

塩害と ASR により複合劣化する PC 梁の 13 年相当後の FA 混和による性能低下抑制効果

金沢工業大学 学生会員 樋口 誠
 金沢工業大学 正会員 宮里 心一
 金沢工業大学 正会員 保倉 篤

1. はじめに

北陸地方の鉄筋コンクリートでは、塩害による劣化が顕在化している¹⁾。また、アルカリシリカ反応(以下、ASR と略す)による劣化も生じている²⁾。さらに、塩害と ASR の複合劣化も生じている。したがって、その対策が必要とされており、フライアッシュ (以下、FA と略す) の混和が図られている。しかしながら、複合劣化したプレストレストコンクリート (以下、PC と略す) に対する、FA 混和による力学性能の低減抑制効果を評価した研究は少ない³⁾。

上記を踏まえて本研究では、塩害と ASR の複合劣化を模擬した PC 梁供試体を作製し、一部には FA を混和し、1176 日間の促進暴露後における力学性能を実験的に評価した。

2. 実験手順

2.1 実験ケースと供試体概要

供試体概要を図-1 に示す。プレテンション方式 PC 梁供試体を用いた。PC 鋼より線 (φ9.3mm, 7 本より) を降伏値の 76% で緊張した状態で、80×140×1209mm のコンクリートの中心に配置した。表-1 に実験ケースを、表-2 にコンクリートの配合を示す。なお、早強ポルトランドセメント、七尾産 2 種灰、常願寺川産骨材、および等価アルカリ量が 7.5kg/m³ の NaCl を混和した混練水を用いた。次に、材齢 3 日で緊張を解放し、材齢 28 日まで初期養生を行った。その後、PC 鋼より線端部にリード線を繋いだ後、端面をエポキシ樹脂で被覆した。その上で、40℃で濃度 3% の NaCl 水溶液中への浸漬と気中乾燥を繰り返し、

1176 日間の暴露を行った。なお、アレニウス則に基づけば、約 13 年間の屋外暴露に相当する。

2.2 測定方法

自然電位は、JSCE-E601-2000 に準拠し、照合電極に飽和硫酸銅電極 (CSE) を用いて測定し、ASTM-C876 により評価した。曲げ載荷試験は図-2 に示す方法で行い、荷重と中央変位を測定した。その後、ダイヤモンド振動ドリルを用いて、ひび割れの少ない箇所から円柱供試体を採取し、JIS A 1108 に準拠して圧縮強度試験を行った。

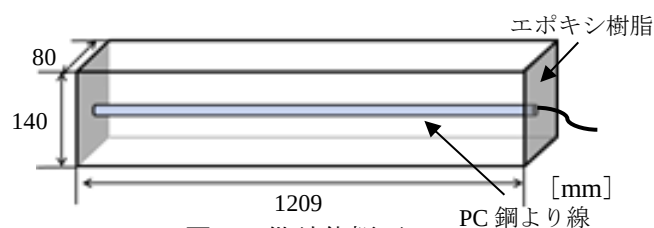


図-1 供試体概要

表-1 実験ケース

ケース	FA (内割)
ブランク	-
FA	15%

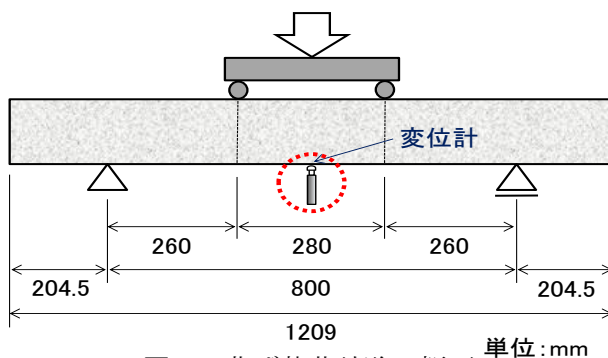


図-2 曲げ載荷試験の概要

表-2 コンクリートの配合とフレッシュ性状

ケース	W/B (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)					(g/m ³)		(kg/m ³)	スランブ (cm)	空気量 (%)
			W	C	FA	S	G	SP	消泡剤	NaCl		
ブランク	40	46.3	150	375	-	828	961	300.0	7.5	24.67	10.0	4.2
FA	35	44.6		364	64	772	958	235.4	-		18.0	6.0

