

トモグラフィ解析によるコンクリートひび割れ先端位置の特定

奥村組 技術研究所 正会員 ○ 篠原茂
同上 正会員 東 邦和

1. まえがき

コンクリートに発生したひび割れ深さを超音波を用いて測定する方法にはいろいろあるが、主としてひび割れが現れた表面から測定を行うものが多い。その場合、ひび割れが深くなると超音波がひび割れ先端まで届かなくなり、検出が出来なくなることがある。それに対して、ひび割れに対して並行な側面にセンサーを設置できれば、ひび割れ深さの制約が少なくなると考えられる。そこで、今回は、ひび割れを挟んだ側面に複数の発振子、受振子を配置し、得られた測定データをトモグラフィ解析することで、ひび割れ先端位置を特定することを試みた。

2. 供試体作成方法

通常、ひび割れが入った供試体はコンクリート硬化後にあらかじめ中に埋め込んだ鋼板を引き抜く方法で作成されるが、ひび割れが深くなると、鋼板を引き抜くことが出来なくなったり、引き抜きの際に不必要なひび割れが新たに発生する恐れがある。そこで今回は、以下の手順でひび割れを作成した(図-1 参照)。

- ① 厚さ 0.05mm のテフロンシートの袋の中に、所定の厚さの鋼板を入れ、型枠の所定の位置に固定する。
- ② コンクリートを打設する。
- ③ 打設の翌日、鋼板だけを引き抜く

今回作成した供試体は、ひび割れ深さを 10cm, 20cm, 29cm の 3 種類、ひび割れ幅を 0.1mm, 0.3mm, 0.5mm の 3 種類、ひび割れの角度を 90 度、75 度、60 度、45 度、30 度、15 度の 6 種類である。

3. 測定方法

ひび割れを挟んだ両側面に、図-2 に示すように 12 箇所の発振点、受振点を設けた。発振は 1 箇所ずつ行い、その時の受振は 6 箇所ずつ 2 回に分けて行った。それぞれの波形データから初動の位置を読み取り、発振点から受振点までの伝播時間を求めた。なお、斜めのひび割れの供試体については、発振点、受振点の配置を逆にした測定も行った。

4. トモグラフィ解析結果

(1) 直角ひび割れ

ひび割れ深さ 20cm、角度 90° でひび割れ幅 0.1mm、0.3mm、0.5mm の供試体について、ひび割れに対して直交する組合せの 12 本の測線の伝播速度を、発振点から受振点までを直線として求めた値を図-3 に示す。これによると、1 番から 8 番(7 番がひび割れ先端位置の測線：番号の位置は図-2 参照)にか

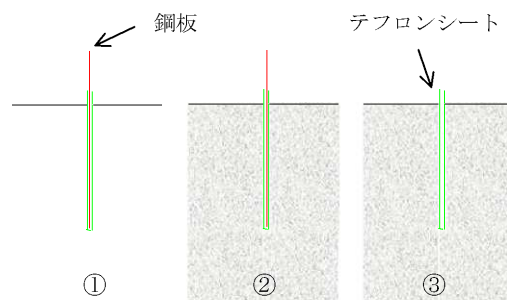


図-1 ひび割れ作成手順

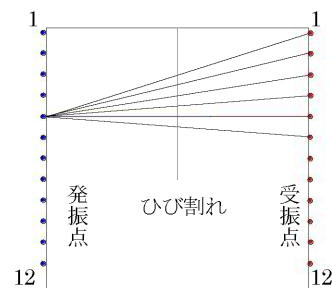


図-2 測定方法

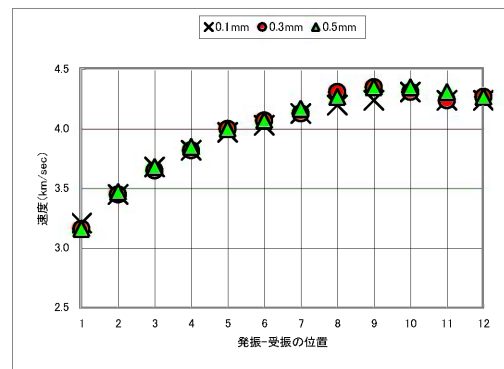


図-3 伝播速度の分布

キーワード：コンクリートひび割れ、ひび割れ先端の位置検知、超音波、トモグラフィ解析

連絡先：茨城県つくば市大砂 387

tel : 029-865-1784

fax : 029-865-0782

けて、速度が順次増加していることが分かる。
ひび割れ以外の箇所は均一な速度（約 4.2km/s）であることから、速度がこうに変化するの
は発振点から受振点までの波の伝播経路が直線
ではなく、ひび割れ先端で迂回している可能性
を示唆するものである。なお、ひび割れ幅の違
いによる結果の差は認められなかった。

