ホタテ貝殻を用いたコンクリートのフレッシュ性状、硬化性状、耐海水性

太平洋セメント（株）　正会員　○多田　克彦　天野重治　福田康昭
太平洋マテリアル（株）　福田　一見
（株）カイト　下倉　政志
北海道　正会員　笹　正雄

１．はじめに

北海道、青森県を中心に水産系廃棄物として発生しているホタテ貝殻は一部土壌改良材などで使用されているものの大量にリサイクルする仕組みがなく、有効利用技術の開発が急務となっている。そこで、コンクリートの骨材として利用することに着目し、比較的高い圧縮強度が要求されないマッシブな魚礁ブロックなどの海底に設置する海洋構造物に適用することを目指し、ホタテ貝殻を混入したコンクリートを実機プラントで製造し、フレッシュ性状、硬化性状、耐海水性についてプレーンコンクリートと比較した。

２．実験概要

2.1　使用材料および配合

使用材料として、セメントは普通ポルトランドセメント(密度 3.16g/cm^3)、細骨材は陸砂(表乾密度 2.58g/cm^3)、粗骨材は砕石 2005（表乾密度 2.70g/cm^3)、混和剤はポリカルボン酸系高性能減水剤および空気量調整剤を用いた。なお、ホタテ貝殻はコンクリート製造工場にて破砕したものを製造工場の骨材ビンに入れて用いた。配合を表.1 に示す。貝殻は細骨材への置換とし、その置換率を 15～30%とした。

表.1　配合

貝殻置換率 (%)	目標ｽﾗﾝﾌﾟ (cm)	目標空気量 (%)	G_{max} (mm)	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m^3) W	C	SH	S	G
0	18±2.5	4.5±1.5	20	45	43.0	171	380	0	719	1040
15	15±2.5	4.5±1.5	20	45	45.0	171	380	141	655	986
20	15±2.5	4.5±1.5	20	45	47.0	171	380	196	643	950
30	15±2.5	4.5±1.5	20	45	49.0	171	380	306	587	914

2.2　製造

ミキサは実機プラントの強制練り 2 軸ミキサを用いた。養生は脱型後に蒸気養生を行い以降は気中養生とした。蒸気養生のパターンは前置き 3 時間、昇温 20℃/時、最高温度 65℃で 3 時間保持、以降は自然放冷とした。

2.3　測定項目

耐海水性試験の測定項目を表.2 に示す。耐海水性試験は、海洋構造物を適用の対象としたことから、人工海水浸漬試験[1)]を実施した。人工海水は塩分量 3.5%、水温 20℃の条件とし、試験は 1 年間にわたって実施した。

表.2　耐海水性試験測定項目

測定項目	試験方法
圧縮強度	JIS A 1108
動弾性係数	JIS A 1127
塩分浸透量	EPMA分析による全塩分浸透量測定

３．実験結果

3.1　フレッシュ性状

細骨材率、高性能減水剤、空気量調整剤の添加量の調整により貝殻を混入したコンクリート（以下、貝殻コンクリートと記す）はプレーンコンクリートと同様にスランプ、空気量は目標値を満足した。貝殻コンクリートの塩化物イオン量は、プレーンコンクリートの 0.022kg/m^3 に対して 0.022～

表.3　フレッシュ性状

貝殻置換率 (%)	高性能減水剤添加率 (C×%)	空気量調整剤添加率 (C×%)	ｽﾗﾝﾌﾟ (cm)	空気量 (%)	塩化物ｲｵﾝ量 (kg/m^3)
0	0.4	0.006	17.5	5.2	0.022
15	0.4	0.008	15.5	5.3	0.022
20	0.6	0.008	15.5	5.5	0.025
30	0.6	0.008	17.5	5.2	0.028

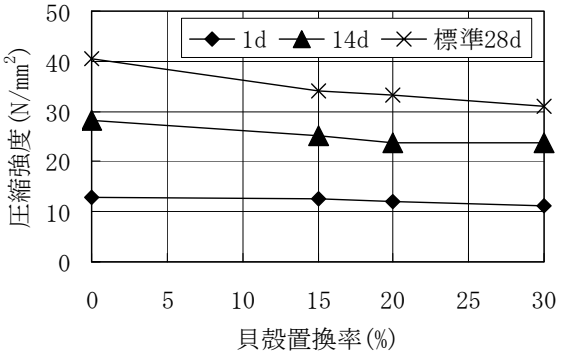

図.1　貝殻置換率と圧縮強度

キーワード：リサイクル，ホタテ，貝殻，水産系廃棄物，魚礁，コンクリート製品
連絡先　：〒285-8655　千葉県佐倉市大作 2-4-2　太平洋セメント㈱中央研究所 TEL:043-498-3837

0.028kg/m^3 となり貝殻の置換率の増加に伴って若干増加したが、上限値の 0.3kg/m^3 は十分に満足した。また、置換率30%ではワーカビリティが悪くなったが、20%まではプレーンコンクリートと同等に打込み、締固め、仕上げなどが可能であった。

