

超音波의 應用

崔 宗 秀
(正 會 員)

中央大學校 工科大學 電子工學科 副教授(工博)

I. 머 리 말

초음파란 가청주파수대 이상의 주파수를 가진 탄성파를 뜻하고, 주로 액체 혹은 탄성체 속을 전파하는 파동을 다루는 것이나, 가압 공기 등의 기체 속의 파동을 이용하는 수도 있다. 따라서 그 주파수는 거의 20 KHz 이상에서 수 MHz까지이나, 근년 수백 MHz 인 초고주파 초음파까지도 이용할 수 있게 되었다.

이러한 초음파의 응용분야는 아주 넓은데, 여기서는 通信的 응용, 즉 초음파에 의해 어떤 정보를 얻고자 하는 경우와, 動力的 응용, 즉 물질 혹은 물체에 어떤 변화를 주게 하는 경우의 2가지 분류로 하여 개설하기로 하였다.

II. 超音波의 通信的 應用⁽¹⁻⁴⁾

1. SONAR(水中 音響 探知機)

Sound navigation and ranging의 약칭인 이는 초음파의 응용중에서, 불란서의 Langevin(지금부터 약 50년 전)이 실용화의 계기를 만들어, 초음파의 응용중 맨처음 실용화된 것으로 보고 있다.

그림 1에서와 같은 두 방식으로 나눌 수 있다. 이중, 패시브 방식은 예를 들면 배가 내는 원동기나 추진기, 그외의 수중음을 수신기로 받아, 이에 의해 音源의 방

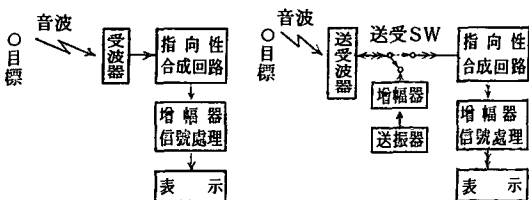
향과 종류를 탐지할 수가 있다. 한편, 액티브 방식에서는 연속파 또는 펄스파를 수중에 발사하여, 목적물에서 산란되어 돌아 오는 음을 수신하고, 이때의 왕복 시간과 물의 음속으로부터 거리를, 그리고 수신방향으로부터 목표물의 방향을 각각 탐지하는 방식이다.

여기서, 패시브 방식은 역탐지의 우려가 없는 반면에, 액티브 방식은 음파를 내기 때문에 그 우려가 있다. 또한 액티브 방식에는 서치라이트 방식과 스캐닝 방식이 있고, 전자는 한 방향으로의 펄스 발사로써 그 방향만 탐지할 수 밖에 없기 때문에 전영역을 탐지하기 위해서는 전파속도가 느려 시간이 걸리고 이동물체의 탐지에는 부적당하다. 후자는 서치라이트 방식의 결점을 어느 정도 메꾸기 위해, 무지향성의 音源을 쓰거나 지향성이 있는 다수의 진동자를 원통형으로 배열시켜, 1회의 발사로 넓은 범위를 탐지하고자 하는 방식이다.

SONAR의 원리를 이용한 水中機器에는 測探機, 魚群探知機 등이 있고, 이들 모두에 쓰이는 초음파의 주파수는 10~200KHz(파장 15cm~7.5mm)의 범위이다. 또한 探知距離는 감쇠와 S/N으로 결정되며, 가령 현재의 액티브 소너에서는 30KHz인 경우 약 3.0km가 한 제한 듯하다.

