

2021. 06

유망시장 Issue Report

비파괴검사



목 차

I . 개요	01
II . 정책 동향	06
III . 기술 동향	14
IV . 시장 동향	23
V . 산업 동향	29

I. 개요

1. 아이템 개요

- 비파괴검사란, 재료나 제품에 물리적인 현상(방사선, 초음파, 전자기 등)을 이용하여 검사할 대상물을 손상시키지 아니하고 그 대상물의 결함의 유무와 상태 또는 성질 내부구조 등을 조사하고 판단하는 기술적인 행위를 의미
 - 완제품 및 WIP(Work-in-Progress) 제품에서 표면 및 표면 하단의 결함을 조기에 감지할 수 있어 제조 공정에서 중요한 품질 관리 도구로 사용됨
- (활용 분야) 전력, 원자력, 건축토목, 항공 우주, 기계·철강, 자동차, 전자, 화학석유, 식품 등 분야의 품질 관리, 공정관리, 안전유지 관리뿐만 아니라 환경 관리, 의료바이오 분야의 진단 등 매우 폭넓은 분야에서 활용됨



[그림] 비파괴 기술의 활용 분야

- (종류) 비파괴검사기술의 진흥 및 관리에 관한 법률 제2조에 따라 크게 11가지 방법으로 분류됨

- 방사선 비파괴검사, 초음파 비파괴검사, 자기 비파괴검사, 침투 비파괴검사, 와전류 비파괴검사, 누설 비파괴검사, 기타방법(육안, 음향방출, 열화상, 중성자, 응력측정)으로 분류

[표] 비파괴검사 방법의 종류

검사방법	기본 원리
방사선 투과검사(RT)	투과성 방사선을 시험체에 조사하였을 때 투과 방사선의 강도 변화 즉, 건전부와 결함부의 투과선량의 차에 의한 필름상의 농도 차로부터 결함을 검출
초음파 탐상검사(UT)	초음파가 음향임피던스가 다른 경계면에서 반사, 굴절하는 현상을 이용하여 대상의 내부에 존재하는 불연속을 탐지하는 기법
자분탐상검사(MT)	검사대상을 자화시키면 불연속부에 누설자속이 형성되며 이 부위에 자분을 도포하면 자분이 집속됨
침투탐상검사(PT)	표면으로 열린 결함을 탐지하는 기법으로 침투액이 모세관현상에 의하여 침투하게 한 후 현상액을 적용하여 육안으로 식별
와전류 탐상검사(ET)	전자유도에 의해 와전류를 발생하며 시험체 표층부의 결함에 의해 발생한 와전류의 변화를 측정하여 결함을 탐지
누설검사(LT)	암모니아, 할로겐, 헬륨 등의 기체 또는 물을 이용하여 누설을 확인하여 대상의 기밀성을 평가하는 검사
음향방출검사(AE)	하중을 받고 있는 재료의 결함부에서 배출되는 응력파를 수신하여 분석함으로써 결함의 위치 판정, 손상의 진전감시 등 동적거동을 판단하는 검사방법
육안검사(VT)	인간의 육안을 이용하여 대상의 표면에 존재하는 결함이나 이상유무를 판단하는 가장 기본적인 비파괴시험법이며 경우에 따라서 광학기기를 이용하여 관찰하기도 함
적외선검사(IRT)	시험체 표층부에 존재하는 결함이나 접합이 불완전한 부분에서 방사된 적외선을 감지하고, 적외선 에너지의 강도 변화량을 전기신호로 변환하여 결함부와 건전부의 온도정보의 분포패턴을 열화상으로 표시하여 결함을 탐지
중성자 투과검사(NRT)	중성자가 직접적으로 필름을 감광시키지 않지만 변환자에 조사되어 방출되는 2차 방사선에 의하여 방사선투과사진을 얻는 기법

※ 출처 : 한국비파괴검사학회 홈페이지

○ 비파괴검사기술이 우리나라에 처음 도입된 것은 1960년대 초이며 정부의 경제개발계획에 의한 중화학공업 입국정책에 따라 각종 플랜트가 건설되고 조선공업, 방위산업 등 고부가가치 산업이 발달함에 따라 비파괴검사의 수요가 급증함

- 특히 고도의 신뢰성과 안전성이 요구되는 우주, 방산, 원자력산업의 발달과 더불어 그 중요도도 급격히 증대하고 있음

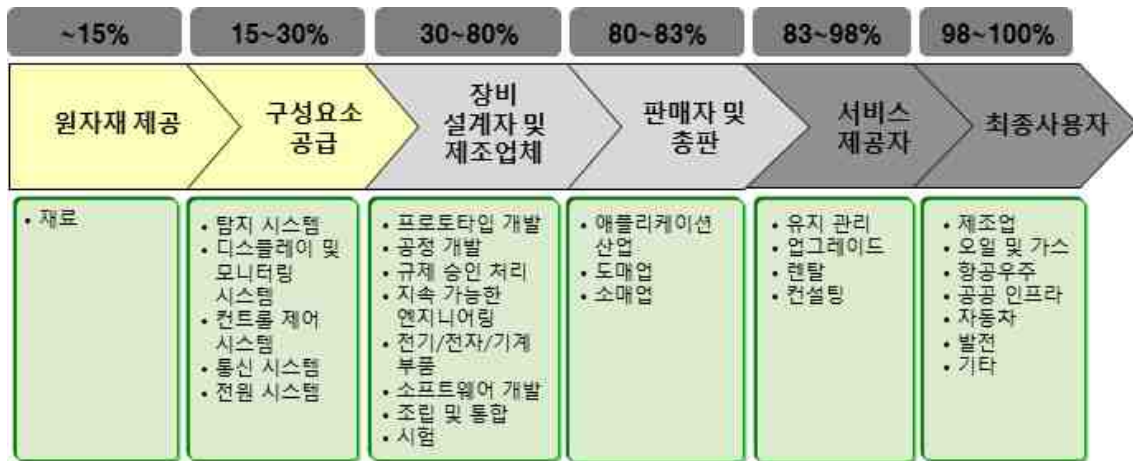
○ 국내 산업현장에서는 여러 비파괴검사 방법 중 방사선 비파괴검사의 비중이 약 40% 이상으로 가장 많이 활용

- 최근 방사선피폭 문제 등에 따른 안전규제 강화에 따라 방사선 비파괴검사를 대체할 수 있는 검사 방법(자동 초음파 비파괴검사(PAUT*))의 도입이 확대되는 추세

* PAUT(Phased Array Ultrasonic Testing) : 위상배열 초음파 검사를 말하는 것으로 여러 진폭을 갖는 물체에 투과 2차원 열상을 실시간으로 제공하는 검사기법을 의미

2. Value Chain

- 글로벌 비파괴 시험 및 검사 시장의 가치 사슬(Value-chain)은 원자재 제공, 구성요소 공급, 장비 설계자 및 제조업체, 판매자 및 총판, 서비스 제공자, 최종사용자로 구성됨



[그림] 글로벌 비파괴 시험 및 검사 시장의 가치 사슬(Value-Chain)

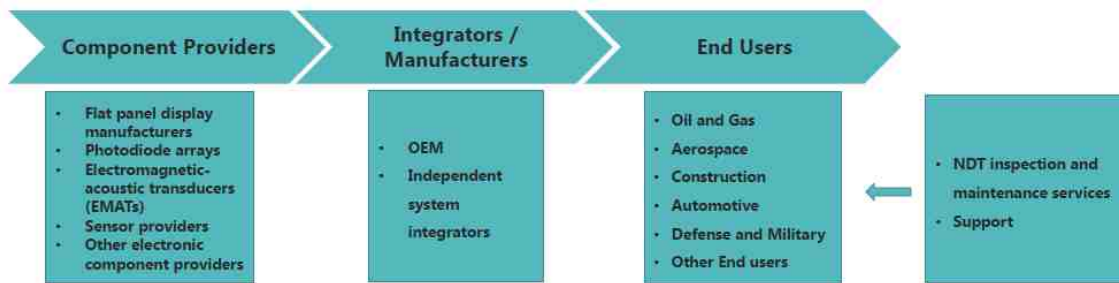
※ 출처 : NON-Destructive Testing and Inspection Market, MarketsandMarkets, 2020

- (Component Providers) 음향 변환기, 센서, 카메라 및 평면 패널 디스플레이 등 NDT 기술을 기반으로 최종 사용자의 다양한 니즈를 반영한 부품을 개발하고 제조

- 최종사용자들이 특정 수요에 따라 애플리케이션 고유의 솔루션을 선택하기 때문에 NDT 기기의 신뢰성은 업계에서 매우 중요

- (Integrators / Manufacturers) NDT 기기 제공자는 석유, 가스, 자동차, 수송 등, 다양한 최종 유저 산업에 대응하고 있으며 몇몇 산업은 서로 다른 부품의 신뢰성을 유지할 위해 제조 프로세스 내 NDT 기기를 통합하려 하는 경향이 있음

- NDT 지원 및 서비스는 최종사용자의 고객 수가 증가하고 시스템의 복잡성이 증가하면서 업계 전체에서 중요한 역할을 수행하고 있으나 NDT 기기 제조업체의 가치사슬에는 포함되지 않음



[그림] 글로벌 비파괴 시험 및 검사 시장의 가치 사슬(Value-Chain)

※ 출처 : NON-Destructive Testing and Inspection Market, Mordor Intelligence, 2020

II. 정책 동향

1. 국내 정책 동향

가. 비파괴검사기술의 진흥 및 관리에 관한 법률 제정

○ 비파괴검사기술은 사회기간시설의 안전성 확보와 첨단제품의 물리적 신뢰성 확보를 위해 매우 중요한 기술

- 정부는 2005년 다양한 첨단기술을 개발하고 산업적 활용을 촉진하기 위하여 ‘비파괴검사기술의 진흥 및 관리에 관한 법률’을 제정함으로써 제도적 지원체제 제정

