

セメントペーストおよびモルタルの縦振動法による凝結過程の測定

明石工業高等専門学校 正員 角田 忍
立命館大学 理工学部 正員 明石外世樹
立命館大学 大学院 学生員 森本登志也

1. まえがき セメントペースト及びモルタルの凝結硬化過程を測定する方法として、貫入抵抗値や超音波パルス速度変化などにより行われているが、これらの方法では測定により得られる物性が一点のみに着目されている。本研究は、円柱供試体の底部を加振し、強制振動における共振点及び自由振動における減衰性状の測定により、粘弾性定数の経時変化として総合的に考察しようとするものである。

2. 実験概要

2.1 使用材料及び配合 セメントは普通ポルトランドセメント、細骨材は豊浦標準砂を用いた。配合は表-1に示す。

2.2 実験方法 試料は強制練りミキサで3分間練り混ぜた後に、ビニール製円柱型枠(直径60mm)に高さ20cmになるように詰めた。ピックアップはP-Z-T系縦振動子(共振振動数50kHz)に塩ビ製円板(直径60mm)を取付けた。同時にアロクター貫入試験を行った。

2.3 測定方法 測定装置を図-1に示す。共振振動数の測定は、信号受信器により受信させた正弦波連続信号を増幅して振動器に入力し、供試体の軸方向に縦振動を起し、それをピックアップで電気信号に変換してオシロスコープで測定した。また、減衰振動の測定は、信号受信器により発生させた正弦波GATE信号を増幅して振動器に入力し、同様にオシロスコープで測定した。測定時間間隔は、6時間まで30分間隔以後24時間まで1時間間隔で測定した。

2.4 解析方法 本研究では、ペースト及びモルタルを粘弾性体とし、粘性型減衰を有する系の自由振動であるVoigtモデルにマスとリつけたものと仮定して解析した。① 減衰比D, 縦弾性係数Ed(N/cm²), 伝播速度V_e(m/sec), 間隙比eは次式により求めた。

$$D = \frac{\delta}{\sqrt{4\pi^2 + \delta^2}}, \quad E_d = 4H^2 f_s^2 \rho, \quad V_e = 2Hf_s, \quad e = \frac{A+W}{C} \text{ or } \frac{A+W}{C+S}$$

但し、 δ : 減衰率, f_s : 共振振動数(Hz), ρ : 密度, A : 空気容積(cm³), W : 水の容積(cm³), C : セメントの容積(cm³), S : 骨材の容積(cm³), H : 供試体の長さ(cm)

W/C	Factor
4.5%	paste, $s/c=0.5$, $s/c=1.0$
3.5%	paste, $s/c=0.5$, $s/c=1.0$
2.5%	paste

