

平成 27 年 5 月 18 日現在

機関番号：15301

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2014

課題番号：24656284

研究課題名(和文) たたき工法による常温固化技術を用いた安心で安全な地盤材料づくり

研究課題名(英文) Study on making of geomaterial using Tataki soil method

研究代表者

竹下 祐二 (TAKESHITA, YUJI)

岡山大学・その他の研究科・教授

研究者番号：90188178

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：土の常温固化技術を利用した「たたき工法」に注目した。たたき工法とは、母材となる土に消石灰とにがりを添加し、適量の水と練り混ぜ、締固める方法である。たたき土をブロック化した「たたきキューブ」を提案し、短期養生におけるたたきキューブの最適な配合と強度を評価した。さらにたたきキューブに付加価値を持たせるために、古くから壁材として使用されている漆喰の利用を検討した。

その結果、適度な消石灰を添加することで短期養生でも実用的な強度が得られた。たたき工法は簡便に実施でき、低環境負荷の地盤材料を作成できる。また、漆喰を利用することでたたきキューブの外形の保持や保水性という付加価値を持たせることができた。

研究成果の概要(英文)：‘Tataki’ method was applied for a normal temperature solidification technology of the soil. In this method, soil, slacked lime, magnesium chloride and water are mixed and struck.

‘Tataki’ method has used extensively as Japanese traditional plasterer technology.

However, the hardening characteristics of ‘Tataki’ soil are still unknown. In this paper, geotechnical characteristics of ‘Tataki’ soil using a solution of salt were evaluated by laboratory tests. We suggested ‘Tataki cube’ which made ‘Tataki’ soil a block and evaluated the most suitable combination and strength. Furthermore, I examined the use of the plaster used as wall materials from old days to give ‘Tataki cube’ added value.

As a result, the strength that was practical for a short term was provided by adding moderate slaked lime. The ‘Tataki’ method cannot expect the strength such as the concrete, but we can expect the development of ground materials of the low environment impact.

研究分野：地盤工学

キーワード：たたき土 土質安定処理 地盤材料 常温固化技術

## 1. 研究開始当初の背景

近年、地球環境問題が世界的に問題視されており、従来多用されてきた人工的材料ばかりでなく、低環境負荷の地盤材料を模索する必要がある。現在の土質安定処理工法の原点と考えられるものは、我が国の伝統的な左官技術「たたき工法」である。

たたき工法とは、土に消石灰および「にがり」( $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ )や黒炭を添加して練り混ぜ、十分に締め固める非常にシンプルな施工方法である。たたき工法によって施工された「たたき土」は長い年数を経ても十分に実用的な強度を維持する耐久性を有している。この工法は左官職人の勘と経験に基づいて施工がなされたのみで、近代的なコンクリート工法の普及により継承されずに途絶えた。そのため、その硬化原理や配合設計法および地盤材料としての可能性等は未だに解明されていない。

申請者は、石灰系微粉体を利用した土質安定処理方法の研究を実施する過程において、たたき土が有する発展性や可能性に着目してきた。それらの研究成果に基づいて、セメントや熱エネルギーを使うことなく常温で固化させるというたたき工法は、極めて今日的であり、有用であるとの着想に至った。

## 2. 研究の目的

研究目的は、

(1) 過去に経験的に決定されていた左官技術である「たたき工法」の地盤工学的メカニズムを解明すること

(2) 室内土質試験によって「たたき土」の最適な配合設計や施工法を評価すること

以上の2つの地盤工学的なアプローチをベースにして、

(3) 種々のサンプルによる環境負荷低減機能のモニタリング

(4) 施工労力の軽減と施工品質の向上を目的とした「たたき土のブロック施工技術」を開発することである。

## 3. 研究の方法

本研究では、伝統的な左官技術であるたたき工法に注目した。たたき工法とは、母材となる土に消石灰とにがりを添加し、適量の水と練り混ぜ、叩き固める工法である。たたき土は職人による経験と勘で作製されており、未だに配合条件や地盤工学的特性は解明されていない。そこで、本研究では、以下の方法により研究を実施した。

(1) にがりの代替材として食塩水を使用し、たたき土の一軸圧縮強さを評価した。

(2) たたき土をブロック化した「たたきキューブ」を考案し、誰でも簡単に作成でき、短期間で実用的な強度を有する低環境負荷の地盤材料について検討した。図-1にたたきキューブの作成方法を図示する。

