

軽量骨材コンクリートの軽量高強度化に関する研究

マテラス青梅工業(株) 正会員 ○岡本 賢治、高村 幸宏
前橋工科大学 正会員 舌間 孝一郎
ものづくり大学 辻 正哲

1. はじめに

コンクリート自体の軽量化には、軽量骨材の使用と気泡の導入がある。軽量骨材は、古代ローマ帝国の時代に建設されたイタリアローマのパンテオン上部構造でも軽石が用いられたというように¹⁾、古くから検討されていた。我が国でも、明治初期より火山礫などが使用され¹⁾、1955年にはJIS A 5002「構造用軽量コンクリート骨材」が制定された²⁾。高強度化すると密度も大きくなる傾向にあり、一般的な軽量骨材コンクリートでは、圧縮強度が 50N/mm^2 以上となると密度は 1.9t/m^3 以上²⁾、鋼繊維補強で圧縮強度を 65N/mm^2 とした例でも密度は 2.1t/m^3 以上³⁾となっている。一方、空気の導入方法には、AE作用のある混和剤を添加して練混ぜ中に気泡を連行するミックスフォーミング、泡立てておいた気泡を練り混ぜたコンクリートに混ぜるプレフォーミング、練混ぜ後に多孔質にするポストフォーミングがある⁴⁾。このうち、ミックスフォーミングによる軽量化では、粉体の粒度調整で低水結合材比化による高強度化を図ることで、密度 1.85t/m^3 でも 60N/mm^2 以上の圧縮強度を達成できることが明らかとなっている⁵⁾。しかし、高強度化で単位粉体量が大きく、軽量化のためにさらに空気量を増大すると、気泡の安定性に問題が生じる。

本研究では、非イオン系界面活性剤と増粘剤系気泡安定剤を用いたプレフォーミングと粉体の粒度調整により低水セメント比化を図る高強度化の組合せでコンクリートの軽量高強度化する方法について検討した。なお、今回検討したプレフォーミング工法は、フライアッシュを用いた場合でも安定した気泡を連行し、凍結融解抵抗性を改善するために開発実用化されたものである。

2. 実験概要

実験では、普通セメント、粉体の粒度調整用のフィラー(平均粒径 $1.8\mu\text{m}$ 、密度 2.65g/cm^3 の炭酸カルシウム系)および入手の比較的容易な人工軽量骨材(膨張頁岩、細

骨材密度 1.88g/cm^3 、粗骨材密度 1.68g/cm^3)を用いた。また、スランプフローの調整にはポリカルボン酸系高性能減水剤を用いた。

実験では、既往の実験結果⁵⁾を参考にW/Cを17.9%とした。練混ぜ方法および練混ぜの様子は、それぞれ図1および写真1に示すとおりである。

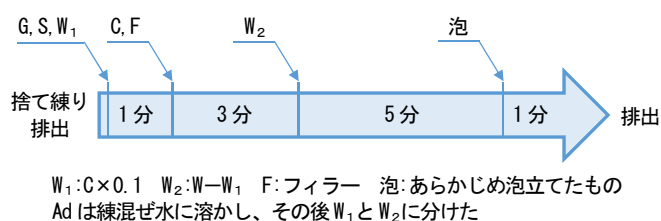


図1 練混ぜ方法



写真1 練混ぜの様子

3. 実験結果および考察

図2は、圧縮強度と供試体密度との関係を示したものである。図中の△印のデータは、アルキルエーテル型および樹脂系の陰イオン界面活性剤をAE剤として用いたミックスフォーミングの既往データ⁵⁾であり、供試体密度が 1.85g/cm^3 程度で圧縮強度 60N/mm^2 以上の結果を得ている。しかし、さらに密度を小さくすると、急激に強度が低下する傾向にある。プレフォーミングでは、消泡剤を添加したコンクリートに泡を投入し混合することで、密度が 1.75g/cm^3 程度でも、 50N/mm^2 以上の圧縮強度となっている。

キーワード 軽量コンクリート、高強度コンクリート、プレフォーミング、気泡コンクリート、粒度調整
連絡先 〒164-0001 東京都中野区中野1-32-16 マテラス青梅工業(株) 技術部 TEL03-5337-0961

図3は、硬化後とフレッシュ時の密度の関係である。プレフォーミングでは、消泡剤を用いた場合、硬化後とフレッシュ時の密度は同等となっている。しかし、消泡剤を用いなければ、打込後に気泡が抜け、硬化後の密度の方が大きくなる傾向を示している。また、ミックスフォーミングよりも、プレフォーミングの方が、打込後の密度上昇は小さく、気泡が安定しているようである。

