

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-102485

(P2012-102485A)

(43) 公開日 平成24年5月31日(2012.5.31)

(51) Int.Cl.  
E02F 7/00 (2006.01)

F I  
E O 2 F 7/00

テーマコード (参考)

D

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2010-250119 (P2010-250119)  
(22) 出願日 平成22年11月8日 (2010.11.8)

(71) 出願人 598015084  
学校法人福岡大学  
福岡県福岡市城南区七隈8丁目19番1号  
(74) 代理人 100099508  
弁理士 加藤 久  
(74) 代理人 100093285  
弁理士 久保山 隆  
(72) 発明者 佐藤 研一  
福岡県福岡市城南区七隈八丁目19番1号  
学校法人福岡大学内

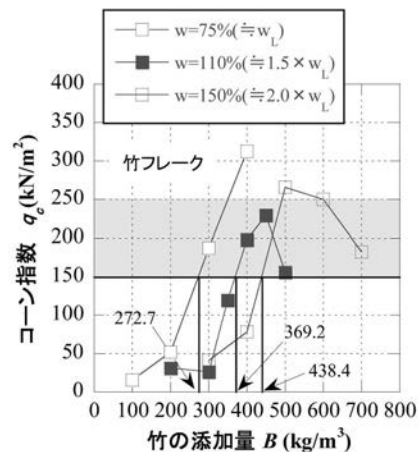
(54) 【発明の名称】 土質材の改良方法および土質改良材

(57) 【要約】

【課題】セメント系固化材を用いることなく、高含水比で軟弱な土質材を運搬可能にする土質材の改良方法および土質改良材の提供。

【解決手段】液性限界の含水比以上の水分を含む土質材に対し、解砕された竹材を270〔kg/cm<sup>3</sup>〕以上混合する。これにより、解砕された竹材が液性限界の含水比以上の水分を含む土質材に混合されることにより、土質材の水分を吸収しつつ、土質材に絡みついて纏めるように作用し、土質材がトラック等に載せて運搬可能な程度の強度に改良される。したがって、セメント系固化材を用いることなく、液性限界の含水比以上の水分を含む高含水比で軟弱な土質材を改良し、トラック等に載せて運搬することが可能となる。

【選択図】 図6



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

液性限界の含水比以上の水分を含む土質材に対し、解砕された竹材を  $270$  [kg/cm<sup>3</sup>] 以上混合することを特徴とする土質材の改良方法。

## 【請求項 2】

前記土質材の含水比が  $w$  [%] の場合、前記解砕された竹材を  $2.2w + 114.7$  [kg/cm<sup>3</sup>] 以上混合することを特徴とする請求項 1 記載の土質材の改良方法。

## 【請求項 3】

前記竹材は、長さ  $0.333 \sim 42$  [mm]、太さ  $0.013 \sim 8$  [mm] に解砕されたものである請求項 1 または 2 に記載の土質材の改良方法。

## 【請求項 4】

前記土質材は、液性限界の含水比の 2 倍以下の水分を含むものである請求項 1 から 3 のいずれかに記載の土質材の改良方法。

## 【請求項 5】

液性限界の含水比以上の水分を含む土質材に対し、 $270$  [kg/cm<sup>3</sup>] 以上混合される解砕された竹材からなる土質改良材。

## 【請求項 6】

前記竹材は、長さ  $0.333 \sim 42$  [mm]、太さ  $0.013 \sim 8$  [mm] に解砕されたものである請求項 5 記載の土質改良材。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、沿岸域の浚渫、河川改修時の浚渫やため池底泥の除去等の工事により発生する土質材の改良方法および土質改良材に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

沿岸域の浚渫、河川改修時の浚渫やため池底泥の除去等の工事により発生する土砂や汚泥等の土質材は、液性限界の含水比以上の水分を含む高含水比で軟弱な土質材であるため、そのままの状態トラックに載せて運搬することは難しい。そのため、土砂等を天日干しにするか、土砂等に対してセメント系の固化材を現位置で混合攪拌し固化させてから運搬するようにしている。

