韓國非破壞檢査 第4卷第2號, pp. 15～19

초음파 주사장치의 Computer화

김영환, 김영길, 이세경
한국표준연구소

1984 년 12 월 12 일 접수

Computerization of Ultrasonic Scanner

Young Hwan Kim, Young Gil Kim, Se Kyung Lee

ABSTRACT

Computerization of ultrasonic scanner is considered to achieve more quantitative and reliable ultrasonic testing. Testech LS-24 ultrasonic scanner is modified, and step motors in this modified ultrasonic scanner are driven by multiprogrammer controlled by computer. Two step motors can be controlled independently and simultaniously. The performance of computerized ultrasonic scanner is examined entloying modified C scan for a flat bottom hole ultrasonic reference block.

1. 서 론

여러 비파괴 검사 방법중에서 초음파 탐상은 재질내의 미세한 결함도 탐지할 수가 있어 원자력 발전 설비등 주요 제품의 품질 관리에 필수적으로 이용되고 있다. 그러나, 국내에서 수행되고 있는 대부분의 초음파 탐상은 수동식 탐상이어서 시험 결과의 기록이 용이하지 못하고 검사자의 숙련도에 따라서 검사결과 판정이 달라지는 단점이 있다. 따라서 보다 정량적이고 신뢰성있는 품질 관리를 위하여 초음파 탐상은 자동화 되어가는 것이 세계적인 추세이다.

그러나 자동화된 초음파 탐상 장치는 사용 목적에 따라서 주문 생산되는 경우가 많아서, 아직까지는 국내의 plant 설비와 동반되어 수입되거나 시험검사를 외국 검사업체에 의뢰하고 있는 실정이다. 이들 완전 자동화된 초음파 탐상 장치는 고가이고 또한 다른 목적에 활용하려 하여도 이 분야에 대한 기술축적이 이루어지지 않아 많은 어려움이 뒤따르고 있다. 따라서 자동화된 초음파 탐상장치에 대한 국내 기술 개발이 절실히 요구되고 있다. 본 연구를 통하여 이미 도입된 자동 초음파 탐상장치의 활용도를 높이고 나아가 자동 초음파 탐상장치의 국내제작을 가능하게 하고자 한다.

초음파 탐상의 자동화는 주사장치의 자동화, 탐상 data 수집의 자동화 및 data 분석의 자동화로 크게 나눌 수 있다. 대개의 경우 자동 초음파 탐상장치는 사용목적에 따라서 주사 장치만 달라지게 되므로 초음파 탐상의 자동화에서 선결될 과제는 주사장치의 자동화이다. 이 주사장치의 자동화를 위하여 보유중인 수침 C-scan 용 주사장치 (Testech LS-24) 를 개조하여 computer 화

* 본 연구 수행에는 1984년도 과학기술처 특정연구 개발사업비가 일부 지원되었음.

하였는데 특히 2차원 평면상의 주사를 중심으로 computer화 하였다. 또한 초음파 탐상기 (KB 6000)의 gated analog output 신호를 computer에 입력시킴으로써 data 수집의 자동화 일부를 달성하였으며 이를 이용하여 modified C-scan을 실시하여 computer화된 주사장치의 성능을 검토하였다.

2. 주사장치의 개조

초음파 주사장치의 자동화는 주사장치로부터 초음파 탐촉자의 X, Y 좌표를 읽어 들일 뿐만 아니라 탐촉자의 위치를 제어하는 것도 포함한다. 탐촉자의 위치제어용 motor로는 속도가 빠른 DC motor보다는 속도는 다소 느리지만 pulse에 의하여 정확히 위치가 제어될 수 있는 step motor가 더 유리하다.

보유하고 있는 초음파 주사장치의 scan(X축) 방향은 DC motor에 의하여 구동되고 index (Y축) 방향은 step motor에 의하여 구동되어지고 있다. Computer에 의한 정확한 위치 제어가 가능하도록 DC motor를 step motor로 대체하였고 computer 없이도 주사 장치를 사용할 수 있도록 주사장치 내부의 전기적 회로를 변경하였다. 또한 computer로부터 motor request 신호를 받게되면 이 주사장치는 step motor를 내부의 전기회로로부터 분리시켜 별도의 단자로 연결되도록 하였다.

