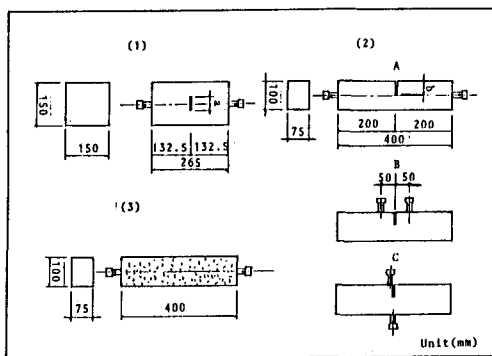


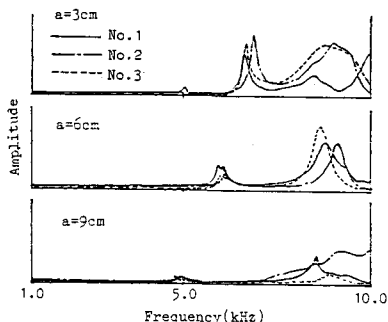
九州東海大学 正員 ○坂田 康徳
熊本大学 大津 政康

1. はじめに. コンクリート工学における超音波非破壊検査方法として, 従来よりコンクリート中を伝播する超音波の速度(高周波数の弾性波速度)を利用した方法やAE法その他の種々の方法が検討され, かつ, 実施されている. 筆者等は以前より, コンクリート中を伝播する超音波の周波数領域におけるフィルタ特性を用いて, コンクリート部材内部の諸状況を把握する方法について検討しているが, ここでは, 本方法を用いてコンクリート供試体に設けた疑似クラックや供試体の急速乾燥により生ずる網状ハークラックの診断について若干の実験的検討を試みたので報告する.

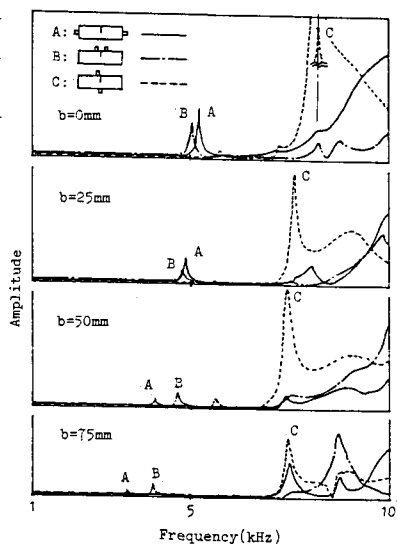


(図-1) 供試体形状寸法および試験方法

2. 実験概要 図-1はこの度の実験に用いた3シリーズの供試体の形状寸法および実験方法を示している。(1)は $15 \times 15 \times 26.5$ cm角柱供試体の中央に幅約 0.1 mmで長さ a が 3 cmから 9 cmまで 3 cm毎に変化する疑似内部クラックを供試体軸線に垂直方向に設け, かつ, 供試体両端面に発, 受信センサーを設置してフィルタ特性を測定した。(2)は $10 \times 7.5 \times 40$ cm角柱供試体中央にカッターにて幅約 1.2 mmで深さ b が 0 から 7.5 mmまで 2.5 mm毎に変化する疑似開口クラックを設け, これに対する発, 受信センサー取り付け位置を3通り変化させてフィルタ特性を測定した。すなわち, Aは供試体軸線方向の両端面に, Bは疑似クラックを中央に両側 5 cmの位置に, そしてCはクラックのある側とその裏側に, それぞれ発, 受信センサーを取り付けた。(3)は乾燥器で供試体を急速乾燥(約 70°C)させた場合に発生すると考えられる網状ハークラックの増加に伴うフィルタ特性の変化を供試体両端面に発, 受信センサーを設置して測定した。



(図-2) 疑似内部クラック a の変化に伴うフィルタ特性(1~10 kHz間)



(図-3) 疑似開口クラック深さ b とセンサー位置の相違に伴うフィルタ特性(1~10 kHz)

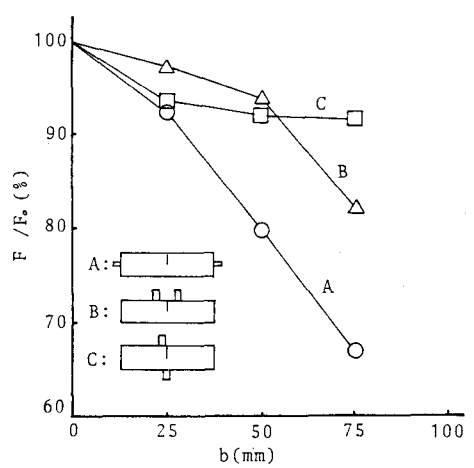
使用したコンクリートの配合条件は(1)が粗骨材最大寸法 20 mm, スランフ 8 cm, 水セメント比 50% の普通コンクリートであり, (2)および(3)は共に最大寸法 20 mm, スランフ 8 cm, 水セメント比 47% の工場製品である。各シリーズの供試体は各3本づつであり, また, フィルタ特性の測定は増幅率を一定にして周波数領域 $1 \sim 500$ kHz間で適宜測定した。

