

舞鶴工業高等専門学校 正会員 岡本寛昭
舞鶴工業高等専門学校 学生員 ○井野哲思
舞鶴工業高等専門学校 村上育代

1. まえがき

コンクリートの品質は、施工時の締固め工程に大きく依存することが知られている。フレッシュコンクリートの締固め挙動を評価する方法は、現在確立されていないため、締固め作業は、信頼性が劣るとの指摘が多い。締固めには、一般に内部バイブレータが採用されることから、バイブレータの負荷に着目した振動締固め挙動の評価法を既に提案した^{1) 2)}。本研究は、バイブレータの負荷によるフレッシュコンクリートの振動締固め挙動を評価する手法について検証を行う目的で、フレッシュコンクリートのコンシステンシーの違いによる影響を中心に実験を行い、有効トルクやエネルギーについて考察したものである。

2. バイブレータの負荷特性とその評価

内部バイブレータは、コンクリート中に、差し込んで強制振動を与えるが、原理は、偏心重錘を回転軸を中心に回転させることにより生じる遠心力によって振動を発生させる。図1は、バイブレータの原動機出力特性とフレッシュコンクリートの負荷特性を関係付けたものである。交点Qは、原動機出力特性に対して、フレッシュコンクリートを締固める時の消費動力が存在することを示している。コンクリートに与えられる仕事率は次式で示される。

$$W = T_r \cdot \omega_r - T_0 \cdot \omega_0 \quad \cdots \cdots (1)$$

ここに、 W : コンクリートに与えられる仕事率($\text{N} \cdot \text{m/s}$)、 T_r : バイブレータの負荷トルク($\text{N} \cdot \text{m}$)、 ω_r : 負荷トルク T における角速度($1/\text{s}$)、 T_0 : バイブレータの空転トルク($\text{N} \cdot \text{m}$)、 ω_0 : 空転トルク T_0 における角速度($1/\text{s}$)

コンクリートに与えられる振動締固めエネルギーは次式で示される。

$$E_i = \int_{t_0}^{t_i} W dt \quad \cdots \cdots (2)$$

ここに、 E_i : コンクリートに与えられる振動締固めエネルギー($\text{J} = \text{N} \cdot \text{m}$)、 t : 振動時間(s)、 t_0 : 振動開始時間(s)、 t_i : 振動終了時間(s)

3. 実験装置と実験方法

実験装置は図2に示すとおりである。使用した棒状バイブレータはDCモータを原動機にし、振動体が直径27mm、長さ461mmのものを使用した。実験は、直径156mm、高さ220mmの円筒容器にコンクリートを充てんし、その中にバイブレータを振動させながら挿入した。振動中のモータ電流をクランプメータによって測定しトルクを求めた。実験に用いたコンクリートは、 $W/C=50\%$ 、 $W=157 \sim 175 \text{kg}$ 、スランプ2~12cmである。振動締固め実験はばらつきを考慮し3回行った。

4. 実験結果及び考察

本実験で得られたスランプ2cmの有効トルクの時刻歴曲線を図3に示す。3秒以内において最大トルクが観測され、以後は減少する傾向を示した。スランプ2cmの仕事率の時刻歴曲線を図4に示す。仕事率は有効トルクとほぼ同じ傾向を示した。実測スランプと最大有効トルクを図5に示す。スランプが増大する

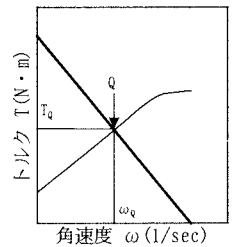


図1 バイブレータのトルク角速度の関係

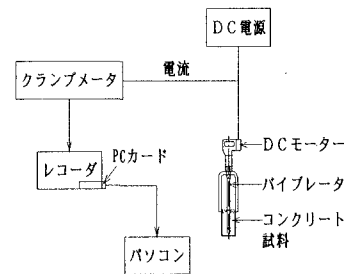


図2 実験装置

ほど最大有効トルクは低下した。

最大有効トルクのばらつきは、変動係数で5.2～16.2%である。次に、締固めエネルギーについて考える。式(2)における振動時間を最大有効トルク到達時間 t_{emax} までのエネルギー E_{emax} 、5秒までのエネルギー E_5 、10秒までのエネルギー E_{10} 、および15秒までのエネルギー E_{15} についてそれぞれ求めた。実測スラン