사용되어진 step motor는 2상 step motor로서 motor의 4단자에 위상차가 있는 4조의 pulse를 가함으로써 회전되어진다. 대개의 경우 4조의 pulse를 제어하는 것보다는 pulse train, direction 신호를 step motor에 적합한 위상 신호로 바꾸어주는 logic 부와 step motor의 정격전압과 정격전류에 적합한 신호로 바꾸어 주는 구동부로 구성된 translator를 사용하여 제어한다.

주사 장치내의 2개의 step motor를 구동하기 위하여 2개의 translator와 이에 필요한 전원부 그리고 step motor의 inductance에 의하여 유도되는 고압의 유도 기전력으로부터 pulse train 및 direction 신호를 절연시켜 주는 optical isolator를 사용하여 step motor 구동장치를 제작하였다. 이 제작되어진 step motor 구동장치의 구성도를 Fig.1에 나타내었다. 이 구동장치의 pulse train 입력으로 최대 600 Hz 까지의 pulse frequency를 사용할 수 있는데 이 경우 step motor는 초당 3회전의 속도로 회전하여 2 cm / sec 정도의 주사속도를 나타내었다.

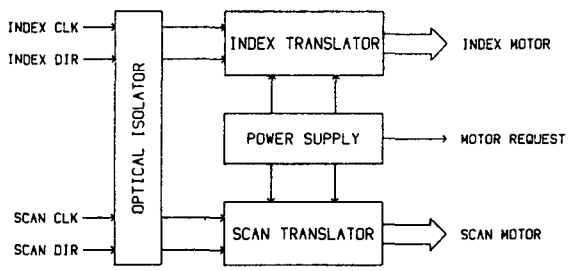

Fig. 1. Block diagram of step motor driving unit

3. Computer와 주사장치와의 연결

개조되어진 주사장치를 제어하기 위하여 HP85F microcomputer를 controller로 사용하였다. Interface로 IEEE 488 bus를 통하여 기기를 제어하였으며 RS232C serial interface를 이용하여 minicomputer와 연결하여 minicomputer의 도움을 받을 수 있게 하였다.

개조되어진 초음파 주사장치를 제어하기 위하여 X, Y축 각각에 대하여 pulse train과 direction 신호가 필요하다. 또한 초음파 탐상 data를 수집하기 위하여, 초음파 echo의 진폭을 입력시키기 위한 A/D(analog to digital) converter가 필요하며 echo까지의 시간을 측정하기 위한 pulse counter가 필요하다. 이들의 기능을 수행하기 위하여 IEEE 488 interface bus에 의하여 제어될 수 있는 HP6942A mul-

tiprogrammer를 선택하여 위에 열거한 data의 입출력이 가능하여졌다.

Multiprogrammer 내에 있는 2장의 pulse train output card로부터 2조의 pulse train과 direction 신호를 step motor 구동장치에 연결하였다. 이로서 computer가 원하는 갯수에 해당하는 pulse를 내보내도록 multiprogrammer에 명령하면 multiprogrammer 내의 pulse train output card는 그 수의 pulse train을 발생하고 이는 step motor 구동장치를 통하여 step motor를 회전시키게 되어 탐촉자의 위치가 이동하게 되었다. 이 경우 2개의 step motor를 동시에 독립적으로 구동할 수가 있어 개조되어지기 전의 탐촉자 위치 제어보다 자유로와졌다.

