

九州東海大学 正員 坂田康徳
熊本大学 正員 大津政康

1. はじめに、超音波を用いた各種のコンクリート非破壊試験方法がいろいろ研究され、また、実用化されているが、コンクリート中を伝播する超音波のフィルター特性による方法は未だ報告が少ない。共振法における基本周波数(f_0)と超音波法によるフィルター特性中の初期ピーク周波数(F_0)の関係は既に明らかにしたが、ここでは、コンクリートの供試体形状寸法、種類や配合等の変化に対する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、実験の種類は以下の通りであり、その配合条件や供試体形状寸法、強度、割線弾性係数、動弾性係数(超音波法による)等を表-1に示す。

(1)、同一配合において供試体形状寸法を変化させた場合、

(2)、同一形状寸法の供試体で骨材最大寸法 ϕ_{max} を変化させた場合、

(3)、同一形状寸法の供試体でモルタルおよびコンクリートにおける空気量を変化させた場合、

(4)、同一形状寸法の供試体で水セメント比 W/C を変化させた場合、

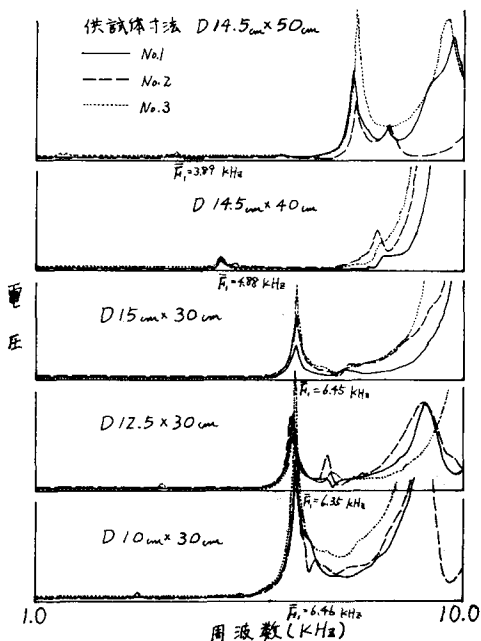
フィルター特性の測定範囲は周波数領域1~10 kHz間である。なお、使用材料は普通ポルトランドセメント(比重3.17)球磨川下流産の川砂利(比重2.67, 吸水率0.95), 同じく川砂(比重2.61, 吸水率1.89, 粗粒率3.02)である。供試体はそれぞれ3本ずつ作成し、標準養生後28日目においてフィルター特性、ヒズミおよび強度(σ_p)を測定した。また、フィルター特性は供試体両端面の中央にセンサーを設置し、高さ方向に測定した。

3. 実験結果および考察

図-1は同一配合のコンクリートを用いて円柱形供試体の直径(D)および高さ(H)を変化させた場合のフィルター特性を示すもので、同一径($D=15\text{cm}$)でも H が大きくなれば共振法における基本周波数相当のピーク(以後、初期ピークと呼ぶ)の大きさおよび位置共に小さくなり、明瞭さを欠いている。これは、受信センサー間の距離が遠くなり、超音

記号	種類	供試体寸法	骨材最大寸法	スラング(又は加圧)	空気量(%)	W/C(%)	Sp(%)	W ₀ (%/mm ²)	σ_p (%/mm ²)	E(%)	E ₀ (%/mm ²)
A-1	普通コンクリート	$\phi 15\text{cm} \times 30\text{cm}$	15mm	13.5mm	2.8	55	0.50	1727	388	2.81	3.63
2	"	$D14.5 \times 40$	"	"	"	"	"	"	"	"	"
3	"	$D14.5 \times 50$	"	"	"	"	"	"	"	"	"
4	"	$D12.5 \times 30$	"	"	"	"	"	"	"	"	"
5	"	$D10 \times 30$	"	"	"	"	"	"	"	"	"
B-1	セメントペースト	$D15 \times 30$	-	(23.8)	0.5	38	-	5937	451	1.98	2.26
2	普通モルタル	"	5	(20.9)	3.2	55	(2.5)	2950	447	2.48	3.09
3	普通コンクリート	"	15	12mm	2.6	"	0.50	1710	398	3.02	3.76
4	"	"	30	12mm	2.1	"	0.41	168	387	3.11	3.94
C-1	普通モルタル	"	5	(25.0)	3.0	"	(2.0)	334	429	2.10	2.85
2	AE "	"	5	(23.5)	4.0	"	(2.2)	308.9	400	2.16	2.77
3	気泡 "	"	5	(23.8)	11.5	"	(2.6)	251.2	224	2.16	2.65
4	普通コンクリート	"	30	12mm	2.1	"	0.41	168	387	3.11	3.94
5	AEコンクリート	"	30	12mm	4.5	"	0.37	1525	334	3.01	3.90
6	"	"	30	12mm	7	"	0.34	143	299	2.78	3.75
D-1	普通コンクリート	"	30	8mm	1.8	45	0.41	1665	449	3.29	4.04
2	"	"	30	8mm	1.8	55	0.42	165	376	3.15	3.86
3	"	"	30	8mm	1.5	65	0.43	164	279	2.69	3.61

