# 衝撃弾性波法を用いたコンクリートのひび割れ進展評価の検討

松江工業高等専門学校環境・建設工学科 正会員 〇渡海 雅信

東海旅客鉄道株式会社 非会員 竹村 紗織

### 1. はじめに

コンクリートは本質的に脆性材料であるため、ひび割れは宿命的であり完全に防ぐことはできない.ひび割 れは全てが問題となるわけではないが、美観上の問題、漏水や剥離などの有害性をもっている.有害性が事故 に結びついた事例として、1999 年 6 月に起きた山陽新幹線・福岡トンネル内のコンクリート片の崩落事故が 挙げられる.この事故は、施工時にできたコールドジョイント内に発生したひび割れが漏水・振動により進展 し崩落に繋がったとされている.その後、多くのトンネルが点検されているが、毎年、ひび割れの進展による コンクリート片の崩落事故が発生している.

本研究では,静的破砕剤により発生し進展するひび割れを衝撃弾性波法で計測し,時間の経過による周波数 スペクトルの変動により進展具合を評価した.その結果,ひび割れの進展により周波数スペクトルに顕著な変 化が現れ,ひび割れの進展具合を把握できる可能性が示唆された.

### 2. 衝撃弾性波法の概要

衝撃弾性波法では、コンクリート表面から機械的衝撃により弾性波を入力し、コンクリート内部や表面を伝搬した弾性波をコンクリート表面に設置した振動センサにより記録する.記録した弾性波伝搬時間差や多重反射の周波数特性を用いてコンクリート中を伝搬する弾性波伝搬速度を測定することができる.また、得られた伝搬速度と多重反射により生じる共振周波数との関係より、部材厚さや内部欠陥の位置などを評価することができる.入力装置としては、先端が球状のハンマや鋼球などが使用される.衝撃弾性波法で対象としている周波数帯域は、数kHz~数+kHz程度であるため、コンクリートの非均質性に起因した弾性波の減衰・散乱の影響を受けにくくなっている.<sup>1)</sup>

図1のようにコンクリート内部に水平ひび割れが存在する場合,部材厚によるピーク周波数 $f_{\rm fr}$ ,ひび割れによるピーク周波数 $f_{\rm cract}$ が出現すると考えられている.各ピーク周波数は式(1),式(2)のように表される.

$$f_T = C_P / 2T \tag{1}$$

$$f_{crack} = C_P / 2d \tag{2}$$

ここに、C<sub>P</sub>:弾性波(P波)伝播速度,T:部材厚さ,d:欠陥までの深さ



図1 衝撃弾性波法による検出例

#### 3. 試験の概要

### 3.1 供試体について

試験に用いた供試体概要を図2に示す.供試体サイズはW400×D400×H200mmとした.強制的にひび割れ を発生させるため,供試体表面に直径4cm,深さ5cmの穴を準備し静的破砕剤を充填させた.静的破砕材は 太平洋セメント社製の太平洋ブライスターを使用した.静的破砕材は充填後、時間とともに膨張しひび割れを

キーワード	ひび割れ,	衝擊弾性波法,	非破壊検	查	
連絡先	〒690-8518	島根県松江市西生	三馬町 14-4	松江工業高等専門学校	TEL0852-36-5212

発生させコンクリートを破砕させる性質をもっている.

また、ひび割れ発生前の状態とひび割れ発生後の状態を写真 1(a)および写真 1(b)に示す.



図2 供試体概要





(a) ひび割れ発生前(b) ひて写真1 供試体表面の写真

(b) ひび割れ発生後 5の写直

# 3.2 衝撃試験

衝撃試験の入力方法は Pencil-lead break を採用し,振動センサにはリオン社製の加速度ピックアップ PV-08A を使用した.加速度ピックアップは供試体の上面中心に設置した.衝撃試験はひび割れ発生前の状態で表面に 設けた 10 ヶ所で適用した.次に,ひび割れ発生後の状態でひび割れ幅が 0.5mm を超えるまで 0.05mm~0.1mm 増加する度に衝撃試験を行った.なお,ひび割れ発生後,写真 1(b)のように衝撃試験はひび割れが顕著に現れ た箇所の近傍 3 ヶ所に適用した.

また,加速度ピックアップにより受信した波形データを高速フーリエ変換することで周波数スペクトルを求めた.サンプリング数は2048,サンプリングタイムは2µsとした.

#### 4. 結果および考察

衝撃入力点 No.10 で得られた周波数スペクトルを図3 に示す.図3(a)はひび割れ発生前の周波数スペクトル,図3(b)から図3(d)はひび割れの進展にともなった周波数スペクトルである.なお,ひび割れ幅が0.15mm,0.30mm,0.45mmの周波数スペクトルを記載している.

ひび割れ発生前の周波数スペクトルをみると、11kHz, 16.5kHz および 20kHz の位置にスペクトルピークが 確認できる. このひび割れ発生前の周波数スペクトルを基に、ひび割れ幅 0.15mm の周波数スペクトルをみる と、ピークが 7kHz, 12.5kHz へと変化していることが分かる. また、ひび割れ幅 0.30mm では 7kHz のピーク の振幅は減少しており,12.5kHZ のピークは消滅していることが分かる. そして,ひび割れ幅 0.45mm では 7kHz のピークの振幅はさらに大きく減少していることが分かる. このことは、ひび割れが発生することによって弾 性波が減衰し、多重反射が生じていないためと考えられる.

これらをまとめると,健全状態からひび割れが発生するときの周波数スペクトルにはピークスペクトルの現 れ方に大きな変化が生じることが分かり,ひび割れ発生の有無を評価できる可能性が示唆された.そして,発 生したひび割れが進展するに従って現れていたピークスペクトルが減少ないしは消滅することが分かり,ひび 割れの進展具合を評価できる可能性が示唆された.



## 5. 参考文献

1) 日本コンクリート工学協会:コンクリート診断技術'06[基礎編], pp.110-117, 2006