

廃木材の炭化物を混合したセメント安定処理土の強度改善効果

九州大学工学部 学○木原 一成

九州大学大学院 F 落合 英俊 正 安福 規之

九州大学大学院 正 大嶺 聖 正 山田 正太郎

1.はじめに

今日、資源の有効利用・再資源化が強く望まれおり、木くずや間伐材等の廃木材もその一つであるため、炭化物としての有効利用なども考えられている。木材の炭化物は汚染土からの重金属の溶出を抑制することが明らかになっている¹⁾。また軟弱な土にセメントなどの固化材を添加し、土の強さを向上させ種々の用途に適したセメント安定処理土の開発が進められている。しかし、セメントからの環境基準を上回る量の六価クロムの溶出が問題とされている。

本研究では、木材の炭化物の吸水効果と有害物質の吸着効果に着目し、炭化物を混合したセメント安定処理土の一軸圧縮試験と溶出試験を行い、セメント及び炭化物の添加量の違いによる強度特性と化学特性の変化を調べ、廃木材を炭化することで地盤材料として利用することの有効性を明らかにする。

2.試料および実験概要

(1)用いた試料 実験では、固化材として普通ポルトランドセメントを、母材としてカオリン粘土を、また炭化物として割箸を炭化させて作製した木炭、および木炭との比較のために豊浦砂を使用した。木炭は、卓上電気炉を用いて割箸を空気に触れないようにアルミホイルで包み、400℃で約1時間炭化させて作製した。作製した木炭を細かく砕き、ふるい分けを行い2mm以下のものと2mm以上のものに分けた。

(2)供試体の作製と試験方法

供試体は、含水比 100%のカオリン粘土に対して所定の木炭を混合し、約5分間ミキサーでかき混ぜた後ポルトランドセメントを加え再び約5分間かき混ぜた。それをモールド(φ50×100)に詰めて7日、28日の養生を行った。養生後、一軸圧縮試験を行った。

溶出試験は環境庁告示 46 号法に従い、一軸圧縮試験後の供試体を用いて行った。供試体を2mm以下に粉碎し、蒸留水を固液比 1:10 で混合して6時間振とうをした後、上澄み液をメンブレンフィルター(孔径 0.45 μm)でろ過し検液を採取した。それを用いて比色法(JIS K 0120 65)により溶出する六価クロム濃度を測定した。

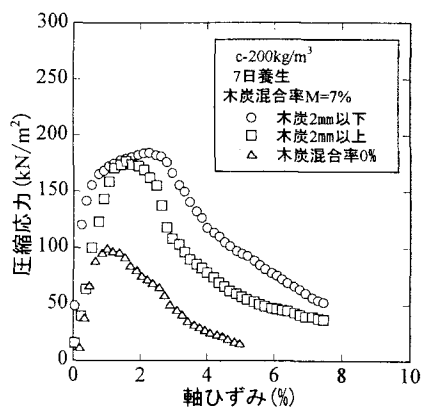


図-1 軸ひずみと圧縮応力の関係

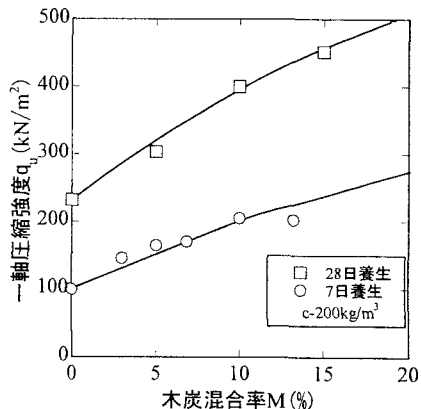
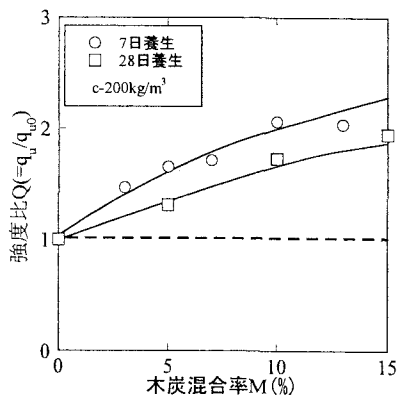
図-2 セメント安定処理土の木炭混合率 M と一軸圧縮強度 q_u の関係

図-3 木炭混合率 M と強度比 Q の関係

3.実験結果と考察

まず2mm以下と2mm以上の木炭をそれぞれ用いて供試体を作製し、粒径の違いが強度に与える影響を調べた(図-1)。2mm以上と2mm以下の木炭を用いた一軸試験の結果を比較すると、木炭の粒径の違いによる強度の差は小さいと考えられる。また同時に木炭を混合していない場合と比較すると、大きく強度増加していることが分かる。