초음파 탐상을 하는 중에 탐상 data를 수집하기 위하여 step motor를 정지시켜야 하는데 motor가 자주 정지함으로 인하여 주사장치가 진동하고 소음이 발생하는 문제가 발생하였다. 이 문제를 해결하기 위하여 data buffer를 사용하여 data를 수집하는 방법을 고려하였다. 이를 위하여 multiprogrammer에 memory card를 사용하고 scan 중에는 pulse train을 계속 발생시키고 수집된 data는 일시적으로 memory card에 저장시켰다. 한번의 scan이 끝나고 index시에 memory card에 저장된 수집 data를 computer에 한꺼번에 전송함으로써 scan 시 motor의 정지회수를 줄였다. 그 결과 scan 시 motor가 계속적으로 회전하게 되었고 진동과 소음이 감소되었다. 이 computer화된 주사 장치의 구성도를 Fig.2에 나타내었다.

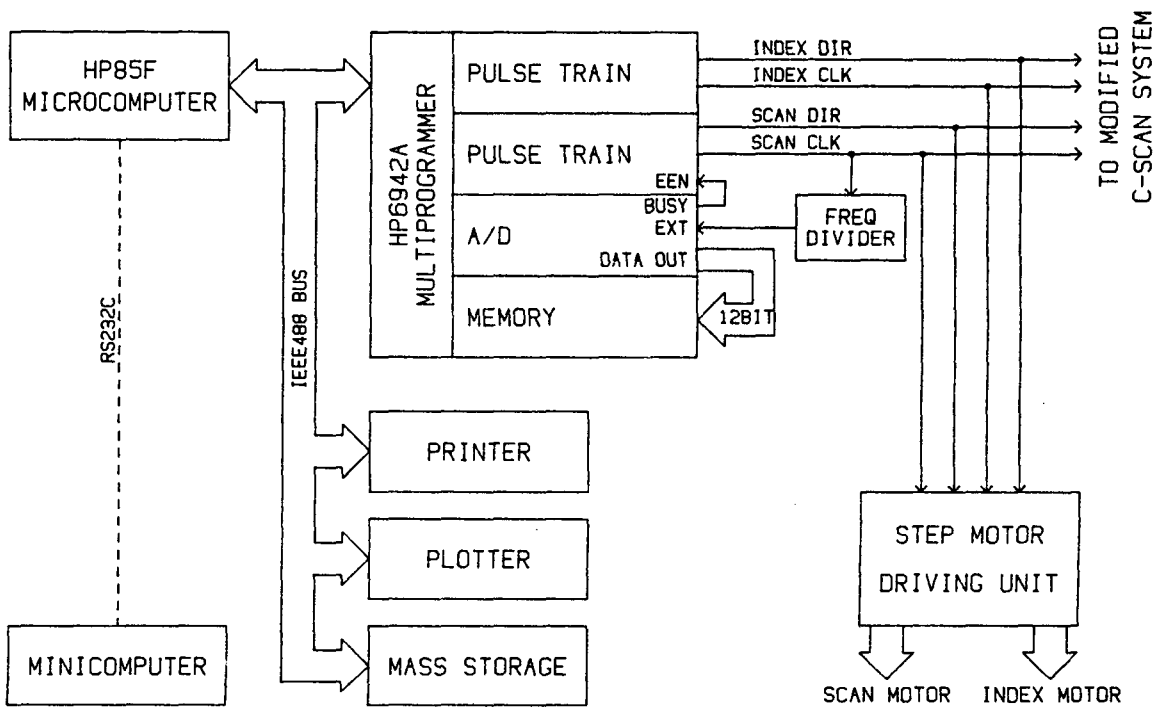

Fig. 2. Block diagram of developed computerized ultrasonic scanner

4. 결과 및 토의

완성되어진 computer 화된 초음파 주사장치는 본래의 주사장치에 비하여 탐촉자의 위치 제어가 자유로와져 복잡한 주사의 경우에도 활용할 수 있다. 이 computer 화된 주사장치의 모습을 Fig. 3에 보였다. 이 장치를 사용하여 flat bottom hole형의 초음파 대비 시험편에 대하여 수행한 C scan 결과, analog modified C scan 결과 및 computer 에 의한 modified C scan 결과를 Fig.4, Fig.5 및 Fig.6에 각각 나타내었다. 이들로 부터 modified C scan 은 반사된 초음파의 진폭분포에 관한 정보를 나타내 주어 C scan 보다 나은 data 분석법임을 알 수 있다. Computer 에 의한 modified C scan 은 analog C scan 에 비하여 급속한 amplitude의 변화에 둔감한데 이는 data 를 읽어들이는 위치가 불연속적이기 때문이다. 이는 scan 시 data 를 읽어들이는 간격을 좁히면 많이 극복되어질 수가 있다. Computer 에 의한 modified C scan 은 초음파 탐상 data 를 보조 기억 장치에 기록할 수가 있어 필요시 분석을 새로이 할 수 있는 장점이 있다.