2. 非破壞 檢査(nondistructive test)

소리에 의해 외부로부터 물체내부의 흠을 검사하는 것은 의사의 打診, 철도차량의 검사 등에서 평소 많이 경험하고 있다. 지금에 와서는 압연이나 주조시에 생긴 재료내의 흠이나 그 위치를 재료를 깨지 않고 발견해 내거나, 물체의 두께를 측정하는데 초음파가 이용되고 있다. 이것은 SCNAR와, 측정거리나 주파수에는 대차가 있지만, 原理는 같다. 또한 초음파 探傷法은 금속재료에 한하지 않지만, 특히 금속재료에 대해서는 아주 편리하면서 유용하다. 사용주파수는 감쇠가 작은



(a) 패시브방식

(b) 액티브방식

그림 1. SONAR의 형식

재료에 대해 약 0.5~10MHz(水浸法에서는 25MHz), 감쇠가 큰 재료에 대해서는 약 20~100KHz도 쓰인다. 이에는 그림 2에 보이는 것과 같은 세 방법이 있다.

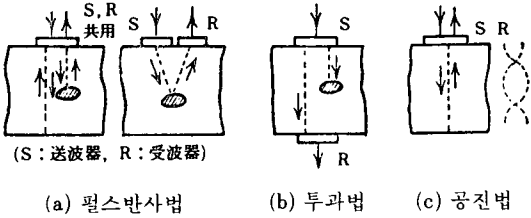
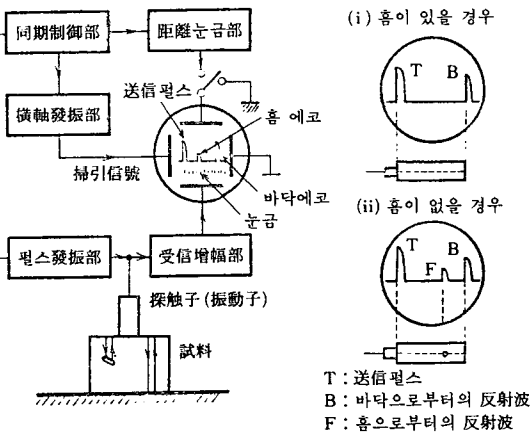


그림 2. 超音波 非破壞 検査法

(1) 펄스 반사법

이는 초음파 펄스가 재료의 他端 혹은 중간에 있는 흠으로부터 반사되어 오는 상태를 브라운관으로 관찰하는 방법을 말하며, 이에 쓰이는 기기를 일반적으로 超音波 探傷器라 부른다. 그 구성의 한 예를 그림 3에 보인다.

그림 3 (b)에 초음파 반사파를 브라운관상에 나타낸 것을 보이고 있는데, 이 경우, 주파수는 작은 흠을 발견해 내고자 한다면 약 500KHz~25MHz로 높아야 한다. 즉 물체의 크기에 비해 파장이 짧을 수록, 물체로부터의 반사계수가 크기 때문에, 주파수가 높을 수록 흠의 발견이 용이해진다. 또한 최소 탐상거리의 펄스폭의 약 1/2이 한도이기 때문에 고주파 펄스폭이 좁을수록 인접거리로부터의 반사파를 분리하기 쉬워진다.



(a) 구성도 (b) 표시
그림 3. 초음파 探傷器의 구성도

한편, 앞에서는 초음파를 표면에 수직으로 입사시켰으나, 펄스에 폭이 있기 때문에 얇은 판이나 용접부의 검사를 할 수가 없는 때가 있다. 이러한 경우는 그림 4에서와 같이 쉐기를 사용하여 음파를 재료 표면에서 비스듬히 입사시켜, 입사각을 적당히 하게 되면, 횡파 혹은 표면파가 생기기 때문에 이것을 이용하여 검사한다. 이 방법은 붙여 맞춘 용접의 검사에는 없어서는 안되는 것이다.

