

V-271 波動法によるフレッシュコンクリートの動的粘弾性物性値の測定方法に関する研究

東京都立大学 正会員 大作 淳

1. 目的 コンクリート施工の合理化の確立の一環として振動締め固め過程を追跡することは極めて重要である。フレッシュコンクリートに振動が与えられると液状化しそれに伴い物性値としての動的粘性率および動的弾性率が変化する。波動法は、動的物性値を測定できる唯一の方法であるが、測定方法上今だ未解決な点も多い。

本研究は、フレッシュコンクリートに縦波振動を透過させ振動の減衰率および波速等を測定し試料の動的物性値を求めるものであり、このための測定装置の検討および測定方法の確立を目的としたものである。

本研究の実施に当たり昭和61年度吉田研究奨励金が授与された。さらに、東京都立大学村田 二郎教授に終始多大なる御指導を賜った。ここに深く謝意を表すものであります。

2. 測定装置の概要およびその検討 測定システムの概要は、図-1に示す通りであり次の項目について検討した。加振板は図-2に示すような $\phi 90$ mm中心角 60° の円錐状のものを使用した。これは、平板の場合図-3に示すように振動時にたわみ変形を起こし試料に正しい正弦振動を与えられなくなるのに対し、円錐状の場合その剛性が高いため変形が抑制され、さらに振動の放射の指向性を向上させるためである。

発振波形は、すでに報告¹⁾したようにバースト波(約20波)とし測定には10波目の応答波形を用いた。加速度の検出は、ゲージ型加速度計を用いており、図-4に示すように直径約0.5mmの針金を取り付けた後防滴および試料との密着を向上させるため柔軟性に富むシリコンシール剤によって被覆した。

これは、当初針金を取り付けずに使用した場合測定中に加速度計が回転したためである。

本試験方法によると振動の最大透過距離は、約40cmであった。

3. 測定方法 以下に測定方法の概略を述べる。

- 1)加振器によって試料に縦波振動を与える。
- 2)試料に埋め込んだ加速度計によって加速度を検出しデータレコーダにデータを記録する。
- 3)電磁オシログラフを用いてデータを再生し応答加速度および縦波伝播時間を求める。
- 4)波速は、試験終了後ゲージ間の距離を正しく測定し、縦波伝播時間との関係より求める。
- 5)減衰率は、3)および4)に述べた各測定点の加速度および加速度計間の距離との関係より求める。
- 6)動的粘性率および動的弾性率は、周波数、減衰率、波速および試料の密度の関係から次式より求める。

動的粘性率 η' (Poise)

$$\eta' = \frac{3\beta\rho k^2 C}{2(\beta^2 + k^2)^2}$$

ここに、 k ; $2\pi f/C$

動的弾性率 E' (gf/cm^2)

$$E' = \frac{\rho k^2 C^2 (k^2 - \beta^2)}{(\beta^2 + k^2)^2}$$

f ; 周波数 (Hz)

β ; 減衰率 (1/cm)

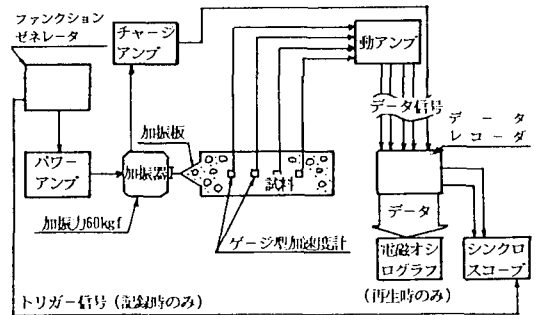


図-1 測定システムの概要

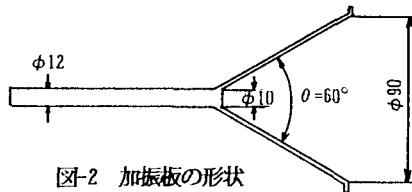


図-2 加振板の形状

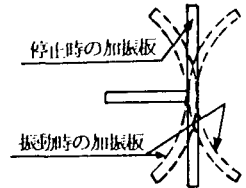


図-3 振動時における加振板(平板)の変形

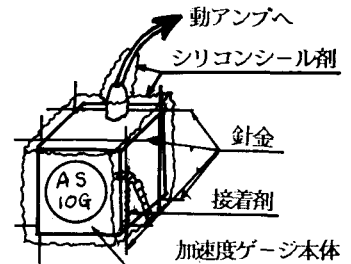


図-4 加速度計の形状

ρ : 試料の密度 (gf/cm^3) C : 波速 (cm/sec)

4. 試験結果 周波数 200Hzとしプレーンコンクリートでスランブ2, 6, 10および14cm、AEコンクリートでスランブ14cm、混和剤コンクリート（N社製ノンフリーズ使用）でスランブ18cmの6配合について試験を行った結果この範囲内で次のことが言えると思われる。

