

I-6 コンクリートの配合および乾湿と超音波減衰との関係について

立命館大学 正員 明石 外 世 樹

1 はしがき

非破壊試験法のうち、コンクリート中の超音波パルスの速度からコンクリートの品質（主として強度）を判定するときは、速度から強度を一義的に推定しても誤差は大きい。これはコンクリートの配合、乾湿が最も大きく影響するからである。これを解明する目的で超音波パルスの減衰定数とコンクリートの配合、乾湿との関係を求めたものである。

2 コンクリートの超音波減衰定数

コンクリート中での超音波の減衰定数 α の内には粘性によるもの、骨材の散乱によるもの、その他気泡空隙によるものがある。すなわち

$$\alpha = \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \dots \quad \dots \dots (1)$$

$$\alpha_1 = \frac{\delta}{C} f \quad (\text{neper/cm}) = 8.68 \frac{\delta}{C} f \quad (\text{db/cm}) \quad \dots \dots (2)$$

$$\alpha_2 = \frac{2\pi^3 p \bar{v}}{C^4} \left(\frac{\Delta E}{E} \right)^2 f^4 \quad (\text{neper/cm}) \quad \dots \dots (3)$$

α_1 ; 粘性減衰定数, α_2 ; 骨材による散乱減衰定数, δ ; 材数減衰率(ソニックによる) C ; 縦波速度(cm), $\bar{v}$; 散乱を生ぜさせる骨材の平均体積(cm^3), p ; 散乱を生ぜさせる骨材のコンクリート中の容積比, E ; モルタルの弾性係数, $E + \Delta E$; 骨材の平均弾性係数である。 α_3 は気泡、空隙による散乱減衰定数で、コンクリートが乾燥すれば空隙が空隙となり、音響的に影響する。

3 測定原理

(1) 超音波減衰定数 α , 水浸置換方法によつて求める。すなわち水槽中で超音波ビーム内に供試体を入れたとき透過した音圧 P_1 と取り出したときの音圧 P_0 が何れも一定値になるように抵抗減衰器を通じ、その読みから求める。いま超音波ビームを平面波と考え、図-1の状態があれば

$$\alpha = \frac{20}{X} \left[\log_{10} \frac{P_1'}{P_0'} - \log_{10} \frac{P_1}{P_0} \right] \quad (\text{db/cm}) \quad \dots \dots (4)$$

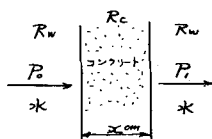


図-1

ここに $\frac{P_1'}{P_0'} = \frac{4R_w R_c}{(R_w + R_c)^2}$ で実測から計算によつて求められ、 $-20 \log_{10} \frac{P_1}{P_0} = X_0 - X \text{ (db)}$ で X_0, X は供試体がないときと、あるときの減衰器の読みとなる。

4. 測定装置

粘性減衰定数はソニック装置にフリクエンシー、カウンターの増設して、材数減衰率を求めればよく、一方コンクリートと同配合の水中養生モルタルの超音波減衰定数からも知られる。超音波減衰定数測定装置は図-2のようである。発振振子にはナタノ酸バリウム

