

群馬大学大学院 学生会員 大西あゆみ
 徳島大学工学部 正 会 員 橋本 親典
 群馬大学工学部 正 会 員 辻 幸和
 群馬大学工学部 正 会 員 杉山 隆文

1. はじめに

一般に、高流動コンクリートは自己充填性が高いことから締固めが不要とされている。しかし実際は、モルタル部が高粘性ため型枠の内側とコンクリートの境界に気泡が発生し、硬化後まで残留する。コンクリート表面の気泡は、表面性状が良好でないだけでなく、雨水や海水によるコンクリート内部の浸食あるいは補強材の腐食などによる構造物の強度低下の原因となる。

現在行われている気泡低減化の対策の一つとして、高流動コンクリートを打設する際、バイブレーターを使用する方法が挙げられる。しかし、従来の棒状バイブレーターは高流動コンクリートの締固めの際に材料分離を発生させ、硬化後のコンクリートの品質を低下させてしまう。

そこで本研究は、棒状バイブレーターよりも振動力の弱い型枠振動機を用いることにより、高流動コンクリートの表面に発生する気泡の低減化の可能性を表面気泡と内部の材料分離の観点から検討する。

2. 実験概要

2.1 配合および実験装置

本実験に使用した高流動コンクリートの配合を表-1に示す。使用した骨材の物理特性として、細骨材：表乾比重 2.63，吸水率 2.26%，粗骨材：粗粒率 6.66，表乾比重 2.80，吸水率 0.76%，実積率 56.11%である。

表-1 コンクリートの配合

粗骨材の 最大径 (mm)	W/C (%)	s/a (%)	スランプ フロー (cm)	空気量 (%)	単位量 (kg/m ³)				減粘剤 (*) (C×%)
					W	C	S	G	
20	31	58	65	2.0	185	600	928	716	1.6

(*) 高性能AE減粘剤

本実験を行うに当たり、振動時間と振動数を任意に設定可能な型枠振動機を製作した。振動機に設置する円柱型枠はφ150×300(mm)である。また、型枠の加速度波形（振動波形）を測定するため、型枠上部に動ひずみ計に接続した加速度センサーを取り付けてある。以下、振動機の発する振動数を振動機の出力の割合（%）で表すことにする。

2.2 実験方法

練り混ぜたコンクリートを型枠に流し込み、振動機に設置、振動を与える。本実験では、振動機の与える振動数を出力の制御によって20, 40, 60, 100(%)の4通りに変化させ、各出力に対して1, 2, 3(min)の3種類の締固め振動時間を与えた12種類と、比較検討するための締固めなしの計13種類において、それぞれ3本の供試体を製作し実験を行った。硬化後脱型し、以下に示す方法で表面気泡発生性状および材料分離の評価を行う。

2.3 評価方法

コンクリートに発生する表面気泡発生性状は、①気泡測定用シート②超音波測定器を用いた超音波伝播時間測定の方法によって評価する。まず、①は、気泡測定用シートから求めた気泡数から、気泡発生率を算出するものである。次に、②は供試体側面方向に対する超音波伝播時間を測定をするものである。

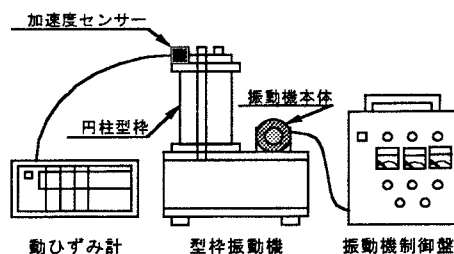


図-1 型枠振動機と計測方法

また、材料分離に関しては供試体断面方向に対して超音波伝播時間を測定、評価するものである。超音波測定器を用いた方法は、供試体側面に関しては超音波の流れる表面が滑らかなほど、断面方向に関しては骨材が多いほど伝播時間が短くなる性質を利用したものである。ただし、測定値はそれぞれの供試体の相対的な評価のみ可能で、気泡発生状態を定量的には表せない。

