

コンクリート部材の凍結融解過程におけるフィルター特性について

熊本大学 正員 大津政康
九州東海大学 坂田康徳

1. はじめに、近年、超音波による材料の非破壊検査や金属加工、冶金、鉱山、岩盤力学等の方面で種々検討され、また、実用化されている。一方、コンクリート工学においても、その応用が期待されており、従来より行われている共振法に加えて、AEを始めとする超音波を用いた新手法が活発に検討されている。ここでは、音響波法と名づける方法を用いて、1~20 kHzの周波数領域でのコンクリートのフィルター特性について、若干の実験的検討を試みたので報告する。

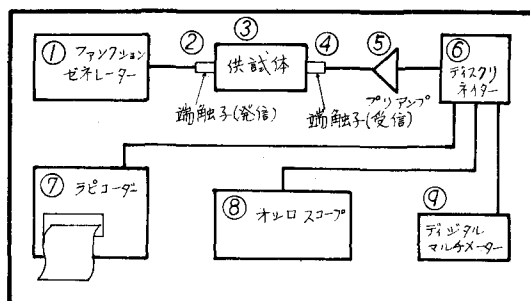
2. 実験概要、使用材料は熊本県球磨川下流産の川砂利(比重2.67, 吸水率0.95)、川砂(粗粒率3.01, 比重2.61, 吸水率1.89)、AE剤(ビンゾール)、および普通ポルトランドセメント(比重3.17)を用いた。

コンクリートは粗骨材最大寸法15mm, 水セメント比 $W/C=55\%$, スランプ8cmとして普通コンクリート, AEコンクリート(空気量7%)の両者を検討した。なお、AEコンクリートの空気量を7%に選んだのは、粗骨材最大寸法15mmに対する標準的な値と考えたことによる。供試体は各々角柱供試体(7.5cm×10cm×40cm)3本と円柱形供試体(φ15cm×30cm)5本を作成した。

実験は角柱供試体を凍結融解試験にて各30サイ

フル毎に共振法(JIS A 1127-1976)による動弾性係数測定、および、図-1に示すシステムに基づくフィルター特性の測定を行った。また、円柱形供試体は圧縮強度試験およびヒズミ測定に用いた。なお、本試験はコンクリート打設後、標準養生を経て43日目より開始した。表-1はこの時期における各コンクリートの諸性質(圧縮強度 σ_c , 単位容積重量 w , 動弾性係数 E , 共振法による動弾性係数 ED_1 , 音響波法による動弾性係数 ED_2)を示したものである。

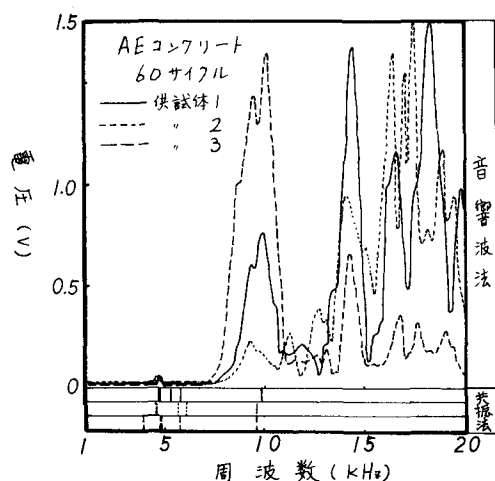
3. 実験および考察、音響波法と名付けた方法によるフィルター特性の測定は、図-1に示すように、ファンクションジェネレーター①により発する振動で一定の周波数で一定速度で変化する正弦波の音波を発信子②を通してコンクリート③へ送り、通過後の音波を受信子④で受けて、プリアンプ⑤、ディスプレイ⑥で増幅して、ラビコーダー⑦、オシロスコープ⑧、



(図-1) 音響波法のシステム図

種類 \ 性質	σ_c (kg/cm^2)	w (kg/L)	E (kg/cm^2)	ED_1 (kg/cm^2)	ED_2 (kg/cm^2)
普通コンクリート	357	2.35	3.13×10^5	3.79×10^5	3.66×10^5
AEコンクリート	301	2.24	2.85×10^5	3.39×10^5	3.26×10^5

