

# 竹の土系舗装への活用法

福岡大学 工学部 社会デザイン工学科  
教授 佐藤研一

## ◇竹林の現状

▶ 30年で竹林面積  
11%増



西日本新聞：2013年8月1日朝刊



## ◇竹林の問題点

- ◆ 上部に葉を広げるため、下部に日が差さない
- ▶ 従来の植物を腐朽させてしまう
- ◆ 根入れ深さが浅く、荒廃した竹林内は、地下茎が枯れている
- ▶ 斜面崩壊・土砂崩れの発生の要因となる

## 竹の現状

非常に繁殖力が強い**ため定期的な伐採が必要**

竹林面積の多い都道府県

| 順位   | 都道府県       | 面積(千ha) | 竹林面積(%) |
|------|------------|---------|---------|
| 1    | <u>鹿児島</u> | 16      | 2.7     |
| 2    | <u>大分</u>  | 13      | 3.0     |
| 3    | 山口         | 12      | 2.8     |
| 4    | <u>福岡</u>  | 12      | 5.4     |
| 5    | <u>熊本</u>  | 11      | 2.3     |
| 6    | 島根         | 10      | 1.9     |
| 7    | 千葉         | 6       | 3.8     |
| 8    | 京都         | 6       | 1.6     |
| 9    | 岡山         | 5       | 1.1     |
| 10   | 宮崎         | 5       | 0.8     |
| 全国平均 |            |         | 0.6     |

資料: 林野庁業務資料 (H19.3.31現在の数値)

# 研究背景

## ◇竹林の現状と有効利用



- 輸入量の増大、生産者の減少
- 竹林が放置され、竹林保護のため伐採された竹廃材（廃棄物）が大量に発生（繁殖力が強いいため定期的な伐採が必要）
- 放置された竹林は約9億 $m^2$ （竹林には1 $m^2$ 当たり10本程度）

現在では、竹チップ・竹フレーク・竹粉などへ加工が進められている。

### 竹廃材の有効利用

が求められている。



#### 【加工品の性質】

- 吸水力が高い
- 繊維質である

#### 現状

- 堆肥として農業分野への利用
- 飼料として畜産分野への利用

# 研究背景

### ■竹の特徴■

竹はイネ科タケ亜科

◇草本的特性

- 1年間に10～20mまで成長する
- 地下茎の随所から新しい筍が発生

◇木本的特性

- 硬く木質化した稈を持つ
- 10mを超える大きさに育つ

竹は高い生産性と再生力、1m/日という著しい伸長速度、2～3m/年という拡大分散する力を持っている。

### ■竹の種類■

|                                                                                    | 種類              | 特徴                                                                                                                                               | 用途                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | 真竹<br>(まだけ)     | <ul style="list-style-type: none"> <li>・直径13cm、高さ24mの大型種。</li> <li>・緑色の稈が特徴。</li> <li>・竹の皮はまったく毛がない</li> </ul>                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・伝統的な工芸品として扇子、弓、ちようちん、編組籠、かさなどの竹工芸に寄与している。</li> </ul>                                             |
|  | 孟宗竹<br>(もうそうちく) | <ul style="list-style-type: none"> <li>・直径25cm、高さ25m。</li> <li>・日本で最大の竹。</li> <li>・若竹の巨稈の節部には白粉がある。</li> <li>・稈は淡い緑。</li> </ul>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・主に筍が食用にされる。</li> <li>・工芸品では、籠の落としなど。</li> <li>・新建材や竹炭などへの活用。</li> <li>・庭園にも良く植えられている。</li> </ul> |
|  | 淡竹<br>(はちく)     | <ul style="list-style-type: none"> <li>・マダケとほぼ同じ大きさ。</li> <li>・若い稈には白粉があり、白っぽく見える。</li> <li>・竹の皮には模様がない。</li> <li>・耐寒性が高く、北海道で生育している。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・細く割りやすいので茶せん、茶笥の材料やすだれの材料に使われる。</li> <li>・新建材や竹炭などへの活用。</li> <li>・庭園にも良く植えられている。</li> </ul>      |

