

ホタテ貝殻を利用したコンクリートの配合について

日本国土開発(株) 正会員 ○山内 匡

早稲田大学 フェロー 清宮 理

国土交通省東北地方整備局 高橋 久雄

(独)港湾空港技術研究所 正会員 審良 善和

1. 目的

筆者らは、漁業系副産物として発生するホタテ貝殻の恒常的な大量リサイクル方法としての確立を目指し、破碎したホタテ貝殻(以下、シェルサンド)を細骨材として活用したコンクリート(以下、シェルコンクリート)の研究を行っている。室内試験や実証試験では、細骨材をシェルサンドで50%まで置換したシェルコンクリートの基本的性質や実用性、また、各種耐久性の検討^{1),2),3)}を行い、2009年3月には、国土交通省東北地方整備局仙台港湾空港技術調査事務所から「港湾構造物へのシェルコンクリート適用ガイドライン(案)」が作成された。

シェルコンクリートの品質は普通コンクリートと遜色のない結果が得られているものの、シェルサンドの形状(写真-1)は、縦横比が0.8~2.0の範囲(平均1.2程度)であり、扁平な薄片や棒状であるため、シェルサンド置換率の増加に伴い、所要スランプを得るのに必要な単位水量は、普通コンクリートに比べて増える傾向にある。そのため、配合設計においては、単位水量をできるだけ少なくした配合の選定が必要となる。

本稿では、コンクリート材料の違いによる、シェルコンクリートの配合や強度への影響の確認、また、配合時に参考

とする細骨材率などのパラメーターを変化させた場合の配合試験結果の一例を報告する。

2. シェルサンドの性質

シェルサンドの製造には、コンクリート用細骨材として適用可能な大きさまで細粉碎す

ることが可能な回転式破碎機を用いた。シェルサンドの物性と粒度分布を表-1と図-1に示す。シェルサンド自体は、2~5mm程度の粒径の占める割合が多い

ため、粒度標準(JIS A 5005)は満足しないものの、本試験で使用した置換率50%までの細骨材全体では、粒度標準を満足する粒度であった。

3. コンクリート材料の違いによる影響

青森県内の生コンクリート工場で実際に使用している材料を用いて、コンクリート材料の違いによる影響を検討した。細骨材の粗粒率および物理的性質を表-2に示す。水セメント比50%程度の各工場の基本配合(置換率0%)について、シェルサンド置換率を変化させ、スランプ12±2.5cm、空気量4.5%±1.5%が得られるように、単位水量およびAE剤による調整を行った。単位粗骨材かさ容積は各基本配合(置換率0%)と同一として、セメントは高炉セメントB種を使用した。

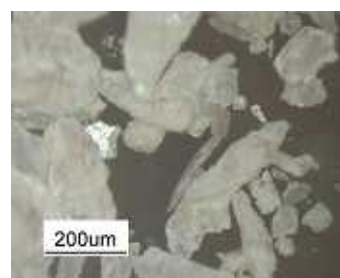


写真-1 顕微鏡写真による
シェルサンドの形状

表-1 シェルサンドの物性

試験項目	物性値	試験方法
表乾密度(g/cm ³)	2.61	JIS A 1109
吸水率(%)	2.12	
有機不純物	淡い	JIS A 1105
NaCl含有量(%)	0.004	JASS 5T 202
粗粒率	3.54	JIS A 1102

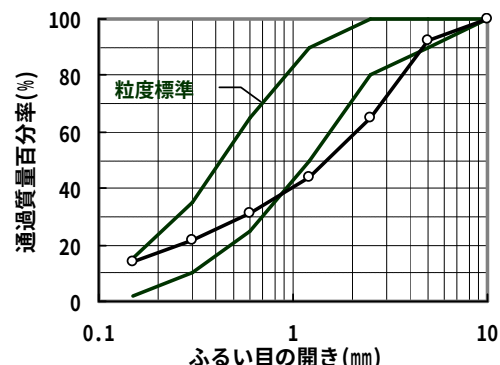


図-1 シェルサンドの粒度分布

表-2 細骨材の粗粒率および物理的性質

工場	細骨材(S)の種類	粗粒率	表乾密度(g/cm ³)	吸水率(%)
A	① 陸砂(75%)	2.30	2.65	1.12
	② 石灰砕砂(25%)	3.60	2.68	0.96
B	① 山砂(65%)	2.26	2.62	2.10
	② 石灰砕砂(35%)	2.91	2.66	1.08
C	① 陸砂(50%)	2.20	2.60	1.55
	② 石灰砕砂(50%)	3.20	2.69	0.81
D	① 山砂(60%)	2.15	2.59	1.93
	② 砕砂(40%)	3.50	2.60	2.57
E	① 川砂(100%)	2.72	2.58	2.19

キーワード ホタテ貝殻, リサイクル, シェルコンクリート, 回転式破碎機

連絡先 〒243-0303 神奈川県愛甲郡愛川町中津 4036-1 TEL 046-285-3339 FAX 046-286-1642

工場 A の材料を用いた場合のコンクリート配合例を表-3 に、各材料についてのシェルサンド置換率と単位水量との関係、また、圧縮強度との関係を図-2,3 に示す。これまでの試験結果と同様に、

表-3 コンクリート配合例(工場A)

W/C (%)	SS 置換率 (%)	細骨材率 (%)	単位量(kg/m ³)						C×(%)
			W	C	SS	S①	S②	G	
50	0	44.4	152	304	0	620	209	1056	0.40
	25	42.5	166	332	188	430	145	1056	0.40
	50	40.8	178	356	351	267	90	1056	0.40

混合する細骨材の種類、粒度の違いによっても、シェルサンド置換率の増加に伴う、同一スランブを得るのに必要な単位水量は多くなる傾向がみられ、また、圧縮強度への明らかな影響は認められなかった。