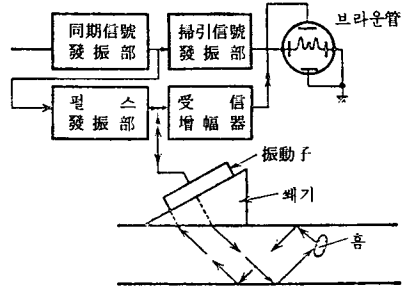


그림 4. 斜角 探傷法

(2) 투과법

그림 2 (b)와 같이 피검사체의 한 면에 연속초음파(펄스파를 쏠 때도 있음)를 입사시키고, 맞은 편 면 끝에 도착하는 음파의 세기로 중간에 있는 흠의 유무를 추정한다. 이것은 비교적 간단한 방법이나, 정밀도 부족 등의 이유로 널리 실용되지 못했다. 그러나 최근에 와서는 현저히 개량되어 그 특징을 살려 특수한 목적에 쓰이고 있다.

즉, 반사법에 비해 전과경로가 반밖에 안되므로, 鑄物이나 비금속과 같이 초음파의 감쇠가 큰 것의 검사나, 크기에 비해 펄스 폭이 넓기 때문에 분해능이 나쁘고 펄스반사법을 쓰지 못하는 작은 물체의 검사에 알맞다. 그러나 계기의 지시가 투과한 초음파의 양만으로 추정되기 때문에 탐상자(트랜스듀서)와 검사체의 접촉을 충분히 잘 해 두지 않으면 指示의 감소가 흠에 의한 것인지 혹은 타의 영향인지를 구별할 수 없는 경우도 있다.

현재, 시판되고 있는 투과형 탐상기의 주파수는 0.1~8.75MHz로 고무 등에는 0.1MHz, 금속재료에서는 1~2.85MHz, 얇은 막 혹은 선에는 8.75MHz가 쓰인다. 여기서 수신출력은 전류계로 지시되며, 한계치를 넘기면 적램프, 부저로써 경보를 내는 것이 있고, 대량생산의 경우의 품질관리 등에 알맞다.

(3) 공진법

이 방법은 흔히 초음파 두께 계측기로 불리고 있으며, 판 두께나 금속판 접착검사 등에 쓰이고 있다. 그림 5에 연속파에 의한 재료검사의 원리도를 보인다. 발진기의 가변컨덴서 C를 연속적으로 변화시켜, 발진주파수 f를 변화하게 하여, 그 출력을 진동자에 인가시키

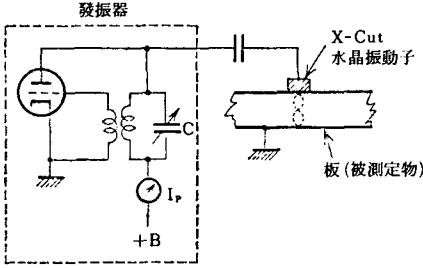


그림 5. 연속파에 의한 재료검사 원리도

면 판 속을 음파가 전파해 간다. 이때 반파장($\lambda/2$)의 정수배(n)가 판두께 d와 같게 되면, 즉

$$n \frac{\lambda}{2} = d \tag{1}$$

로 되면, 판 속에 정재파가 생겨 공진하게 되고, 진동자의 動(moving) 어드미턴스가 갑자기 크게 되므로, 발진기의 양극 전류 I_p 도 증가한다. 이때의 주파수 f_n 을 읽으면 $\lambda = c/f_n$ 에서 파장을 구할 수 있다. 이것을 식 (1)에 대입하여

$$d = \frac{n}{2} \cdot \frac{c}{f_n} \quad (n=1, 2, \dots) \tag{2}$$

과 같이 두께를 구할 수가 있다. 현대 n은 대략적인 두께를 알고 있을 경우 추정에 의해 알 수가 있다. 만약 n을 몰라도 $f_n, f_{n+1}, f_{n+2}, \dots$ 등으로 되는 공진주파수를 측정하면, 그 차의 주파수가 기본주파수로 되고

$$d = \frac{c}{2(f_{n+1} - f_n)} = \frac{c}{2f_1} \tag{3}$$

로부터 두께를 구하게 된다.

