

ホタテ貝殻を用いたポーラスコンクリートの基本特性に関する研究

独立行政法人北海道開発土木研究所 正会員 ○小尾 稔

独立行政法人北海道開発土木研究所 正会員 田口史雄

1. まえがき

産業廃棄物として排出されるホタテ貝殻（以下；貝殻）を有効利用することを目的に、近年様々な研究、実用開発が行われ、舗装材における石粉、暗渠材料、土壌改良材等に有効活用されている。しかし、まだ大部分は再利用に至らず、堆積、埋立て処理されている状況である。本研究は、このような貝殻の一層の有効利用を図ることを目的に、貝殻をポーラスコンクリート（以下；POC）護岸等に利用するための検討を行ったものである。貝殻は普通骨材に比べて扁平であり、実積率が小さく、また品質は一定でないという特徴がある。本研究は、河川の護岸として要求される性能を満足するために必要な、貝殻を用いた POC の配合条件の設定を目的に、強度、空隙率、透水性などの基本特性の把握を行ったものである。

2. 試験概要

本研究では、セメントとして普通ポルトランドセメント（密度 3.16）を用いた。貝殻は粗骨材として使用し、ボイル、粉碎後 300～400℃で 15～20 分乾燥させ、異物、ニオイの除去を行った後粒度調整し、市販されたものを使用した。写真-1 に貝殻の外観を示す。試験は、貝殻のみを粗骨材として使用するほかに、圧縮強度および空隙率を改善する目的で碎石と混合した配合を設定した。その碎石は小樽市見晴産を使用した。細骨材は苫小牧錦岡産（粗粒率 2.85）を使用した。表-1 にコンクリートの配合の組合せを示す。



写真-1 ホタテ貝殻

表-1 配合の組合せ

粗骨材 粒径(mm)		粗骨材 混合比率(%)	セメント	水セメント比 (%)	細骨材 率 s/a(%)	単位量(kg/m ³)				
碎石	貝殻	碎石：貝殻				水	セメント	細骨材	碎石	貝殻
5-10	5-10	0: 100	N	23	0					
10-15	10-15	30: 70		28	5	28	121	0	0	0
15-20	15-25	70: 30			10	?	?	?	?	?
20-25	5-25	100: 0			20	137	596	299	1529	1203
5-20										

POC の円柱供試体の締固め方法は、筆者らが過去に行った結果と比較するために、表面振動機（振動数 43.3Hz）を用い 2 層に分けて計 10 秒の振動を加えて行った。またすべての POC に対し締固め条件を一定とした。透水試験用の供試体は、φ15cm の塩ビ管を用い、H=300mm で作製した。実積率は JIS A 1104、圧縮強度試験は JIS A 1114、空隙率試験、定水位による透水試験は、JCI の委員会報告書¹⁾に従い行った。供試体は脱型後、水中養生（20±2℃）を行い、圧縮強度試験を JIS A 1108 に従って材令 28 日で行った。

3. 試験結果および考察

図-1 に貝殻の碎石との混合比率と実積率を示す。碎石の混合比率が 30%付近において実積率がやや小さくなり、混合比率が増すごとに実積率が増加する傾向がある。これは扁平な貝殻と碎石が混ざり合う上での空隙構造の変化によるものと考えられ、同様の傾向が王偉ら²⁾によって示されている。

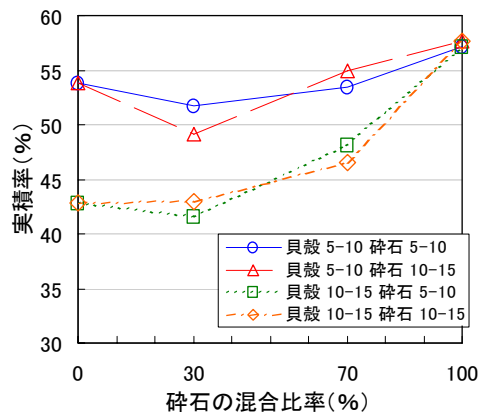


図-1 貝殻と碎石の混合比率と実積率

図-2 に空隙率と圧縮強度の関係を示す。図中、碎石のデータは筆者らが過去に行った試験結果を合わせており、様々な水セメント比、粗骨材径等が混在しているデータである。貝殻のみを粗骨材として用いた場合、碎石に比べて実積率が小さいことから同じバインダ量では相対的に空隙率が大きくなる傾向がある。また、図には POC を河川護岸として使用するうえでの構造仕様³⁾の例で、植生を重視する場合の圧縮強度 10MPa 以上、空隙率 25%以上の線を重ねている。本研究の範囲では、粗骨材に貝殻のみを使用した場合、これらの構造仕様

キーワード ポーラスコンクリート、ホタテ貝殻、圧縮強度、空隙率、透水係数、混合比率

連絡先 〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1 条 3 丁目 1-34 独立行政法人北海道開発土木研究所 TEL011-841-1719

を満足しない。満足するためにはバインダ量を多くしなければならず、不経済となることから、貝殻に対し碎石を30%、70%混合した配合を検討した。この結果、どちらの混合比率においても碎石と同等の空隙率に対する圧縮強度を確保することができることがわかった。