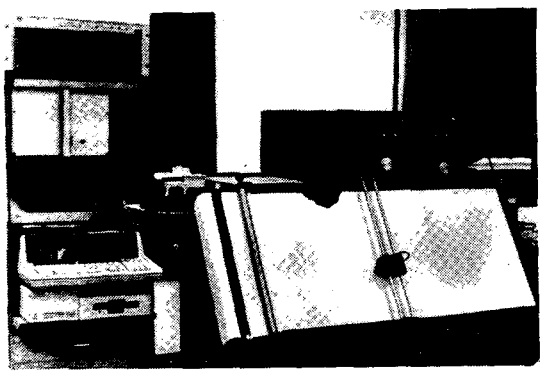

Fig. 3. Overall view of computerized ultrasonic scanner

현재 초음파 탐상 data 수집에 대한 자동화는 echo 의 진폭 수집에 관하여만 달성되어졌는데 차후 echo 까지의 시간에 대한 data 수집도 자동화

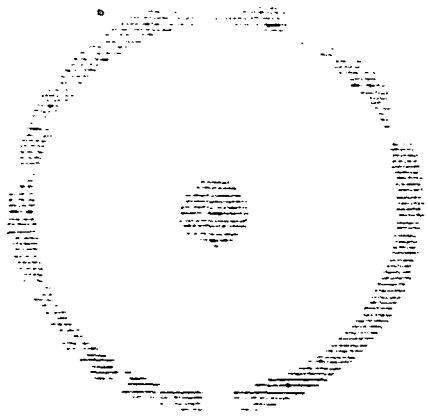

Fig. 4. C - scan of a flat bottom hole ultrasonic reference block

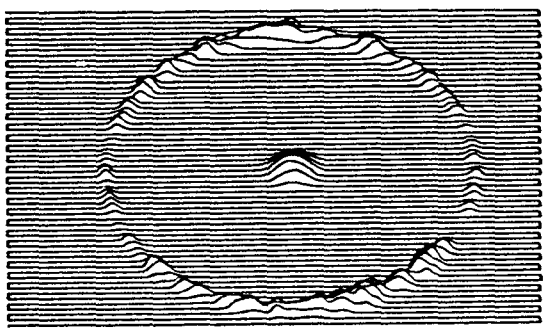

Fig. 5. Analog modified C - scan of a flat bottom hole ultrasonic reference block

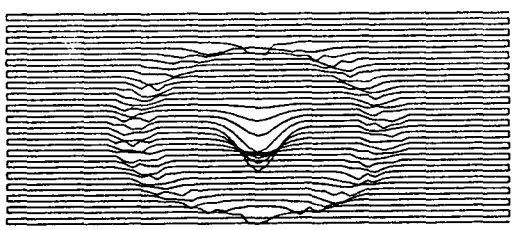

Fig. 6. Computerized modified C - scan of a flat bottom hole ultrasonic reference block

가 되면 modified C scan 뿐 아니라 B scan, P scan 의 data 분석방법도 실시할 수 가 있다.

또한 본 연구를 통하여 축적되어진 기술을 발판으로 실험실 규모의 초정밀 주사장치를 제작하는 중이다. 이 주사장치가 완성되면 수침용 초음파 탐촉자의 교정, 초음파 대비 시험편의 교정 및 연구용 주사장치로 활용될 것이다. 이 초정밀 주사장치를 제작한 후, 이를 경험으로 하여 산업체의 제품에 대한 초음파 탐상 자동화에 도움을 주어 정량적인 품질관리에 기여하고자 한다.