

粉砕したホタテ貝殻を用いたポーラスコンクリートについて

Porous Concrete with Crashed Scallop Shell

室蘭工業大学建設システム工学科 ○正会員 菅田 紀之 (Noriyuki Sugata)
室蘭工業大学大学院建設システム工学専攻 学生員 渡辺 新一 (Shinichi Watanabe)

1. はじめに

近年、地球環境問題への関心が高まるなかで、都市や地域開発においても環境の保全、創造が重要視されてきている。コンクリート構造物においては、環境・自然とのより一層の調和、共存を図るために、環境負荷低減型エココンクリート、生物対応型エココンクリートとしてポーラスコンクリートが注目されてきており、その有用性あるいはその持つ新機能に関する多くの研究が行われてきている。

北海道では水産資源としてホタテが毎年約 40 万トン水揚げされている。その量うちの約 20 万トンは貝殻であり、半分の約 10 万トンは食品添加物および土壌改良剤として有効利用が進められている。しかしながら、残りの約 10 万トンの貝殻は産業廃棄物として処分あるいは野積み放置されており、処分地確保の問題や放置による景観悪化の問題が起きている。この問題への対策法の一つとして、ホタテ貝殻のコンクリートへの適用について、いくつか検討が行われている。

本研究では、ホタテ貝殻の有効利用および環境対応型コンクリートという2つの観点から、ホタテ貝殻のポーラスコンクリートへの適用を考えた。用いたホタテ貝殻は粒径 2.5 mm 以下に粉砕したものであるため、ホタテ貝殻をセメントペースト部用の材料と考えた。研究における検討項目は、ホタテ貝殻がポーラスコンクリートの空隙率、圧縮強度および透水係数に及ぼす影響である。

2. 実験の概要

2.1 使用材料および配合

ポーラスコンクリートの製造に使用した材料を表-1に示す。結合材として普通ポルトランドセメント (C) およびシリカフェーム (SF)、粗骨材 (G) として5号砕石 (粒径 13 mm~20 mm) である。また、セメントペースト部用の材料として粉砕したホタテ貝殻 (SS) を用いた。本研究では、粒径が 1.2 mm 以下の粉砕貝殻を SS1、1.2 mm~2.5 mm の貝殻を SS2 として、検討を行った。

ポーラスコンクリートの目標空隙率は 25 % とし、配合を表-2に示すとおりにした。水結合材比 (W/B, $B = C + SF$) は 25 %, シリカフェーム混入率 (SF/B) は 10 % である。ホタテ貝殻の混入量は、セメントペースト部容積の 0 %, 15 % および 30 % とした。また、高性能 AE 減水剤の使用量はセメントペースト部のフローが 180 mm になるように調整した。表から分かるように、SS1 のホタテ

表-1 使用材料

材料	特性等
セメント (C)	普通ポルトランドセメント 密度: 3.16 g/cm ³
シリカフェーム (SF)	比表面積: 230,000 cm ² /g 密度: 2.2 g/cm ³
ホタテ貝殻 (SS)	密度: 2.53 g/cm ³ 粒径: ~1.2 mm (SS1) 粒径: 1.2~2.5 mm (SS2)
粗骨材 (G)	5号砕石 表乾密度: 2.67 g/cm ³
高性能 AE 減水剤 (SP)	ポリカルボン酸系

表-2 コンクリートの配合

実験 ケース	W/B (%)	SF/B (%)	SS (%)	単位量(kg/m ³)					
				W	C	SF	SS	G	SP
N	25	10	0	66	244	27	0	1582	2.22
SS1-15	25	10	15	56	208	23	60	1582	2.14
SS1-30	25	10	30	45	171	19	120	1582	3.57
SS2-15	25	10	15	56	208	23	60	1582	2.08
SS2-30	25	10	30	45	171	19	120	1582	1.71

貝殻を 30 % 用いた場合、必要な高性能 AE 減水剤量が増加している。

2.2 供試体の作製方法

水平二軸強制練ミキサーを用いて、セメントとシリカフェームを空練してから水と混和剤を入れ、セメントペーストを先練した。練混ぜ時間は 4 分である。その後、表乾状態の粗骨材を投入してから 90 秒間練混ぜた。練上がったコンクリートは、直径 100 mm、高さ 200 mm の円柱型枠に 1 層で詰め、卓上バイブレータで締固めた。振動時間は 10 秒である。振動により沈下した部分にはコンクリートを追加投入し、供試体の表面をコテでならして成型した。

3. 実験結果および考察

3.1 空隙率試験結果

図-1 にホタテ貝殻混入率と全空隙率の関係を示す。全空隙率は 31 % から 34.6 % になり、目標空隙率 25 % に比較して大きな結果となった。これは配合において粗骨材絶対容積を実績率と等しくなるように定めたためであると考えられる。すなわち、配合では粗骨材がお互いに

