竹炭を混合した安定処理土からの六価クロム溶出特性

崇城大学　　正会員　○荒牧　憲隆
崇城大学　　正会員　　天本　徳浩

１．はじめに

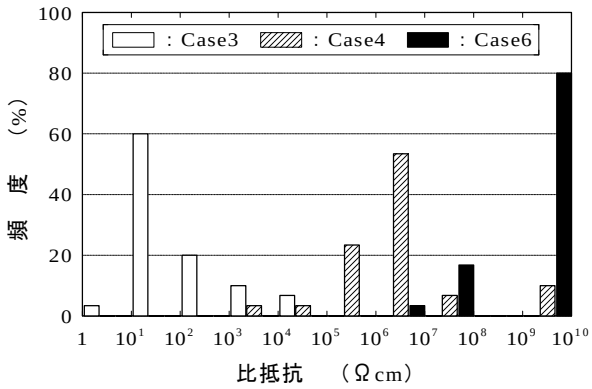
竹は，植物の中でも成長が早く古来より有効な資源として活用されてきた。しかし，時代の移り変わりにより，利用量は減少し，竹林は放置され，土砂災害の原因へとなることもあると報告されている。そのため，竹の適切な間伐は，土砂災害の減災とつながり，その竹の有効活用が必要となる。その中には，竹を炭化させることにより，多孔質で吸着性能を利用し，水質浄化や土壌改良等に使われている。また，竹炭は炭化過程により，吸着能などの化学的特性に違いがあると報告されている[1),2)]。本研究では，間伐により排出された竹の地盤工学的な有効活用において，竹を炭化・粒状化し，これを混合した火山灰質粘性土のセメント安定処理土からの六価クロム溶出抑制効果について，実験的に検討することを目的としている。

２．竹炭の作成方法

本研究で用いた竹炭は，大学キャンパス内より間伐された廃竹材を用いた。竹炭の作製は，電気炉を用いて行い，基本的に乾燥させた短冊状の竹を燻製処理，低温炭化処理，高温炭化の順で行う。燻製処理とは，炉内温度 120℃で約 8 時間保持した状態で，竹材の水分を均一にして良質の竹炭を作るための工程である。次に，炉内温度 180℃として，低温での炭化を行う。最後に，所定の温度にて，高温での炭化を行った。高温での炭化温度は，350，530，700℃にて行った。また，炭化工程の違いによる竹炭の特性を把握するため，表－1 に示すように，８つのケースについて検討した。なお，本研究において，竹炭は，炭化後，粉砕し，粒径 2mm 未満の粒状化を行い用いている。

表－1　竹炭作製条件

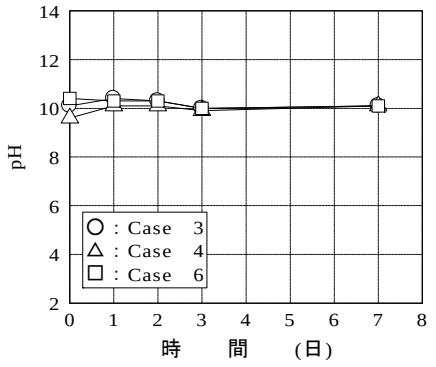
	燻製処理	低温炭化	高温炭化温度
Case 1	○	○	700
Case 2	○	○	350
Case 3	－	○	700
Case 4	－	○	530(短冊型)
Case 5	－	○	530(円柱型)
Case 6	－	○	350
Case 7	－	－	700
Case 8	－	－	350



図－1　竹炭の比抵抗ヒストグラム

３．竹炭の基本的性質

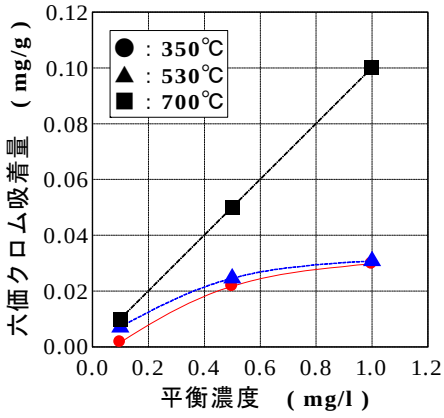
竹炭の導電性について，作製直後の竹炭片を 30 個取り出した後に，比抵抗を測定した。図－1 に，Case3（750℃），Case4（530℃），Case6（350℃）における頻度分布を示した。Case3 では，そのほとんどが，$10^2\Omega$cm に分布している。また，Case4，6 と炭化温度が低くなるに伴い，比抵抗の分布は，右側へとシフトしていることが分かる。図－２には，固液比 1:10 として，Case3（750℃），Case4（530℃），Case6（350℃）における竹炭の pH の経時変化について示した。いずれのケースも，経過日数にかかわらず，pH10 付近の弱アルカリ性を示していることが分かる。また，炭