図-5に減衰曲線の一例を示す。フレッシュコンクリートの内部振動は、振源からの距離に対して指数減衰すると考えられるが図-5に示すように本試験においてもスランブ18cm以外の試験でそれが確認された。

スランブ18cmの試験では、応答加速度がばらつくことから現状での測定範囲は、スランブ約14cmであると思われる。また、1測定点程度が異常値を示す場合があるため埋め込む加速度計は最低4ヶ所以上必要である。

波速の測定結果を表-1に示す。表-1は、各試験において振源の加速度を3～7段階に変化させており各加速度段階における平均値を示したものである。表-1に示すように波速の測定結果は、相当にばらついている。これは、応答波形の第1波～第3波において、欠損等が生じ各測定点における波数の対応がつかなくなるためであり今後充分な検討を要する。

動的粘性率および動的弾性率とスランブとの関係を図-6に示す。図-6においてスランブ2～18cmの変化に対して動的粘性率の場合約 $5 \sim 0.5 \times 10^4$ Poise、動的弾性率の場合 $11 \sim 3 \times 10^4 \text{gf/cm}^2$ と変化しておりスランブの増加に対し物性値は小となっている。なお、測定結果には相当ばらつきがある。これは、主として波速の測定値に起因するものと考えられるので目下検討中である。

スランブ15cmの試料について測定周波数 400, 300, 200, 100および75Hzについて順次周波数を変化させ測定を行った。測定結果を図-7に示す。図-7に示すように325Hzの周波数の変化に対し動的粘性率の場合約 $4 \sim 1 \times 10^4$ Poise、動的弾性率の場合約 $3 \sim 9 \times 10^4 \text{gf/cm}^2$ と変化した。また、周波数特性に関する理論曲線を図-8に示す。図-7の測定結果は、周波数範囲が狭いため全体の曲線形状は明らかではないが理論曲線の一部と同様な傾向を示した。

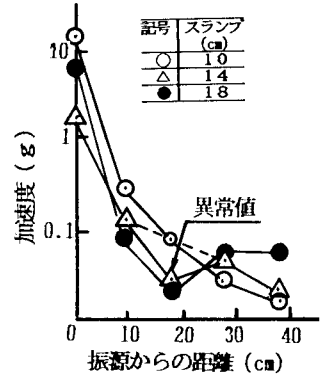


図-5 減衰曲線の一例

表-1 波速の測定結果

スランブ	波 速 C (m/sec)							平均値
1.4 ¹⁾	92.03	105.74	(42.88)					98.89
6	(85.00)	43.99	43.54	42.21				43.25
1.0	(68.91)	(68.81)	95.85	84.70	83.24	80.71	90.45	86.99
1.4	(168.68)	97.59	73.73	99.14	67.67			89.37
1.8 ²⁾	(198.16)	35.53	35.84	35.99	35.65	33.53		35.71
2	(101.36)	84.79	88.41	81.05				84.75

※ () 内は、データとして採用しないものとする。

1) AEコンクリート
2) 混和剤コンクリート

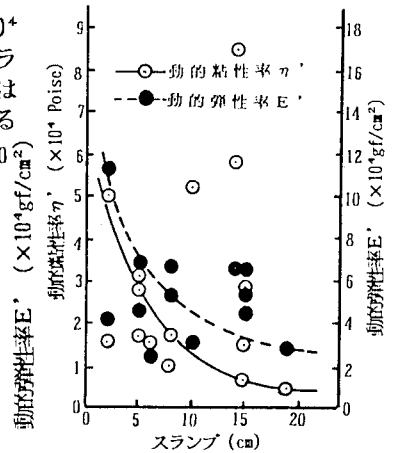


図-6 動的粘性率および動的弾性率とスランブとの関係

図-7 周波数特性測定結果

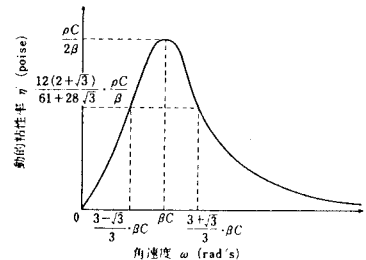
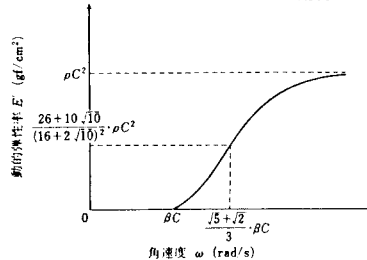


図-8 周波数特性に関する理論曲線

参考文献) 村田, 川崎,
大作; 超硬ねりコンクリー

トの振動締固め過程における物性値の測定について, 第40回土木学会年次学術公演概要集