

左官工の動作情報に基づくコンクリート床仕上げ技能の可視化

長岡工業高等専門学校 学生会員 ○込山拓実 長岡工業高等専門学校 正会員 陽田修

1. はじめに

近年、建設業界において第一線で働く技能者の高齢化が深刻化しており、慢性的な人手不足が課題となっている¹⁾。建設業における専門職種の中でも左官工は、少子高齢化の進行により若手入職者の確保、定着が喫緊の課題となっている^{2,3)}。また、左官技能は「見て覚える」ことを主体とした徒弟的技能継承法のため、技能獲得に長い年月を要し、若手入職者が定着しない要因の一つとなっている。このような背景から、左官技能を対象に若手入職者が早期に技能獲得可能な技術継承方法の開発、機械化による省力化を最終的な目標とした。先行研究では、仕上げ面の密実性は、コテに作用する鉛直力に関係し、適度な鉛直力を持続して作用させる動作が密実性を高める要素であると考えられた⁴⁾。そのため本稿では、コテに作用する鉛直力と密実性の関係の精査及び均し始めの最適なタイミングの推定をすることを目的とした。

2. 研究方法

2.1 実験概要

熟練の左官職人 3 名を対象被験者とし、各被験者がそれぞれ 3 つの試験体を仕上げる。また、金ゴテによる最終仕上げを行う試験体は、縦 1000mm、横 1000mm、厚さ 200mm のコンクリート床板とした(図 1)。仕上げを行うタイミングは、コンクリート打設から 3 時間後に一つ目の試験体を均し、その後、1 時間ごとに二つ目、三つ目の試験体を均し仕上げる。

仕上げ時の凝結状態は、反射輝度法、デジタル硬度計を用いて確認する。デジタル硬度計は最終仕上げを行う仕上げ面で使用し、同じ配合で作られた別の試験体で反射輝度を測定する。デジタル硬度計の結果を図 2 に示す。

2.2 動作計測装置

床仕上げ動作を計測するために使用した金ゴテはコテにかかる鉛直力、水平力、モーメントの計測が可能である。また、9 軸モーションセンサを持ち手付近に取り付けることで、コテの角度を測定する(図 3)。コテの縦方向を x 軸、横方向を y 軸とした。なお、作用力、角度ともにサンプリング周波数は 1000 回である。

2.3 動作計測手順

動作計測は、試験体の中央約 800mm の範囲内を 2 パターンの動作を 3 回ずつ計測した。動作 1 は、左から右へ 1 方向の均し方である。また、動作 2 は、左から右、折り返して左へ 1 往復の均し方である。動作 1、動作 2 の終了後、被験者の自由に均し仕上げを行った。

2.4 品質評価

表層透気試験(トレント法)を用いて、表層部の密実性の評価を行った。表層透気試験において得られる表層透気係数 kT 値($\times 10^{-16}m^2$)は、値が小さい程、表層部が密実であることを意味する。なお、表層透気係数の値は各試験体で 4 測点の平均値である。

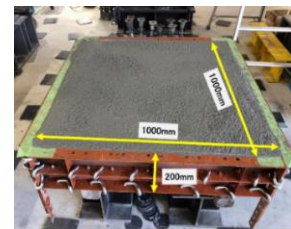


図 1 使用する試験体

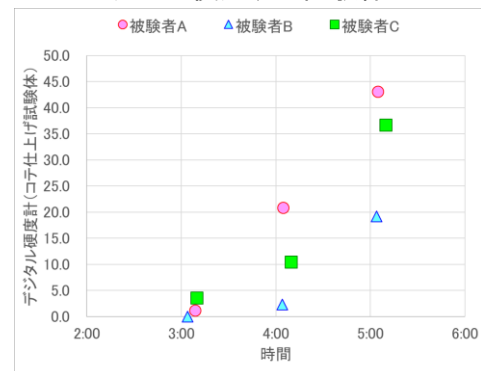


図 2 デジタル硬度計の結果

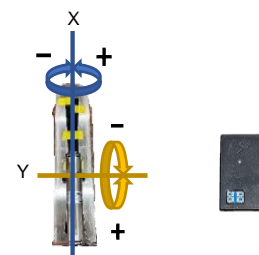


図 3 使用する金ゴテとモーションセンサ

3. 研究結果及び考察

3.1 コテ動作と密実性の関係の検証

(1) 平均鉛直力と表層透気係数

動作 1 の動作中にコテに作用した鉛直力の平均値と最大値を図 4 に、動作 2 の動作中にコテに作用した鉛直力の平均値と最大値を図 5 に示す。また、表層透気試験の結果を図 6 に示す。

各被験者の表層透気係数 kT 値は、職人 C、職人 A、職人 B の順に密実性が高い値であった。最も密実であった試験体は職人 C の 2 体目であったが、動作 1、動作 2 とも鉛直力の値は大きくなかった。このことより鉛直力以外の要素も密実性に相関性があると考えられる。

どの被験者も 3 体目の試験体で最も鉛直力を作用

させており、表層透気試験の結果もそれぞれ良好な値となった。これらは表面の凝結が時間経過とともに進行し、密実性向上に必要な鉛直力をかけることのできる最適なタイミングで均したためと思われる。本実験においては、凝結状態が 10kgf/mm² 以上の試験体は平均以上の鉛直力が作用した割合が高く、密実性も高くなっていたことから、適度な表面の硬さが鉛直力及び密実性に作用していると考えられる。