次に、木炭混合率の影響について調べた。供試体の養生期間は7日と28日である。木炭の混合率はカオリン粘土の乾燥質量に対して百分率で混合率M(%)と表す。木炭混合率Mと一軸圧縮強度 q_u の関係を図-2に示す。木炭混合率を増加させると強度が増加していくことが分かる。また、図-3には木炭混合率Mと木炭を混合しない供試体に対する木炭混合による強度比Qの関係を示すが、強度増加の割合は養生期間によらないことが分かる。

$$Q = \frac{q_u(\text{混合率M\%での圧縮強度})}{q_{u0}(\text{混合率0\%での圧縮強度})}$$

次に、木炭の代わりに木炭片(2mm以下)に比較的粒径が近く、かつ吸水効果のない豊浦砂を混合した。図-4は木炭の場合のグラフであり、ここで再び強度比Qを用いて、木炭・砂それぞれの混合率の増加に対する強度増加の割合を示す(図-5)。この図から、木炭を混合することで強度が増加する一方で、豊浦砂を混合したものは強度が増加しないことがより明確に分かる。木炭を混合した場合にのみ強度が増加したのは木炭の吸水効果によるものであると考えられる。水セメント比が小さいほどセメント改良土は強度を発揮することが報告されているが、木炭の吸水効果は間接的に水セメント比の低下をもたらしたものと考えられる。

最後に溶出試験の結果を図-6に示す。木炭混合率増加に伴い、六価クロム溶出量が減少しており、木炭の吸着効果が示されている。混合率を上げていくと、木炭混合率15%において六価クロムの溶出量は環境基準(0.05ppm)を満たす値となった。セメント安定処理土からの溶出が問題とされている六価クロムの溶出量を抑制しており、木炭混合で化学的な効果も期待できる。

4.まとめ

本研究において、木炭を混合したセメント安定処理土の一軸圧縮試験の結果から、混合した木炭の吸水効果が水セメント比の低下につながることで、セメント安定処理土の強度増加が示された。また化学的には、溶出試験を行った結果として木炭の吸着効果により六価クロムの溶出量をある程度抑制することができるといえる。これらのことから、セメント安定処理土に木炭を混合することで、これまでよりも少ないセメント添加量で同様の強度を得ることができ、同時にセメント安定処理土からの六価クロムの溶出も減少することできると思われ、廃木材を炭化し木炭として再利用することの有効性が考えられる。

【参考文献】1)木原ら：廃木材の炭化物を混合した都市ゴミ焼却灰の重金属溶出軽減効果、第58回土木学会年次学術講演概要集、pp.419-420、2003.9

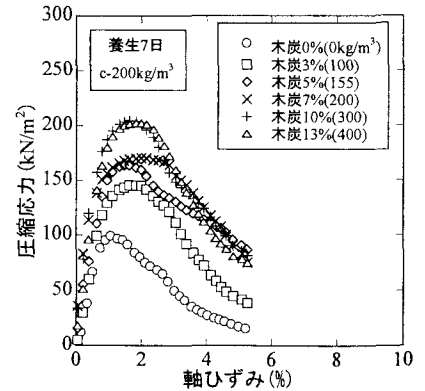


図-4 養生7日ひずみと応力の関係(木炭)

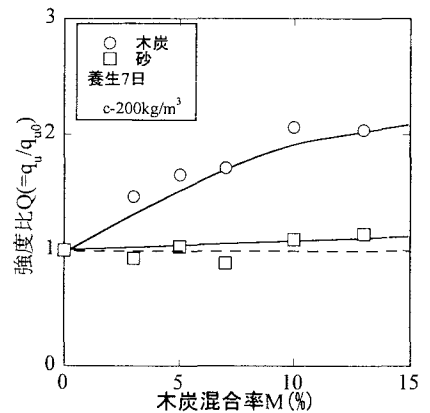


図-5 木炭混合率Mと強度比Qの関係

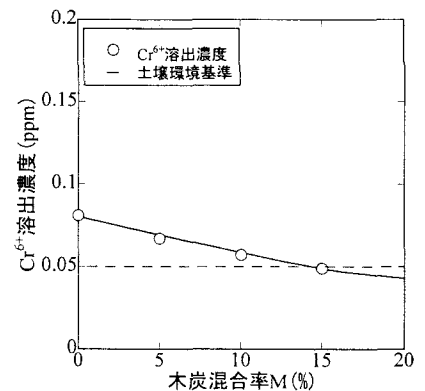


図-6 木炭混合率MとCr⁶⁺溶出量の関係