

舞鶴工業高等専門学校専攻科

学生会員 ○吉川 昌典

舞鶴工業高等専門学校

フェロー 岡本 寛昭

1. はじめに

コンクリートは、施工段階の締固め作業の良否によって大きくその品質が左右される。しかし、コンクリートの締固め工程は、その表面状態の推移のみによって判断され、適切とはいえない。土木学会標準示方書には、大まかな締固めの範囲や時間は定められているのみで、十分とはいえない。本研究は、内部バイブレータによる締固め過程を把握するシステムを開発する目的で、バイブレータに生じる負荷を観測しコンクリートの締固め過程をモニタリングできる手法¹⁾について実験検討した。また、バイブレータの負荷とコンクリート中の加速度との連動性も検討した。

2. 負荷トルク特性および実験概要

図1に原動機出力特性とフレッシュコンクリートとの負荷特性を重ね合わせた図を示した。図中に示す交点 Q は原動機からバイブレータに電力伝達される点であり、この点の電流を測定することによって負荷トルクが算出できる。図2に負荷トルクの経時変化（模式図）を示す。コンクリートに与えられる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 ：仕事率(Nm/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)

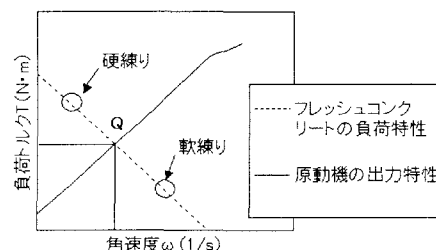


図1 原動機出力特性とフレッシュコンクリートの負荷特性

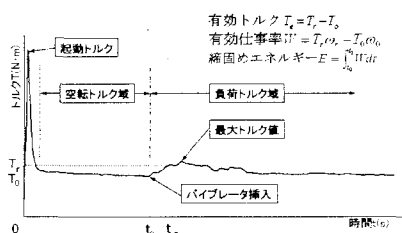


図2 負荷トルクの経時変化（模式図）

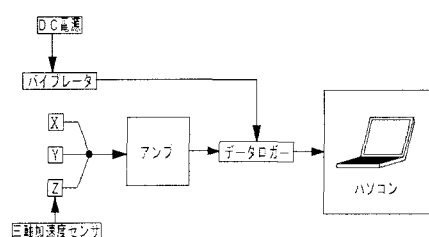


図3 実験装置概要

本実験に用いた実験装置の概要を図3に示す。バイブレータは径が27 mm、長さが420 mmでDC電源を動力源としている。締固め時に生ずる電流変化はクランプメーターで観測し、負荷トルク、締固めエネルギーに換算する。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, 11.20)に投入した。初期充填状態として各層15回棒突きを行い、バイブレータによる締固め負荷試験を行った。加速度測定には、三軸加速度センサを用い、埋設位置は容器の壁面とバイブレータの中間で、深さ110 mmの位置に設置した。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 $W=148\text{kg}$, スランプ2.5cm）中練り（ $W=163\text{kg}$, スランプ7.0cm）、軟練り（ $W=168\text{kg}$, スランプ11.5cm）を用いた。

3. 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を図 4 に示す。それぞれ 5～7 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。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、軟練り時は有効トルクが増える結果となった。これは、材料分離に起因すると考えられる。

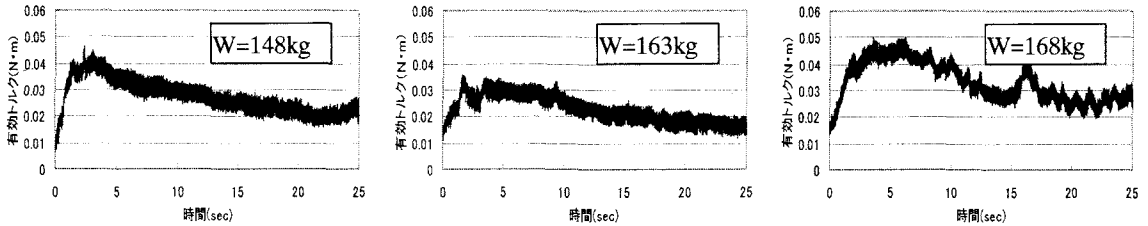


図 4 3 種類の配合科での有効トルクの時間歴変化

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していたが軟練り時が予想以上に大きくなった。これは、パイ

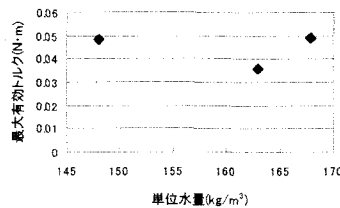


図 5 単位水量と最大有効トルクの関係

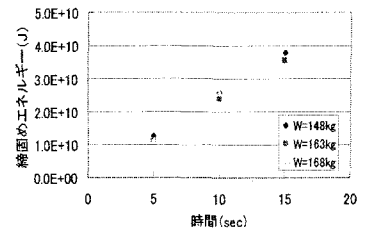


図 6 締固めエネルギーの時間歴変化

プレート挿入部の周辺のコンクリートがペースト状となり空気がパイプレートの周辺から抜けていったことによるものと思われる。また図 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。しかし、軟練りの場合、開始 5 秒時ではエネルギーが一番小さいが、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。

図 7 に三軸方向の加速度の時間歴変化を示す。硬練り時ではピーク時は 1～5 秒付近で最大加速度は約 12G、中練り時ではピーク時は 1～5 秒付近で最大加速度は約 16G、軟練り時ではピーク時は 7～10 秒付近で最大加速度は約 17G を観測した。

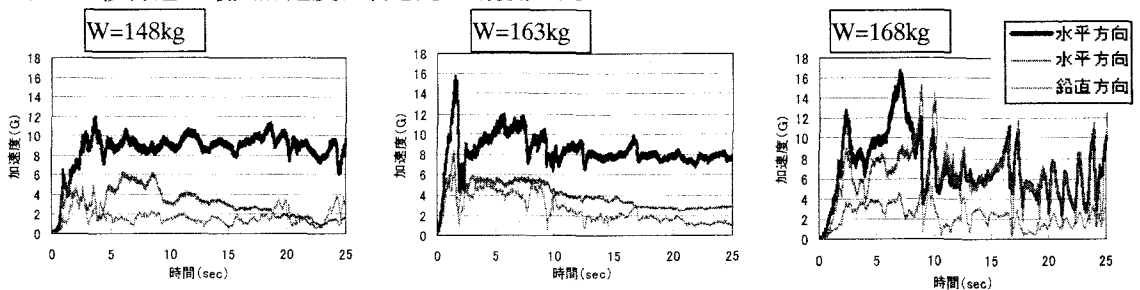


図 7 3 種類の配合下での加速度の時間歴変化

4. 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、類似しており連動性が認められる。また本手法を用いて締固めのモニタリングを行い、そこで得られる有効トルクや締固めエネルギーを管理特性として最適締固め状態を達成することができるシステムが考えられる。

謝辞：本研究に協力いただいた本校 鈴木立人助手、及び卒研生永砂幸作、若井映希の両君に深謝します。

参考文献 1) 中西宏彰, 岡本寛昭：内部パイプレートの負荷による締固め性能評価について, 土木学会関西支部年次学術講演会, V-46, 2003. 5