波の伝播経路をより詳細に求めるために、ひ
び割れ幅 0.1mm の供試体について測定した全て
のデータを使ってトモグラフィ解析¹⁾を行った。
それによって得られた速度分布を図-4 に、その

時の波線経路を図-5 に示す。図-4 によると速度が場所により大きく異なっている。本来はほぼ均一の速度分布
になるはずであるが、実際の発振点から受振点までの伝播時間に合うような波の伝播経路を表現しようとする
とこのような速度分布とならざるを得ないことになる。すなわちこの速度は単に見かけの速度を表しているだけ
になる。波線経路を見ると実際のひび割れ（図-5 の赤線）先端位置で超音波が迂回しており、これによってひび割
れ先端位置を特定することができる。

(2) 斜めひび割れ

ひび割れ深さ 29cm、幅 0.1mm で角度が 45° の供試体
について、センサー設置面に対して直角となる組合せ
の 12 本の測線の伝播速度を、発振点から受振点までを
直線として求めた値を図-6 に示す。なお、この図には、
発振点と受振点の位置を逆にしたデータも合わせて示し
た。これによると 1 番から 7 番（6 番がひび割れ先端位
置の測線）にかけて、速度が順次増加しており、前述の
直角ひび割れと同様な傾向が見られる。トモグラフィ解
析によって得られた速度分布を図-7 に、その時の波線
経路を図-8 に示す。波線経路によると迂回
している地点と実際のひび割れ（図-8 の赤線）
先端位置とはほぼ一致しており、このこ
とから斜めのひび割れについても先端の位置
の特定が可能である。

5. あとがき

ひび割れの測定を、今回のようにひび割れ
に対して横方向から測定できる場合には、か
なり深いひび割れに対してもトモグラフィ解
析の波線の経路から、ひび割れ先端位置を特
定することが可能であることが分かった。

謝辞

今回の研究に対して、いろいろとご指導頂いた京都大学河野広隆教授に謝意を表する。

参考文献

- 1) 三木茂他、「波線を用いた従来弾性波探査にトモグラフィ的解析法を適用」、トンネルと地下、第 36 巻 10 号、
pp. 51-59

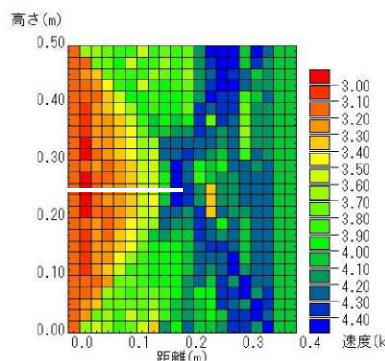


図-4 速度分布

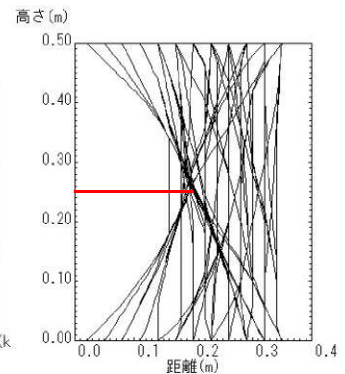


図-5 波線経路

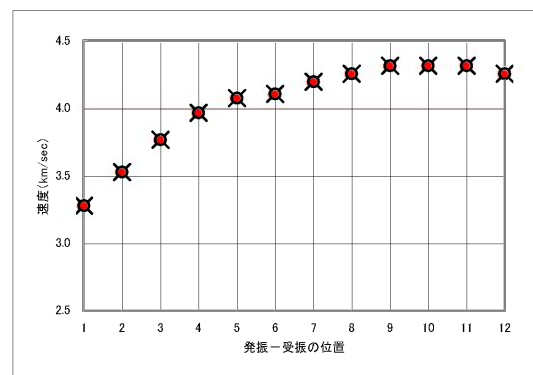


図-6 伝播速度の分布

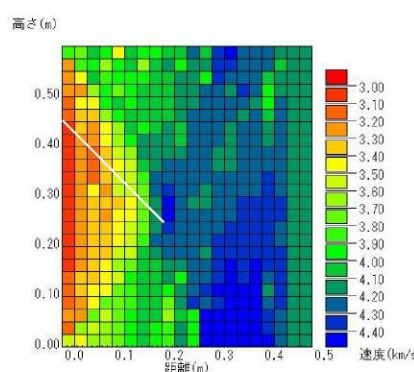


図-7 速度分布

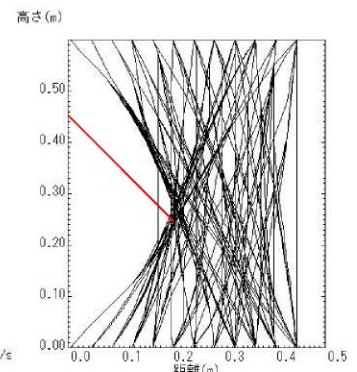


図-8 波線経路