분석하여 세부 인자 별로 회귀식을 도출하고, 해당 세부 인자의 회귀식에 상기 파이프 서포트의 성능 기준치를 매핑한 결과를 이용하여 상기 임계값을 결정하는 단계를 더 포함하는 상태등급 판단 방법.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 제2 그룹의 세부인자는, 상기 파이프 서포트의 '지지판 지름', '받이판 변형', '내관 및 외관의 유격 거리', '나사부의 마모(나사산 깊이)' 인자를 포함하고,

상기 '지지판 지름'에 대한 회귀식은 $Y^2 = 5.45E8 \cdot x - 4.89E9$ 이고, 상기 '받이판 변형'에 대한 회귀식은 $1/Y = 3.10E-6 \cdot x + 2.26E-5$ 이고, 상기 '내관 및 외관의 유격 거리'에 대한 회귀식은 $1/Y = 2.67E-7 \cdot x + 2.20E-5$ 이고, 상기 '나사부의 마모'에 대한 회귀식은 $Y^2 = -1.49E9 \cdot x + 3.60E9$ 이며,

각각의 회귀식에서 x는 상기 샘플로부터 해당 인자를 레이저 프로파일러에 의해 관측한 손상 측정치, Y는 상기 샘플에 대한 서포트 성능(평 누름에 의한 압축 하중) 측정치를 나타내는 상태등급 판단 방법.

청구항 8

파이프 서포트 재사용을 위한 파이프 서포트 상태등급 판단 장치에 있어서,

재사용 대상이 되는 파이프 서포트에 대해 상태등급 판정에 영향을 주는 복수의 세부 인자 별 손상 측정치를 획득하는 데이터 획득부;

상기 세부 인자 별 획득된 손상 측정치를 해당 인자에 대응된 평가 기준과 비교하여 상기 세부 인자의 판정 레벨을 복수의 레벨 중 어느 하나로 분류하는 레벨 분류부; 및

상기 세부 인자 별 분류된 판정 레벨의 결과를 조합하여, 상기 파이프 서포트의 상태등급을 재사용 가능 등급, 수리나 점검 후 재사용 가능 등급, 폐기 처분 등급 중 어느 하나로 최종 분류하는 등급 판단부를 포함하는 상태 등급 판단 장치.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 레벨 분류부는,

상기 세부 인자의 판정 레벨을 해당 인자에 대한 정상 상태, 수리나 점검 후 재사용 가능 상태, 폐기 처분 필요 상태와 각각 대응되는 a, b, c 레벨 중 어느 하나로 분류하는 상태등급 판단 장치.

청구항 10

청구항 9에 있어서,

상기 등급 판단부는,

상기 세부 인자 별 분류된 판정 레벨이 모두 a 레벨이면 상기 파이프 서포트의 상태등급을 상기 재사용 가능 등급으로 분류하고, 상기 분류된 판정 레벨 중 c 레벨은 없고 b 레벨이 적어도 하나 존재하면 상기 수리나 점검 후 재사용 가능 등급으로 분류하고, 상기 분류된 판정 레벨 중 c 레벨이 적어도 하나 존재하면 상기 폐기 처분 등급으로 분류하는 상태등급 판단 장치.

청구항 11

청구항 8에 있어서,

상기 레벨 분류부는,

복수의 세부 인자 중에서 육안 또는 인공지능으로 분석되는 제1 그룹의 세부 인자의 경우 상기 파이프 서포트에서의 해당 인자의 관측 여부를 기초로 상기 판정 레벨을 분류하고,

레이저 프로파일러로 분석되는 제2 그룹의 세부 인자의 경우 상기 파이프 서포트에서 관측된 손상 측정치를 기설정된 적어도 하나의 임계값과 비교한 결과를 기초로 상기 판정 레벨을 분류하는 상태등급 판단 장치.

청구항 12

청구항 11에 있어서,

상기 제2 그룹의 세부 인자에 각각 적용되는 적어도 하나의 임계값을 통계 분석을 기반으로 결정하는 임계값 결정부를 더 포함하고,

상기 임계값 결정부는,

복수의 파이프 서포트 샘플로부터 각각 측정된 해당 세부 인자의 손상 측정치와 서포트 성능 측정치 간의 관계를 회귀 분석하여 세부 인자 별로 회귀식을 도출하고, 해당 세부 인자의 회귀식에 상기 파이프 서포트의 성능 기준치를 매핑한 결과를 이용하여 상기 임계값을 결정하는 상태등급 판단 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 파이프 서포트 재사용을 위한 상태등급 판단 장치 및 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 재사용 파이프 서포트의 상태등급을 신뢰성 있게 판단할 수 있는 파이프 서포트 재사용을 위한 상태등급 판단 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 강재 파이프 서포트는 타설된 콘크리트가 소정의 강도를 얻기까지 거푸집 및 콘크리트 무게와 시공하중을 지지하기 위하여 설치되는 가설기자재로서, 콘크리트 공사에서는 필수적인 자재이다.

[0003] 현재 강재 파이프 서포트의 유통구조는 1) 강재 파이프 서포트 회수 및 검수(상태등급 평가 및 분류) 단계, 2) 강재 파이프 서포트 보관 및 출고 단계, 3) 강재 파이프 서포트 현장 반입, 검수 및 품질시험 단계, 4) 강재 파이프 서포트 설치/운영/해체 단계의 순으로 재사용되는 특징을 지니고 있다.

