

# 11. コンクリート振動機の振動伝播に関する実験

—棒状振動機による締固め有効範囲の検討—

竹中工務店 落合 実  
山田 弘道  
石井 治郎

## 1. まえがき

近年、コンクリート構造物の品質向上を計る一手段として、なるべく低スランプのコンクリートを打設しようとする気運が高まっている。コンクリート構造物の品質確保には、材料としてのコンクリートが、強度、耐久性などの要求性能を満たしていることと、施工面では打込まれたコンクリートが構造体としての信頼性を得るよう、運搬、打込み、養生などが適正に行なわれることが要求される。特に施工面の打込みにおいては、コンクリートが固練りになるほど密実な充填することが難しくなる。そこで、従来以上にコンクリート振動機による締固めの重要性が増すとともに、振動機の適切な使用方法、締固め有効範囲などの見直しが必要となってきている。

本稿は、棒状振動機の締固め性能調査を目的として、(1)無筋のマスコンクリート中の振動伝播、(2)振動機によるコンクリートの締固め効果について実験を行ない、締固め有効範囲及び締固め効果の評価方法を検討したものである。

## 2. 無筋のマスコンクリート中における振動伝播

### 2.1 実験の目的及び概要

コンクリート中における振動伝播の基本的な特性を把握する目的で、鉄筋及び型わくの影響を排除した無筋コンクリート中において振動の減衰状態を検討した。

実験は、図-1に示す型わくにコンクリートを打込み、振動機を所定位置にセットした後に振動を加え、コンクリート中に設置した一軸加速度計により振動加速度を検出するものである。

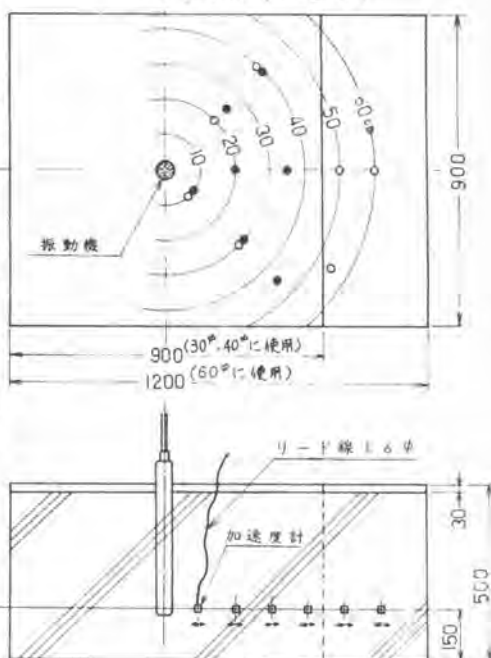
実験に使用したコンクリートは、表-1に示す調合の普通コンクリート2種類(スランプ $^{\circ}$ 8cm, 18cm)とした。振動機は、振動筒の外径が30~60mmのモータ内蔵形及びフレキシブル形を使用した。表-2に振動機の仕様を示す。

### 2.2 実験結果と考察

図-2に40mm $\phi$ 振動機を用いた場合の、スランプ $^{\circ}$ 8cmにおける加速度測定データの一例を示す。

図-2において、加速度は振動開始直後に最大値を

- 30 $\phi$ ・40 $\phi$ 振動機実験時
- 60 $\phi$ 振動機実験時



(注) →は加速度計検出方向を示す  
図-1 加速度計配置図

示し、10~15秒目で徐々に減少して、その後定常状態となる。このことから、コンクリートの振動締固めは10~15秒の間に行なわれ、密度及び組織が均一になることにより定常状態に落ち着くものと思われる。

コンクリートの締固めが15秒目までの間に行なわれることから、締固めに有効な振動加速度を0~15秒の平均値とみなし、この平均加速度と振動源からの距離との関係を機種別に整理したものが、図-3である。これによれば、コンクリート中の振動加速度は、振動源から遠くなるにつれて指数関数的に減少していることがわかる。同一距離における加速度を比較すると、モータ内蔵形の方がフレキシブル形より大きい値を示しており、同一振動機構では太径振動機ほど大きくなっている。次にスランプ別の振動伝播性状を比較すると、同一機種においてスランプ8cmの方がスランプ18cmに比べて小さい加速度を示しており、低スランプほどコンクリート中における加速度の減衰が大きいことがわかる。

表-1 コンクリートの調査

スランプ (cm)	水セメン ト比 (%)	細骨材料 (%)	単位数 (kg/m <sup>3</sup> )				空気量 (%)
			セメント	水	砂	砂利	
18	63.5	48.1	295	187	863	949	4
8	63.5	47.3	258	164	892	1012	4