○ (목적) 비파괴검사기술의 진흥 및 관리에 관한 법률은 비파괴검사기술의 진흥과 연구개발을 촉진하여 기술경쟁력을 높이고, 이를 산업활동에서 효과적으로 활용함으로써 검사 대상물의 안전성을 증진을 목적으로 시행

- 비파괴검사기술 진흥계획 수립, 비파괴검사기술의 육성, 국제협력 및 해외 진출의 지원, 비파괴검사기술 정보관리체계의 구축, 비파괴검사업무 수행 절차 등의 내용으로 구성됨

○ 비파괴검사 기술 진흥계획은 다음 6가지의 항목을 수록하여 5년마다 수립

- 비파괴검사기술의 진흥 및 관련 산업에서의 활용에 관한 사항
- 장비개발 등 그 성과의 실용화에 관한 사항
- 전문 인력의 양성 및 활용에 관한 사항
- 비파괴검사 관련 연구기관 및 단체의 육성에 관한 사항
- 국제협력 및 해외 진출의 지원에 관한 사항
- 비파괴검사기술 관련 지식·정보의 관리체계 구축에 관한 사항

나. 방사선 분야 육성 계획 발표

- 문재인 정부는 2017년 12월에 발표한 ‘미래원자력기술 발전전략’ 에서 의료·바이오 등 타 분야 활용을 확대하기 위한 방사선 기술 투자 확대를 계획
 - 2018년 미래원자력 분야 투자 계획 중 약 30%를 방사선 기술 분야에 투자
 - 발전전략에서 제시한 연구개발 추진 방향을 구체화하기 위한 단기 과제는 2018년 원자력 연구개발 사업 시행계획에 반영하여 투자할 계획이고, 발전전략을 반영한 보완계획을 통해 ‘원자력 R&D 5개년 계획 (2017~2021년)’ 을 수정·보완 예정



[그림] 미래원자력기술 발전전략 투자 계획

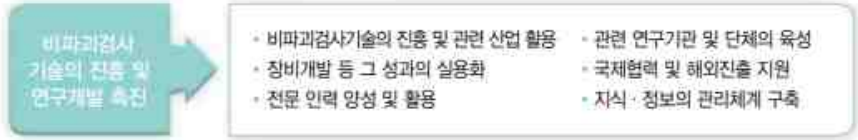
※ 출처 : KISTEP 기술 동향브리프 13호 방사선 이용기술, KISTEP, 2018

- 박근혜 정부에서도 원자력진흥위원회를 통해 「원자력창조경제 실천 계획(2013년)」을 수립하고, 주요 정책 방향으로 방사선 분야 기업 및 산업체 매출액 증대, 방사선 제품 자급률 제고, R&D 투자 확대 등을 제시하였음
 - 신산업 창출 및 기업지원 등을 포함한 계획으로 ‘원자력 블루오션 시장 창출을 통한 창조 경제 선도’라는 비전을 제시
 - R&D 측면에서는 원자력 분야 정부 R&D 투자액 중 방사선 투자 비중을 50%까지 확대하는 목표 제시

다. 비파괴검사기술 진흥계획(과학기술정보통신부) 발표

- 비파괴검사기술(NDT)의 진흥 및 연구개발 촉진을 위한 중점전략 및 추진과제 수립을 위해 제1차 비파괴검사기술 진흥계획(2007~2011년), 제2차 비파괴검사기술 진흥계획(2012~2016년)에 이어 제3차 비파괴검사기술 진흥계획(2017~2021년)을 수립

[표] 제3차 비파괴검사기술 진흥계획(2017~2021) 개요

구분	세부내용
계획명	▪ 「제3차 비파괴검사기술 진흥계획」
계획기간	▪ 2017년~2021년(5년)
수립근거	▪ 「비파괴검사기술의 진흥 및 관리에 관한 법률」 제3조
세부내용	▪ 비파괴검사기술(NDT) 기술의 진흥 및 연구개발 촉진을 위한 중점전략 및 추진과제 수립 

※ 출처 : 제2차 방사선진흥계획, 과학기술정보통신부, 2017

○ 3차 비파괴검사 기술 진흥계획에서는 4가지 정책과제를 제시

- ① 비파괴검사 핵심원천기술 개발로 6대 산업 분야(에너지, 수송, 인프라, 중화학, 부품소재, 바이오)의 선진국 기술에 대응 가능한 기술개발, 기초 기술을 중심으로 향후 기술 발전이 가능한 원천기술 개발
- ② 비파괴검사 실용화 기술개발로 국제적으로 뒤처진 기술 분야의 시급성을 고려한 실용화 기술개발, 2020년 세계 비파괴검사 학술대회(WCNDT)를 목표로 상용화 기술 및 장비개발
- ③ 비파괴검사 전문 인력 양성으로 첨단 비파괴검사기술 교육 훈련 센터 및 구축, 비파괴검사 고급 인력 양성체계 구축
- ④ 비파괴검사 산업기반 강화로 비파괴검사 기술정보 인프라 구축 및 산업현장 맞춤형 인력 공급, 국제협력 및 해외 진출 지원

[표] 3차 비파괴검사 기술 진흥계획 과제

정책과제	추진과제	세부내용
비파괴검사 핵심 원천기술 개발	새로운 초음파 탐촉자 개발을 통하여 기존의 검사장비를 대체할 수 있는 고해상도 영상화 기술 구현	전파왜곡 억제 및 고해상도의 영상이미지 개선을 위한 전단파(SH파) 기반 위상배열 트랜스듀서 개발
		3차원 초음파검사용 초음파 탐촉자 제조 및 응용 기술 개발을 통하여 입체화된 결함 이미지 확보
		방사선 보완 기술로 2D 플렉서블 위상배열 초음파 영상진단 시스템 개발을 통한 기술의 완성도 향상
		현재의 검사기술로 대응하기 어려운 잠식손상의 진단을 위한 핵심원천기술 개발
	선진국 상용화 검사기술을 대체할 수 있는 대안 원천기술 개발을 통하여 기술 종속화 탈피	독일 등 선진국에서 자동차 산업에 사용 중인 스폿 접합부 건전성 확보를 위한 적외선 열화상 응용 결함 검출 기술 개발
비파괴검사 실용화 기술 개발	접근이 어려운 중화학 설비 검사에 필요한 기술 개발을 통한 효율성과 안전성 개선	복합재료 검사를 효율적으로 할 수 있는 비접촉 영상화 기술 개발
		차폐, 보온재 비해체 방식에 의한 중화학 설비 검사 장비개발
	원거리에서 다양한 검사를 적용할 수 있는 다중 센싱 기술 개발	방사성동위원소 및 에너지의 제어를 통한 비파괴검사기술 개발을 통하여 안전한 방사선 검사기술 구현
		저선량의 방사성동위원소를 이용한 감마선 CT 시스템 개발
		바이오 재료에 적용이 가능한 비파괴검사기술 개발
비파괴검사 전문 인력 양성	비파괴검사 고급 인력양성을 통한 국내 기술의 선진화	웹기반 실시간 원격 NDT&E 기술 실용화 연구
		압전 페인트기반 대면적 구조물의 안전성 상시 감시기술 개발
비파괴검사 산업기반 강화	국내 비파괴검사 산업의 기반을 선진국 수준으로 강화	첨단 비파괴검사기술 교육훈련센터 구축
		비파괴검사 고급 인력 양성체계 구축
비파괴검사 산업기반 강화	국내 비파괴검사 산업의 기반을 선진국 수준으로 강화	비파괴검사 기술정보 인프라 구축 및 산업현장 맞춤형 인력 공급
		국제협력 및 해외진출 지원

※ 출처 : 제2차 방사선진흥계획, 과학기술정보통신부, 2017

라. 2021년도 원자력연구개발사업 시행계획 발표(과학기술정보통신부)

- (목적) 비파괴검사의 신뢰성을 높이고, 기술한계(판독 오류 방지 및 검사 일관성 유지 지원, 비파괴검사 신수요 대응)를 극복하기 위하여 데이터 과학을 기반으로 차세대 비파괴검사 핵심기술 개발
- (추진내용) 데이터 기반 지능형 검사솔루션을 활용한 비파괴검사 인프라 구축 및 솔루션 개발에 필요한 요소기술 개발
 - (표준데이터 체계) 비파괴검사 표준데이터 분류 체계 및 검사기술·대상별 표준데이터 형식 개발
 - (표준데이터 생산 기반구축) 표준데이터 생산을 위한 표준 시편 확보 및 표준데이터 생산 절차 기본 설계
 - (현장데이터 수집 및 분석) 현장데이터 표준데이터화를 위한 현장 수집 데이터 분석 및 현장 시편 입수
 - (주요 검사기술 솔루션) 주요 검사기술 분야 학습데이터 확보 및 데이터 전처리 기술 개발
 - (난제 해결 솔루션) 검사 난제 분야 학습데이터 확보를 위한 데이터 수집 체계 구축
- (투자계획) 2021년 40억 원을 데이터 과학 기반 차세대 비파괴검사 기술 개발을 위해 투자 예정