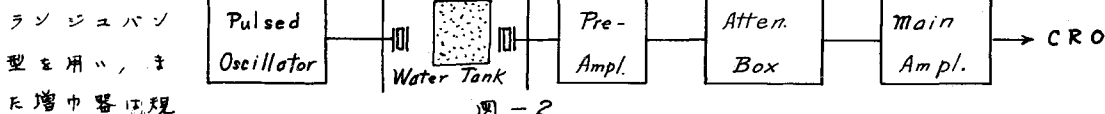


図-2

定出力電圧（ブラウン管上6cm）までは入力出力特性は満足すべきものであった。なお抵抗減衰器は横河電機製のATH-90-10A型で、最小目盛は0.1dbである。

5 コンクリート

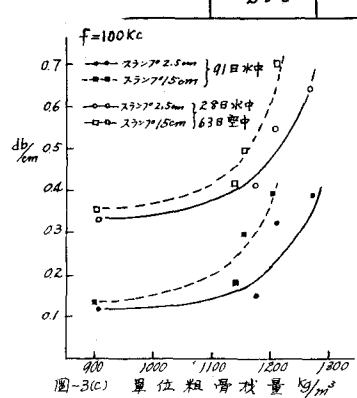
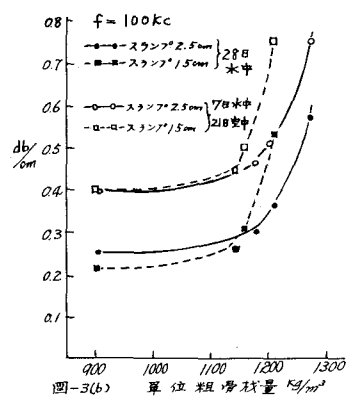
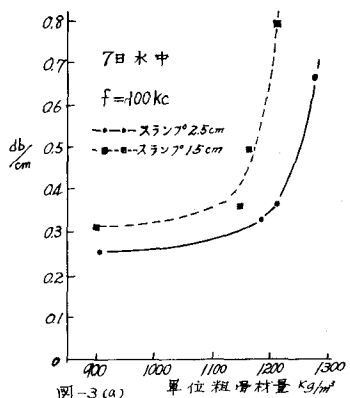
(1) セメントは日本セメントKKの普通ポルトランドセメントを使用した。
 (2) 骨材は滋賀縣野洲川産のもうを使用し、最大寸法を30mmとして、5~10(15%), 10~20(35%) 20~30(50%) にふり分け用いた。なお粗骨材の弾性係数は岩質の含有割合を考慮し、それぞれ超音波速度から測定して $57.5 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$ となった。また平均骨材容積率は 3.61 cm^3 となる。

(3) 配合、1:1.2, 1:1.5:3, 1:2:4, および1:3:6の4種のうち、それぞれスランパを2.5mm, 15mmの2種とし、計8種の配合を選定した。また上記コンクリートのモルタルに相当する供試体も製作した。養生および養生は次の5種とした。なお空中放置で乾燥したものは測定の前日、封緘剤を塗布して測定中に水の浸透するのを防いだ。

6 測定結果

10×10×40mm供試体について、(4)式から求めた超音波減衰定数と単位粗骨材量との関係を図-3(a)(b)(c)に示す。このよう

養生	水中養生	空中養生
7日	7日	0
28日	28日	0
91日	91日	0
	28日	63日



に超音波の減衰定数は単位粗骨材量の増加と共に大きく、またコンクリートの乾燥と共に大きくなる。なお、同一配合ではスランパの大きいものが減衰も大きくなる。表-1は7日水中、21日空中養生したモルタルの100kcの測定値であるが、連続水中養生したモルタルでは α_1 と α_2 の値がほぼ等しいことから考えて、 α_3 の値は気泡空隙などによる減衰と考えられ、図-3(b)と比較してほぼ等しいものである。

		α_1	α_2	α_3
1:1	A	0.108	0.299	0.191
	B	0.098	0.229	0.131
1:1.5	A	0.095	0.393	0.298
	B	0.098	0.239	0.141
1:2	A	0.102	0.303	0.201
	B	0.104	0.398	0.294
1:3	A	0.173	0.420	0.247
	B	0.126	0.404	0.278

表-1 (A) スランパ2.5mm相当 (B) スランパ15mm相当

7 その他

本実験装置はナタン酸バリウム磁器の自由振動を利用した関係で、100kc以外の周波数の発振子では種々の波がでて(3)式が成立するかどうか確かめることができなかった。また(3)式から求めた α_2 の値は測定値の約3倍となり、今後波長と減衰定数の関係を研究する予定である。