

鳥取大学 正員 西 林 新 蔵
鳥取大学 〃 木 山 英 郎
全日本コンサルタント シ。 藤 村 亨

本研究は、フレッシュコンクリートのレオロジー的性質に関する一連の研究計画の一環として行なったものである。本研究においては、試作した打撃式の伝播速度測定器を用いて、種々のフレッシュモルタル(4%, 9%, 骨材の種類、粒度)の弾性波伝播特性(伝播速度、角速度数と伝播速度の比、減衰定数、ずり粘性率、体積弾性率、遅延時間)を解析し、その結果に対して若干の考察を加えた。

打撃式弾性波伝播測定器は、直径30cm、高さ75cm、厚さ10cmの亚克力製の円形容器と振子式に打撃を与えるハンマーから成っている。このハンマーには、発振を電気信号に変換するための圧電型振動受信子を取付けてある。ハンマーからの打撃振動は、これをできるだけ平面波として試料に伝えるために、鋼製の振動板(0.5×8×8cm)で受けるようにしてある。検出器には2つの円板状(φ2cm、厚さ0.5cm)の圧電型振動受信子を用いた。試料は、円形容器の中に2層に分けて詰め、各層を突棒で25回づつ突き固めた。試料の上面に2個のピックアップを振動板に垂直な一直線上に所定の間隔でセットし、これらのピックアップからの受信信号は、増幅器を経てシンクロスコープの垂直偏向の端子に導かれる。なお、2つのピックアップ間の距離は5cm、また振動板から第1ピックアップまでの距離は3cmとした。一方、打撃は、ハンマー付属の振動子で受信され、増幅器を経てシンクロスコープの外部トリガー回路に導かれる。

ブラウン管上の波形はボラロイド撮影し、これを万能投影器で拡大し、解析に必要な諸数値を読み取った(Fig.1) 縦波の伝播を考えると、粘性抵抗による波動の伝播がニュートン流動の場合と同様に距離とともに指数関数的に減衰すると仮定して、振動の基礎式から粘性率、弾性率を求めると次のようになる。

$$\eta_v + \frac{4}{3}\eta = \frac{2\rho\rho_0^2C}{(\alpha^2 + \beta^2)^2}, \quad K + \frac{4}{3}G = \frac{\rho\rho_0^2C(\beta^2 - \alpha^2)}{(\alpha^2 + \beta^2)^2}$$

フレッシュモルタルでは、 $\eta_v \approx 0$ 、 $G \ll K$ と考えられるから、上式は、

$$\eta = \frac{3\rho\rho_0^2C}{2(\alpha^2 + \beta^2)^2}, \quad K = \frac{\rho\rho_0^2C(\beta^2 - \alpha^2)}{(\alpha^2 + \beta^2)^2}, \quad \tau = \frac{\eta}{K} = \frac{3\alpha}{2C(\beta^2 - \alpha^2)}$$

ここで、 η_v : 体積粘性率、 η : ずり粘性率、 K : 体積弾性率、 G : ずり弾性率、 α : 減衰定数、 ρ : 密度、 C : 波速、 $\beta = 2\pi n/C$ 、 $n = C/\lambda$ (周波数)、 λ : 波長、 τ : 遅延(緩和)時間

Fig.1に示す測定値を用い、2つのピックアップ間の距離を l とすると、 $\alpha \cdot C \cdot l$ は次のようになる。

$$\alpha = -\frac{1}{l} \log_e \frac{a_1}{a_2}, \quad C = \frac{l}{\Delta t}, \quad l = 1.26 \frac{\Delta t}{\tau}$$

実験に用いたセメントは普通ポルトランドセメント、細骨材は天然砂、標準砂、人工軽量骨材ライオナイトおよび宇部軽骨である。骨材は5種類の粒度にふるい分け、各粒度および連続粒度に調整したものをを用いた。

モルタルとペーストの配合は、4%は練り混ぜが可能な最低の値から5%おきに5~6袋(4% = 30~60%の範囲)で選り、C/sは1/1および1/2の2種類とした。

以下、得られた結果を示し、若干の考察を加えることにする。

(1) 伝播速度(v)と4%との関係(Fig.2): 全般的に、 v は4%以下では4%の減少とともに大きくなるが、35~55%においては100m/sec程度で、4%が増すとゆるやかに減少する傾向が認められた。骨材量による差を見ると、C/s = 1/1よりも1/2の方がやや速度が速くなるが、その差はわずかである。粒度別では、大粒径から小

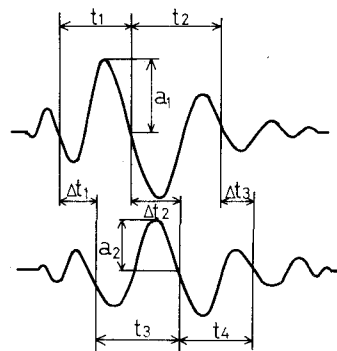


Fig-1

粒径になるに従って、 η が大きくなる傾向が認められた。

(2) 減衰定数(α)と w/c との関係(Fig. 3) 伝播波の減衰性は、 $0.1 \sim 0.4 \text{ cm}^{-1}$ の範囲にあり、 w/c が増加するに従って小さくなり、また骨材比が増すと大きくなる傾向が認められた。単一粒径の骨材を用いたモルタルの減衰は、混合粒度のものよりも相当大きく、さらに軽量骨材(ML, MU)の方が天然骨材(MS, MN)より大きい減衰を示すことも解った。

