

鳥取大学 正員 西林 新蔵
鳥取大学 正員 吉野 公
鳥取大学 学員 前田 正敏

1. まえがき

本研究はフレッシュコンクリートを構成する個々の材料（とくに骨材粒子）に着目し、それら粒子の振動状態における運動を観察することによって、振動状態下の材料分離の挙動を明らかにするとともに、締固め性や材料分離に関連づけて論じられているフレッシュコンクリートの安定性について、一つの評価の手段を得んとするものである。しかし、フレッシュコンクリートは比重、形状、大きさの異なる材料の集合体であることから、振動下においては非常に複雑な挙動を示す。そこで、まずフレッシュコンクリート中の骨材間の分離に着目し、細骨材中に存在する一つの粗粒子（粗骨材を想定）の振動状態下における挙動を観察し、骨材諸性質のうち粒度や粒径、形状などが分離に対してどのような役割を果たすかを評価することを試みた。

2. 実験概要

実験に用いた細骨材は天然砂であり、粗粒子としては表-1に示す鋼球、ガラス球を用いた。

実験装置を図-1に示す。まず、容器の斜線部を細骨材で満し、中央に粗粒子を設置する。そのうえにさらに10 cm 細骨材を入れる。準備が終、たならば、容器を振動機に取り付け、振動数を所定の値に合わせてから振動加速度を所定の加速度まであげる。振動機を作動させてから粗粒子が表面にあらわれるまでの時間を測り、分離時間（分離時間が短いほど骨材分離の傾向が著しいと判断できる）とする。なお、一条件下における実験回数は5回とした。実験を行なった項目を以下に示す。

(1) 振動数（40～150 Hz）および振動加速度（2～15 g）の分離時間に及ぼす影響 細骨材の粒度（F.M.）は図-2に示すB（2.80）であり、粗粒子にはG-2を用いている。

(2) 粗粒子の密度および寸法の影響 細骨材には図-2に示すB（F.M. 2.80）を用いている。

(3) 細骨材の粒径の影響 細骨材の粒径はJIS規定のふるい分け試験に従い、5.0～2.5 mm, 2.5～1.2 mm, 1.2～0.6 mm, 0.6～0.3 mm, 0.3 mm以下の5段階とし、粗粒子はG-2を用いている。

(4) 細骨材の粒度の影響 細骨材の粒度は図-2に示す土木学会標準粒度範囲に基づいて調整した連続粒度A～Eの5種類とし、粗粒子にはG-2を用いている。

なお、本実験で行なった振動数、振動加速度の範囲はテール振動機の性能に近いものである。

3. 実験結果および考察

図3～8は振動条件および細骨材、粗粒子の各性質の分離時間あるいは分離速度に対する関係を示したものである。

表-1 粗粒子

種類	成分	直径(mm)	密度(9r/cm ³)
G-1	ガラス	29.8	2.59
G-2	ガラス	24.4	2.59
G-3	ガラス	16.6	2.59
G-4	ガラス	12.5	2.59
S-1	鋼	25.5	7.86

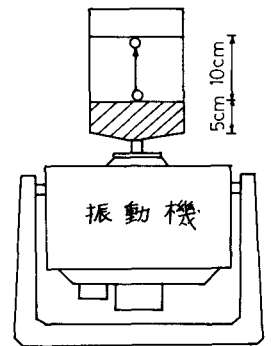


図-1 実験装置

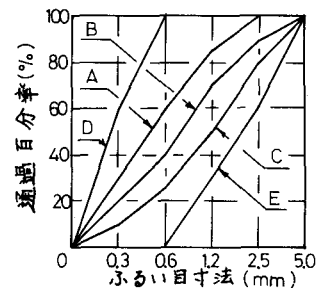


図-2 細骨材のふるい分け曲線

(1) 振動加速度と分離時間の関係 (図-3) 両者の間には指数関数的関係が存在し、振動加速度が小さい時は分離時間の変化は急激であるが、加速度が大きくなるにつれて、分離時間の変化は小さくなる。また、振動数 40 ~ 80 Hz においては、振動加速度が大きくなると粗粒子が逆に容器の底へ沈む現象が見られ、低振動数ほど低い振動加速度からこの現象が見られた。

(2) 振動数と分離時間の関係 (図-4) 振動加速度と分離時間との関係とは逆に、振動数が低い時には分離時間は短く、振動数が大きくなるにつれて分離時間は長くなり、分離時間の変化も大きくなる。

