

フライアッシュを用いた低自己収縮高強度コンクリートの特性について

Properties of Autogenous Shrinkage Reduced High-Strength Concrete with Fly Ash

室蘭工業大学 大学院工学研究科建築社会基盤系専攻 ○学生員 小山 央 (Hiroshi Koyama)
室蘭工業大学 大学院工学研究科くらし環境系領域 正 員 菅田 紀之 (Noriyuki Sugata)

1. はじめに

近年、地球環境問題や産業廃棄物問題等の環境問題への関心が高まっており、コンクリート分野においては産業副産物の一つであるフライアッシュをコンクリート用混和材として利用する研究が行われてきた。本研究室でもフライアッシュの利用に関する研究を行っており、水結合材比が 20 %の場合、フライアッシュ置換率を 30 %、シリカフェーム置換率を 20 %とすることにより自己収縮を 40 %低減できることを示した¹⁾。しかしながら、このように混和材を多量に使用した高強度コンクリートの特性についてはよくわかっていない。

また、自己収縮のメカニズムに関して、一般的に毛細管張力説および分離圧説が使われている。これらは、内部相対湿度が低いほど収縮量が大きくなるという理論であるが、フライアッシュを用いた高強度コンクリートの内部相対湿度と自己収縮の関係に関する研究は少ない。そこで本研究では、一般的な高強度コンクリートとフライアッシュを混入した自己収縮低減高強度コンクリートの特性比較、内部相対湿度の変化と自己収縮の関係について検討した。

2. 実験の概要

2.1 使用材料および配合

表-1に本研究でコンクリートに使用した材料を示す。セメントは普通ポルトランドセメント、骨材には陸砂および砕石 2005 を用いた。混和材にはシリカフェームとフライアッシュを使用し、混和剤にはポリカルボン酸系の高性能 AE 減水剤を使用した。各配合における水結合材比 (W/B, B=C+SF+FA) は 20 %, 目標スランプフローは 65 cm, 目標空隙率は 1.0 %である。基準とする高強度コンクリート (以後、基準コンクリート, FA20-0-10) の配

合はフライアッシュ置換率 (FA/B) を 0 %, シリカフェーム置換率 (SF/B) を 10 %とし、自己収縮低減高強度コンクリート (以後、収縮低減コンクリート, FA20-30-20) の配合は FA/B を 30 %, SF/B を 20 %とした。

2.2 収縮試験

自己収縮試験および乾燥収縮試験は直径 100 mm, 高さ 200 mm の円柱供試体を用いて行い、供試体の中央軸方向に埋め込み型のひずみゲージを配置した。自己収縮試験では、コンクリート打込み後から 20 °Cの恒温室内に静置し、ひずみの測定を行った。乾燥収縮試験では、20 °Cで 1 週間封緘養生を行った供試体を 20 °C, 60 %R. H. の恒温室内に静置し、ひずみの測定を行った。

3. 試験結果および考察

3.1 自己収縮

図-1に自己収縮ひずみの経時変化を示す。収縮低減コンクリートは材齢 1 日まで、基準コンクリートは材齢 3 日までに顕著に収縮が現れ、その収縮量は 129 μ および 295 μ となった。収縮低減コンクリートの自己収縮量の低減率は、材齢 1 日で 41 %, 3 日で 55 %, 5 日で最大の 56 %となった。それ以降の低減率は徐々に低下し材齢 28 日では 43 %となった。

3.2 乾燥収縮

図-2に乾燥収縮ひずみの経時変化を示す。収縮低減コンクリートの乾燥収縮量は基準コンクリートと比べ、1 日目で 1.3 倍、3 日目で 1.4 倍、7 日目以降は 1.6 倍となり、大きな乾燥収縮量を示した。フライアッシュの混入でポゾラン反応含めた水和反応が緩慢になり、水の消費が少なくなることによって、コンクリート内により多く

表-1 使用材料

材料	特性等
セメント(C)	普通ポルトランドセメント
	密度:3.16g/cm ³
細骨材(S)	陸砂
	表乾密度:2.70g/cm ³
粗骨材(G)	砕石2005
	表乾密度:2.67g/cm ³
シリカフェーム(SF)	比表面積:200,000cm ² /g
	密度:2.20g/cm ³
フライアッシュ(FA)	比表面積:3,990cm ² /g
	密度:2.24g/cm ³
高性能AE減水剤(SP)	ポリカルボン酸系

