



非破壞檢査技術의 動向

A Tendency of the Non-Destructive Inspection Technology



강 영 채

(下)

과학평론가, 공학박사

2. 초음파 탐상시험

초음파탐상법을 원리에 따라 분류하면 펄스 반사법(Pulse Echo Method), 투과법(Transmission Method) 및 공진법(Resonance Method)으로 분류된다.

2-1 펄스 반사법

펄스 반사법은 초음파 펄스를 시험체에 입사하고 결함에서 반사해서 되돌아 오는 반사파를 브라운관 상에 표시하는 방법이다.

A스코프는 탐촉자의 수신전압과 초음파의 전달시간을 직각좌표에 나타내는 것으로, 송신 펄스가 좌단에 수신한 결함반사파 및 후면반사파는 각각 초음파의 왕복시간에 대응하는 축상의 위치에 나타내는 방식이다.

펄스 반사법은 현재 초음파탐상 중에서 가장 많이 쓰이고 있는데, 이 펄스 반사법은 사용하는 진동형식에 의해서 분류하면 수직탐상법, 각탐상법, 표면파탐상법 및 판파탐상법이 있다.

2-2 투과법

투과법은 시험체의 일면에서부터 송신탐상자에 의해 일정한 강도의 초음파 펄스를 연속파로 보내고 반사면에서 초과되어 나오는 초음파를 수신탐촉자(Receiver)에 의해 받는 방법이다.

재료내부에 결함이 있으면 초과한 초음파의 강도에 변화가 일어나기 때문에 이것에 의해 결함의 정도를 추정할 수 있다.

표시는 미터계 또는 브라운관을 사용한다. 두꺼운 철판의 연속자동탐상에 이 방법을 사용한다. 이 경우에 탐촉자와 철판사이에 물을 넣어 음향적으로 결합시켜서 초음파를 전달시킨다.

2-3 공진법(공명법)

공진법은 판의 한면에 초음파를 입사시킨 후 후면에서 반사되는 반사파와 입사파의 간섭을 일으키는 방법이다.

즉, 가변진동수발전기의 출력을 탐촉자에 접촉하고 초음파의 파장을 연속적으로 변화시키는 경우 반파장의 정수배가 두께와 일치하면 판의 두께방향에 정상파가 생겨서 공명한다.

이 공명을 일으키는 진동수에 의하여 얻은 판내의 초음파의 파장으로 판의 두께를 측정할 수

있다. 표시는 브라운관 또는 이어폰을 사용한다.

이것을 공명 초음파촉후법이라고 부른다. 그러나 근래에 와서는 반사법에 의하여 두께 측정을 많이 한다.

내부에 부식이 심한 경우에는 공명법을 사용할 수 없는데, 복합탐촉자(Double Probe 송신용탐촉자와 수신용탐촉자가 분리된 탐촉자)를 이용한 반사법에서는 측정이 가능하고 두께는 미터로 측정되기 때문에 미숙련자도 측정할 수 있다.

더욱이 최근에는 숫자표시판에 의해서 숫자로 표시되는 계기가 시판되고 있다.

초음파탐상에서는 평면상의 결함, 예를 들어 적층(積層: Lamination)이나 균열같은 결함은 반사율이 크기 때문에 쉽게 검출되지만 구면상의 결함, 즉 Blow Hole과 같은 결함은 반사율이 적기 때문에 비교적 검출하기 어렵다.

3. 자기탐상시험

철강재료에 자속이 통하는 경우 자속의 통로에 결함이 있으면 결함 자체는 강자성체가 아니기 때문에 자속에 대한 저항이 매우 커서 자속의 대부분은 결함의 밑으로 통한다.

그러나 자속의 일부는 결함속으로 혹은 철광재의 외측으로 새어 나오는데, 이것을 누출자속이라 한다.

이러한 누출자속을 검출함으로써 결함을 찾아낼 수 있는데, 이러한 방법을 자기탐상시험이라 하며, 이 방법에는 다음과 같은 몇가지 방법이 있다.

첫째, 자장측정탐상법

누출자속을 구멍(Hole)소자, MD(Magnet Diode)들을 이용해서 측정하는 방법으로서 결함의 신호가 전기신호로 얻어지기 때문에 자동화시험에는 적합하지만, 단순한 모양의 철강재가 아니

면 적합하지 않으며 설비비, 특히 송신장치가 고가이다.

둘째, 자기기록탐상법(Magnetography법)

시험면에 자기녹음 테이프 등을 접촉시켜서 누출자속을 자기녹음 테이프에 복사하여 이것을 재생 헤드 등을 사용하여 전기신호로 바꾸어 결합을 검출하는 방법으로, 자동화에 적당하고 탐상결과의 기록이 용이하다.