2. 해외 정책 동향

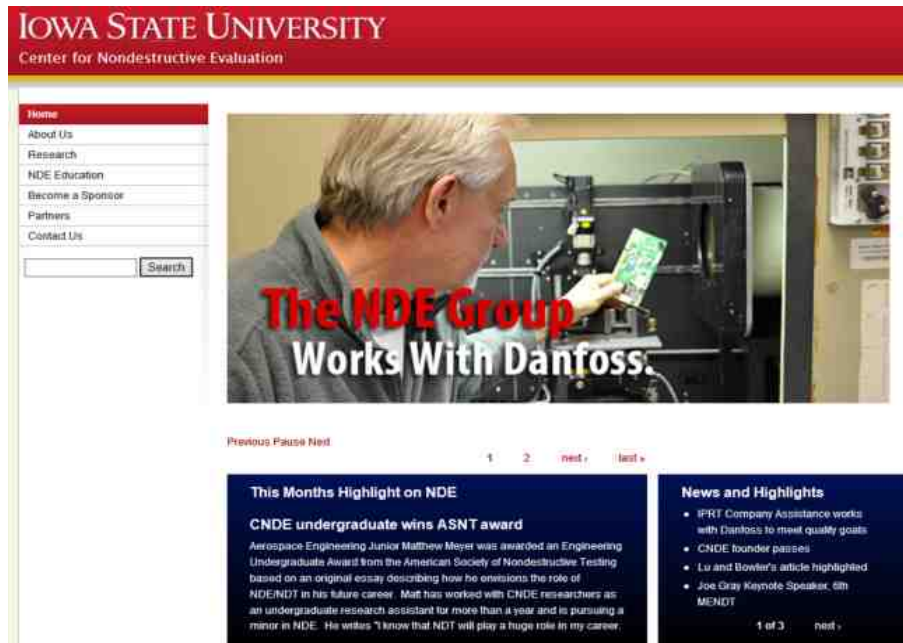
- 전 세계적으로 방사선 이용 증대와 함께 방사선 기술에 관한 관심이 증가하면서 다자간의 공동연구를 위한 지원이 활발해지는 추세
 - IAEA(Department of Nuclear Science & Applications)는 과거에 주로 원자력발전, 핵 비확산, 안전 분야 위주로 협력을 추진하였으나, 원자력 응용 분야의 중요성이 증대되면서 원자력을 다양한 분야에 응용하기 위한 기술개발 협력을 점차 확대
 - IAEA 원자력과학 응용부에서는 의학, 농업, 환경 분야에서 여러 국가 및 국제기구들과 협력, 공동연구를 추진 중
 - 한국원자력연구원 첨단방사선연구소는 환경, 신소재, 식품, 생명공학 4개 분야에서 IAEA 협력센터로 지정되어 아태지역 방사선 기술의 허브 역할을 수행 중
- 선진국의 경우 1980년대부터 방사선 기기 분야를 전략산업으로 집중적으로 육성하여 현재는 정부의 정책지원보다 기업 중심의 투자가 이루어지고 있음
 - 선진국의 주요 3사(Siemens, GE, Philips)가 특허장벽을 이용해 해당 시장을 과점(세계 90% 공급)함으로써 후발국 진입 곤란

가. 미국

- 미국 국방과 항공 연구 투자의 일환으로 1960~1970년대 DARPA* 프로젝트 추진

* DARPA : DoD' s Advanced Research Project Agency, 미 국방성 연구 기관)

- 미국 아이오와 주립대와 NASA AMES 연구소가 있는 아이오와주 Ames 시에 대형 NDT 연구센터(CNDE)가 미국 의회와 정부의 지원으로 80년대에 설립되어 성공적으로 운영 중
- 권역별로 미국 동부의 펜실베이니아 주립대학교, 중서부의 노스웨스턴대학교 및 서부의 스탠포드대학교 등을 중심으로 각 권역별 NDT 연구센터가 설립되어 인력양성과 첨단 연구개발의 메카로 자리 잡음



[그림] CNDE (Center for Nondestructive Evaluation) 운영

※ 출처 : 비파괴검사 기술·육성을 위한 연구기반구축 방안 연구, 미래창조과학부, 2014

- 주요한 연구 센터로는 CNDE(미 Iowa 주립대), CQEFPP(미 노스웨스턴대), PSU(미 펜실베이니아 주립대), GIT(미 조지아 공대) 등이 있음
- 이중 특히 CNDE(Center for Nondestructive Evaluation)는 1985년 NSF의 지원으로 설립되어 운영되고 있으며 NASA, FAA 및 20여 개 기업체 파트너십 운영되고 있고 현재 NDT 기술의 종합적인 연구센터로서 다양한 첨단 비파괴 연구를 활발히 수행

나. 영국

- 중앙정부 차원에서 10여 년 전부터 런던의 임페리얼대학교, 워릭대학교 등 권역별 5개 주요 지역 거점대학을 중심으로 NDT 분야의 특화 인력 양성 및 기반 연구센터를 지원 육성
- 이를 토대로 용접연구소(TWI) 등과 같은 대형 공기업 연구센터로 성공적인 기술 이전이 이루어져 상업화 연구 활성화
- 미국과 마찬가지로 다양한 비파괴 기법에 대한 연구가 대학 내에 설치된 연구센터를 중심으로 동시에 이루어짐



[그림] 영국 TWI (The welding institute)의 NDT 기술 그룹 운영 현황

※ 출처 : 비파괴검사 기술 · 육성을 위한 연구기반구축 방안 연구, 미래창조과학부, 2014

Ⅲ. 기술 동향

1. 기술범위 및 특징

○ 비파괴검사(NDT : Non Destructive Testing)는 ‘물리적 현상의 원리를 이용하여 검사할 대상물을 손상하지 아니하고, 그 대상물에 존재하는 불완전성을 조사·판단하는 기술적 행위(비파괴검사기술 진흥 및 관리에 관한 법률 제2조)’로 정의

- 방사선, 초음파 등의 물리적 원리를 이용해 검사 대상물을 파괴하지 않고 내부 구조 및 결함의 유무, 상태 등을 검사

○ (목적) 비파괴검사의 주된 목적은 검사 대상물의 신뢰성을 확보하는 것에 있으며, 제조기술을 개선하고 원가 절감에 기여

○ (종류) 비파괴검사기술의 진흥 및 관리에 관한 법률 제2조에 따라 크게 11가지 방법으로 분류됨

[표] 각 비파괴검사 방법의 특징 및 사용처

검사방법	검출대상 및 적용	특징
방사선 투과검사(RT)	용접부, 주조품 등의 대부분 재료의 내외부 결함 검출	- 영구적인 기록 수단 - 모든 종류의 재료에 적용 가능 - 표면결함 및 내부결함 검출 가능 - 방사선안전관리 요구
초음파 탐상검사(UT)	용접부, 주조품, 압연품, 단조품 등의 내부 결함 검출 및 두께 측정	- 결함의 위치 및 크기 추정 가능 - 표면 및 내부결함 탐상 가능 - 자동화 가능
자분탐상검사(MT)	강자성체 재료의 표면 및 표면직하 결함 검출	- 강자성체에만 적용 가능 - 장치 및 방법이 단순 - 결함의 육안 식별 가능 - 비자성체에는 적용 불가 - 신속하고 저렴
침투탐상검사(PT)	용접부, 단조품 등의 비기공성 재료에 대한 표면개구결함 검출	- 거의 모든 재료에 적용 가능 - 현장 적용이 용이, 제품의 크기 형상 등에 크게 제한받지 않음 - 장비 및 방법이 단순
와전류 탐상검사(ET)	파이프, 봉, 강판 등 전도체재료의 표면 또는 표면근처의 결함검출, 물성측정	- 비접촉탐상, 고속탐상, 자동탐상 - 각종 도체의 표면결함탐상 - 열교환기 튜브의 결함탐지

검사방법	검출대상 및 적용	특징
누설검사(LT)	압력용기, 저장탱크, 파이프라인 등의 누설 탐지	- 관통된 불연속만 탐지가능 - 최종 건전성시험으로 주로 사용
음향방출검사 (AE)	모든 재료에 적용하며 소성변형, 균열의 생성 및 진전 감시 등 동적거동 파악, 결함부의 취이판정 및 재료의 특성평가에 이용	- 미시균열의 성장 유무 - 회전체 이상진단 등의 감시기법 - 카이저효과 - 소성변형 및 전위를 위한 에너지 필요 - 불연속의 정적거동은 탐지불가
육안검사 (VT)	모든 비파괴시험 대상체의 이상 (결함의 유무, 형상의 변화, 광택의 이상이나 변질, 표면거칠기 등) 유무를 식별하며 또 취약부의 선정에도 활용	- 가장 기본적인 비파괴시험법 - 검사의 신뢰성 확보가 어려움 - Bore-scope나 Fiber-scope 및 소형 TV촬영기 등에 의한 파이프 내면 정밀탐상 - 광섬유를 이용한 고정도의 내시경 검사 가능
적외선검사 (IRT)	각종 재료표면 결함의 고감도 검출, 철근콘크리트의 열화진단, 강도측정, CFRP 등 복합재료의 내부결함 검출, 열탄성효과에 의한 응력측정	표면상태에 따라 방사율의 편차가 크기 때문에 결함검출시 편차가 생기지 않도록 배경잡음, 전파경로에서 흡수산란의 영향을 제거할 필요가 있음
중성자 투과검사 (NRT)	높은 원자번호를 갖는 두꺼운 재료의 검사에 이용하며 또 핵 연료봉과 같이 높은 방사성 물질의 결함검사에 적용	방사선투과검사가 곤란한 검사 대상물에 적용 (납과 같은 비중이 높은 재료에 적용)

※ 출처 : 한국비파괴검사학회 홈페이지

○ (활용 분야) 비파괴검사 기술이 활용되는 산업 분야는 전력, 원자력, 건축·토목, 항공·우주, 기계·철강, 자동차, 전자, 화학·석유, 식품 등 분야의 품질관리, 공정관리, 안전유지 관리뿐만 아니라 환경관리, 의료·바이오 분야의 진단 등 매우 폭넓은 분야에서 활용

