

V-276 型枠振動機による締固め時のコンクリートの挙動について

戸田建設株式会社 正会員 樋口 忠 正会員 倉林 清

1. はじめに

コンクリートの締固め作業は棒形振動機を用いた人手作業であり、その締固め効果の判定は作業員の経験や勘を頼りにしているのが現状である。そこには、作業効率や品質管理の面での改善の余地が大いに残されていると言える。最近の建築工事におけるコンクリートの締固めでは、これらの改善を図るため型枠振動機による自動化工法が採用され、効果をあげている¹⁾。建築用コンクリートに比べ、一般にスランプの小さい土木用コンクリートの締固めに型枠振動機の適用を考えると、型枠振動機で締固めたときのコンクリートの挙動を内部振動機で締固めたときのそれと比較検討することは重要なことである。

著者らはコンクリートの締固め時における波動の伝搬および振動の性状を知るため、スランプ5cm～12cmのコンクリートの締固め実験を型枠振動機と棒形振動機を用いて行った。その結果を報告する。

2. 実験方法

一辺が50cmおよび100cmの正立方体木製型枠2種類を用い、図-1に示すようにコンクリートを打ち込み、型枠振動機または棒形振動機を用いて締固めた。このとき、図に示す測点1～4における加速度を、配置したひずみゲージ型加速度計にて測定した。

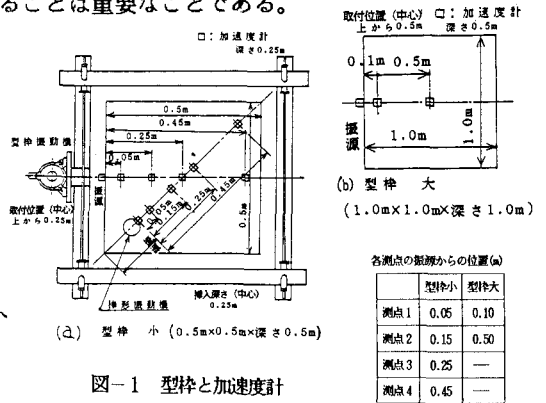


図-1 型枠と加速度計

実験は4種類で、それぞれの実験条件を表-1に示す。

また、試料となったコンクリートの配合を表-2に、締固めを行った振動機の種類を表-3にそれぞれ示す。加速度波形の解析はFFTアナライザを用いて行った。

3. 波動の伝搬

各測点で観測された加速度波は基本波に複数次の高調波を含むひずみ波であり、その形も各高調波の基本波に対する位相が一樣でなく、時間と共に変化した。そこで、基本波成分だけをとり出して伝達率を、

$$\text{伝達率} = \frac{\text{各測点でのパワー値 } (P(x))}{\text{振源でのパワー値 } (P(o))}$$

と定義すると、実験1、2での各測点での伝達率は図-2のようになる。各測点までの距離xと伝達率は、

$$\sqrt{\frac{P(x)}{P(o)}} = A \exp(-hx) \cdots (1)$$

なる関係があることがわかる。ここで減衰係数hについて、コンクリートの配合、型枠の大きさ、型枠振動機の種類等の実験条件によりそれがどのように影響を受けるのか、実験3により調べた。図-3にその結果を示す。配合Cと型枠振動

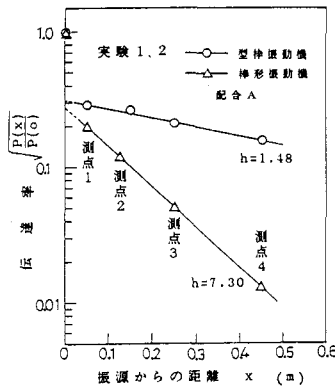


図-2 振源からの距離と伝達率の関係

表-1 実験の種類

実験No.	型枠の種類	配合	振動機の種類	振動数(Hz)	参照図
1	小	A	型枠振動機Ⅰ	50	図-2
2	小	A	棒形振動機	175	図-5
3	大	B	型枠振動機Ⅱ	60	図-3
		C			
		D			
		E			
		C	型枠振動機Ⅰ	50	
4	小	A	型枠振動機Ⅰ	50	図-4
			棒形振動機	175	

表-2 コンクリートの配合

記号	目標スランプ (cm)	最大骨材寸法 (mm)	空気量 (%)	W/C (%)	s/a (%)
A	8	25	4.4	60	42
B	12	25	3.1	60	42
C	8	25	4.1	60	42
D	8	40	3.1	60	39
E	5	25	3.5	60	42
F	12	25	3.0	60	42

表-3 振動機の種類

種類	起振力 (kgf/cm²)	電圧 (V)	電流 (A)	定格振動数 (vpm)
型枠振動機Ⅰ	100	48	0.8	6,000
型枠振動機Ⅱ	200		2.0	
棒形振動機	150		6.0	12,000

