

骨材粒度の異なる牡蠣殻ポーラスコンクリートの揚水性能および空隙構造の検討

呉工業高等専門学校 学生会員 ○日浦 脩太
呉工業高等専門学校 正会員 三村 陽一

呉工業高等専門学校 正会員 堀口 至
いであ株式会社 松原 翔太

1. はじめに

牡蠣殻ポーラスコンクリート(以下, Oy-PoC)は, 牡蠣殻骨材の強度が低く, 吸水率が高いという特徴から植栽基盤材料への利用が検討されている. 既往の研究¹⁾より, 粒径 5.0~0.3mm の小粒径の牡蠣殻骨材を用いた Oy-PoC の緑化性能が高く, その一因として揚水性能の高さが挙げられている. そこで本研究では, 骨材粒度の異なる牡蠣殻骨材を用いてペースト量を変化させた Oy-PoC を作製し, Oy-PoC の揚水性能, およびその空隙構造評価方法について検討を行った.

2. 試験方法

2. 1 供試体概要

本研究では, 粒径 5.0~2.5, 2.5~1.2, 1.2~0.6mm の3種類の単粒度牡蠣殻骨材を使用した. 表-1 に牡蠣殻骨材の物理的性質を, 表-2 に供試体の示方配合を示す. ペースト骨材容積比(p/a)は Oy5025 と Oy2512 は 25~50% の6種類を用い, Oy1206 は p/a=25~35% の3種類とした. セメントには高炉セメント B 種(密度:3.04g/cm³)を用い, 水セメント比 W/C は 25% とした. 供試体は, φ100×200mm の円柱を3体作製し, 供試体の試験材齢7日まで湿潤養生を行った.

2. 2 揚水試験概要

試験は室温 20±2°C, 湿度 60±5% の養生室で行った. 側面をラップフィルムで覆った湿潤状態の供試体2体を, 底面から100mm 水中に浸かるように水を貯めた容器に静置した. 揚水性能の評価は, 供試体上面を覆った絶乾状態の目土の含水率の経時変化により行った. 目土の含水率は電気抵抗式の土壤水分測定器(測定範囲12.1~58.1%)を用い, 5ヶ所を測定して平均値を求めた.

2. 3 空隙構造評価方法

Oy-PoC の空隙構造評価として, 日本コンクリート工学会が提案する方法を参考に, 質量法と容積法により空隙率を求めた. まず打設時に型枠に打ち込んだ試料の重さ(W₁)を測定し, 養生終了後に供試体の寸法を測

表-1 牡蠣殻骨材の物理的性質

粒径(mm)	単位容積質量(kg/L)	実積率(%)	表乾密度(g/cm ³)	絶乾密度(g/cm ³)	吸水率(%)
5.0~2.5	0.740	44.1	2.04	1.68	21.3
2.5~1.2	0.700	43.4	2.00	1.62	23.9
1.2~0.6	0.640	42.3	1.94	1.51	28.4

表-2 Oy-PoC の示方配合

記号	粒径(mm)	W/C (%)	p/a (%)	単位量(kg/m ³)			
				W	C	Oy	Ad
Oy5025	5.0~2.5	25	25	43	171	810	0.9
			30	51	205	810	1.0
			35	60	240	810	1.2
			40	68	274	810	1.4
			45	77	308	810	1.5
			50	86	343	810	1.7
Oy2512	2.5~1.2	25	25	42	168	781	0.8
			30	51	202	781	1.0
			35	59	236	781	1.2
			40	67	270	781	1.4
			45	76	303	781	1.5
			50	84	337	781	1.7
Oy1206	1.2~0.6	25	25	41	164	739	0.8
			30	49	197	739	1.0
			35	57	230	739	1.2

定して体積(V₁)を求め, 供試体の水中質量(W₂)を測定した. ただし, W₂測定の際には, 真空脱気を行って Oy-PoC 中の空隙を飽水させた. 質量法は式(1)を用いて, 容積法は式(2)を用いて空隙率 A_t (%)を求めた.

$$A_t = \left\{ 1 - \frac{(W_1 - W_2) / \rho_w}{V_1} \right\} \times 100 \quad \text{式(1)}$$

$$A_t = \left(1 - \frac{W_1 / V_1}{W_3 / V_3} \right) \times 100 \quad \text{式(2)}$$

ここに, W₃, V₃:それぞれ1m³あたりのコンクリートの各材料の質量和(kg), 絶対容積の和(m³), ρ_w:水の密度(g/cm³)とする.

また, 空隙径といった Oy-PoC の内部の空隙構造を調べるため, 画像解析を行った. 供試体には, あらかじめ赤色に着色した W/C=100%のセメントスラリーを真空脱気によって充填し, スラリー硬化後, 供試体を切断し

キーワード 牡蠣殻, ポーラスコンクリート, 骨材粒度, 揚水性能, 空隙率, 画像解析

連絡先 〒737-8509 広島県呉市阿賀南2丁目2-11 Tel & Fax 0823-73-848

た. 高解像度スキャナで読み取った切断面のデジタル画像を画像解析ソフトにより解析を行った. なお, 作製した3体の供試体中, 質量法による空隙率の測定は全て行い, 容積法, 画像解析は1体のみ行った.