- (원자력 발전) 1974년 표준화된 비파괴검사 규격이 도입된 이래 지난 20여 년간 많은 사고/고장으로 원자력발전소의 안전운전을 보장하는데 비파괴검사 기술의 신뢰성이 의심되어 현재 대안 마련을 위한 연구 진행 중
- (건축·토목) 구조물에 대한 검사 및 지반에 대한 평가나 모니터링에 이용하며 주로 강구조 부재의 용접 부분이나 접합 부분, 콘크리트를 검사
- (기계(철강, 자동차, 조선, 항공, 우주)) 산업기계, 건설기계, 자동차, 조선, 철도, 철강, 항공, 우주 등 매우 광범위하게 사용되며 전통적으로 중요시되어 온 용접부나 접합부의 결함 검사 이외에도 재질의 평가나 품질보증 및 관리의 수단 등 다양한 목적으로 활용됨

- (전자(반도체, 가전, 통신)) 주로 공정에서의 품질 관리 및 품질보증 측면에서 이용되며 검사에는 일반적으로 수침형의 초음파현미경 기술이 활용됨
- (의료·바이오(의료 진단, 농업, 축산업, 임업, 어업, 식품)) 청과물의 성숙도 및 내부결합 검사(초음파, 탄성파, X-선, 근적외선), 목재의 구조 특성 및 건전성 평가(초음파, X-선), 어군 탐지기, 도축 전후의 육우 품질평가, 식품 공정에서의 근적외선에 의한 성분 모니터링, 초음파에 의한 유가공품의 품질 관리 등에 활용됨

2. 국내/외 기술 Trend

- 비파괴검사 장비는 고정밀도를 필요하여 연구개발비가 많이 필요하나 국내 시장규모가 상대적으로 적음에 따라 국산화 연구개발보다는 해외 장비 의존도가 높은 편
- 비파괴검사의 가장 많이 이용되는 방사선의 안전 규제 강화로 인해 방사선 대체기술 연구를 추진

가. 비방사성 비파괴검사 기술 개발

- 산업적으로 사용되는 비파괴검사는 방사성 핵종을 이용한 전리(電離) 방사선을 사용하여 물질을 투과하여 이미지를 생성하기 때문에 작업자는 인체에 유해한 방사선에 노출될 수 있음
 - 비파괴검사 업체에서 방사선 피폭으로 사망사고가 잇따라 발생하고, 안전조치가 미흡하여 개선이 필요

[표] 방사성 비파괴검사기술의 기술적 장점 및 단점

장점	단점
▪ 두께차를 가지는 구상결함검출 능력이 우수 ▪ 모든 재질에 적용할 수 있으며 시험체 내부에 존재하는 불연속을 검출 가능 ▪ 검사 결과를 영구적으로 기록, 보존 가능 ▪ 결함의 종류와 형상을 알 수 있음	▪ 방사선 안전 관리가 요구 ▪ 라미네이션이나 방사선 조사 방향에 대해 15도 이상 기울어져 있는 균열 등은 검출 불가능 ▪ 현상이나 필름 판독을 해야 결과를 알 수 있음 ▪ 미세 균열은 검출되지 않는 경우도 있음 ▪ 판두께가 두껍게 되면 검출이 불명확 (두께 25~30mm 정도가 적당)

※ 출처 : 새한검사기술(주) 홈페이지

- 방사선을 대체하는 기술로 주목받는 것은 주로 특수 에너지원(주로 전자기파)을 이용한 검사 기술들이며, 대표적으로 마이크로파와 테라헤르츠파를 응용한 비파괴검사기술이 개발
- 우수하고 실용적인 테라헤르츠파 기술은, 소자 개발, 분광, 영상 기술 등의 기초 과학 분야는 물론, 의공학, 보안, 환경, 우주, 정보통신 등의

다양한 응용과학 분야에서 이미 그 중요성이 검증되었고, 매우 다양하고 광범위한 연구들이 진행 중

- THz는 금속을 제외한 대부분의 물질을 투과하는 성질을 가지고 있어 가시광선으로 볼 수 없는 숨어있는 물질을 감별해 낼 수 있으며 공항 등에서 검색을 위해 이용 가능
- 매우 낮은 에너지 영역인 THz는 인체에 전혀 무해하며 특정 화학물질의 흡수 주파수가 THz에 해당하여 다양하고 복잡한 품질 관리는 물론 봉투 안에 숨겨진 마약 등 위험물질의 검색과 약품의 품질검사 등에도 이용될 수 있음
- 비이온화 특성으로 인해 무해하다는 점과 시간 의존형 데이터 추출법을 이용해 시차로부터 물질의 깊이 정보를 알아낼 수 있다는 점에서 오래된 골동품이나 미술품의 성분을 분석하는 데에도 활용 가능

○ (대명티에스-ETRI) 테라헤르츠파를 이용한 공항 보안 검색 시스템 공동연구 추진

- 테라헤르츠 대역 소자를 집적해 3차원 보안 검색 영상을 획득하면서 기존 기술보다 정교하고 빠르게 보안 검색을 수행하여 비금속 재질도 탐색 가능

○ (마인즈아이) 넥스트아이의 자회사인 마인즈아이는 국책 사업인 '2020년 테크브릿지 활용 상용화 기술개발사업'에 선정돼 THz파 광학기기 및 부품 국산화를 통한 비파괴검사 시스템 개발 진행 중

- 전북대학교 산학협력단으로부터 'THz파 기반의 복합재 구조물 비파괴 비접촉검사 장치 및 방법'에 대한 기술을 이전받아 THz파 기반의 비파괴검사 시스템 개발을 진행

나. 초음파탐상검사(Ultrasonic Testing, UT)기술 개발

○ UT는 가장 보편적인 NDT 방법의 하나로서 짧은 파장과 높은 주파수의 초음파를 이용

- 높은 주파수의 음파가 시험대상 재료 속으로 진행할 때 결함이 나타나면 초음파는 반사하며, 음의 진행 시간과 신호의 진폭이 측정됨

- 레이저 초음파는 강력한 고주파 광대역 초음파신호를 생성하며, 재료 성질에 따라 다른 성질을 이용하여 그 응용 범위를 확장하고 있음
 - 초기 제강공장의 배관 두께 측정에 응용된 이후 근래에는 항공기 복합재료 부품 비파괴검사에 이용되고 있으며, 이 외에도 발전설비, 화학/석유화학, 금속 등 여러 분야에서 다양하게 응용
 - 금속, 복합재료, 세라믹, 플라스틱 등 기타 여러 재료를 원격 시험할 수 있는 기술로 발전
 - 위상 배열의 응용과 휴대형 컴퓨터 소프트웨어 및 하드웨어통합, 무선 송수신시스템 연계, 자동화 등이 추진되고 있어 앞으로도 응용 가능성이 높은 기술

- 방사선 안전관리 강화 추세로 인해 초음파 기반의 대체 검사기술인 TOFD, PAUT 기술의 수요 및 관심 증가
 - (TOFD(Time of Flight Diffraction) UT) 2개의 탐촉자를 통해 lateral 파, 반사파 및 회절파 등에 대한 전달 시차를 이용하여 결함 크기, 깊이 등을 측정하는 기법
 - (PA(Phased Array) UT) 여러 개의 탐촉자로 구성된 배열 탐촉자를 사용하여 시험편 내부로 진행하는 초음파를 전파 각도와 집속 위치를 전자적으로 조절하고, 초음파 신호의 수신 시 각각의 탐촉자가 받아들이는 신호를 전자적으로 처리하여 시험편 내부의 영상을 실시간으로 획득

[표] 방사선검사의 문제점과 PAUT와 TOFD의 장점

장점	단점
전체 공정 효율의 문제	▪ 검사 시 주변인원에 대한 피폭 우려가 없음 ▪ 검사수행을 위한 별도 공간 불필요 ▪ 이에 따라 검사와 기타공정의 병행 가능하여 공정효율 제고 가능
투입 검사인원 및 검사 속도 등 검사효율의 문제	▪ 최소 1인 검사가 가능 ▪ 2인 이상을 투입할 경우에도 검사 속도 약 10배로 RT를 상회 ▪ 이에 따라 검사효율 제고

장점	단점
검사기법상 한계의 문제	▪ 후판 검사 등 기존 방사능투과법 적용이 곤란한 경우에 활용 가능 ▪ 밀도 인피던스의 반사율 차를 이용하므로 X-ray 필름 상 검출률이 낮은 미세 크랙 등의 경우 활용 가능
검사 후 관리의 문제	▪ 검사자료가 전산화되므로 자료보관을 위한 별도 공간 및 노력 불필요
검사 환경의 열악성 및 안전문제	▪ 검사장소 및 시간에 구애받지 않아 RT에 비해 안전하고 보다 개선된 검사환경 구성 가능
검사원 근로의욕 저하	▪ 근본적으로 방사능 피폭 가능성 없음 ▪ 상대적으로 개선된 검사환경 ▪ 첨단장비를 취급한다는 자긍심 ▪ 검사자 근로의욕 저하요인 감소

※ 출처 : 비파괴검사기술 기반구축사업, 과학기술정보통신부, 2019

○ (윌텍이엔지) 스마트 초음파 자동검사시스템(브랜드:LION6)을 개발

- LION6는 고전압 펄스로 탐촉자를 여기(勵起)해서 피검체의 결함 또는 두께를 측정하여 사용자가 쉽게 확인할 수 있도록 PC 프로그램에 결과를 보여주는 첨단 검사시스템으로 강관 생산라인에서 동시에 검사가 가능해 품질관리의 수준을 향상 가능

○ (성산연구소) 초음파 비파괴검사장비 전문기업 성산연구소는 세계 초소형, 최저가 산업용 비파괴 초음파검사장비 ‘딥사운드 P1’ 을 개발

- 해외경쟁사들의 휴대용 장비들이 고가, 고사양인 점을 생각해 기존 고사양 휴대용장비(딥사운드 P5)의 기능과 성능을 동일하게 유지하면서 크기를 줄여 가격을 절반 이상으로 낮춤