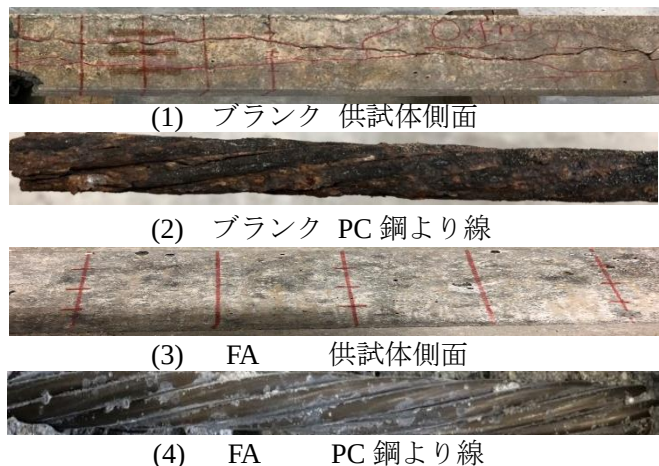


写真-1 暴露後の供試体側面と PC 鋼より線の状態

3. 実験結果および考察

写真-1によれば、FA ケースではひび割れは生じておらず、PC 鋼より線は腐食していない。一方、ブランクケースでは PC 鋼より線に沿って供試体にひび割れが生じていることを確認できる。図-3によれば、暴露前に比べて暴露後の圧縮強度は、ブランクケースでは低下したが、FA ケースでは保持された。同様に自然電位は、図-4によれば、ブランクケースでは卑化し、FA ケースでは貴に保持された。さらに、図-5によれば、FA ケースに比べてブランクケースでは、最大荷重が半減した。

以上のことから、ブランクケースでは複合劣化が進行し、ASR によるひび割れが発生し、そのひび割れから塩分や酸素が浸透し、PC 鋼より線が腐食したため、力学性能は低下したと考える。一方、FA ケースでは、ASR が抑制され⁴⁾、性能が保持されたと考える。

4. まとめ

13年間相当の屋外暴露した、塩害と ASR により複合劣化する PC 梁供試体を用いた実験によれば、FA 混和により、①ひび割れの発生、②圧縮強度の低下、③自然電位の卑下、④曲げ荷重の低下を抑制できた。

謝辞 本研究は北陸 SIP の一部として行った。

参考文献

- 1) 石川裕夏, 久保善司, 横山広, 出口一也: 凍結防止剤がコンクリート構造物に及ぼす影響に関する

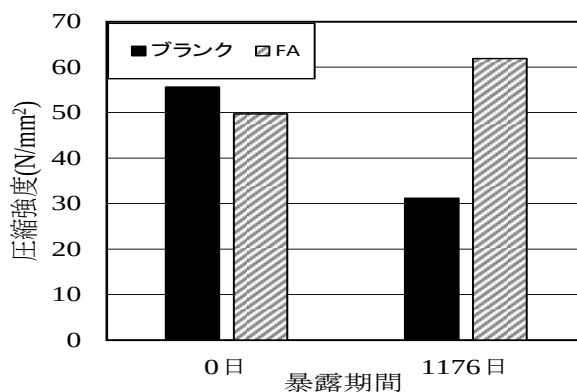


図-3 圧縮強度

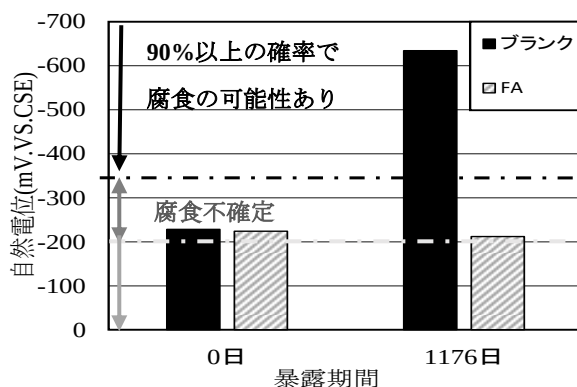


図-4 自然電位

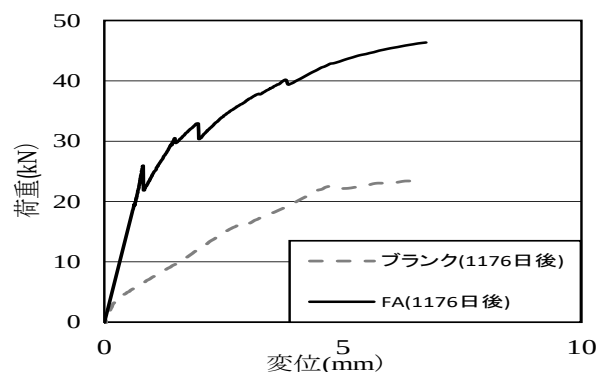


図-5 荷重変位曲線

の実態調査, コンクリート工学年次論文集, Vol.34, No.1, pp.766-771, 2012

- 2) 湊俊彦, 鳥居和之: 北陸地方における ASR が発生した PC 橋の詳細調査, コンクリート工学年次論文集, Vol.33, No.1, pp.1001-1006, 2011
- 3) 保倉篤, 宮里心一, 関川彰展: ASR 劣化を受ける PC 梁に対する FA 混和による性能低下抑制効果, コンクリート工学年次論文集, Vol.39, No.1, pp.337-342, 2017
- 4) 参納千夏男, 橋本徹, 稲垣崇秀, 鳥居和之: RC 試験体の長期屋外暴露試験におけるフライアッシュの ASR 抑制効果, Vol.33, No.1, pp.1037-1042, 2011