

河川護岸での崩壊を目的とした自然回帰型ポーラスコンクリートに関する検討

岩手大学 学生会員 ○外久保 徹
 岩手大学 正会員 小山田 哲也
 岩手大学 正会員 藤原 忠司

1. はじめに

近年、多自然型川作りを目的として、植生を期待したポーラスコンクリートによる護岸の施工例が増加している。ただし、現在使用されているポーラスコンクリートは、耐久性が高いことが前提であり、植物の大きさは根の径すなわちコンクリートの空隙径に支配されるため、必然的に植物の種類や量に制限を与えてしまう。自然環境を考慮した川作りを考えると、植物が活着し、根の掌握力により地盤を安定させるのが本来の姿である。このような着想のもと、本学では国土交通省東北技術事務所、社団法人東北建設協会、中間法人全国コンクリート製品協会東北支部と共同で平成 17 年に技術研究会を発足させている。本研究は、コンクリート設置から数年後、植物が根付くまではコンクリートとして護岸の役割を果たし、根の掌握力が十分な耐力を有する程になった時期に崩壊するコンクリートが具現化可能であるかを、実験的に検討したものである。

2. 実験概要

ポーラスコンクリートの配合を表-1 に示す。植物の根の伸長空間の確保と倒伏の防止を考慮し、粗骨材には 6 号碎石を使用し、コンクリートの空隙率を 14% とした。セメントには普通ポルトランドセメントを用いた。コンクリートの崩壊を容易にするため、水セメント比は 80% と高めに設定した。混和材として、クラッシャーにて 5mm 以下に粉碎したカキ殻粉末を使用した。本研究では、カキ殻の空隙の多い構造に着目し、成分が水中で溶出する可能性と材料分離の低減効果を期待して、セメントに対して容積で 2 倍混合した。水へのカキ殻の溶出の有無については、カキ殻粉末を水中に 91 日間浸漬し、浸漬の前後のカキ殻の水銀圧入法による細孔径分布の測定および SEM 観察により検討している。

表-1 ポーラスコンクリートの配合

水セメント比 (%)	単位量(kg/m ³)				
	水 W	セメント C	カキ殻	石灰石	粗骨材 G
80	129	161	212	—	1673
	129	161	—	276	1673

混和材として、クラッシャーにて 5mm 以下に粉碎したカキ殻粉末を使用した。本研究では、カキ殻の空隙の多い構造に着目し、成分が水中で溶出する可能性と材料分離の低減効果を期待して、セメントに対して容積で 2 倍混合した。水へのカキ殻の溶出の有無については、カキ殻粉末を水中に 91 日間浸漬し、浸漬の前後のカキ殻の水銀圧入法による細孔径分布の測定および SEM 観察により検討している。

検討するコンクリートは、河川水流の変動の影響を受ける水際線への設置を想定している。この部分のコンクリートは、河川水による洗い流し、あるいは水位の変動による乾湿繰り返しを受ける。この自然環境を想定し、本実験ではコンクリートを水中に浸漬したものと乾湿繰り返しを与えたものの 2 種類の条件で、それぞれコンクリートの質量および相対動弾性係数の経時変化を測定した。供試体は、4×4×16cm の寸法で作製した。各供試体の水中への浸漬は pH=7 の循環水槽内で行い、乾燥は 40℃ の乾燥機内で行った。乾湿の繰り返しは、湿潤 4 日乾燥 3 日を 1 サイクルとした。また、水中浸漬供試体の測定は、7 日ごとに行った。カキ殻の有用性を検討するため、成分がほぼ同一である石灰石も対象に加えており、この場合は、乾湿繰り返しのみを与えて実験に供した。

3. 実験結果および考察

粉碎したカキ殻の水中に浸漬する前後の細孔径分布を図-1 に示す。91 日の水中浸漬によりカキ殻の細孔は、細孔の大小に関係なく全体的に 50% 程度の減少が確認された。図-2 および図-3 には、浸水前のカキ殻の SEM 写真を示している。カキ殻の主要部は、大別して図-2 に示す葉状構造と図-3 に示すチョーク構造が存在する¹⁾。葉状構造は半透明色で硬く、チョーク構造は白く空隙が多くもろい。浸水後のカキ殻粉末は、大部分が

