

國內 非破壞檢查의 活用現況

Current Status of NDI Technology in Korean Industry



韓 應 教〈漢陽大學校 精密機械工學科 教授〉

1. 머리말

非破壞檢查는 製品의 信賴性을 보증하는 수단으로 現代產業에 없어서는 안될 中要한 物을 맡고 있다. 非破壞檢查가 產業的으로 利用되기 시작한 것은 1920年代 初로서 60여년의 길지 않은 역사를 가지고 있다. 짧은 기간동안 날로 발전하여 오늘에 이르고 있으나, 발전과정을 살펴보면 20년을 주기로 크게 变천된 것을 알 수 있다.

1920年代를 發芽期라 한다면, 1940年代의 定着期, 1960年代의 成長期를 거쳐, 1980年代의 成熟期에 접어 들었다고 보아도 무리는 없을 것 같다. 그런데 이들 年代는 世界史의 커다란 변화가 있었던 時期, 즉 1次大戰, 2次大戰, 美蘇의 宇宙開發 경쟁 등과 밀접한 關係가 있음을 엿볼 수 있다.

우리나라에서 非破壞檢查는 1960年代初 經濟開發5個年計劃에 의한 重化學工業立國政策에 따라 水火力發電所를 비롯하여 化學플랜트의 건설에 수반되는 용접개소의 非破壞檢查가 처음으로 시작되었다. 1970年代 초반부터 原子力發電所의 建設을 위시하여 化學工業團地의 건설과 아울러 防衛產業의 發展으로 본격적인 非破壞檢查 업무에 접어들었다.

1970年代 중반을 넘어서면서 韓國에너지研究

所를 비롯하여 韓國機械研究所 등에 非破壞試驗室이 발족되었고, 產業 일선의 非破壞驗查 技術者를 공급하기 위하여 한국에너지연구소 원자력연수원에서 非破壞檢查 技術 監督者를 위한研修過程을 設置·運營하기 시작했다.

아울러 非破壞檢查 技術者에 대한 国가기술자격제도가 확립되어 1978년부터 기사1급 등 비파괴검사 기술 자격자가 배출되었으며, 1984年에는 처음으로 非破壞檢查 기술사 시험을 실시하게 되어 우리나라의 非破壞檢查도 定着段階에 이르렀다.

1970年代 초반에 3~4개의 전문비파괴검사업체들만이 수행해 오던 非破壞檢查가 10여년이 지난 지금은 8개의 專門業體를 비롯하여 한국에너지관리공단과 같은 검사기관도 생겼으며, 많은 重工業 제조업체가 施設과 檢查員을 확보하고 자체 품질관리 활동으로 非破壞檢查法을 利用하고 있다.

20年도 채 안되는 짧은 역사를 가지고 있는 韓國의 非破壞檢查도 檢사기량면에서 世界水準에 이르렀다고 생각되며, 그 수요도 기하급수적 增加一路에 있다.

2. 產業體에서의 非破壞檢查 活用

非破壞檢查란 말 그대로 제품이 갖고 있는 機

械的, 物理的 결함을 제품을 破壞하지 않고도 찾 아내는 技術이다. 제품의 質을 향상시키기 위해 결함을 찾아내어 改良하기 위한 수단으로 利用되므로 缺陷의 生成要因을 가지고 있는 工程에 서는 非破壞検査를 必要로 한다.

이러한 요인을 가지는 工程을 크게 나누어 보면 素材의 生產, 製品의 加工, 製品이나 施設의 사용과정을 들 수 있다. 이러한 과정에서 發生되는 缺陷의 種類가 다를 뿐만아니라 적용할 비파괴검사방법도 달라지지 않으면 안된다.

가. 重工業製造分野에서의 非破壞検査

1) 高壓容器와 철주물의 제조

1970년대 후반부터 外國으로부터 수주받은 각종 플랜트의 제작 물량이 급증함에 따라 非破壞検査의 수요도 급격히 增加하게 되었다. 아울러 계속적인 造船工業의 수주량의 증가와 原子力設備의 國產化 시책에 힘입어 非破壞検査 대상 물량은 계속 늘어나고 있다.

