

超音波測定による FRP 防水材の劣化状況観察 その 1

正会員 ○藤井善通** 正会員 辻 修也* 正会員 神崎満幸*

超音波検査 FRP防水 劣化 同 長谷川清勝* 同 川口圭太* 同 西郷弘美*
同 吉田信貴*

1. はじめに

建築学会では旭川、銚子、宮古島の3か所で防水材の暴露試験を継続中で、7年暴露までは既にその結果が報告されている¹⁾。FBKではその試験体を利用して、将来既設防水現場にて非破壊で数値化して評価することを目標に超音波試験を実施した。本報その1では試験法の概要を説明する。

2. 超音波測定とは

超音波で捉えることのできる特性として、次のことが挙げられる。

超音波音速：固体物質中を伝播する音速は材料の密度と弾性率の関数で表現でき、その変化はこれらの材料常数の変化を意味している。

$$v = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \quad (1)$$

V：音速、E：弾性率、 ρ ：密度

超音波減衰：超音波は物質を伝播するとき、伝播の広がりによる減衰とともに材料中の欠陥などによる反射、散乱による減衰が生じる。減衰は物質内部だけでなく、物質の表面におけるインピーダンス特性の違いから生じる入射、反射による減衰も生じる。これらを反映した形で超音波の波形が取得され、そこからどのようなファンクションを抽出することより、材料のどのような劣化が超音波に反映するか、劣化の程度と超音波の特性との相関を求めるのが本研究の目的である。

3. 装置

装置の概要を図1に示す。

超音波測定は、超音波送受信器(株式会社ジーネス、特注)、オシロスコープ(テレデザイン・レクロイ・

ジャパン株式会社、WS42Xs)、5MHz探触子(株式会社検査技術研究所、5C10N)を用いた。図1に超音波測定に用いた装置の概略図を示す。

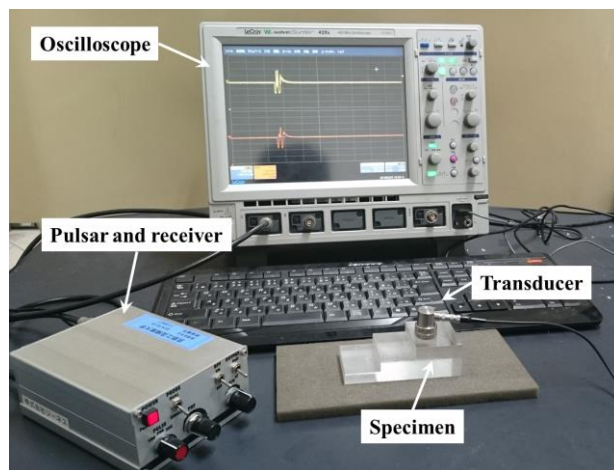


図1 超音波装置概要

4 超音波波形の解析

得られた波形の一例を図-2に示す。入射波、第一底面エコー、第二底面エコー、が見られ、入射した波形が底面からこだまのように反射して戻ってきて

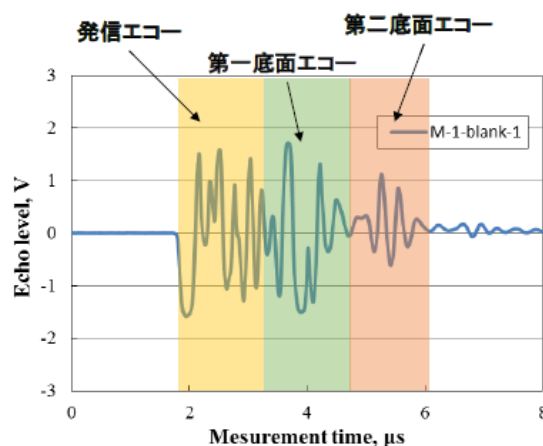


図-2 超音波波形の一例

いるが、減衰によりその波形高さが低減する。

屋外曝露によって劣化したFRP材は欠陥の発生やFRP材内部の材料の変質により超音波の音速が変化する可能性が考えられ、FRP材の劣化状態の評価指数となることが考えられる。そこで、図-2に示すように超音波波形における入射波 T_{in} と第一底面エコー T_1 と板厚 t から、下記に示す式(2)を用い音速を算出した。なお、これより以下も同様であるが、超音波は曝露面から入射している。

$$v = \frac{t}{T_1 - T_{in}} \quad (2)$$

超音波波形は、材料内部で往復を繰り返す間に、繊維と母材樹脂の界面や材料内の欠陥により反射、散乱して減衰していく。本研究では、FRP材に対する超音波非破壊検査の評価基準の一つとして、減衰率 E_d を用いた。 E_d は底面における1回目の反射である第一底面エコーピーク値(E_1)を基準とし、2回目の反射である第二底面エコーピーク値(E_2)をデシベル変換したものであり、下式(3)により算出される。

$$E_d = 20 \times \log_{10} \frac{E_2}{E_1} \quad (3)$$

欠陥を有する材料に超音波が入射されると、材料内部を超音波が往復するうちに欠陥部において超音波は減衰され、底面エコーピークは減衰する。この超音波の減衰量は材料内部に発生した欠陥量に依存すると考えられ、これを用いることにより、材料の劣化度合いが評価できると考えられる。

\bar{V} 値は、材料内部の気泡や剥離などの欠陥により超音波が散乱することで減衰し、超音波エコーのレベルが全体的に低下するという特性を利用したものであり、各測定時間で測定された超音波エコーレベルと測定時間間隔の積を全測定時間まで積算し、それを平均化した値である。 \bar{V} 値の定義式を式(4)に示す。

$$\bar{V} = \frac{\Delta t}{T} \sum_{t=0}^T u(t) \quad (4)$$

ここで、 Δt は超音波の測定時間間隔、 T は全測定時間、 $u(t)$ は時刻 t において測定された超音波エコーレベルである。本研究では、 Δt は $0.025\mu s$ 、測定時間 T は $50\mu s$ とした。ここで、 Δt は超音波の測定時間間隔、 T は全測定時間、 $u(t)$ は時刻 t において測定された超音波エコーレベルである。すなわち本データ処理では、波形を波形としてではなく入射したエネルギーが同じとして材料から反射して帰ってくるエネルギーの総和を比較しようとするものである。

本研究では、ブランク材の \bar{V} 値を基準として、曝露試験後の \bar{V} 値を式(5)によりデシベル変換している。

$$\bar{V}_i = 20 \times \log_{10} \frac{\bar{V}_1}{\bar{V}_0} \quad (5)$$

ここで、 \bar{V}_0 および \bar{V}_1 はそれぞれ、ブランク材の \bar{V} 値と曝露試験後の \bar{V} 値である。

5 屋外曝露試験片の測定方法

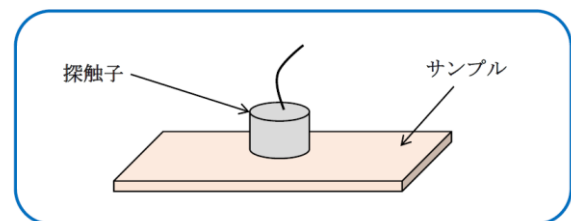


図-3 センサーとサンプルの関係

図3に示すように、探触子を直接サンプルと接触させて、超音波を発信、反射波を捉える。

参考文献

- 1) 川口圭太他 防水材料の耐候性試験その44
FRP防水材の屋外曝露試験7年(断面観察)
日本建築学会大会学術講演梗概集(東海) 2012年9月