図－2　pH の経時変化

キーワード　竹炭，セメント安定処理，火山灰質粘性土，六価クロム，溶出
連絡先　　〒860-0082　熊本市池田４－２２－１　崇城大学工学部エコデザイン学科　ＴＥＬ096-326-3805

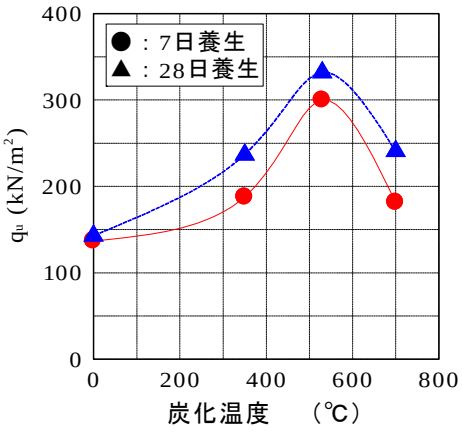
化温度の依存性も無視できる程度である。これは，他のケースについても同様であった。また，竹炭の六価クロム吸着性能を評価するために，以下の要領でバッチ試験を行った。吸光光度計用六価クロム標準液を用いて 0.1，0.5，1mg/l に調整した溶液 100ml に竹炭 10g を加え，6 時間振とう行い，振とう後の溶液中の上澄み液を遠心分離機で固液分離し，その後 0.45μm メンブレンフィルタを用いてろ過を行い，検液を作製した。検液中の六価クロム平衡濃度は吸光光度計を用いて測定している。図－3 に，バッチ試験で得られた竹炭 1g あたりの六価クロムの吸着量を示す。350℃，530℃で作製した炭は六価クロムを吸着はしているが，両方ともほぼ同じ吸着量であり，吸着性能は小さく，700℃で作製した炭は溶出していた六価クロム，すべてを吸着していることがわかる。炭化温度の高いものほど，吸着性が高いことが認められた。



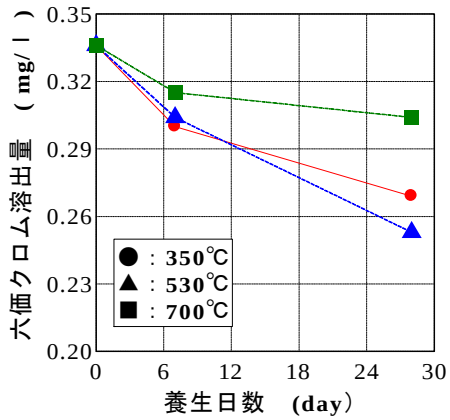
図－3　バッチ試験結果

4．安定処理土からの六価クロム溶出

本研究で用いた安定処理対象土として，熊本県に広く分布する火山灰質粘性土の“赤ぼく”を用いた。赤ぼくは，4.75mm ふるいにおいて，裏ごしした試料を用いている。固化材には，普通ポルトランドセメントを用いている。セメントおよび竹炭の添加率は，両者ともに赤ぼくの乾燥質量に対して 30%とし，安定処理の効果の確認には，養生 7，28 日後の一軸圧縮試験を行った。図－4 に各養生日数における平均一軸圧縮強度 q_u と炭化温度の関係を描いた。なお，便宜的に，炭化温度 0℃にセメントのみによる安定処理土の結果を示している。何れの炭化温度においても，セメントのみによる結果と比較し，安定処理効果は認められるが，炭化温度 530℃の竹炭を混合したケースにおいて，最も一軸圧縮強度が発揮されており，明確な炭化温度依存性は認められなかった。次に，一軸圧縮試験後，2mm 以下に粉砕し 40℃の恒温室内で乾燥させた後，供試体 1 に対し精製水 10 の割合で 6 時間振とうさせ，その上澄み液を，遠心分離機を使用し毎分 3000 回転で 20 分間作動させ，固液分離を行った。その後 0.45μm のメンブレンフィルタを用いてろ過を行い，その検液から六価クロムの溶出量を測定した。ここでは竹炭の六価クロム吸着性能を相対的に評価するために土とセメントのみを混合したものについても同様の実験を行った。図－5 には，固化処理土からの六価クロム溶出量と養生日数の関係を示した。便宜的に，養生日数 0 日の値はセメント固化処理土からの溶出量を示した。何れの竹炭を混合した場合においても，養生日数の増加に伴い，六価クロムの溶出量が抑制されていることが分かる。中でも，一軸圧縮強度同様，530℃で作製された竹炭が効果的であったことが認められる。しかし，何れも，土壌環境基準を満たしていないことから，タンクリーチング試験の実施，固化材の変更等，今後の課題として検討する予定である。



図－4　q_u と炭化温度の関係



図－5　六価クロム溶出量

謝辞：本研究の一部は，文部科学省科学研究費補助金基盤研究（C)による研究成果の一部である。付記して，深甚の謝意を表します。

参考文献：1)日本竹炭竹酢液生産者協議会編：竹炭・竹酢液作り方生かし方，創林社，2004，2) 柳沼力夫：炭のかがく，誠文堂新光社，2003.