## 【0003】

例えば、非特許文献 1～5 に記載のように、本発明者らは、土砂等に対してセメント系の固化材と、助材として竹をパウダー状にした竹パウダーを用い、原位置にて固化処理を行い、堤体補修材料等として有効利用することについて研究している。また、非特許文献 6～9 に記載のように、さらに助材として建築廃材である石膏ボードを  $2$  mm 以下に粉碎した石膏粉を用いて固化処理することについて研究している。

## 【先行技術文献】

## 【非特許文献】

## 【0004】

【非特許文献 1】星野恭平、田中浩之、佐藤研一、藤川拓朗、横田季彦，助材を用いたため池底泥の固化処理法の検討，平成 20 年度土木学会西部支部研究発表会，土木学会，2009 年 3 月，ページ p. 551 - 552

【非特許文献 2】田中浩之、星野恭平、佐藤研一、藤川拓朗、横田季彦，ため池底泥を用いた新しい堤体補修材料の材料力学特性，平成 20 年度土木学会西部支部研究発表会，土木学会，2009 年 3 月，ページ p. 553 - 554

【非特許文献 3】田中浩之、星野恭平、佐藤研一、藤川拓朗、中島典昭，助材の影響に着目した固化処理底泥土の堤体補修材料への適用性，第 44 回地盤工学研究発表会，地盤工学会，2009 年 8 月，ページ p. 405 - 406

【非特許文献 4】星野恭平、佐藤研一、藤川拓朗、中島典昭，助材を用いたため池底泥の

10

20

30

40

50

固化処理法と材料力学特性，第64回年次学術講演会講演概要集，土木学会，2009年9月，ページp. 925 - 926

【非特許文献5】星野恭平、佐藤研一、藤川拓朗、原口祐理子、中島典昭，ため池底泥を用いた堤体補修材料の固化材添加率の違いが力学特性に与える影響，平成21年度土木学会西部支部研究発表会，土木学会，2010年3月，ページp. 539 - 540

【非特許文献6】原口祐理子、佐藤研一、藤川拓朗、星野恭平、中島典昭，ため池底泥を用いた堤体補修材料の解きほぐし粒径及び助材添加率の違いが力学特性に与える影響，平成21年度土木学会西部支部研究発表会，土木学会，2010年3月，ページp. 541 - 542

【非特許文献7】星野恭平、佐藤研一、藤川拓朗、中島典昭，解織した竹を混入したため池底泥の堤体補修材料への適用性，地盤環境および防災における地域資源の活用に関するシンポジウム発表論文集，地盤工学会，2010年1月，ページp. 71 - 74

【非特許文献8】星野恭平、佐藤研一、藤川拓朗、中島典昭，ため池底泥を用いた堤体補修材料の力学特性に与える固化材および助材の影響，第45回地盤工学研究発表会，地盤工学会，2010年8月，ページp. 491 - 492

【非特許文献9】星野恭平、佐藤研一、藤川拓朗、中島典昭，ため池底泥を用いた堤体補修材料の透水・力学特性，第65回年次学術講演会講演概要集，土木学会，2010年9月，ページp. 947 - 948

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、天日干しでは、土砂等を仮置きする広大な敷地が必要であり、かつ乾燥までの時間が必要である。また、セメント系の固化材による改良では、コストがかかることはもちろんのこと、セメント系固化材が高アルカリ性であるため、生態系の維持のためにその利用は好ましくなく、セメント利用による土壌のpHの変化は土壌環境影響として大きな問題となる。

【0006】

そこで、本発明においては、セメント系固化材を用いることなく、高含水比で軟弱な土質材を運搬可能にする土質材の改良方法および土質改良材を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の土質材の改良方法は、液性限界の含水比以上の水分を含む土質材に対し、解砕された竹材を270〔kg/cm<sup>3</sup>〕以上、より好ましくは360〔kg/cm<sup>3</sup>〕以上、さらに好ましくは430〔kg/cm<sup>3</sup>〕以上混合することを特徴とする。また、本発明の土質改良材は、液性限界の含水比以上の水分を含む土質材に対し、270〔kg/cm<sup>3</sup>〕以上、より好ましくは360〔kg/cm<sup>3</sup>〕以上、さらに好ましくは430〔kg/cm<sup>3</sup>〕以上混合される解砕された竹材からなる。