또한 녹음 테이프에 철분을 적당히 사용함으로써 결함의 모양을 보는 것도 가능하나 시험품이 간단한 모양이 아니면 적용하기가 곤란하다.

셋째, 탐사 코일법

누출자속을 탐사 코일이 자르면 코일에 초전력이 생기는 현상을 이용하는 방법으로 자기기록탐상법과 같이 전기신호가 누출자속의 시간미분으로 얻어지기 때문에 시험체와 탐사 코일과의 상대속도가 빠를수록 고감도가 되고 저속에서 시험하는 것은 곤란하다.

탐사 코일로서는 공심 또는 철심 코일이 사용되며 와이어 로프의 시험 등에 널리 사용되고 있고 결함의 정량적인 측정도 가능하다.

넷째, 자분탐상시험

누출자속에 철분이 급인되는 현상을 이용하는 방법으로, 현재 가장 널리 이용되고 있는 방법이다.

시험체의 모양이나 크기에는 전혀 관계없이 적용 가능하지만 객관성 있는 기록을 남길 수 없고 시험결과를 사람의 눈으로 판정하기 때문에 결함을 놓칠 위험이 있다.

그래서 시험조작을 자동화하고 눈으로 관찰하는 것을 TV 카메라나 Hot Transistor로 대처하여 자동화하고 있으나 시험체의 모양에 따라 제한이 많다.

자분탐상시험은 손으로 하는 조작이 많기 때문에 시험결과가 작업자의 기량에 크게 좌우된다. 한편 자분탐상시험의 특징은 다음과 같다.

○표면결함의 검출감도는 매우 높지만 내부결함의 검출은 어렵다.

○철강재료와 같은 강자성체 외에는 적용이 불가능하다.

○결함의 정량화는 전혀 불가능하고 다만 결함의 입치측정만이 가능하다.

○시험결과는 시험자의 기량에 크게 의존한다.

○시험조건이 포함된 객관적인 기록을 얻을 수 없다.

3·1 침투탐상시험

침투탐상시험은 시험체 표면의 결함(주로 균열)을 눈으로 보기 쉽게 확대시킨 상으로 나타내는 방법이다.

먼저 시험체를 침투액에 담그거나 표면에 침투액을 바른다. 만약 표면에 결함이 있다면 결함내부로 침투액이 스며드는데, 이것을 침투원리라 한다.

침투액이 결함내부에 충분히 스며들면 시험체의 표면에 남아있는 침투액만을 제거한다. 이것을 세정처리라 한다.

다음의 백색의 가는 분말인 현상제를 바르면 결함내에 남아있던 침투액은 현상제에 의해 빨려나와서 표면에 퍼진다. 이것을 현상처리라 한다.

침투액은 형광체 혹은 적색염색제를 함유하고 있기 때문에 침투액이 빨려나와 퍼진 부분에는 강한 형광을 발하거나 적색을 나타내어 식별하기 쉽게 되고 미세한 결함도 육안으로 발견할 수가 있다.

검출이 가능한 결함의 크기는 침투액의 성능, 탐상조작의 적부 및 표면의 거칠기 등에 의해서 결정되므로 간단히 말할 수는 없지만 시험체의 표면이 매끈하면 깊이 0.02mm, 폭 1mm정도의 결함은 검출 가능하다.

또 형광침투탐상시험에 있어서는 자외선 조사 강도를 강하게 해서 확대 관찰하거나 시험체에

반복하중을 가해서 탐상하는 방법 등에 의해 검출감도를 향상시킬 수 있다.

침투탐상시험의 특징은 다음과 같다.

철강, 비철금속재료, 도자기, 플라스틱 등의 표면결함탐상이 가능하다.

모양이 복잡한 시험체라도 한번의 탐상조작으로 거의 전표면의 탐상이 가능하다.

큰 규모의 장치는 요구하지 않는 방법이다.

표면에 존재하는 결함이어야 하며, 결함 내부에 공간이 없으면 검출할 수 없다.

표면의 거칠기에 영향을 받는다.

탐상결과가 검사원의 기량에 좌우되기 쉽다.

다공질재료의 탐상은 일반적으로 곤란하다.

3·2 전기적 시험

코일에 교류가 흐르면 그 주위에는 자장(교류 자장)이 생긴다.

이와 같이 시간적으로 변화하는 자장내에 금속과 같은 도체를 놓으면 도체를 관통하는 자속이 시간에 따라 변화하고 전자유도의 법칙에 의해서 기전력이 발생되어 도체에는 전류가 흐르게 되는데, 이 전류를 와전류(Eddy Current) 또는 유도전류라 부른다.

