

牡蠣殻ポーラスコンクリートの曲げ強度および植生機能

呉工業高等専門学校専攻科 学生会員 ○島津 邦彦
 呉工業高等専門学校 正会員 堀口 至
 呉工業高等専門学校 正会員 市坪 誠
 呉工業高等専門学校 正会員 竹村 和夫

1. はじめに

広島県は、全国有数の牡蠣の産地であり、全国の約 5 割を生産している。それに伴い、牡蠣殻が副産物として大量に産出される。現在、牡蠣殻は飼料や肥料、水質浄化材、土質改良材などに利用されている。そこで牡蠣殻の新たな利用先として、多量に消費できる建設材料の 1 つであるポーラスコンクリート (PoC) ブロックの骨材としての利用を提案する。PoC は通常のコンクリートと異なり、粗骨材同士を骨材の接点間でセメントペーストまたはモルタルにより接着したもので、内部に連続空隙を有する非常に透水性に富んだコンクリートであり、高い強度を必要としない。

以上より、本研究では牡蠣殻骨材で PoC ブロックを作製し、曲げ強度や空隙率といった基礎特性について調べた。また、牡蠣殻は飼料や肥料に用いられるように栄養価の高い材料であるため、植栽基盤材料としての利用を検討するために牡蠣殻 PoC ブロックの植栽試験を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料

実験には、セメントは普通ポルトランドセメントを、牡蠣殻骨材は広島県呉市で採取した牡蠣殻を木槌で粉砕し、ふるい分けにより粒度調整を行った。また、一部の配合には、混和剤としてポリカルボン酸系の高性能減水剤を使用した。図-1 に粉砕した牡蠣殻の粒度分布を示す。図より、粉砕した牡蠣殻の約 3/4 を占める 5~20mm の範囲の牡蠣殻を牡蠣殻骨材として用いた。また、5mm 以下の範囲についても小粒径の牡蠣殻骨材としての利用を検討した。表-1 に牡蠣殻骨材の特性を示す。

2.2 供試体作製概要

試験室における供試体の作製では、骨材を表乾状態とするのが常であるが、牡蠣殻骨材を表乾状態にする作業は非常に複雑である。そこで、牡蠣殻骨材の含水状態を絶乾、表乾、気乾と変化させて、絶乾、気乾状態の牡蠣殻骨材については現場配合計算時に含水率補正を行った。表-2 に作製した供試体の配合を示す。水セメント比は 25%とし、設計空隙率を調整してセメントペーストと粗骨材の容積比 (以下、P/G) を 10、20、30%の 3 種類とした。表中の記号は、最初のアルファベットが牡蠣殻骨材の粒径 (L: 5~20mm、S: 5mm 以下) を示し、次が骨材の含水状態 (S: 表乾、O: 絶乾、A: 気乾) を示し、ハイフンに続く数字は P/G を示す。例えば、LS-10 は、表乾骨材 5~20mm で作製した P/G =10% の PoC ブロックである。

2.3 試験方法

曲げ強度試験は、100×200×60mm の長方形ブロック供試体を用い、JASS 7 M101 に基づいて行った。ただし、曲げ試験を行う前に、空隙率試験により全空隙率を測定した。植栽試験は、300×300×70mm の板状供試体を用いた。供試体は、80mm の厚さの土を敷き詰めた木製の箱に設置し、供試体の上部も 30mm の厚さの土で覆った。供試体は、LO-10、20、30 の PoC ブロック、比較のために PoC の代わりとして 5~20mm の牡蠣殻骨材、および土のみの 5 種類を用い、試験を行った。供試体は常時蛍光灯を点灯させた温度 20℃、湿度 60% の養生室に静置し、適度に水分を補給して、芝の長さを測定した。両試験とも、PoC ブロックは水温 20℃の水

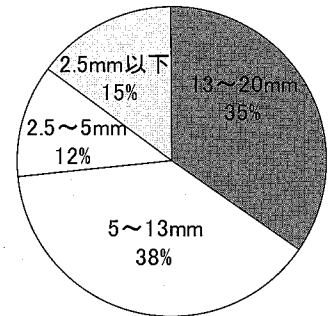


図-1 粉砕した牡蠣殻の粒度分布

表-1 牡蠣殻骨材の特性

粒径	表乾密度(g/cm ³)	吸水率(%)	実績率(%)
5~20mm	1.75	19.42	41.4
5mm以下	1.84	27.35	38.1

表-2 配合

使用骨材	W/C (%)	P/G (%)	単位量(kg/m ³)			混和剤 (C×%)
			W	C	G	
LS-10	25	10	18	73	725	0.55
LO-10						0
LA-10						0.75
LS-20		20	36	146	725	0.55
LO-20						0
LS-30		30	55	219	725	0.55
LO-30						0
SS-20		20	34	134	702	0.9
SS-30		30	50	202	702	0.9

中養生を 28 日間行ってから試験に用いている。

3. 試験結果および考察

3.1 曲げ強度試験結果

図-2 に粒径 5~20mm の骨材を用いた牡蠣殻 PoC ブロックの曲げ強度に対する骨材含水状態の影響を示す。図より、全ての P/G で絶乾状態が最も高い曲げ強度となった。これは、絶乾状態の牡蠣殻骨材が含水率補正分の水分を全て吸収できず、ペーストの粘性低下が生じ、ペーストがダレてブロック下部にペーストの層を形成した。その結果ブロック下部が緻密になり LO-10、20、30 の曲げ強度が大きくなったと考えられる。表乾および気乾状態の PoC にはペーストの層は見られなかった。