【0008】

本発明の土質材の改良方法または土質改良材によれば、解砕された竹材が液性限界の含水比以上の水分を含む土質材に混合されることにより、土質材の水分を吸収しつつ、土質材に絡みついて纏めるように作用し、土質材がトラック等に載せて運搬可能な程度の強度に改良される。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、セメント系固化材を用いることなく、液性限界の含水比以上の水分を含む高含水比で軟弱な土質材を改良し、トラック等に載せて運搬することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の実施の形態における土質改良材を構成する竹材の長さおよび太さについての説明図である。

10

20

30

40

50

- 【図2】底泥の粒径加積曲線を示す図である。  
 【図3】竹材の写真と混合時の含水比を示す図である。  
 【図4】竹材の拡大写真および顕微鏡写真を示す図である。  
 【図5】竹材の添加量とコーン指数の関係を示す図である。  
 【図6】竹フレークの添加量とコーン指数の関係を示す図である。  
 【図7】含水比と竹フレークの添加量の関係を示す図である。  
 【発明を実施するための形態】

【0011】

本実施形態における土質材の改良方法および土質改良材が対象とする土質材は、液性限界の含水比以上の水分を含む土質材である。液性限界とは、土が塑性状態から液状に移るときに含水比をいい、日本工業規格（JIS A 1205）「土の液性限界・塑性限界試験方法」に規定されている。本実施形態における土質材の改良方法および土質改良材は、特に運搬に際して最も取り扱いにくいとされている液性限界の含水比の1.5倍以上2倍以下の水分を含む土質材に好適である。

10

【0012】

このような土質材は、例えば、沿岸域の浚渫、河川改修時の浚渫やため池底泥の除去等の工事により発生する土砂や汚泥等であり、そのままではショベルですくうことも困難なべちゃべちゃの状態の土質材である。本実施形態における土質材の改良方法では、このような土質材に対し、解砕された竹材のみからなる土質改良材を $270 \text{ [kg/cm}^3\text{]}$ 以上混合することで、ショベルですくい、トラック等に載せて運搬可能な程度の強度に改良する。

20

【0013】

ここで、トラック等に載せて運搬可能な程度の強度とは、一軸圧縮強さ $q_u = 30 \text{ [kN/m}^2\text{]}$ 以上であれば十分であるとされている（社団法人セメント協会：セメント系固化材による地盤改良マニュアル（第2版）（1994），p.154参照。）。なお、本発明の改良の対象である土砂や汚泥等の土質材では一軸圧縮強さを計測することが困難であるため、コーン指数試験により評価を行うこととする。コーン指数試験により評価を行う場合、コーン指数 $q_c = 5q_u$ （社団法人地盤工学会：地盤調査法（1995），p.225参照。）となる。

30

【0014】

そこで、本実施形態における土質材の改良方法および土質改良材による目標強度は、一軸圧縮強さ $q_u = 30 \text{ [kN/m}^2\text{]}$ に相当するコーン指数 $q_c = 150 \text{ [kN/m}^2\text{]}$ 以上とする。なお、本発明の改良の対象である土砂や汚泥等の液性限界の含水比以上の水分を含む土質材の改良強さは、大きなばらつきを示すことが多いため、一軸圧縮強さ $q_u$ の改良目標値は $q_u = 50 \sim 100 \text{ [kN/m}^2\text{]}$ とする例が多い。そこで、本実施形態における土質材の改良方法および土質改良材による目標強度は、望ましくは一軸圧縮強さ $q_u = 50 \text{ [kN/m}^2\text{]}$ に相当するコーン指数 $q_c = 250 \text{ [kN/m}^2\text{]}$ 以上とする。