[0004] 이러한 재사용 유통구조를 지닌 강재 파이프 서포트는 거푸집 자중 및 콘크리트 타설에 대한 하중을 지지하는데 한 번 이상 사용되었던 제품이기때문에, 대부분 변형, 부식, 균열 등의 손상을 지니고 있다. 손상된 강재 파이프 서포트의 성능 저하는 필연적으로 발생하며, 손상된 강재 파이프 서포트를 재사용하기 위해서는 철저한 품질관리가 필수적으로 수행되어야 한다.

[0005] 그러나 2016년 4월 감사원(BAI, 2016)에서 발표된 감사 보고서에 따르면 공공기관에서 발주된 18개 건설현장을 대상으로 강재 파이프 서포트의 성능을 분석한 결과, 수거된 14개의 표본 중 14개 모두 요구 품질성능에 미달한 것으로 조사됨에 따라 강재 파이프 서포트의 품질관리 부실이 심각한 수준인 것으로 확인되었다. 상기 문제점으로 국토교통부에서는 2017년에 '가설기자재 품질관리 기준'을 신설하여 강재 파이프 서포트를 중점 관리되어야 할 9종의 가설기자재로 정의하고 이를 의무 관리 대상으로 지정하였다.

[0006] 현재 국내 재사용 강재 파이프 서포트의 상태를 관리하는 지침으로는 한국산업안전보건공단에서 마련한 '재사용 가설기자재 성능기준에 관한 지침'이 존재하고, 이를 강재 파이프 서포트 임대업체에서는 일부 준용하고 있지만, 기준에 대한 정성/정량적 점검 항목에 대한 근거가 부족하고 강재 파이프 서포트 임대업체 실정에 맞지 않아 대부분 육안검사 기반으로 강재 파이프 서포트의 품질관리를 수행하고 있는 것으로 조사 및 분석되었다.

[0007] 이와 같이, 현행 강재 파이프 서포트 상태등급 평가 기준들은 평가 기준에 대한 항목 및 임계값에 대한 근거가 부재하고 주로 육안검사와 같은 정성적 기법이 활용되고 있어 강재 파이프 서포트 상태등급 평가 결과에 대한 일관성 및 신뢰성 확보가 어려운 실정이다.

- [0008] 가설기자재 임대업체에서 수행되는 강제 파이프 서포트 상태등급 평가 작업은 반복 재사용된 강제 파이프 서포트의 손상 정도를 확인하여 성능이 확보된 강제 파이프 서포트를 건설현장에 반입시키기 위한 필수 작업이다. 따라서 재사용되는 강제 파이프 서포트에 대한 상태등급을 보다 신뢰성있게 평가할 수 있는 시스템이 요구된다.
- [0009] 본 발명의 배경이 되는 기술은 한국등록특허 제10-1606002호(2016.03.25 공고)에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 본 발명은 재사용 파이프 서포트의 상태등급을 신뢰성 있게 평가할 수 있는 파이프 서포트 재사용을 위한 상태등급 판단 장치 및 방법을 제공하는데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0011] 본 발명은, 파이프 서포트 상태등급 판단 장치에 의해 수행되는 파이프 서포트 재사용을 위한 상태등급 판단 방법에 있어서, 재사용 대상이 되는 파이프 서포트에 대해 상태등급 판정에 영향을 주는 복수의 세부 인자 별 손상 측정치를 획득하는 단계와, 상기 세부 인자 별 획득된 손상 측정치를 해당 인자에 대응된 평가 기준과 비교하여 상기 세부 인자의 판정 레벨을 복수의 레벨 중 어느 하나로 분류하는 단계, 및 상기 세부 인자 별 분류된 판정 레벨의 결과를 조합하여, 상기 파이프 서포트의 상태등급을 재사용 가능 등급, 수리나 점검 후 재사용 가능 등급, 폐기 처분 등급 중 어느 하나로 최종 분류하는 단계를 포함하는 상태등급 판단 방법을 제공한다.
- [0012] 또한, 상기 세부 인자의 판정 레벨을 분류하는 단계는, 상기 세부 인자의 판정 레벨을 해당 인자에 대한 정상 상태, 수리나 점검 후 재사용 가능 상태, 폐기 처분 필요 상태와 각각 대응되는 a, b, c 레벨 중 어느 하나로 분류할 수 있다.
- [0013] 또한, 상기 파이프 서포트의 상태등급을 최종 분류하는 단계는, 상기 세부 인자 별 분류된 판정 레벨이 모두 a 레벨이면 상기 파이프 서포트의 상태등급을 상기 재사용 가능 등급으로 분류하고, 상기 분류된 판정 레벨 중 c 레벨은 없고 b 레벨이 적어도 하나 존재하면 상기 수리나 점검 후 재사용 가능 등급으로 분류하고, 상기 분류된 판정 레벨 중 c 레벨이 적어도 하나 존재하면 상기 폐기 처분 등급으로 분류할 수 있다.
- [0014] 또한, 상기 세부 인자의 판정 레벨을 분류하는 단계는, 복수의 세부 인자 중에서 육안 또는 인공지능으로 분석되는 제1 그룹의 세부 인자의 경우 상기 파이프 서포트에서의 해당 인자의 관측 여부를 기초로 상기 판정 레벨을 분류하고, 레이저 프로파일러로 분석되는 제2 그룹의 세부 인자의 경우 상기 파이프 서포트에서 관측된 손상 측정치를 기 설정된 적어도 하나의 임계값과 비교한 결과를 기초로 상기 판정 레벨을 분류할 수 있다.
- [0015] 또한, 상기 제1 그룹의 세부 인자는, 상기 파이프 서포트의 '균열', '부식', '지지판 변형(휘어짐, 뒤틀림, 구부러짐)', '지지판 손실', '나사부의 암나사 헨들 및 장착부 이상' 중 선택된 복수의 인자를 포함하고, 상기 제2 그룹의 세부인자는, 상기 파이프 서포트의 '지지판 지름', '받이판 변형', '내관 및 외관의 유격 거리', '나사부의 마모(나사산 깊이)', '내관 및 외관의 움푹 패임', '내관의 핀 구멍 변형' 인자 중 선택된 복수의 인자를 포함할 수 있다.
- [0016] 또한, 상기 상태등급 판단 방법은, 상기 제2 그룹의 세부 인자에 각각 적용되는 적어도 하나의 임계값을 통계 분석을 기반으로 결정하되, 복수의 파이프 서포트 샘플로부터 각각 측정된 해당 세부 인자의 손상 측정치와 서포트 성능 측정치 간의 관계를 회귀 분석하여 세부 인자 별로 회귀식을 도출하고, 해당 세부 인자의 회귀식에 상기 파이프 서포트의 성능 기준치를 매핑한 결과를 이용하여 상기 임계값을 결정하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0017] 또한, 상기 제2 그룹의 세부인자는, 상기 파이프 서포트의 '지지판 지름', '받이판 변형', '내관 및 외관의 유격 거리', '나사부의 마모(나사산 깊이)' 인자를 포함하고, 상기 '지지판 지름'에 대한 회귀식은 $Y^2 = 5.45E8 \cdot x - 4.89E9$ 이고, 상기 '받이판 변형'에 대한 회귀식은 $1/Y = 3.10E-6 \cdot x + 2.26E-5$ 이고, 상기 '내관 및 외관의 유격 거리'에 대한 회귀식은 $1/Y = 2.67E-7 \cdot x + 2.20E-5$ 이고, 상기 '나사부의 마모'에 대한 회귀식은 $Y^2 = -1.49E9 \cdot x + 3.60E9$ 이며, 각각의 회귀식에서 x는 상기 샘플로부터 해당 인자를 레이저 프로파일러에 의해 관측한 손상 측정치, Y는 상기 샘플에 대한 서포트 성능(평 누름에 의한 압축 하중) 측정치를 나타낸다.