図4は、W/C および単位水量を一定とし、フィラー (f) の粉体 (p=セメント+フィラー) に対する絶対容積比 (f/p) がスランプフローに及ぼす影響を示したものである。スランプフローは、空気量の影響を受けるため、図中には空気量も記載した。折れ線で示した空気量が $8.4 \pm 0.5\%$ のスランプフローは、 $f/p=35.6\%$ 付近で最も大きくなっている。この値は、空気を連行しないときにスランプフローが最も大きくなった既往の値 $f/p=33.0\%$ に比べて大きい。これは、気泡径がセメント粒子径と同等かそれ以上であることから、セメント粒子間隙以外にも、気泡間隙を充填するためのフィラーが必要になったことによると考えられる。

4. まとめ

粉体の粒度調整により水セメント比を 17.9% と小さくした軽量骨材コンクリートについて実験を行った結果、以下のことが明らかとなった。

- 1) 消泡剤を添加したコンクリートに泡を加えるプレフォーミングの採用で、密度が 1.75g/cm^3 程度でも、圧縮強度が 50N/mm^2 以上で、スランプフローが 700mm 以上の分離の少ない高流動コンクリートの製造が可能となる。
- 2) フィラーの粉体全体に占める絶対容積の適切な割合は、空気量の増大で、大きくなる。これは、気泡径がセメント粒子と同等以上であることによると考えている。

謝辞

本研究は、前橋工科大学 菊池絢子氏の卒業研究の一環として実施されました。空気量の調整には、竹本油脂(株)および小松コンテック(株)のご協力いただきました。関係各位に深謝の意を表します。

参考文献

- 1) 「特集 コンクリートなんでも一番?」、コンクリート工学、Vol.40、No.9、2002.9、pp.9-10_155-156
- 2) 国府 他：高性能軽量コンクリート研究員会報告、コ

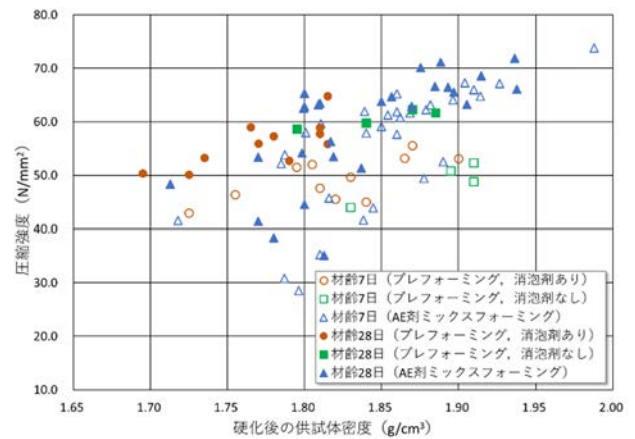


図2 圧縮強度と硬化コンクリート密度との関係

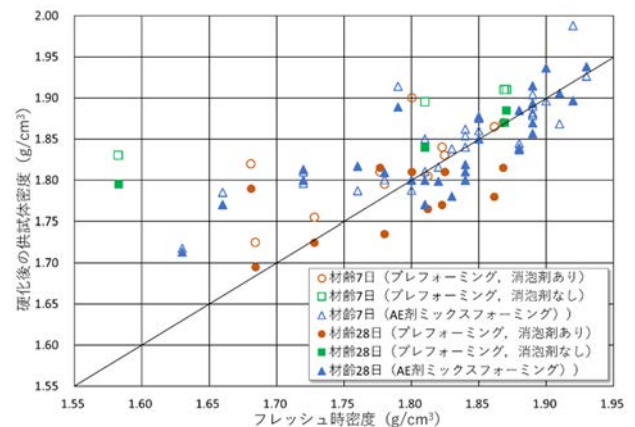


図3 フレッシュ時と硬化後密度の関係

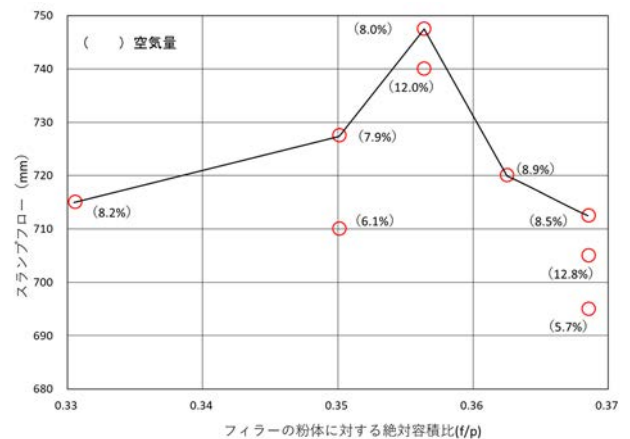


図4 スランプフローに及ぼすフィラーの粉体に対する絶対容積比の影響

ンクリート工学年次論文集、Vol.22、No.1、2000

- 3) 水越 他：軽量骨材コンクリートの高性能化に関する研究、コンクリート工学論文集、Vol.21、No.2、2010.5、pp.57-67

- 4) 笠井 他：コンクリート総覧、技術書院、1998、p.149

- 5) 岡本 他：粉体の粒度調整による人工軽量骨材コンクリートの高強度・高耐久化に関する実験的研究、第76回セメント技術大会 講演要旨、2022.5