3. 実験結果および考察

図-2はシリーズ1における疑似内部クラック a の変化に基づく周波数領域 $1 \sim 10$ kHz間のフィルタ特性を示している。 a が 3 cmから 9 cmまで 3 cm毎に変化する間に, 部材の共振点を示す初期ピーク周波数が次第に小さくなり, かつ, そのピーク振幅も小さくなっている事

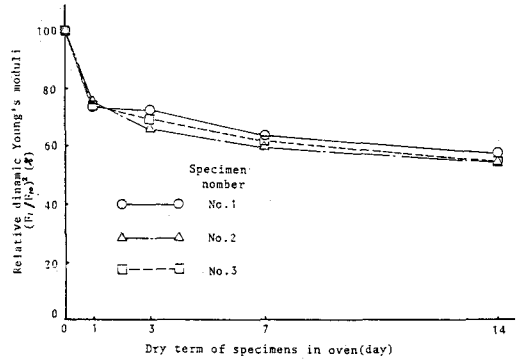
が判る。これは λ の増加に従って超音波伝達経路が長くなると共に、波動エネルギー伝達のための断面が縮小されるためと考えられる。

図-3はシリーズ2における疑似開口クラック b の変化に基づく周波数領域1~10kHz間のフィルタ特性の一例を示している。供試体に対する3種類の発、受信センサー取り付け位置の相違および b の変化に基づくピーク出現状況の変化が判る。それぞれ水のセンサー取り付け位置に対して代表的なピーク周波数 F を選んで $b=0$ の時の値 F_0 に対する比 F/F_0 と b との関係をプロットすると図-4のようなになる。これより、 b の変化に対して、センサー取り付け位置の相違により、 F/F_0 の変化の状況が異なる事が判る。すなわち、 b の変化に対して変化の大きい F ほどクラック深さに敏感であり、故に、クラック深さをより精確に測定できることになる。この共振モードの評価については解析により目下検討中である。



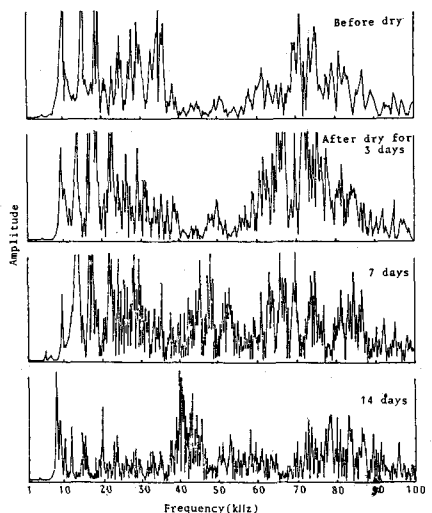
(図-4) 疑似開口クラック深さ b の変化およびセンサー位置の相違に伴う F/F_0 の変化

図-5はシリーズ3における角柱供試体を乾燥器で乾燥して行く過程におけるフィルタ特性から得た初期ピーク周波数 F_0 の変化の状況を乾燥前の値 F_0 に対する相対動弾性係数 $(F_1/F_0)^2$ と乾燥期間(日)との関係で示したものである。第1日目においてかなり低下するが、その後の低下率は乾燥期間の増加に伴って漸次減小して行くことが判る。これは急激な乾燥により供試体内部に乾燥収縮による網状ヘアークラックが多数発生し、超音波の伝達を阻害するためと考えられる。また、図-6は同じくシリーズ3における供試体の乾燥期間の増加に伴う周波数領域1~100kHz間のフィルタ特性を示すもので、これより、乾燥期間が長くなるに従って周波数応答の形態が著しく変わってくる事が判る。すなわち、乾燥前に比べて乾燥後は応答波形が著しく尖り、ピーク間隔も小さくなり、かつ、周波数領域約35~65kHz付近の本底応答振幅が小さい部分においても他と同様の応答を示している。これは供試体中にクラックが多数発生してくるにより、大小多数のピーク間距離が生じ、それに対応する波長で共振現象が起る結果と考えられる。故に、この現象を定量化することにより、網状ヘアークラックの進展状況を把握できるものと考えられる。



(図-5) 乾燥器による乾燥期間の変化に伴う相対動弾性係数 $(F_1/F_0)^2$ の変化

4. おわりに、非破壊検査法の使途目的を大別すれば、現場構造物の直接試験や工場二次製品の品質管理その他に分けられるが、特に高温高圧養生により生産される工場二次製品ではヘアークラックによると思われる耐凍害性の問題もあり、本法はこの様な二次製品の品質管理にも利用可能であるとも考えられる。さらに多くの実験を重ねて本法の実用性の開発を推進して行きたい。



(図-6) 乾燥器による乾燥期間に伴うフィルタ特性の変化(1~100kHz)