[0018] 그리고, 본 발명은, 파이프 서포트 재사용을 위한 파이프 서포트 상태등급 판단 장치에 있어서, 재사용 대상이 되는 파이프 서포트에 대해 상태등급 판정에 영향을 주는 복수의 세부 인자 별 손상 측정치를 획득하는 데이터 획득부와, 상기 세부 인자 별 획득된 손상 측정치를 해당 인자에 대응된 평가 기준과 비교하여 상기 세부 인자의 판정 레벨을 복수의 레벨 중 어느 하나로 분류하는 레벨 분류부, 및 상기 세부 인자 별 분류된 판정 레벨의 결과를 조합하여, 상기 파이프 서포트의 상태등급을 재사용 가능 등급, 수리나 점검 후 재사용 가능 등급, 폐기 처분 등급 중 어느 하나로 최종 분류하는 등급 판단부를 포함하는 상태등급 판단 장치를 제공한다.

발명의 효과

[0019] 본 발명에 따르면, 재사용 파이프 서포트의 상태등급을 신뢰성 있게 평가하여 분류함으로써, 반복 재사용된 강제 파이프 서포트의 손상 정도를 정확하게 확인할 수 있고 정확한 진단 결과로부터 성능이 확보된 강제 파이프 서포트를 건설 현장에 반입시킬 수 있어 강제 파이프 서포트 관련 안전사고 저감에 기여할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 파이프 서포트 재사용을 위한 상태등급 판단 장치의 구성을 나타낸 도면이다.

도 2는 도 1의 장치를 이용한 상태등급 판단 방법을 설명하는 도면이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 파이프 서포트의 세부 인자별 평가 기준을 예시적으로 설명한 도면이다.

도 4a 및 도 4b는 본 발명의 실시예에서 따라 통계 분석을 기반으로 각 세부 인자에 적용되는 임계값을 결정하는 원리를 예시적으로 설명한 도면이다.

도 5는 본 발명의 실시예에서 세부 인자별 평가 레벨의 결과로부터 파이프 서포트의 상태 등급을 최종 분류하는 기준을 설명한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 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. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시 예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0022] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0023] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 파이프 서포트 재사용을 위한 상태등급 판단 장치의 구성을 나타낸 도면이고, 도 2는 도 1의 장치를 이용한 상태등급 판단 방법을 설명하는 도면이다.

[0024] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 파이프 서포트 재사용을 위한 상태등급 판단 장치(100)는 데이터 획득부(110), 레벨 분류부(120), 등급 판단부(130)를 포함하며, 임계값 결정부(140)를 더 포함할 수 있다. 여기서 각 부(110~140)의 동작 및 각 부(110~140) 간의 데이터 흐름은 제어부(미도시)에 의해 제어될 수 있다.

[0025] 먼저, 데이터 획득부(110)는 재사용 대상이 되는 파이프 서포트에 대해 상태등급 판정에 영향을 주는 복수의 세부 인자 별 손상 측정치를 획득한다(S210).

[0026] 데이터 획득부(110)는 장치 내의 저장부로부터 관련 데이터를 독출하거나 네트워크 연결된 외부 장치로부터 획득할 수 있다. 예를 들어, 등급 분석 대상이 되는 파이프 서포트의 세부 인자 별 손상 측정치 관련 데이터는 장치(100) 내의 저장부(미도시)에 미리 저장될 수도 있고, 네트워크 연결된 사용자 단말, USB 저장 장치 등의 외부 기기로부터 장치(100)로부터 입력될 수도 있다.