다. 글로벌 기업 개발 동향

○ 세계 비파괴 시험 및 검사 시장에는 많은 기업이 존재하고 있어 경쟁이 치열함

- 시장의 기업들은 글로벌 입지를 확장하고 시장 점유율을 높이기 위해

다양한 전략을 채택하고 있으며, 주요 전략으로는 제품출시, 확장, 인수, 협업, 계약 및 파트너십이 있음

- 미국, 일본 등 선진국은 방사선 분야의 산업화가 성숙되어 연구소 및 기업 중심으로 자체 R&D가 주도적으로 수행되고 있음

○ (Olympus) 2017년 선명한 이미지를 제공하기 위해 도립 금속 현미경 Olympus GX53를 출시함

- Olympus GX53는 OLYMPUS Stream 이미지 분석 소프트웨어와 결합하여 생산성을 향상시키고 관찰에서 이미지 분석 및 보고에 이르는 검사 과정을 간소화함



[그림] Olympus의 GX53 사진

※ 출처 : Olympus 홈페이지

○ (Zetec) 2017년 완전 통합형 64채널 위상 배열 UT 장치인 TOPAZ64를 출시함

- 석유/가스, 발전, 제조 및 교통 분야의 정밀한 검사에 적합하며 검사대상이 복잡한 복합재료든 두꺼운 용접이든 상관없이 검사 가능



[그림] Zetec의 TOPAZ64 사진

※ 출처 : Zetec 홈페이지

- (GE) 2016년 산업 검사를 수행하기 위한 XL Vu 비디오 보스코프를 출시함
 - 기존보다 전반적인 검사 품질이 향상되고 우수한 이미징 기술 및 측정 시스템 기능이 있음



[그림] GE의 XL VU VIDEOPROBE 사진
※ 출처 : Sercal 홈페이지

- (Nikon) 2016년 수작업 준비 없이 광택이나 어두운 표면을 스캔할 수 있으며 전반적인 검사 품질을 향상한 HN-C3030 3D 측정 및 비접촉 검사시스템을 출시함

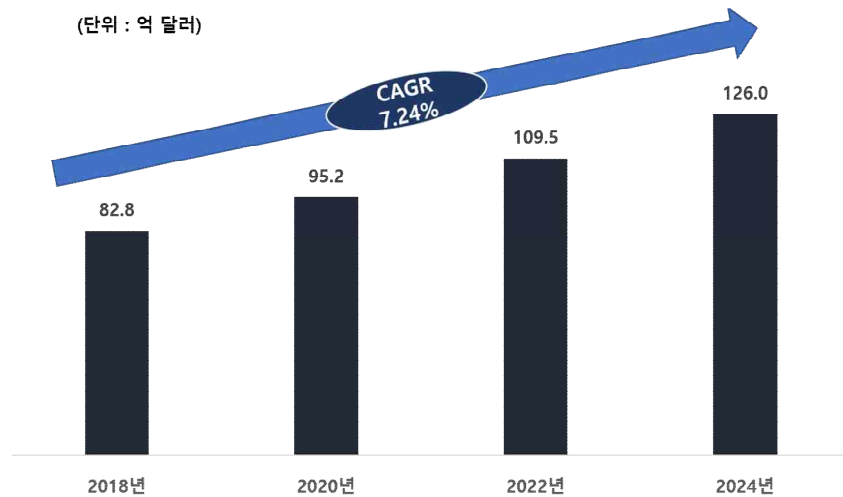


[그림] Nikon의 HN-C3030 사진
※ 출처 : Nikon 홈페이지

IV. 시장 동향

1. 글로벌 시장

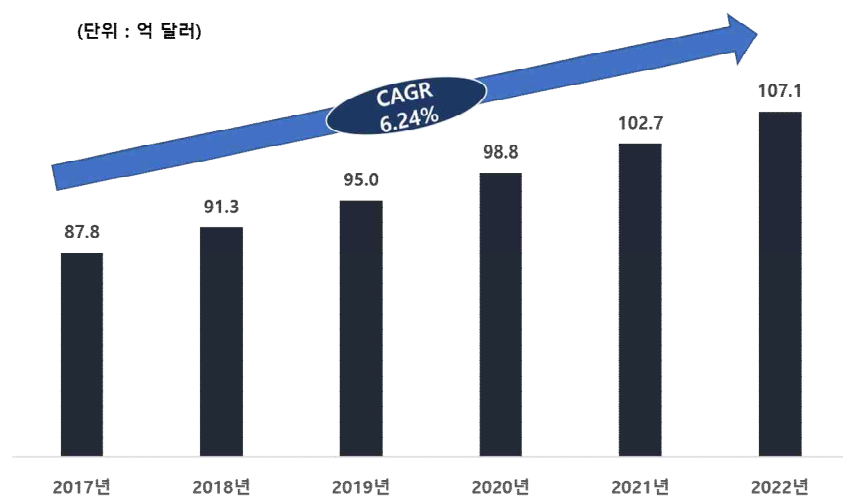
○ 전 세계 비파괴 시험 및 검사 시장은 2018년 82억 8,000만 달러에서 연평균 성장률 7.24%로 증가하여, 2024년에는 126억 달러에 이를 것으로 전망됨



[그림] 글로벌 비파괴 시험 및 검사 시장 규모 및 전망

※ 출처 : Non-Destructive Testing and Inspection Market, Marketsandmarkets, 2019

○ 글로벌 비파괴검사 서비스 시장은 2017년 87억 8,650만 달러에서 연평균 성장률 4.0%로 증가하여, 2022년에는 107억 1,220만 달러에 이를 것으로 전망됨

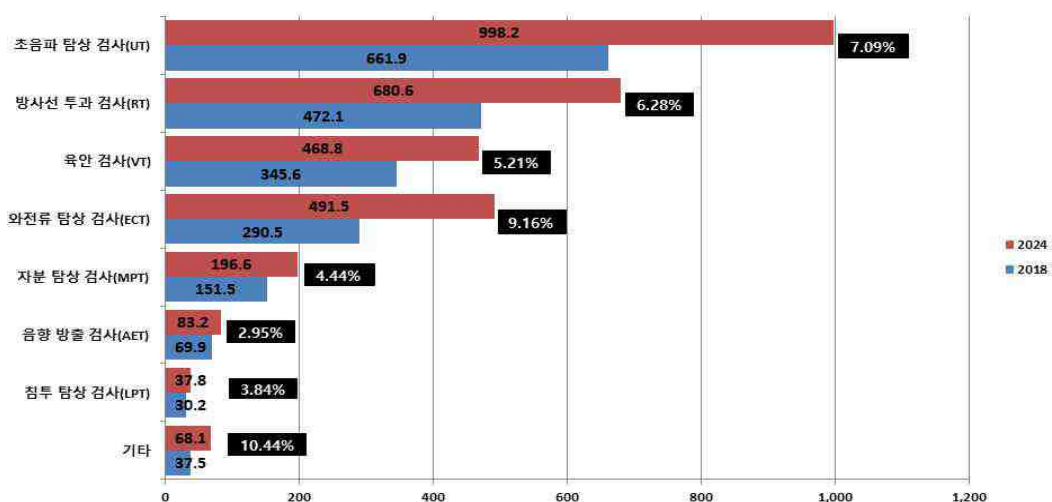


[그림] 글로벌 비파괴검사 서비스 시장 규모 및 전망

※ 출처 : Non-Destructive Testing and Inspection Market, Marketsandmarkets, 2019

○ 전 세계 비파괴 시험 및 검사 시장은 기술에 따라 초음파 탐상 검사(UT), 방사선 투과 검사(RT), 육안 검사(VT), 와전류 탐상 검사(ECT), 자분 탐상 검사(MPT), 음향 방출 검사(AET), 침투 탐상 검사(LPT), 기타로 분류됨

- 초음파 탐상 검사(UT)는 2018년 6억 6,190만 달러에서 연평균 성장률 7.09%로 증가하여, 2024년에는 9억 9,820만 달러에 이를 것으로 전망됨
- 방사선 투과 검사(RT)는 2018년 4억 7,210만 달러에서 연평균 성장률 6.28%로 증가하여, 2024년에는 6억 8,060만 달러에 이를 것으로 전망됨
- 육안 검사(VT)는 2018년 3억 4,560만 달러에서 연평균 성장률 5.21%로 증가하여, 2024년에는 4억 6,880만 달러에 이를 것으로 전망됨
- 와전류 탐상 검사(ECT)는 2018년 2억 9,050만 달러에서 연평균 성장률 9.16%로 증가하여, 2024년에는 4억 9,150만 달러에 이를 것으로 전망됨
- 자분 탐상 검사(MPT)는 2018년 1억 5,150만 달러에서 연평균 성장률 4.44%로 증가하여, 2024년에는 1억 9,660만 달러에 이를 것으로 전망됨
- 음향 방출 검사(AET)는 2018년 6,990만 달러에서 연평균 성장률 2.95%로 증가하여, 2024년에는 8,320만 달러에 이를 것으로 전망됨
- 침투 탐상 검사(LPT)는 2018년 3,020만 달러에서 연평균 성장률 3.84%로 증가하여, 2024년에는 3,780만 달러에 이를 것으로 전망됨
- 기타는 2018년 3,750만 달러에서 연평균 성장률 10.44%로 증가하여, 2024년에는 6,810만 달러에 이를 것으로 전망됨