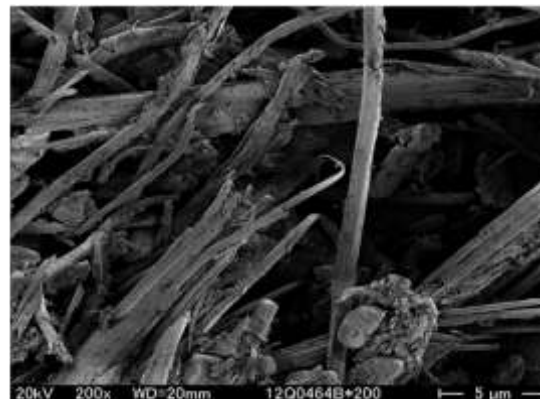
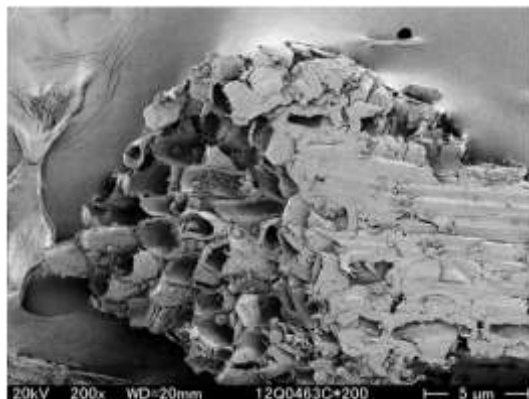


写真 竹チップのSEM画像

□繊維状  
□ポーラス状



建設分野への活用の可能性

# 移動式竹専用粉碎機普及

新技術説明会  
New Technology Presentation Meetings!