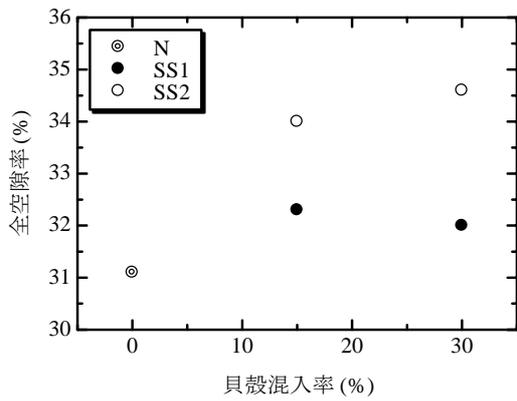


図-1 全空隙率

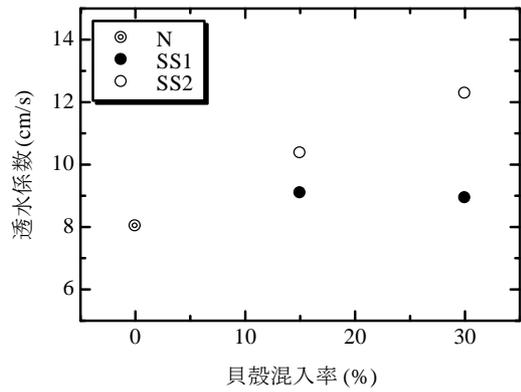


図-2 透水係数

直接接触している状態が仮定されているが、実際のポーラスコンクリートでは、セメントペーストが入り込んでおり、骨材間の距離が離れたためであると考えられる。

ホタテ貝殻使用の有無で比較すると、ホタテ貝殻を用いた場合に空隙率が大きくなっていることが分かる。特に粒径の大きなSS2を用いた場合に3%程度大きくなっている。

3.2 透水試験結果

図-2にホタテ貝殻混入率と透水係数の関係を示す。図よりホタテ貝殻を用いた場合に透水係数が大きくなっていることが分かる。特にSS2を用いた場合に大きく、混入率が多いほど大きくなっている。これは空隙が多いことによるものと考えられる。図-3に連続空隙率と透水係数の関係を示す。一般に言われているように、連続空隙率の増加とともに透水係数が大きくなる関係が得られている。

3.3 圧縮強度試験結果

図-4にホタテ貝殻混入率と圧縮強度の関係を示す。圧縮強度試験は20℃の水中で28日間養生を行った供試体を用いて行った。貝殻無混入とSS1混入を比較すると、貝殻を混入した場合に強度が増加していることが分かる。また、混入率が多いほど強度が大きくなっている。一方、貝殻無混入とSS2混入を比較すると、混入率が大きくなるに従い強度が減少していることが分かる。このように、粒度の違いにより結果が反対になった。

次に、圧縮強度には空隙が大きく影響することがわかっているため、全空隙率と圧縮強度の関係を図-5に示す。一般には全空隙量が增多するに従い圧縮強度は減少するが、SS1を用いた場合には空隙量が多くなっても強度が増加していることが分かる。SS2を用いた場合には空隙量の増加に従い強度が小さくなっている。

4. まとめ

本研究の結果をまとめると次のようになる。

- (1) 粉砕したホタテ貝殻をセメントペーストに混入すると、空隙量が増加する。
- (2) ホタテ貝殻を混入すると、空隙の増加に伴い透水係数が大きくなる。
- (3) 粒径が1.2 mm以下の貝殻を混入すると圧縮強度が若干増加する。粒径1.2 mmから2.5 mmの貝殻を混入すると圧縮強度が小さくなる。

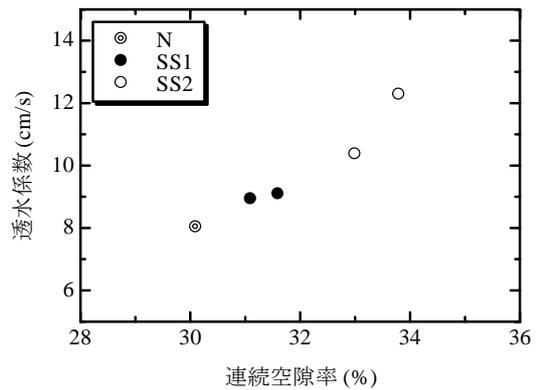


図-3 連続空隙率と透水係数の関係

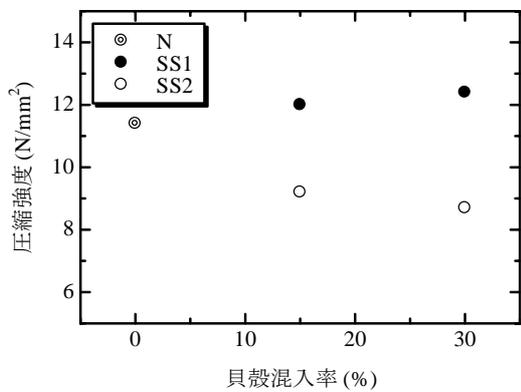


図-4 圧縮強度

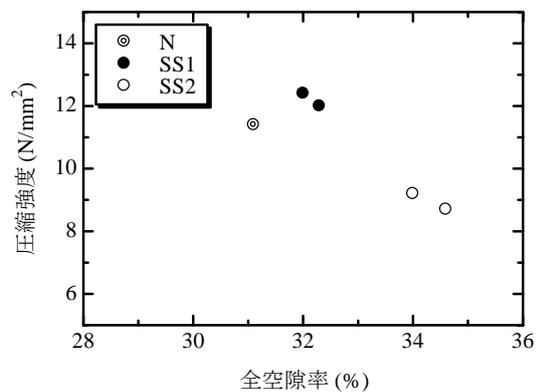


図-5 全空隙率と圧縮強度の関係