

振動締固め時におけるコンクリート中の骨材の挙動に関する検討

九州大学工学部 学生会員 Le Quang Nhut 九州大学大学院 フェロー 松下 博通
九州大学大学院 正会員 鶴田 浩章 電源開発(株) 正会員 三宅 淳一

1. はじめに

既往のコンクリートの配合理論は、有スランブコンクリートを対象に、スランブ値に代表される静的な状態での挙動を主眼に構成されている。一方、ダムコンクリートや舗装コンクリートのような硬練り系のコンクリートでは、静的な挙動より振動締固め時の動的な挙動の最適化が求められる。しかし、現状ではVB試験等により実験的に動的挙動の良否を照査することが主流となり、その配合のあり方に関する研究はほとんど例を見ない。そこで、本研究では細骨材の微粒分に着目し、加振時に液相を構成している粒径範囲を求めるための試験を行った。これにより、振動締固め時の液相・固相の構成について考察し、さらにVB試験によって振動締固めに対する詳細な検討を行った。

2. モルタルの振動締固めによる加振時の液相限界粒径の判定

2.1 試験の概要

加振時には、液状化が発生する。その際、静的な試験で液相として挙動するセメントペーストに加えて、細骨材中のある粒径までが液相として挙動し、それより大きい粒子は固相を構成していると考えられる。加振時の液相領域を適切に設定することにより、C.T.Kennedy¹⁾が提唱した余剰ペースト理論を用いて加振時における最適細骨材率を求められると考えられる。その第一歩として、モルタル中の加振時の骨材の挙動を検討した。

2.2 使用材料および試験方法

セメントは密度 3.16g/cm^3 の普通ポルトランドセメントを、細骨材は表乾密度 2.59g/cm^3 、吸水率 1.9% の海砂を用いた。

W/C=60%, S/C=3 の配合のモルタルを $\phi 10 \times 20\text{cm}$ の型枠に詰め、振動台式パイプレータによって所定の時間で振動させた。加振後にモルタルを上、中、下層の3等分に分けて採取し、0.15, 0.3, 0.6, 0.85, 1.2, 2.5, 5.0mm のふるいをを用いて水洗いによる粒度分布分析を行った。

2.3 試験結果および考察

図-1 に各層と原粒径とのとどまる量の差を示す。これより、上層では小粒径の細骨材は時間の経過とともに増加するのに対し、大粒径の細骨材は中層と下層に沈降するために減少している。一方、下層では逆に、小粒径の細骨材が上層に浮き上がることによってその量は減少し、中層と上層から大粒径の細骨材が沈下するため、その量が増加している。また、各層とも粒径 $0.6 \sim 1.2\text{mm}$ の細骨材は振動時間の増加に対して大きな変化が見られなかった。つまり、 $0.6 \sim 1.2\text{mm}$ を境界域とし、それ以上は固相として沈降し、それ以下は擬似的に液相としての挙動を示していると考えられる。

図-2 に振動時間ごとの上層と下層とのとどまる量の差を示す。これより、 0.85mm が境界粒径であると見

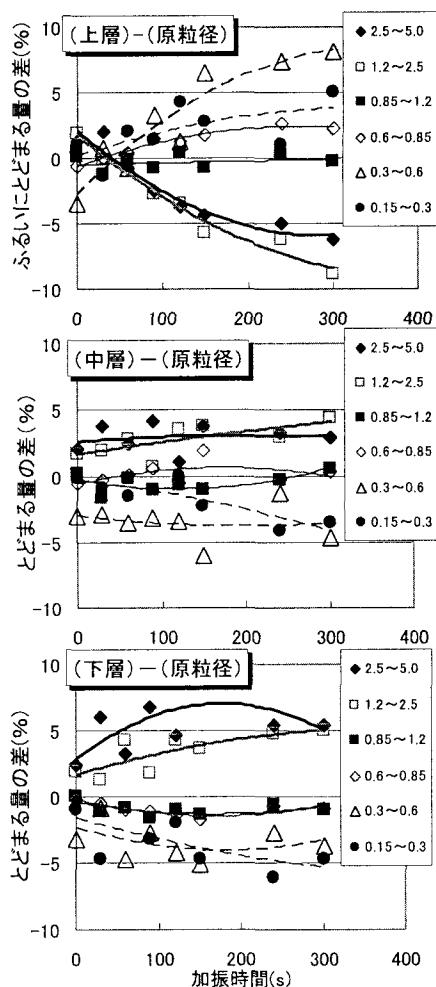


図-1 各層と原粒径とのとどまる量の差

られるが、ふるい目としては一般的ではないため、近似的に0.6mmないしは1.2mmで考える。本研究では0.6mm以下を加振時の液相と考え、0.6～5.0mmを細骨材、5.0mm以上を粗骨材と考えて以下の考察を行うこととした。