(2) 鉛直力の作用分布（時間）と表層透気係数

先行研究では、動作 1、動作 2 ともに最大値が 30N 以上であり、平均値もどちらも 30N を超えていたため、鉛直力が仕上げ面に作用している割合を整理する際の基準を 30N に設定したが、本実験では動作 1 の全体の平均値は 19N 以上であり、動作 2 の全体の平均値は 15N 以上であったため、それぞれの動作中に平均値以上の鉛直力が作用した時間の割合を被験者毎に整理した。動作 1 の全均し時間中に 19N 以上の鉛直力が作用した時間の割合を図 7 に、動作 2 の全均し中に 15N 以上の鉛直力が作用した時間の割合を図 8 に示す。

動作 1、動作 2 ともに、全均し中に平均値以上の鉛直力が作用した時間の割合は職人 A が最も多く、職人 C が最も少なかった。しかし、表層透気試験の結果は職人 C が最もよかった。このことから、密実性に相関性があるのは鉛直力だけでなく、未だに分かっていない職人の感覚に頼っている部分が大きく作用していると考えられる。

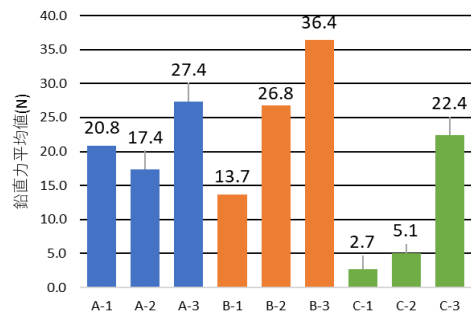
4. まとめ

本実験の範囲内では、表面の硬さが 10kgf/mm² 以上の状態で最終仕上げを行うことでどの職人も密実性が良いとされる基準値の 0.1 に近づいた。仕上げ面の凝結状態により作用させる鉛直力は異なると考えられる。また、動作 1、動作 2 の鉛直力の平均値が最も少なかった職人 C が最も密実であったことから、鉛直力だけでなく他の要素も密実性に深い相関性があるということが考えられる。

コンクリート表面は、気温や湿度によって凝結状態が変わり、それに伴って作用させる鉛直力も変わると考えられる。このことより、冬季と夏季で実験を行い、均し始めのタイミング及び作用した鉛直力を比較することで、各季節の凝結状態の定量値及び作用させる鉛直力を算出することを今後の課題とする。

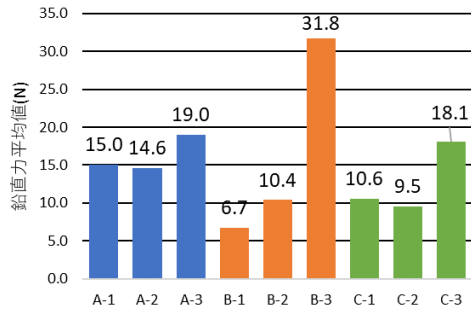
参考文献

- 1) 国土交通省：令和 2 年度 国土交通白書 2020
- 2) 労働政策研究・研修機構 統計情報：
<https://www.jil.go.jp/kokunai/statistics/sansyoku/sansyoku.html>
(閲覧日：2024.10.08)
- 3) 建設工事統計調査：
<https://www.e-stat.go.jp/dbview?sid=0003126252>
(閲覧日：2024.10.08)
- 4) 陽田修，島田康司，正木守，村上裕貴：左官技能の伝承に資するコンクリート床仕上げ技能の可視化に関する研究，コンクリート工学年次論文集 45(1)，2023 年



	A-1	A-2	A-3	B-1	B-2	B-3	C-1	C-2	C-3
鉛直力最大値[N]	38	31	39	23	49	56	14	18	34

図 4 動作 1 鉛直力



	A-1	A-2	A-3	B-1	B-2	B-3	C-1	C-2	C-3
鉛直力最大値[N]	39	37	39	24	28	74	24	32	43

図 5 動作 2 鉛直力

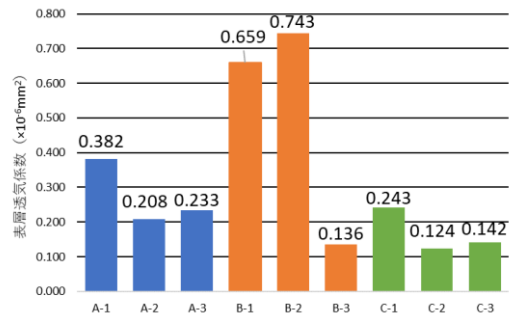


図 6 表層透気試験結果

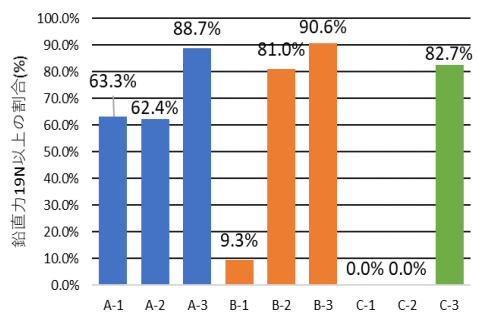


図 7 動作 1 鉛直力 19N 以上の割合

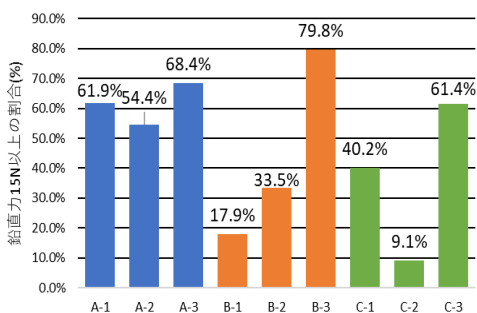


図 8 動作 2 鉛直力 15N 以上の割合