[0027] 본 발명의 실시예에서는 파이프 서포트의 각 영향 인자에 대한 측정치를 손상 측정치로 명명한다. 강제 파이프 서포트(이하, 파이프 서포트)는 재사용 유통 구조를 가지며 보통 적어도 한 번 이상 사용되었던 제품이기에 때문에 변형, 부식, 균열 등의 손상을 어느 정도 지니고 있다. 파이프 서포트는 그 손상 정도에 따라 바로 재사용

가능하거나, 수리나 점검 후 재사용 가능하거나, 재사용이 불가하여 폐기 처분되어야 한다.

- [0028] 본 발명의 실시예는 평가 대상이 되는 재사용 파이프 서포트에 대한 세부 인자별 손상 측정치로부터 각 인자에 대한 상태 레벨을 1차 분류하고, 각 세부 인자 별로 분류된 상태 레벨을 종합적으로 고려하여 파이프 서포트의 상태 등급을 재사용 가능 등급(이하, A 등급), 수리나 점검 후 재사용 가능 등급(이하, B 등급), 폐기 처분 등급(이하, C 등급) 중 어느 하나로 최종적으로 분류할 수 있다.
- [0029] 이와 같이, 최종적으로 분류된 상태 등급을 바탕으로 현재 평가 대상이 되는 파이프 서포트가 즉시 재사용 가능한 상태인지, 수리나 점검 후 재사용 가능한 상태인지, 혹은 폐기 처분해야 하는 상태인지 확인 가능하다. 여기서 파이프 서포트의 상태등급 판정에 영향을 주는 세부 인자들의 종류는 미리 선정될 수 있다.
- [0030] 본 발명의 실시예에서 사용되는 복수의 세부 인자로는 파이프 서포트의 '균열', '부식', '지지판 변형(휘어짐, 뒤틀림, 구부러짐)', '지지판 손실', '나사부의 암나사 헨들 및 장착부 이상', '지지판 지름', '받이판 변형', '내관 및 외관의 유격 거리', '나사부의 마모(나사산 깊이)', '내관 및 외관의 움푹 패임', '내관의 핀 구멍 변형' 중에서 선택된 복수의 인자를 포함할 수 있다.
- [0031] 여기서, 세부 인자들은 육안 또는 인공지능에 의해 분석되는 제1 그룹의 세부 인자와, 레이저 프로파일러에 의해 분석되는 제2 그룹의 세부 인자로 구분될 수 있다. 여기서 인공지능의 경우 카메라에 의해 촬영된 영상 분석 기반의 기계 학습 알고리즘이 활용될 수 있다.
- [0032] 구체적으로, 제1 그룹의 세부 인자는, 파이프 서포트의 '균열', '부식', '지지판 변형', '지지판 손실', '나사부의 암나사 헨들 및 장착부 이상' 인자 중 선택된 복수의 인자를 포함할 수 있다. 또한, 제2 그룹의 세부 인자는, '지지판 지름', '받이판 변형', '내관 및 외관의 유격 거리', '나사부의 마모', '내관 및 외관의 움푹 패임', '내관의 핀 구멍 변형' 인자 중 선택된 복수의 인자를 포함할 수 있다.
- [0033] 다음, 레벨 분류부(120)는 상술한 각각의 세부 인자 별 획득된 손상 측정치를 해당 인자에 대응된 평가 기준과 비교하여, 세부 인자의 상태 판정 레벨을 복수의 레벨(a, b, c 레벨) 중 어느 하나로 분류할 수 있다(S220).
- [0034] 여기서 a 레벨, b 레벨, c 레벨 각각은 해당 세부 인자에 대한 정상 상태, 수리나 점검 후 재사용 가능 상태, 폐기 처분 필요 상태와 각각 대응되는 상태 레벨을 의미할 수 있다. 개별 인자에서 판정된 각각의 상태 레벨들은 최종 판정에 활용된다.
- [0035] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 파이프 서포트의 세부 인자(주요 영향 요인) 별 평가 기준을 예시적으로 설명한 도면이다.
- [0036] 도 3에서 주요 영향 요인(세부 인자)은 총 11가지이며, 이 중에서 5가지의 제1 그룹의 세부 인자(균열, 부식, 지지판 변형, 지지판 손실, 나사부의 암나사 헨들 및 장착부 이상) 및 6가지의 제2 그룹의 세부 인자(지지판 지름, 받이판 변형, 내관 및 외관의 유격 거리, 나사부의 마모, 내관 및 외관의 움푹 패임, 내관의 핀 구멍 변형)를 각각 확인할 수 있다.
- [0037] 또한, 레벨 분류부(120)는 이러한 11가지의 세부 인자 중에서 육안이나 인공지능 또는 휴대형 분석기(포터블 디바이스)으로 분석되는 제1 그룹의 세부 인자의 경우, 도 3에서와 같이, 파이프 서포트에서의 해당 인자의 관측(발생) 여부를 기초로 해당 인자에 대한 판정 레벨을 복수의 레벨 중 어느 한 레벨로 분류한 것을 확인할 수 있다.
- [0038] 예를 들어, 제1 그룹의 세부 인자 중 '균열' 항목의 경우, 육안 검사 결과 균열이 관측(발생)된 경우에 해당 인자는 c 레벨로 분류될 수 있고, 그렇지 않은 경우는 해당 인자의 정상 상태인 a 레벨로 분류될 수 있다. 다른 예로, '나사부의 암나사 헨들 및 장착부 이상' 항목의 경우, 육안 검사 결과 이상이 발견 또는 관측되었으나 정비가 가능한 정도이면 b 레벨, 정비가 불가능한 정도이면 c 레벨로 분류될 수 있으며, 이상이 미발견된 경우에는 a 레벨로 분류될 수 있다.
- [0039] 다른 예로, '지지판 손실' 항목의 경우 파이프 서포트에 지지판이 정상적으로 존재하면 a 레벨, 지지판이 유실되고 없으면 점검 후 조치(교체)로 해결 가능한 b 레벨로 분류될 수 있다. 또 다른 예로, '지지판 변형' 항목의 경우, 육안 검사 결과 지지판의 휘어짐, 뒤틀림, 구부러짐 중 적어도 하나가 관측되었다면, 해당 항목에 대해서는 수리나 점검 또는 간단한 부품 교체 등으로 해결 가능한 b 레벨로 분류될 수 있고, 지지판 변형이 미관측된 경우에는 정상 상태인 a 레벨로 분류될 수 있다.
- [0040] 이와 같이, 육안 검사 또는 인공지능 검사에 의해 관측되는 제1 그룹의 세부 인자의 경우 해당 인자의 관측(발