## ■主な性能■

- 衝撃吸収性
- 透水性
- 路面温度低減

## ■従たる性能■

- 明色・着色性

## ■用途・適用箇所■

- 遊歩道・公園園路
- 広場
- 屋外スポーツ施設
- 自転車道
- 園内・構内道路

景観性、ヒートアイランド対策等から、公園・緑地において注目されている。

### 《土系舗装》

舗装材料が引張りに弱く、さらに乾湿繰返しに伴うひび割れが発生し、長期耐久性に問題あり。

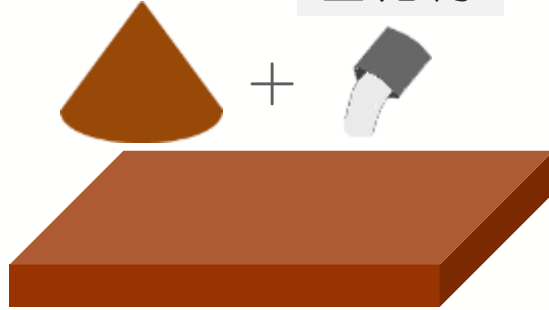


➡ 土系舗装のひび割れ劣化対策と歩き心地の改善が強く求められている。（竹繊維力効果の期待）

# 研究内容

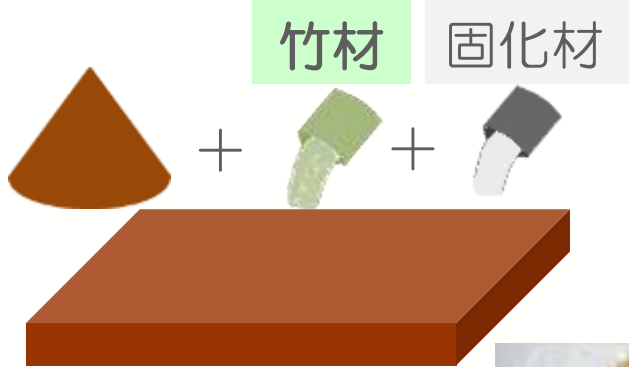
## 新技術の特徴・従来技術との比較

### 【従来】



- 土は引張強度に弱い
- 固化材投入による衝撃吸収性の低下

### 【本研究】



- 固化材の添加量削減
- 天然材料（竹）の靱性効果を利用  
→ 衝撃吸収性の増加  
歩き心地の向上  
→ 引張り強度の増加による  
ひび割れ防止

補強材





太宰府まさ土

固化材



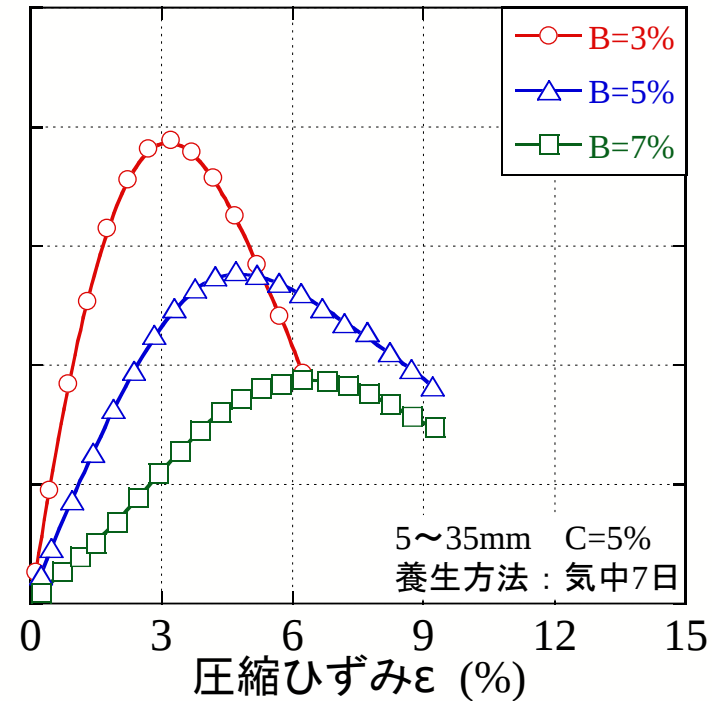
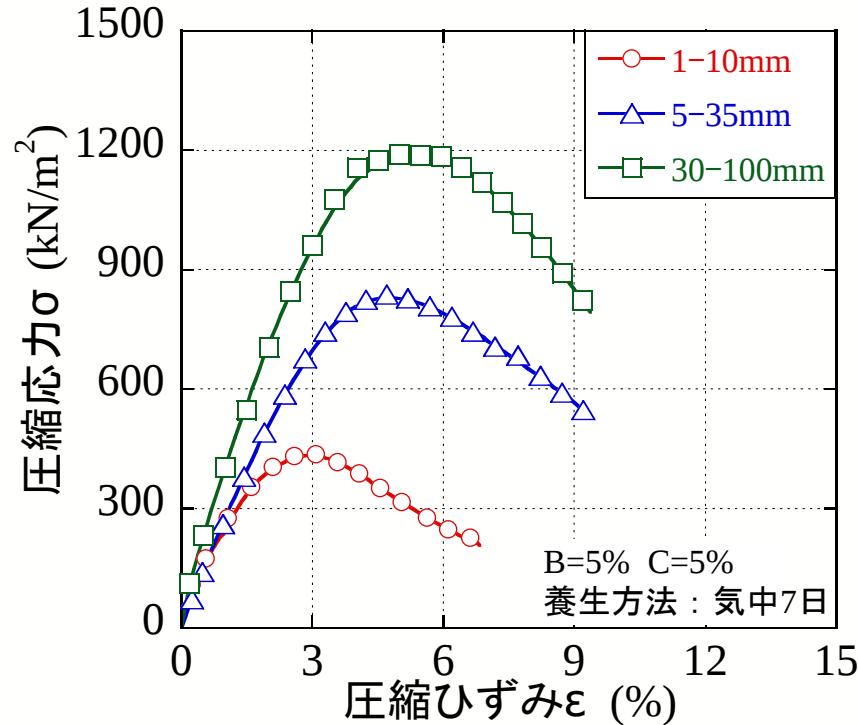
高炉セメントB種



特殊添加剤

| 竹の状態 | 竹チップの長さ<br>(mm) | 竹チップ添加率<br>B(%) | 固化材添加率<br>C(%) | 試験項目           |
|------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|
| 乾燥竹  | 1-10            | 0, 3, 5, 7      | 0, 3, 5, 7     | 一軸圧縮試験<br>曲げ試験 |
|      | 5-35            |                 |                |                |
|      | 30-100          |                 |                |                |

| 竹チップの<br>種類     | 竹チップの種類 |        |       |                  |
|-----------------|---------|--------|-------|------------------|
| フィルターの<br>目の大きさ | 円形5mm   | 円形20mm |       | 楕円形<br>20mm×40mm |
| 竹チップの状態         | 乾燥竹     | 乾燥竹    | 湿潤竹   | 乾燥竹              |
| 竹チップの含水比        | 0.0%    | 0.0%   | 66.7% | 0.0%             |
| 竹チップの長さ         | 1-10mm  | 5-35mm |       | 30-100mm         |