【0015】

竹材は、伐採された竹廃材等の竹を植織機や解砕（ほぐし）機等によりフレーク（薄片）状に解砕し（ほぐし）たものである。植織機等では、予めチップ状にした竹をホッパーから投入すると、中のスクリーンによって圧縮、混練され、さらにカッターによってミンチ状にすり潰されて、機械先端部の穴からパラパラにほぐれた竹材が排出される。

40

【0016】

また、竹材は、長さ $0.333 \sim 4.2 \text{ [mm]}$ 、太さ $0.013 \sim 8 \text{ [mm]}$ に解砕されたものである。図1に示すように、長さとは、竹の繊維方向と同一方向をいう。また、太さとは、竹の繊維方向に対して直交方向の外径をいう。

【0017】

このように解砕された竹材のみからなる土質改良材を液性限界の含水比以上の水分を含む土質材に対して約 $270 \text{ kg/cm}^3$ 以上混合し、攪拌すると、解砕された竹材が土質材の水分を吸収しつつ、土質材に絡みついて纏めるように作用し、土質材がトラック等に

50

載せて運搬可能な程度の強度に改良される。すなわち、本実施形態における土質材の改良方法および土質改良材によれば、セメント系固化材を用いることなく、液性限界の含水比以上の水分を含む高含水比で軟弱な土質材を改良し、トラック等に載せて運搬することが可能となる。

【実施例】

【0018】

本発明の土質材の改良方法および土質改良材について検証を行った。土質材には、佐賀県長場恵ため池から採取した底泥を用いた。底泥の物理特性を表1に、粒径加積曲線を図2に示す。竹材は、加工方法の異なる3種類のフレッシュな竹材を使用した。ここでは、粒径が大きいものから「竹チップ大」、「竹チップ小」、「竹フレーク」とした。図3に竹材の写真と混合時の含水比を示す。

10

【0019】

【表1】

	長場恵ため池 底泥
土粒子の密度 $\rho_s$ ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	2.571
初期含水比 $w$ (%)	97.09
強熱減量 $I_g$ -loss (%)	9.26
細粒分含有率 $F_c$ (%)	82.6
液性限界 $W_L$ (%)	72.95
塑性限界 $W_P$ (%)	29.81
塑性指数 $I_P$	43.13

20

【0020】

また、それぞれの竹材の拡大写真を図4に示した。図4(a)に示す竹チップ大は、ほとんどが肉眼で確認できる大きさで、顕微鏡でははみ出してしまいうような大きさであったため拡大写真で寸法の測定を行ったところ、長さ5.5~42〔mm〕、太さ1~8〔mm〕であった。図4(b)に示す竹チップ小は、竹チップ大と同様に写真による寸法の確認が可能であったため拡大写真で測定したところ、長さ2~11〔mm〕、太さ1~3.5〔mm〕であった。

30

【0021】

図4(c)に示す竹フレークは、ほとんどが細かい材料で肉眼による寸法の確認ができなかったため、図4(d)に示す顕微鏡写真で測定したところ、長さ0.333~10.5〔mm〕、太さ0.013~0.8〔mm〕であった。なお、竹チップ大、竹チップ小においても、長さ1〔mm〕以下の細かな屑が含まれていたが、割合的にごく僅かであったため除外した。

【0022】

実験条件を表2に示す。底泥の含水比は、液性限界  $w_L$  の1.0, 1.5, 2.0倍の75〔%〕, 110〔%〕, 150〔%〕の3パターンとした。これに対し、竹材の添加量は、目標強度を得るため少しずつ変化させながら最適な添加量を見つけることとした。ここで、竹材の添加量は底泥1〔 $\text{m}^3$ 〕に対する竹材の湿潤重量〔kg〕で配合を行った。

40

【0023】

コーン指数試験用供試体の作製は、含水比を調整した底泥に竹材を混合し、ミキサーで4分間十分に攪拌した後、3時間養生させ、その後、直径10〔cm〕、高さ12.5〔cm〕のコーン指数試験用モールドに3層に分けて打設することにより行った。なお、打設の際、締固めすぎると水分がにじみ出てくるため、水分が出てこないように適度なエネルギーで締固めることとした。