이 分野에서 利用되는 檢査方法은 放射線투과 검사가 주축이 되고 있으며, 大型 高壓容器 製作으로 고강도의 線源을 많이 사용하기에 이르렀다. 일부 會社에서는 100Ci 정도의 $\text{Co}-60\gamma$ 선 선원도 사용하는가 하면, 선형가속형 등 高에너지 X線發生裝置를 설치하여 사용하고 있다.

또 근간에는 海洋構造物의 製作 주문이 많아 超音波探傷検査의 수요도 급증하고 있어, 속련된 檢査員의 부족현상을 일으키고 있다. 磁粉探傷検査나 液體浸透探傷検査 등의 利用도 상당하므로 이 분야의 非破壞検査 物量은 全體量의 과반수 이상이라고 볼 수 있다.

2) 철강주조품

방위산업제품을 비롯하여 대형선박의 엔진 등 대형주조도 점차 그量이 늘어나고 있으며, 이들의 檢査도 필수적이어서 各種 非破壞検査法이 利用되고 있으나, 이들 회사들은 대부분 自社에서 檢査施設을 갖추어 수행하고 있다.

3) 비철주조품

알루미늄, 마그네슘, 황동 등의 주조량이 증가하고 있다. 주조품에 대한 비파괴검사는 방사선투검사법이 주로 이용되고 있다. 특기할 것은 근간에 소형 알루미늄 部品을 대량 주조하는 회사에서 放射線透視裝置를 設置하여 활용도를 높이고 있음은 品質管理의 측면이나 原價管理의 측면에서도 바람직한 시도이다.

4) 鋼管의 製造

우리나라 강관의 生产量도 적지않다. 대부분이 Seam관으로서 Seam부분의 비파괴검사는 필수적이다. 製造會社들은 온·라인 超音波探傷裝置를 設置하여 自動探傷方式으로 運營되며 結果가 記錄 유지된다. 製管工業分野에서는 주로 超音波探傷検査를 이용하고 있으나 放射線투과검사도 곁들여 사용되고 있다.

대부분 製管會社 自體가 시설을 갖추고 品質을 管理하고 保證할 目的으로 利用되고 있다. 高價의 自動探傷裝置를 도입하고 있으나 장치의 利用技術 미숙으로 충분히 활용되지 않고 있는 악타까움도 있으나 점차 개선되고 있으며, 조그만 부품까지 外國에서 수입하여 사용해야 하는 어려움때문에 가동율을 낮게 하는 요인이 된다.

앞으로 국내에서도 이 分野의 장치 개발은 물론 부품을 國產으로 대체할 수 있는 방안을 모색할 때가 된 것 같다.

5) 투브의 제조

열교환기 제작량의 증가와 더불어 투브의 수요도 증가하였고, 주로 사용되는 銅, 티타늄, 스테인리스 스틸 등 非磁性 材料의 투브의 生產도 날로 증가하고 있다. 과거 全量 수입에 의존하던 이들 원자재가 국산화됨에 따라 이들의 품질관리수단으로 非破壞検査를 利用하지 않을 수 없게 되었다. 투브의 自動檢査法으로 涡流探傷法를 쓰며 국내 몇개 會社가 自動化 裝置를 설치하여 온·라인 檢査를 실시하고 있다.

와류탐상법은 초음파탐상법과는 달리 장치의 작동에 큰 어려움이 없다. 검사할 대상물에 알

맞는 시설을 한다면 투브류의 품질관리에는 最適方法으로 생각된다. 투브류를 使用하여 製品을 만드는 곳에서도 원자재의 品質에 대한 關心을 갖고, 품질을 확인하여 용도에 적절한 수준의 資材를 선택할 줄 알아야 檢사기술의 開發과 活用分野가 확대될 것으로 믿는다.

6) 防衛産業製品

防衛産業製品은 最高의 信賴性을 必要로 하는 것이다. 그것이 믿을 만하지 못할 때는 그것 하나로 끝나지 않는다. 적과 맞서 있는 입장에 사용할 무기가 機能을 다하지 못한다면 결과는 두말할 여지가 없다. 즉, 방위산업제품에 대한 信賴性 증대를 위한 品質保證業務는 必死의인 것이다.

