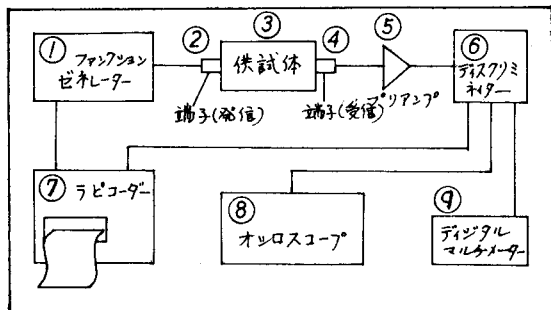
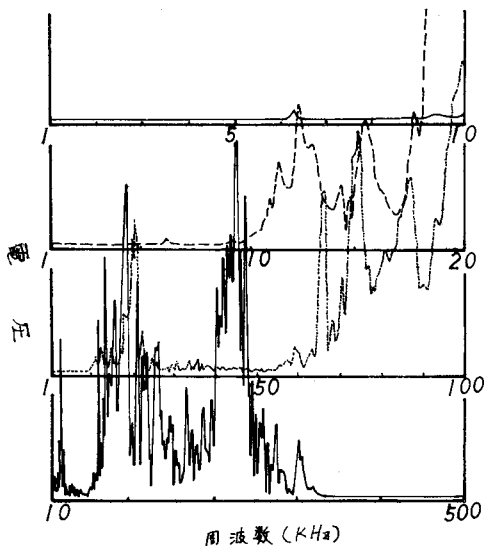


熊本大学 正員 大津政康
九州東海大学 〃 坂田康徳

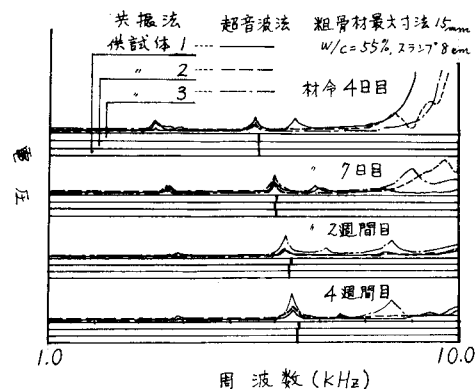
1. はじめに 近年、超音波を用いた材料の破壊試験方法が金属、鉱山、岩盤力学、原子力、その他多くの部門で検討されている。コンクリート工学においても、AEや超音波伝達速度を利用した種々の方法が検討され、また、実用化されている。筆者等は先に、図-1に示すようなAE測定用機材を主体とするシステムを用いて、凍結融解過程におけるコンクリート部材のフィルター特性を周波数領域1~20kHz間で測定し、共振法との比較検討を試みた。今回は前回同様の装置により、プレーンコンクリートの強度増進に伴うフィルター特性の変化を主体とする若干の実験的検討を試みたので報告する。



(図-1) フィルター特性測定のためのシステム図



(図-2) プレーンコンクリートの全周波数応答図



(図-3) フィルター特性と一次共振周波数との関係

2. 実験概要 使用した供試体は普通および早強ポルトランドセメントを用いたプレーンコンクリート円柱形供試体(φ15cm×30cm)および普通ポルトランドセメント使用のプレーンコンクリート、AEコンクリート(空気量5%)、同じく(空気量7%)、スチールファイバーコンクリート(SF体積混合率1.5%)の角柱供試体(7.5cm×10cm×40cm)である。配合は全て粗骨材最大寸法15mm、セメント比w/c=55%、スランパ8cmとした。

円柱形供試体はコンクリート打設後、標準養生で4日、7日、14日および28日後におけるフィルター特性を周波数領域1~500kHzの範囲で測定した。一方、共振法による一次共振周波数を測定し、フィルター特性との比較を行った。角柱供試体はコンクリート打設後3ヶ月の標準養生の後、3ヶ月の気中養生を経てフィルター特性を周波数領域10~400kHzの範囲でそれぞれ測定し、比較検討した。

3. 実験および考察 図-2、図-3、図-5は普通ポルトランドセメント使用のプレーンコンクリート円柱形供試体によるフィルター特性を示すもので、その内、図-2は材齢2週間後におけるフィルター特性を周波数領域1~10, 1~20, 1~100, 10~500(単位kHz)の各範囲で示したものである。これより、本システムにて測定したコンクリートのフィルター特性の一般的特徴を次のように見出すことができる。すなわち、①1~10kHzの低周波数領域では激し

い周波数応答は少なく、平坦に近いが、6 kHz 附近に顕著なピークが見られ、これは図-3 でも説明するように、共振法における f_1 に相当するものと考えられる。②大きな周波数応答は 10 kHz 附近より始まる。③全周波数応答は 2 ~ 3 のピーク群(約 10 ~ 30, 60 ~ 150, 150 ~ 300 (単位 kHz)) に分れる。④約 30 ~ 60 kHz 附近は周波数応答の低下する区間が存在する。⑤大きな周波数応答は約 320 ~ 330 附近が限度であり、それ以上は減衰が大きくて超音波が伝播しにくいものと考えられる。⑥ピークの突出状況は低周波数ほど激しく、高周波数になるほど緩弱となる等の点である。

