

(V-76) 高流動コンクリートを用いたコンクリート2次製品の製造方法に関する研究

小野田セメント (株) セメント・コンクリート研究所 正員 笠井 哲郎
同 上 新沼 文敏・宮崎 昇
京阪コンクリート工業 (株) 技術部 和木 晴彦

1. まえがき

コンクリート工事の合理化・省力化、コンクリート構造物の信頼性向上を目的として、振動締固めを必要としない、高流動コンクリートの研究・開発が現場施工を対象として各方面で行われている。一方、コンクリート2次製品工場においても、振動締固め作業時に発生するヴァイブレータの騒音の低減、作業の機械化等の要求から上記コンクリートのコンクリート製品製造への適用が検討されている。一般に、流し込み式で製造されるコンクリート2次製品は、部材厚が薄く鉄筋が密に配筋されているため、フレッシュコンクリートのより高い充填性や、硬化後のコンクリート肌面の美観性、特に表面気泡の除去等が要求される場合が多い。このため、2次製品製造に高流動コンクリートを無振動条件下で適用した場合、コンクリートの充填不足やコンクリート肌面に気泡が多く発生するため、このままでは、要求される製品の製造が困難であると考えられる。そこで、本研究では、コンクリート製品を対象とした、高流動コンクリートの開発とこれを用いたコンクリート製品の低騒音成形方法について検討した。

2. 実験概要

使用材料を表-1に、高流動コンクリートの配合を表-2に示す。なお、使用材料の内、無機増粘剤は、コンクリートの凝結遅延が小さく、蒸気養生条件下で初期強度発現性が良好となる2次製品用として開発した増粘剤である¹⁾。コンクリ

ートの成形は、上記コンクリートを図-1に示す鋼製型枠に中央部からホッパーを用いて投入した。また、D9鉄筋を図の点線に示すように配筋した。この際、型枠振動機により振動を与える場合と無振動とした場合について行った。型枠振動機は、低振幅の高周波型及

表-1 使用材料

セメント	普通ポルトランドセメント(比重 3.15)
細骨材	小笠産陸砂(比重 2.62, FM 2.81)
粗骨材	岩瀬産碎石 (比重 2.64, FM 5.65, G_{max} 20mm)
増粘剤	無機増粘剤
高性能減水剤	メラミンスルホン酸 ホルマリン高縮合物塩

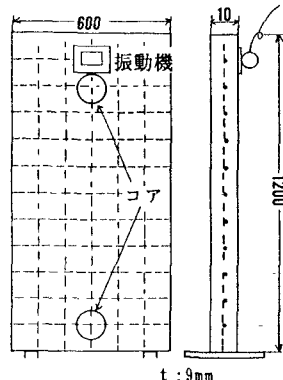


図-1 使用型枠

び低周波型のものを用いた。表-3に実験で使

した振動機の標準周波数における特性と型枠に発生する加速度、振幅及び騒音レベルを示す。これらの振動機を用いて、表-4に示す条件によりコンクリートを打設した。なお、この際各振動機の振動数は、打設間に発生する騒音が84 db(A)以下となる振動数とした。打設24時間後脱型し、供試体表面の気泡率及びコンクリートの分離性状を評価した。ここで、気泡率は供試体側面積(1200 x 600 mm²)に対する、発生した気泡総面積の比(%)から求めた。また、分離性状は図-1に示す上下位置から採取したコアの出石率の比から粗骨材の沈降分離比率を算出し評価した。

3. 実験結果

図-2は、各打設条件下における供試体側面の気泡率を示したものである。高流動コンクリートを無振動条件下で打設した場合、ジャンカ等は求められず型枠の隅々まで十分充填したが、表面気泡が多数発生した。また、同一投入条件下では、低周波振動機に比べ高周波振動機を用いた場合の方が気泡率は小さく、特にコ

表-2 コンクリートの配合

G_{max} (mm)	Air (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)(*:C x %)					
				W	C	S	G	増粘剤	SP*
20	4±1	40	50	175	438	846	853	16	2.20

表-3 使用型枠振動機

種 類	重量(kg)	遠心力(kg)	加速度(G)	振幅(mm)	騒音(db(A))
高周波	3.3	65(240Hz)*	1.5~3.7	0.02~0.04	85
低周波	12.0	120(60Hz)*	1.8~4.5	0.24~0.55	84

*()内は振動機の標準周波数

表-4 打設条件

試験No.	振動機	周波数(Hz)	投入条件	振動条件
①	高周波	200(6000rpm)	2層打, 各層50秒	各層30秒振動
②	低周波	50(2875rpm)	2層打, 各層50秒	各層30秒振動
③	高周波	200(6000rpm)	全量: 4分	投入間振動: 4分
④	低周波	50(2875rpm)	全量: 4分	投入間振動: 4分
⑤	無振動	—	全量: 4分50秒	—

ンクリート投入間高周波振動を与える方法(打設条件③)により、表面気泡を大幅に低減できることがわかる。一方、図-3は、同一供試体の粗骨材の沈降分離率を示したものである。図より、低周波振動機に比較して、高周波振動機を用いた方が粗骨材の分離が小さくなっていることがわかる。