초음파 두께 계측기의 원리는 액체, 기체의 粘性이나 音速 등의 측정에 쓰이는 干涉計와 거의 같은데, 간섭계에서는 音波의 波長을 일정히 하고, 매질의 길이를 변화시켜, 정재파를 만들게 한다. 그러나 두께 계측기에서는 파장을 연속적으로 변화시키는 점이 서로 다르다.

3. 液層 및 空氣層의 두께 측정

액체저장 탱크 밑에 송수신용의 진동자를 두고 초음파 펄스를 송신하여, 액체면에서의 반사파를 수신, 그 왕복시간으로부터 깊이를 측정한다. 또 송수신용의 진동자를 공중에 설치하는 방식에서는 프라스틱, 펄프용 목재, 시멘트 등 공기와 음향임피던스에 차가 있는 분말체 재료의 두께 측정에 이용된다.

그림 6에 한 예를 보인다.

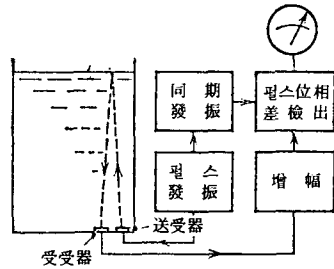


그림 6. 초음파 액면계의 구성도

사용주파수는 측정거리 0~50m까지의 수중용에는 100KHz~1MHz, 0~10m, 0~2m까지의 공중용에는 각각 20KHz, 40KHz 등이 쓰인다.

4. 流速計

그림 7은 초음파 유속계의 설명도이다. 흐름의 상류와 하류에 거리 L만큼 초음파 송수신기를 두고, 한 쪽에서 음파를 보내고 다른 쪽에서 받도록 한다. 이때 음의 통과 시간 t는 음속을 c, 유속을 v로 하면, 음의 방향에 따라

$$t = \frac{L}{c \pm v} \quad (c \text{와 } v \text{가 동일방향인 때 } +, \text{ 반대인 때 } -) \tag{4}$$

로 된다. 따라서 음의 방향에 따른 시간차 Δt 는

$$\Delta t = \frac{L}{c-v} - \frac{L}{c+v} = \frac{2Lv}{c^2 - v^2} \approx \frac{2Lv}{c^2} \quad (\text{단, } c \gg v) \tag{5}$$

로 되므로, Δt 를 측정하여 유속을 구할 수가 있다. 그

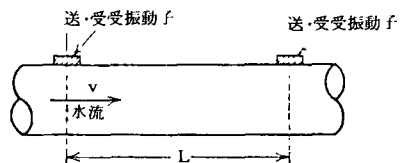


그림 7. 流速計의 설명도

러나 L이 짧은 경우에 Δt를 측정하게 되면 초음파 펄스로는 정밀도가 떨어진다. 그러한 때는 연속파를 사용하여 위상차법으로 시간차를 측정한다. 즉 연속파의 각 주파수를 ω, 통과시간을 t로 하면, 송수신간의 위상차 φ는 식(4)로부터 음파의 방향으로

$$\phi = \omega t = \frac{\omega L}{c} \left(1 \pm \frac{v}{c}\right)^{-1} \approx \omega \left(\frac{L}{c} \mp \frac{vL}{c^2}\right) \quad (6)$$

와 같이 된다.

따라서, ω, L, c가 기지라면, φ를 측정함으로써 유속 v를 구할 수가 있다. 그러나 식(6)의 ()내의 제 1항은 v에 관계하는 제 2항 보다 매우 크고, c, L 등의 온도에 의한 변화가 오차의 원인이 되기 때문에, 음파의 방향을 바꾸어서 송수신을 하고, 각각의 경우의 위상차 Δφ를 취하면

$$\Delta\phi = 2\omega vL/c^2 \quad (7)$$

로 되며, 오차의 원인이 제거된다. 이에 쓰이는 주파수는 수 10KHz~2MHz 정도이다.