(注)粗骨材の最大寸法は25mm

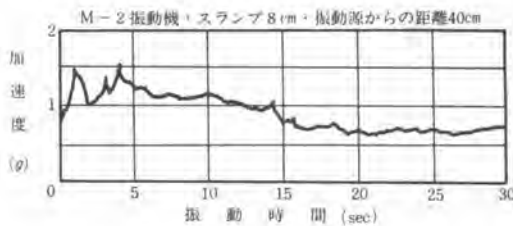


図-2 加速度測定例

表-2 振動機仕様

区分	振動機名	振動筒 外径×長さ (mm) (mm)	振動数 (vpm)	振幅 (mm)	容 加速度 (g)
モ ー タ 内 蔵 形	M-1	57×483	12000	0.8	120
	M-2	40×410	12000	0.8	120
	M-3	30×385	12000	0.8	130
	M-4	60×482.5	9000	1.6	145
	M-5	42×396.5	9000	1.4	130
フ レ キ シ ブ ル 形	F-1	45×472	9000	1.1	100
	F-2	38×497	9000	1.0	84
	F-3	29×465	9000	0.8	72

(注)空無負荷空中運転時の実測値

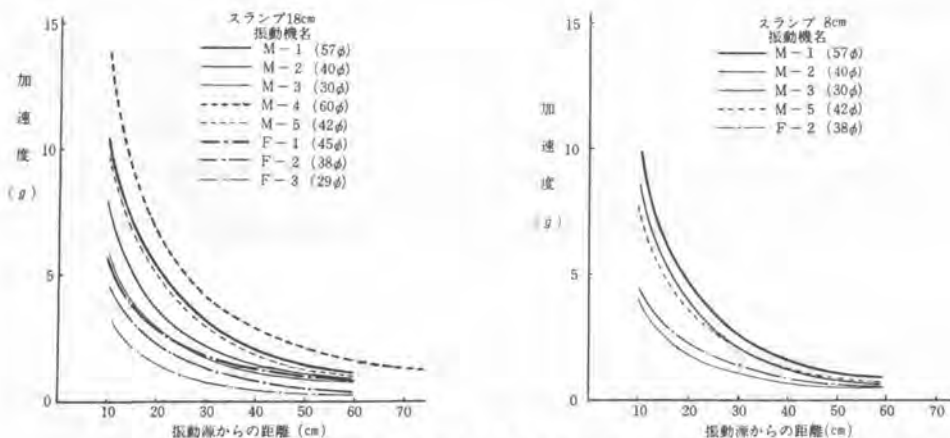


図-3 振動源からの距離と加速度との関係

### 3. 振動によるコンクリートの締固め効果

#### 3.1 実験の目的及び概要

振動とコンクリート締固め効果との関係を知る目的で、外部振動機を据付けた図-4に示す振動台を用いて型枠中のコンクリートに振動を与えて、締固めに必要な加速度の大きさを検討した。振動の大きさは、振動台上のウェイトを増減することにより調整し、各実験毎に型枠上端に据着した加速度計により検出した。

コンクリートは表-1に示す調合の普通コンクリート2種類(スランプ8cm, 18cm), 振動機は振動数9000rpmの型枠振動機とした。

締固め効果は高さ15cmにカットしたテストピースの表面空隙率で評価した。表面空隙率は次のように定義する。

$$\text{表面空隙率 } \alpha = (V_2 / V_1) \times 100 \\ = (1 - V_3 / V_1) \times 100 \quad (\%)$$

ここで  $V_1$ : 要充填空間の容積 ( $V_2 + V_3$ )

$V_2$ : 表面に生じる空隙容積

$V_3$ : 要充填空間に占めるコンクリートの容積

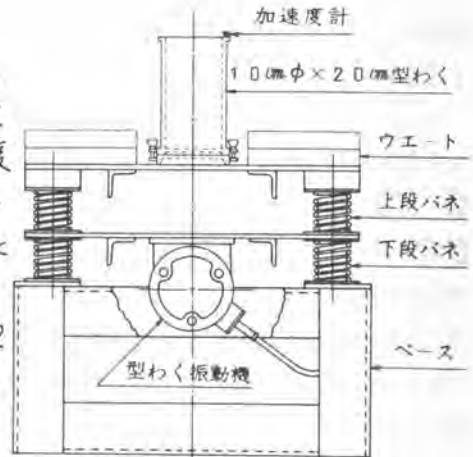


図-4 振動台概略図

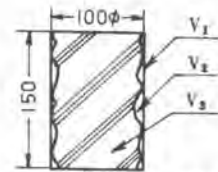


図-5 テストピース断面

#### 3.2 実験結果と考察

振動時間5秒, 10秒の場合の、表面空隙率と加速度との関係を図-6に示す。表面空隙率は加速度の増加に従って減少し一定値に近づく。グラフの水平部分は表面空隙率が変化しないことを示し、このグラフの折点に対した加速度A, B, A', B'を締固め有効加速度の下限値とした。