앞에서 말한 바와 같이 戰爭과 NDT(Non-Destructive Testing)의 發達에는 밀접한 관계가 있다. 우리나라의 방위산업 제조분야에도 非破壊検査法의 적용이例外일 수는 없다. 放射線透過検査를 비롯하여 여러가지 檢査방법이 몇 100% 적용되고 높은 檢査水準으로 이루어지고 있다. 檢査대상물도 다양하고, 적용 檢査방법도 다양하다.

나. 建設分野에서의 NDT

1970年代는 우리나라 重化學工業의 기틀을 구축한 시기였다고 본다. 蔚山과 麗州에 石油化學團地가 이루어졌으며, 温山공업단지가 완성되었다.

1960年代 후반에 시작된 原子力發電所의 建設은 古里1호기를 시작으로 3개호기가 완공되었고 6개호기가 건설중에 있다.

우리나라 非破壊検査 技術의 國際化는 石油化學團地의 각종 플랜트의 건설과 아울러 原子力發電所의 건설에 수반되는 비파괴검사에서 비롯되었다고 볼 수 있다. 그것은 플랜트의 安全性 확보를 위해 최첨단 검사기술의 도입이 필연적이었기 때문이었다.

정부는 국민생활 燃料를 액화천연가스로 대체코자 추진중이다. 1983년부터 1차로 인수기

지와 100여km에 달하는 주배관 설치공사가 착수되어 건설중에 있다.

또한, 국제규모의 호텔을 비롯한 고층빌딩 및 대형교량의 建設은 많은 非破壊検査 물량을 만들어내고 있다.

1) 原子力發電所의 建設

원자력발전소는 안전성 확보를 위한 品質保證이 없이는 가동이 어렵다. 核物質의 누설이나 放射線의 누출은 安全上 문제가 발생할 수 있다.

요구되는 안전도의 정도에 따라 장치계통을 Class I, II, III 등으로 나누고 非破壊検査의 적용정도를 구분하고 있다.

Class I의 部品들에 대해서는 모든 용접부위를 100% 방사선투과시험과 100% 액체침투탐상검사 또는 자분탐상검사를 하도록 정하고 있다. 原子力發電所 建設過程에 적용하는 非破壊検査는 내부결합검출을 목적으로 방사선투과검사가 이용되고 표면이나 表面下 결합검출 목적으로는 액체침투탐상이나 자분탐상검사가 이용된다.

경우에 따라 방사선투과검사 대신 초음파탐상검사가 쓰이기도 하나 주된 檢査方法은 아니다. 사용되는 강판재의 라미네이션 檢出目的으로 사용하기도 하나, 이는 건설중 검사이기보다 자재제조과정에서의 검사라 볼 수 있다. 열교환기 등의 투브의 와류탐상검사도 필요에 따라 적용되고 있다.

탱크 등 밀폐용기에 대해서는 누설검사도하게 되어 있으나 非破壊検査用役 전문업체가 수행하는 것이 아니라 제작설치업체가 수행하고 있음을 앞으로 재고해야 할 것으로 생각된다.

우리나라에서는 아직 이 분야를 非破壊検査 專門分野로 보지 않고 있으나, 近間에 미국에서는 非破壊検査의 專門分野로 보고 檢査者の 資格認定도 별도로 하고 있다.

原子力發電所의 品質保證을 위한 非破壊検査는 그것의 중요성으로 인해, 先進工業國의 檢査

水準과 조금도 다름이 없는 수준을 요구하고 있으므로, 수준있는 검사기술의 조기화립에 기여한 공이 크다고 볼 수 있다. 검사조직의 운영체제 등 현재 미국의 ASME Code가 요구하는 것에 따라 철저히 수행되고 있다.

原子力發電所의建設은 자재국산화방침에 따라 부대적으로 제조산업의 규격화 등 발전에 박차를 가하고 있다.