또한 유속은 그림 8과 같은 Sing-Around 법으로 구할 수가 있다. 이것은 원래 試料中の 전파속도를 측정하는데 쓰이는 방법이다. 그림에서의 작동보턴(컨텐서의 방전 등으로)을 누르면 하나의 펄스가 증폭되고, 이것이 펄스발전기의 트리거로 되어, 발전기에서 하나의 펄스가 나온다. 이것이 송신기에 들어가고, 송신기에서 시료중으로 초음파 펄스를 방사시킨다. 이것을 수신기로 받아, 이 출력이 전기적으로 증폭되고, 다시 단일 펄스 발전기의 트리거로 된다. 이와 같이 전기적 또는 초음파 펄스로서, 송신기→시료→수신기→증폭기→단일펄스 발전기→송신기로 몇회고 돌게 된다. 이것을 Hanson이 Sing-Around 법이라 이름 붙였다.

이 방법으로 시료중의 전파속도를 측정하기 위해서는 펄스의 반복주파수를 주파수 카운터로 측정하여 구

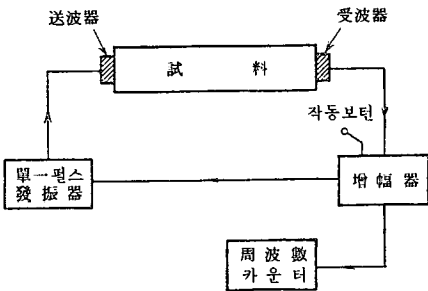


그림 8. Sing-Around법의 설명도

한다. 즉 반복주파수 f는 펄스가 한바퀴 도는 시간 (Sing-Around 週期)의 역수로, 시료의 길이를 L, 전파속도를 c, 전기계의 지연시간을 τ로 하면 $1/f = L/c + \tau$ 가 된다. 따라서 전기계의 지연을 지우기 위해서는 시료의 길이를 L₁, L₂로 바꾸어서 2개의 반복주파수 f₁, f₂를 측정한다면 전파속도 c는 $c = (f_1 f_2 / (f_1 - f_2)) (L_2 - L_1)$ 로부터 구할 수 있게 되고, 2개의 반복주파수와 길이의 변화로부터 c를 알 수 있게 된다.

상기와 같은 원리를 유속 v를 측정하는데 쓰기 위해서는 그림 9에서와 같이 2개의 Sing-Around 장치를 준비하여, 장치 I에서는 흐름의 방향으로, 장치 II로부터는 역방향으로 음파를 내게 하면, τ를 무시하고 장치 I에서는 $f_1 = c + v/L$, 장치 II에서는 $f_2 = c - v/L$ 인 반복주파가 되므로, 그 차 Δf는

$$\Delta f = f_1 - f_2 = \frac{2v}{L} \quad (8)$$

로 된다. 따라서 Δf를 알게 되면, 유속에는 무관하게 유속을 구할 수가 있다.

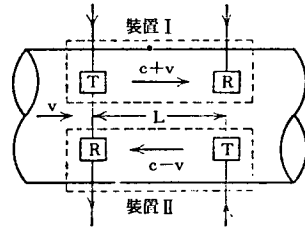


그림 9. Sing-Around법에 의한 유속측정

5. 기 타

(1) 粘度計: 시료속에 진동체를 넣어서 그 면에 평행한 진동을 가하게 되면, 유체로부터 받게 되는 저항을 검출, 점성을 측정한다. 電磁振動形, 磁歪振動形 등이 있다.

(2) 應力分布의 測定: 응력이 존재하고 있는 곳에서는 횡파인 음파가 진동방향에 따라 다름을 이용하여, 광탄성과 비슷한 방법으로 불투명체 속에서도 응력분포를 측정할 수 있다.

(3) 水中通話: 초음파를 반송파로 하여, 이것을 음성주파수로 변조시켜 잠수 공작원용 등의 수중통화에 쓴다.

(4) 硬度計: 얇은 니켈봉의 앞끝에 다이아몬드 팁을 붙여서, 이것을 피측정 재료에 가변계 누르면서 종진

동시켰을 때의 공진주파수 편차로부터 재료의 경도를 측정한다.

