

2019年3月13日

株式会社奥村組

## 塩害リスクのある RC 構造物に加熱改質フライアッシュを初めて適用

株式会社奥村組（本社：大阪市阿倍野区、社長：奥村太加典）、日本製紙株式会社（本社：東京都千代田区、社長：馬城 文雄）、東北大学（仙台市青葉区、総長：大野 英男）は、コンクリート混和材として含有未燃炭素を 1%以下とした加熱改質フライアッシュ（CfFA®/Carbon-free Fly Ash）を適用することに関する研究を進めてきました。

このたび、岩手県大沢川水門の躯体 RC 構造物のうち、水門の両側に位置する翼壁部のコンクリートに、耐久性向上と施工性向上を目的として、加熱改質フライアッシュを適用しました。加熱改質フライアッシュについては、東北地方においてはケーソンや消波ブロックでの適用例がありますが、構造物に塩害対策として適用するのは初となります。

### 「背景」

大沢川水門は、二級河川大沢川の山田湾河口に建設中の水門であり、東日本大震災時の津波により破壊された旧大沢川水門を取り壊し、新たに建設中の防潮堤と一体型の水門として計画されています（図-1）。この大沢川水門の翼壁部に使用する鉄筋コンクリート部材は河川水面に接していますが、満潮時に河川内に流入する海水に含まれる塩分がコンクリート内部に侵入するため、当該部材は鉄筋の腐食リスクが比較的高い環境に曝されていると考えられます。

こうした環境にある RC 構造物の鉄筋を海水による劣化から守るためには、鉄筋を保護する役割を果たすコンクリートを塩分が浸透しにくい緻密なものにし、且つ、密実に施工する必要があります。

### 「概要」

フライアッシュはコンクリートに配合するとコンクリートを緻密化する効果があることが知られています。また、フライアッシュの粒子は球形であるためフレッシュコンクリートの流動性を高める効果もあります。一方で、フライアッシュは石炭火力発電施設の産業副産物で、微量の未燃炭素を含みます。この未燃炭素は、フレッシュコンクリートの流動性や空気量を制御する各種化学混和剤を吸着し、硬化後のコンクリートの物性に影響を及ぼす場合があります。加熱改質フライアッシュは未燃炭素を化学混和剤の効果発現に影響を与えない 1%以下に除去しており、通常のフライアッシュに比べて高い品質安定性を有しています。日本製紙(株)石巻工場では、同工場で副産される石炭灰を原料として、平成 27 年 12 月から加熱改質フライアッシュの製造を開始しています。

この加熱改質フライアッシュをコンクリートに混ぜることにより、以下の効果が得られることを研究により確認しました。

- ① 通常のフライアッシュを使用した場合と比較して、フレッシュコンクリートの空気量や流動性が安定する

- ② 鉄筋間の通過しやすさを示す間隙通過試験で通過時間がおおよそ半分に低減、つまり間隙通過速度が約2倍に向上し、コンクリートの充填性の向上が期待できる（図－2）
- ③ セメントの15%を加熱改質フライアッシュに置換した場合、加熱改質フライアッシュ無添加の場合に比べて、塩化物イオンの透過しやすさに関するグレードが、5段階のうち「高い」と「中庸」の境界から「とても低い」まで向上した。このことから、コンクリート構造物の耐久性向上が期待できる（図－3）

#### 「実工事への適用」

大沢川水門は大沢川と現在施工中の防潮堤が交差する箇所に設けられた、津波・高潮による陸地への海水流入を防ぐための水門です。水門の構造物の最も海側に位置する下流側翼壁部は、満潮や波浪の影響を受けやすいコンクリート構造物であり、その最下部（下床～3.3m）は、鉄筋腐食のリスク発生が懸念されます（図－4）。大沢川水門の構築にあたり、塩分の浸透を抑制することで将来的な劣化のリスクを低減することに加え、コンクリートのワーカビリティを改善し施工効率の向上を図るため、この部位のコンクリートに、1m<sup>3</sup>あたり40kgの加熱改質フライアッシュを使用しました（写真－1、写真－2）。混和量（使用量）は、耐久性、施工性の向上効果と経済性、プラントでの投入の作業性等を勘案し、決定しました。加熱改質フライアッシュは、20kg/袋とし、内包用袋（水解紙充填袋（共栄製袋(株)製、写真－3））を使用し、袋をそのままミキサーに投入することで作業の軽減を図りました。

大沢川水門に使用するコンクリートの設計スランプは8cmであり、普通コンクリートを使用する場合は、ポンプ圧送作業において稀に脱水等の材料分離に起因するポンプ閉塞等が発生する恐れがありますが、加熱改質フライアッシュを使用した場合、同スランプでも材料分離によるポンプ閉塞等が発生することなく、安定した空気量を確保したうえで、良好な施工性を確認することができました。

#### 「今後について」

本工事では加熱改質フライアッシュを用いたコンクリートの品質安定性と施工性を確認していますが、これに加え、実構造物および同環境に配置した供試体を用いて、耐久性への効果、特に塩分浸透抑制効果について、電気抵抗率、塩分拡散係数、コンクリートの内部ひずみ、内部湿度などのモニタリングを長期的に行う予定です。その結果をもとに、今後の配合設計に活かし、加熱改質フライアッシュを用いたコンクリートの適用範囲の拡大に積極的に取り組んでいきたいと考えています。