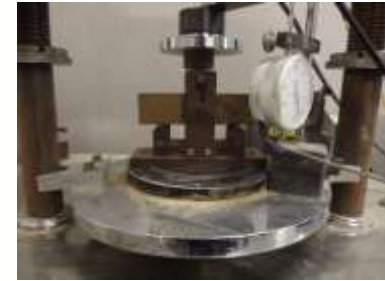
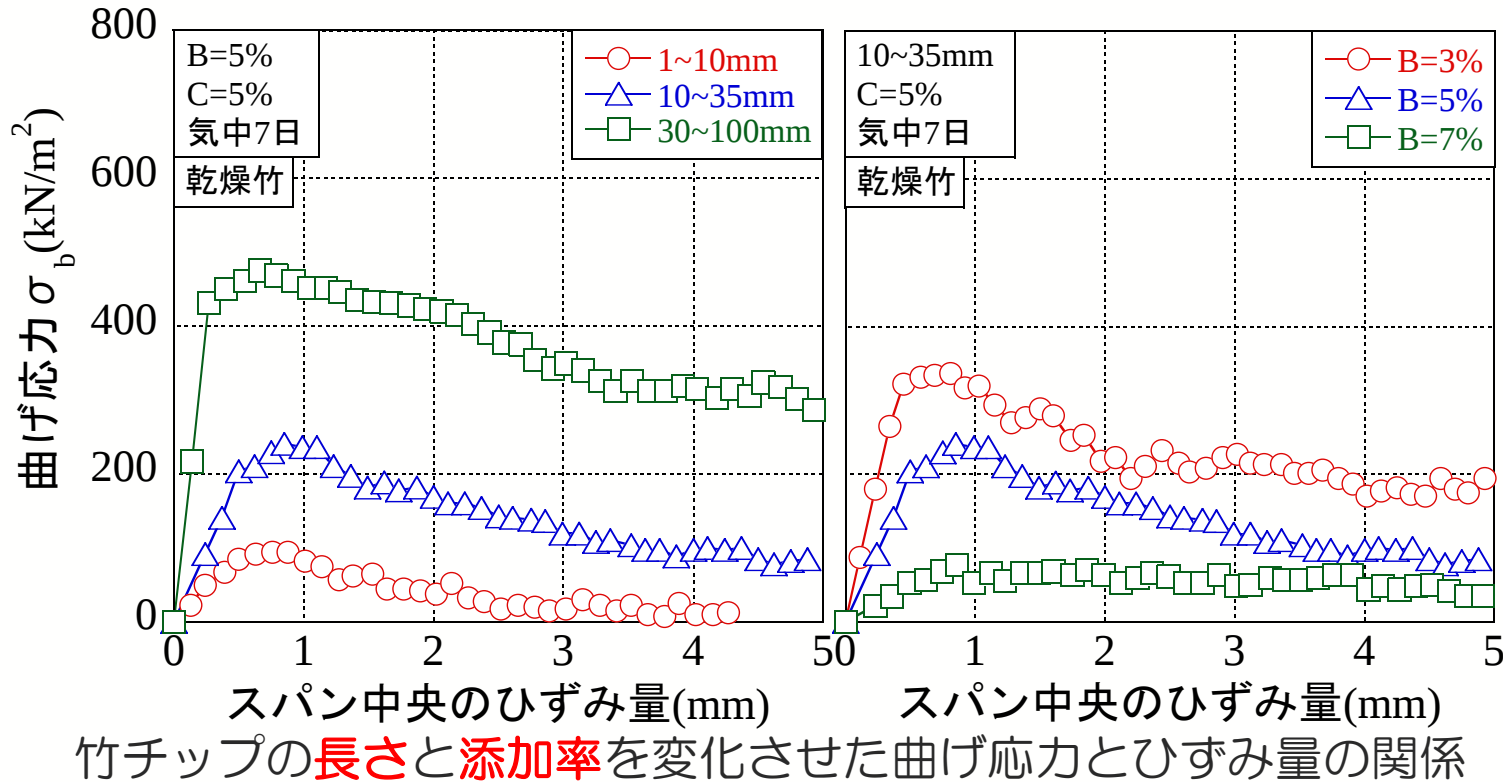
竹チップの長さ<sup>①</sup>と添加率<sup>②</sup>を変化させた応力ひずみ関係

◆添加率の増加に伴う強度の低下

締固め密度が影響

◆竹の長さが長くなるに従って強度の増加

30-100mmでは竹自体の引張強度が供試体の圧縮強度に現れた



## ◆竹チップ混入に伴う延性的な挙動

竹チップの最大長が長いほど  
その効果が発揮される



まさ土のみ



竹チップ7%添加



- 竹の**靱性効果**が発揮  
→引張り強度の増加による  
**ひび割れ防止**

竹チップ長が長いものほど強度増加する

竹チップの添加量の増加に伴い延性的な挙動を示す

### 靱性材による土系舗装の改良効果

- 今回用いた靱性材の中では、チップ長さが長いものほど固化材との結合効果を発揮し、靱性効果をもたらす。
- **竹チップを土系舗装の靱性材として用いることが可能**であり、ひび割れ防止の抑制効果と歩き心地の改善が期待できる。