2) 액화천연가스 인수기지 건설 및 主供給配管工事

1970年代에 活發했던 石油化學 플랜트의建設은 現在 소규모의 增設을 제외하고는 별로 눈에 띄지 않는다. 1980年代 초반부터 생활연료의 대체계획에 따라 道市ガス製造施設의 확충과 이에 수반되는 配管工事が 많이 추진되고 있으므로 이 分野의 非破壊検査 物量도 많아졌다.

구형 저장탱크와 配管의 放射線透過検査法이 대부분 이용되고 있다. 이와 關聯하여 LNG 인수기지의建設과 主供給配管工事が 차수되어 1984年 初부터 非破壊検査가 수행되고 있으며 放射線透過検査, 超音波探傷検査, 液體浸透探傷検査가 주로 이용되고 있다.

LNG는 低温高壓ガス이므로 施設物의 安全性이 確保되어 있지 않으면 대형 災害의 위험성을 갖고 있으므로 철저한 檢査로 品質의 保証이 완벽해야 될 것이다.

앞으로 도시가스 공급기지와 연결공사 등 계속적인 후속공사로 인해 非破壊検査 業務는 増加할 것이며 檢査者の 任務 또한 증가하리라고 생각한다.

3) 교량과 고층빌딩

여의도에 건축되는 60층 이상의 고층빌딩 이외에도 많은 고층 업무용 빌딩이 건립되고 있으며 이들은 모두 鐵鋼構造物로 되어 있다. 鋼材 빔의 連結 및 組立部位는 熔接을 利用하고 있다. 이 熔接部의 熔接狀態를 確認하기 위해서 非破壊検査를 사용하지 않으면 안된다. 보통 超

音波探傷法을 사용하고 있으나 放射線透過検査를 이용할 때도 있다.

日本과 같이 지진이 자주 일어나는 곳에서는 아주 엄격한 檢査가 이루어지고 있으나 우리나라에서는 아직 이러한 건축물에 대한 檢査規定이 確立되어 있지 않아 檢査遂行에 애로가 많이 있다. 앞으로 하루속히 깊이 檢討·研究되어 적절한 檢查方法이 정해지고 檢査를 통해 安全性을 확보하지 않으면 안될 것으로 믿는다.

漢江에도 많은 대형 교량이 놓여져 있고 도서지방에 육지와 섬을 연결하는 다리도 하나, 둘 늘어나고 있으며 현재도 건설중에 있는 것이 있다. 교량설치에 대한 檢査規定이 별도로 정해져 있지는 않으나 放射線透過検査 등의 일부 檢査는 遂行되고 있다.

4) 使用中인 施設의 保全検査로서의 NDT

앞에서 말한 바와 같이 각종 플랜트의 건설이나 제조업에서 비파괴검사법을 활용하여 시설의 安全性 확보에 노력해 왔다. 그러나 발전소, 工場 등을 가동하다 보면 장치는 내적, 외적 여건으로 쇠약해지고 자기 기능을 다하지 못 할 뿐 아니라 파손되어 큰 事故를 일으킬 위험마저 내포하고 있다.

장치의 가동중에는 振動 등으로 인한 피로가 생기는가 하면, 내부 내용물이나 외부 환경에 의한 부식이 일어나기도 한다. 이러한 현상은 그 정도의 차이는 있지만, 모든 시설물에서 發生되므로 우리는 사용중인 장치시설에 대해 安全性의 점검을 계울리 해서는 안된다.

1) 原子力發電所의 가동중검사

原子力發電所는 建設中에도 철저한 檢査를 통하여 安全에 대한 신뢰도를 높이고 있으나, 가동중에도 定期的으로 계속 檢査하여 결함의 發生과 成長狀態를 감시하고 있다.

건설이 끝나면 가동중검사의 기초를 잡기 위하여 가동을 시작하기 전에 가동중검사 대상 부위에 대하여 가동전검사를 하게 된다. 每3年을

대주기로 하여 매년 실시하며 수명기간동안 계속한다. 주로 超音波探傷検査를 하며 自動探傷裝置와 手動探傷裝置를 같이 利用한다. 그리고 또한 A. E. 法(Acoustic Emission)을 適用하고 있다. 液體浸透探傷検査와 磁粉探傷検査도 아울러 使用된다.

