

超音波音速測定装置 UVM-2 型

1. はじめに

超音波を用いた固体の材料・物性評価や内部損傷などを調べる非破壊検査は古くから行われており、それは物質の弾性定数、内部摩擦、密度、異方性、純度等の物性値が伝播した超音波特性量（音速、減衰、周波数特性、過渡特性）と相関関係を持っていることを利用している。そのなかでも音速は重要なファクターであるためより高精度測定が必要とされている。本稿では、高精度音速測定法の一つであるシングアラウンド法をシステム化した装置の製品を紹介する。

2. 測定原理

超音波音速測定装置（以下、UVM-2）の測定系統図を図 1 に示す。

送信子から発射された超音波パルスは、試料→受信子→AGC 増幅→ゼロクロス時間検出→多段遅延→同期パルス発信→超音波パルス発信を経て再び送信子へ帰還し、同一閉回路を繰り返して発信（SING-AROUND）し続ける。このシングアラウンドループの N 回の平均周期を測定すると、周期測定の原理により N 倍の測定精度が得られ、高精度の伝播時間測定が可能になる。また、繰り返し計測機能により、センサの特性変化やノイズによる信号のふらつきやひずみを減らして信号を安定化させる効果もある。

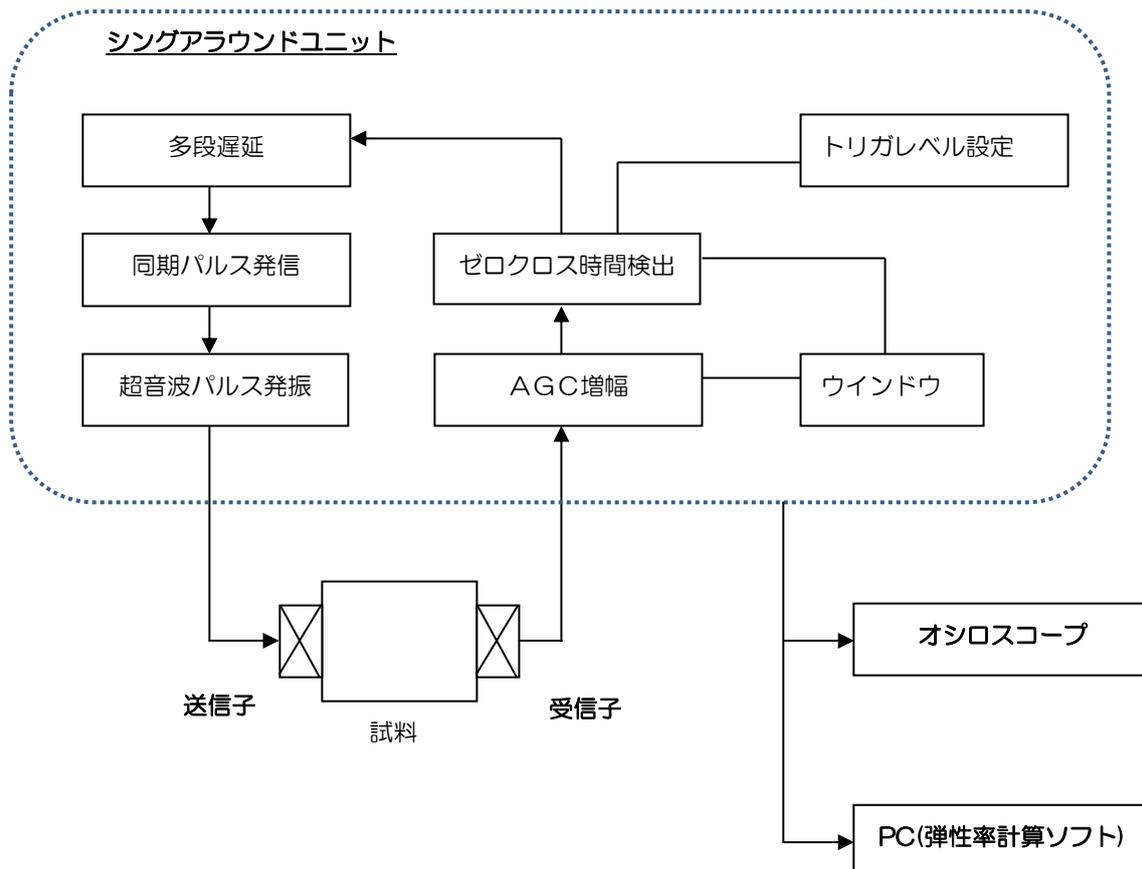


図 1. シングアラウンド測定系統図と構成

3. 特徴

UVM-2 のユニットの外観を図 2 に示す。

前面には表示部が 2 つあり、シングア라운드法の測定に要求される機能のほとんどが各種設定キーにより操作できるため、オシロスコープと探触子を接続するだけで、誰でも簡単に高精度で安定した音速測定が実施できる。また、USB インターフェースを介して測定データの読み出し、各種設定値の書込みができ、プログラムにより測定の自動化を行うことも可能である。

回路上の特徴としては後述のものがあり、より精度の良いシングア라운드測定を可能にしている。



図 2. シングア라운드ユニット外観

(1) AGC 増幅回路