생) 여부 자체가 평가 기준(임계값)이 될 수 있으며, 해당 인자가 미발견된 상태인 경우에는 a 레벨, 해당 인자가 관측된 이상 상태의 경우에는 점검이나 간단 수리나 교체를 요하는 b 레벨 혹은 파이프 서포트 자체의 폐기 처분을 요하는 c 레벨로 판정될 수 있다.

[0041] 또한, 레벨 분류부(120)는 레이저 프로파일러로 분석되는 제2 그룹의 세부 인자의 경우, 파이프 서포트에서 관측된 손상 측정치를 기 설정된 적어도 하나의 임계값과 비교한 결과를 기초로 판정 레벨을 복수의 레벨 중 어느 한 레벨로 분류할 수 있다. 즉, 제2 그룹의 인자들에 대해서는 인자 별로 미리 설정된 임계값이 평가 기준이 될 수 있다.

[0042] 예를 들어, 도 3에서 제2 그룹의 세부 인자 중 '지지판 지름'의 경우 평가 대상이 되는 파이프 서포트의 지지판 지름을 레이저 프로파일러로 측정된 결과, 측정치가 11.5mm(임계값) 이상이면 a 레벨, 11.5 mm 미만이면 b 레벨로 분류될 수 있다. 다른 예로 '유격 거리'의 경우 2개의 임계값(23.5mm, 35mm)이 사용된 것을 알 수 있으며, 유격 거리 측정치가 23.5mm 이하이면 a 레벨, 23.5mm 초과 및 35mm 이하이면 b 레벨, 35mm 초과이면 c 레벨로 분류될 수 있다.

[0043] 여기서, 본 발명의 실시예의 경우 제2 그룹의 세부 인자에 각각 적용되는 적어도 하나의 임계값을 샘플들에 대한 통계 분석을 기반으로 결정할 수 있으며, 이는 임계값 결정부(140)에 의해 수행될 수 있다.

[0044] 임계값 결정부(140)는 복수의 파이프 서포트 샘플로부터 각각 측정된 해당 세부 인자의 손상 측정치와 서포트 성능 측정치 간의 관계를 회귀 분석한 결과로부터 세부 인자 별로 회귀식을 각각 도출하고, 해당 세부 인자의 회귀식에 파이프 서포트의 성능 기준치를 매핑한 결과를 이용하여 임계값을 결정할 수 있다. 여기서, 성능 기준치는 기 설정될 수 있다.

[0045] 본 발명의 실시예에서는, 제2 그룹의 세부 인자 중 '지지판 지름'에 대한 회귀식으로 $Y^2 = 5.45E8 * x - 4.89E9$ 이 사용되고, '반이판 변형'에 대한 회귀식은 $1/Y = 3.10E-6 * x + 2.26E-5$ 이 사용되고, '내관 및 외관의 유격 거리'에 대한 회귀식은 $1/Y = 2.67E-7 * x + 2.20E-5$ 이 사용되고, '나사부의 마모'에 대한 회귀식은 $Y^2 = -1.49E9 * x + 3.60E9$ 이 사용될 수 있다.

[0046] 각각의 회귀식에서 x는 복수의 파이프 서포트 샘플로부터 해당 인자를 레이저 프로파일러에 의해 관측한 손상 측정치를 나타내고, Y는 복수의 파이프 서포트 샘플에 대해 관측된 서포트 성능(평 누름에 의한 압축 하중) 측정치를 나타낸다.

[0047] 예를 들어, 지지판 지름 인자일 경우, 복수의 파이프 서포트 샘플에서 획득한 지지판 지름 측정치 x와 각 샘플에서 측정된 서포트 성능 Y 값의 관계를 회귀 분석하여 얻은 x와 Y 간의 관계 결과 식이 $Y^2 = 5.45E8 * x - 4.89E9$ 와 같이 도출될 수 있다. 여기서 x의 앞에 곱해진 값은 회귀계수를 나타내며, 샘플의 수가 많을수록 회귀식의 신뢰도가 높아질 수 있다.

[0048] 도 4a 및 도 4b는 본 발명의 실시예에서 따라 통계 분석을 기반으로 각 세부 인자에 적용되는 임계값을 결정하는 원리를 예시적으로 설명한 도면이다.

[0049] 도 4a는 복수의 샘플들에 대한 기 수집된 데이터를 이용하여 지지판 지름 및 반이판 변형 인자에 대한 회귀식을 도출한 결과이고, 도 4b는 복수의 샘플들에 대한 기 수집된 데이터를 이용하여 유격 거리 및 나사산 깊이에 대한 회귀식을 도출한 결과이다.

