

貝殻混じりセメント固化体の施工コストと CO₂ 削減効果の試算

五洋建設 (株)	正会員	○伊豫田紀子
五洋建設 (株)	正会員	小笠原哲也
五洋建設 (株)	正会員	山田 耕一
八戸工業大学	正会員	阿波 稔
東京海洋大学		藤田 大介

1. 目的

水産業等により発生する廃棄貝殻の多くは産地周辺地域に野積みされて保管されており、有効な活用手段の開発が求められている。近年では貝殻のリサイクル方法としてコンクリート用骨材への適用が多数提案されている。貝殻の骨材への適用は碎石等の天然資源の保護や水産廃棄物のリデュースに大きく貢献すると考えられる。

貝殻を骨材に利用したブロックについて、コストを比較した事例¹⁾²⁾の多くは材料費や製作費等の各項目に着目したものであり、材料調達・製作から設置まで考慮した工事全体の費用を比較した例は少ない。そこで、事業レベルでの工事費の試算とコスト増の要因の把握を目的として、ホタテ殻を骨材に用いた貝殻混じりセメント固化体(以下、SC 固化体、写真-1)の設置工事のコストを試算し、普通セメント固化体の場合と比較した。また、工事における CO₂ 排出量の削減は建設業界の課題であることから、工事の実施による CO₂ 排出量についても試算した。



写真-1. 貝殻混じりセメント固化体(供試体割裂面)

2. 試算条件の設定

2.1 モデル事業の設定

今回の試算は、藻場造成事業のために、ある漁港地先から 1km 程度沖合の水深 5m の砂底に 1t 型ブロック (SC 固化体、1.0m×1.0m×0.5m)を 3m 間隔で 2,000 個設置するモデル事業を想定して行った(図-1)。事業はホタテ漁が盛んな青森県沿岸部で実施することとし、造成区域は平内町を中心に半径 100km 圏内に存在する任意の漁港地先の海域と設定した(図-2)。この設定により、試算結果を青森県沿岸部の全域に適用できる。

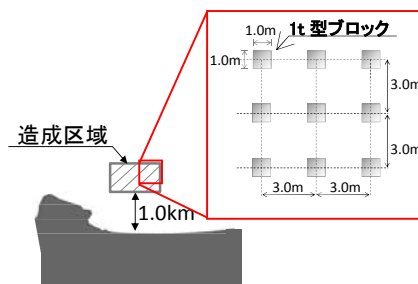


図-1. モデル事業の計画図

2.2 施工手順

SC 固化体の製作方法には、生コン工場でベースコンクリートと貝殻を混練し現地へ運搬する「工場製作」と現地でベースコンクリートと貝殻を混練する「現場製作」の2種類があるが、コスト面から前者を採用した。前提条件として、ホタテ殻は平内町で入手し、固化体の製作ヤードおよび生コン工場は造成区域の漁港周辺にあるとした。施工手順を図-3に示す。まず、材料となる貝殻混じりコンクリートは、平内町内ヤードにてバックホウで粉砕した貝殻を 10t ダンプトラックで陸送し(走行距離 100km)、生コン工場で「工場製作」した。固化体の製作は、「工場製作」した貝殻混じりコンクリートを用いて漁港周辺の製作ヤードで行った。設置は、漁港の岸壁へ転地した固化体を台船に積み込み、造成区域へ運搬し据付すると仮定した。普通セメント固化体の施工手順は、図-3のう



図-2. 試算対象範囲

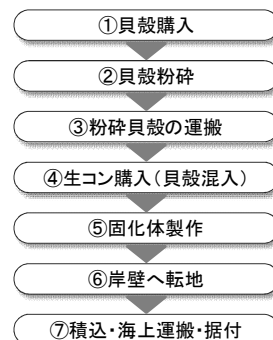


図-3. 施工手順

キーワード 貝殻, リサイクル, 施工コスト, CO₂ 削減

連絡先 〒329-2746 栃木県那須塩原市四区町 1534-1 五洋建設株式会社技術研究所 TEL 0287-39-2116

貝殻加工過程(①購入・②粉砕・③運搬)がなく、ベースコンクリートの購入～海域への据付までの工程(④～⑦)のみである。

3. 施工コストの算出

積算は港湾土木請負工事積算基準(平成 21 年度改定版)に準拠し、材料や機材リース等の単価は市場単価を使用した。ホタテ殻の購入費は平内町役場での販売価格 100 円/t 程度を用いた³⁾。また、施工時期は荒天等による待機時間の少ない夏季を想定した。表-1 に直接工事費の比較結果を示す。

