

超硬練りコンクリートの振動締め固め挙動に関する研究

東北学院大学大学院 学生会員 ○ 西 治郎

東北学院大学工学部 学生会員 小野寺 伸介

東北学院大学工学部 正会員 遠藤 孝夫

1. はじめに

超硬練りコンクリートは、スランプがほとんどない貧配合のコンクリートで、振動転圧ローラ等の振動式締め固め機械を用いて表面から締め固めることができるため、大型重機での急速施工に適しており、これまでダムや道路の舗装として用いられてきた。

振動式締め固め機械を用いて超硬練りコンクリートを締め固める場合、コンクリートの力学的性状によって振動式締め固め機械からコンクリートへ加えられる振動外力が変化すること、すなわち締め固め機械とコンクリートの振動性状が締め固めの進行とともに変化することが知られている¹⁾。しかし、この際の振動式締め固め機械の振動挙動と締め固められるコンクリートの力学的特性との関係が明確ではなく、これらを明らかにすることが振動締め固めを受ける超硬練りコンクリートの締め固め機構の解明に役立つと考えられる。

本研究は、超硬練りコンクリートを締め固める場合の振動式締め固め機械の振動挙動を明らかにするため、数値計算により起振機の振動挙動とコンクリート剛性との関係、ならびにこれに及ぼす振動条件の影響について考察を行ったものである。

2. 解析手法

数値計算と解析モデル

数値計算では地盤上で振動する基礎の問題を参考に、起振機～コンクリート系をフォークトモデルで表されるコンクリート上で起振機が振動する問題に置き換え(図-1参照)、振動する起振機の変位 y ならびに振動加速度 $\ddot{y}$ を数値計算により求めた。

図-1の場合、起振機とコンクリートで構成される振動系の運動方程式は式(1)で表される。

$$m\ddot{y} + c\dot{y} + ky = mg + F_0 \sin(2\pi f_0 t) \quad \cdots \cdots (1)$$

ここで、

m : 起振機の質量(kg)

F_0 : 最大起振力(N)

f_0 : 起振機の振動数(Hz)

t : 時間(sec)

k : コンクリート層のバネ係数(N/m)

g : 重力加速度(m/sec^2)

c : コンクリート層の粘性減衰係数(Nsec/m)

y : 起振機の鉛直変位(m) (起振機を載せる前のコンクリート表面を基準とし、鉛直下向きを正とする)

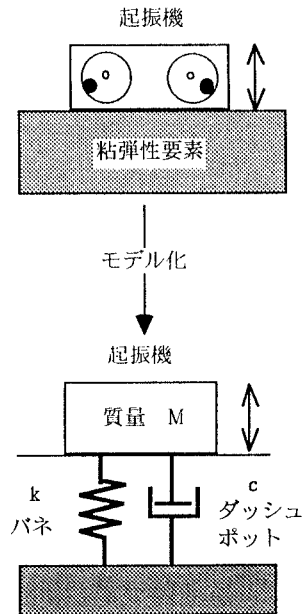


図-1 解析モデル

実際の起振機は振動条件によってはコンクリートから飛び上がって表面から離れる場合も生じる。計算過程においてこの現象を表現するために、起振機がコンクリートから離れている間はコンクリートからの反力が働かないものと考えて、式(1)中のバネ係数 k と粘性減衰係数 c の値を 0 とおいた。

計算では、式(1)の運動方程式を解くことにより、時間経過にともなう起振機の変位 y 、加速度 $\ddot{y}$ を計算した。また、粘性減衰定数 c の値はバネ係数 k の値に応じて式(2)により設定し、減衰比 D の値は通常の地盤上で振動する基礎の問題を参考に、 $D=0.4$ を用いた。

$$c = 2D\sqrt{mk} \quad \cdots \cdots (2)$$

本論文では、コンクリートの締固め度を表すパラメータとして、コンクリート層のバネ係数を用いることとする。すなわち、バネ係数が大きい程良く締め固められたコンクリートを表すこととする。