(表-1) 使用コンクリートの諸性質



(図-2) 音響波法と共振法の周波数応答の関係

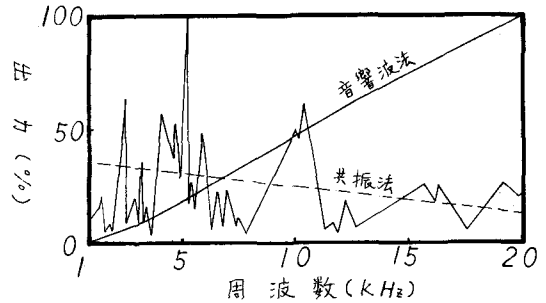
デジタルマルチメーター⑨にて記録した。このように、この方法はコンクリート中を伝播する弾性波動の挙動を追跡する見地から共振法と共通点が多い。故に、周波数領域を共振法と同じく1~20kHzの範囲で実験し、その両者による結果を比較検討した。得られた結果の代表例を図-2に示す。これより、音響波法で得られた周波数応答のピーク値と共振法による共振点の位置は初期ピーク付近、後続の第ニピーク付近で大略一致するが、音響波法による周波数応答のピーク値が後半部に多く表われるのに対して、共振法による共振点は、感度の大小を含めて前半部に多く表われている傾向があることが判る。これは図-3に示す発信端子と受信端子を直接接触させた場合の両方法における出力特性が周波数変化と共に相当異なることに起因するものと考えられる。音響波法による場合は周波数増加に伴う出力増加割合がほぼ一定であるが、共振法では非常に不規則で、かつ、低周波数領域で高く、高周波数領域で低い傾向にあるためと考えられる。

図-4は凍結融解過程における音響波法によるフィルター特性の変化の例を示したものである。これより、5kHz付近の初期ピークと9~10kHz付近の第2ピークの外、集積する後続の2, 3のピークが存在するのが判る。この図より、ピーク周波数の位置、あるいは、そのピーク値の変動など、多くの情報を得ることができ、今回は共振法との比較に着目して、動弾性係数の変化についてのみ検討した。

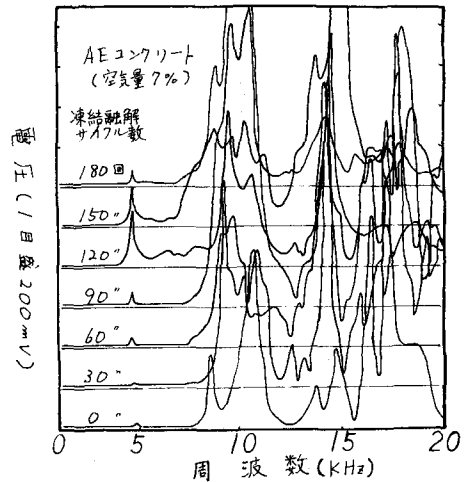
凍結融解過程における共振法による一次共振振動数と音響波法による初期ピーク値を基に各々相対動弾性係数および重量減少率を求めると図-5のようになる。これより、相対動弾性係数は両コンクリートほぼ一致すること判る。また、重量減少率も、ほぼ相対動弾性係数変化に伴っていることが判る。

4. 結論 以上をまとめると次のようになる。

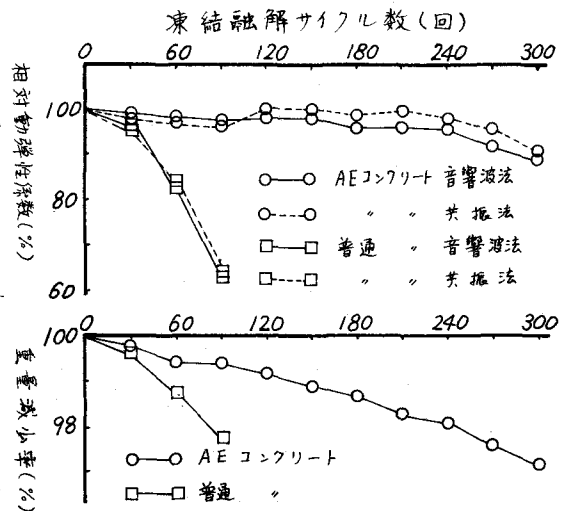
(1)、音響波法に基づく周波数応答に関する特性図に表われる初期ピーク値は共振法に基づく一次共振周波数とほぼ一致する。(2)、音響波法は周波数応答特性を図式的に、あるいは、磁気テープ等に記録、保存できるので、一次共振周波数を視覚的に把握できるなど、有用性が多くなる。(3)、ここに用いた装置は周波数変化に伴う出力増加割合が安定しており、超音波を用いた計測に適していると考えられる。最後に本実験に携わった本学学生諸氏に感謝の意を表す。



(図-3) 発信端子と受信端子を直接接触させた場合の音響波法と共振法の出力比較



(図-4) 凍結融解サイクル数と音響波法における周波数応答の変化



(図-5) 凍結融解過程における音響波法と共振法による相対動弾性係数および重量減少率