4. 単位水量とスランブの関係

工場 A の材料を用いて、シェルサンド置換率 25%、50%のシェルコンクリートについて、細骨材率をそれぞれ 42.5%、40.8%に固定して、単位水量を変化させた場合のスランブとの関係を図-4 に示す。スランブ 1cm を変化させるための単位水量の割合は、シェルサンド置換率 25% で 1.26%、シェルサンド置換率 50% で 1.36% となり、土木学会コンクリート標準示方書「施工編」(2007 年制定)に示されている 1.2% と同程度の割合が確認された。

5. 細骨材率とスランブの関係

工場 A の材料を用いて、シェルサンド置換率 25%、50%のシェルコンクリートについて、単位水量をそれぞれ 161kg/m³、173kg/m³ に固定して、細骨材率を変化させた場合のスランブとの関係を図-5 に示す。細骨材率は所要のワーカビリティが得られる範囲内で、単位水量が最小になるような設定が必要となるが、同図に示すように、シェルコンクリートのスランブを 1cm 変化させるための細骨材率は 2% 程度であった。

6. まとめ

破碎したホタテ貝殻をコンクリート用細骨材として活用したシェルコンクリートは、普通コンクリートと同等の品質を有している。コンクリート材料の違いによっても、シェルサンド置換率の増加に伴う強度への影響は認められないものの、所要のスランブを得るのに必要な単位水量は増える傾向にあることが確認された。そのため、配合設計においては、本試験結果を参考に、施工ができる範囲内で単位水量が最小になるような細骨材率の設定、また、混和剤量や種類の選定を行う必要がある。なお、本研究は国土交通省東北地方整備局、(独)港湾空港技術研究所、早稲田大学、日本国土開発(株)の共同技術開発として実施していたものである。

そのため、配合設計においては、本試験結果を参考に、施工ができる範囲内で単位水量が最小になるような細骨材率の設定、また、混和剤量や種類の選定を行う必要がある。なお、本研究は国土交通省東北地方整備局、(独)港湾空港技術研究所、早稲田大学、日本国土開発(株)の共同技術開発として実施していたものである。

参考文献

- 1) 横田季彦, 山内匡, 清宮理, ホタテ貝殻を利用したコンクリートの強度特性: 土木学会第 61 回年次学術講演会, 5-426, 2006.9
- 2) 山内匡, 清宮理, 若崎正光他, ホタテ貝殻を利用したコンクリートの実証試験: 土木学会第 62 回年次学術講演会, 5-398, 2007.9
- 3) 山内匡, 清宮理, 高橋久雄他, ホタテ貝殻を利用したコンクリートの耐久性およびミキサー船への適用事例: 土木学会第 63 回年次学術講演会, 5-403, 2008.9

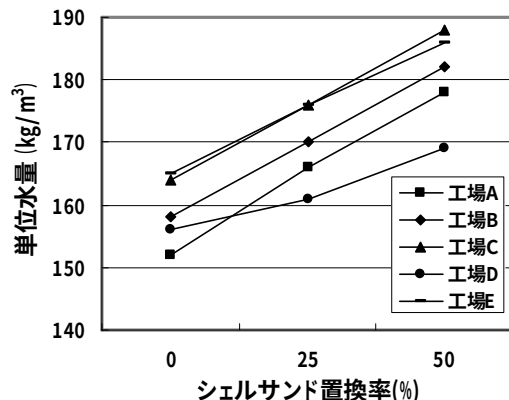


図-2 シェルサンド置換率と単位水量の関係

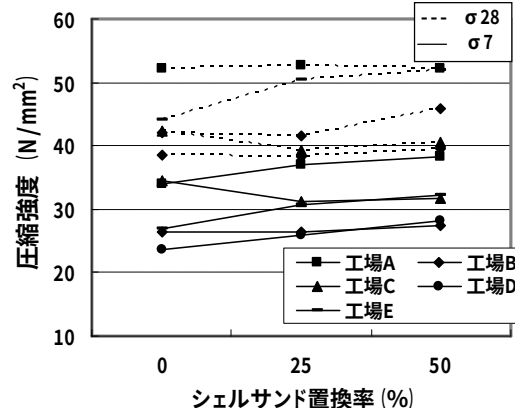


図-3 シェルサンド置換率と圧縮強度の関係

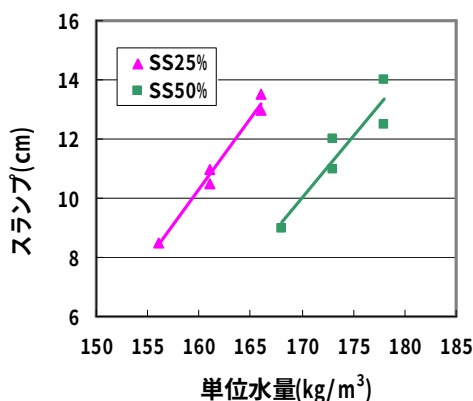


図-4 単位水量とスランブの関係

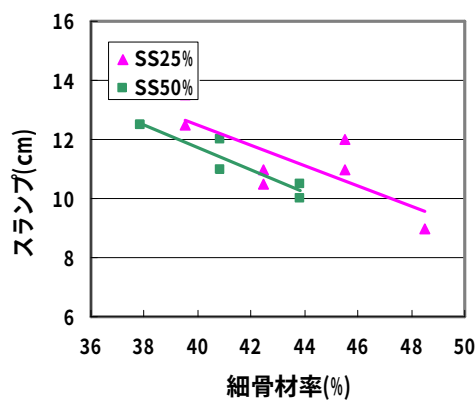


図-5 細骨材率とスランブの関係