

レーザーによる建築材料の表面処理方法

日本大学生産工学部建築工学科 准教授 永井香織

目的・背景

レーザー技術は、医療、軍事、土木、機械などの分野で工場加工を中心に広く活用されている技術である。しかし、建築業界におけるレーザー加工技術は、図1に示すように様々な研究例はあるが実用化がほとんど進んでいないのが現状である。レーザーは、無反力、無騒音、無振動で加工できる加工機であり、この特性を活かすことで様々な適用が期待できる。

本研究は、レーザーの特徴を活かし、建築分野への適用の可能性を検討している。適用研究例として、図2に示す岩盤掘削¹⁾やコンクリート孔あけ、各種建材への表面処理^{2), 3), 4)}などを実施している。

本報告では、石材表面に新しい付加価値を付与することを目的としたレーザーによる表面処理例について紹介する。紹介する研究事例は、意匠性や耐久性を付与することを目的とした表面ガラス化や防滑性を付与した微細孔仕上げについて示す。



図1 建設分野における研究例



図2 岩盤掘削実験例

原理・方法

石材表面にレーザー照射を行うと、石材の組成およびレーザーの種類によって図2に示すようにガラス化もしくは爆裂する。その原理は以下の通りである。

(1) 表面ガラス化

凝灰岩は、ケイ酸(SiO₂)と呼ばれるシリカ成分を多く含有する。これにレーザー照射することで、石材表面が1000°C以上になりケイ酸が溶融しガラス化する。凝灰岩の組成にあるミノと呼ばれる不純物が含まれる部分は黒色ガラスが形成される(図3)。

(2) 微細孔仕上げ

花崗岩の石英が膨張することで石材表面を微細孔処理することができる(図4)。レーザー照射条件を変更することで、孔の深さや大きさを自由に変更することが可能であり、防滑性を付与することもできる。(レーザーノンスリップ工法)

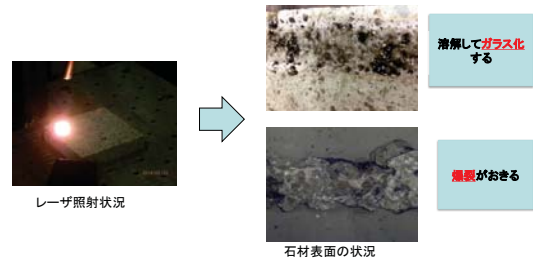


図2 レーザによる石材表面処理

結果・まとめ

(1) 表面ガラス化

表面ガラス化は、レーザー照射条件によって異なる。図3は凝灰岩4種類(札幌軟石・日華石)にレーザー照射した表面状況を示す。図4は、ガラス化した断面状況を示す。石材表面はガラス化しているが、ガラスの厚みやガラス性状はレーザー照射条件と石材の組成によって異なる。また、レーザー照射条件によっては、凝灰岩の吸放湿特性を損なわないガラス化を形成することができる。図5は凝灰岩4種類について、レーザーの出力と表面に形成されたガラス層の最大ガラス化深さの関係例を示したものである。レーザーの照射速度を一定とした場合、レーザー出力が大きくなる程、ガラス層の深さは大きくなった。石材の種類では、札幌軟石がガラス化しやすく、レーザー出力3kwで最大3500μmの深さを示した。

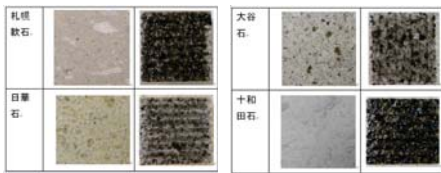


図3 各種凝灰岩の表面ガラス化例



図4 ガラス化した断面例(札幌軟石)

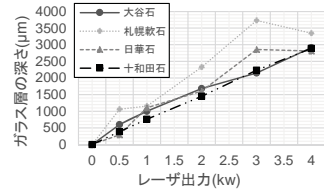


図5 各種凝灰岩のレーザー出力とガラス層の深さの関係

(2) 微細孔仕上げ

微細孔仕上げは、レーザー照射条件によって様々な表面状態を形成することができる。図6に歩行時にわかりにくい微細孔仕上げを行った例を示す。光沢を保持しながら防滑性を付与することも可能である。図7に孔の深さと滑り抵抗値の関係を示す。孔の条件を変化させ、孔の深さと滑り抵抗値の関係を調べた結果、0.04mm以上であれば、滑り抵抗値CSR0.4以上となり、防滑性を付与することができる。なお、床の防滑性は、CSR値0.4以上が望ましい*1とされている。図8に現場でのレーザー加工状況を示す。防滑性が個所に処理することも可能である。

*1: 東京都街づくり条例より

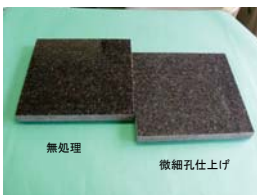


図6 微細孔仕上げ

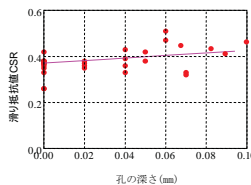


図7 孔の深さと滑り抵抗値の関係



図8 現場の加工状況

応用分野・用途

- ① 新建材の開発研究 : 新しいテクスチャを付与する建材、防滑建材等の開発
- ② 建設分野への応用研究 : 高耐久性・機能性材料の開発、無振動無騒音孔あけ工法等

参考文献
 1) Kato, NAGAI, Masaru SATO, Wignarajah, SIVAKUMARAN, Manabu KINUGASA, Study on Rock Excavation with Laser, Proceeding of The International Society for Optical Engineering, vol.3887 pp.277-28, 1998
 2) 永井香織, 市原真樹, 大谷正樹, 札幌軟石・日華石, レーザ照射によるゼオライト-モルタル表面のガラス化に関する研究, 日本建築学会構造系論文集第547号, pp.17-21, 2001
 3) 永井香織, 杉本真樹, CO₂-レーザーによる竹床の炭化処理, レーザー学会, レーザー研究1(1), pp.63-67, 2003
 4) 永井香織, 市原真樹, 大谷正樹, レーザ加工, レーザー学会, レーザー研究3(10), pp.744-748, 2010
 特許
 ・特許第07-043924: レーザ照射による無機質基材表面の着色ガラス化方法および化粧材料
 ・特許第10-102469: 炭層形成装置
 ・特許第07-026683: 建築加工装置 他