電力中央研究所報告

火 力 発 電

貝殻含有フライアッシュ固化物の港湾土木資材としての利用検討

キーワード：フライアッシュ，貝殻砕粉，異形ブロック，圧縮強度　　報告書番号：Ｍ１５００６

背　　景

当所では，フライアッシュ（FA）を港湾土木資材としてリサイクルすることを目的に，水産系廃棄物として排出され強度物性に優れる貝殻砕粉を用いたセメント不使用の固化物（貝殻含有 FA 固化物）の開発を進めている[1]。本固化物を，近年，防災と海域環境保全の観点から関心が高まっている消波ブロック等水理構造物として利用するには，異形ブロック（図 1）への打設可否の検証，海域への環境安全性の担保ならびに使用環境下での設計基準強度 18N/mm^2 以上の維持が必要である。

目　　的

貝殻含有 FA 固化物に対して，異形ブロックとしての打設可否の指標となる混練物のフレッシュ性状[注 1)]や海水へのアルカリ溶出性，材料劣化の有無（耐海水性）について明らかにする。

主な成果

１．打設時のフレッシュ性状

貝殻含有 FA 固化物（FA70mass%含有）のフレッシュ性状は，空気量 2.6%，スランプ 0 となり，打設しにくい可能性が示された。しかしながら，流動性改善効果に優れた FA を多量に配合しているため，振動を与えることにより型枠充填性を十分に確保でき，ひび割れなく 15×15×53cm[注 2)]（かさ密度：1.6g/cm^3）の固化物を普通コンクリートと同様の方法で打設可能であることがわかった（図 2）。

２．海水へのアルカリ溶出性

図２に示す固化物を予備洗浄なく有姿で約 50 日間人工海水に浸漬したところ，試験当初から海域環境への影響の小さい pH8.5[注 3)]を維持できた（図 3）。

３．海水浸漬の固化物物性への影響

浸漬後の固化物からコア抜きした円柱状固化物（φ50mm×100mm）の強度は，32 N/mm^2（浸漬前[注 4)]約 20 N/mm^2）と FA コンクリートと同様のポゾラン反応[注 5)]による長期強度増進効果[2]と定常的な水分の供給により水和反応を維持できることにより強度が増大した。一方，浸漬後に約 1.5 cm の塩分浸透が観られたが，浸漬前後に大きな空隙率や結晶構造の変化はなく（図 4），異形ブロックの必要強度 18 N/mm^2 以上を確保できることがわかった。

今後の展開

フィールド試験に移行し，実海域での生物親和性や耐摩耗性などを検証する。

注1）フレッシュ性状：原料の混練直後から打設され凝結・硬化に至る前の状態にある混練物の物性であり，コンクリート打設時の作業性や仕上がりを評価するための指標。一般的に混練物中の空気量やスランプ（混練物の流動や変形に対する抵抗性の程度）などが測定され，普通コンクリートの空気量は 4.5%±1.5，スランプ 8～18（粗骨材寸法や設計基準強度によって異なる）とされる。
注2）大型構造物（ダムコンクリート用）の試験体として，生コンクリート会社で実際に用いられたサイズ。
注3）環境省水質汚濁防止法の一律排水基準（海域）では，溶出 pH を 5.0～9.0 と定めている。
注4）同配合条件で混練し，40×40×160 mm（モルタルの圧縮強度試験（JIS R5201））の直方体型枠で作製された固化物の強度である。
注5）FA 中に含まれる可溶性のケイ酸塩が水酸化カルシウムと常温で化合して，Si/Ca 比の大きな不溶性のケイ酸カルシウム等を生成し硬化する反応。材齢を経るほど反応が進行する。