(表-1) コンクリートおよびモルタルの配合条件、供試体形状寸法および性質



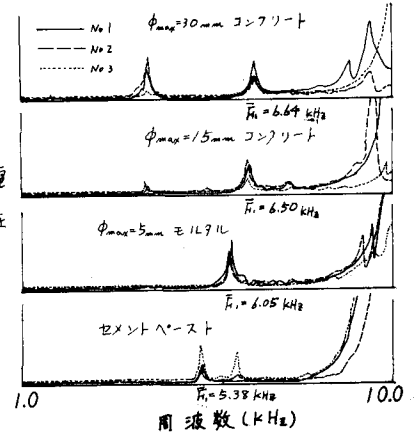
(図-1) 供試体形状寸法変化に伴うフィルター特性

波の伝達が悪くなっているものと考えられる。また、同一高さ ($H = 30\text{ cm}$) の場合は D が小さくなるに従って初期ピークの振巾が大きくなり、明瞭になっていることが判る。これは高さ と直径の比 (H/D) が大きくなり、一次元波動伝播状態となり、一次モード (基本周波数) での共振状態が明確になるものと考えられる。

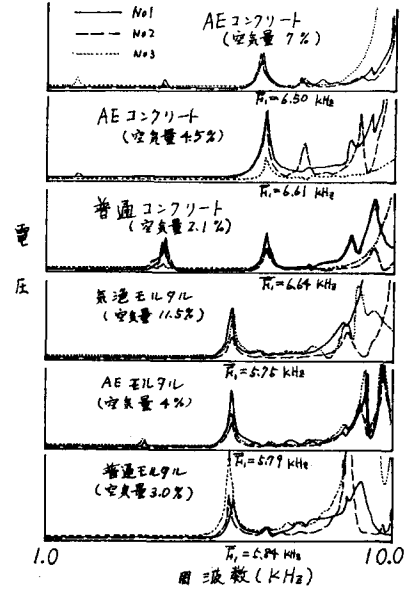
図-2 は同一形状寸法の供試体 ($D15\text{ cm} \times 30\text{ cm}$) を用いて、コンクリートおよびモルタルは $w/c = 55\%$ 、セメントペーストは $w/c = 38\%$ とした場合の骨材寸法変化に伴うフィルター特性を示すもので、セメントペースト、モルタル、粗骨材最大寸法 15 mm のコンクリート、 30 mm のコンクリートの順に初期ピーク周波数が高くなっていることが判る。これはセメントペーストと骨材それぞれが持つ音の伝播速度 (弾性係数) の相違から生ずる結果と考えられる。実験結果によれば、コンクリート中の骨材の占める割合が大きい程超音波の伝播速度は速くなる。

図-3、図-4 は $w/c = 55\%$ 、スランパ 12 mm 又はフロー値 $135 \sim 150\text{ mm}$ における空気量変化および w/c 変化に伴うフィルター特性であり、また、図-5 は表-1 における E_d (土木学会基準 (JIS-A-1127-1976) における縦振動の場合の F_1 を用いて求めた動弾性係数) と α_{29} との関係図である。空気量変化、 w/c 変化共にその変化に伴う強度の変化に従って F_1 が変化しているが、空気量変化の場合、その変化量が小さい。これは気泡モルタルの場合を除いて、 w/c 変化に伴う強度変化幅に対し、空気量変化に伴う強度変化幅が小さいためであり、図-5 より明らかとなるように $\alpha_{29} - E_d$ の関係はほぼ等しい勾配を持つものと考えられる。気泡モルタルについては空気泡の浮き上りによる材料分離の結果、極端な強度低下を引き起こしたものと考える。また、 $\alpha_{29} - E_d$ の関係は各グループの曲線の位置や方向がかなり違っており、条件の異なるコンクリートやモルタルではその関係が複雑である。

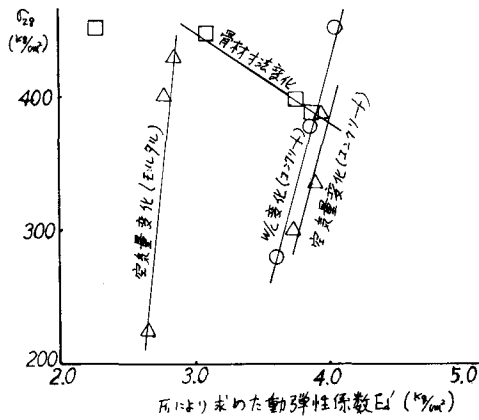
リコナクリート部材の凍結融解過程におけるフィルター特性について、大津、坂田、S.58.2、土、西村研、
参考文献 2) リコナクリート部材のフィルター特性に関する2,3の考察、大津、坂田、S.58.9、土、2000年。



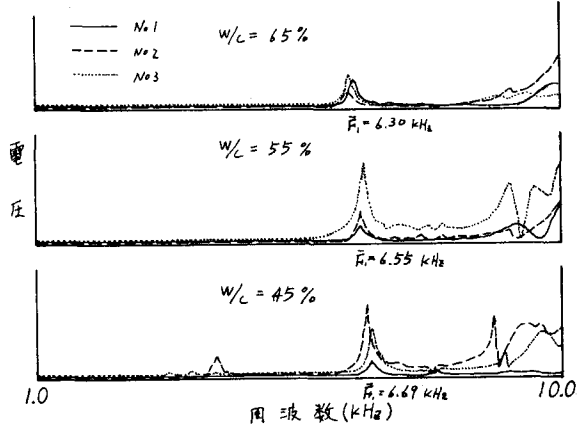
(図-2) 骨材最大寸法変化に伴うフィルター特性



(図-3) 空気量変化に伴うフィルター特性



(図-5) α_{29} と E_d の関係



(図-4) w/c 変化に伴うフィルター特性