(3) すり粘性率(η)(Fig. 4) η は、 w/c が増大するにつれて減少し、とくに35~40%までの減少率が大きく、それ以上の w/c では減少率が緩やかである。 η の値はほぼ5~15 poiseの範囲にあり、骨材量や、粒径、粒度による差は少ない。なお、伝播速度と η との間には比例関係が認められた。

(4) 体積弾性率(K)(Fig. 5) $c/s=1/1$ の場合、 K は w/c が増大するとやや減少する傾向があるが、 $c/s=1/2$ では、この傾向は認められない。従って、 K は η の場合ほど w/c によって影響されないといえる。さらに、 K は骨材の粒径よりも粒度分布によって著しく影響され、単一粒径モルタルの K は混合粒度の場合よりもかなり小さくなる。

(5) 遅延時間(τ)(Fig. 6) 全般的に、 w/c が増加するとではゆるやかに減少するが、前2者(η , K)と比べると最も w/c の影響が小さいといえる。また、天然骨材を用いたモルタルのでは軽量骨材よりも小さく、ペーストのではこれらの間にある。また、粒径や粒度の違いによる差はあまり認められないが、骨材比の増加によってやや大きくなる傾向が認められた。

なお、 τ は伝播波の減衰定数との間に明確な相関性が認められた。

以上、弾性波の伝播特性について、ペーストやモルタルの性質との関連において若干の考察を加えたが、今後は、以前あるいは現代継続した実験を続けている超音波伝播特性や静的な塑性粘性、降伏値との関係をも考察して行く予定である。

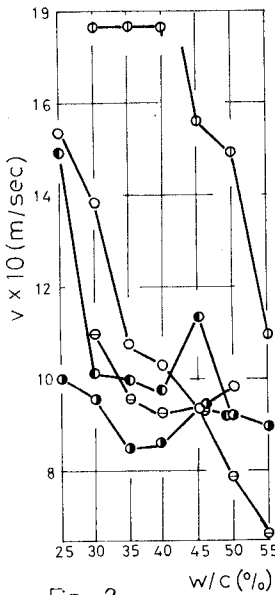


Fig-2

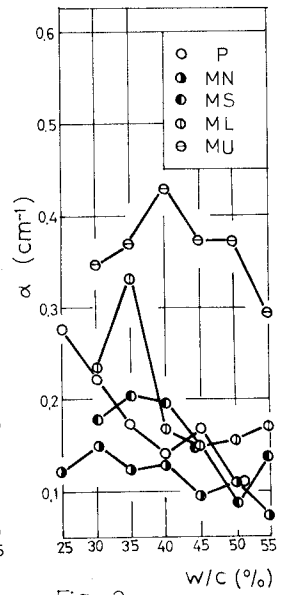


Fig-3

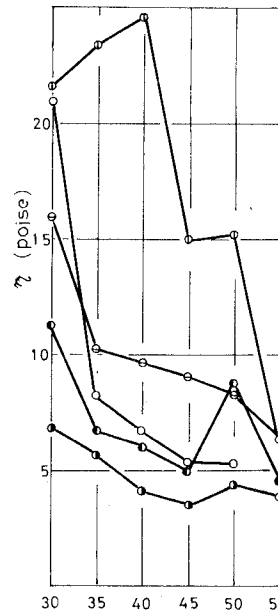


Fig-4

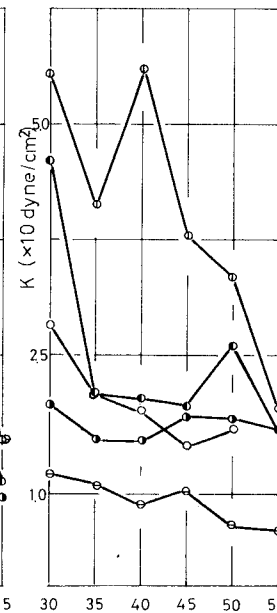


Fig-5

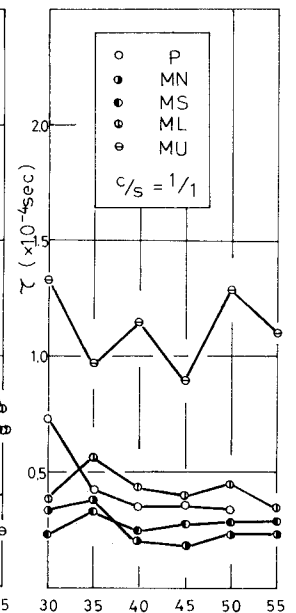


Fig-6