[0050] 각 경우에서, 그래프의 가로축은 해당 인자의 손상 측정치(x), 세로축은 서포트 성능 측정치(Y)를 나타내며, 그래프 내의 각 점은 샘플들의 값이 위치한 포인트에 해당한다. 이러한 x와 Y 간의 관계를 분석하여 얻은 회귀식은 그래프 상에 회귀 곡선으로 도시되었다. 이때, 지지판 지름 인자의 경우 x와 Y가 비례 관계를 가지고, 반이판 변형, 유격 거리, 나사산 깊이 인자의 경우 x와 Y가 반비례 관계를 가진다.

[0051] 도 4a에 나타난 것과 같이 임계값 결정부(140)는 해당 회귀식에 파이프 서포트의 성능 기준치(예: 35,300N)를 매핑한 결과를 이용하여 임계값을 결정할 수 있다. 본 발명의 실시예는 서포트 성능 기준치로 KS F 8001에 명시된 강제 파이프 서포트 성능(평 누름에 의한 압축 하중)인 35,300N 값을 사용하였다.

[0052] 예를 들어, 도 4a에서 '지지판 지름' 인자의 경우, 회귀 곡선 상에서 기준 성능치인 35,300N에 해당하는 Y값과 교차하는 x 값(11.25mm)을 임계값으로 사용할 수 있으며, 본 발명의 실시예에서는 이러한 11.25mm 값보다 위로 조금 더 오프셋을 가한 11.5mm 값을 지지판 지름 인자의 평가를 위한 임계값으로 사용하였다.

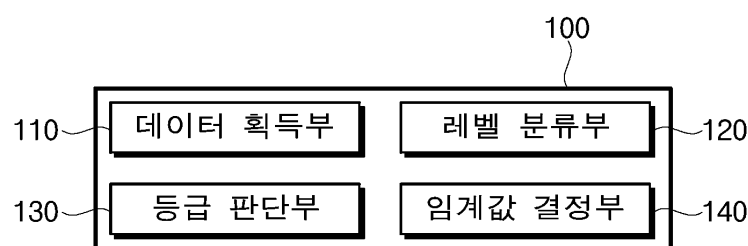
- [0053] 또한, 도 4b에서 '유격 거리' 인자의 경우, 회귀 곡선 상에 35,300N에 해당하는 Y값과 교차하는 x 값(23.6mm)을 제1 임계값으로 사용할 수 있는데, 본 발명의 실시예에서는 이러한 23.6mm 값보다 아래로 조금 더 오프셋을 가한 23.0mm 값을 받아판 변형 인자의 평가를 위한 제1 임계값으로 사용하였다.
- [0054] 추가로, 35,300N의 90%(재사용 강재 파이프 서포트 최소 성능 수준)에 해당하는 31,770N에 대응된 x 값(35.4mm)을 제2 임계값으로 사용할 수 있는데, 본 발명의 실시예에서는 이러한 35.4mm 값보다 아래로 조금 더 오프셋을 가한 35.0mm 값을 받아판 변형 인자의 평가를 위한 제2 임계값으로 사용하였다. 이와 같이, 성능 기준치를 2단으로 설정할 경우 2단의 임계값이 결정될 수 있다.
- [0055] 이러한 임계값 결정 단계는 S210 단계 이전에 수행될 수 있다. 이와 같은 본 발명에 따르면 제2 그룹의 세부 인자들에 대한 상태 레벨 분류를 위한 임계값을 단순 경험치가 아닌 통계 분석을 기반으로 보다 신뢰성 있게 결정할 수 있다.
- [0056] 마지막으로, 등급 판단부(130)는 세부 인자 별 분류된 판정 레벨의 결과를 조합하여, 파이프 서포트의 상태등급을 재사용 가능 등급(A 등급), 수리나 점검 후 재사용 가능 등급(B 등급), 폐기 처분 등급(C 등급) 중 어느 하나로 최종 분류한다(S230).
- [0057] 도 5는 본 발명의 실시예에서 세부 인자별 평가 레벨의 결과로부터 파이프 서포트의 상태 등급을 최종 분류하는 기준을 설명한 도면이다.
- [0058] 도 5에 나타난 것과 같이, 등급 판단부(130)는 11가지의 세부 인자 별 분류된 판정 레벨이 모두 a 레벨이면 현재 파이프 서포트를 즉시 재사용이 가능한 A 등급으로 분류하고, 분류된 판정 레벨 중 c 레벨은 없고 b 레벨이 적어도 하나 존재하면 파이프 서포트의 상태등급을 수리나 점검 후 재사용이 가능한 B 등급으로 분류하고, 분류된 판정 레벨 중 c 레벨이 적어도 하나 존재하면 파이프 서포트의 상태등급을 폐기 처분이 필요한 C 등급으로 분류할 수 있다. 여기서 B 등급에서 수리나 점검은 간단 수리, 일부 구성품 간단 교체, 점검 등의 작업을 포괄할 수 있다.
- [0059] 이상과 같은 본 발명에 따르면, 재사용 파이프 서포트의 상태등급을 신뢰성 있게 평가하여 분류함으로써 반복 재사용된 강재 파이프 서포트의 손상 정도를 정확하게 확인할 수 있고 정확한 진단 결과로부터 성능이 확보된 강재 파이프 서포트를 건설 현장에 반입시킬 수 있어 강재 파이프 서포트 관련 안전사고 저감에 기여할 수 있다.
- [0060] 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

