

第 I 部門

レーザドップラ振動計を用いた超音波振動測定

土木学会 正会員 ○小林 昭一

土木学会 正会員 西村 直志

土木学会 学生会員 宇都宮 玲

1 まえがき

近年、波形解析技術が進歩し、超音波探傷においても波の伝播速度だけを用いる方法から、波形情報を用いて逆解析することによってクラックの様子を探ろうとする動きがでてきた。その場合には、いかに正確に波形を計測するかが問題となってくる。これまで使用してきたトランスデューサーや AEセンサーでは、計測した波形が何であるかが明確ではなく、このような解析に用いることに疑問がでてきた。このような状況であるので、もう少し明確な物理量を計測する必要となった。その点で、最近市販されるようになったレーザドップラ振動計は測定対象の震動速度を計測しているのがはっきりしているので、今回それを使用して超音波震動波形を計測することを試みた。

本研究では、まずトランスデューサーや AEセンサーで計測した波形とレーザドップラ振動計で計測した波形を比較することによって、トランスデューサーや AEセンサーで計測してきた波形の意味を探ると共にレーザドップラ振動計の可能性について探ってみた。

次に、レーザドップラ振動計の応用使用例として、2次元面内のクラックの検出を試みた。これは、クラックが外部に現れている場合と内部にある場合について行なった。

使用したレーザドップラ振動計は、(株)小野測器社製の LV-1300 を高周波域(5MHz)まで改良したものである。これは、光源に He-Ne レーザを用いたレーザドップラ方式による非接触振動計であり、レーザビームを測定対象に当て、出射時のレーザビームとドップラシフトを起こした反射ビームとの周波数差より測定対象の震動速度を測定するようになっている。測定した震動速度に比例した電圧を検出するようになっている。なお、応答周波数は 1Hz から 5MHz までである。

2 トランスデューサーの出力震動の計測

トランスデューサーが、どのような振動をしているかを知るために、レーザドップラ振動計を用いてレーザ光をトランスデューサーの振動面の中央に直接あてて計測した。特徴的なものの計測結果としてオシロスコープの画面をプリントアウトしたものを図 -1 に示す。このとき B は計測電圧 (レーザドップラ振動計の場合振動面の変位速度) を表し (縦軸 1V=0.1m/s)、C は B を時間積分したもので、振動面の変位を表す (縦軸 1nV=0.1nm)。また、D はパワースペクトルを表す。

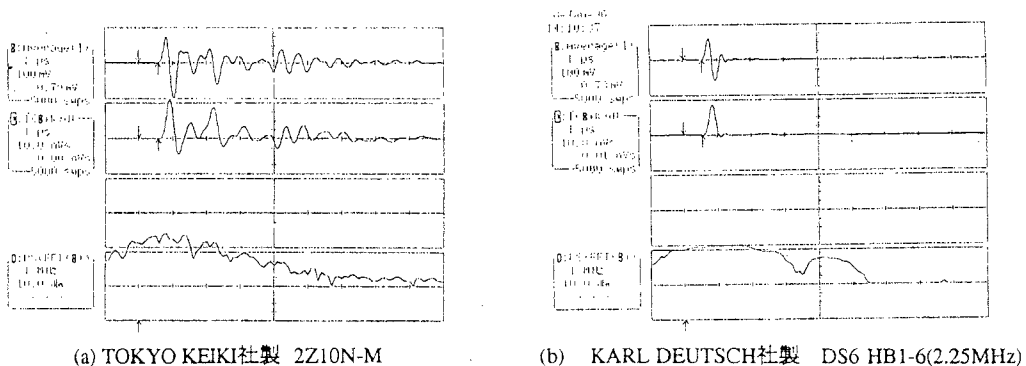


図 -1 トランスデューサーの振動

Shoichi KOBAYASHI, Naoshi NISHIMURA, Rei UTSUNOMIYA

トランスデューサーによって出力波形がかなり違うことがわかる。

3 計測震動の相違

送信子にはKARL DEUTSCH社製DS6 HB1-6を使用し（出力振動は図-1(b)参照）、円柱形のアルミニウム合金の片方の底面の中心に送信用のトランスデューサーをシリコングリースを媒体にしてビニールテープで貼り付け、もう片方の底面の中心で震動を計測した。計測結果のうち特徴的なものを図-2に示す。

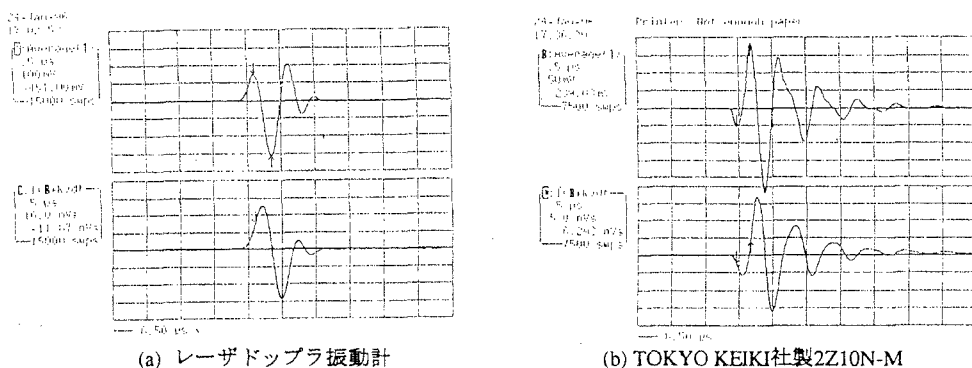


図-2 計測震動の相違

計測震動はトランスデューサーによって形状も大きさもまちまちである。原因としては、ダンパーや裏打ちの性能の違いが考えられる。図-2(a)(b)は震動の立ち上がりが、位相は逆であるが、良く似た形状になっていることが分かる。(a)のBは計測震動の変位速度を表わしているの、これだけみるとトランスデューサーも計測震動の変位速度を電圧に変換している傾向が強いようである。

4 ひび割れ深さの測定

原理的にはデルタ方式¹⁾として提案されている方法で、アルミニウム合金の供試体に入れた深さ10mm、幅1mmのクラック深さの測定をおこなった。縦波がトランスデューサーの振動面上のどの部分から入射されたかであるかで多少の差はあるが、表面に垂直にクラックが入っている場合、誤差±0.5mm程度の精度は簡単にすることが確認された。

クラックが表面に垂直でない場合には、縦波伝播速度が未知とすると、3点以上でのかなりの高精度の計測値が必要となる。そのためそれほどの精度は得られなかった。しかし現実的には、縦波伝播速度は比較的精度よく求められるので縦波伝播速度を既知として計測したほうがよいであろう。

5 あとがき

レーザドップラ振動計は非接触型であり接触状態に左右されない。測定点を直径1mm以下に絞れ点測定ができるなどの利点があるが、レーザドップラ振動計で計測したものが絶対的に正確とは限らないので、その検定方法の確立も必要である。また、トランスデューサーやAEセンサーの方が手軽で安価であるのは間違いないので、検定したものを使用目的によって使い分けた方がよいであろう。

参考文献

- 1) 日本非破壊検査協会編、コンクリート構造物の非破壊試験法 P111-141、養賢堂
- 2) 石井勇五郎編著、非破壊検査工学 P35-56, P185-190、産報出版