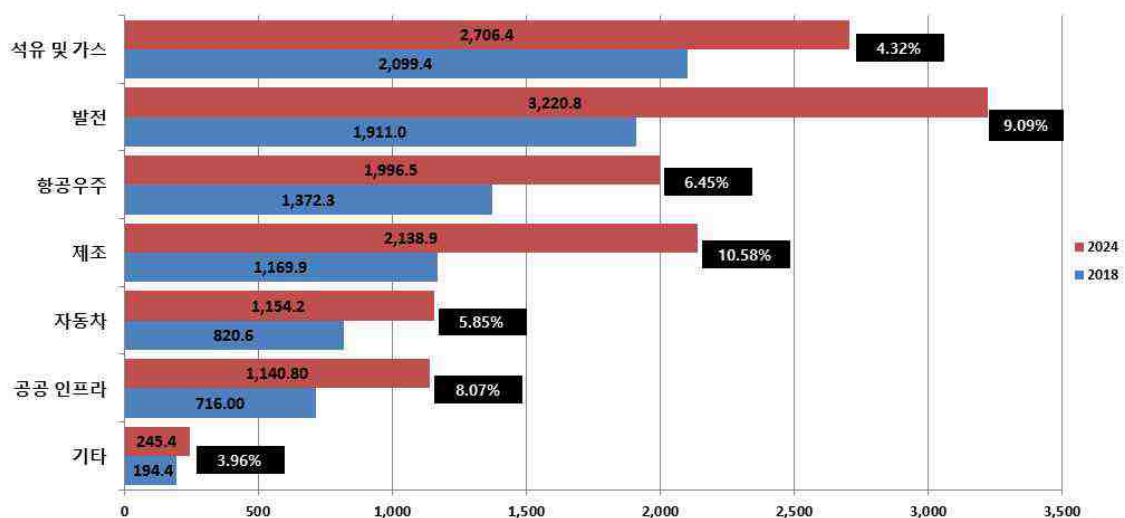


[그림] 글로벌 비파괴 시험 및 검사 시장의 기술별 시장 규모 및 전망 (단위: 백만 달러)

※ 출처 : Non-Destructive Testing and Inspection Market, Marketsandmarkets, 2019

○ 글로벌 비파괴 시험 및 검사 시장은 산업 분야에 따라 석유 및 가스, 발전, 항공우주, 제조, 자동차, 공공 인프라, 기타로 분류됨

- 석유 및 가스는 2018년 20억 9,940만 달러에서 연평균 성장률 4.32%로 증가하여, 2024년에는 27억 640만 달러에 이를 것으로 전망됨
- 발전은 2018년 19억 1,100만 달러에서 연평균 성장률 9.09%로 증가하여, 2024년에는 32억 2,080만 달러에 이를 것으로 전망됨
- 항공우주는 2018년 13억 7,230만 달러에서 연평균 성장률 6.45%로 증가하여, 2024년에는 19억 9,650만 달러에 이를 것으로 전망됨
- 제조는 2018년 11억 6,990만 달러에서 연평균 성장률 10.58%로 증가하여, 2024년에는 21억 3,890만 달러에 이를 것으로 전망됨
- 자동차는 2018년 8억 2,060만 달러에서 연평균 성장률 5.85%로 증가하여, 2024년에는 11억 5,420만 달러에 이를 것으로 전망됨
- 공공 인프라는 2018년 7억 1,600만 달러에서 연평균 성장률 8.07%로 증가하여, 2024년에는 11억 4,080만 달러에 이를 것으로 전망됨
- 기타는 2018년 1억 9,440만 달러에서 연평균 성장률 3.96%로 증가하여, 2024년에는 2억 4,540만 달러에 이를 것으로 전망됨



[그림] 글로벌 비파괴 시험 및 검사 시장의 산업 분야별 시장 규모 및 전망 (단위: 백만 달러)

※ 출처 : Non-Destructive Testing and Inspection Market, Marketsandmarkets, 2019

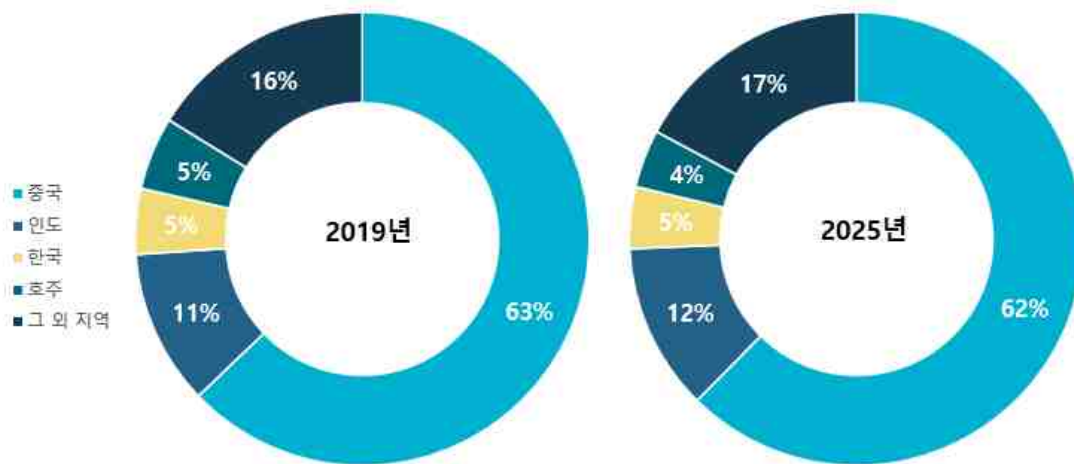
○ 비파괴 시험 및 검사 장비의 주요 최종 사용자는 발전, 석유 및 가스, 항공 우주 및 자동차 산업임

- 최종 사용자의 수요 증가로 인해 비파괴 시험 및 검사 시장은 추진력을 얻고 있음

- 세계 비파괴검사 시장을 최종 소비자별로 구분하면 주로 석유 및 가스 시장(약 40%)과 항공우주 부문(약 18%)에 의존적
- 비파괴검사 시장은 원유 가격 변동에 심한 영향을 받고 있으며, 낮은 원유 가격은 비파괴검사 시장에 진출해 있는 대부분의 기업들에게 손실을 발생

2. 국내 시장

- 아시아-태평양 비파괴검사 장비 시장을 지역별로 살펴보면, 2019년을 기준으로 중국 지역이 62.8%로 가장 높은 점유율을 차지하였고, 인도 지역이 11.1%, 호주 지역이 5.2%, 한국 지역이 4.7%, 기타 지역이 16.2%로 나타남



[그림] 아시아-태평양 지역 내 국가별 점유율 변화

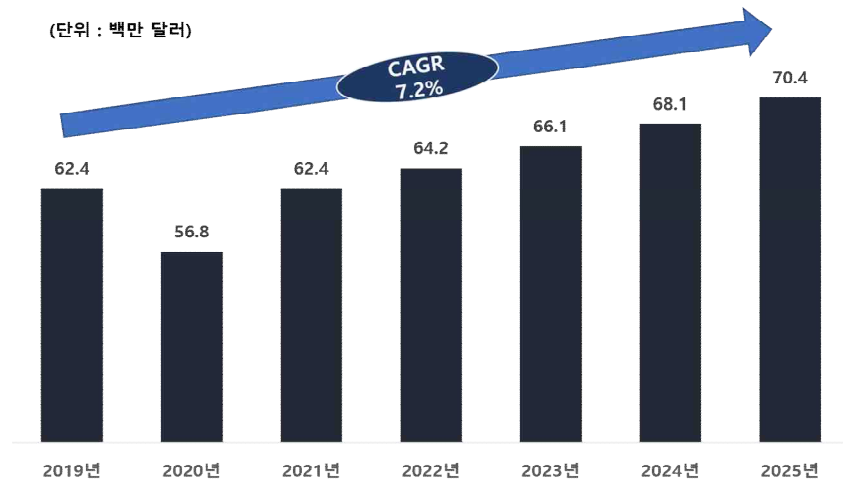
※ 출처 : NON-Destructive Testing and Inspection Market, Mordor Intelligence, 2020

[표] 아시아-태평양 지역 내 국가별 시장 규모 및 전망 (단위: 백만 달러)

국가	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	CAGR
중국	754.3	715.7	815.0	868.7	927.1	990.8	1060.6	8.2%
인도	133.0	128.1	147.8	159.6	172.5	186.8	202.6	9.6%
한국	56.2	52.8	59.6	62.9	66.6	70.5	74.8	7.2%
호주	62.4	56.8	62.4	64.2	66.1	68.1	70.4	4.4%
그 외 지역	194.5	187.0	215.3	231.9	250.0	269.8	291.3	9.3%

※ 출처 : NON-Destructive Testing and Inspection Market, Mordor Intelligence, 2020

- 국내 비파괴검사 장비 시장은 2019년 6억 2,400만 달러에서 연평균 성장률 7.2%로 증가하여, 2025년에는 7억 400만 달러에 이를 것으로 전망됨



[그림] 국내 비파괴 시험 및 검사 시장 규모 및 전망

※ 출처 : Non-Destructive Testing and Inspection Market, Marketsandmarkets, 2019

- 비파괴검사 장비는 고정밀도를 필요로 하여 연구개발비가 많이 필요하나 국내 시장규모가 상대적으로 적음에 따라 국산화 연구개발보다는 해외 장비 의존도가 높은 편
- 한국으로부터의 수출 성장은 중국이나 인도와 같은 지역 무역 상대국의 수요에 크게 의존적이며 따라서 NDT 수요는 석유 및 가스 산업에 집중되어 있을 것으로 예상됨

