ホタテ貝殻を粗骨材として用いたポーラスコンクリートの特性について

室蘭工業大学大学院　学生員　○橋本　篤志
室蘭工業大学　正　員　　菅田　紀之

1. はじめに

近年，地球環境問題への関心が高まる中で，都市や地域開発においても環境の保全・創造が重視され，コンクリート構造物と自然とのより一層の調和・共存を図るため，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いる．

一方，全国でホタテが毎年約 52 万トン水揚げされており，それに伴い年間約 21～25 万トンの貝殻が廃棄されている．そのため，一部では貝殻が長期間野積み状態で放置され，悪臭の発生や景観を損ねるといった問題も生じている．

そこで本研究では，環境対応およびホタテ貝殻の有効利用の 2 つの観点から，ホタテ貝殻をポーラスコンクリートの粗骨材の代替材として利用することを考え，空隙率，透水性，圧縮強度について検討を行った．

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:3.16g/cm^3
シリカフューム(SF)	密度:2.20g/cm^3
	比表面積:200,000cm^2/g
粗骨材(G)	5号砕石
	表乾密度:2.67g/cm^3
ホタテ貝殻(SS-C)	吸水率:0.98%
	粒径:7～20mm
	密度:2.61g/cm^3
高性能AE減水剤(SP)	ポリカルボン酸系

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は，結合材として普通ポルトランドセメント (C) およびシリカフューム (SF) ，粗骨材 (G) として 5 号砕石 (粒径 13 ㎜～20 ㎜) である．また，粗骨材の代替材として破砕したホタテ貝殻 (SS-C，粒径 7～20 ㎜) を用い，混和剤 (SP) にはポリカルボン酸系高性能 AE 減水剤を用いた．実験では，ホタテ貝殻置換率を粗骨材の絶対容積の 0%，20%，40%，60%，80%，100%とした．それぞれの置換率における実績率は**表－２**のようになった．置換率の増加により，実績率は減少している．配合を**表－３**に示す．目標空隙率を 20%とし，水結合材比を 25%，シリカフューム置換率を 10%として，骨材の実績率に基づいて配合を決定した．また，混和剤量は目標フロー値を 170 ㎜として行ったフロー試験の結果より，結合材の量に対して 0.7%とした．

表－２　実績率

ホタテ貝殻置換率(%)	実績率(%)
0	59.8
20	59.3
40	57.4
60	49.8
80	45.5
100	41.2

表－３　ポーラスコンクリートの配合

実験ケース	W/B (%)	SF/B (%)	ホタテ貝殻置換率(%)	単位量(kg/㎜^{3})					
				G	W	C	SF	SS-C	SP
SS-C0	25	10	0	1598	80.4	289.4	32.2	0	2.251
SS-C20			20	1267	82.7	297.8	33.1	307.2	2.316
SS-C40			40	920	89	326.8	36.3	595	2.542
SS-C60			60	531.4	123.8	445.8	49.5	773.3	3.467
SS-C80			80	242.8	142.3	512.5	56.9	941.9	3.986
SS-C100			100	0	160.7	578.4	64.3	1067	4.498

2.2 供試体の作製方法

水平二軸強制練ミキサを用いて，セメントとシリカフュ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，表乾状態の粗骨材および貝殻を投入してから 90 秒間練混ぜた．練上がったコンクリートを型枠につめ，卓上バイブレーターで振動締固めを行った．また，コンクリートの詰め方は 2 層とし，締固め時間は 20 秒で供試体作製を行った．

キーワード：ホタテ貝殻，空隙率，透水性，圧縮強度
〒050-8585　室蘭市水元町 27-1　室蘭工業大学建設システム工学科　TEL 0143-46-5220　FAX 0143- 46-5221

2.3 空隙率試験

空隙率試験は，直径 100 ㎜，高さ 200 ㎜の円柱供試体を用いて，ポーラスコンクリートの設計・施工方法の確立に関する研究委員会による空隙率試験方法(案) の容積法に従い行った．

2.4 透水試験

透水係数は直径 100 ㎜，高さ 200 ㎜の円柱供試体を用いて，ポーラスコンクリート設計・施工法の確立に関する研究委員会によるポーラスコンクリート透水試験方法 (案) に従い，定水位法により求めた．