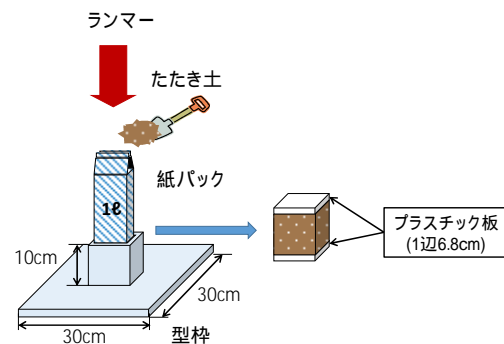


図-1 たたきキューブの作成方法

(3) たたき土と同様に日本の土蔵建築を支えてきた建築材料として漆喰にも着目した。壁材として利用されている漆喰は、ひび割れの防止や調湿の役割を担っていた。漆喰の利用によりたたき土の強度に影響を与えるか、漆喰のもつ保水性や意匠性を付加価値として持たせることができるかについても検討した。図-2に漆喰を塗布する方法と手順を示した。

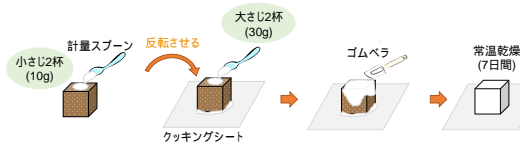


図-2 漆喰を塗布する手順

#### 4. 研究成果

(1) たたき土およびたたきキューブには、強度に関して適切な含水比が存在し、母材の最適含水の少し乾燥側の初期含水比で十分な強度が得られることがわかった。たたきキューブを作製する際には、初期含水比 12% で十分な強度を持たせることができると考えられる。消石灰は 10% 添加することで十分な強度を得ることができた。消石灰添加量の増加と共に強度も増加すると思われたが、短期養生では消石灰の過剰添加は強度低下を招くことが判明した。

(2) たたき土およびたたきキューブの強度について、気中養生後に水浸環境下、高温環境下で養生することで強度に違いが見られることがわかった。どちらの形状においても、強度の傾向は高温養生 > 気中養生 > 水浸養生となった。高温環境下で養生することで、消石灰の固化反応が促進したと考えられる。水浸環境下での養生以外では、漆喰の塗布によらず、人の歩行に必要な強度程度は得ることができた。

(3) 漆喰の塗布の影響において、気中養生と水浸環境下での養生による強度に差は無かった。高温環境下での養生における強度は、漆喰を塗布した方が低くなった。漆喰の保水性により、熱の影響を受けにくくなった可能性がある。養生期間による比較では、漆喰の塗布により強度増加が少し緩慢になることがわかった。

養生期間が長くなるほど、漆喰の有無で強度の差は大きくなった。これは、漆喰の表面保護により空気と触れなくなり、消石灰が二酸化炭素と十分反応できなかった可能性があると思われる。

(4) 暴露試験の結果より、漆喰を塗布することでたたきキューブの表面を保護することができ、崩壊を防ぐことができると思われる。漆喰の塗布により、保水性と表面保護の特性をたたきキューブに付加価値として与えることができた。漆喰の保水性により漆喰中には多くの水分が含まれているため、最低気温が 0 以下になる冬には施工を避けたほうがよい。もしくは室内で養生を行い、気温を一定に保つ必要があると考えられる。

(5) 漆喰の利用によりコストは約 3 倍、作業時間はたたきキューブ 1 個につき 10 分ほど加算される。短期的に見ると漆喰を塗布しなくても十分な強度が得られ、より強度増加が見込まれるが、漆喰を塗布した方が表面や角が崩れずに、長期的な形状の保持と強度増加が期待できる。養生期間による強度発現の違いや、外形の変化などを考慮し、設計強度や用途に応じて漆喰の使用や養生期間を選定していく必要がある。

今後の課題としては、以下の項目が指摘できる。

長期的な暴露試験による外形の観察と強度評価

養生条件、養生日数の検討

漆喰の利用方法の検討

乾湿繰り返しによる強度評価

破砕、再締固めの繰り返しによる強度評価

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計1件)

竹下祐二・三木晴佳・加藤正司・田村二郎：たたき工法を用いた地盤材料づくりに関する実験的研究，第48回地盤工学研究発表会平成25年度発表講演集 pp.747-748, 2013年7月25日.

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕

ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

竹下 祐二 (TAKESHITA YUJI)

岡山大学・大学院環境生命科学研究科・教授

研究者番号：90188178

### (2) 研究分担者

加藤 正司 (KATO SHOJI)

神戸大学・工学研究科・准教授

研究者番号：10204471

### (3) 連携研究者

なし( )

### (4) 研究協力者

田村 二郎 (TAMURA JIRO)