図 1　貝殻含有 FA 固化物の考えられる用途先

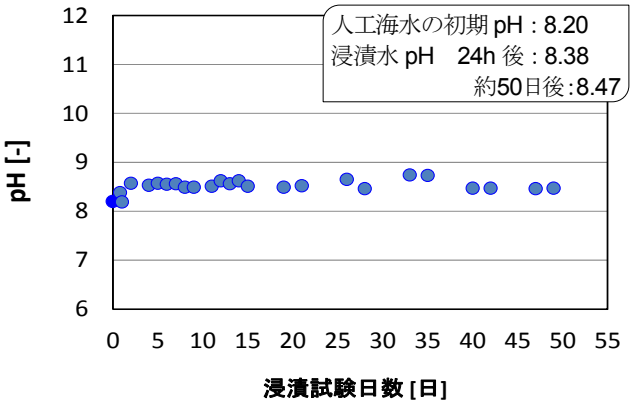

図 3　貝殻含有 FA 固化物の浸漬による人工海水の pH 変化

気中養生後，固化物を洗浄せずに有姿で浸漬。投入当初から pH の著しい増大がなく，安定。浸漬後も無筋コンクリートに必要な強度を保持している。

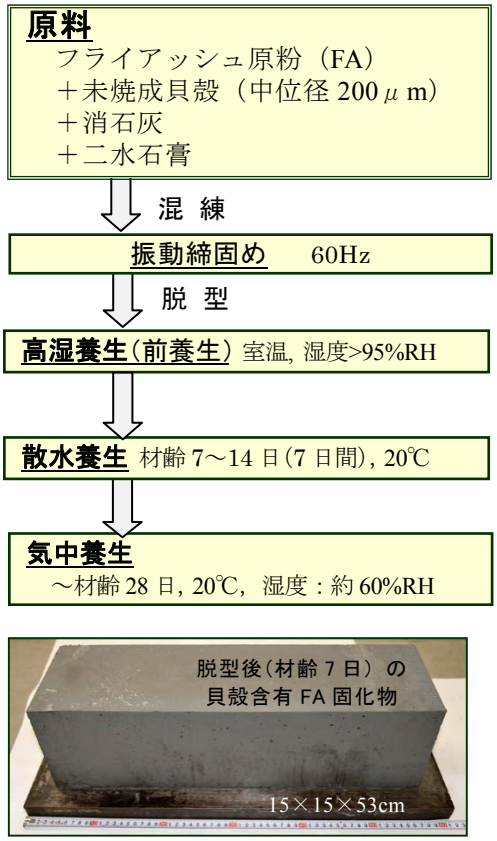

図 2　貝殻含有 FA 固化物の製造フロー

コンクリートの普通養生程度の簡易な製造工程で調製可能である。

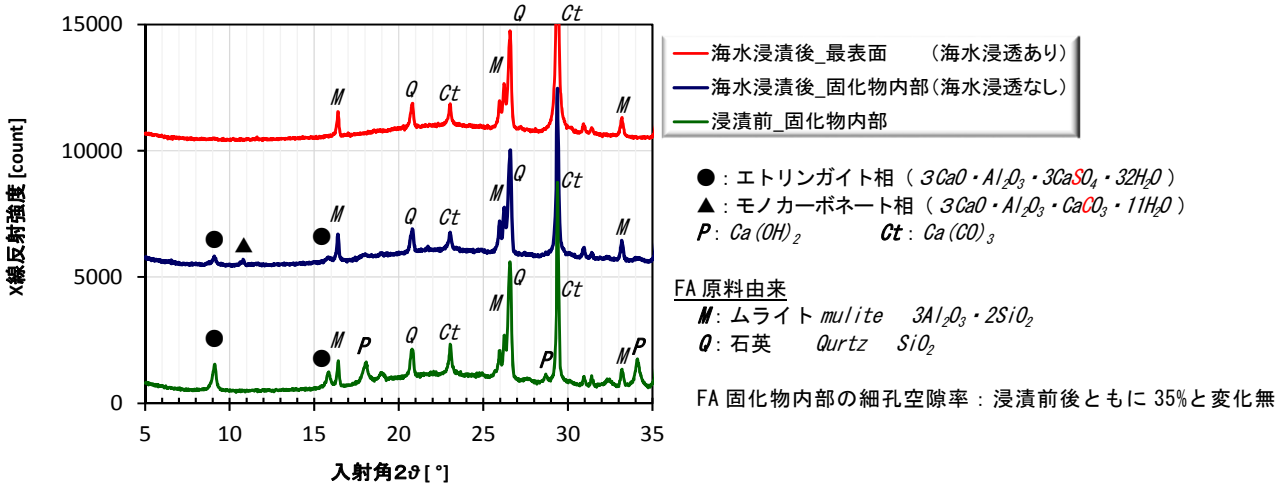

図 4　貝殻含有 FA 固化物内部と最表面の結晶構造変化

浸漬前に検出された $Ca(OH)_2$ は，水和反応等によって海水浸漬後に減少した。また，少量のモノカーボネートのピークが検出されたが，固化物の最表面を含め浸漬前後で大きな結晶構造の変化がないことが明らかになった。

関連研究報告書	[1]「振動締固め法による貝殻含有 FA 固化物の製造法の検討－材料強度向上のための調製条件－」M14011（2015.8） [2]「フライアッシュコンクリートのポゾラン反応に伴う強度発現メカニズムについての考察－API 法の適用性の拡張－」N06018（2007.6）
研究担当者	日恵井佳子（エネルギー技術研究所　燃料高度利用領域　主任研究員）
問い合わせ先	電力中央研究所　電力技術研究所　研究管理担当スタッフ Tel. 046-856-2121（代）　E-mail : eerl-rr-ml@criepi.denken.or.jp

報告書の本冊（PDF 版）は電中研ホームページ http://criepi.denken.or.jp/よりダウンロード可能です。
[非売品・無断転載を禁じる]©2016　CRIEPI
平成28年8月発行