

V-507 トルク特性に注目したバイブレータによるフレッシュコンクリートの振動締固めに関するアプローチ

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 鈴木 立人

1. まえがき

フレッシュコンクリートの振動締固めには、通常、内部バイブレータが多く用いられる。従来、フレッシュコンクリートの振動締固めに関する研究は、コンクリートの締固め度、表面の沈下変位、有効範囲などを求める実用的研究が主として行われており、バイブレータの力量と振動締固めの関係づけがなされていない。また、それらの研究において内部バイブレータが円運動であるにもかかわらず、直線運動として取り扱ったものが多い。機械力学的に見ると内部バイブレータは回転運動で、その性能を左右するのは、トルク・角速度の出力特性である。このことから、フレッシュコンクリートの振動締固め問題を検討する際には、その回転運動の仕事量によって評価するのが妥当であり、バイブレータの負荷トルクと角速度の関係に注目する必要があると考えられる。

本研究は、内部バイブレータを用いたフレッシュコンクリートの振動締固めを、バイブレータのトルク特性に着目した力学的考察を行い、次に、これに基づいたフレッシュコンクリートのコンシステンシー評価法について検討を試みる。

2. 内部棒形バイブレータについて

内部棒形バイブレータは、偏心重錘を回転させ、遠心力によって振動を作り出す回転機械である。その形式には、原動機の種類別に電動型と油圧型がある。例として図1に一般的な電動型バイブレータの内部構造を示す¹⁾。振動波はバイブレータに垂直な面内で同心円状に伝播すると考えられる。バイブレータの出力は、図2に示す原動機のトルク(T)・角速度(ω)の関係に支配され、これを出力特性曲線と呼ぶ。一般に、出力トルクが角速度に対して単調に減少する範囲で使用される。

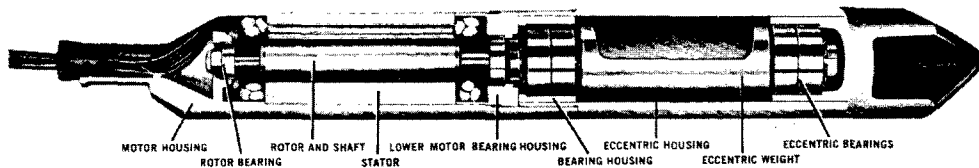


図1 電動型バイブレータの内部構造例¹⁾

3. 振動締固めとトルク特性

フレッシュコンクリートをバイブレータによって振動させることにより、セメントペーストの液状化、粗粒骨材の移動・回転、気泡の上昇逸散などが生じ、密実な締固めが行われる。この際の力学上の基本概念について考える。バイブレータを回転運動として捉えたと、バイブレータによる仕事率 W は、負荷トルクと角速度の積で表され、これがセメントペーストの液状化、粒子移動・回転、空気上昇逸散、発生する音・熱など、フレッシュコンクリートによって消費される仕事率につり合うと考えられる。すなわち式(1)が成立する。

キーワード：バイブレータ、トルク、角速度、仕事率、コンシステンシー

京都府舞鶴市白屋 234 Tel.(0773) 62-8984 Fax. (0773) 62-5558

$$W = T_r \cdot \omega$$

=セメントペーストの液状化による仕事率+粒子移動・回転による仕事率+空気上昇逸散の仕事率
+発生する音・熱等の仕事率

.....(1)

ここに、 W ：バイブレータの仕事率($N \cdot m/s$)、 T_r ：負荷トルク($N \cdot m$)、 ω ：角速度($1/s$)

一方、フレッシュコンクリートに対する負荷トルクと角速度の関係は、図3に示すようなビンガム流動体であることが知られている。

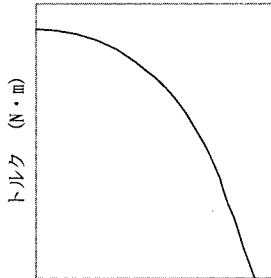


図2 原動機のパワー
角速度の関係

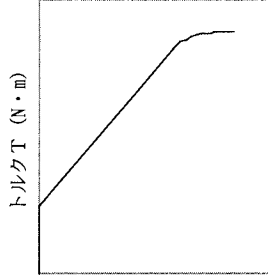


図3 フレッシュコンクリート
の負荷トルク特性

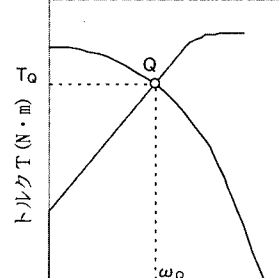


図4 バイブレータのトルク
角速度関係

図2で示される原動機のパワー特性と図3で示されるフレッシュコンクリートの負荷トルク特性を重ね書きすると図4が得られる。両者の交点 Q は、原動機からバイブレータへ動力伝達されるトルク T_Q とそのときの回転の角速度 ω_Q を決定する。原動機のパワー特性曲線に対して、フレッシュコンクリートを締め固める時の消費動力が存在する。

4. コンシステンシー評価への適用

通常のフレッシュコンクリートに対するコンシステンシー評価法は、スランプ試験によって行われている。スランプ試験は簡便さから国内外で広く支持されているが、自重変形であるため使用材料の密度に強く依存し、手作業であるため試験への個人誤差が大きいなど、物性評価試験としては多くの問題を抱えており、今後、多様化するコンクリートに対してその流動性や材料分離性を的確に評価するのは困難になると思われ、合理的な評価法の開発が必要となる。これまでスランプ試験に換わる試験法として、貫入棒、回転粘度計、ミキサ内の消費電力量などによる評価法が提案されてきたが定着するまでに至っていない。

そこで、フレッシュコンクリートのコンシステンシーを振動下のバイブレータのトルク特性に着目し、図5に示すように負荷トルクと角速度の関係を計測することによって評価することを提案したい。図中に示すとおり硬練りコンクリートは Q_A 点と軟練りコンクリートは Q_B 点のように測定され、この関係から仕事量 $W = T \cdot \omega$ を求めることができる。 W を用い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可能となる。 W を時間で積分することによりコンクリートに与える総エネルギーを求めることができる。

参考文献 1)T.J.Reading: What you Should know about vibration, Vibrating Concrete, 2nd Edition, Aberdeen's Concrete Construction Magazine, pp.3-7, 1992. 2)原 文雄：機械力学、朝倉書店、1996.

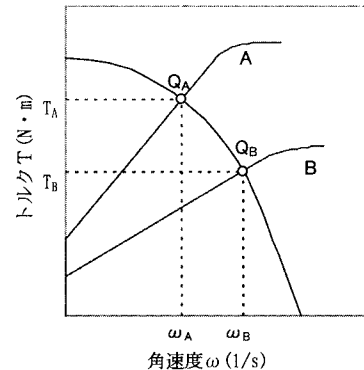


図5 コンシステンシー評価法