多重反射を測定する場合のように、受信信号の大きさが異なると測定誤差を生じる。AGC 増幅回路（オートマッチック・ゲイン・コントロール）は、ウインドウ回路によって選ばれた受信信号のピーク電圧が一定になるようにコントロールを行っている。

(2) ゼロクロス時間検出回路と位相反転

増幅された受信信号のうち、図 3 のようにトリガレベルにより選択された波形がゼロ電位をクロスする時間を検出している。したがって振幅がわずかに変化しても安定した測定が可能である。また、試料の表面反射波や立ちあがりの悪い受信波形で位相を反転させたい場合のための位相反転機能も備えている。

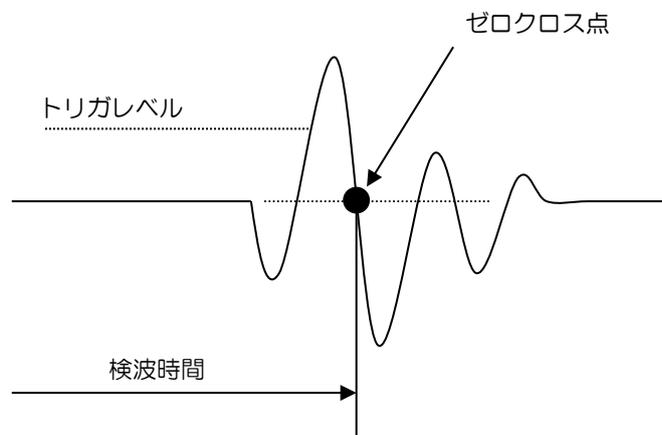


図 3. ゼロクロス法

(3) 多段遅延回路

試料中の多重エコーが受信信号と干渉して測定誤差を生じさせるため、それが減衰するまで超音波遅延線により正確な一定時間の遅延を発生させてから同期パルス発信している。

4. 測定実績

溶融石英の弾性率

耐熱チタン材の弾性率

PZT の弾性率

合金の弾性率

炭化ケイ素の音速

各種プラスチック材料 (LDPE、PE/GB、HDPE、PEEK、PEN) の音速、温度特性

木材 (樅、スプルース、ブナ、檜) の音速

ゴム材 (EPR) の音速

フェライト入りゴムの音速、減衰

シリコンゴム (音響レンズ) の音速、減衰

岩石の音速

寒天の音速

超硬工具用金属の弾性率

砥石の音速

ロータリーバルブ弁 (ジルコニア) の音速

医療ファントムの音速

医療用超音波探触子材料の樹脂、ゴムの音響特性 (周波数依存性、温度特性)

医療用超音波探触子のバックング材、整合層の音速

肉 (バラ肉、サイコロ、ステーキ用赤身) の音速

焼結金属の音速

凍土の弾性率

エチレングリコール、ジエチレングリコール、シエチレングリコールの音速、温度特性

インクの音速 (圧縮率)

超音波診断用 血液、生理食塩水、造影剤、ブドウ糖注射液の音速、温度特性

ガソリン (レギュラー、ハイオク) の音速

三層基板の剥離検出

シリカゲルの硬化過程検出

瞬間接着剤の硬化過程検出

O/W 型エマルジョンの分散相状態検出