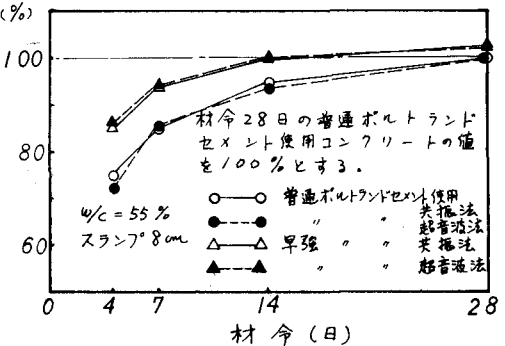
図-3 はコンクリート打設後の経時変化に伴うフィルター特性と f_1 の関係を示したものである。これより、低周波数領域の周波数応答の中に f_1 に相当するピーク値 f_1 が存在すること、および、周波数応答波形は養生期間経過に伴って全体的に高周波数側へ移動していることが判る。これは材令に伴うセメント水和物結晶の緻密化による強度増進が超音波伝達を容易にし、速度増加をもたしているものと考えられる。これを普通セメントと早強セメントの両者を用いたブレンコンクリートについて f_1 および f_2 に基づく動弾性係数の経時変化で示すと図-4 のようになる。両コンクリート共に一致していることが判る。

図-5 はブレンコンクリートの材令に伴う 10 ~ 500 kHz 間の周波数応答の経時変化を示したものである。これより、約 50 ~ 60 kHz 以上の高周波数領域における振幅の材令に伴う伸びが大きく、また、周波数応答の高域限界も材令 7 日以後は材令 4 日の場合よりも大幅に伸びていることが判る。これは材令と共にセメント水和物結晶の緻密化が進み、微小空隙の減少や骨材表面へのセメントペーストの付着度が進む結果、短波長の音波が伝播し易くなるためと考えられる。

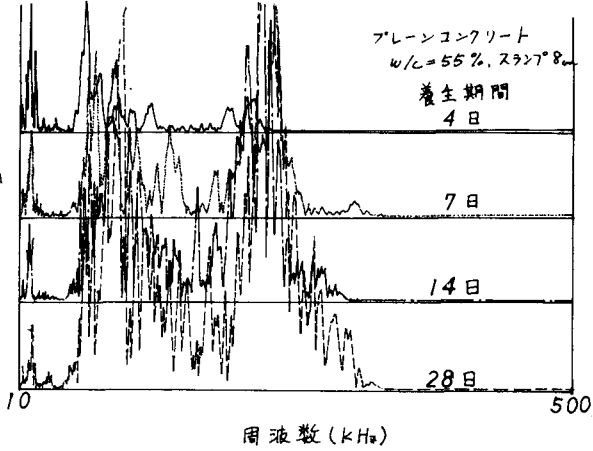
図-6 は材令 6 ヶ月における角柱状試体による各種コンクリートのフィルター特性を示したものである。ブレンコンクリート、ファウバーコンクリートに比べて AE コンクリートの振幅が空量と共に小さくなっていること、および、高周波数領域末端部における波形の先ぼそりが目立つ。これは多量の気泡の存在により、短波長の音波の伝達が妨げられているものと考えられる。

4. むすび 今回は主にブレンコンクリートの強度増進に伴うフィルター特性の概形的特徴も定性的に示したが、今後はさらに多くの実験により、周波数応答の波形変化の原因や定量的把握に努力したい。

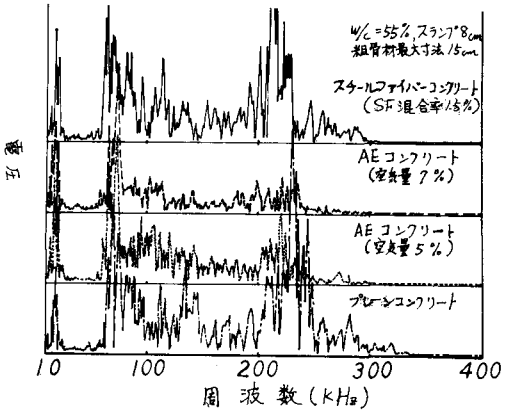
参考文献 大津、坂田、"コンクリート部材の凍結融解過程におけるフィルター特性について" 土木学会西部支部石炭炭素会講演概要集 58、2、



(図-4) f_1 (超音波法) と f_2 (共振法) に基づく動弾性係数の経時変化



(図-5) ブレンコンクリートの全周波数応答の経時変化



(図-6) 各種コンクリートの全周波数応答