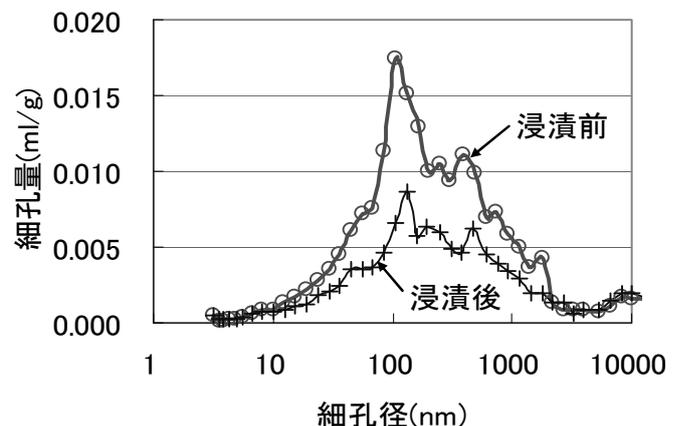


図-1 カキ殻の細孔径分布

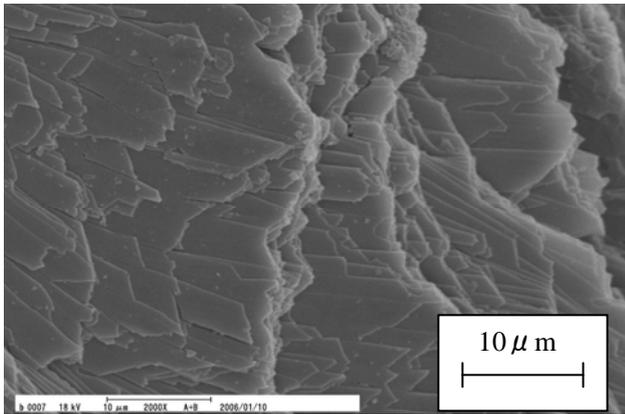


図-2 カキ殻の葉状構造

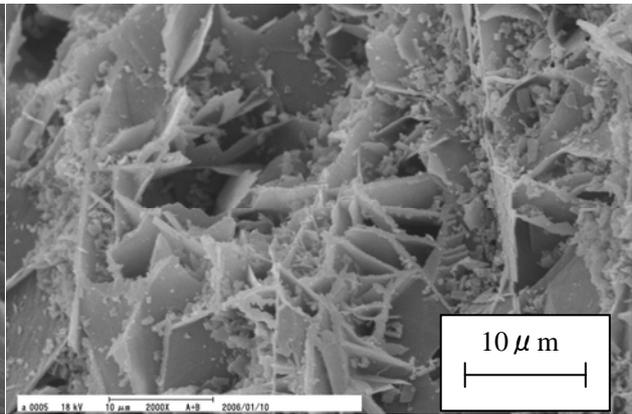


図-3 カキ殻のチョーク構造

葉状構造であり、チョーク構造はほとんど見られない。このチョーク構造部分が浸漬により溶出し、細孔量の変化が生じたものと考えられる。本実験で使用したカキ殻のチョーク構造は、質量で全体の約 57%存在し、セメントペーストに囲まれた状態でもこれが溶け出すとすれば、ポーラスコンクリートの崩壊が促せると考えられる。

図-4 にポーラスコンクリートの質量変化を示す。測定結果は、材齢 28 日の湿潤時の質量を 100%とした場合を示している。カキ殻を混合した場合、水中浸漬のみでは、現段階で質量の変化はほとんど見られない。これに対し、乾湿を与えた供試体は、若干の質量の減少が見られる。供試体の表面を見ると、モルタルの剥がれが見られ、骨材が露出していることから、モルタルの乾燥収縮が骨材に拘束されたことによるものと推察される。石灰石を混合したものは、最も質量減少量が大きい。これは水セメント比が高く、カキ殻に比較し、細骨材状の石灰石を混入しただけではモルタルの流動性が極めて高く、打設面付近のモルタルが薄くなったため、打設面で骨材が乾燥収縮により剥がれやすい条件にあったためと考えられる。

図-5 には、ポーラスコンクリートの相対動弾性係数の推移を示している。カキ殻を混合したポーラスコンクリートに乾湿繰り返しを与えた場合、初期の段階から相対動弾性係数は低下の傾向があり、20 サイクルで 60%に低下する。これは、カキ殻の水への溶出およびモルタルの剥離に加え、骨材同士が付着している部分のモルタルに乾燥収縮によりひび割れが生じたためであると推察される。浸水した場合には、5 サイクル程度までは、相対動弾性係数の増加が見られ、その後には低下の傾向が見られる。相対動弾性係数の増加は、水中養生による強度増進であると考えられる。一方、低下の原因はカキ殻の溶出等の影響が考えられるが、詳細については今後検討していきたい。以上のように、カキ殻を混和材としたポーラスコンクリートは、水中浸漬および乾湿繰り返しによって、崩壊する可能性があることが示唆された。

なお本研究は、独立法人科学技術振興機構 地域イノベーション創出総合支援事業 平成 19 年度「シーズ発掘試験」の一環で実施したものであることを付記する。

【参考文献】 1) 大越健嗣：貝殻・貝の歯・ゴカイの歯、成山堂書店、pp. 55-59, 2001

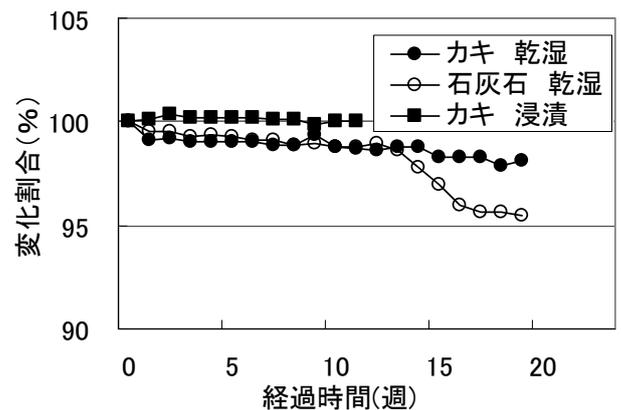


図-4 ポーラスコンクリートの質量変化

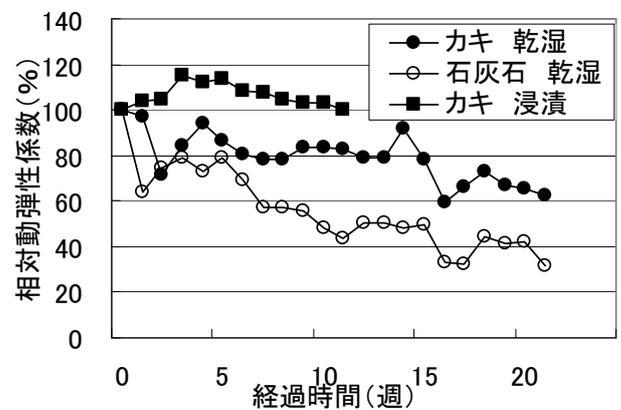


図-5 ポーラスコンクリートの相対動弾性係数