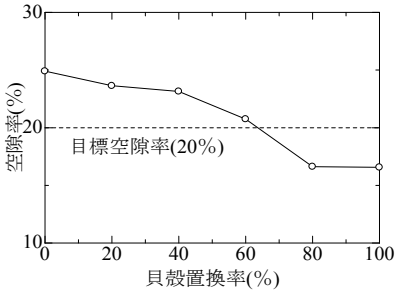
2.5 圧縮強度試験

圧縮強度試験は，直径 100 ㎜，高さ 200 ㎜の円柱供試体を用いて，JIS A 1108 に従い行った．供試体の端面処理は，研磨機による研磨仕上げとした．

3. 試験結果および考察

3.1 空隙率試験結果

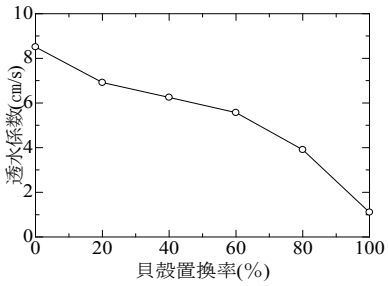
ホタテ貝殻置換率と空隙率の関係を**図－1**に示す．目標空隙率を 20%としたが，ホタテ貝殻置換率 0%では 24.9%であった．また，ホタテ貝殻置換率の増加に従い空隙は減少し，置換率 80%および 100%のときには 17%程度となった．これは，偏平なホタテ貝殻が練混ぜ時および締固め時に方向性をもち，密に詰まったことが原因と考えられる．混合骨材の実績率試験を JIS の方法ではなく，卓上バイブレーターを使用して行った場合，実績率が上がることからもそのようにいえる（**表－4**）．



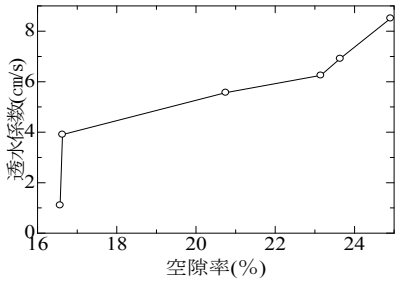
図－1 空隙率

表－4 実績率の変化

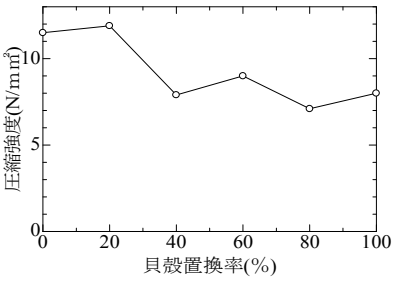
ホタテ貝殻置換率(%)	JIS 実績率(%)	卓上バイブレーター実績率(%)
0	59.8	62.5
20	59.3	62.1
40	57.4	61.2
60	49.8	56.7
80	45.5	53.9
100	41.2	47.7



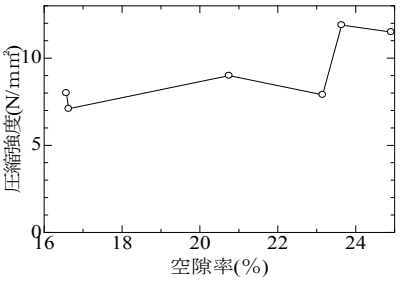
図－2 透水係数



図－3 空隙率と透水係数の関係



図－4 圧縮強度



図－5 空隙率と圧縮強度の関係

3.2 透水試験結果

ホタテ貝殻置換率と透水係数の関係を**図－2**に示す．透水係数は，ホタテ貝殻置換率の増加に従い減少した．空隙率と透水係数の関係を**図－3**に示す．一般に空隙率が減少すると透水係数も減少するという関係があり，本研究においても同様の関係が得られた．ホタテ貝殻置換率が 100%のとき透水係数が急激に減少しているのは，締固めにより底面がセメントペーストで閉塞したためと考えられる．

3.3 圧縮強度試験結果

20℃で水中養生した材齢 28 日の円柱供試体を用いて強度試験を行った．ホタテ貝殻置換率と圧縮強度の関係を**図－4**に示す．ホタテ貝殻置換率が高いほど，圧縮強度が低下することがわかった．空隙率と圧縮強度の関係を**図－5**に示す．一般に空隙率が増加すると圧縮強度は低下する関係が得られるが，本研究では反対の結果が得られた．これは，強度低下に及ぼすホタテ貝殻の影響が大きいことを示している．

4. まとめ

本研究の結果をまとめると以下のようになる．

(1) 空隙率はホタテ貝殻を混入することで減少する．

(2) 透水係数は，貝殻混入によって空隙率が減少するに伴い，減少する．

(3) ホタテ貝殻の置換率が高いほど圧縮強度は低下する．