

V-148

軽量コンクリートの配合条件が締め固め時の材料分離性状に及ぼす影響

太平洋セメント 清澄研究所 正会員 中村敦士 正会員 岡本享久
正会員 榎木 隆 上野雅之

1. はじめに

近年コンクリートの多機能化への様々な要求に応じて、高流動・高強度・低発熱・低収縮などの各種コンクリートが登場し、実用化されている。軽量コンクリートに関しても、さらなる軽量化・高強度化・高耐久化への期待が寄せられており、最近ではそれら要求性能を満足出来る低比重・高強度・低吸水の高性能人工軽量骨材が開発されている¹⁾。本研究は、これらの高性能人工軽量骨材を用いた軽量コンクリートの配合条件と締め固め時における材料分離性状との関係について検討した。

2. 実験概要

2-1. 使用材料および配合条件

使用材料を表1に示す。本実験では、W/C40%、単位水量 165kg/m³、細骨材として(S1)、粗骨材として(G1)を 325L/m³用いた配合を基準とした。また、一部の実験において細骨材を(S2)または(S3)+(S4)の混合品(容積比 45:55)、粗骨材を(G2)または(G3)に置換した配合を用いた。なおスランプは混和剤添加率によって調整した。

2-2. 試験項目及び方法

1)流動性に及ぼす影響：コンクリートの流動性の評価は、スランプ試験及びし型フロー試験(土木学会基準(案))に準拠して行ったが、ここでは、コンクリートの自重による流動が終了した後、テーブルハイフレーター(4500rpm)により振動を加え、所定の距離までの到達時間および目視による材料分離の有無を確認した。また比較用として普通コンクリートの配合においても同様に試験を行った。

2)振動、配合および使用材料が材料分離に及ぼす影響：振動条件(表2)、配合条件(表3)および使用材料(表4)が材料分離性状に及ぼす影響を以下の項目を用いて評価した。なお試験体はφ150×300mmの型枠に、JIS A1132に準じて突き棒にて成形を行い、この状態を基準(振動0秒)とした。

①材料分離性試験：所定の振動条件で締め固めを行った試験体を、硬化後に高さ方向に3等分し、試験体の上部と下部の比重差を計算した。

②表面仕上げ性：表面の仕上げ易さと、表面の性状を目視等により評価した。

③強度性状：所定の締め固めを行った試験体の圧縮強度試験を行った。

3. 実験結果及び考察

3-1. 流動性に及ぼす影響：図1にし型フロー試験基を用いた流動性の評価結果を示す。硬練りコンクリートは軟練りに比べ配合条件が流動性に与える影響が顕著に現れ、500mm以降の到達時間が軽量コンクリートに比べ普通コンクリートが早く、その後も、差は広がっていく傾向が見られた。これはコンクリートの自重の差が影響しているものと思われる。また軽量コンクリートでは、振動による粗骨材の浮きが観測され上下方向の分離が普通コンクリートに比べて大きいと考えられる。なお硬練り軽量コンクリートの配合条件の違いによる到達時間の大小関係は先端到達距離 700mm を境に変化している。これは単位水量や W/C、単位細骨材量の違いによるモルタルの流動性や粘性が振動時の挙動に影響しているためと推測される。

表1 使用材料

材料	略号	種類	物性または成分
セメント	-	普通ポルトランドセメント	比重3.15
細骨材	S1	陸砂(静岡小笠産)	表乾比重2.60、吸水率2.0%
	S2	砕砂(青梅産)	表乾比重2.62、吸水率1.41%
	S3	造粒型人工軽量骨材	絶乾比重1.02、24h吸水率5.0%
	S4	硬質ハーフライト	絶乾比重1.20、24h吸水率8.0%
粗骨材	G1	造粒型人工軽量骨材	絶乾比重1.19、24h吸水率2.8%
	G2	造粒型人工軽量骨材	絶乾比重0.83、24h吸水率3.2%
	G3	砕石	表乾比重2.64、吸水率0.68%
混和剤	-	高性能AE減水剤	ホリカルボン酸系

表2 振動条件の影響

因子	水準
スランプ(cm)	12(硬練り), 21(軟練り)
振動時間(sec)	内部振動 ¹⁾ (0.5, 10, 15, 20)
	外部振動 ²⁾ (0, 10, 20, 30)

1)棒状振動機(φ28mm、12000rpm)

2)テーブルハイフレーター(4500rpm)

表3 配合条件の影響

因子	水準
スランプ(cm)	12, 21
単位水量(kg/m ³)	155, 165, 175
W/C(%)	35, 40, 45
単位粗骨材量(L/m ³)	300, 325, 350

