

(株) 鴻池組技術研究所 正員 大橋 昭

正員 川上正史

1. まえがき

著者の一人は、予め振動を加えたセメントペースト (Vibrated Cement Paste; 以後、VCP と呼ぶ) に骨材を混合して得られるモルタル (以後、VCPモルタルと呼ぶ) ならびにコンクリートが、通常の方法で混練りしたものに比較して流動性に富み強度も高くなることを発見し、マクロながらも主要な力学諸性質を明らかにした。引き続き、実用技術の開発を目的とする一連の基礎的研究を進めているが、別けても振動入力の最適な形態を見い出すことは、品質管理方法を確立するうえで特に重要な意義をもつものである。本報では、圧縮強度を主体としたVCPモルタルの諸性質と振動入力エネルギーとの定量的な関係について既報¹⁾の研究成果を補い、最適な加振条件について若干の評価を行った。

2. 実験装置および方法

使用材料には市販の普通ポルトランドセメントと川砂を用い、加振試料の配合は $W/C = 0.25$ であり、またVCPモルタルの練り上り時の配合は $1:2.3$, $W/C = 0.55$ である。

実験装置と基本的な測定法の要点を図1に示す。自重ならびに剛性の異なる数種類の振動台に棒形振動機の端部を装着し、振動入力面に均質な調和振動を生起させ、起振力、すなわち最大加速度変位を $\pm 2 \cdot g \sim \pm 80 \cdot g$ (g ; 重力加速度) の範囲にわたり調整した。加えて、起振力の微調整には付加質量を利用した。振動特性については応答周波数域が広く軽量なひずみゲージ式加速度計を用いて測定し、振動波形を分析した。振動入力面上に投入された試料は垂直と水平方向に励振されるが、ゴム筒を介することにより水平方向は制振され、一次元に近い垂直な調和振動が入力されることになる。ただし、振動台、付加質量ならびに加振試料の組み合わせによる振動系の応答特性をそれぞれに把握することが困難であるため、実験ケースごとに振動入力面が安定な定常振動を維持していることを確かめて加振実験を行った。

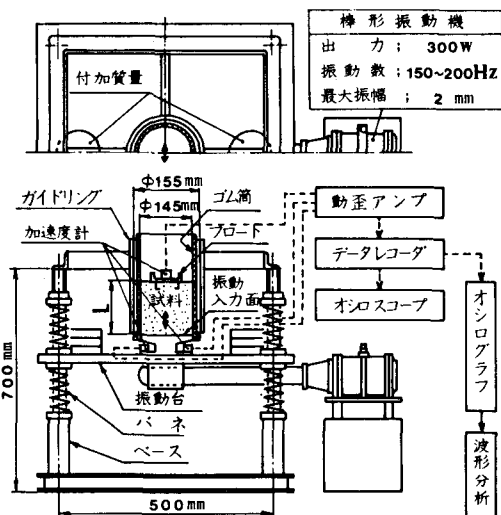


図1 加振実験装置の概要

(1) 加振試料中の振動伝播実験

減衰のある振動系として加振試料中の振動伝播特性を知ることが、システム設計に必要な機械条件の一つでもある。よつて、加速度計を接着したフロート (A 4 製, 78gf) を試料の上面にセットし、試料の層厚 L を変えて表層の振動応答を求め、この結果を加振試料内部の振動伝播特性とみなした。なお、試料には事前に加振力を与えたもの (加振力: $\pm 20 \cdot g \sim \pm 30 \cdot g$, 加振時間: 3分) を用意し、試料の作製開始時点から40分以内に本実験の測定時間を収めるよう配慮した。

(2) VCPモルタルの最適加振力実験

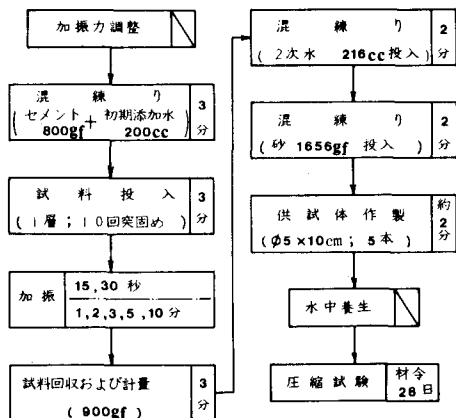


図2 VCPモルタルの作製方法

これまで行つた研究では、セメントと初期添加水を混練りしたものに棒形振動機を直接作用させてVCPを作製したので、加振状態が一定でなく振動入力特性も明確ではなかつた。そこで、VCPモルタルの諸性質、特に強度発現と振動入力エネルギーとの関係をより詳細に検証するため、図2の手順に従い実験を行った。また通常の方法で作製した普通のモルタルも併せて実験に供し、ともに材令28日まで水中養生して圧縮試験を行った。