이 전류의 분포 및 강도는 코일의 크기와 형태, 교류의 주파수에 관계되며, 도체의 전도도, 투자율, 형태, 크기 및 코일과의 거리 또는 도체표면의 균열 등의 결함유무에 의해 변화한다.

따라서 도체에 흐르는 와전류를 측정함으로써 도체(시험체)의 결함 및 재료의 특성까지도 알 수가 있다.

이 방법의 특징은 다음과 같다.

첫째, 전기적 측정법이기 때문에 형태가 간단한 시험체는 자동화 및 고속검사를 용이하게 할 수 있다. 따라서 생산공정에 맞추어 공정의 품질관리에 많이 이용된다.

둘째, 응용면이 넓은 반면에 측정가에 영향을

주는 인자가 많아 시험과정에서 해석의 장애를 가져오기 때문에 대상 이외의 인자로 인한 영향을 충분히 억제하는 조치가 필요하다.

셋째, 가는 선, 얇은 두께의 판 등 다른 시험법으로는 곤란한 재료 및 고온상태에서도 시험이 가능하다.

넷째, 장치의 취급은 최근에 와서 비교적 간편화되었으며 소모품 등의 유지비도 싸다.

3·3 전기저항법

금속표면에 생긴 균열의 양쪽에 전극을 설치하고 전극간에 전류를 흘려서 균열 양편에 생긴

전압을 측정하여 균열의 깊이를 측정하는 방법을 전기저항법이라고 한다.

지금까지 비파괴검사의 방법을 알아 보았거나 비파괴검사방법의 선택은 검사를 실시할 때 가장 주의깊게 고려되어야 한다.

그렇지 않으면 무의미한 검사가 되고 말 것이다. 검사방법 선택요인은 검사대상의 형태, 검사목적, 검사비용, 사용규격, 판정기준, 찾고자 하는 결함종류, 검사방법의 특성으로 구분할 수 있다.

이러한 요인을 감안하여 검사계획을 수립하고 그 계획에 적합한 장비, 인원을 동원하여야만

세계의 技術

光纖維 연구

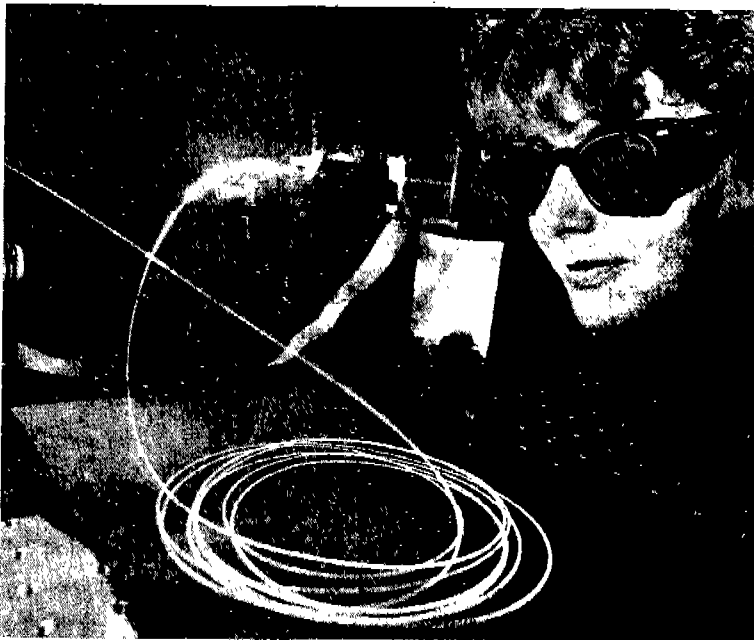
광섬유는 광학신호를 전송하는 데 사용되는, 인간의 머리카락 정도 굵기의 얇은 유리섬유이다. 빛은 핵심(Core)이라 불리

는 중심지역에 가두어지며, 이 중심의 직경은 섬유 직경보다 100분의 1이나 작다. 그 결과 아주 높은 광도를 갖게 된다. 이런 높은 광도 때문에, 섬유는 강력한 비선형(非線型) 효과를 나타내며, 특히 푸른색

혹은 녹색(b/g) 분광지역에서는 전송능력에 대단한 제한이 있다.

핵심부분을 조사하기 위해 약한 적색 레이저광을 사용하면, 핵심부분을 통과하는 강력한 b/g 신호에 어떤 일이 생기는지를 측정할 수 있다. 이 기술은 섬유 내의 산소 결핍으로 생긴 유리구조 속의 게르마늄 손상과 관계된 것으로 보여지는 b/g광에 의하여 섬유 내에 유도된 큰 손실을 보여준다.