表4 使用材料の影響

因子	水準
スランプ(cm)	12, 21
細骨材の種類	S1, S2, S3+S4
粗骨材の種類	G1, G2, G3

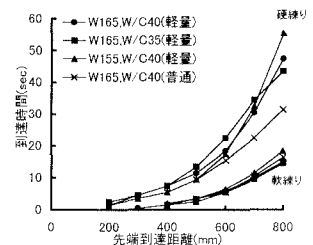


図1 し型フローを用いた流動性評価結果

キーワード: 人工軽量骨材、流動性、材料分離、振動条件、配合条件

〒135-8410 東京都江東区清澄 1-2-23・TEL. 03-3642-7174・FAX. 03-3643-2047

3-2. 振動、配合および使用材料が材料分離に及ぼす影響

1) 振動条件の影響および選定

図2に振動時間と型枠内における上下比重差の関係を示す。これより、W/C40%、単位水量 165kg/m³、単位粗骨材量 325L/m³における材料分離は、外部振動よりも内部振動の方が振動時間の増加に従い著しく進行していくことがわかる。また内部振動 10 秒の時点で表面仕上げは困難となり、試験体強度も 5%程度低下した。以降は、振動条件を内部振動 10 秒と選定し、検討を行うこととした。

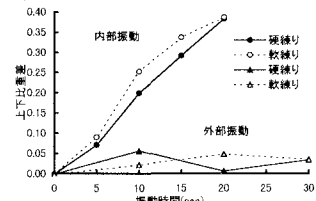


図2 振動条件の影響

2) 配合条件の影響

①単位水量の影響：図3に単位水量と上下比重差の関係を示す。単位水量を 165→155kg/m³に減じる事で、硬練りでは材料分離をおよそ半減(上下比重差 0.2→0.1)出来た。また軟練りにおいても単位水量を減じることで材料分離は抑制されるが上下比重差は硬練りに比べて大きい。

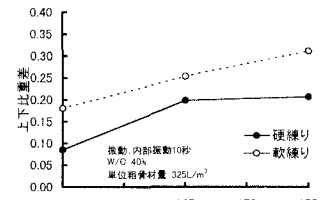


図3 単位水量の影響

②水セメント比の影響：図4に水セメント比と上下比重差の関係を示す。硬練りにおいては水セメント比を 40→35%に下げることによって材料分離は抑制できたが(上下比重差 0.2→0.13)、軟練りにおいては傾向は見られなかった。これより3-1の結果と同様に、今回の配合条件では、硬練りの方が振動下における流動性や締め固め特性に配合条件が大きく影響することが確認できた。なお①の結果と併せ考察すると、硬練りにおいて水セメント比を 40→35%に減じた場合より単位水量を 165→155kg/m³に減じた場合の方が材料分離低減の効果が大きいことがわかる。

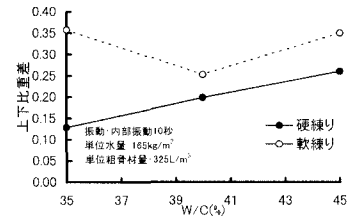


図4 W/Cの影響

③単位粗骨材量の影響：単位粗骨材量を 300, 325, 350L/m³と変化させたが材料分離性状に与える顕著な影響は確認出来なかった。

3) 使用材料の影響

W/C40%、単位水量 165kg/m³、単位粗骨材量 325L/m³、内部振動 10 秒の配合・振動条件において、粗骨材や細骨材の種類を変えた場合の材料分離性状の違いを図5に示す。ここでは横軸に骨材種類、縦軸に振動 0 秒時からの比重の変化率を試験体上部について示す。これより、粗骨材とモルタルの比重差を少なくすることで材料分離は低減できる傾向にあることがわかる。しかし細骨材に砕砂(S2)を用いた場合と陸砂(S1)を用いた場合を比べると粗骨材とモルタルの比重差よりも細骨材の種類による影響が大きいことがわかる。これは、陸砂と砕砂の粒子形状の違いが粗骨材の移動に影響しているためと推測される。

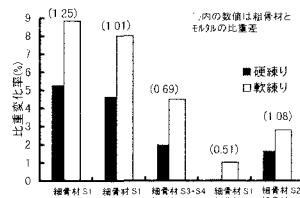


図5 使用材料の影響

4. 結論

本実験をまとめると以下の様になる

- 1) 同一スラブの普通コンクリートと軽量コンクリートでは振動下の流動性が異なる。
- 2) 軽量コンクリートの締め固め時における粗骨材の材料分離は配合条件によって抑制する事が可能であり、今回の締め固め条件では硬練りコンクリートにおいてその効果が大きかった。
- 3) 粗骨材とモルタルの比重差を小さくすることにより材料分離は抑制される。また細骨材の種類を変えることで粗骨材の材料分離を抑制できる場合がある。

本実験では材料分離性状の違いを明瞭とするために試験体に過剰な振動を与えて行ったが、今後はより実施工に近い締め固め条件での検討を、表面仕上げ性の評価と併せて行う必要がある。

【参考文献】

- 1) 岡本享久ほか: 超軽量コンクリート, コンクリート工学, Vol. 36, No. 1, pp. 48-52, 1998. 1