【0024】

【表 2】

初期含水比 w (%)	助材添加量 B (kg/m <sup>3</sup> )	養生時間 t (hour)
75 110 150	100~1100	3

## 【0025】

図5に竹材の添加量とコーン指数の関係を示す。コーン指数は、竹材の種類によらず竹材の添加量の増加に伴って、徐々に強度増加が現れ、一定の添加量を境に急激に増加する傾向を示した。その後、コーン指数はピークを示し、竹の添加量が多くなりすぎると減少する傾向を示した。また、同じ竹を破碎した材料にもかかわらず、特に竹フレークは、竹チップ大および竹チップ小に比べて少ない添加量で軟弱粘土を改良し、所定の強度まで改良することができることが示された。

10

## 【0026】

また、図6は竹フレークの添加量とコーン指数の関係を示している。この図6より $q_c = 150$  [kN/m<sup>2</sup>]を得るための竹フレークの必要添加量を以下のように算出した。

$$1) w = 75\% \text{ のとき、 } B = 272.7 \text{ [kg/m}^2\text{]}$$

$$2) w = 110\% \text{ のとき、 } B = 369.2 \text{ [kg/m}^2\text{]}$$

$$3) w = 150\% \text{ のとき、 } B = 438.4 \text{ [kg/m}^2\text{]}$$

## 【0027】

この結果から、含水比と竹フレークの添加量の関係をグラフに示したものが、図7である。含水比 $w$  [%]と竹フレークの添加量 $B$  [kg/cm<sup>3</sup>]の関係は、直線的な関係にあり、図中に示すように近似式 $2.2w + 114.7$  [kg/cm<sup>3</sup>]で表すことができる。また、相関係数 $R$ は0.99と非常に相関性が高い。

20

## 【0028】

また、上記結果から、 $w = 75\%$ すなわち液性限界の含水比の場合には破碎された竹材を $270$  [kg/cm<sup>3</sup>]程度以上、 $w = 110\%$ すなわち液性限界の含水比の $1.5$ 倍の場合には破碎された竹材を $360$  [kg/cm<sup>3</sup>]程度以上、 $w = 150\%$ すなわち液性限界の含水比の $2$ 倍の場合には破碎された竹材を $430$  [kg/cm<sup>3</sup>]程度以上添加することで、掘削可能な強度まで底泥を改良可能であることが分かった。

30

## 【0029】

なお、液性限界の含水比の $2$ 倍を超える水分を含む土質材は、ほぼ水と同様であり、改良対象としては不適切だと思われ、液性限界の含水比の $2$ 倍以下の水分を含むものを改良対象とすれば良い。特に、液性限界の含水比の $1.5 \sim 2$ 倍の水分を含む土質材は、最も取り扱いが困難であると言われており、本発明の土質材の改良方法および土質改良材では、このような土質材を改良して容易に運搬することが可能であることが確認できた。