SC 固化体の直接工事費は約 7,843 万円であり、普通セメント固化体の 7,424 万円よりも約 5.6%高い結果となった。これは、普通セメント固化体にはない貝殻加工過程での費用の追加による。特に、貝殻の運搬費は県内での運搬コストが最も高い場合を想定しており、対象海域に近い貝殻の集積場所から購入すれば運搬コストも削減が可能である。仮に運搬距離を 40km とした場合、SC 固化体のコストは 3.9%増加に抑えられる。

4. CO₂ 削減効果の算出

貝殻の主成分(約 95%)は炭酸カルシウム CaCO₃ であるため、野積みした状態が続くと降雨等によって貝殻が溶け出し CO₂ を放出する根源となる。固化体の製作に貝殻を骨材として使用すると、CO₂ 放出源を固化体内に封じ込めることになるため、CO₂ の放出を抑制できる。そこで、上記²⁾で示したモデル事業での CO₂ 排出量を以下のように試算した。

資材や重機の CO₂ 排出原単位はコンクリート構造物の環境性能照査指針(試案)⁴⁾を参考にし、記載のない重機は燃料の排出原単位と使用量から推算した。また SC 固化体は普通ポルトランドセメントよりも高炉セメント B 種を使用する方が製作しやすいことから、SC 固化体には高炉セメント B 種を使用し、普通セメント固化体は普通ポルトランドセメントを用いると仮定した。貝殻の CO₂ 固定量は、貝殻の炭酸カルシウムの含有率(95%)と分子量の比(CO₂=44, CaCO₃=100)に基づき 420kgCO₂/t と算出した。CO₂ 排出量の比較結果は表-2 に示したとおりで、普通セメント固化体は 238.9kgCO₂/m³ の排出であるのに対し、SC 固化体は 1.6kgCO₂/m³ で、普通セメント固化体の約 0.7%の排出に止まった。また、貝殻の運搬距離を 40km として試算すると、SC 固化体は -4.5kgCO₂/m³ の排出となり CO₂ を固定する結果となった。貝殻を骨材として固化体内に封じ込めることで、SC 固化体は CO₂ の固定に寄与すると考えられる。

5. まとめ

青森県平内町のホタテ殻で製作した貝殻混じりセメント固化体(SC 固化体)を用いて、県内の任意の沿岸域(平内町から半径 100km 圏内)での藻場造成事業の直接工事費を算出し、普通セメント固化体とコスト比較した。その結果、SC 固化体の方が普通セメント固化体と比較し約 5.6%のコスト増であることが分かった。コスト増の要因は貝殻の加工過程にかかる費用であるが、製作ヤード近傍で貝殻を入手すれば運搬距離の短縮になりコストを抑制できる。

また、CO₂ 削減効果について検討した結果、普通セメント固化体が CO₂ を排出するのに対し、SC 固化体は CO₂ 放出源の貝殻を固化体内に封じ込めるため、CO₂ の固定に寄与することが示唆された。

参考文献

- 1)上野ら:貝殻を粗骨材として利用したセメント固化体ブロックの技術開発(その1), 第 63 回土木学会年次学術講演会講演概要集, pp.107-108, 2008.
- 2)脇坂ら:カキ貝殻のコンクリート用細骨材としての適性, 第 64 回土木学会年次学術講演会講演概要集, pp.609-610, 2009.
- 3)明嵐:建設事業における他産業リサイクル材料利用に関する経済学的観点からの検討, 土木技術資料, 第 48 巻 7 号, pp.42-47, 2006.
- 4)土木学会:コンクリート構造物の環境性能照査指針(試案), 180p, 2005.

表-1. 直接工事費の比較

単位: 千円

		SC固化体	普通セメント 固化体
材料費	①貝殻購入	106	—
	②貝殻粉砕	2,364	—
	③粉砕貝殻運搬	2,973	—
	④生コン購入	11,543	12,801
製作費	⑤固化体製作	24,186	24,186
設置費	⑥岸壁へ転地	1,716	1,716
	⑦積込・運搬・据付	35,540	35,540
直接工事費 合計		78,428	74,243

表-2. CO₂ 排出量の比較

単位: kgCO₂/m³

		SC固化体	普通セメント 固化体
材料費	①貝殻購入	0	0
	②貝殻粉砕	8.2	0
	③粉砕貝殻運搬	13.8	0
	④生コン購入	-82.1	177.2
製作費	⑤固化体製作	17.4	17.4
設置費	⑥岸壁へ転地	5.5	5.5
	⑦積込・運搬・据付	38.8	38.8
CO ₂ 排出量 合計		1.6	238.9

マイナス値は固定量