打音法によるコンクリートの評価に関する基礎的研究

名城大学大学院理工学研究科　正会員　○水野　宏俊
名城大学理工学部建設システム工学科　正会員　飯坂　武男
名城大学理工学部環境創造学科　正会員　杉山　秋博
名城大学理工学部電気電子工学科　米澤　彰賢

1. 目的

コンクリートの非破壊試験には弾性波を利用するものとして，超音波法，AE 法，衝撃弾性波法，打音法がある．中でも打音法[1)]は，計測作業が簡便で効率も良いという利点を持ち，広範囲に用いられている．しかし，その反面，評価は測定者の経験的判断に委ねられていることが多く，データ化が困難であり，定量性が低いという問題点を持っている．そこで，本研究では打音法の信頼性を高めることを目的とし，これを定量的な評価法とするために，測定対象であるコンクリートの表面を打撃した際に生じる空気振動を音響機器によって受信し，その波形を周波数分析することにより定量化の一例を検討した．

2. 実験概要

2.1　供試体寸法

本実験で用いる供試体の概要を図-1 に示す．健全なコンクリートとして 10cm×15cm×53cm の立方供試体を用いた．また，その中央位置に長さ 20cm のスリットを設けたものを模擬ひび割れ供試体とし，スリット深さを 1～5cm，幅を 0.5・1.0・2.0mm に変化させ，これを模擬ひび割れの深さ，幅の変化とした．ひび割れ幅 0.5mm のものに関しては版厚 5cm・7.5cm・10cm と変化させ，版厚変化について検討した．

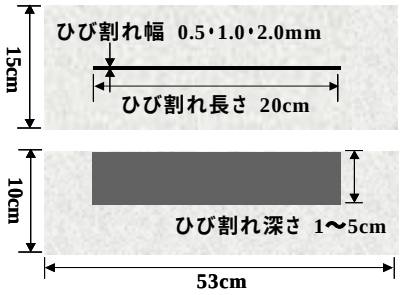

図-1　供試体概要

2.2　打撃音測定法

本実験の測定概要を図-2 に示す[2)]．コンクリートへの打撃はテストハンマーの一端を支点としたものを振り上げ角度 45 ° から自由落下させて行った．打撃点はひび割れ位置から 0.5cm 離れた点である．供試体は木片による 4 点支持とし，8 回打撃し，平均化したものを測定結果とした．打撃音の測定は，打撃点より水平方向に 5cm，鉛直方向に 5cm の位置に設置したマイクロフォンにより行い，その後，PC に wave ファイルとして取り込み，受信波形に対して FFT 分析を行った．

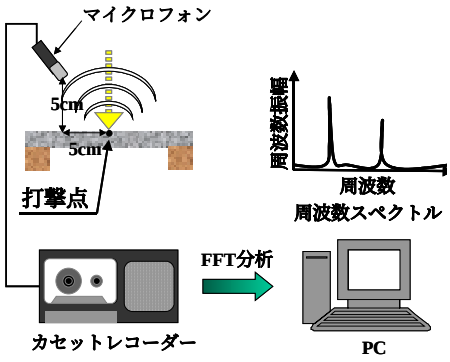

図-2　打撃音測定概要

3. 実験結果および考察

3.1　ひび割れの発生

実験結果を図-3 に示す．これは，健全コンクリート供試体と模擬ひび割れ供試体（深さ 3cm・幅 2.0mm）を比較したものである．健全な供試体における卓越周波数は 1.2kHz, 5.5kHz 付近の 2 箇所であるのに対し，模擬ひび割れ供試体においては，7.5kHz 付近に新たな卓越周波数が現れている．他のひび割れ状態についても同様に，新たな卓越周波数が発生した．よって，打音法によるひび割れの有無は，卓越周波数により確認可能であると思われる．

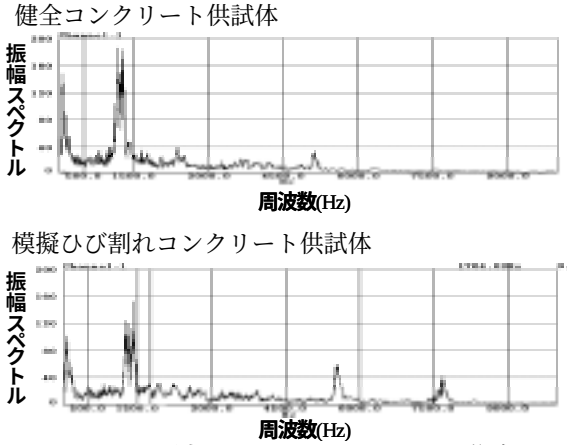

図-3　ひび割れによるスペクトル分布

キーワード　非破壊検査，打音法，FFT 分析，ひび割れ
連絡先　〒468-8502　愛知県名古屋市天白区塩釜口 1 丁目 501 番地　TEL (052)832-1151

3.2　ひび割れの進展

3.1 の結果より，新たな卓越周波数の発生をひび割れの結果として捉え，ひび割れの深さ方向への進展を周波数 4.5kHz～11.5kHz 帯域でスペクトル表示したものが図-4 である．ひび割れ深さが大きくなるにしたがい，卓越周波数が低い周波数方向へと推移していく傾向が見られる．また，振幅はひび割れが進展するほど大きくなるという傾向が見られたが，振り上げ角度一定の場合においても，打撃表面の状態・形状により入力される打撃力が変化し，確実性に欠けるため，ひび割れを判定するには不適当であると思われる．

