

フライアッシュコンクリートの塩害および中性化に対する評価について

四国電力(株) 正会員 ○下岡 直哉 (株)四国総研 非会員 馬越 唯好
徳島大学大学院 正会員 上田 隆雄 徳島大学大学院 学生会員 宮田 啓志

1. はじめに

フライアッシュコンクリートは、普通のコンクリートに比べ耐塩害性が高いとされているが、近年、公共工事等で広く使用されている高炉セメントにフライアッシュ（以下、FA という）を混合したコンクリートについては、定量的な評価事例が少ないため、耐塩害性を中心とした耐久性評価に関する各種室内試験を実施したので報告する。

2. 試験概要

表－1 コンクリート配合要因

ケース	セメント	FAⅡ種		FAⅣ種		スランプ (cm)	W/C(C+FA) (%)	細骨材率 (%)	単位量 (kg/m ³)						AE減水剤	
		内割	外割	内割	外割				セメント	FA		水	細骨材 石灰岩砕砂	粗骨材 石灰岩碎石		
										C	内割F _c					外割F _s
N無	N	0	0	0	0	9	55	44.0	273	0	0	150	847	1,088	C × 1.0%	
N-Ⅱ内20		20	0		0			41.0	210	52	0	144	793	1,153		
N-Ⅱ外20		0	20		0			39.0	300	0	126	165	581	1,145		
N-Ⅳ外20		0	0		20			39.0	309	0	118	170	575	1,131		
BB無	BB	0	0		0			0	43.0	269	0	0	148	828		1,104
BB-Ⅱ内20		20	0		0			40.0	206	52	0	142	775	1,172		
BB-Ⅱ外20		0	20		0			38.0	296	0	123	163	566	1,161		
BB-Ⅳ外20		0	0		20			37.0	305	0	112	168	545	1,166		

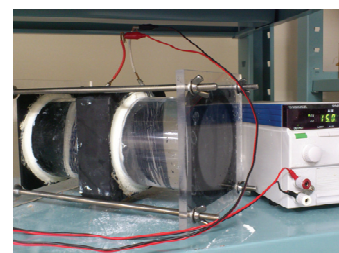
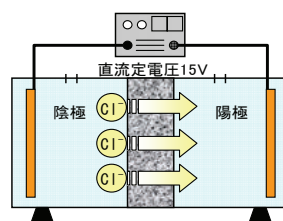
2.1 コンクリート配合

本試験では、普通ポルトランドセメント(以下、Nという)、高炉セメントB種(以下、BBという)、FAⅡ種およびFAⅣ種を用いた表－1に示す計8配合である。

2.2 電気泳動試験

表－1に示すコンクリート配合要因で、円柱供試体φ100×200mmを作製し、28日間水中養生を行った後、電気泳動によるコンクリート中の塩化物イオンの実効拡散係数試験方法(案)(JSCE-G571-2010)により、塩化物イオン(Cl⁻)の実効拡散係数を求めた。

本試験は、陽極および陰極電極に、チタンメッシュを用い、各電気泳動セルには、50mm厚さに切り出した円板コンクリートを固定し、15Vの直流電流を負荷した。



図－1 電気泳動試験実施状況

2.3 促進中性化試験

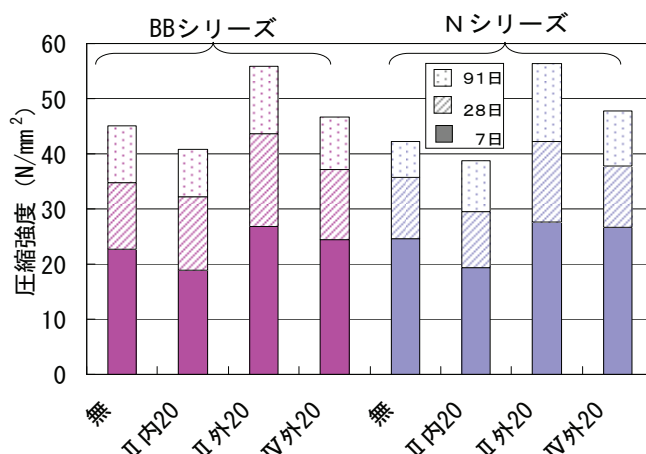
表－1に示すコンクリート配合要因で、角柱供試体100mm×100mm×400mmを作製し、28日間水中養生を行い、相対湿度60±5%、温度20±2℃の恒温恒湿室にて材齢91日まで養生後、促進中性化促進試験を行った。供試体の打込み面、底面および両端面は、二酸化炭素を遮断するためエポキシ樹脂にてシールを行った。なお、中性化の促進条件は、温度20±2℃、相対湿度60±5%、二酸化炭素濃度5±0.2%とした。

3. 試験結果

3.1 圧縮強度試験

各配合コンクリートの材齢に伴う圧縮強度の変化を図－2示す。これによると、N、BBシリーズともに、FAⅡ種内割は、FA無混和に比べて、すべての材齢（7、28、91日）において強度が減少したが、FAⅡ種外割、FAⅣ種外割は、増加し、その増加割合は、Ⅳ種よりⅡ種の方が大きい。