3. 試験結果および考察

3.1 揚水試験結果

図-1 に揚水試験結果を示す. 図より単粒度の牡蠣殻骨材で作製した Oy-PoC では, 粒径が大きい Oy5025 の揚水性能は低く, $p/a=25\%$ の Oy2512 上の目土の含水率変化が早かった. 次いで, $p/a=30, 35\%$ の Oy2512 と $p/a=25, 30\%$ の Oy1206 の揚水性能が高く, $p/a=35\%$ の Oy1206 の目土の含水率変化は緩やかであった.

当初, Oy-PoC の揚水性能は骨材粒径が小さいほうが高いと考えられていたが, 最も揚水速度が早かったのは Oy2512 であった. Oy-PoC の揚水性能は, その空隙構造に依存するが, 詳細についてはまだ明らかではない. 限られた配合条件での結果からは, 骨材粒径が 2.5mm 以下で p/a が概ね 40% 以下のときに Oy-PoC 揚水性能は高くなるといえる.

3.2 空隙構造評価結果

図-2 に質量法, 容積法で求めた Oy-PoC の空隙率の関係を示す. 図より, 容積法で求めた Oy-PoC の空隙率の方が質量法より大きくなる傾向を示し, 骨材粒径が大きい Oy5025 においてその傾向が大きかった. この原因の詳細は明らかでは無いが, 牡蠣殻骨材の高い吸水率が関係していると思われる. すなわち, 本研究の容積法による空隙率測定では, 真空脱気を行って供試体の空隙を飽水させ水中質量を求めている. その結果, 真空脱気により牡蠣殻骨材中に水が圧入され, 供試体の水中質量が大きくなり, 質量法で求めた空隙率よりも容積法で求めたほうが大きくなったと推測される.

図-3 に Oy5025 について, 質量法と画像解析で求めた空隙率, および画像解析より得た空隙径分布から求めたメディアン径 (D_{50}) を示す. なお, Oy2512, Oy1206 については, セメントスラリー充填が不十分であったため画像解析を行うことができなかった. 図より, 質量法, 画像解析で求めた空隙率は p/a の増加に伴い, ともに低下する傾向を示したが, メディアン径は逆に増加する傾向を示すことが分かる. これは, p/a の増加, すなわちペースト量が増加することによって骨材同士が凝集しやすくなり, 結果的に空隙径が大きくなることを定量的に示している. 以上のように, 良質なサンプル

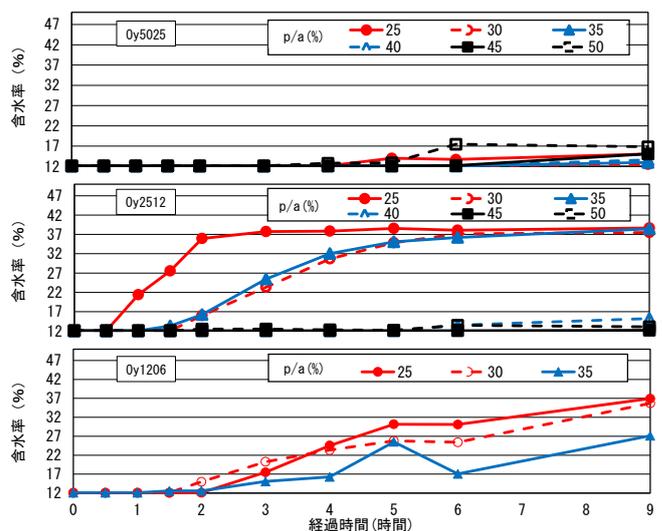


図-1 揚水試験結果

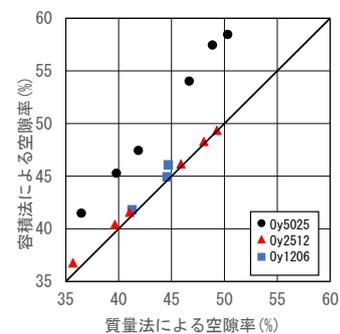


図-2 質量法と容積法で求めた空隙率の関係

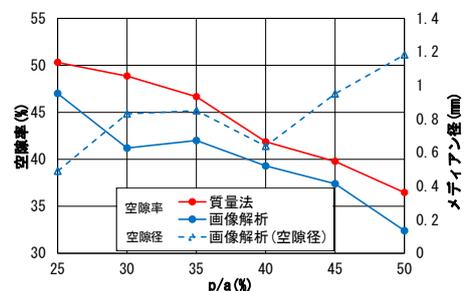


図-3 Oy5025 の空隙率と空隙径の関係

を作製できると, 画像解析によって Oy-PoC の空隙径のような内部空隙構造の情報を得ることができる.

4. まとめ

- (1) 揚水試験結果より, 骨材粒径が 2.5mm 以下で p/a が概ね 40% 以下で Oy-PoC の揚水性能は高くなった.
- (2) 容積法と質量法で求めた空隙率を比較すると, 容積法で求めた Oy-PoC の空隙率の方が大きくなった.
- (3) 良質なサンプルにより, Oy-PoC の空隙径のような内部空隙構造の情報が画像解析で得られる.

参考文献

- 1) 堀口至ほか: 小粒径牡蠣殻ポーラスコンクリートの空隙率試験方法および長期緑化性能, セメント・コンクリート論文集, Vol.73, pp.387-393 (2019)