(3) 粗粒子の密度の分離時間に対する影響 (図-5) 鋼球とカラス球とは、鋼球の密度が 7.86 g/cm^3 、カラス球の密度が 2.59 g/cm^3 と約3倍の違いがあるが、実験結果では、各振動数、各振動加速度とも分離時間にはほとんど差を生じなかった。

(4) 粗粒子の径と分離速度の関係 (図-6) 粗粒子の径により粗粒子の移動距離が多少異なるため、分離時間を移動距離で除した平均速度を分離速度とし、それによって粗粒子の寸法の分離に対する影響を評価した。その結果、粗粒子の寸法の大小の影響は振動数が大きくなるにしたがって顕著にあられ、粗粒子の径が大きいほど分離速度が速いという傾向が明確にあられた。

(5) 細骨材の粒径と分離時間の関係 (図-7) 単一粒径の中央径 (5.0 mm ~ 2.5 mm の粒径では 3.75 mm) と粗粒子の径との比をとり、それを粒径比 N とした。振動加速度 5 g 以下においては、粒径比が大きいものほど分離時間が短くなる傾向が見られる。しかし、振動加速度が 6 g を越えると上述の傾向が見られなくなり、振動加速度 10 g 以上になると粒径による差がほとんど現われない。したがって、細骨材の粒径の大小は低振動加速度において分離時間に顕著に影響し、粒径の大きいものほど分離時間を短くすると言える。

(6) 細骨材の粒度 (F.M.) と分離時間の関係 (図-8) 土木学会標準粒度範囲に基づいて調整した5種類の細骨材のうち、粒度がもっとも大きい粗い細骨材 E と粒度がもっとも小さい細かい細骨材 D で分離時間は短く、各粒径を一樣に含んでいる細骨材 A, B, C で分離時間が長くなっている。細骨材の粒径の影響がほとんどない 10 g 以上の振動加速度では、土木学会標準粒度範囲の中央値 (F.M. 2.80) の細骨材 B において分離時間ももっとも長くなっている。すなわち、一般に粒度分布が良いと言われる細骨材で分離時間が長い傾向にあると言える。

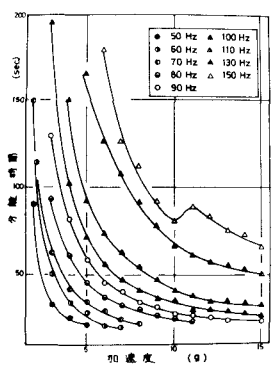


図-3 振動数・加速度・分離時間の関係

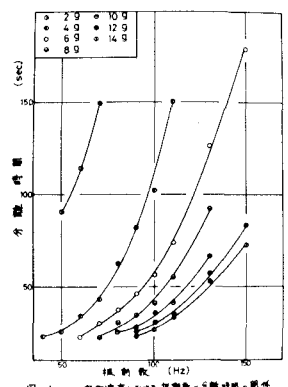


図-4 一定加速度における振動数と分離時間の関係

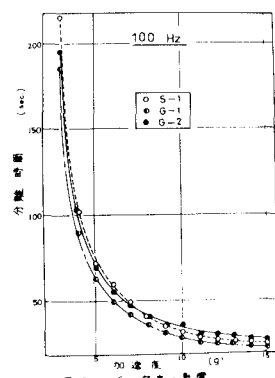


図-5 100 Hz 時の密度の影響

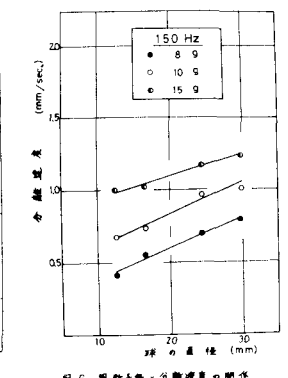


図-6 振動数・分離速度の関係

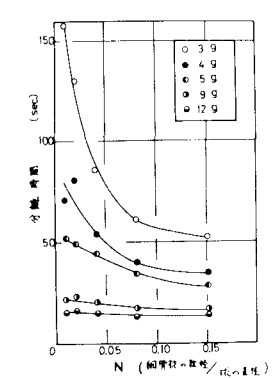


図-7 粒径の影響

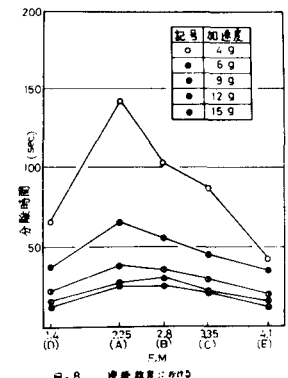


図-8 分離時間・粒度 (F.M.) の関係