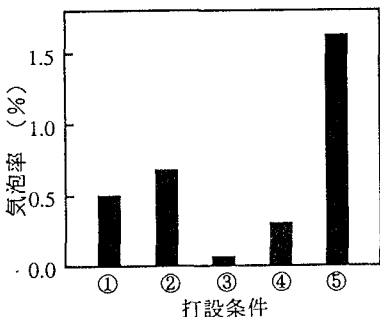


図-2 打設条件と気泡率の関係

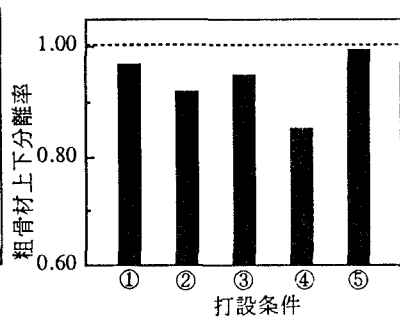


図-3 打設条件と粗骨材分離の関係

図-4, 5は、各振動機を用いた場合における、型枠から水平方向の高流動コンクリート内部に伝わる振動加速度及び振幅の型枠の振動に対する比(以下伝達比)と型枠内面からの距離の関係を示したものである。図より、加速度及び振幅とも、低周波振動機に比較し高周波振動機を用いた方が伝達比が小さく、また

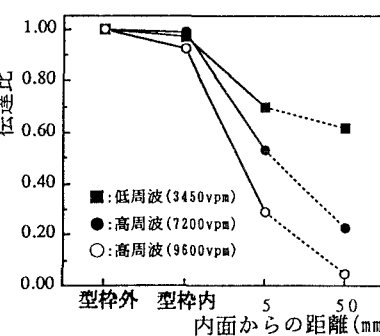


図-4 振動数と加速度伝達比の関係

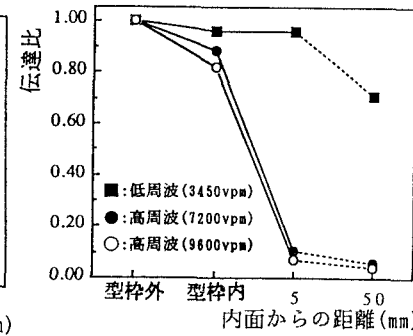


図-5 振動数と振幅伝達比の関係

高周波振動機においても振動数が大きいほど伝達比が小さくなっている。この結果は、高周波振動とするほど型枠からコンクリート内部に伝わる振動が減衰され、コンクリート内部に及ぼす影響が小さくなり粗骨材等の沈降分離を小さくすることを示すもので、図-3の結果を説明するものである。図-6は、コンクリートを型枠上部から50cmの高さまで充填した場合において、型枠外面の各高さにおける加速度を示したものである。図より、高周波振動機を用いた場合、コンクリートが充填されている部分以下で加速度が大幅に減衰していることがわかる。打設条件③の様に振動時間が長いにも関わらず、骨材の沈降分離が少ないことを説明するものである。以上の検討より、高流動コンクリートを用い、

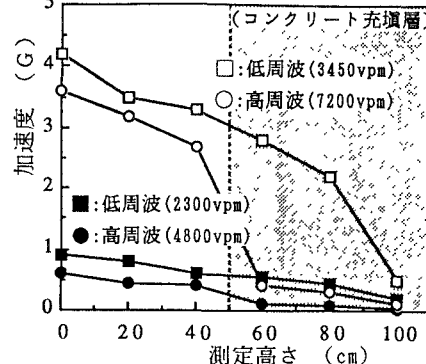


図-6 型枠に発生する加速度

低振幅高周波振動を型枠に与えながらコンクリートを投入することで、コンクリート表面の気泡を少なくまた材料分離を低減できるものと考えられる。そこで、本方法を工場実製品(ボックスカルバート(1000 x 1000 x 2000))に適用した結果を以下に示す。配合及び打設条件を表-5, 6に示す。表-7に評価結果を示す。

以上により、高流動コンクリートを用い、本成形方法で製造することにより、低騒音下で要求される品質を有するコンクリート製品を製造できた。

<参考文献> 1)笠井他：無機増粘材を用いた高流動コンクリート，土木学会第47回年講概要集，1992。

表-5 コンクリートの配合

Gmax (mm)	Air (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)(*:C x %)					
				W	C	S	G	増粘剤	SP*
20	1.5	37.2	50	175	470	836	875	16	2.20

表-7 実製品の結果

スラブルフロー(mm)	550 x 510
肌面の気泡率(%)	0.036
美観性	目視評価 良
粗骨材分離率	0.97

表-6 打設条件

振動機	高周波
振動数(rpm)	6240~7560
加速度(G)	0.8~3.5
振幅(mm)	0.01~0.05
振動条件	投入間振動
平均投入速度	4.0 (m ³ /hur)
騒音(dB(A))	81~84