図-3に貝殻に対し碎石の混合割合を変化させた場合、およびセメント量を少なくすることにより乾燥収縮などを小さくする目的で、細骨材をペーストの内割りで混合させた場合の圧縮強度の変化を示す。碎石の混合割合が多いほど圧縮強度が増加する傾向にある。また、砂の混合によって圧縮強度は20～35%程度低下した。特に $s/a=10\%$ では空隙率が変わらないが強度が低下していることから、細骨材の配合によってバインダの強度が小さくなった可能性が考えられる。

図-4に連続空隙率と透水係数の関係を示す。図では、水頭差約100mmの定水位試験結果を示している。空隙率の増加に伴い透水係数が増加し、碎石、貝殻とも粗骨材径が大きいものは透水係数がやや大きい傾向を示している。一方、貝殻は碎石に比べて透水係数が小さく、貝殻に碎石を混合したものも透水係数が小さくなった。貝殻は扁平率が高く、締固め時に一定方向に重なり合う傾向がある。透水係数はこの重なり合い方によって影響を受けるものと考えられる。また、型枠面付近の貝殻は型枠面に沿って配置される傾向があり、写真-2の様に型枠の底面では空隙を覆うような形となった。このため、空隙率が同等でも透水係数が小さくなったものと考えられる。このことは、貝殻が型枠面に沿うように締固めを段階的に行うなど成型方法を工夫することによって、保水性の高いPOCの作製が可能となると考えられるが、寒冷地では、凍結時における水の移動が制限されることにより耐凍害性が低下する要因になる可能性がある。これらをふまえ、今後耐凍害性に対する検討を行う必要がある。

4. まとめ

本研究で得られた結果は以下の通りである。

- (1) 貝殻を用いたPOCは碎石を混入することにより通常のPOCと同等の強度、空隙率を確保することができる。
- (2) 碎石の混入率が多いほど強度が大きくなるが、バインダに細骨材を混入すると強度が低下する傾向がある。
- (3) 貝殻を用いたPOCは碎石を用いたPOCに比べ透水係数が小さくなる。この理由として貝殻は扁平率が高いため型枠に沿って配置しやすく、空隙を覆うような形になるためと考えられる。

参考文献

- 1) 社団法人日本コンクリート工学協会；ポラスコンクリートの設計・施工法の確立に関する研究委員会報告書，2003.5
- 2) 王偉，高村慎一，中村三男，月永洋一；貝殻を用いたポラスコンクリートの調（配）合及び成形方法に関する研究，セメント・コンクリート論文集 No. 57，pp. 572-577，2003
- 3) 財団法人先端建設技術センター；ポラスコンクリート河川護岸工法の手引き，pp. 21，山海堂，2001.4

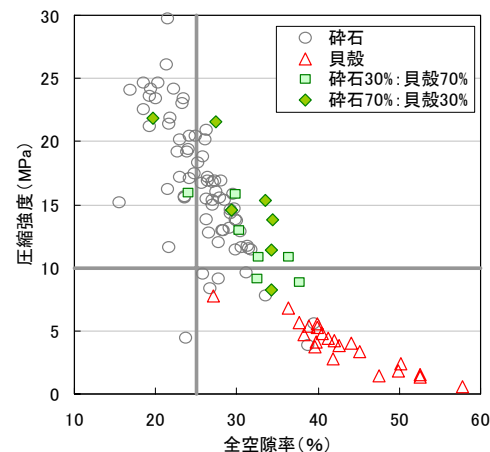


図-2 空隙率と圧縮強度

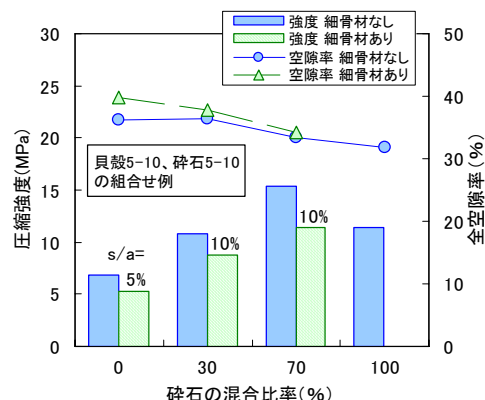


図-3 貝殻と碎石の混合比率と強度

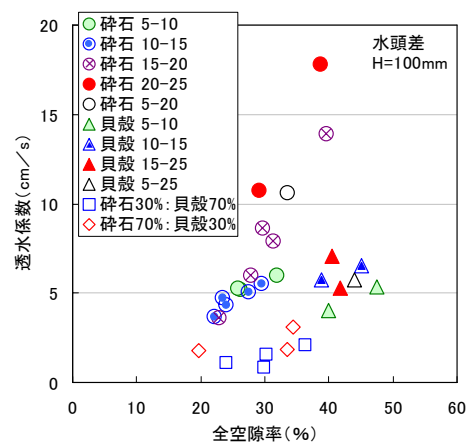


図-4 空隙率と透水係数



写真-2 透水試験供試体の底面