

北陸地方の生コン工場で製造されたフライアッシュコンクリートの耐久性評価

金沢工業大学大学院 学生会員 ○増田 旬之介
金沢工業大学 正会員 宮里 心一

1. はじめに

北陸地方で流通する骨材と分級フライアッシュ(以下、分級FAと称す)をコンクリート用混和材として実用化することで、地産地消および環境負荷低減効果が期待される。既往の研究においても、北陸地方で流通する代表的な骨材と分級FAの組合せで、実験的に検討がなされ、耐久性の向上が確認されている。しかしながら、実験室で練り混ぜたコンクリートが主対象で、生コンを対象としたデータは少ない¹⁾。特に、耐中性化の向上効果を評価した研究はわずかである。そこで、更なる実用化の展開に向け、本研究では、生コン工場の実機で製造されたコンクリートを対象に、遮塩性および耐中性化を評価した。

2. 実験手順

2.1 実験ケースと使用材料

実験ケースおよび配合を表-1に、骨材の物性を表-2に示す。No.1~5は石川県の生コン工場、No.6~13は福井県の生コン工場で製造されたコンクリートを使用した。また、結合材には、普通ポルトランドセメント(N)、高炉セメントB種(BB)、Nに内割で15%あるいは17%の分級FAを混和させた(N+FA)の3水準とした。分級FAの品質を表-3に示す。

3. 実験方法

打設後、24時間後に脱型し、材齢28日まで水中養生した後、各試験を行った。その際、φ100×200mm

のコンクリート供試体の内、上部φ100×80mmを塩水浸漬試験に、中央φ100×30mmを電気泳動試験に、

表-2 骨材の物理的特性

No.	産地	密度 (g/cm ³)	粗粒率	実績率 (%)
1,2	手取川	S①	2.57	3.05
		S②	2.60	2.00
		G①	2.61	-
3~5	青海	S①	2.64	3.05
	内灘	S②	2.57	1.00
	青海	G①	2.68	-
6,7	九頭竜川	S①	2.59	2.95
	あわら市内	S②	2.54	1.70
	九頭竜川	G①	2.66	7.05
		G②	2.64	5.95
8~13	三万谷・市波町	S①	2.65	3.00
	あわら	S②	2.57	1.75
	三万谷・市波町	G①	2.67	-
		G②		
九頭竜川	G③	2.64	-	

表-3 フライアッシュの品質

No.	JIS項目					
	密度 (g/cm ³)	強熱減量 (%)	比表面積 (cm ² /g)	フロー値比 (%)	活性度指数 (%)	
					材齢 28日	材齢 91日
2,5	2.40	2.0	4719	107	96	108
7	2.29	3.5	4659	102	93	106
10,13		3.4	4648		91	104

表-1 実験ケースおよび配合

実験ケース					W/C (W/B) (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)										
No.	製造地	骨材産地	結合材	呼び強度			W	C	FA	S			G			Ad	
										①	②	③	①	②	③	①	②
1	石川県	手取川	N	27	53.0	44.5	162	306	0	550	239	994	-	-	2.45	-	
2			N+FA		49.3	43.9	156	262	54.0	540	234	1000			3.16		
3		青海・内灘	N	30	51.9	48.4	172	332	0	692	170	938	-	-	2.32	-	
4			BB		53.0	48.2	163	308	702	172	960	3.08					
5			N+FA		45.2	48.0	151	271	63.0	702	170	964			2.34		
6	福井県	九頭竜川・あわら市内	N	27	49.5	44.9	161	326	0	592	197	798	200	-	2.28	-	
7			N+FA		47.0	44.1	159	288	51.0	574	192	800			2.37		3.39
8		三万谷・市波町・あわら・九頭竜川	N	30	48.0	44.4	157	327	0	486	324	567	309	155	3.43	-	
9			BB		45.0	42.7	155	345	461	307	579	316	157	3.48			
10			N+FA		45.3	42.8	158	297	52.4	457	305	571	312	156	3.66		6.98
11			N		48.0	46.0	179	373	0	476	318	521	284	143	3.92		
12			BB		45.0	44.3	177	394	451	301	530	289	145	3.98			
13			N+FA		45.3	44.4	184	346	61.0	443	296	519	283	141	4.27		8.14

下部 $\phi 100 \times 80\text{mm}$ を促進中性化試験に用いた。

3.1 塩水浸漬試験

91 日間に亘り、温度 20°C 、 NaCl 濃度 3.0% の水溶液に浸漬した。その後、供試体を割裂し、 0.1mol/L の硝酸銀水溶液を噴霧し、変色した領域を塩化物イオン浸透深さとして測定した。