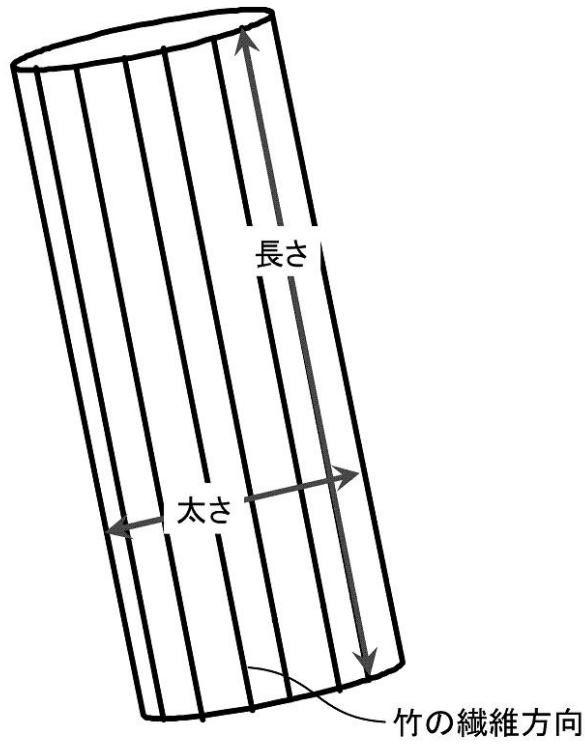
## 【産業上の利用可能性】

## 【0030】

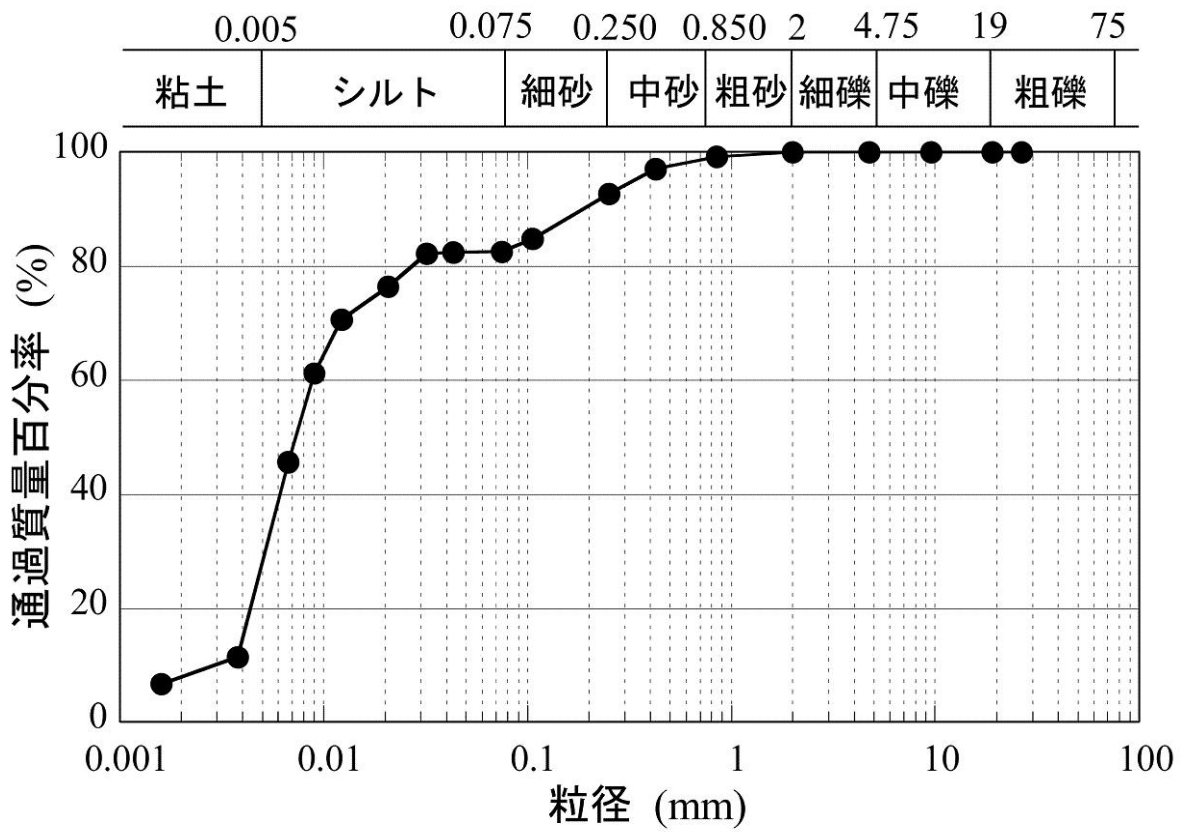
本発明は、沿岸域の浚渫、河川改修時の浚渫やため池底泥の除去等の工事により発生する液性限界の含水比以上の水分を含む土質材の改良に用いられる方法および土質改良材として有用である。

