

舞鶴工業高等専門学校専攻科 学生員○中西宏彰  
舞鶴工業高等専門学校 正会員 岡本寛昭

1. まえがき

コンクリート構造物は施工の良否によってその品質が決定される。特に締固め作業が大きな影響を及ぼすが、これは作業員の経験則に委ねられているのが現状である。そのため過振動や振動不足などによる品質低下が引き起こされる事例が多い。締固め作業を合理化するためには、締固め性能を定量評価することが重要である。本研究は、既に提案した手法である<sup>1)</sup>、内部パイプレータの負荷によってコンクリートの締固め性能を定量評価する目的で、コンシステンシーの異なるコンクリートに対して締固め試験を行い、負荷トルクや締固めエネルギー、振動時間による密度及び強度について検討を加えたものである。

2. パイプレータの負荷特性と締固め性能

コンクリートを締固める際のパイプレータの負荷特性は、図1に示すようになる。その特徴としては、硬練りのコンクリートほど負荷トルクが大きく、軟練りになるほど負荷トルクが小さくなる。ここでコンクリートに与えられる仕事率  $W$  は負荷トルク  $T$  とそれに対応する角速度  $\omega$  の積で求められる。以下の仕事率  $W$  の算定式を示す。

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

ここに、 $W$ ：コンクリートに与えられる仕事率（ $N \cdot m/s$ ）、 $T_r$ ：パイプレータの負荷トルク（ $N \cdot m$ ）、 $\omega_r$ ：負荷トルク  $T_r$  における角速度（ $1/s$ ）、 $T_0$ ：パイプレータの空転トルク（ $N \cdot m$ ）、 $\omega_0$ ：空転トルク  $T_0$  における角速度（ $1/s$ ）

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表される。

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

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（ $J=N \cdot m$ ）、 $t$ ：振動時間（ $s$ ）、 $t_0$ ：振動開始時間（ $s$ ）、 $t_1$ ：振動終了時間（ $s$ ）

コンクリートの締固め性能はこれらの負荷トルクや締固めエネルギーによって評価できと思われる。

3. 実験方法

本研究に用いた実験装置を図2に示す。用いた内部パイプレータは直流モータ型で径は27mmである。実験は練り上げたコンクリートを容量4.2リットルの試験容器に投入し、3層を棒突き3回とし、それを初期充填状態とした。コンクリートを容量4.2リットルの試

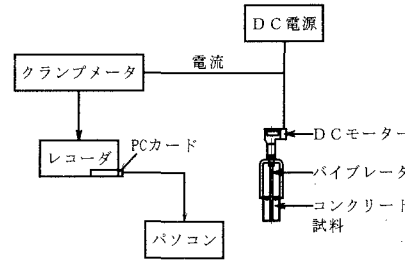
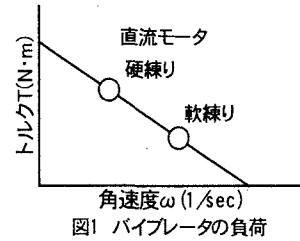


図2 実験装置

表1 コンクリートの配合

| W/C (%) | s/a (%) | 単位量 (kg/m³) |     |     |      |      | スランプ (cm) | 空気量 (%) | 温度 (℃) |
|---------|---------|-------------|-----|-----|------|------|-----------|---------|--------|
|         |         | W           | C   | S   | G    | AE   |           |         |        |
| 50      | 46.5    | 155         | 310 | 889 | 1061 | 1.70 | 4.0       | 4.0     | 12.0   |
|         | 46.8    | 159         | 318 | 883 | 1047 | 1.60 | 6.0       | 3.1     | 12.0   |
|         | 46.9    | 164         | 328 | 875 | 1033 | 1.64 | 8.5       | 3.9     | 12.0   |
|         | 47.0    | 171         | 342 | 861 | 1014 | 1.71 | 14.0      | 4.5     | 12.0   |
| 40      | 41.8    | 164         | 410 | 750 | 1095 | 1.85 | 7.5       | 3.5     | 13.0   |
|         | 41.7    | 169         | 423 | 739 | 1075 | 1.69 | 9.5       | 3.8     | 13.0   |
|         | 41.2    | 182         | 455 | 704 | 1047 | 1.82 | 13.0      | 3.7     | 13.0   |