プと各エネルギーの関係を図6に示す。スランプが大きくなると、締固めエネルギーは小さくなることが明らかとなった。また、振動時間が長くなるほどエネルギーは大きいことがわかる。

表 1 最大有効トルク測定値のばらつき

実測スランプ(cm)	最大有効トルク T_{emax} ($\times 10^3 \text{ N}\cdot\text{m}$)	平均値 ($\times 10^3 \text{ N}\cdot\text{m}$)	標準偏差 σ ($\times 10^3 \text{ N}\cdot\text{m}$)	変動係数(%)
2.0	13.2, 15.6, 16.5	15.1	1.39	9.2
7.0	12.5, 9.2, 9.2	10.3	1.56	15.1
10.0	11.7, 10.0, 7.9	9.8	1.60	16.2
12.0	8.7, 7.7, 8.0	8.1	0.42	5.2

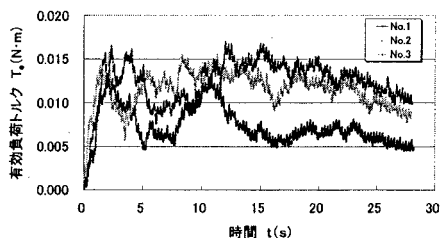


図3スランプ2cmにおける有効負荷トルク曲線

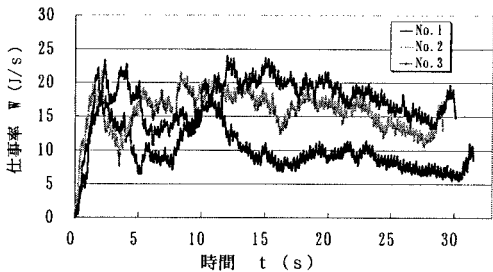


図4スランプ2cmにおける仕事率曲線

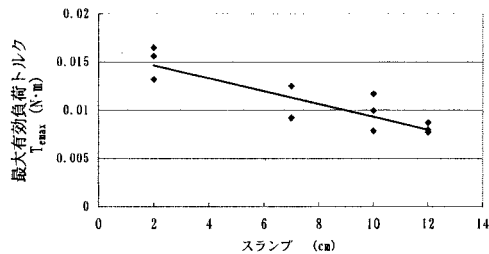


図5スランプ別の T_{emax} の関係

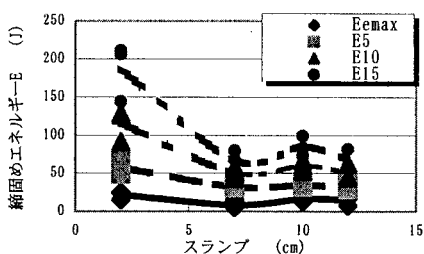


図6スランプと各締固めエネルギーの関係

5. 結論

本研究の範囲内で次の結論が得られた。

- 1) スランプが大きくなるほど、最大有効トルクは小さくなり、それらは線形関係で表される。最大有効トルクによってフレッシュコンクリートのコンシステンシーを評価することができる。測定値の変動係数は5～16%の範囲であった。
- 2) スランプが増大すると、振動締固めエネルギーは小さくなることが明らかとなった。

参考文献

- 1) 岡本寛昭：パイプレータの負荷トルクによるコンクリートのコンシステンシー評価、コンクリート技術シリーズ、No.37、土木学会フレッシュコンクリートのコンシステンシー評価指標に関するシンポジウム論文集、pp.31-38, 2000.
- 2) 岡本寛昭、鈴木立人：棒状パイプレータを用いたフレッシュコンクリートの振動締固めにおける挙動とその評価、日本コンクリート工学協会コンクリート工学年次論文集、Vol.22, No.2, pp.421-426, 2000.

謝辞：本研究に協力された、エクセン(株)並びに大谷生コン(株)に深く感謝いたします。