

炭化過程が異なる竹炭を混合した火山灰粘質性土の安定処理効果

崇城大学 正会員 荒牧 憲隆

崇城大学 学生員○葉 永治 津田 史也

1. はじめに

竹は植物の中で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、工業形態が変わり放置され、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、間伐した竹も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に使われている。しかし、土木業界では他のリサイクル材料と同様、材料コストが高いとの理由によりあまり利用が進んでいない。しかし、これは短期的に見たコストであり、長期的に見ると、災害の減災、炭化による CO₂の固定、森林保全などの環境コストの投資にもつながる。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いわれている¹⁾。

本研究では、間伐により排出された竹の有効活用において、地盤改良における補助材としての適用性について、竹炭を粒状化したものを安定処理に用い、安定処理土の一軸圧縮強度に及ぼす竹炭の炭化過程の影響について実験的に検討することを目的としている。

2. 実験概要

2. 1 竹炭の作製方法

まず、本研究で用いた竹炭の作製方法について示す。用いた竹炭の作製過程は表 - 1 のように 8 通りに分けられる。竹の炭化過程においては、基本的に乾燥させた短冊状の竹を燻製処理、低温炭化、高温炭化の順で行う。燻製処理とは、燻煙することで保存性を高める。燻煙により煙中の殺菌成分が食品に浸透すると同時に、長時間の燻煙によって食品の水分量が減少することで起きる水分活性の低下により保存性が高まる。低温炭化とは、電気炉を 180℃で、一旦炭化し、約 8 時間放置する。

表 - 1 竹炭の作製条件

	燻製処理	低温炭化	炭化設定温度
Case.1	○	○	700
Case.2	○	○	350
Case.3	—	○	700
Case.4	—	○	530(短冊状)
Case.5	—	○	530
Case.6	—	○	350
Case.7	—	—	700
Case.8	—	—	350

2. 2 一軸圧縮試験

本研究では、火山灰粘性土の安定処理効果の確認のために一軸圧縮試験を実施した。供試体は前述のように作製した竹炭を 2mm 以下に粉碎し、セメントと共に火山灰粘性土に添加する。火山灰粘性土は 4.75mm のふるいで裏ごしした試料を用いている。添加率は、竹炭、セメント共に、火山灰質粘性土の乾燥質量に対し 30% である。竹炭とセメントが満遍なくいきわたるように注意しながら手で混合させる。混合後、突き固め、円柱状の供試体を作り、7 日と 28 日に養生期間を設け、その後一軸圧縮試験を行う。また、これと同様にセメントのみを添加した供試体を作製し、これらと比較する。セメント添加率は 30% である。安定処理に用いたセメントは、普通ポルトランドセメントである。

3. 実験結果及び考察

図 - 1 に養生 28 日における代表的な一軸圧縮試験結果を示した。この図では燻製処理を行わず、低温炭化工程から作製し、炭化設定温度だけが異なる竹炭を混合した供試体の応力とひずみの関係を示したものである。炭化設定温度 530℃(Case.4)における一軸圧縮強度が高く、700℃(Case.3)がもっとも低いことが分かる。また、初期剛性においても、明確な炭化温度の依存性は認められなかった。図 - 2 は、養生期間毎に竹炭の炭化時に設定した最高温度と一軸圧縮強度の関係を示した。なお、炭化温度 0℃にプロットしたものはセメント処理に