(5) 遲延線: 초음파가 매질중을 통과하는데 요하는 시간만큼 신호를 지연시킨다. 음속이 전파의 속도에 비해 느림을 이용한 것이다.

(6) 여파기: 고체재료의 기계적 공진을 이용하여 여파기로 한 것.

(7) 의료진단^미: 원리적으로 탐상기와 같은 것으로, 종양, 혈중, 압, 태아의 형태 등을 발견하는데 이용된다.

(8) 도플러법에 의한 진단^미: 연속파가 심장, 혈관 등과 같이 운동하고 있는 기관에 닿으면 도플러 효과에 의해 주파수가 변화하는 것을 이용하여, 그 기관의 운동상태를 조사한다. 태아의 心音을 들을 수가 있다.

(9) 物性研究: 여러 매질의 음속, 흡수, 분산 등을 측정하여, 그 매질의 물성, 화학반응속도, 그외의 해명이 가능하다.

(10) 光學的 應用: 초음파에 의한 빛의 굴절, 회절 등을 이용하여, 음속 그외의 측정을 수행하거나, 고주파에서 진동하는 스트로보스코프를 만들기도 한다. 또 레이저 발진용의 루비에 초음파 진동을 주어 레이저광의 변조가 가능하다.

Ⅲ. 超音波의 動力的 應用^{1),2)}

1. 空洞現象(cavitation)과 그 應用

액체중에 강력한 초음파를 발생시키게 되면 액체내의 압력이 陰의 값이 되는 반주기간에 압력이 극도로 저하하게 되고, 그로 인해 그 일부분의 액체가 氣化하거나, 액체중에 용해되어 있던 기포가 팽창하거나, 혹은 진공에 가까운 상태가 발생하는 등으로 하여, 액체중의 일부에 空洞을 일으키는 수가 있다. 이 현상을 空洞現象이라고 한다. 이러한 현상은 배의 추진기를 고속회전시킬 때에 추진기 표면에 공동이 부착되거나, 강력한 초음파 발생용 진동자의 표면에 생기거나, 초음파를 한 점에 초점을 맞추게 하거나 하면 발생한다. 액체중에 용해되어 있는 기체에 의한 공동현상을 氣體性 空洞現象(gaseous cavitation)이라 하고, 액체 자신이 기화하여 생기는 경우를 증기성 공동현상(vaporous cavitation)이라 한다. 전자를 脫氣性, 후자를 眞性 공동현상이라고도 부른다.

추진기 표면에 공동현상이 생기면 배의 추진력이 감소하고, 초음파 진동자 표면에 기포가 부착되어도 그 출력이 줄어든다. 따라서 공동현상이 생길만한 압력이 추진기의 출력 또는 초음파 진동자의 음향출력의 한계

로 되며, 또 공동현상을 일으키고 있는 액체 속에서는 음파의 전파 손실이 현저히 증대한다. 기체성 공동현상이 발생하는 음장압력 한계는 액체의 靜壓力을 증대시키면 커진다(水中 음파의 음압 침투치가 1기압(1.014 bar)이 될 때의 음장의 에너지 밀도는 $3.4 \times 10^3 \text{W/m}^2$).

공동이 소멸할 순간에 고압과 고온도를 발생(수천기압, 약 10,000℃)시키고, 또 발광하는 수가 있다. 이것을 음향 루미넌스 또는 음향화학 루미넌스라 부른다.

