

コンクリートの収縮特性に及ぼすフライアッシュの影響に関する研究

石川工業高等専門学校 学生会員 ○連 亮也

石川工業高等専門学校 正会員 福留和人, 大島美穂

安藤ハザマ 正会員 齋藤 淳

1. はじめに

北陸地方では、電力に占める石炭火力発電の比率が高く、発電に伴って副産される多量のフライアッシュの有効利用の拡大が課題となっており、セメントにフライアッシュを置換する利用方法がある⁽¹⁾。コンクリートは、硬化過程および含水量の変化によって体積変化を生じる。時間が経過すると、劣化によるひび割れ、乾燥収縮によるひび割れなどが生じる。フライアッシュを使用したコンクリートは乾燥収縮を小さくできるとされており⁽²⁾、これはコンクリートの耐久性の向上に繋がると考えられる。

フライアッシュとコンクリートの耐久性の関係を探るため、本研究ではコンクリートの体積変化の内、乾燥収縮を取り上げフライアッシュによるコンクリートの収縮特性の影響を評価した。

2. 実験概要

使用材料を表-1に示す。本研究では北陸電力産のフライアッシュ（以下FA）を用いた。品質は表-2に示す。コンクリートの配合は表-3に示す。使用したフライアッシュは原料炭を限定し、さらに分級することによって、品質の安定商品化を図ったものである。したがって、比表面積・活性度数は一般のフライアッシュより高い。フライアッシュによる影響を評価するため普通ポルトランドセメント（以下N）でも同様の実験を行った。

また、養生条件は以下のとおりである。

(1) 養生温度：20℃

(2) 湿潤養生条件：①封緘養生7日+気中暴露

②水中養生7日+気中暴露

③水中養生14日+気中暴露

コンクリートの打ち込み時のスランプおよび空気量の目標値は、それぞれ8.0±2.0cm, 4.5±1.0%とした。コンクリート用試験機ミキサー（50リットル）に粗骨材、細骨材、セメントを投入した後、10秒間空練りする。その後、水（混和材を含む）を投入し、材料が均一になるように150秒間練り混ぜて供試体を作成した。測定器（ホイットモア型マルチレンジスひずみ計）をJIS A 1129 モルタル及びコンクリートの長さ変化試験方法に準じて、使用した。また、測定は乾燥開始後、0週、1週、4週、8週、3ヶ月、6ヶ月、9ヶ月、12ヶ月に実施した。

3. 実験結果および考察

図-1にNとFAの置換率別の乾燥収縮ひずみと材齢の関係を示す。現時点での測定では、Nと比べて乾燥収縮ひずみの収縮量に大きな違いが見られないことが分かる。しかし、8

表-1 使用材料一覧

種類	種類	仕様
セメント	普通ポルトランドセメント	密度3.15g/cm ³
混和材	北陸電力産	密度2.26g/cm ³ ブレン比表面積4740cm ² /g
細骨材	S1	能登産山砂 密度2.15g/cm ³ 吸水率3.12%
	S2	能登産安山岩砕砂 密度2.57g/cm ³ 吸水率2.65%
粗骨材	能登産安山岩砕砂	密度2.61g/cm ³ 吸水率2.07%
AE減水剤	NO.70	リゲニンスルホン酸化合物
AE剤	MA785	界面活性剤

表-2 各フライアッシュの品質

項目		試験値	JIS規格Ⅱ種
強熱減量(%)		3.3	5.0以下
湿分(%)		<0.1	1.0以下
二酸化ケイ素(SiO2)		67.23	45.0以上
物理特性	密度(g/cm ³)	2.26	1.95以上
	比表面積(cm ² /g)	4740	2500以上
	45μmふるい残分(%)	1.7	40以下
	フロー値比(%)	100	95以上
	活性度指数(%)	材齢28日 材齢91日	84 91

表-3 コンクリートの配合

FA置換率 F/(C+F)(%)	細骨材率 s/a(%)	単位量(kg/m ³)					
		水W	セメントC	混和材	細骨材		粗骨材
					S1	S2	
0	43	177	354	0	584	181	992
15	43	177	301	53	537	179	981
30	43	177	248	106	531	177	971

キーワード：乾燥収縮，養生，フライアッシュ

連絡先：石川工業高等専門学校, 〒929-0392 石川県津幡町北中条 tel: 076-288-8162, fax: 076-288-8171

週、3ヶ月、6ヶ月の測定結果では、Nと比べてFAの方の収縮量が小さくなっていることが分かる。このことから、セメントにフライアッシュを置換すると、収縮量を抑えることができるが、長期的に見ると変わらないといえる。また、置換率の違いで比べると、材齢100日前後で15%より30%の方の収縮量が小さいことが現時点では変わらないとわかる。これは、養生による影響が若材齢時のみにしか及ばないためであると考えられる。