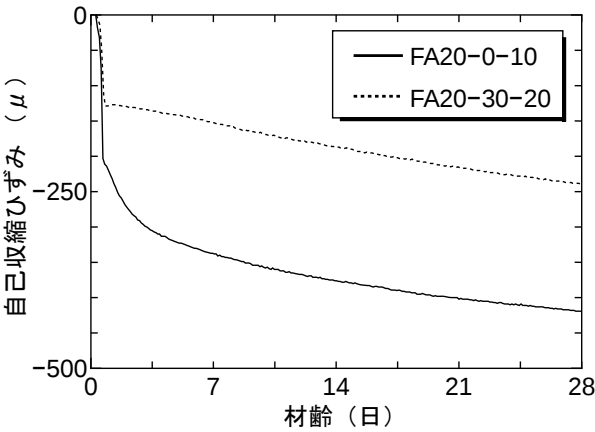


図-1 自己収縮

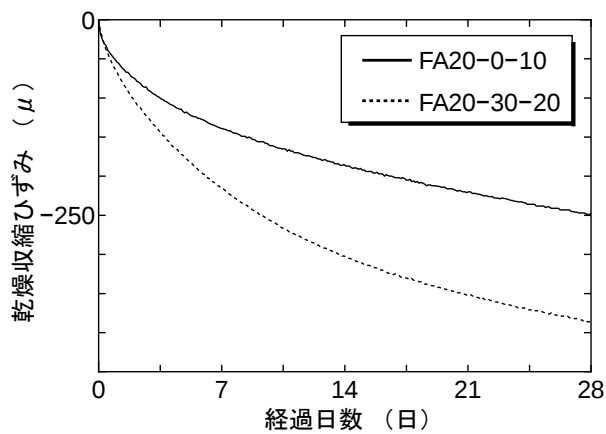


図-2 乾燥収縮

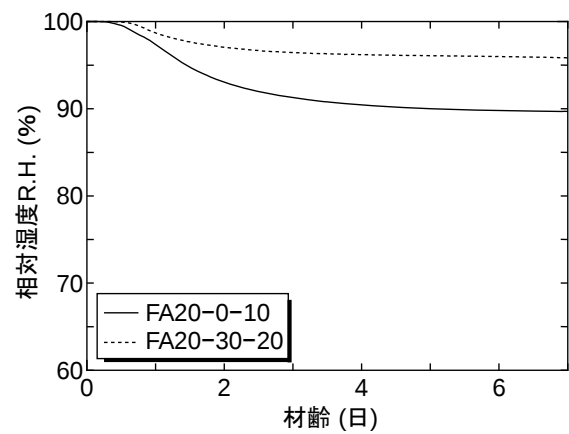


図-4 相対湿度

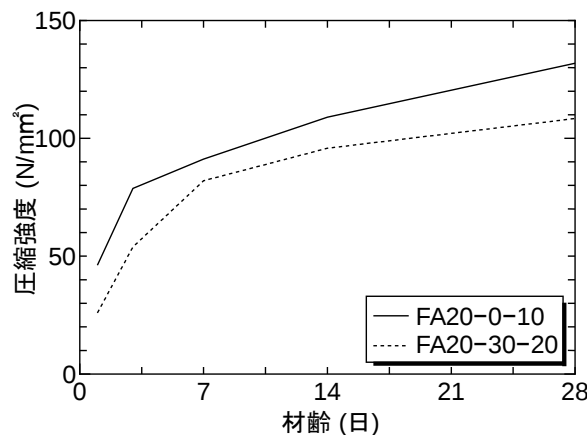


図-3 圧縮強度

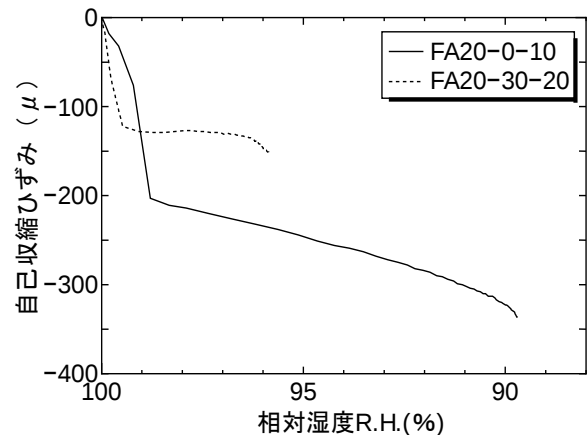


図-5 相対湿度と自己収縮

の未水和水が残る。その結果、乾燥環境における水分蒸発量が多くなるために収縮量が増大したと考えられる。

3.3 圧縮強度

図-3に圧縮強度試験によって得られた強度の発現性状を示す。28日強度は、収縮低減コンクリートが108 N/mm²、基準コンクリートは132 N/mm²となり、収縮低減コンクリートの強度は18%低下した。本研究室が行った研究で、W/B = 25%の場合の収縮低減コンクリートの28日強度は、基準コンクリートと比べ19%低下しており、W/B = 20%の低下率はW/B=25%の場合と同程度となった。早期における強度としては、収縮低減コンクリートの1日強度は基準コンクリートに比べ44%の低下、3日強度は32%の低下、7日強度は10%の低下となり、材齢の経過とともに低下率が減少した。

3.4 相対湿度

自己収縮のメカニズムに関して、一般的に毛細管張力説および分離圧説が使われている。これらは内部相対湿度が大きく関係しているため、相対湿度の検討を行った。図-4に相対湿度の経時変化を示す。収縮低減コンクリートは計測開始から9時間後、基準コンクリートは5時間後に相対湿度が低下し始めた。材齢7日の相対湿度は収縮低減コンクリートが96%、基準コンクリートは90%となり、収縮低減コンクリートの相対湿度は基準コンクリートよりも高くなった。毛細管張力説および分離圧説に基づいて考えると、相対湿度の高い収縮低減コン

クリートの収縮量は基準コンクリートよりも小さいということになり、図-1の結果に適合する。次に、図-5に相対湿度と自己収縮の関係について示す。相対湿度があまり低下しないうちに、収縮低減コンクリートは-130 μ、基準コンクリートは-200 μまで自己収縮量が増大した。このように相対湿度が大きく低下しないうちに収縮量が増大したということから、ごく初期では毛細管張力説や分離圧説に基づく収縮現象以外のことが起こっているのではないかと推察される。

4. まとめ

本研究では、一般的な高強度コンクリートと自己収縮低減高強度コンクリートの特性を比較した。また、相対湿度と自己収縮の関係から、相対湿度が低いほど収縮量が大きくなるという毛細管張力説および分離圧説の適用性が示された。しかしながら、初期段階の顕著な収縮に関しては、これらの理論に基づいて説明することはできず、他に何らかの収縮現象が起こっているのではないかと推察した。

参考文献

- 1) 小山 央, 菅田 紀之: フライアッシュとシリカフュームの併用による自己収縮低減について, 土木学会第65回年次学術講演会講演概要集, 第5部, pp.309-310, 2010.