ひび割れ進展に関する実験結果を図-5 に示す．全てのひび割れ幅において同様な傾向が見られ，ひび割れ幅が周波数に与える影響は少なく，明確な差が無いように思われる．

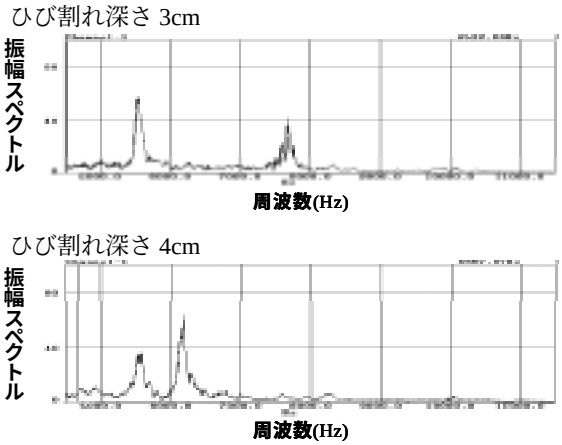

図-4　ひび割れの進展

3.3　ひび割れ深さのコンクリート版厚への対応

模擬ひび割れコンクリートにおいて版厚が変化したときの卓越周波数の推移を図-6 に示す．一般的に知られる健全コンクリートの場合の版厚変化と同様に，模擬ひび割れコンクリートにおいても版厚が大きくなるにつれ，発生した卓越周波数は大きくなっていく傾向が見られた．そこで，コンクリート版厚とひび割れ深さを対応させたものが図-7 である．版厚に対するひび割れ深さの割合を横軸にすることでグラフは重なり，コンクリート版厚とひび割れ深さは対応できると思われる．

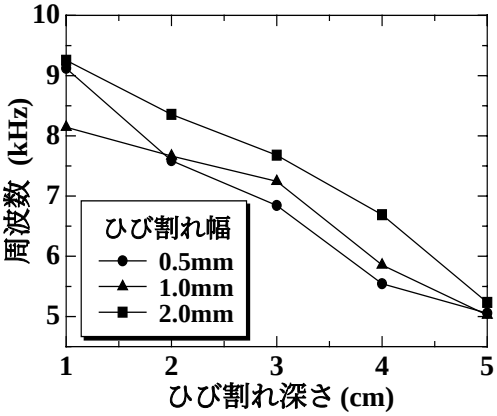

図-5　ひび割れ深さと周波数分布

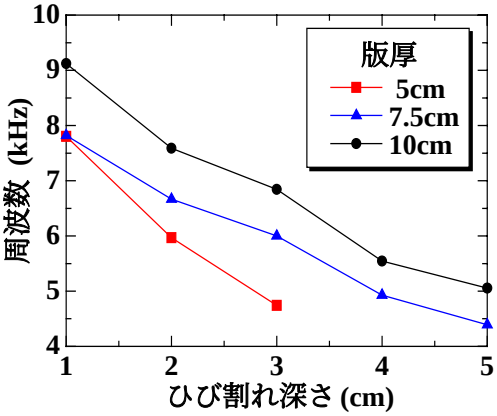

図-6　版厚変化に対するひび割れの進展

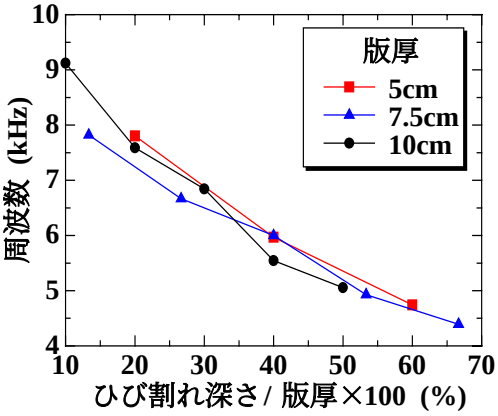

図-7　ひび割れ深さの割合

4. 結論

打音法によるひび割れ進展評価に関する研究を行った結果，以下のような結論が得られた．

1. ひび割れは新しい卓越周波数の出現によって検知可能である．
2. ひび割れ深さが大きくなるほど，新たに生じた卓越周波数は低い周波数へと推移していくことが確認された．
3. 測定した 0.5mm，1.0mm，2.0mm の各ひび割れ幅とスペクトルとの間に明確な相関性は認められなかった．
4. 振幅はひび割れ深さが進展するにしたがって大きくなる傾向は見られるが，信頼性に欠け，ひび割れ深さを判定するものとしては不適当である．
5. 打撃面の寸法が同一の場合，版厚に対するひび割れ深さの割合で表示することによって，ひび割れ深さの予測は可能である．

以上のことが明らかとなったが，未だ不明な点があり，実際の構造物に適用するには，更なる実験・解析を行う必要がある．

参考文献

1) 日本コンクリート工学協会研究委員会報告書：コンクリート構造物の診断のための非破壊試験方法,2001
2) 金森正樹：打音法によるコンクリートの健全度評価に関する研究，名城大学大学院修士学位論文