3.2　硬化性状

貝殻置換率と圧縮強度の関係を図.1 に示す。貝殻コンクリートの圧縮強度は、プレーンコンクリートに対して 80%～90%程度であり、貝殻の置換率が増加するにしたがってその比率は小さくなった。圧縮強度と静弾性係数の関係を図.2 に示す。貝殻コンクリートの圧縮強度と静弾性係数の関係は、プレーンコンクリートとほぼ同等であった。また、貝殻コンクリートの外観はプレーンコンクリートと同等で、有害なひび割れ、欠け、ジャンカなどは発生しておらず、貝殻が表面に現れることもなかった。

3.3　耐海水性試験（人工海水浸漬試験）

浸漬期間と圧縮強度の関係を図.3 に示す。浸漬 12 ヶ月後でも圧縮強度は増加しており、浸漬開始直後に比べてプレーンコンクリートは 60%増であったのに対して、貝殻コンクリートは置換率による大きな差はなく 40～45%増であった。浸漬期間と相対動弾性係数の関係を図.4 に示す。圧縮強度と同様に、浸漬 12 ヶ月後でも相対動弾性係数は増加しており、プレーンコンクリートと貝殻コンクリートはほぼ同等であった。EPMA 分析による Cl^- の浸透分布を図.5 に示す。貝殻コンクリートの浸透量はプレーンコンクリートと同等であった。貝殻により水みちができプレーンコンクリートよりも内部まで塩分が浸透することが危惧されたがそのようなことは認められなかった。また、貝殻コンクリートはプレーンコンクリートと同様に膨張ひび割れは認められなかった。

4．まとめ

ホタテ貝殻を細骨材に 15～30%置換したコンクリートのフレッシュ性状、硬化性状を以下にまとめる。

①置換率 20%程度までであればプレーンコンクリートと同等に打込み、締固め、仕上げは可能であった。

②フレッシュコンクリート中の塩化物イオン量は規格値に対して十分小さく、プレーンコンクリートと同等であった。

③圧縮強度はプレーンコンクリートと比較して 10～20%低下した。

④EPMA 分析による塩分浸透量はプレーンコンクリートと同等であった。

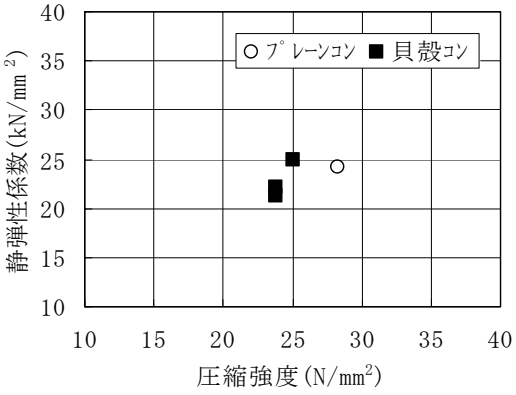

図.2　圧縮強度と静弾性係数

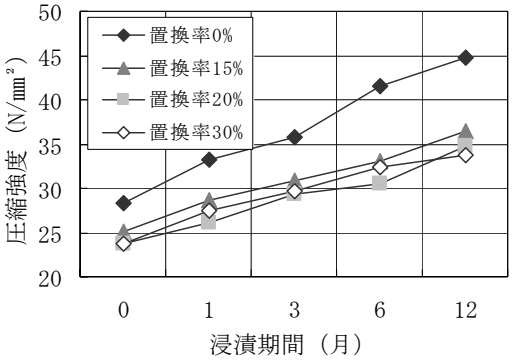

図.3　浸漬期間と圧縮強度

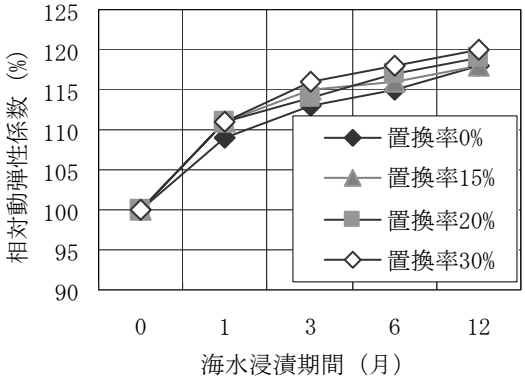

図.4　浸漬期間と相対動弾性係数

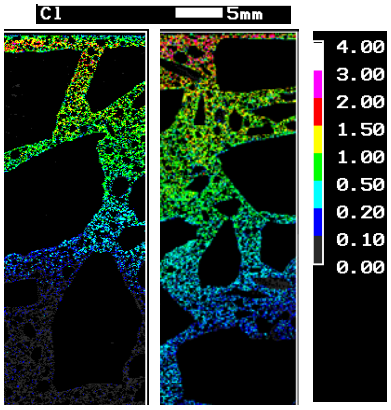

図.5　EPMA 分析による Cl^- 分布

【参考文献】

1）西林：コンクリートの耐海水性　その研究の現状と将来，セメント・コンクリート　No.410，Apr.1981