

# 衝撃弾性波法によるひび割れ深さの測定

## Measurement of Crack Depth by Impact Elastic Wave Method

○首藤 浩一 伊藤建設㈱ 極檀 邦夫 東海大学  
KOUICHI SHUTOU Ito Construction KUNIO GOKUDAN Tokai Univ.  
日比 紀夫 伊藤建設㈱ 岩野 聡史 伊藤建設㈱  
NORIO HIBI Ito Construction SATOSHI IWANO Ito Construction  
宮坂 健一 東海大学  
KENICHI MIYASAKA Tokai Univ.

### 概要

ひび割れに水が浸入している場合、ひび割れ深さ測定は困難である。しかし、実際のコンクリート構造物に発生するひび割れには水が浸入していることが少なくない。今回の実験ではひび割れ内部に水をひび割れ深さに対し0%,50%,100%の三段階にわけて充填し、測定した。測定には三軸加速度計を用い、鉛直方向、水平方向の波動の到達時間を計測し、両波動の比較により水のせん断力を伝えない性質を確認した。これから水平方向の波動により、水が充填されているひび割れでも深さの測定方法が可能であることが確認された。

キーワード: 衝撃弾性波法、ひび割れ深さ、三軸加速度計、回折法、伝搬時間

### 1. はじめに

実コンクリート構造物に発生するひび割れには水が浸入していることが少なくない。この条件で縦弾性波によりひび割れ深さを測定すると、ひび割れ内部の水を縦弾性波が伝搬し、測定が非常に困難になると予想される。そこで今回の実験では、水平、鉛直方向の波動が計測できる三軸加速度計を用いて水が充填されたひび割れでの衝撃弾性波法による深さ計測方法について検討した。

### 2. 実験方法

測定状況を図1に示す。供試体に幅5mm程度で深さ100、190mmの切り込みを入れ、コンクリート表面に発生したひび割れと想定した。測定は発振点と受信点の中心をひび割れとし、打撃による衝撃弾性波の発振時間と衝撃弾性波が最初に受信点へ到達するまでの水平方向(Y軸)と鉛直方向(Z軸)の波動の到達時間差を三軸加速度計にて計測する。発振時間は加速度計(Endevco製)付きハンマーでコンクリート表面を打撃して測定する。受信点には三軸加速度計(Endevco製)を接着する。ひび割れ内部の水による水平方向と鉛直方向の波動の経路変化などを確認する為、ひび割れに水をひび割れ深さに対し0%,50%,100%充填し、測定した。発振受信点間距離Lは80mmから40mm間隔で深さ100mmでは400mm、深さ190mmでは600mmまで変化させた。