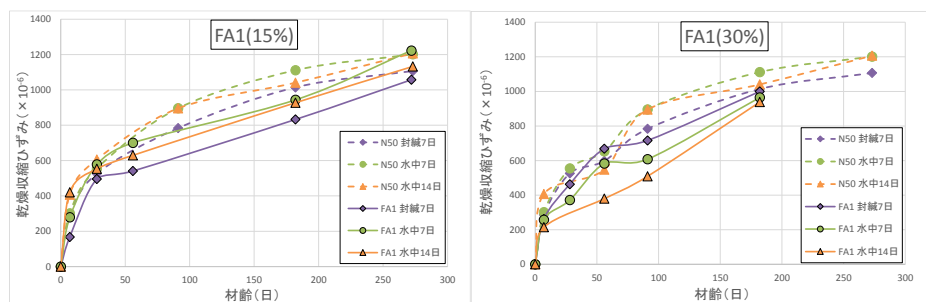


図-1

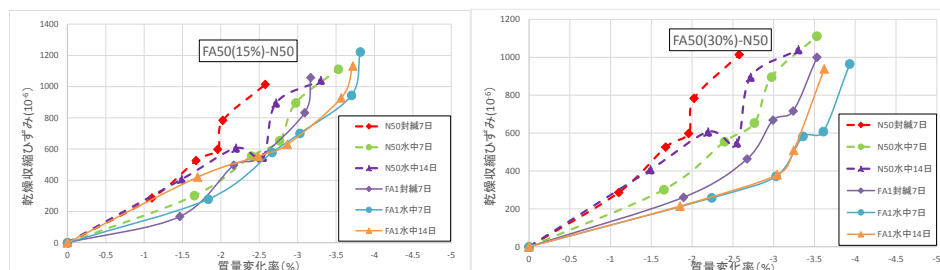


図-2

次に養生の違いで比べると、置換率15%では封緘養生7日のグラフが水中養生のグラフより収縮量が小さくなっている。しかし、置換率30%では封緘養生7日のグラフが水中養生のグラフより収縮量が大きくなっている。これらのことより、養生による明確な傾向はないといえる。

図-2にNとFAの置換率別の質量変化率と乾燥収縮ひずみの関係を示す。これは乾燥収縮開始時からの質量変化率を用いた。図-2から、水中養生14日と水中養生7日を見ると、どちらのグラフも水中養生7日の方の質量変化率が大きくなる傾向ということがわかる。これは、養生期間が長いほど水和反応が進み、コンクリート内の水分が減り、質量変化率が小さくなったのだと考えられる。また、封緘養生7日は水中養生より、質量変化が小さくなっていることが分かる。これは微小な空隙内の水分がなくなり、大きな圧力がかかって収縮したと考えられる。これらのことより、水中養生の期間を延ばすと質量変化率が小さくなり、封緘養生もまた質量変化率を小さくすることができる。一般的に、質量変化率が小さい方が耐久性のあるコンクリートとされていることより、養生期間の長いコンクリートがこれから先も必要だと考えられる。

置換率別に評価すると、置換率15%より置換率30%の方が乾燥収縮ひずみが小さい時の質量変化率が大きいと分かる。しかし長期的にみると、それほど差異は見られない。このことから、置換率による質量変化の影響は少ないといえる。

4. 今後の展望

6ヶ月時点までは、FAの方の収縮量が小さいので予想通りだが、現時点では収縮量に差異がみられなくなった。そのため、引き続き残りの測定を行い、フライアッシュが乾燥収縮ひずみに与える影響を評価する。

また、現時点で置換率による収縮量の変化が弱材齢時にしか影響していないと考えられるので、残りの測定を行い、置換率の面からも評価する。

本研究では1つの条件につき3つの供試体という少ないサンプル数で評価を行った。今後は、データ数を増やすために、モルタルを用いた小さな供試体で測定し、乾燥収縮ひずみによる影響を評価する。

謝辞：フライアッシュは北陸電力(株)よりご提供いただいた。ここに感謝致します。

参考文献

- 1) 鳥居和之：フライアッシュの活用によるコンクリートの高耐久化，pp. 11-15，電力土木，No. 357。
- 2) 浮田和明，石井光裕，重松和男，野尻陽一：分級フライアッシュを混入したコンクリートの基礎物性，pp. 1-6，コンクリート工学年次論文報告集，1998。