V. 산업 동향

1. 글로벌 산업 동향

가. 주요 산업 동향

- (보안검색 시장 확대) 최근 잦아진 유럽의 테러와 이민, 이라크, 시리아 등 아랍국가의 혼돈과 미국의 자국 보호 정책 강화로 보안검색 시장이 지속적으로 확대되고 있음
 - 테러 발생 빈도가 높아지면서 자국 보호 및 대테러를 위한 방사선 보안검색기를 포함한 보안 검색 시장이 지속적으로 확대되고 있으며, 특히 유럽 및 아랍지역의 보안검색 新시장이 형성됨
 - 최근 3년간의 테러 중 56%가 폭발물에 의해 발생한 것으로, 기존의 X-선 검색기의 고해상도와 물질 구분 능력이 좋은 중성자를 이용한 보안검색기 개발이 확대됨
 - 우주방사선 중 하나인 뮤온(Muon)을 이용하여 핵물질 등을 분별할 수 있는 신기술 적용으로 2차 피폭의 위험이 없는 신개념 보안검색기를 개발 중
- (초음파 방식 선호) 해외 비파괴검사 시장은 초음파 방식이 30% 이상을 점유하고 있으며, 기타 충격파, 방사선, 자기장, 협대역 전자파, 저주파 투과레이더와 같은 방식이 사용
 - 광대역 지층 투과 레이더 기술은 정밀도가 높기 때문에 비파괴검사 시장에서 기존의 방식을 빠르게 대체해 갈 것이며, 건설 IT 융합 기술을 활용한 센서 인프라 기반의 건설 IT 유지관리 시장을 주도해 나갈 것으로 예측
- (정부 규제 강화) 엄격한 정부 규제 강화는 비파괴검사 서비스 산업을 구동하는 주요한 역할을 제공
 - 이스라엘 대규모 기름 유출 사건 및 보스턴에서의 배관 폭발 같은 대형 사고 발생 이후 심각한 대중과 언론 매체 감시로 인해 특히 정유 업계, 배관 및 해양 오일 설비들에서 비파괴검사 서비스의

중요성이 심각하게 인식

- 현재의 규제 요건 들은 다양한 산업 분야에서 엄격하게 규제하고 있으며, 이는 재정적 문제와 무관하게 검사량을 증가시키는 효과 발생

나. 주요 기업 현황

○ 글로벌 비파괴 시험 및 검사 시장의 주요 기업은 General Electric(US), Olympus(Japan), MISTRAS Group(US), Ashtead Technology(Scotland), Nikon Metrology(Belgium) 등이 있음

[표] 글로벌 비파괴 시험 및 검사 시장의 주요 기업

기업명	유기적 성장 전략		무한 성장 전략	
	제품 개발	사업 확장	인수합병	파트너십/계약/협력
General Electric	- 비파괴검사(NDT) 애플리케이션을 위한 비디오 보스코프를 출시함 - 기계 테스트를 위한 DP620 Genii Calibrator를 출시함	-	-	-
Olympus	비파괴검사(NDT) 애플리케이션을 위한 Olympus OX100 검사시스템을 출시함	퀘벡의 혁신 지구 부지 33,000m² 매입 새 사무실 및 제조 단지 건설을 발표함	-	-
MISTRAS Group	비파괴검사(NDT) 애플리케이션을 위한 모니터링 및 검사 솔루션인 StructurAlert를 출시함	텍사스 휴스턴에 비파괴 평가 (NDE) 연구소를 설립함	Condenser & Chiller Services를 인수하여 전 세계에 검사 및 열교환기 서비스를 제공함	Altran과 다년간 계약을 체결하여 엔지니어링 및 검사 서비스를 제공하고 지원함
Ashtead Technology	-	파이프라인 검사 시스템을 위한 서비스 센터를 개설하여 수리 및 유지 보수 서비스를 제공함	-	TSI와 제휴하여 판매 및 대여 가능한 TSI 제품에 대한 교정 서비스 및 수리 작업을 제공함
Nikon Metrology	비파괴검사(NDT) 애플리케이션을 위한 HN-C3030 3D 측정 시스템을 출시함	-	-	Bucci의 Control division 운영을 위해 Bucci Industries와 파트너십을 맺음

※ 출처 : Non-Destructive Testing and Inspection Market, Marketsandmarkets, 2019

○ (GENERAL ELECTRIC) 미국에 본사를 둔 세계 최대의 다국적 대기업 중 하나로, Edison General Electric Company와 Thomson-Houston Electric Company의 합병으로 설립됨

- 자산 상태 모니터링, 제어, 검사 기술, 고급 소프트웨어, 방사선 측정 솔루션 등 센서 기반 측정을 포함한 혁신적인 기술을 제공하고 있음

[표] GENERAL ELECTRIC의 제품 현황

구분	내용
Ultrasound	▪ Portable Flaw Detectors ▪ System Instrumentations ▪ Transducers ▪ Thickness Gauges
Radiography	▪ Film and Film Equipment ▪ Tubes and Generators ▪ Analytical X-Ray (XRD Components) ▪ X-Ray Computed Tomography (CT) ▪ Digital X-Ray ▪ X-Ray Inspection
Remote Visual Inspection	▪ Video Borescopes ▪ Pan-Tilt Cameras ▪ Fiberscopes ▪ Borescopes and Accessories
Eddy-Current Testing	▪ Video Borescopes ▪ Pan-Tilt Cameras ▪ Fiberscopes ▪ Borescopes and Accessories
NDT Software	▪ Rhythm NDT Software Suite ▪ Visual Inspection ▪ Planar CT
Hardness Testing	▪ Testing Equipment

※ 출처 : Non-Destructive Testing and Inspection Market, Marketsandmarkets, 2019

○ (OLYMPUS CORPORATION) Olympus에서는 산업용 스캐너, 결함 탐지기, 두께 측정기, 비디오 스코프, 광섬유 및 분석기와 같은 주요 비파괴검사 (NDT) 장비를 제공하고 있음

- 이 기업에서 제공하고 있는 비파괴검사(NDT) 기기는 초음파 및 와전류 기술을 기반으로 하고 있음

[표] OLYMPUS CORPORATION의 제품 현황

구분	내용
Flaw Detectors	▪ Ultrasonic Flaw Detectors ▪ Eddy-Current Flaw Detectors ▪ Guided-Wave Detector ▪ Phased Array Flaw Detectors ▪ Eddy-Current Array Flaw Detectors ▪ Probes and Transducers ▪ Bond Testing ▪ Pulser-Receivers
Thickness Gauges	▪ 27MG ▪ 45MG ▪ 38DL PLUS ▪ Magna-Mike 8600 ▪ 35 RDC ▪ Transducers and Accessories
Bar Inspection Systems	▪ Bar Inspection System — Phased Array (BIS PA) ▪ Bar Inspection System — Eddy-Current Array (BIS ECA) ▪ Rotating Bar Inspection System (RBIS)
Tube Inspection Systems	▪ PipeWIZARD ▪ FOX-IQ process and On-Line XRF System ▪ Rotating Tube Inspection System (RTIS) ▪ ERW In-Line ▪ FOX-IQ Process and On-Line XRF System ▪ ERW Off-Line
Others	▪ Videoscopes ▪ Borescopes ▪ Fiberscopes ▪ Transducers and Probes ▪ Industrial Scanners ▪ NDT System Instrumentation

※ 출처 : Non-Destructive Testing and Inspection Market, Marketsandmarkets, 2019

- (MISTRAS GROUP) 1978년에 설립되어 미국에 본사를 둔 기업으로, 고급 및 전통적인 비파괴검사(NDT) 서비스를 제공하고 있음
- 기계 무결성(MI), 파괴 테스트(DT) 서비스 및 비파괴 테스트(NDT) 서비스에 대한 전문 지식을 보유하고 있으며 포괄적인 맞춤형 솔루션 포트폴리오를 제공하고 있음
 - 주로 초음파 테스트 및 음향 방출 모니터링을 위한 비파괴검사(NDT) 솔루션 및 계측을 제공하고 있음

[표] MISTRAS GROUP의 제품 현황

구분	내용
Acoustic Emission	▪ Portable Systems ▪ Multichannel Systems ▪ Wireless Systems ▪ Turnkey Systems ▪ On-Line Monitoring Systems ▪ Sensors ▪ Preamplifiers ▪ Calibrators ▪ Accessories ▪ Small Systems
Ultrasonic	▪ Standard Immersion Systems ▪ Custom Immersion Systems ▪ Large-Scale Custom Scanners ▪ Single-Channel UT Systems ▪ Multi-Channel UT Systems ▪ Packaged UT Systems ▪ UT Boards ▪ UT Software ▪ UT System Scanners ▪ UT Transducers ▪ Immersion Systems ▪ accessories ▪ Line Scan Thermography

※ 출처 : Non-Destructive Testing and Inspection Market, Marketsandmarkets, 2019

○ (ASHTREAD TECHNOLOGY) Ashtread Group PLC의 자회사로 국제 산업 임대 회사임

- 해저 측량 및 수중 검사를 위한 장비 대여 및 판매 서비스를 제공하고 있으며, 분석기, 감지기, 모니터 및 비파괴검사 장치와 같은 장비를 임대함
- 파이프 및 선박의 육안 검사 장비와 해저 검사 및 유지 보수에 필요한 솔루션을 임대하며, 자산 관리, 교정, 시스템 통합 및 수리 및 유지 보수 서비스도 제공하고 있음

[표] ASHTREAD TECHNOLOGY의 제품 현황

구분	내용
Non-Destructive Testing	▪ Coating and Paint Inspection Solutions ▪ Composite Inspection Systems ▪ Conventional Flaw Detectors ▪ Corrosion Mapping ▪ Cathodic Protection Test Instruments ▪ Eddy-Current Testing

구분	내용
	▪ Hardness Testing ▪ Leak Detection ▪ Magnetic Particle Testing ▪ Ultrasonic Flaw Detection and Thickness Measurement ▪ Weld Inspection
Visual Inspection Instruments	▪ CCTV/Drain Inspection ▪ Hazardous Area Inspection Cameras ▪ Stereo Measurement ▪ Subsea Visual Inspection ▪ Videoprobes & Borescopes ▪ Thermal Imaging Cameras ▪ Visual Inspection Accessories ▪ Tank & Vessel Cameras
Subsea Inspection & Diving	▪ Non-Destructive Testing (NDT) ▪ Video Recording/Telemetry