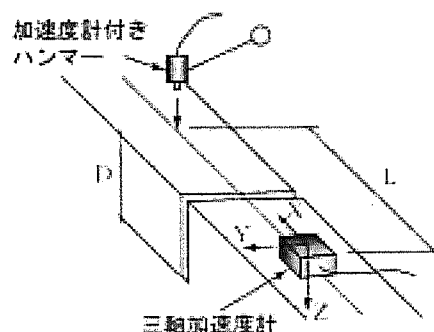


図1 測定状況

### 3. 測定結果

#### 3. 1 ひび割れ付近の衝撃弾性波について

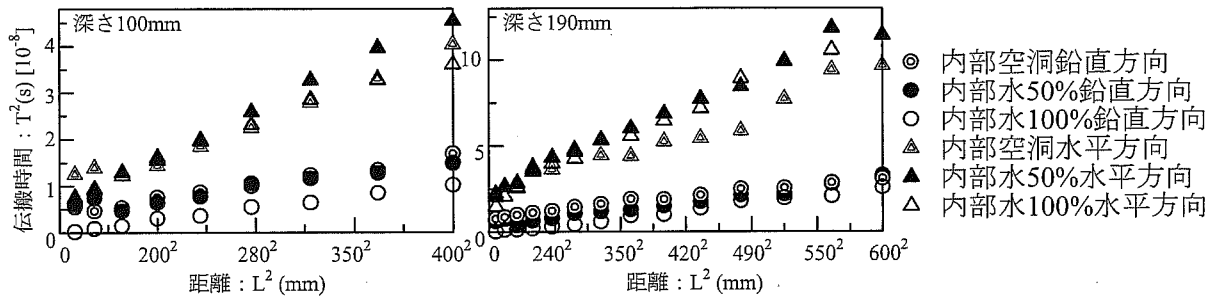


図2 各ひび割れ深さ測定結果

各測定状況で最初に観測される衝撃弾性波の水平方向と鉛直方向の到達時間  $T$  と発振受信点間距離  $L$  との関係を図2に示す。図2より両者の2乗は直線比例関係を示した。ここで、打撃により入力した衝撃弾性波が最初に受信点へ到達する経路が  $M$  (図3参照) であると仮定すると、弾性波速度を  $V$ 、衝撃弾性波の到達時間を  $T$  とすると  $T^2 = (1/V^2) \cdot L^2 + (4D^2/V^2) \cdot \dots$  (式1) と  $T$  と  $L$  の2乗は直線比例関係を示すこととなる。図2に示した測定結果は(式1)と一致したことから、鉛直方向、水平方向とも弾性波が図3に示す経路で伝搬したと判断できる。

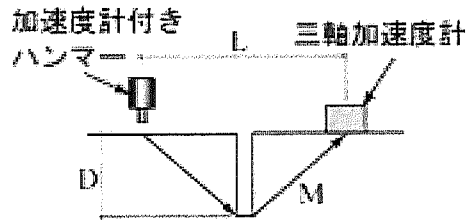


図3 衝撃弾性波の伝搬経路

また、 $T^2$  と  $L^2$  の関係式の傾きが弾性波速度、切片が弾性波の回折深さを示すこととなる。図2の傾きが表す弾性波速度を算出すると水平方向では2000~2400m/sとなり、鉛直方向では3700~3900m/sとなった。このことから水平方向ではせん断波を観測し、鉛直方向では縦弾性波を観測していると考えられる。図2の切片に着目すると、空洞の場合では縦弾性波、せん断波とも切片が見られ、両弾性波とひび割れ先端で回折していると考えられる。しかし、水を充填すると縦弾性波では、充填率によって切片が変化し、100%では切片がほぼ0となった。これから縦弾性波は水中を伝搬し、ひび割れ深さ測定に影響を及ぼすと言える。一方、せん断波では充填率による切片の変化はなく、水が充填されていても計測に可能性があることが示された。

#### 3. 2 ひび割れ深さの測定

測定した到達時間  $T$  は発振受信点間距離  $L$  が短いと測定誤差が生じやすい。そこで図4に示すように各測定点  $L$  で  $\Delta T^2 / \Delta L^2$  により速度を示す傾きを求め、測定が安定する  $L$  の範囲を考慮し、最小二乗法により求めた  $T^2$  と  $L^2$  の関係式からひび割れ深さを計測した。(表1) 深さ100mmでは各充填率とも、ひび割れ深さとほぼ一致した結果となった。深さ190mmでは実際の深さよりも浅い結果となった。しかし、充填率による差が見られないことから水の影響は受けていないと考えられる。

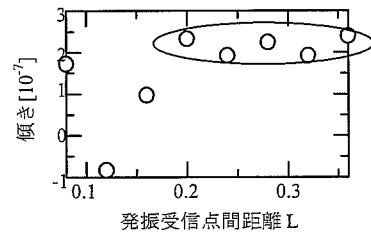


図4 深さ100mm内部空洞における各点の傾き

表1 各測定のせん断波での解析結果

状態	水0%	水50%	水100%
100mm	84mm	91mm	105mm
190mm	143mm	160mm	154mm

### 4. まとめ

衝撃弾性波において水に対して影響の少ないせん断波を用いて、ひび割れ深さを測定の可能性を示せた。精度については今後の課題である。