

フライアッシュとシリカフュームを併用した低収縮高強度コンクリートについて

室蘭工業大学大学院 学生員 ○三好 友也
室蘭工業大学 正 員 菅田 紀之

1. はじめに

フライアッシュを含む石炭灰は年間 1199 万 t(平成 19 年度) 排出されており, その排出量は火力発電所の増設により年々増加している. 現在, フライアッシュの大半は環境対策としてセメントの原料として利用されているが, コンクリート混和材としての利用は少ない. しかしながら本研究室では, CO₂削減の面からコンクリート混和材としての利用を考えており, 水結合材比 25%の高強度コンクリートにおいてフライアッシュとシリカフュームを混和材として併用した場合, 自己収縮を低減できることを示した.

本研究では, フライアッシュとシリカフュームの混和率の範囲を拡大し自己収縮の低減についての検討を行い, 低収縮高強度コンクリートの配合を示した. また, 異なる水結合材比においても同一の混和率で自己収縮の低減が可能であるかの検討を行った.

2. 実験概要

2.1 コンクリートの使用材料と配合

本研究における高強度コンクリートの配合を表-1 および表-2に示す. 結合材として普通ポルトランドセメント(C), フライアッシュ(FA)およびシリカフューム(SF), 細骨材(S)として陸砂, 粗骨材(G)として碎石, 混和剤としてポリカルボン酸系の高性能 AE 減水剤(SP)を用いた.

表-1の配合 A は自己収縮の低減について検討するための配合であり, 水結合材比(W/B, $B=C+FA+SF$)を 25%で一定, フライアッシュ置換率(FA/B)を 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, シリカフューム置換率(SF/B)を 0%, 5%, 10%, 15%, 20%とし, これらの置換率を組合せた 25 種類の配合とした. 表-2の配合 B は配合 A による検討から示された低収縮配合において, 水結合材比の異なる場合の配合であり, 水結合材比(W/B, $B=C+FA+SF$)を 20%, 25%, 30%, フライアッシュ置換率(FA/B)を 0%(比較用), 40%, シリカフューム置換率(SF/B)を 10%とし, これらの置換率を組合せた 6 種類の配合とした. また両配合において, 目標スランプフロー65cm, 目標空気量は 1.0%が得られるように配合を決定した.

2.2 自己収縮試験および乾燥収縮試験

試験は, $\phi 100 \times 200$ mm の円柱供試体を用い, 中央軸方向にひずみゲージを配置して行った. 自己収縮試験では, コンクリートを型枠に打込んだ直後から, $20 \pm 1^\circ\text{C}$ に制御された室内に設置し, ひずみと温度を測定した. 乾燥収縮試験は 1 日間 $20 \pm 1^\circ\text{C}$ で封緘養生, その後材齢 7 日まで $20 \pm 1^\circ\text{C}$ で水中養生を行った供試体を用いた. 測定期間は材齢 7 日から 28 日間とし, 試験環境は温度 $20 \pm 1^\circ\text{C}$, 湿度 $55 \pm 5\%$ に制御された室内とした.

3. 実験結果および考察

3.1 低収縮化の検討

図-1は配合 A を用いた材齢 28 日における自己収縮ひずみと混和材置換率の関係を示している. 図(a)より, 自己収縮ひずみは全体的にフライアッシュ置換率が増加すると低減している傾向があり, フライアッシュ置換率 40%における自己収縮ひずみはシリカフューム置換率 20%の場合を除き最小となっていることがわかる. また図(b)より, 自己収縮ひずみはフライアッシュ置換率によって異なるがシリカフューム置換率 5%, 10%, 15%の場合に低減している傾向があることがわかる. この結果から, 自己収縮が最小となる配合はフライアッシュ置換率 40%, シリカフ

キーワード: 高強度コンクリート, フライアッシュ, シリカフューム, 自己収縮, 乾燥収縮

〒050-8585 室蘭市水元町 27-1 室蘭工業大学建設システム工学科 TEL 0143-46-5220 FAX 0143-46-5221

ューム置換率10%の組み合わせであることがわかった。

3.2 自己収縮試験結果

図-2は配合Bを用いた自己収縮ひずみを示している。図より、経過日数28日におけるフライアッシュ置換率40%における自己収縮ひずみは水結合材比に関わらず低減していることがわかる。その低減率は水結合材

比20%で20.0%，25%で68.9%，30%で25.8%であり、水結合材比25%では約7割の低減効果があったが、水結合材比20%および30%では約2割と大きな低減効果は得られないという結果になった。また、水結合材比20%および30%の場合、経過日数初期におけるフライアッシュ置換率40%における自己収縮ひずみは大きくなる傾向がある。その傾向は水結合材比30%の場合に顕著に現れていることがわかる。この結果から、フライアッシュ置換率40%、シリカフェーム置換率10%の低収縮化を目的とした配合は水結合材比25%の場合に大きな効果が得られ、水結合材比20%および30%の場合にはその効果は小さくなるといえる。

