

内部バイブレータの負荷とコンクリート中の加速度の連動性

国立舞鶴工業高等専門学校 フェロー ○岡本 寛昭
 国立舞鶴工業高等専門学校専攻科 学生会員 吉川 昌典
 国立舞鶴工業高等専門学校 鈴木 立人

1. はじめに

コンクリートは、施工段階の締固め作業によってその品質が大きく影響する。しかし、コンクリートの締固め作業に関する施工規準は、大まかな締固めの範囲や時間が定められているに過ぎず十分とはいえない。著者らは、コンクリートの振動締固め過程を把握するシステムの開発を目指し、バイブレータに生じる負荷に着目した締固め過程の定量評価手法について検討を重ねてきた^{1),2)}。本研究は、締固め過程におけるバイブレータの負荷とコンクリート中の加速度に連動性を有するかについて基礎的検討を行ったものである。

2. バイブレータの負荷特性および締固めの定量化手法

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の関係を示す。図中に示す交点Qは、原動機からバイブレータに動力伝達されることにより、コンクリートのコンシステンシーに応じた負荷トルクが検出される点である。図2に負荷トルクの経時変化の模式図を示す。負荷トルク域における変化によって締固め過程を評価することができる。コンクリートに与えられる有効仕事率および締固めエネルギーは次式で与えられる。

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

$$E = \int_{t_0}^{t_1} W dt \quad (2)$$

ここに、 W : 有効仕事率(N・m/s), T_r : 負荷トルク(N・m), ω_r : 負荷トルク T_r における角速度(1/s), T_0 : 空転トルク, ω_0 : 空転トルク T_0 における角速度(1/s), E : 振動締固めエネルギー(J), t_0 : 締固め開始時間(s), t_1 : 締固め終了時間(s)

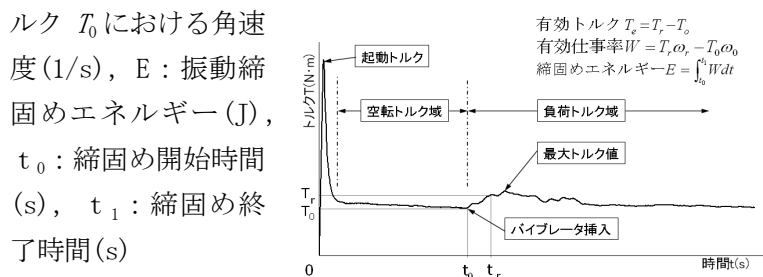


図2 負荷トルクの経時変化(模式図)

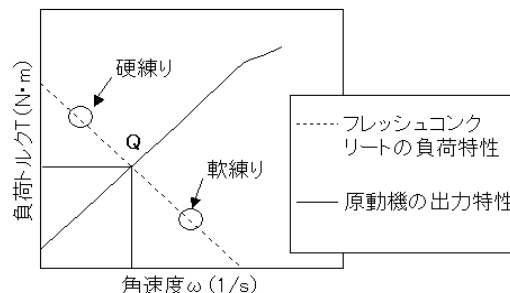


図1 原動機出力特性とフレッシュコンクリートの負荷特性

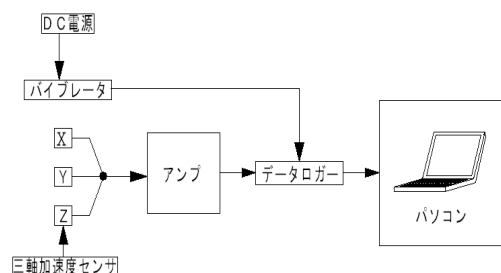


図3 実験装置概要

3. 実験概要

本研究に用いた実験装置概要を図3に示す。バイブレータは直径27mm、長さ420mmでDC電源を動力源としている。締固め中に生じる電流変化はクランプメーターで観測し、負荷トルクを求めた。同時に超小型三軸加速度センサを用いコンクリート中の加速度を測定した。実験は可傾式ミキサで練混ぜを行い、2層に分けて試験容器(φ255×210, 11.2ℓ)に投入し、初期充填状態として各層15回棒突きを行い、加速度センサを埋設したあと、バイブレータによる締固め負荷試験を実施した。加速度の埋設位置は容器の壁面とバイブレータの中間で、深さ110mmの位置に設置した。バイブレータは、試験中容器中心に挿入し支持台で固定した。振動時間は30秒間とした。測定のサンプリングは1000Hzとした。コンクリートの配合は水セメント比50%一定とし、コンシステンシーが異なる3種類の配合（硬練り、単位水量W=148kg, スランプ2.5cm）中練り（W=163kg, スランプ7.0cm）、軟練り（W=168kg, スランプ11.5cm）を用いた。

キーワード 振動, 締固め, コンシステンシー, トルク, エネルギー

連絡先 625-8511 京都府舞鶴市宇白屋234 舞鶴高専建設システム工学科 TEL. 0773-62-8984

4. 実験結果および考察

本研究で得られた有効トルクの時間歴変化は、配合別に表すと図4に示すとおりである。それぞれ3～5秒前後にピーク値が現れ、5秒付近からはゆるやかに減少する傾向が見られた。総体的に見て硬練りと中練りでは単位水量の増加とともに有効トルクは減少傾向を示したが、軟練りでは有効トルクが増える結果となった。有効トルクがピーク値から減少に転じる過程は、締固めの進行度を表していると考えられる。