3. 実験結果および考察

(1) 加振試料中の振動伝播実験について

写真1に示した測定例にも見られるように、試料層厚が80mmを越えれば加振力に拘わらず伝播波形がひずみ始める。一定の振動数をもつ数種類の加振力について、振動入力と振動応答の最大加速度変位の比、すなわち試料層厚Lに対する波動の減衰率 δ の関係を図3に表わす。減衰率は明らかに対数減衰の傾向を示し、加振試料が粘性減衰の作用する粘弾性体であることが分かる。なお、垂直方向に対する水平方向の振動応答は各層厚とも約10~15%程度であつた。

(2) VCPモルタルの最適加振力について

実験結果の一例を図4に示す。横軸の振動入力エネルギー一値は、振動台を含む振動系が周期的外力によつて強制振動している状態の全エネルギー量ではなく、振動入力面から試

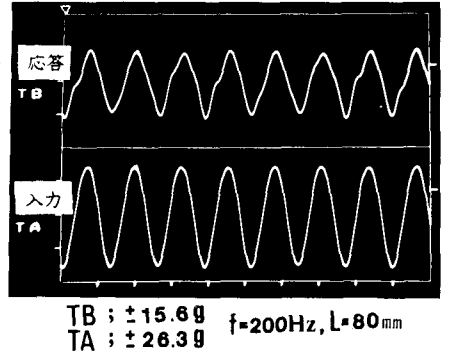


写真1 振動入力と応答波形例

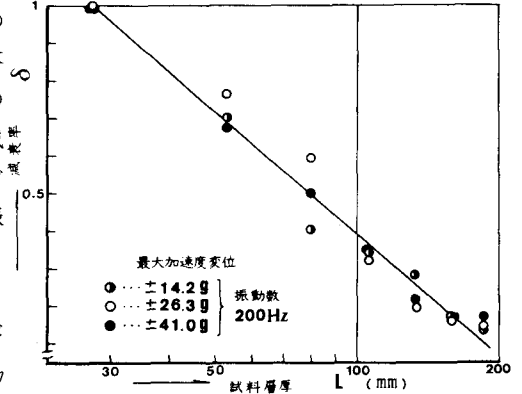


図3 加振試料中の振動伝播特性

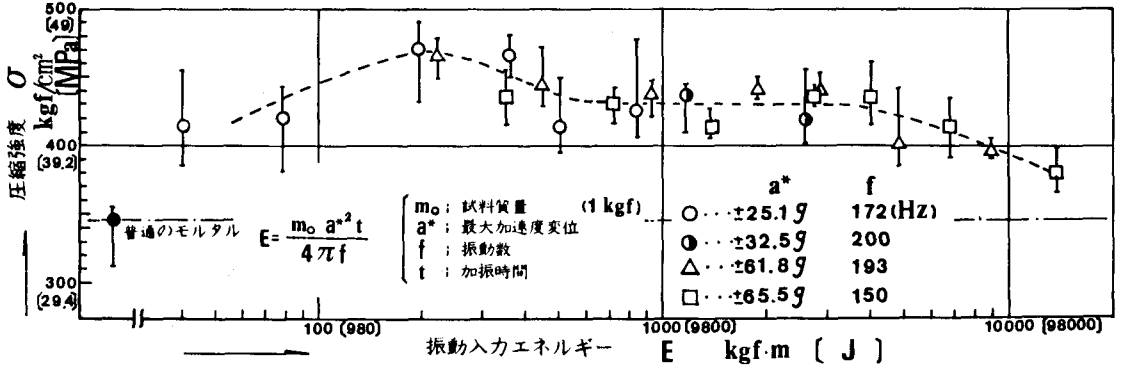


図4 振動入力エネルギーとモルタル圧縮強度の関係

料下面に所定の強制変位が与えられた時に、単位試料重量1Kg fが受ける見掛け上の振動入力エネルギー量を示し、図中の式から算定される。この図から明らかのように、VCPモルタルは普通のモルタルに比べ広い範囲にわたり常に高強度が得られている。エネルギーと強度の関係を詳細に検討すると、個々の最大加速度変位について固有な関係も認められるが、マクロな観点から相関づければ図中に描いたような一つのピークをもつた曲線を推定することができよう。すなわち、圧縮強度を最大にする最適なエネルギー範囲が存在することを示している。この結果は文献1)に報告した結果を一層明確な形で再確認すると同時に、VCPコンクリート工法を実用化するうえで重要な基本指針を与えるものと考えられる。

エネルギーと強度に関するより詳細な実験結果、ならびにエネルギーと流動性との関係については次の機会に報告したい。本実験に協力して頂いた鴻池組・松生隆司氏に謝意を表する。

参考文献 ; 1) 川崎, 川上, 第3回コンクリート工学協会講演論文集, 1981

2) 川上, 川崎, 土木学会第36回年次学術講演概要集, 1981