※ 출처 : Non-Destructive Testing and Inspection Market, Marketsandmarkets, 2019

○ (NIKON METROLOGY) Nikon Metrology는 광학 3D 측정 기기를 제공하며, 항공 우주, 자동차, 소비자, 전자, 의료 및 통신과 같은 산업에 광범위한 계측 솔루션을 제공하고 있음

- 혁신적인 제품군에는 X선 및 컴퓨터 단층 촬영(CT) 검사 시스템, 비전 시스템, 현미경 및 디지털 레이저 스캐너가 있으며, 비파괴검사(NDT) 및 검사 시장에서 이미징 솔루션을 제공하고 있음

[표] NIKON METROLOGY의 제품 현황

구분	내용
Laser Scanning	▪ CMM Scanning ▪ Handheld Scanning ▪ Point Cloud Software
In-Process Measurement	▪ Automotive Shop Floor Inspection ▪ Adaptive Robot Control ▪ Inline Robotic Inspection
Video and Microscope Measuring	▪ Vision Systems ▪ Optical Comparators ▪ Autocollimators ▪ Digital Height Gages ▪ Software
X-Ray and CT Inspection	▪ Computed Tomography ▪ X-Ray Systems for Electronics Inspections ▪ Software
Non-Contact Gear Inspection	▪ Non-Contact Gear Measurement System

※ 출처 : Non-Destructive Testing and Inspection Market, Marketsandmarkets, 2019

2. 국내 산업 동향

가. 조선 중공업 분야 침체

- 국내 비파괴검사 시장에서 30% 이상 가장 높은 비중을 차지하고 있는 조선 중공업 분야의 침체가 가장 큰 원인
 - 조선 중공업 분야는 중국 등 후발 주자의 추격 등을 감안해 해양플랜트 분야로 무리한 확장을 시도하다가 저가 수주, 유가 하락 등으로 인한 부작용을 지금까지도 매우 심각하게 겪고 있음
 - 조선 중공업 분야의 침체는 국내 비파괴검사 시장에도 큰 타격을 주고 있고 이러한 현상은 향후 2~3년은 지속될 것으로 보는 전망이 우세

나. 정부의 방사선 안전규제 강화

- 방사선 비파괴검사(RT : Radiographic Testing)가 약 40% 이상의 비중을 차지하는 국내 비파괴검사 시장의 특성상 지속적으로 강화되고 있는 정부의 방사선안전규제 또한 국내 비파괴검사 업체에게 매우 힘든 걸림돌로 작용
 - 방사선 피폭 등의 문제로 인해 2013년 12월 방사선 안전규제를 강화됨에 따라 제한된 조건에서만 RT를 수행할 수 있도록 원자력안전법령이 개정
 - 차폐시설(RT Room)이 없는 경우 방사선사용을 엄격히 제한하고, 방사선원 사용 강도를 50Ci에서 20Ci로 제한되는 등 현장에서 방사선 비파괴검사 기술 사용에 불편 초래
- 대체하기 위한 수단으로 주목받고 있는 위상배열 초음파기술(PAUT, Phased Array Ultrasonic Testing) 역시 법률적, 제도적으로 뒷받침이 되지 않아 널리 활용되지 못하고 있는 실정
 - 2019년 3월 비파괴검사자 자격요건이 강화되면서 위상배열 초음파 탐상 검사(PAUT) 자격취득자는 현장 수요에 비해 턱없이 부족해 PAUT의 현장 적용에 어려움 있음

다. 국내 기업 동향

○ (KTE) 2021년 6월 세계 첫 비파괴검사 플랫폼 ‘AI NDT 플랫폼’ 출시

- 기존 NDT 업무를 AI, 빅데이터, 클라우드, 원격 화상통신, 블록체인 기술을 이용해 쉽고 빠르게 처리할 수 있는 NDT 전용 온라인 종합 서비스 환경
- NDT 의뢰와 수주, 작업 진행과 확인, 구인구직, 인증서 발급, 교육 및 훈련, 장비 매매와 임대 등 NDT 관련 모든 업무를 한 곳에서 파악 가능



[그림] KTE AI NDT 플랫폼 기능과 서비스

※ 출처 : KTE 홈페이지

○ (뷰웍스) 제품 결함을 쉽게 알 수 있는 산업용 비파괴검사 장치 엑스선 디텍터를 2019년 출시

- 뷰웍스의 산업용 엑스선 디텍터는 가스관·송유관의 접합 부위 침식 및 용접 불량 여부 검사를 비롯해 군 작전지역의 폭발 위험물 감지에 사용됨



[그림] 뷰웍스 엑스선 디텍터 사진

※ 출처 : 뷰웍스 홈페이지

- **(대우조선해양)** 조선업계 최초로 디지털 기술을 접목한 방사선 품질검사(RT, Radiographic Test) 기술 개발에 성공
 - 선박과 해양플랜트 건조에 필수적인 용접부의 품질검사를 자동으로 수행하는 인공지능 기반 디지털 RT 검사 기술과 이를 구현하는 로봇 개발
- **(자비스)** 엑스레이 검사 장비 전문 기업 자비스(254120)가 'FSCAN(식품 엑스레이 검사 장비)'을 수출하며 일본 및 해외 시장 공략을 본격화
 - 일본 기업으로부터 기술력을 인정받아 2019년 투자유치에 성공하였으며 전략적 제휴를 맺어 합작법인 'RICOH Tech Vision.'을 설립해 일본 식품 분야 및 산업용 엑스레이 검사 장비 시장에 진출
- **(아이피트)** 한국원자력연구원과 연구원 창업사인 아이피트는 중소벤처기업부 주관 구매조건부 신제품 개발사업을 통해 27억 원 규모의 사업을 수주
 - 아이피트는 원자력연구원이 개발한 보온재 비해체식 배관 손상 평가 기술을 사업화하기 위해 2018년 설립
 - 개발 완료 시 배관 검사 장비의 국산화를 통해 원자력발전소를 포함한 각종 산업 설비에 대한 비파괴검사 정확도를 높일 것으로 기대됨
- **(스트라티오)** 근적외선(SWIR) 이미지 센서를 개발하는 스타트업인 스트라티오는 초기기업 전문투자사 케이큐브벤처스에게 1억 원을 투자유치 성공
 - 자체적으로 보유하고 있는 근적외선 관련 핵심 기술 및 응용 애플리케이션 특허를 바탕으로 나이트 비전, 컴퓨터 비전, 비파괴검사 등 응용 잠재성이 촉망되는 다양한 분야로 확장해 나갈 예정
- **(TERAVIEW)** 원익투자파트너스와 패스파인더에이치, 영국의 엔지니어스를 포함한 기존 투자자와 신규 투자자들에게 6백만 달러의 투자 유치 성공
 - 테라뷰(TeraView)는 테라헤르츠 기술을 상용화하여 솔루션을 개발하는 영국 케임브리지에 소재한 딥 테크놀로지 스타트업
 - 테라헤르츠 기술을 다양한 산업에 응용할 수 있는 솔루션을 제공하여 반도체 회사 및 관련 파트너사들에게 IC 패키지 내 3D 테라헤르츠 이미징 시스템 공급

[참고문헌]

- 비파괴 시험 및 검사 시장, 연구개발특구진흥재단, 2021
- 신개념 비파괴검사법 도입 서둘러야, 산업저널, 2021.06.15.
- 인체 무해 테라헤르츠파 이용 보안검색 강화, 정보통신신문, 2021.05.20.
- 2021년도 원자력연구개발사업 시행계획, 과학기술정보통신부, 2020
- NON-Destructive Testing and Inspection Market, Mordor Intelligence, 2020
- NON-Destructive Testing and Inspection Market, MarketsandMarkets, 2020
- 마인즈아이, 기술개발사업 국책과제 선정, 팍스넷뉴스, 2020.11.26.
- 대우조선해양, '비파괴 검사 디지털 기술' 개발... 생산성·안전성 향상 기대, 뉴데일리경제, 2020.11.24.
- 한국형 위상배열 초음파(PAUT) 도입 '초읽기', 가스신문, 2020.11.02.
- (주)유탐이엔지, 스마트 초음파 자동검사시스템 국산화, 가스신문, 2020.11.18.
- 비파괴 시험 및 검사 시장, 연구개발특구진흥재단, 2019
- 비파괴검사기술 기반구축사업, 과학기술정보통신부, 2019
- NON-Destructive Testing and Inspection Market, Marketsandmarkets, 2019
- 진단 및 유지관리 기술(장비)의 현장성능 적정성 평가방안 연구, 한국시설 안전공단, 2018
- KISTEP 기술 동향브리프 13호 방사선 이용기술, KISTEP, 2018
- 성산연구소, 세계 최소형 최저가 산업용 비파괴초음파검사 장비 출시, 조선비즈, 2018.08.01
- 제2차 방사선진흥계획, 과학기술정보통신부, 2017
- 2017년 KISTEP 미래유망기술 선정에 관한 연구, KISTEP, 2017
- 방사선 이용 연구 성과 활용도 제고를 위한 정부 R&D 투자방향 수립 연구, 과학기술정보통신부, 2017
- 비파괴검사기술 진흥계획의 성과분석 및 중·장기 발전계획 개발, 한국표준과학연구원, 2015
- 비파괴검사 기술·육성을 위한 연구기반구축 방안 연구, (사)한국비파괴검사협회, 2014
- 비파괴검사기술의 활용·촉진을 위한 제도개선방안 연구, 미래창조과학부, 2013