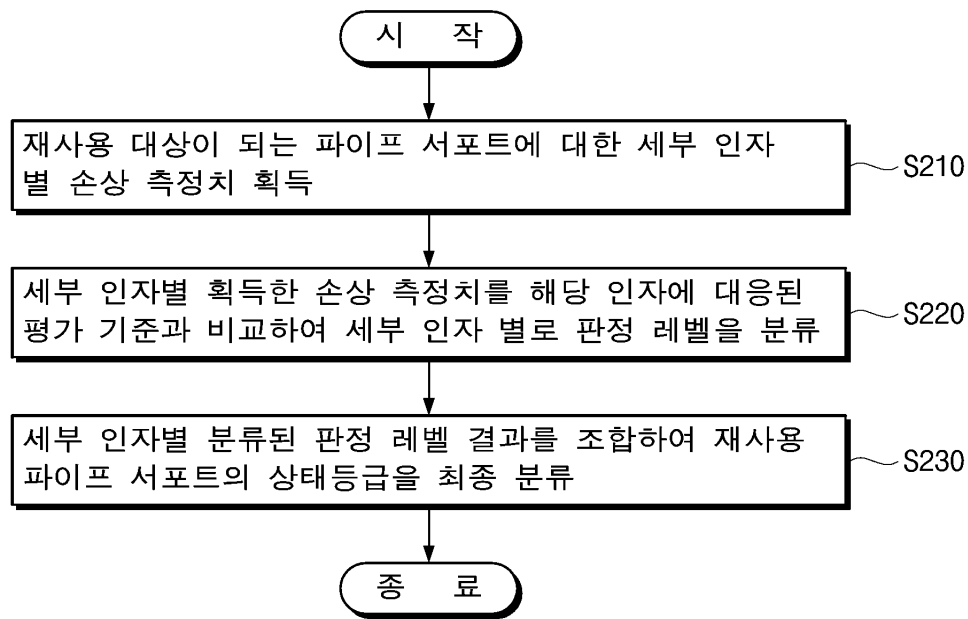
- [0061] 100: 상태등급 판단 장치 110: 데이터 획득부
120: 레벨 분류부 130: 등급 판단부
140: 임계값 결정부