액체중에 유한진폭의 음장이 존재할 때에는 압축되는 부분의 구간은 짧고, 팽창되는 부분의 구간은 길어지므로, 음파가 존재하는 부분의 평균압력은 액체의 靜壓보다 낮아지고, 음파가 존재하는 부분이 음파가 존재하지 않는 부분으로부터 압축 받도록 되어, 이것이 방사압(radiation pressure)으로 작용, 유체에 직진류를 생기게 한다. 또 유한진폭 음파는 처음에 정현파였던 것이 전파해 감에 따라 톱날파형으로 되고, 감쇠도 현저히 증대된다. 氣泡가 존재하는 액체에 음장을 가하면 음장의 주파수에 공명되는 기포보다 큰 기포와 작은 기포에서는 역방향의 힘을 받고, 정재파의 배(腹)의 위치와 마디의 위치로 분리된다. 이것은 방사압에 의해 생기는 작용이며, 이에 의해 2종류의 기포입자를 분리할 수가 있다. 이것을 分離效果라 한다.

공동현상에 의해 발생된 기포가 방사압 및 직진류에 의해 이동되고, 집중성장하여 분리되는 것을 이용하여 액체의 脫氣를 할 수가 있으며, 유리 溶融物로부터의 氣泡 除去나 金屬溶融物로부터의 氫氣 除去 등에 쓰인다.

기체중에 미립자가 섞여 있는 煙霧質(aerosol)에 음장을 가하면, 음장에 구동되어 운동하는 진폭이 섞여 있는 입자의 크기에 따라 다르기 때문에 충돌할 기회가 많아지고, 또 나란히 서로 평행하게 운동하는 입자간에 작용하는 유체역학적 인력 역시 더해지므로, 입자가 모아져 凝縮效果가 생긴다. 액체중에 미립자가 섞여 있는 경우에는 같은 응축효과가 생긴다. 이것은 超音波 集塵, 비행장 등의 안개 제거, 超音波에 의한 微粉炭의 回收(水中) 등에 이용된다.

2. 分散效果와 그 應用

기체 또는 액체 속에 초음파를 가하여 미립자를 분산시켜서 乳狀液(emulsion), 煙霧質 등을 만드는 작용을 分散效果라 한다. 이에는 미립자 표면의 마찰력이 관계되나, 공동현상도 유효하다. 초음파로 분산시켜서 생겨나는 액은 미립자의 직경이 0.1~10 μm 정도이고, 진성의 콜로이드는 아니며, 방치해 두면 침전되는 부

분이 많다. 乳狀液이 생겨 나는 경우에는 기계적 작용 외에 溶存氣體에 의한 산화작용도 중요한 기능을 한다.

금속의 미세한 콜로이드를 만들 경우, 전기분해중에 음극에 초음파를 가하고 석출할 금속을 그대로 액체중에 분산시키는 방법이 쓰이고 있다. 또 용융중에 타의 금속을 분산시킬 수도 있다.

초음파 세척도 분산효과와 초음파에 의한 화학반응의 촉진을 이용한 것이며, 복잡한 형태의 작은 물체표면 세척 등에 중요한 역할을 하고 있다. 또 공동현상을 이용한 초음파 腐蝕도 이루어지고 있다.

초음파에 의한 알미늄 맵질은 분산효과에 의한 산화피막의 제거가 주요한 작용을 한다.

초음파를 물과 기름의 혼합과 같은 유화작용에 이용하기 위해서는 분산작용과 함께 응집작용을 살려서 양자의 평형에 의해 농도가 결정된다. 酒類의 熟成에 관해서도 마찬가지이다.

액체의 표면에 액속으로부터 강한 초음파를 가하면, 액체는 기체중에 분출되어 분수상태로 되는데, 그 주위에 안개 상태의 연무질이 형성된다. 이 현상은 점성이 높은 액체에서는 생기기 힘들고 안개입자의 크기는 주파수가 높을수록 작아지며, 1MHz 부근에서 $3\mu\text{m}$ 정도, 5MHz에서 $0.5\mu\text{m}$ 정도로 된다. 또 분산되는 액체의 양은 초음파의 출력과 함께 증가한다. 이 방법은 초음파가습기, 초음파흡입로법 등에 이용되고 있다.