40


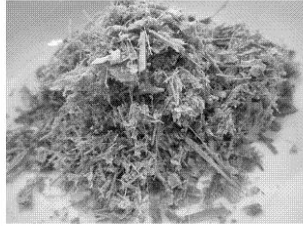
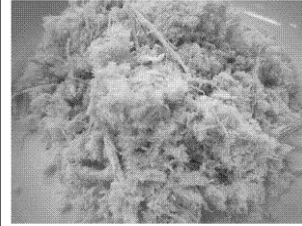
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】

種類	竹チップ大	竹チップ小	竹フレーク
写真			
含水比w (%)	102.51	69.03	54.59

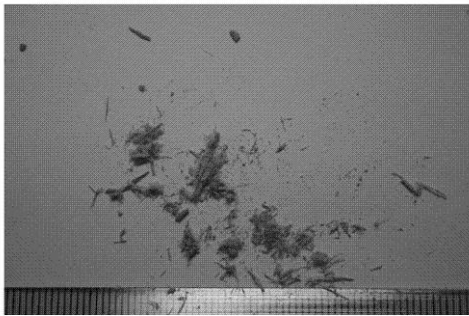
【 図 4 】



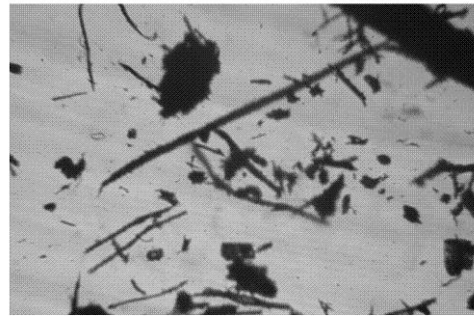
(a) 竹チップ大の拡大写真