도면

도면1



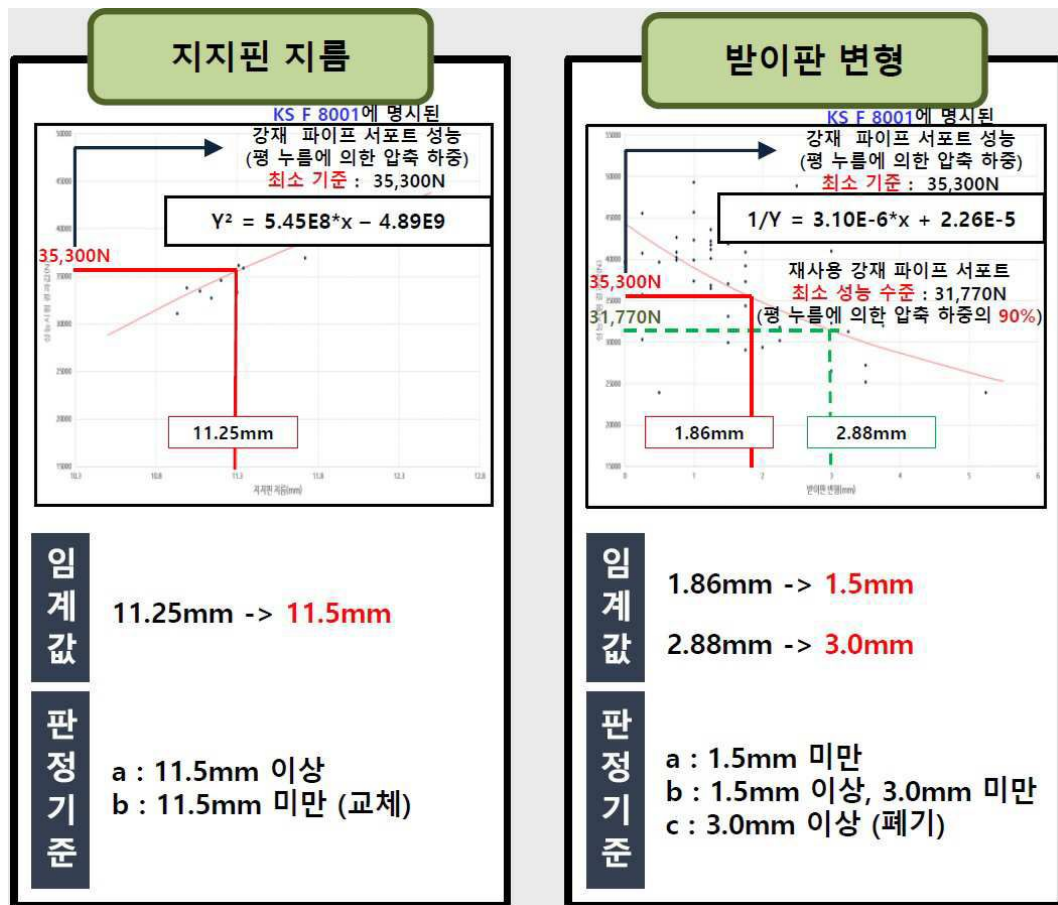
도면2



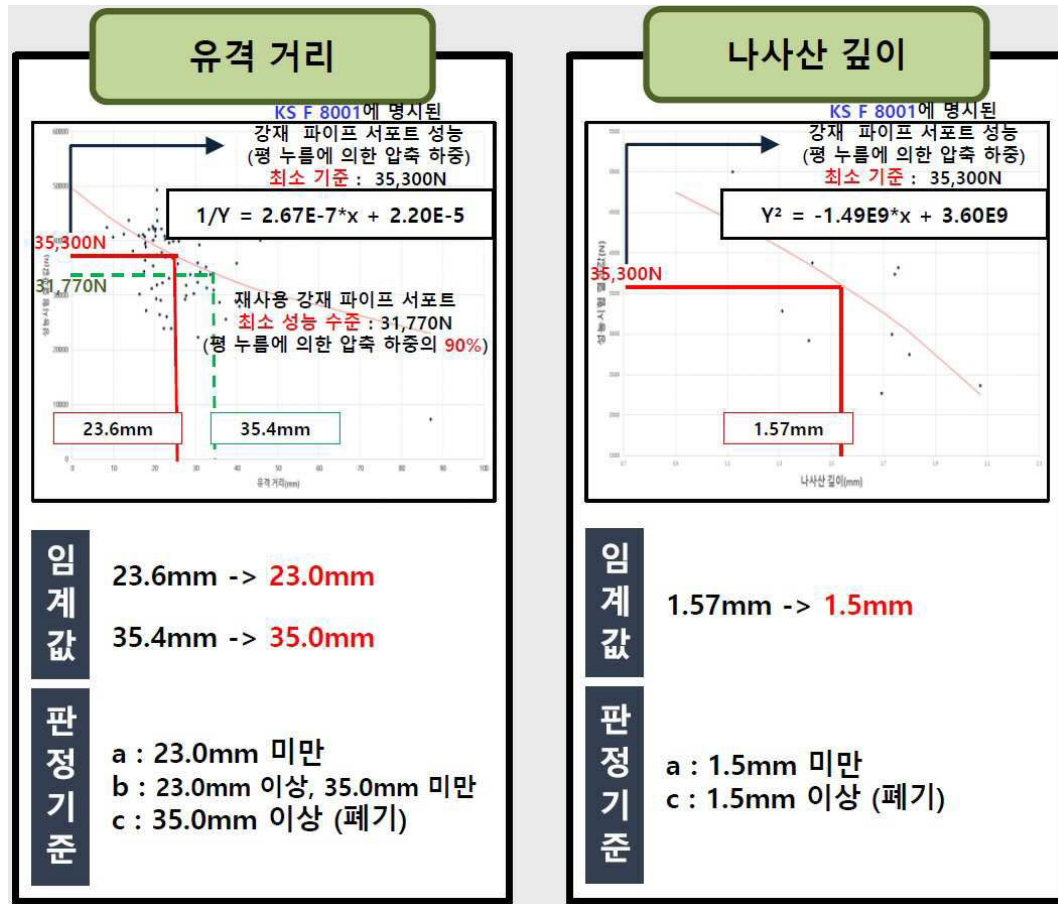
도면3

가설기 자재	주요 영향 요인				주요 영향 요인 판정 기준	
	항목		정성적 요인	정량적 요인	점검 도구	판정 기준(a, b, c)
강재 파이프 서포트 (KS F 8001)	공통 사항	균열		●	포터블 디바이스	a : 발생하지 않은 경우 c : 발생시 폐기
		부식		●	AI	a : 발생하지 않은 경우 c : 발생시 폐기
	받이판 및 바닥판	변형 (휘어짐, 구부러짐)		●	레이저 프로파일러	a : 변형 1.5mm 미만 b : 변형 1.5mm 이상, 3.0mm 미만 c : 변형 3.0mm 이상
	내관 및 외관	유격 거리		●	레이저 프로파일러	a : 전체 길이 대비 처짐 0.69% 이하 b : 전체 길이 대비 처짐 0.69% 초과, 1.02% 이하 c : 전체 길이 대비 처짐 1.02% 초과 (0.69% : V2 기준 : 23.5mm, 1.02% : V2 기준 : 35.0mm)
		울퉁 패임		●	레이저 프로파일러	a : 울퉁 패임이 존재하지 않음 b : 내관 : 깊이 4.0mm 미만, 외관 : 깊이 6.0mm 미만 c : 내관 : 깊이 4.0mm 이상, 외관 : 깊이 6.0mm 이상
		내관의 핀 구멍 변형		●	레이저 프로파일러	a : 지름 13.2mm 이하, 지름 12.8mm 이상 b : 지름 13.2mm 초과, 지름 12.8mm 미만
	지지핀	변형(휘어짐, 뒤틀림, 구부러짐)	●		육안	a : 변형이 존재하지 않는 경우 b : 변형이 발생한 경우
		지지핀 손실	●		육안	a : 지지핀이 존재한 경우 b : 지지핀이 존재하지 않는 경우(장착)
		지지핀 지름		●	레이저 프로파일러	a : 지름 11.5mm 이상 b : 지름 11.5mm 미만(교체)
	나사부 (알나사, 숫나사)	마모		●	레이저 프로파일러	a : 나사산 깊이 1.5mm 이상 c : 나사산 깊이 1.5mm 미만(폐기)
		알나사 핸들 및 장착부 이상	●		육안	a : 이상이 없는 경우 b : 정비가 가능한 경우 c : 정비가 불가능한 경우

도면4a



도면4b



도면5

가설기자재의 상태등급	평가 기준	비고
A	각 영향요인 항목이 모두 판정기준 a인 것	재사용
B	각 영향요인 항목이 모두 판정기준 a, b이고 판정기준 c가 없는 것	정비 및 수리
C	각 영향요인 항목에 판정기준 c가 한 개 이상 존재하는 것	폐기