3. 振動締固めによる骨材の動的挙動に関する検討

3.1 細・粗混合骨材の実積率試験

3.1.1 試験の概要

コンクリートの配合設計において細・粗混合骨材の実積率が大きな要因となる。ここに、0.6mm以下の細骨材を除いたときの実積率が細骨材の全量を用いた場合と比べてどのように変化するか検討した。

3.1.2 使用材料および試験方法

細骨材は2.の試験と同じ細骨材と0.6mm以下を除いた細骨材を使用し、粗骨材は絶乾密度 2.87g/cm^3 のG1(10～20mm)と絶乾密度 2.78g/cm^3 のG2(5～10mm)を3:2の質量比で混合して用いた。骨材の実積率試験はJIS A 1104:1999に従った。

3.1.3 試験結果および考察

図-3にs/aと実積率の関係を示す。0.6mm以下を除いた場合は、全量を用いた場合より大きい最適細骨材率が得られた。全量を用いた場合のs/aは約42%であるのに対して、0.6mm以下を除いた場合のs/aは約46%になった。これは骨材全量によるs/aで表現すれば約60%となる。一般に、最適細骨材率は余剰ペースト膜厚を与えるs/aに近く、また最大実積率となるs/aに近いことから、動的挙動時の最適細骨材率は静的な場合よりかなり大きい値を示すことを予想させるものである。

3.2. VB試験によるコンクリートの締固め性状の検討

3.2.1 試験の概要

3.1の結果を確認するために、スランプ試験やVB試験を行った。コンクリートの配合条件としては、単位水量 $W=150\text{kg/m}^3$ 、 $W/C=50\%$ で細骨材率を30%～60%の間で変化させてコンクリートを練混ぜ、スランプとVB沈下度を測定した。VB試験はJSCE-F501:1999に従った。

3.2.2 試験結果および考察

図-4にs/aとスランプ・VB沈下度の関係を示す。VB沈下度の最小値を与えるs/aは約45%であり、スランプ最大となるs/a約38%より大きい値となった。これは定性的には3.1の考察に合致するものであるが、最大実積率となる60%よりもかなり小さいs/aで最小となっている。これはs/aの増大に伴って液相部分の性状が変化し、液状化しにくくなっていることが大きく影響していることを示すものであり、その解明が今後の課題と考えられる。

4. まとめ

- (1) 加振時に液相を構成する最大粒径は0.6～1.2mmの間に存在する。
- (2) 加振時には液相量が増すため、VB沈下度が最小となるs/aはスランプが最大となる値よりも大きくなる。

参考文献

- 1) C.T.Kennedy: The Design of Concrete Mixes, Proceedings of ACI, Vol.36, pp.373-400, 1940
- 2) 松下博通ら: コンクリートの配合設計への余剰ペースト理論の適用に関する基礎的研究, 土木学会論文集, p57-70, 1997.11

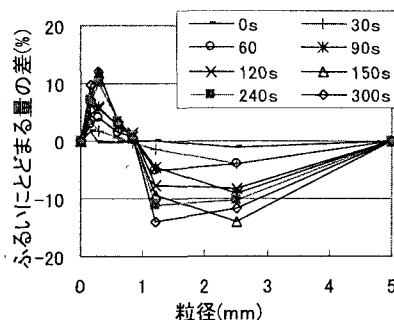


図-2 振動時間ごとの上層と下層とのとどまる量の差

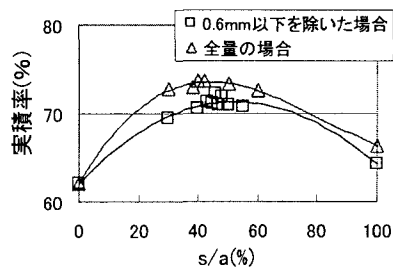


図-3 s/aと実積率

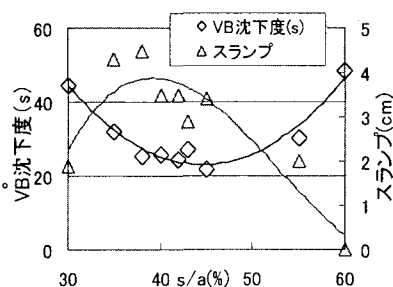


図-4 s/aとスランプ・VB沈下度