# 竹チップを活用した土系舗装(施行例)

## 新技術の試験施工 B-ウォーク (竹土舗装)

### (1) あんずの里運動公園

施工日：2008年9月4日

場所：福岡県福津市勝浦1706番地1  
あんずの里運動公園

使用用途：歩道

施工規模：延長50m、幅2m、厚さ7cm、面積100m<sup>2</sup>



### (2) @アトサキセブン

施工日：2013年3月26日

場所：静岡県静岡市葵区七間町映画館跡地  
@アトサキセブン

使用用途：駐車場、作業場

施工規模：厚さ5cm、面積100m<sup>2</sup>

※2014年2月に水道局建設に伴い解体



### (3) 一般住宅

施工日：2013年9月21日

場所：静岡県浜松市浜北区西美園811-1  
一般住宅

使用用途：駐車場

施工規模：厚さ7cm、面積91m<sup>2</sup>

配合条件：竹チップ3%\_固化材5%



### (4) マフラーミュージアム

施工日：2013年8月28日

場所：愛知県名古屋市熱田区六野一丁目3番1号  
(株)三五 ECO35マフラーミュージアム内

使用用途：遊歩道

施工規模：幅80cm、延長13m、厚さ7cm、面積10.4m<sup>2</sup>



### (5) 国土交通省九州地方整備局 九州技術事務所構内

施工日：2014年4月18日

場所：福岡県久留米市高野1丁目3番1号  
国土交通省九州地方整備局

九州技術事務所構内

施工規模：幅4m、延長7.2m、厚さ7cm、面積28.8m<sup>2</sup>





①竹の伐採



②竹チップ製造



③竹チップ完成



竹チップの外観



土＋竹チップ＋固化材

竹チップ舗装材料(300～1000kN/m<sup>2</sup>)

@アトサキセブン 静岡県静岡市葵区七間町映画館跡地 (100m<sup>2</sup>)



現場施工試験の実施にあたり、  
静岡市まちづくり公社、  
Groom静岡の協力を得ました。



# 静岡県浜松市 個人戸建住宅の施工事例(91m<sup>2</sup>)



# 静岡県浜松市 個人戸建住宅の施工事例



建屋周辺



仕上がり面



# 静岡県浜松市 個人戸建住宅の施工事例(91m<sup>2</sup>)





まさ土

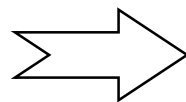


竹チップ



セメント系固化材

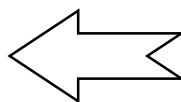
使用材料



混合状況



敷均し状況



転圧状況

施工状況



舗設完了 全景



仕上がり面





混合



表層完了



完成全景



新技術施工試験 竹土舗装系 防草対策

## 日田市 県道法面

施工日：2015年10月9日

場所：大分県日田市大字羽田  
日田玖珠線一般道法面

使用用途：法面防草対策

施工規模：厚さ5cm、面積6.6m<sup>2</sup> 3か所

発注・協力機関：大分県日田土木事務所  
福岡大学、(株)NIPPO  
ニチレキ(株)

※締固めタイプ及びスラリータイプ







**施工後2年経過ののり面防草対策効果**

# 企業への期待

- すでに全国各地において、本技術を用いた歩道、広場の施工が実施されており、その有効性も確認できている技術である。
- 本技術を用いて、地元の放置竹林問題の解決をやってみたい自治体や企業と共同し、一緒に施工実績を増やしていくことを希望。
- 地域に根差した建設業、造園業者とのコラボレーションを希望。
- 施工方法等技術指導を行い、その後は各企業独自で受注、施工、管理を行ってみたい企業と一緒にこの舗装技術を全国に広げ、放置竹林問題の解決を進めたい。

## 本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 舗装材料の製造方法
- 特許番号 : 第5777084号
- 出願人 : 学校法人 福岡大学  
株式会社NIPPO
- 発明者 : 佐藤研一、松本重夫

# ご静聴ありがとうございました。

福岡大学 工学部 社会デザイン工学科  
教授 佐藤 研一

TEL : 092-871-6631 (内線6464)

FAX : 092-865-6031

e-mail : sato@fukuoka-u.ac.jp

携帯 : 090-5384-7784

お問い合わせ先

福岡大学 研究推進部 産学官連携センター  
担当コーディネーター 角中 正博

TEL : 092-871-6631 (内線2804)

FAX : 092-866-2308

e-mail : sanchi@adm.fukuoka-u.ac.jp