機ⅠおよびⅡの組み合わせによる実験結果は実験Ⅰの結果に近い値となる。このことから、型枠の大きさや型枠振動機の種類の違いは減衰係数に特に影響を与えてはいないといえる。また、コンクリートのスランプによる減衰係数の著しい違いはみられないが、最大骨材寸法の影響を受けているようである。

フレッシュコンクリートを粘弾性で表現しうるとすると、減衰係数は波の運動方程式から振動数 f の関数として次のようになる。

$$h = a f^2 \quad \dots \dots (2)$$

ここで、 a はコンクリートの粘性や密度および波速などにより変化する係数である。(2) 式から振動数175Hzと50Hzの減衰係数比を求めると、 $h_{175}/h_{50}=12.3$ となるが、実験では4.9となっている。図-3より同じコンクリートであれば係数 a のバラツキは少ないと考えられる。にもかかわらず実験値と理論値が違うのは、減衰の要因が粘性だけではないことを意味する。これについて、(1) 式を次のように書き換えることにより表す。

$$\sqrt{P(x)/P(0)} = A \exp \{ -(a f^2 + b) x \} \quad \dots \dots (3)$$

$\exp(-af^2x)$ は粘性による減衰を意味し、 $\exp(-bx)$ は粘性以外の要因による減衰を意味する。係数 b が振動数によらないとすると、型枠振動機と棒形振動機の結果から係数 a 、 b の値を得ることができる。スランプの大きいコンクリートほど a が小さくて、 b が大きくなる。波の減衰の要因はコンクリートの粘性の他に固体摩擦が考えられる。

4. 振動の経時変化

締固めが進めばコンクリートの性状が変化し、振動の伝達率も変化すると思われる。図-5は実験1、2における伝達率の経時変化を示したものである。伝達率はゆらぎながら減衰し、最後に平衡点に収束して行くものと推測される。このゆらぎには周期性があるものと思われる。図-6にこの周期を距離との関係から示した。周期 T は、

$$T = B \exp(-c f x) \quad \dots \dots (4)$$

と表わせる。但し、 c は定数である。

5. まとめ

振動締固め時における波の減衰はコンクリートの粘性や固体摩擦などに起因するものと思われる。型枠振動機のように振動数が少ない場合は粘性による影響が小さく、減衰の程度は小さいが、振動数が多い棒形振動機の場合は逆に粘性の影響が大となり、減衰が大きくなると考えられる。

伝達率は周期的にゆらぎながら減衰し平衡点に収束するものと推測される。このゆらぎがコンクリートの性状の変化と密接なかわりをもっているとすれば、これを解明することは締固めの評価が可能になると考えられる。これらの解明は今後の課題としたい。

参考文献 1) たとえば、平賀、倉林ほか；現場打ちコンクリートの品質向上、品質管理 Vol.35 1984

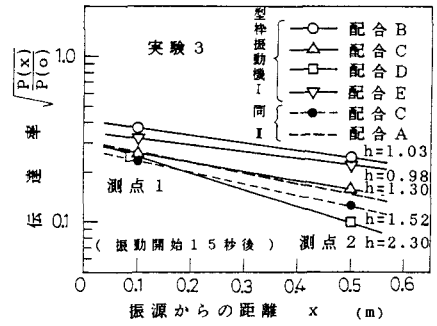


図-3 振源からの距離と伝達率の関係

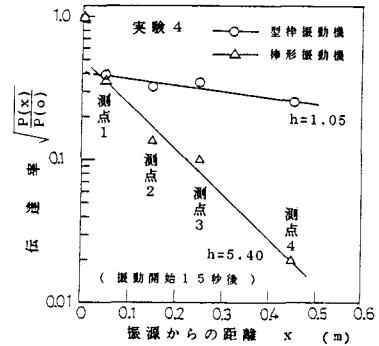


図-4 振源からの距離と伝達率の関係

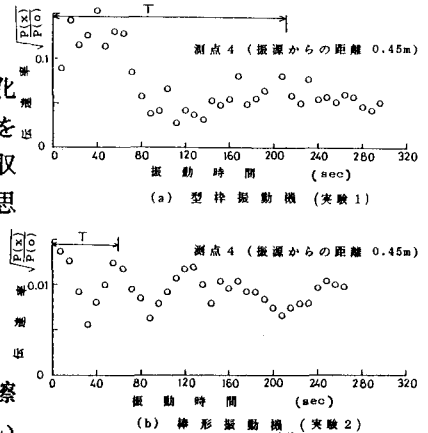


図-5 伝達率と振動時間の関係

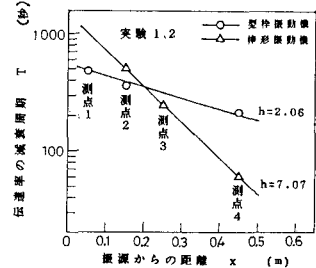


図-6 振源からの距離と伝達率の減衰周期