3. 実験結果

3.1 振動機の振動数と型枠の伝播振動数

本実験装置では、円柱型枠に取り付けた加速度センサーを用いて、型枠の受ける加速度の経時変化を測定する事により、振幅および振動数を得た。出力条件の変化によって、振幅および振動数は共に変化していることが分かる。表-2に各出力時の振動数および出力100%時の加速度振幅を1とした場合の相対的な最大加速度振幅の値を示す。

表-2 出力条件と振動数および
相対加速度振幅

出力条件	振動数 (Hz)	相対加速度振幅
出力 20%	32.26	0.387
出力 40%	58.82	0.702
出力 60%	113.64	0.811
出力 100%	151.52	1

3.2 表面気泡性状の評価

硬化コンクリートの側面を気泡測定シートを用いて気泡数を測定し、気泡発生率を算出した。出力を変化させたときの締固め振動時間と気泡発生率の関係を図-2に示す。また、締固め振動時間と超音波の表面伝播時間の関係について図-3に示す。両図とも比較のため、振動を与えなかった場合の気泡発生率および超音波伝播時間を点線で示している。気泡測定シートによって測定、算出した気泡発生率は、与える締固め振動時間が長くなるに従い、表面気泡の発生が減少している傾向が見られる。

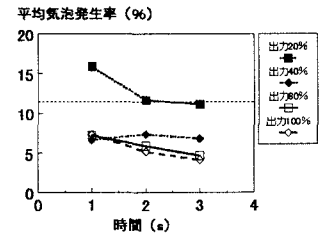


図-2 振動時間と気泡発生率

一方、超音波伝播時間は出力20~60%のときは振動を与えない場合よりは短くなっているが、締固め振動時間が増加してもほぼ一定であった。しかし、出力100%のときの超音波伝播時間は締固め振動時間の増加に従い減少が顕著であることから、表面気泡が減少していると考えられる。

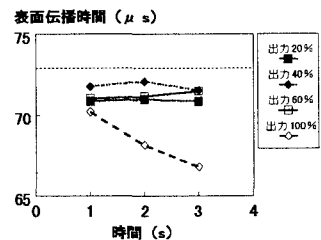
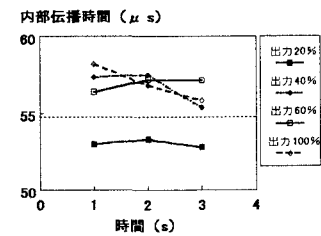


図-3 振動時間と超音波伝播時間

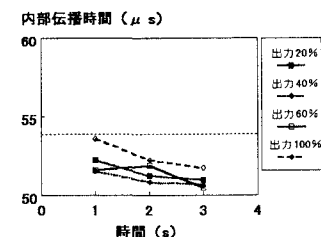
以上のことから、いずれの出力においても、気泡測定シート・超音波測定のどちらの結果においても締固め時の振動時間を長くすることによって表面気泡の減少が見られた。

3.3 材料分離評価

硬化コンクリートの材料分離を評価するため、供試体の上下面各5 cmのところで断面方向に超音波を発信し、その伝播時間を測定した結果を図-4に示す。なお点線で示すのは、振動を与えないときの伝播時間である。供試体上部に比べて下部の方がいずれの場合も超音波伝播時間が短い。しかし出力20%のときの供試体では上下部の伝播時間に大きな差が見られないことから、材料分離が発生していないことがわかる。このことから、振動機の出力がある程度小さければ、材料分離は生じないことがわかる。このことは、供試体の割裂による目視でも明らかである。



(A) 供試体上部



(B) 供試体下部

4. まとめ

以上より、本研究の範囲内で以下の2点が明らかになった。

(1) 締固め時間を変化させることで、高流動コンクリートの表面気泡の低減は可能である。

(2) ある振動数以上になると、締固め時間に関わらず高流動コンクリートには材料分離が発生する。

図-4 断面方向の超音波伝播時間