コンクリートひび割れ注入材の充填深さ評価への超音波法の適用

岐阜大学 学生会員 〇山口岳思 正会員 鎌田敏郎 六郷恵哲

1. はじめに

本研究では、コンクリートのひび割れ部において、注入材が充填された部分のみを超音波が透過する性質を利用して、その伝播特性に着目した非破壊的なひび割れ充填確認方法について検討した。実験では、ひび割れを模擬した供 試体を用い、注入材による充填深さと、これに対応した超音波の透過エネルギとの関係を調べた。試験条件としては、 センサ間隔、ひび割れ幅を変化させ、それぞれが手法に与える影響について検討した。

2. 実験概要

2.1 供試体

実験では、写真-1および図-1に示すように、2個のコンクリート直方体を スペーサを介して突き合わせ、ひび割れを模擬した供試体(以下,ひび割れ供試 体とする。)を作製した。コンクリートの水セメント比は 35%とした。なお、ひ び割れ幅はスペーサの厚さで調整し、0.5mm および 1.0mmm とした。注入材には エポキシ樹脂を使用した。注入材は、ひび割れ供試体下面のひび割れ部をシール 材によりシールし、図-1に示すように片側側面に注入口を設置することで、流 し込みにより注入した。充填深さは徐々に変化させ、充填深さごとに超音波計測

を行い,得られる伝播特性との関係について検討した。

超音波計測は、図-2に示すように電気信号発生 器より発生させたパルス波を発振側の AE センサか ら供試体中に発振し、受振側の AE センサで受振す ることで実施した。AE センサは 140kHz 共振型セン サを用いた。また、センサは、図-2に示すように ひび割れ供試体下面においてひび割れからの距離が 等しくなるようにして、供試体の幅方向中央の位置 にそれぞれ配置した。センサ間隔は 100mm, 200mm,

および 300mm の場合について検討した。なお、AE センサは センサホルダを用いて一定の圧力でコンクリート表面に接触 させた。

本研究では、AE 計測装置においてデジタル化されている 受振波形から波形エネルギを算出した。波形エネルギは、受 振波形における各振幅値をそれぞれ二乗した後、それらを総 和することにより求めた。また、ひび割れ供試体の健全部で 得られる波形エネルギに対する比として、波形エネルギ比を 算出して、本研究での評価指標とした。



写真-1 ひび割れ供試体





3. 実験結果および考察

3.1 センサ間隔の違いが評価に与える影響

図-3に、ひび割れ幅を 1mm とした上でセンサ間隔を変化させた場合の充填深さと波形エネルギ比との関係を示

キーワード:非破壊試験,超音波法,ひび割れ注入,充填深さ,補修 連絡先:〒501-1193 岐阜市柳戸1-1 岐阜大学工学部社会基盤工学科 TEL/FAX:058-293-2470 す。これによれば、いずれのセンサ間隔の場合においても、充 填深さが深くなるほど波形エネルギ比が増加することがわかる。 これは、充填深さが深くなるにつれて、超音波が注入材を介し て透過する領域(以下、透過領域とする。)の面積が大きくなる ためと考えられる。

また,センサ間隔に着目すると,センサ間隔 100mm におい ては,充填深さ 150mm までは波形エネルギ比がほぼ直線的に 増加するが,充填深さ 150mm 以深の部分では頭打ちとなって いる。一方,センサ間隔 200mm および 300mm においては,セ ンサ間隔 100mm に比べて充填深さが浅い領域での波形エネル ギ比の増加率は小さいものの,これらの場合は充填深さが大き くなっても波形エネルギ比の頭打ち現象は見られず漸増する傾 向を示した。コンクリート表面から深さ方向への超音波の伝播 領域は,センサ間隔が小さいほど狭い範囲に限定されることに



なる¹⁾。したがってセンサ間隔 100mm の場合は,充填深さ 150mm 程度以深の部分には,超音波が透過せず,波形エネルギ比には変動がみられなかったと考えられる。これに対して,センサ間隔が大きい場合では,センサ間隔が大き くなるほどひび割れ断面における透過領域の占める割合は小さくなり,波形エネルギ比の感度は鈍るものの,評価可 能な領域が大きくなることによって充填深さの広い範囲にわたって波形エネルギ比が変化を生じたものと考えられる。

以上のことから、実際の適用では充填深さは未知であるため、評価可能範囲を広くするためには、本研究の範囲内 では、センサ間距離を大きく設定するのが有効であることが明らかとなった。

3.2 ひび割れ幅の違いが評価に与える影響

図-4に、ひび割れ幅が 0.5mm および 1mm のケースについ てセンサ間隔を 200mm とした場合の充填深さと波形エネルギ 比との関係をそれぞれ示す。

これによれば、ひび割れ幅の違いによらず、両者の関係はほ ぼ同様の傾向となっている。つまり、本実験での範囲内におい ては、ひび割れ幅の違いが波形エネルギ比に与える影響は、問 題となる程大きなものではないことがわかった。しかしながら、 さらに幅の小さなひび割れに対しては、実験の実施が可能であ れば、両者の関係を確認するのが望ましいと考えられる。



4. まとめ

本研究では、ひび割れ注入材としてエポキシ樹脂を用い、超音波による非破壊的な充填確認の方法について検討した。

本研究の範囲内で得られた結果を以下にまとめる。

- (1) 本研究で提案する波形エネルギ比は,注入材の充填直後および硬化後のいずれの条件下においても,充填深さが 大きくなるにしたがって増大する傾向を示した。
- (2) 充填深さと波形エネルギ比の関係を用いることによって、注入材の充填程度を把握できる可能性が示された。
- (3) 本手法により評価できる充填深さの範囲をより大きくするためには、超音波センサの設置間隔は大きくするのがよい。
- (4) ひび割れ幅が、充填深さと波形エネルギ比の関係に与える影響は小さい。

参考文献

1) 一宮亮一:機械系の音響工学,コロナ社, pp.86-94, 1992