表-1 配合

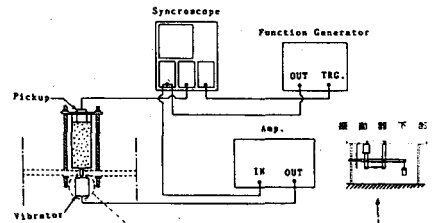


図-1 振動測定装置

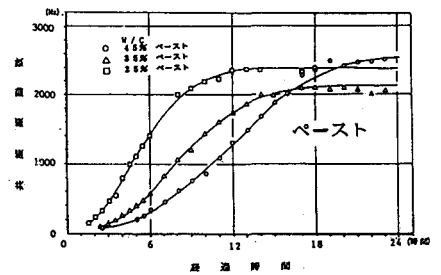


図-2 共振振動数-経過時間の関係

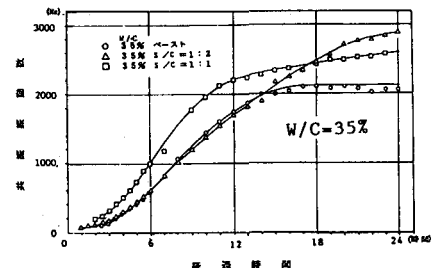


図-3 共振振動数-経過時間の関係

Shinobu KAKUTA, Toyoki AKASHI, Toshiya MORIMOTO

3. 結果及び考察 共振振動数-経過時間の関係を図2~3に示す。共振点は経時変化していくと配合により時間増加率が変化するので、凝結硬化過程を示す一つの尺度となると考えられる。共振振動数の測定は、測定開始後1~3時間までは、ペースト及びモルタルが液体に近い挙動を示すので、明確な共振点は現れにくい。それ以後12~18時間までは、共振振動数の時間増加率が大きく凝結硬化過程の進行が早い。すなわちペースト及びモルタルの粘性的な要素が減少し、弾性的な要素の割合が増加すると考えられる。これは図4の対数減衰率-経過時間の関係からも開始から12~18時間までの対数減衰率の減少が大きいことからとも言えると考えられる。縦弾性係数 E_d -減衰比 D の関係を図5に示す。 E_d が約 $5.0 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$ 以下では $\log E_d$ と D は直線関係があると考えられる。この E_d の時間経、プロクラー買入抵抗の終結時間とある程度対応していた。 E_d がこの値以上になると E_d も D も変化が減少し、凝結硬化過程が一段落したと考えられる。図6に伝播速度 V -減衰比 D の関係を示す。 D が大きい段階では水セメント比の違いにより V は大きく変化する。凝結硬化が進行するとこの差は減少する傾向にある。凝結硬化の初期の段階では減衰比が伝播速度の増加に及ぼす影響が大きいと考えられる。減衰比 D と水セメント比%の関係を図7に示す。ペースト及びモルタルの間隙比 e は凝結過程の進行につれて減少し、減衰比も減少する。つまり粘性が減少し、伝播速度、縦弾性係数を増加させると考えられ、この増加の割合は凝結の初期の段階で特に大きい。〈参考文献〉

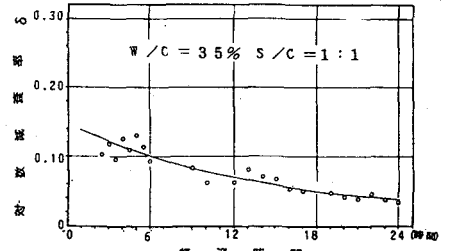


図-4 対数減衰率-経過時間の関係

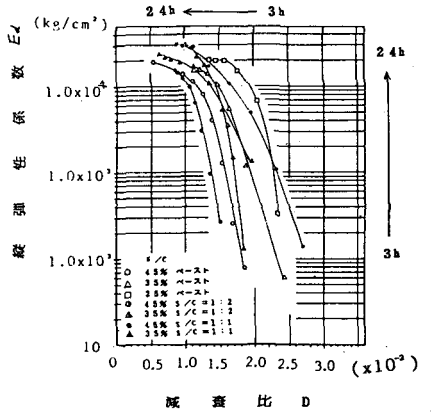


図-5 縦弾性係数-減衰比の関係

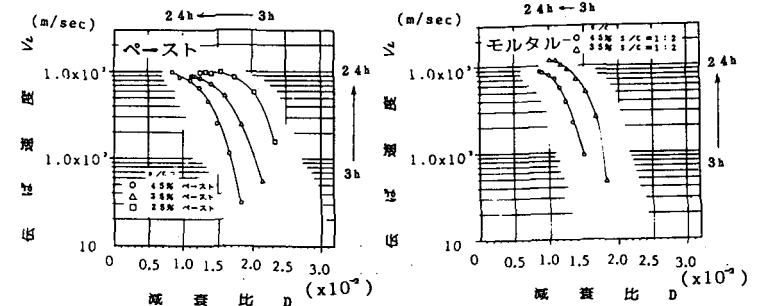


図-6 伝播速度-減衰比の関係

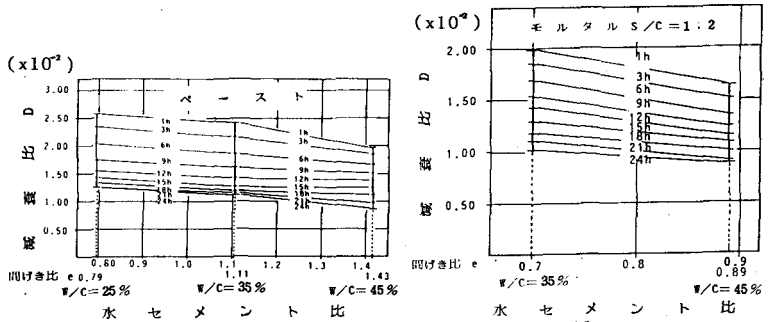


図-7 減衰比-水セメント比の関係

石原、土質力学の基礎 鹿島出版