図-3 に骨材の含水状態が絶乾と表乾のものを用いた牡蠣殻 PoC ブロックの曲げ強度に対する P/G の影響を示す。図より、P/G が高いほど高い強度が得られることが分かる。試験終了後の供試体を観察すると P/G が低い PoC は骨材接点間から、P/G が高い PoC は骨材からの破壊が見られた。これは P/G が低い PoC はペースト量が少ないため骨材接点間が弱いかからであると言える。

図-4 に表乾状態の骨材を用いた牡蠣殻 PoC ブロックの曲げ強度に対する骨材粒径の影響を示す。図より、P/G が同じでも骨材粒径が大きい 5~20mm の PoC ブロックの曲げ強度が大きくなった。これは骨材粒径が変化してもペースト量はほぼ同じであるが、骨材粒径が 5mm 以下の骨材よりも表面積が小さいため、骨材接点間のペーストが厚く強固であるからだと考えられる。

図-5 に牡蠣殻 PoC ブロックの曲げ強度と全空隙率の関係を示す。図より、空隙率が小さいほど曲げ強度は高く、5mm 以下より 5~20mm の方が同一の空隙率では曲げ強度は高くなった。これは前述の通り、骨材粒径の違いによる骨材接点間のペースト厚さの影響と考えられる。

以上のことより、牡蠣殻骨材を用いた PoC ブロックは表乾および気乾状態の 5~20mm の牡蠣殻を用いることで均質な PoC を作製することができ、P/G を高くすることで曲げ強度を高くできることが判明した。

3.3 植栽試験結果

図-6 に植栽試験の結果を示す。図より、5 種類の芝の成長過程を比較すると、あまり違いは見られなかった。牡蠣殻による植生への影響は見られなかったが、牡蠣殻 PoC を入れても土のみと同様に植物の成長が見られた。これらは長期による変化が考えられるため、試験日数や条件などを変化させた更なる検討が必要である。

4. まとめ

- (1) 牡蠣殻骨材を用いた PoC ブロックは表乾および気乾状態の 5~20mm の牡蠣殻を用いることで均質の PoC を作製することができ、P/G を高くすることで曲げ強度を高くできることが判明した。
- (2) 牡蠣殻を用いた PoC が植物に与える影響は見られなかったが、牡蠣殻 PoC を入れても土のみと同様に植物の成長が見られた。

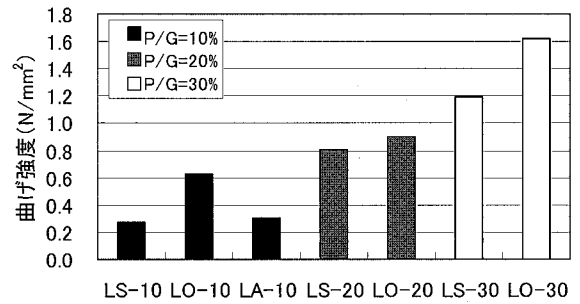


図-2 曲げ強度に対する骨材含水状態の影響

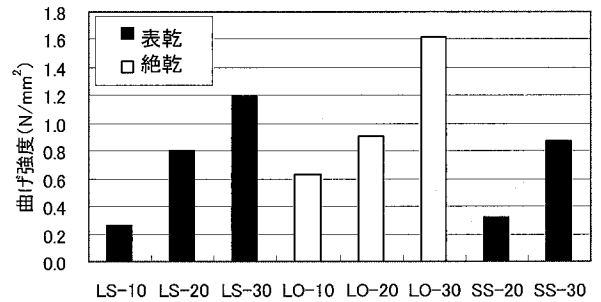


図-3 曲げ強度に対する P/G の影響

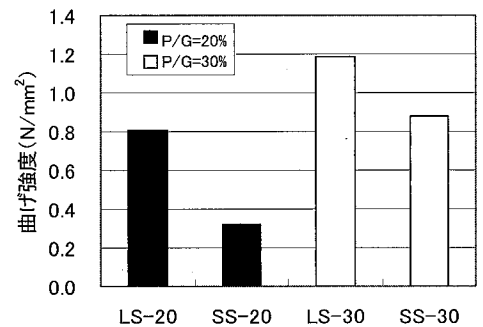


図-4 曲げ強度に対する骨材粒径の影響

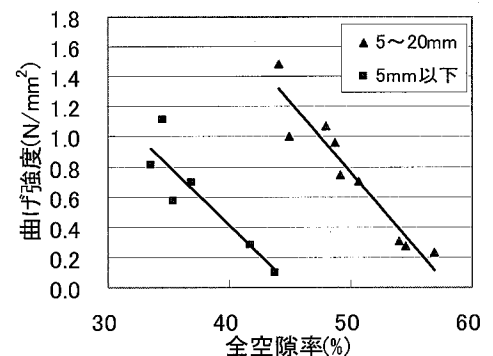


図-5 曲げ強度と全空隙率の関係

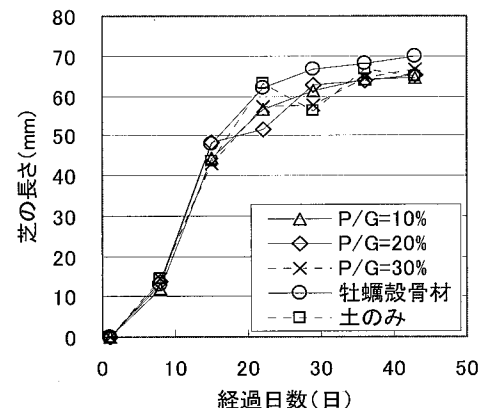


図-6 植栽試験結果