이러한 문제를 극복하기 위해, 사우스프턴대학 광섬유 그룹에서 연구 중인 루이스 폰츠라이트씨(사진)는 특별한 단순 모드 편광 유지 광섬유를 개발하였다. 이 섬유는 b/g 분광 지역에서 광도를 악화되지 않게 하면서 높은 광도로 전송시킬 수 있다. 이 기술은 현재 유속측정 시스템, 광섬유 레이저, 고속 송출 시스템 등 여러가지 경우에 사용된다.



英國産業뉴스 제공

오류를 범하지 않을 것이다. 그리고 각 비파괴 검사방법의 신뢰도-결합검출능력-을 고려하지 않으면 안된다.

맺음말

이제 우리나라도 원자력발전소, 송유관, 압력 용기, 조선소, 방위산업 제품 등 여러 분야에서 비파괴검사를 통용하는 등 기술적인 면에서 많은 진전을 해 왔다고 할 수 있을 것이다.

그러나 어떤 필요성에 의해 스스로 문제해결을 위해 비파괴검사를 실시하는 것보다 구매자가 요구하니까 비싼 비용을 들여 가면서 형식적으로 실시하는 등 많은 문제점을 안고 있으며 생산제품의 국제적 공신력을 증대시키거나 건설된 플랜트의 안전성과 신뢰성 보증을 위해 개선되어야 할 문제가 많다.

이런 문제점 해결을 위해 개인, 전문업체, 각 산업체 뿐만 아니라 국가기관에서도 많은 노력을 기울여야 할 것이다.

여러가지 문제점 중 몇가지 예를 들어 보면 비파괴검사 관 규격의 개발미흡, 품질관리, 개선 및 보증의 관점에서 비파괴검사에 대한 국가기관의 지원부족, 전문교육기관 및 연구기관 미흡, 기업주나 개인의 인식부족 및 개발의식의 결여, 기자재개발 미흡, 전문기술자 및 기능인 양성부족, 품질관리 및 보증을 위한 체제 정립이 안되어 있는 점 등이다.

이 중에서

첫째로 비파괴검사 관 규격이 되어 있으나 규격은 독자적으로 국제적이고 공신력이 인정되어야 하는데, 현재 약간 미흡하다고 할 수 있을 것이다.

그리고 비파괴검사를 사용해서 품질관리를 해야 할 분야의 규격에도 단순히 품질관리를 하도록 할 뿐만 아니라 조기적이고 구체적인 대안이

제시되어야 할 것이다.

현재 우리나라에서는 주로 미국, 일본, 유럽의 규격을 사용하고 있는데, 국가적 차원에서 각 협회, 전문기관, 산업체와 국가관계기관이 협조하여 모든 규격을 정립 보장하여 국내공사 및 제품은 국내규격을 사용할 수 있도록 조치가 취해져야 할 것이다.

그리고 국내에서 공인된 전문업체를 선정하여 산업체 내부에서 해결할 수 있는 부분 이외에는 이런 전문업체로 하여금 비파괴검사를 실시하도록 하거나 경제적인 지원 등으로 기술개발 및 기자재 개발을 할 수 있도록 하는 것도 바람직할 것이다.

비파괴검사분야는 장비나 중요기자재가 외국에서 구입되므로 검사가격을 비싸게 만들고 적기에 공급이 되지 않고 고장이 났을 경우 대체품의 부족으로 막대한 외화 손실을 초래하게 된다.

둘째로 경영주가 단순히 외국기술 도입에만 의존하려하지 말고 우리나라 현실과 기술축적정도에 맞게 기술개발과 품질관리 및 보증을 행할 수 있는 체제를 확립할 수 있도록 해야 할 것이다.

기술개발이나 품질관리 수단으로 검사의 역할을 충분히 인식하여 전문기술자를 양성하고 보다 개발된 비파괴검사를 실시하여 국내외에서 국산품 및 용역의 신뢰도를 인정받을 수 있도록 되어야 할 것이다.

셋째로 전문교육기관 및 연구기관이 아직 제대로 갖추어져 있지 않고 있다. 이런 기관을 빨리 정비하여 우수한 기술자 및 기능인을 양성하고 검사기술 개발에 역점을 두어야 할 것이다.

위와 같은 제반 문제점을 해결하여 우리나라 공공기관 및 개인기관의 측정검사에 대한 신뢰도를 앙양시켜 국내, 국제적으로 공신력을 증대시켜야 할 것으로 생각된다.