験容器に投入し、3層を棒突き3回とし、それを初期充填状態とした。内部バイブレータによる締固め試験を行い、振動中のモータ電流をクランプメータによって測定し負荷トルクの時刻歴を測定した。コンクリートの配合及びフレッシュコンクリートの標準試験結果を表1に示す。水セメント比は50、40%、単位水量は155～182kg/m<sup>3</sup>、測定スランプは4～14cmである。振動時間を0、5、10、30秒とした、材齢28日における硬化コンクリートの密度及び強度を測定した。

#### 4. 実験結果

コンクリートに与えられた有効トルクの時刻歴は、W/C=50%の場合を図3に、W/C=40%の場合を図4にそれぞれ示す。5秒以内に最大有効トルクが現われ、その直後において負荷が一時的に減少するが、10秒付近から漸増し始める傾向が見られる。

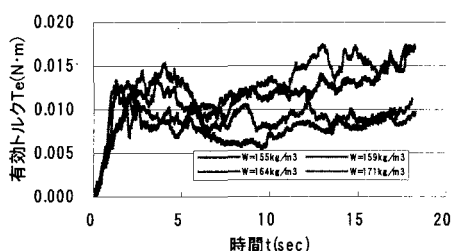


図3 有効トルクの時刻歴変化 (W/C=50%)

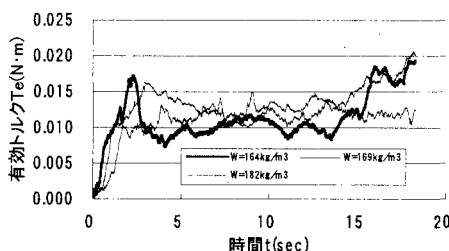


図4 有効トルクの時刻歴変化 (W/C=40%)

有効トルクの時刻歴曲線において5秒以内で観測された最大有効トルクと単位水量の関係を図5に示す。単位水量が増加すると最大有効トルクは低下し、水セメント比が小さくなると最大有効トルクは大きくなる傾向を示した。また、図6より単位水量が増加するとコンクリートに及ぼされるエネルギーは低下する関係が認められる。図7は振動時間による密度比(実測値/配合値)の変化を示す。図8は振動時間による強度性状を示す。振動時間が5・10秒において一定値に近づく傾向が見られた。

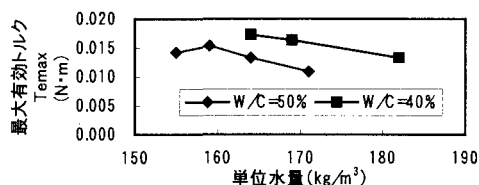


図5 最大有効トルク  $T_{\max}$  と単位水量との関係

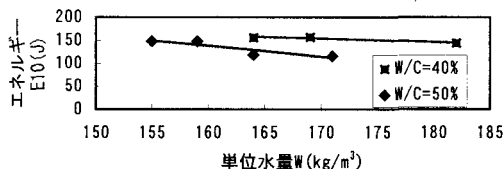


図6 締固めエネルギー  $E_{10}$  と単位水量との関係

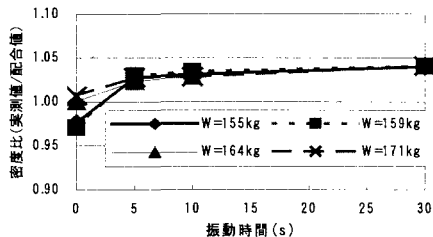


図7 振動時間と密度比の関係

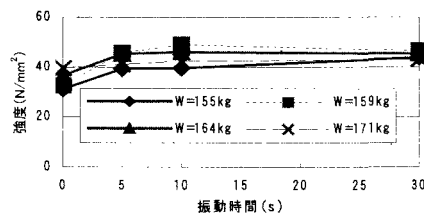


図8 振動時間と強度の関係

#### 5. まとめ

以上の結果から、コンシステンシーの高低によって最大有効トルクや締固めエネルギーは変化する結果が得られた。密度及び強度については、振動時間5・10秒でその伸びが頭打ちになることを明らかにした。

参考文献：1) 岡本寛昭，鈴木立人，井野哲思，村上育代，フレッシュコンクリートの振動締固め挙動に対する新しい評価法，セメント・コンクリート論文集，No.55，pp.226-231，2001。