また、NシリーズとBBシリーズを比較すると、材齢7日では、Nシリーズの強度が若干大きくな



図－2 圧縮強度

るが、長期材齢になるにつれて、BB シリーズの強度が大きくなる。

3.2 電気泳動試験（耐塩害性）

各配合の Cl^- の実効拡散係数を図－3 に示す。

これによると、BB シリーズの Cl^- の実効拡散係数は、すべての配合で N シリーズより小さくなっており、BB を用いることによる細孔構造の緻密化による影響が見られる。

また、N、BB シリーズともに、FA を混和することで無混和よりも Cl^- の実効拡散係数は小さく、耐塩害性が高まる傾向となり、その効果は、FAⅣ種外割よりも FAⅡ種外割が大きい。

一方、FAⅡ種内割の Cl^- の実効拡散係数は、N、BB シリーズともに FA 無混和よりも同等もしくは、低下する傾向となった。

今回の結果は、FA や高炉スラグ微粉末添加によるフィラー効果の影響と考えられる。試験材齢を 28 日より長期にすれば、これら混和材微粉末のポズラン反応および潜在水硬性による細孔組織の緻密化の影響で Cl^- の実効拡散係数は、さらに小さくなることが期待される。

3.3 促進中性化試験

各配合の材齢に伴う中性化深さを図－4 に示す。

これによると、N、BB シリーズともに FAⅡ種内割は、FA 無混和より中性化深さは大きくなるものの、FAⅡ種外割、Ⅳ種外割は、FA 無混和より中性化深さは小さくなり、中性化に対する抵抗性が高い傾向が見られた。

また、FAⅣ種外割より FAⅡ種外割の方が中性化深さは小さく、中性化に対する抵抗性が高い傾向が見られた。

さらに、BB シリーズより N シリーズの方が同材齢における中性化深さは小さく、中性化に対する抵抗性が高い傾向が見られた。

今回の試験は、91 日養生後に行ったため、FA を混和した場合、ポズラン反応によりコンクリートが緻密化され、二酸化炭素の侵入が少なかったことにより中性化の進行が少なかったと考えられる。このことから、十分な養生期間を確保すれば、FA を外割で混和することで、中性化に対する抵抗性は向上するものと思われる。

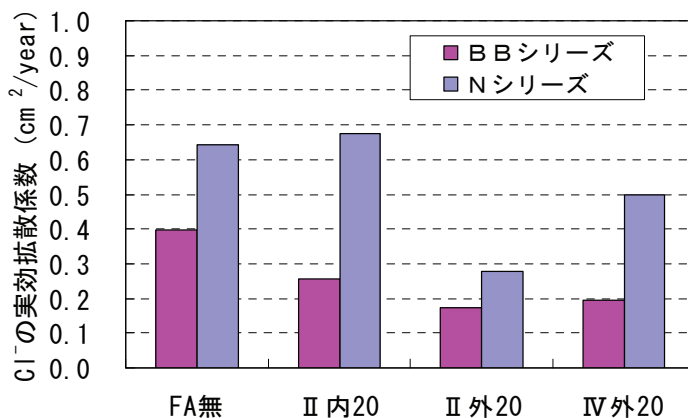
4. まとめ

本試験の結果から、高炉セメントに FA を混和したコンクリートは、普通ポルトランドセメントに FA を混和したコンクリートよりも、耐塩害性が向上することが確認された。

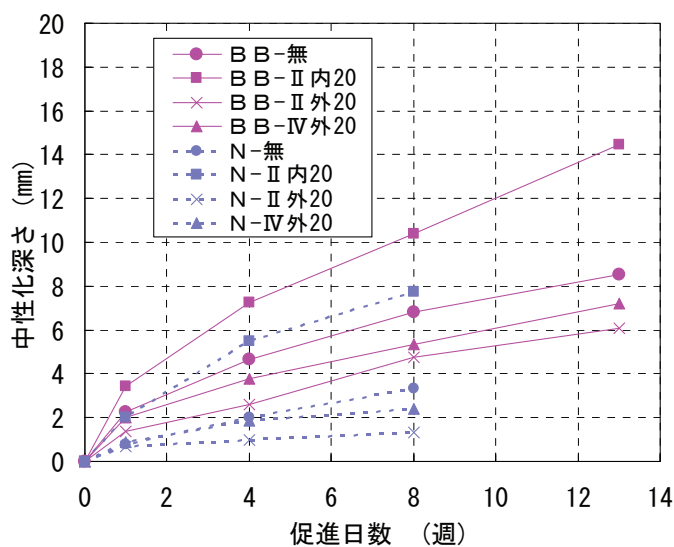
また、高炉セメントを用いたコンクリートは、普通ポルトランドセメントを用いたコンクリートよりも中性化抵抗性が低下するものの、FA を外割で混和することにより、普通ポルトランドセメントを用いたコンクリートと同程度の中性化抵抗性を確保することが確認された。

このため、今回の試験結果をもとに、広く公共工事で FA コンクリートが使用されることが望まれる。

最後に、本稿執筆にあたり、ご指導・ご協力頂いた関係各位に深く感謝の意を表します。



図－3 Cl^- の実効拡散係数



図－4 中性化深さ