(b) 竹チップ小の拡大写真



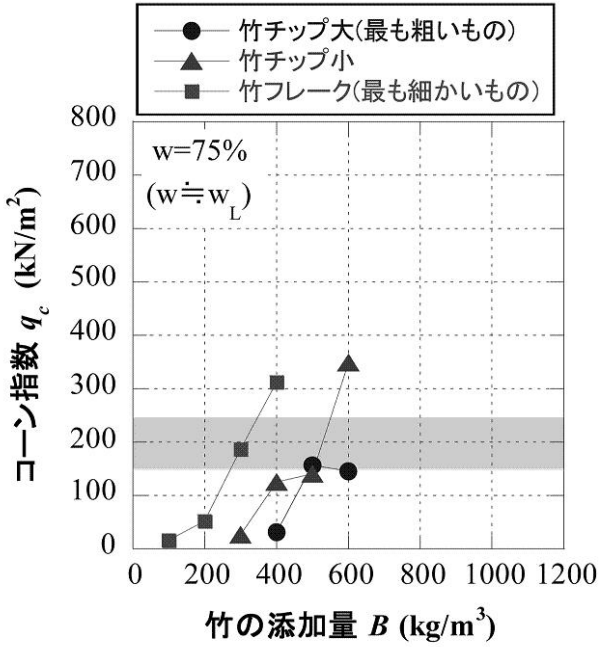
(c) 竹フレークの拡大写真



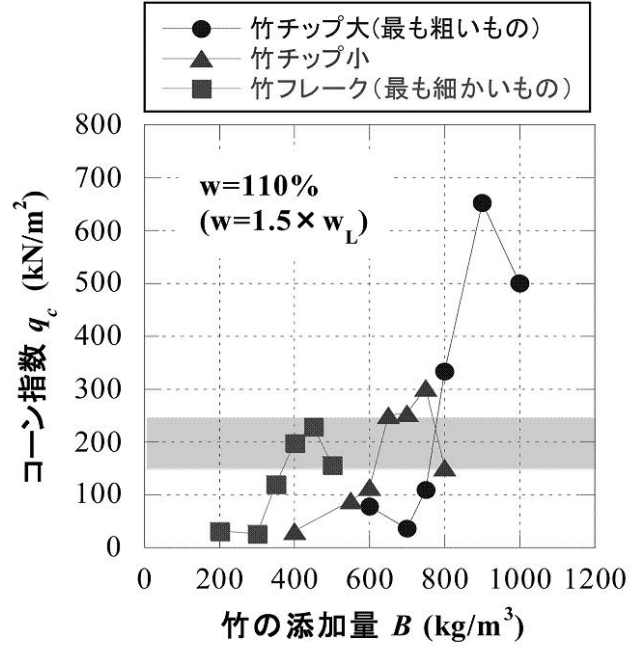
(d) 竹フレークの顕微鏡写真



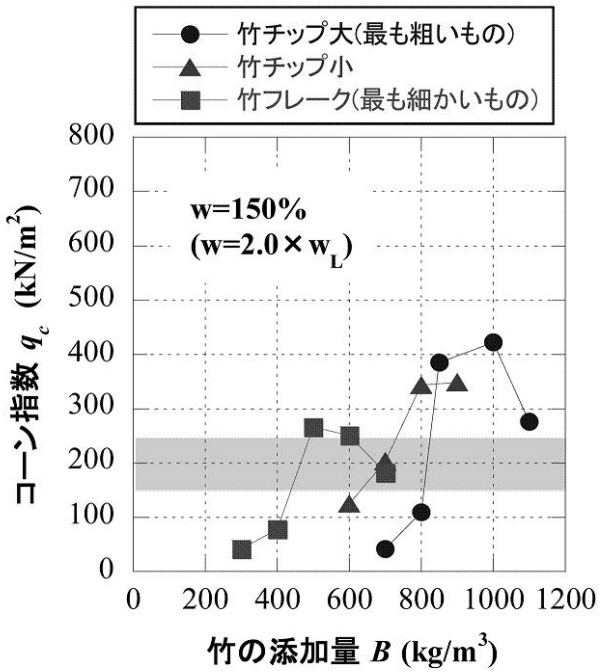
【 図 5 】



(a)  $w=75\%$

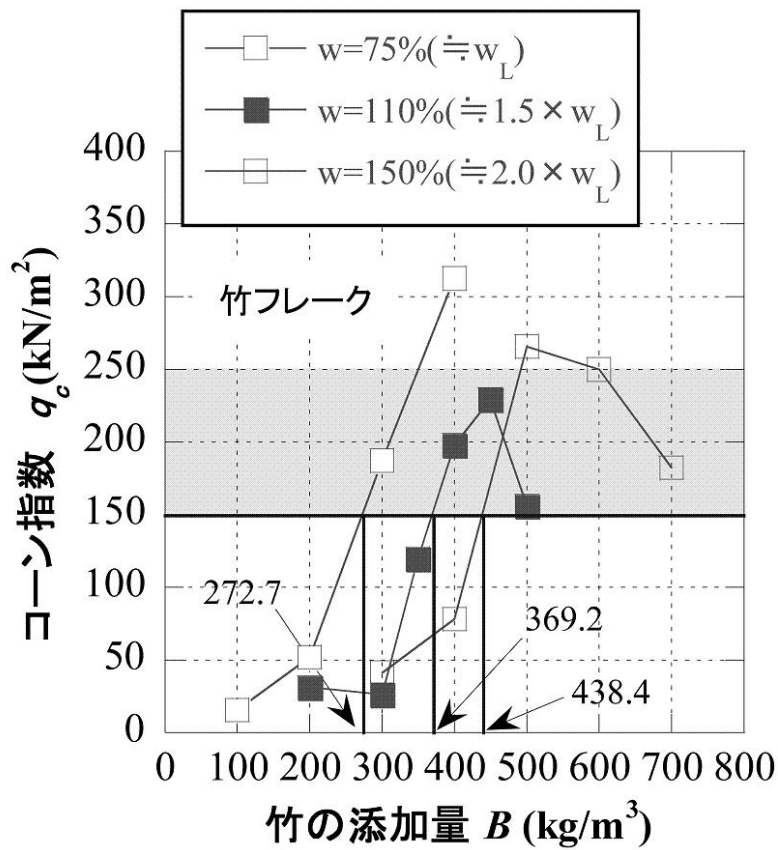


(b)  $w=110\%$



(c)  $w=150\%$

【 図 6 】



【 図 7 】