3. 發熱效果의 醫學的 應用

전술한 바와 같이, 물은 용액 속에서는 공동현상에 의한 파괴작용과 산화작용이 주된 것이었으나, 생체조직이나 진한 용액 속에서는 공동현상은 생기지 않고, 發熱效果와 기계적 작용이 주된 것으로 된다.

생체조직인 경우, $0\sim 10^4\text{W/m}^2$ 의 약한 초음파는 세포나 생체에 변화를 주지 않으나 세포간의 물질대사 등의 생리적 작용을 촉진시키고, $10^4\sim 3\times 10^4\text{W/m}^2$ 의 중정도의 초음파는 일부에 병리적인 변화를 일으키게 하나 가역적이며, 이 범위가 의료용으로 널리 쓰이고 있다. $3\times 10^4\sim 10^7\text{W/m}^2$ 의 강한 초음파를 가하면 세포나 조직에 불가역적 변화를 일으켜 사멸에 이른다. 초음파 수술 등에는 10^6W/m^2 정도가 쓰이고 있다.

4. 超音波 加工

딱딱하면서 연한 재료, 예를 들면 겔마늄, 실리콘, 페라이트, 수정, 보석, 유리, 超硬質合金 등을 가공하는데 초음파 加工法이 이용된다. 이것은 18~25KHz 정

도의 탄성진동에 의해 충격적으로 破碎加工을 하는 것으로 절단, 연마, 조각 등이 가능하다. 게다가 공구는 회전 운동 등을 하지 않고 슛돌가루를 적당한 가공액에 섞은 혼합액을 공구와 피가공물과의 사이에 발라서 적당한 이동장치로 공구를 피가공물에 눌러 붙이고, 공구를 상하로 진동시켜 서서히 공구의 형태대로 파가공물내에 움푹 패어 들어가서 가공되므로 복잡한 형태인 것도 가공할 수가 있고, 또 가공정밀도는 높고 가공속도 역시 빠르다. 초음파 가공장치는 磁歪振動子の 송신면과 가공 공구와의 사이를 탄성체 혼(horn)으로 결합시켜, 전체가 초음파의 주파수에 공진되게끔 조정된다.

IV. 맺 음 말

1921년경 프랑스의 P. Langevin에 의해 2매의 금속 원판 사이에 수정을 샌드위치 식으로 끼워서 만든 진동자(transducer)로써 超音波 測探機가 만들어진 이래, 초음파의 응용은 物理, 化學, 電氣, 機械, 金屬, 醫學, 生物學 등 여러 분야에 걸쳐 있다. 특히 이들 응용중 信號(通信)로서의 응용면으로는 探傷器, 魚群知器를 중심으로, 또 動力으로서의 응용면으로는 加工機, 洗淨機를 중심으로 각각 工業的인 應用 開發이 경주되어 왔다고 볼 수가 있다. 비교적 최근에는 프라스틱溶接, 醫學에의 應用 등은 주목되어야 할 成果이다. 이중 醫用的 超音波 診斷裝置의 발전과정은 電子工學의 발달과 함께하고 있으며, 극히 最近 超音波 溫熱암치료기(hyperthermia)의 연구에 관심이 모아지고 있다.

응용범위가 넓은 만큼, 상기의 공업적인 응용성에 초점을 맞추면서 해설하였으나, 記述의 어려움을 통감한다. 미진한 부분은 타 참고문헌으로 대신하는 바이다.

參 考 文 獻

- [1] 實吉, 菊地, 熊本 監修: 超音波技術 便覽, 日本日刊工業新聞社, 1960.
- [2] J.R. Frederick: Ultrasonic Engineering, John Wiley & Sons, Inc. 1965.
- [3] 日本學術振興會編: 超音波探傷法, 日刊工業新聞社, 1977.
- [4] 川村雅恭: 電氣音響工學概論, 昭晃堂, 1977.
- [5] 崔宗秀: “超音波 映像診斷 技術”, 電子工學會誌, 第13卷, 第3號, pp. 52~58, 1986. *