3. 解析結果と考察

例として図-2、図-3は、起振機の質量 $m=20\text{ kg}$ 、 $F_0=196\text{ N}$ 、 $f_0=3.2\text{ Hz}$ の場合について、変位波形(図-2)及び加速度波形(図-3)を柔らかいコンクリート(a)と、硬いコンクリート(b)について計算により求めたものである。ただし、変位波形については図を見やすくするために式(1)で定義した変位の正負を逆に描いている。

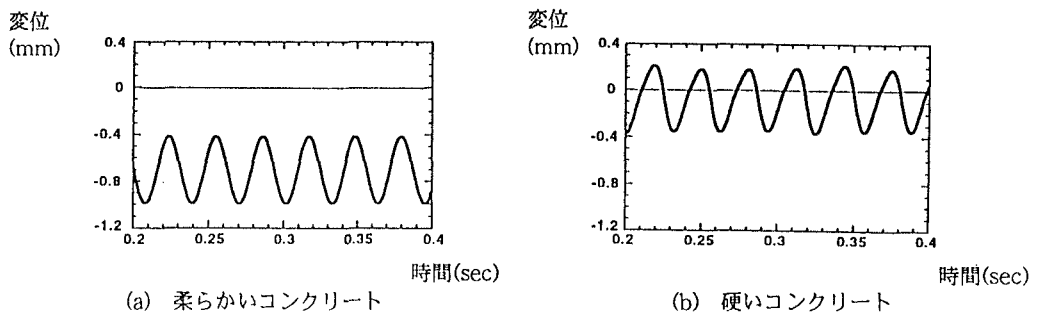


図-2 変位波形

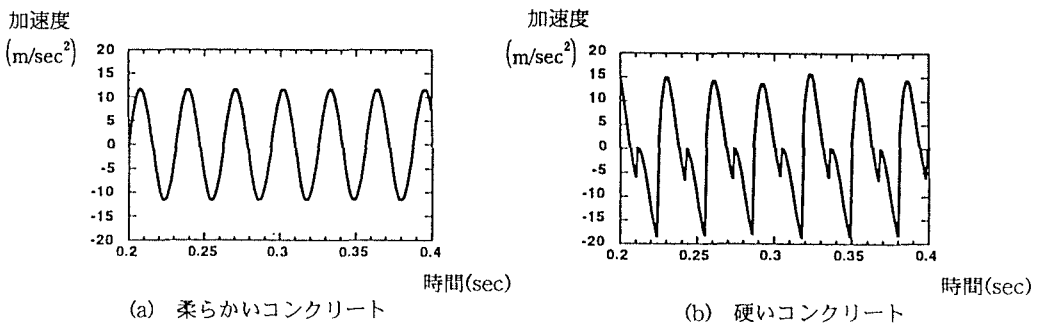


図-3 加速度波形

加速度波形が乱れる原因として、コンクリートが硬くなると、ある硬さのコンクリートでは起振機はコンクリート表面から飛び上がり、離れる現象が生じるものと考えられる。起振機の振動波形が乱れるのは、このコンクリート表面よりの飛び上がりとそれに続いて起こるコンクリート表面への衝突に原因があると考えられる。

4. まとめ

超硬練りコンクリートを締め固める場合の振動式締固め機械の性状を明らかにするため、数値計算を行った結果、柔らかいコンクリートでは規則正しい正弦波が得られたが、硬いコンクリートでは加速度波形に大きな乱れが生じ、原因として、起振機の飛び上がりや衝突による振動が、波形に影響を与えていると考えられた。

<参考文献> 1) 建山 和由, 中島 聡, 藤山 哲雄: 振動式締固め機械の振動特性を利用した地盤の締固め度の評価手法について, 土木学会論文集, No.487/Ⅲ-26, pp.237~245, 1994.3