그동안 주로 外國技術陣을 中心으로 수행되어 왔으나 점차 한국에너지연구소 기술진이 技術을 습득하여 거의 우리 힘으로 해낼 수 있게 되었다.

앞으로 계속적인 研究와 開發로 檢查能力을 향상시켜야 할 뿐 아니라, 檢查結果의 解析能力을 높여야 할 것으로 안다. 그런데 가동중검사에서는 放射線피폭이라는 또 다른 문제점도 갖고 있어 숙련된 검사자가 아니면 검사하기 어려운 점이 있다.

2) 交通手段의 檢査

① 항공기의 檢査

使用中検査를 철저히 수행하고 있는 곳으로 대한항공을 들 수 있다. 일정 시간을 飛行한 후면 반드시 定期的으로 각종 검사를 실시하고 있으며, 이 중 비파괴검사의 빛은 상당히 크다. 이러한 非破壊検査를 완벽히 수행할 수 있는 각종 기자재와 施設을 갖추고 있다.

Bore Scope를 이용한 육안검사와 아울러 超音波探傷, 放射線透過検査, 涡流探傷, 磁粉探傷, 浸透探傷 등 각종 非破壊検査를 實驗室的方法으로 종합 수행하고 있는 곳이다. 대한항공의 비파괴시험실에서 비파괴시험의 精髓을 모두 경험할 수 있다.

② 鉄道車輛과 軌道의 檢査

항공기와 아울러 대량 수송기관이므로, 鉄道交通의 安全性 확보는 무엇보다 중요하다. 車軸이나 鐵路의 定期的 檢査는 필수적이다.

철도청에서는 많은 시설과 기술자를 확보하고 超音波探傷方法을 利用한 檢査를 계속해 오고 있다. 그러나 이 分野의 檢査方法이 一般化되

어 있지 않아 계속적인 研究와 開發이 要求되는 分野의 하나이다.

③ 化學플랜트의 檢査

우리나라의 化學플랜트는 1970年代에 건립되어 현재 10여년간 사용되고 있다. 高溫·高壓의 反應機와 이에 연관되는 배관 또는 高壓 저장용 탱크 등의 사용중에 發生되는 결함의 계속적인 확인이 절실히 필요하다. 피로균열이나 부식이 발전하여 파손되는 사례는 많이 있다.

예방점검의 도구로서 非破壊検査의 역할은 크다. 방사선투과검사, 초음파탐상검사, 자분탐상검사, 침투탐상검사 등 대상물과 예상되는 결함의 종류에 따라 적절한 方法을 選擇하여 적용해야 된다.

대부분의 會社에서는 自體의 檢查계획을 갖고, 정기적으로 실시하거나 관심을 기울이고 있으나 정부적 차원의 의무규정이 미비하여 좀 더 관심을 갖고, 보완하고 규정화할 필요가 있다고 생각된다.

이외에도 선박, 교량, 건물 등의 保全検査도 非破壊的 方法을 실시하고 있으나 利用 정도가 높지 않다.

3. 맷음말

우리나라의 비파괴검사의 역사는 짧지만, 檢查 물량의 계속적 증가와 요구검사수준의 향상으로 종사자들의 檢查기량은 꾸준히 향상되었다.

그러나, 특수검사 대상물에 대한 檢查방법의 개발에는 미흡한 점이 많아 앞으로 이 분야에 대한 研究가 집중되어야 될 줄 믿는다. 아울러 產學協同體制를 構築하여 利用技術에 머무르지 말고 늦은 감은 있으나 새로운 기술의 연구와 개발에 박차를 가해야 할 줄 안다.

또한 檢查方法의 확대와 새로운 檢查방법의導入과 活用에도 產學이 다같이 노력하여 水準을 높여 모든 重工業 製品이나 施設物의 品質向上에全力을 기울여야 할 것으로 본다.