3.2 電気泳動試験

JSCE-G 571 に準拠して、供試体に 15V の電圧を印加し、陽極側セルの塩化物イオン濃度を測定した。また、その濃度の経時変化が定常状態と判断した時、実効拡散係数を算出した。

3.3 促進中性化試験

JISA 1153 に準拠して、91 日間に亘り、温度 20°C 、RH60%、 CO_2 濃度 5.0% の環境下で促進中性化試験を行った。その後、供試体を割裂し、JISA 1152 に準拠して、フェノールフタレイン 1% 溶液を噴霧し、変色した領域を中性化深さとして測定した。

4. 実験結果および考察

塩化物イオン浸透深さの比較を図-1 に示す。これによれば、FA が混和されたコンクリートは、N で製造されたコンクリートと比較し、遮塩性は向上したと認められる。これは、FA を混和したことによるポズラン反応により、コンクリートの内部が緻密化したためと考えられる。また、BB で製造されたコンクリートと比較し、遮塩性は同等、あるいは概ね向上したと認められる。

実効拡散係数の比較を図-2 に示す。これによれば、FA が混和されたコンクリートは、N および BB で製造されたコンクリートと比較し、遮塩性は向上したと認められる。したがって、既往の研究において評価した実験室で製造されたコンクリートでの遮塩性と、本研究で使用した実機で製造されたコンクリートの遮塩性では、同様の効果を得られた。

中性化深さの比較を図-3 に示す。これによれば、FA が混和されたコンクリートは、N および BB で製造されたコンクリートと比較し、耐中性化は概ね同等、あるいは一部では向上しない結果となった。耐中性化が向上しないケースに対しては、今後の実用化の展開に向け、生コン工場での配合設計を見直す必要があると考えられる。

5. まとめ

本研究で得られた結論を示す。

- (1) FA が混和されたコンクリートでは、N および BB で製造されたコンクリートと比較し、塩化物イオン浸透深さおよび塩化物イオンの実効拡散係数は、同等あるいは低減された。
- (2) FA が混和されたコンクリートでは、N および BB で製造されたコンクリートと比較し、耐中性化の向上を期待できないケースもあり、一部の生コン工場では配合設計の見直しが必要である。

参考文献

- 1) 田端辰伍ほか：北陸産分級フライアッシュを用いたコンクリートの実用化研究，材料，Vol.63，No.10，pp.702-709，2014.10

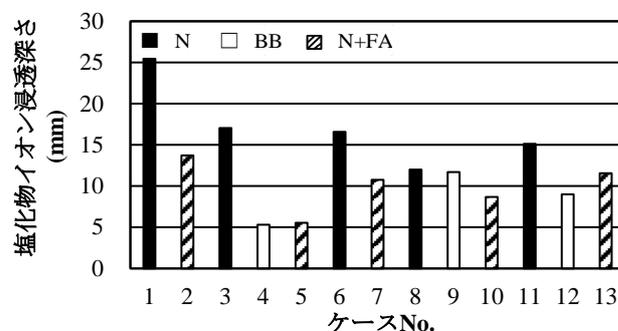


図-1 塩化物イオン浸透深さの比較

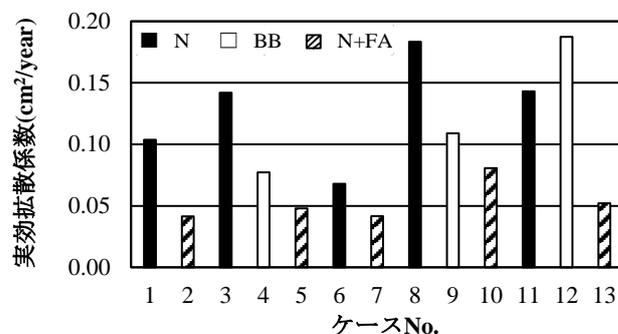


図-2 実効拡散係数の比較

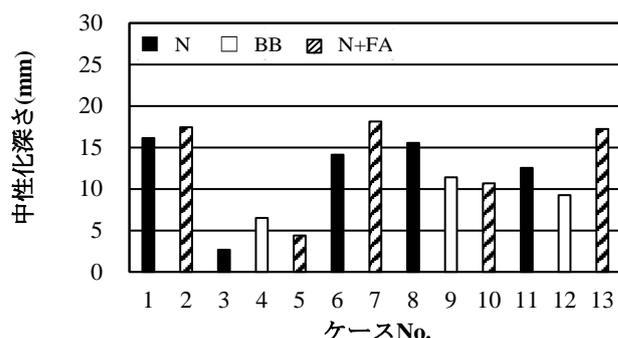


図-3 中性化深さの比較