#### 【お問い合わせ先】

株式会社奥村組

技術研究所 土木研究グループ

齋藤 隆弘（さいとう たかひろ）

TEL 029-865-1751 / FAX 029-865-0782

E-mail: takahiro.saitoh@okumuragumi.jp



東日本大震災により被災した大沢川水門

新しい大沢川水門の完成予想図

図-1 被災後の大沢川水門と新しい水門の完成予想図

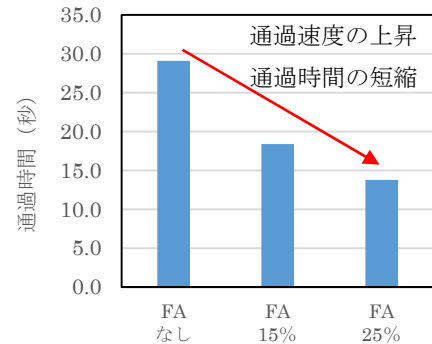
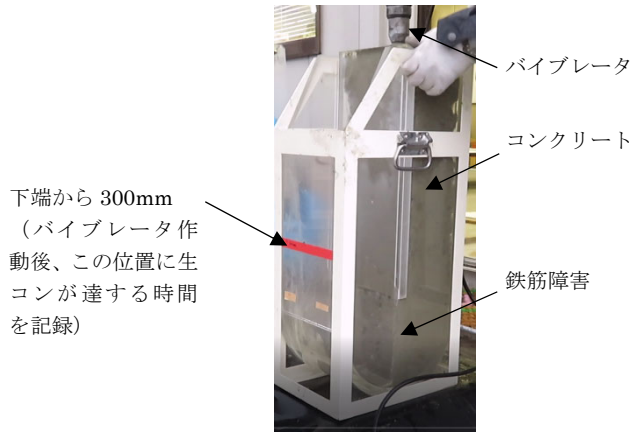
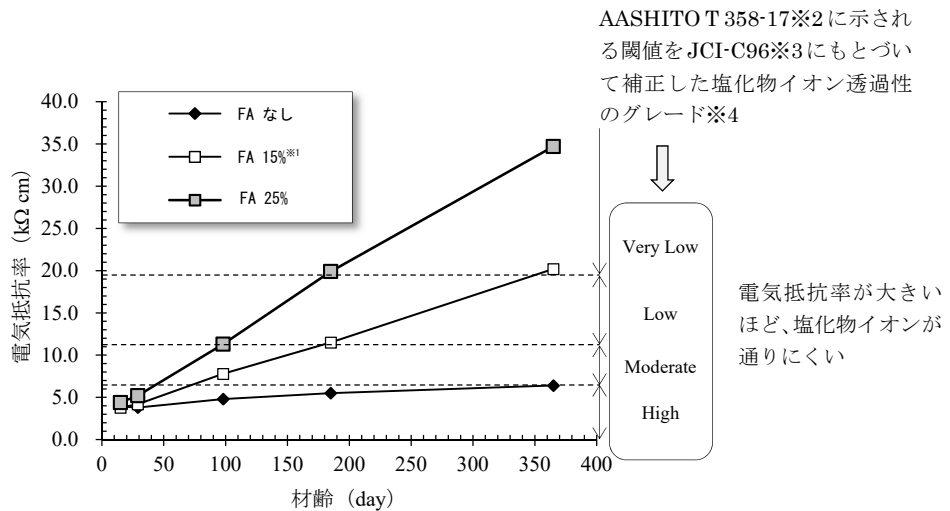


図-2 間隙通過試験の試験状況と結果



※1: 今回の施工で用いた配合に最も近い実験ケース

※2: AASHTO T 358-17:

Standard Method of Test for Surface Resistivity Indication of Concrete's Ability to Resist Chloride Ion Penetration

※3 JCI-C96 「電気化学的手法を活用した実効的維持管理手法の確立に関する研究委員会 報告書」

※4 Very Low (とても低い) の上位に Negligible (無視できる) があるが、一般のコンクリートの範囲外であるため記載していない

図-3 電気抵抗率試験結果

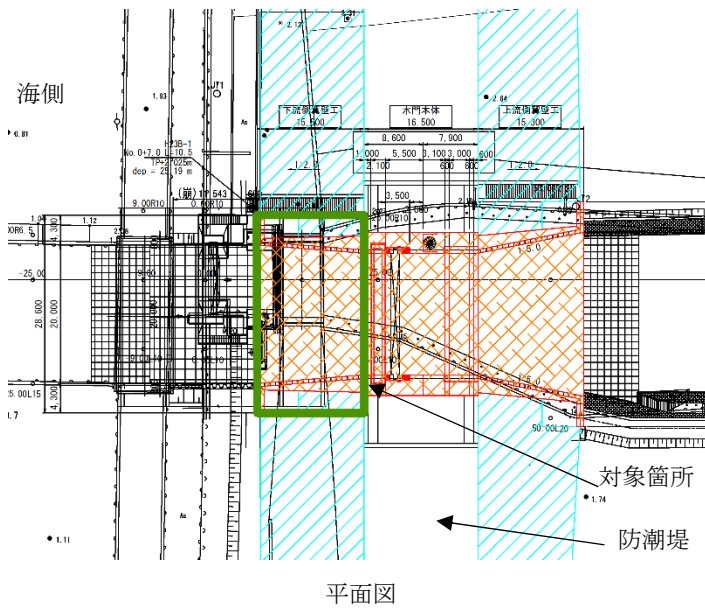


図-4 現場平面図および断面図



写真-1 打設状況



写真-2 脱型後の状況



写真-3 フライアッシュ投入 (内包用袋に水解紙充填袋を使用)