最大有効トルクと単位水量の関係図を図5に示す。単位水量の増加に伴い最大有効トルクは減少すると推定さ

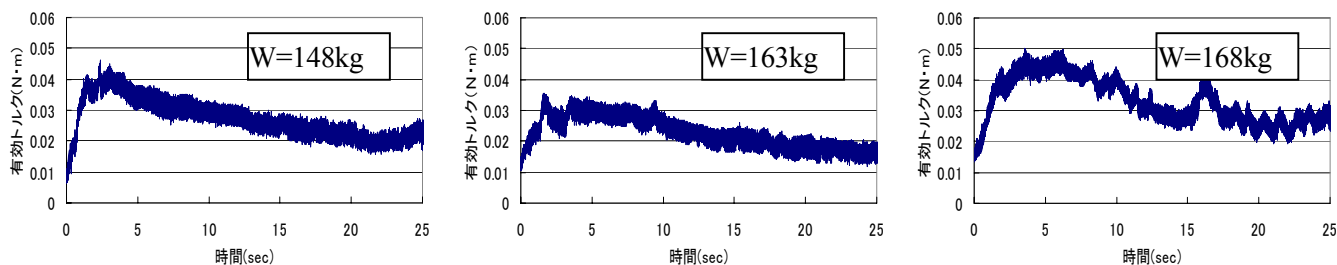


図4 有効トルクの時間歴変化

れるが軟練りが予想以上に大きくなった。図6に締固めエネルギーの時間歴変化を示す。硬練りと中練りでは、単位水量が少ない硬練りのほうがエネルギーは大きくなる傾向が見られたが、軟練りの場合、開始5秒時ではエネルギーは

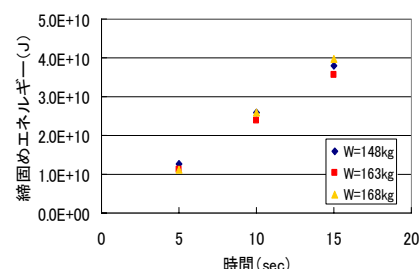
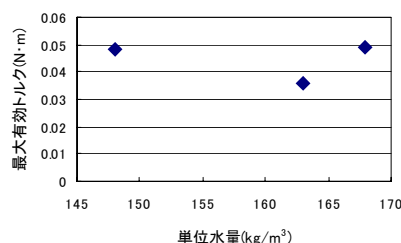


図6 締固めエネルギーの時間歴変化

一番小さいが、開始15秒後にはエネルギーが一番大きくなる結果となった。

三軸方向の加速度の時間歴変化を図7に示す。水平方向加速度を見ると、硬練りではピーク時は1～5秒付近で最大加速度は約12G、中練りではピーク時は1～5秒付近で最大加速度は約16G、軟練りではピーク時は7～10秒付近で最大加速度は約17Gを観測した。鉛直方向の加速度成分は水平方向の加速度成分の20%～30%を記録した。加速度の時間歴変化と有効トルクの時間歴変化は、類似しておりその連動性が認められる。

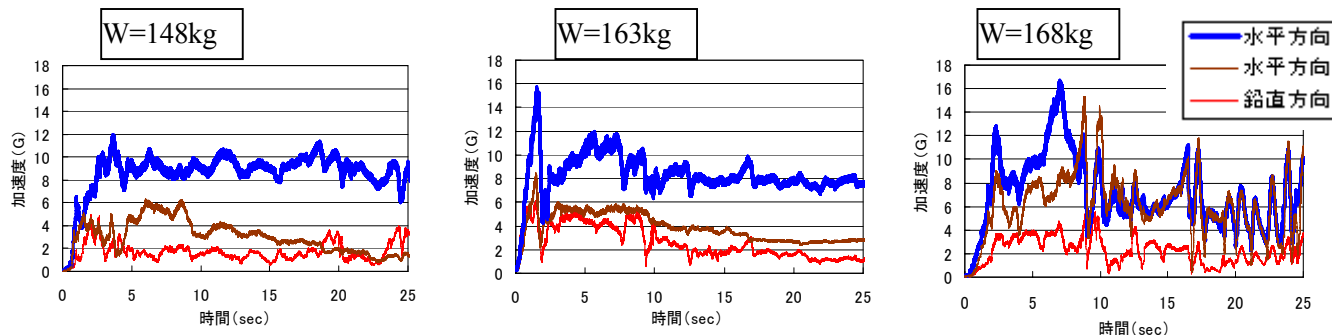


図7 コンクリート中の加速度の時間歴変化

5. 結論

本研究により有効トルクとコンクリート中の加速度の時間歴曲線は、連動性が認められ、バイブレータの負荷はコンクリート中の振動伝播と一意的関係にあると考えられる。このことからバイブレータの負荷観測によって締固め過程のモニタリングが可能であると考えられる。

謝辞：本研究に協力された、エクセン(株)および本校卒業研究生永砂幸作、若井映希の両君に深謝します。

参考文献：

- 1) 岡本寛昭：コンクリートの振動締固めにおける性能評価，土木学会全国大会第57回年次学術講演会，2002.9
- 2) 岡本寛昭：内部バイブレータの負荷による締固め性能の定量評価，土木学会全国大会第58回年次学術講演会，2003.9