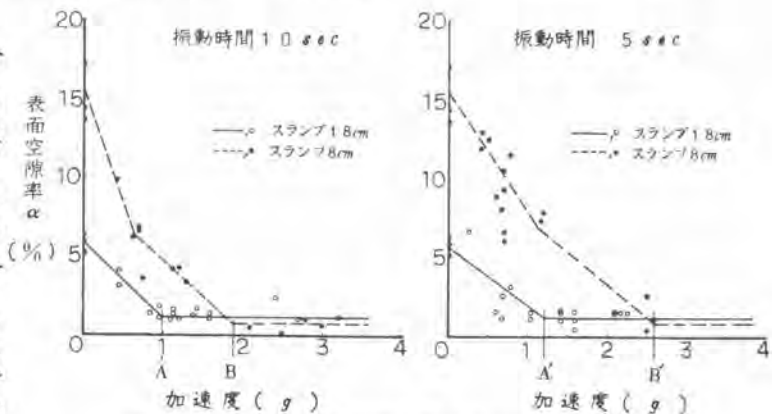


図-6 加速度と表面空隙率 $\alpha$ との関係

図練りコンクリートほど、また振動時間が短いほど、締固めに必要な加速度が大きくなることかわかる。

#### 4. 振動機の締固め有効範囲

2, 3節の結果より締固め有効範囲を次のようにして求めた。振動時間10秒における締固め有効加速度下限値(図-6のA, B)に、コンクリート施工上の変動要因による安全率1.3倍を乗じた値(スランプ8cmで1.3g, スランプ18cmで2.5g)を締固め有効加速度とし、図-3の振動源

からの距離と加速度との関係図に重ねたものが図-7である。締固め有効範囲は、加速度減衰曲線と締固め有効加速度との交点に対応した距離で示される。図-7より、スランプ8cmにおける締固め有効範囲は、スランプ18cmの場合に比較して40~65%に減少していることがわかる。スランプ18cmにおける各振動機の締固め有効範囲は、モータ内蔵形で振動筒外径の10~12倍、フレキシブル形で7~9倍であった。

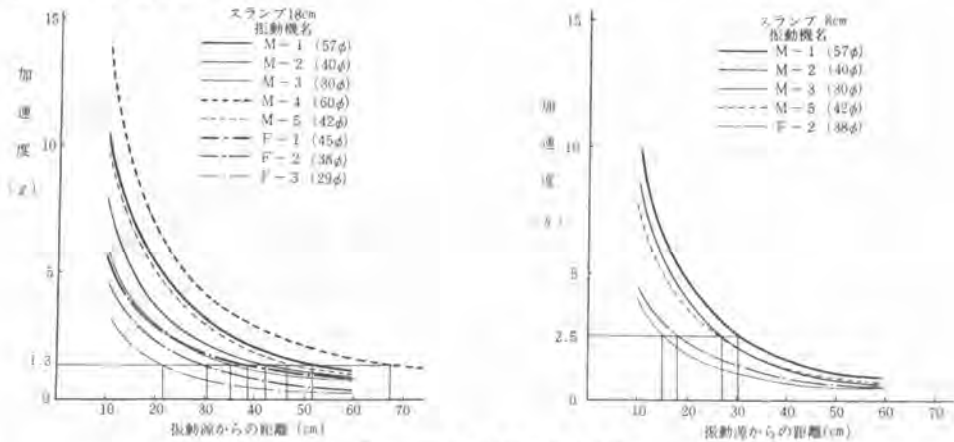


図-7 振動機の締固め有効範囲

## 5. 結論

以上、コンクリート中における振動機の締固め性能について要約すると次のとおりである。

- 1) コンクリート中の加速度は、振動開始時では大きく、10~15秒まで徐々に減少し、密度及び組織が均一になることにより定常状態となる。このことからコンクリートの締固めは15秒までの間に行なわれるものと考えられる。
- 2) コンクリートの締固め効果を表面空隙率で評価した結果、締固めに必要な加速度は、振動時間10秒において、スランプ8cmで1.3g、スランプ18cmで2.5g以上である。
- 3) 上記の締固め有効加速度に基づいて締固め有効範囲を設定した結果、スランプ18cmでは、モータ内蔵形で振動筒外径の10~12倍、フレキシブル形で7~9倍であり、モータ内蔵形の方が締固め効果が高い。
- 4) 加速度の減衰は、固練りコンクリートほど大きく、スランプ8cmにおける締固め有効範囲はスランプ18cmの場合に比較して40~65%に減少する。

今回の実験より市販棒状振動機の締固め有効範囲、締固め所要時間を明確にすることができた。今後の課題として、施工時において振動機による締固め作業が困難な部分での締固め方法の検討を進めて行く予定である。

### 参考文献

- 1) “三密コンクリートバイブレータ締固め試験報告書” 建設機械化研究所 昭和43年
- 2) 神山一、遠藤博之“振動締固め中の軽量コンクリートの振動伝播性状” 材料 第18巻、第185号、昭和44年
- 3) 坂本信義、岩崎訓明“がた練り人工軽量骨材コンクリートの振動締固めに関する研究” コンクリートジャーナル Vol.17, No.4, 1977
- 4) 横山平彦“コンクリートの充てん性について” コンクリートジャーナル Vol.5, No.10, 1967