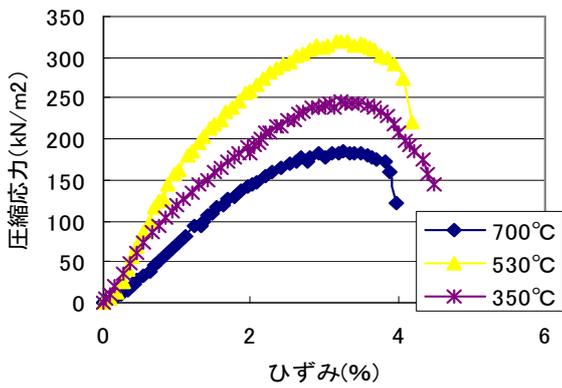


図-1 代表的な応力・ひずみ関係

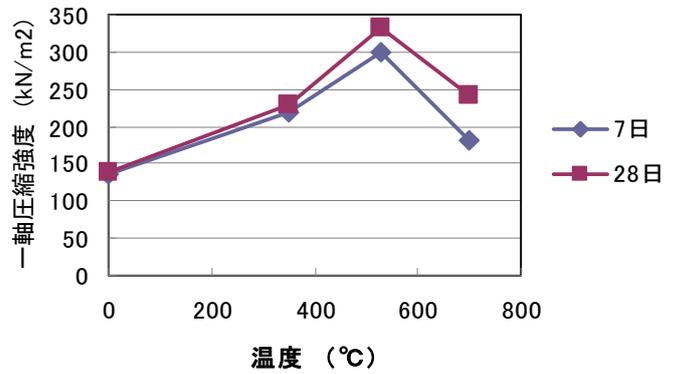


図-2 炭化温度と一軸圧縮強度の関係

よる結果である。竹炭製作時の最高温度は 350°C、530°C、700°Cの 3 種類に分けられる。このグラフから 7 日養生と 28 日養生は共に炭化温度 530°Cで作製した竹炭がもっとも強度が高いことが分かる。炭化温度 350°Cで作製した竹炭は 28 日養生の方がやや強度が高いが、他の二つと比べて養生日数に極端に差がないことが分かる。また、どれもセメントのみを添加した場合に比べ強度は増加していることが分かる。

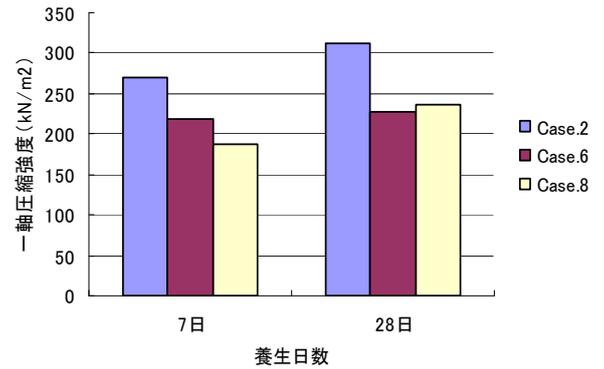


図-3 養生日数毎の一軸圧縮強度

図-3において、炭化温度 350°Cで作製した竹炭を用いたときの処理工程の違いが一軸圧縮強度に与える影響について示した。これより、燻製処理工程から作製した竹炭を混合した供試体の強度 (Case.2) だけが極端に強い。低温炭化工程から作製した竹炭を混合した供試体の強度 (Case.6) がもっとも養生期間に影響されにくく、7 日養生では炭化工程だけで作製した竹炭を混合させた供試体 (Case.8) より強度は高い値を示すが、28 日養生では劣っていることが分かる。また、これにより、同じ炭化温度であっても、安定処理土の強度特性において、その炭化過程の影響を受けることが認められた。

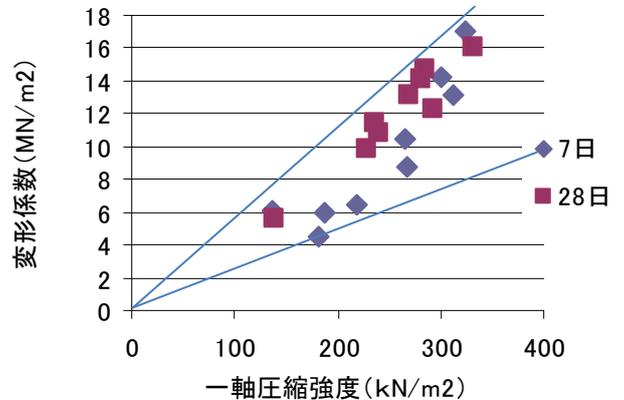


図-4 変形係数と一軸圧縮強度の関係

図-4において、すべてのケースにおける一軸圧縮強度 q_u と変形係数 E_{50} の関係を示したものである。概ね $E_{50} = 19 \sim 40q_u$ の範囲に収まっていることが分かる。また、7 日養生の結果は、幅広く分布しているが、28 日養生では、ほぼ比例関係にあり、炭化温度、処理工程に影響を受けないと考えられる。

4. まとめ

本研究の結果から、竹炭をセメント安定処理に用いる場合、安定処理土の一軸圧縮強度は、炭化温度の影響を受けた竹炭の影響を受けることが認められた。しかし、明確な炭化温度依存性は認められなかった。また、養生期間の増加により、変形係数と一軸圧縮強度は、比例関係を示すことが分かった。

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.