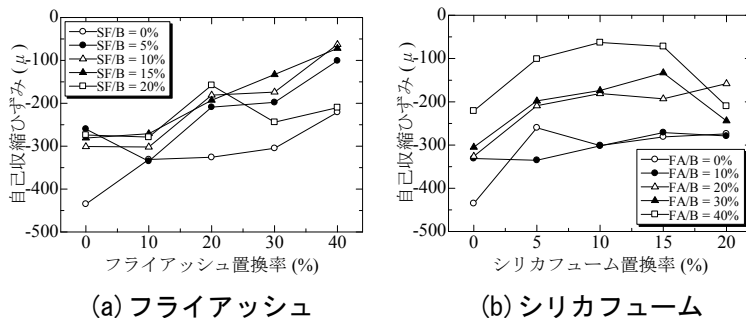


図-1 材齢28日における自己収縮ひずみ

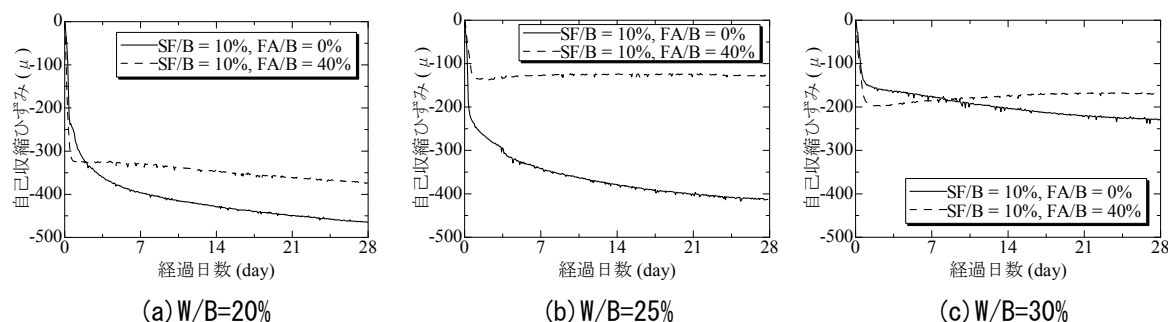


図-2 自己収縮試験結果

3.3 乾燥収縮試験結果

図-3は配合Bを用いた乾燥収縮ひずみを示している。図より、経過日数28日におけるフライアッシュ置換率40%における乾燥収縮ひずみは水結合材比に関わらず増大していることがわかる。また、経過日数初期においてはフライアッシュ置換率40%におけるひずみは低減したが、日数が経過するにつれて増大の割合が大きくなる傾向がある。その傾向は水結合材比が大きくなるほど顕著に現れていることがわかる。

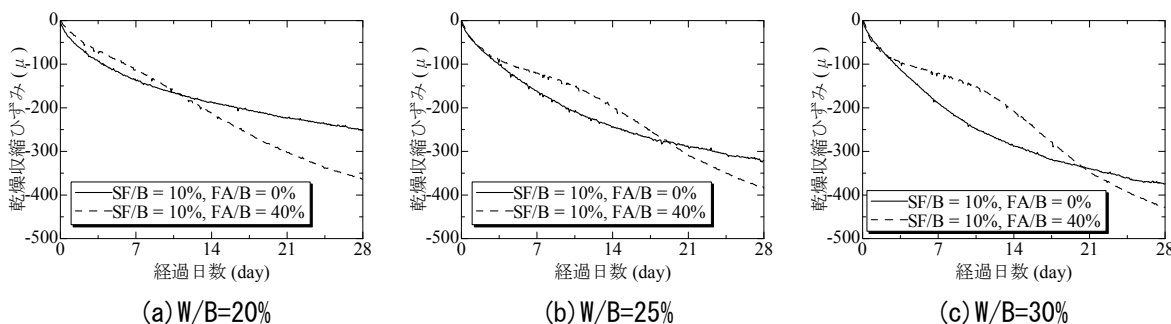


図-3 乾燥収縮試験結果

4. まとめ

本研究の結果により、次のようなことが明らかになった。

- 1) フライアッシュ置換率の増加に伴い自己収縮ひずみは減少する。
- 2) 自己収縮が最小となる配合はフライアッシュ置換率が40%、シリカフェーム置換率が10%の場合であった。
- 3) 水結合材比25%の場合、フライアッシュ置換率40%、シリカフェーム置換率10%の自己収縮ひずみの低減率は約7割であるが、水結合材比20%および30%の場合、その低減率は2割程度であった。
- 4) フライアッシュ置換率40%の場合、乾燥収縮ひずみは増大する。