

レーザ照射による落書き除去方法に関する研究

—その 13 レーザ照射方法と重曹ブラスト方法との比較—

○日大生産工（院） 恩田 敦史 日大生産工 松井 勇
日東コンクリート（株） 篠崎 幸代 大成建設（株） 永井 香織
日大生産工 湯浅 昇

1. はじめに

本研究は、コンクリート表面に描かれた落書きを、表面を傷めずに除去する方法として、レーザを用いる方法を検討している^{1)~12)}。本報告は、YAG レーザを用いた場合と重曹ブラストを用いた場合の落書きの除去程度について検討したものである。

2. レーザ照射方法

2.1 実験方法

2.1.1 コンクリート試験体

コンクリートは、水セメント比 50%，スランプ 20cm の普通コンクリートとし、300×300×60 mm の型枠に打設した。温度 20℃ の室中で材齢 14 日まで封かん養生し、その後材齢 28 日まで空气中養生した。

2.1.2 使用した塗料と落書き方法

落書きに使用した塗料は水性及び油性アクリル樹脂塗料とし、色は赤、橙、黄、緑、青、藍、紫、黒及び白の 9 色とした。所定の養生を終了したコンクリートに、図-1 に示すように 50×50 mm の落書きを描いた後、7 日間温度 20℃、湿度 60% の室中で保管したものを試験体とした。

2.1.3 使用したレーザと照射エネルギー

実験には YAG レーザを使用し、照射条件は、照射径を一定とし、出力と照射速度を変えて実験した。なお、照射回数は 1 回とした。表-1 に YAG レーザの照射条件を示す。

2.1.4 落書き除去性の評価

レーザ照射後の落書き除去性は、色彩色差計（M 社製、CR-300）を用いて、落書き前と落書き後の色差を（1）式によって評価した。

$$\Delta E^*ab = \sqrt{\{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2\}} \cdots (1)$$

ここに、 ΔE^*ab ： $L^*a^*b^*$ 表色系による色差

$\Delta L^* \Delta a^* \Delta b^*$ ：明度 L^* の差及び色座標 a^*b^* の差

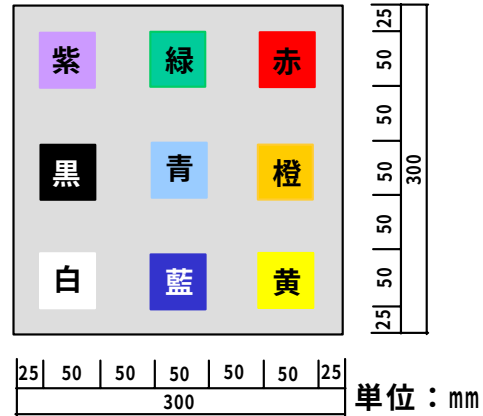


図-1 落書き供試体

表-1 YAG レーザの照射条件（パルス発振）

照射径 (mm)	平均出力 (W)	照射速度 (mm/min)
$\phi 0.2$ DFS=100mm	33~62	3000~60000

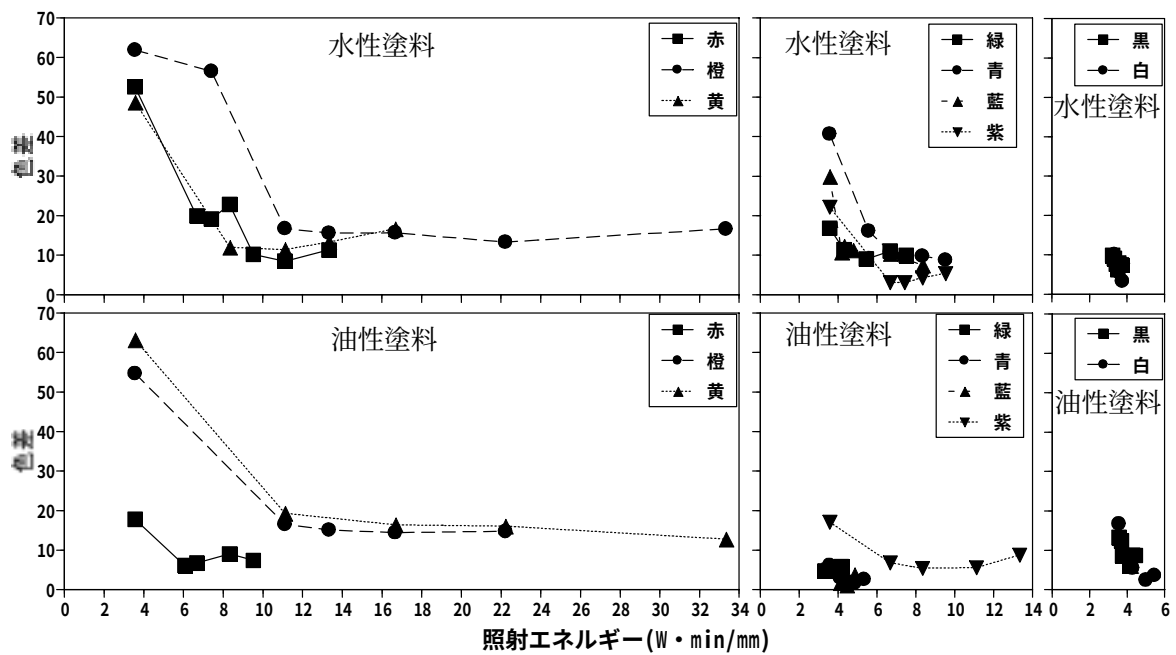
2.1.5 コンクリート表面損傷の観察方法

レーザ照射によってコンクリート表面が削り取られる場合がある。この損傷の有無を高精度形状測定変位計（K 社製、LE-400）及び顕微鏡（K 社製 VHX-100）によって観察した。あらさは十点平均あらさによって求めた。

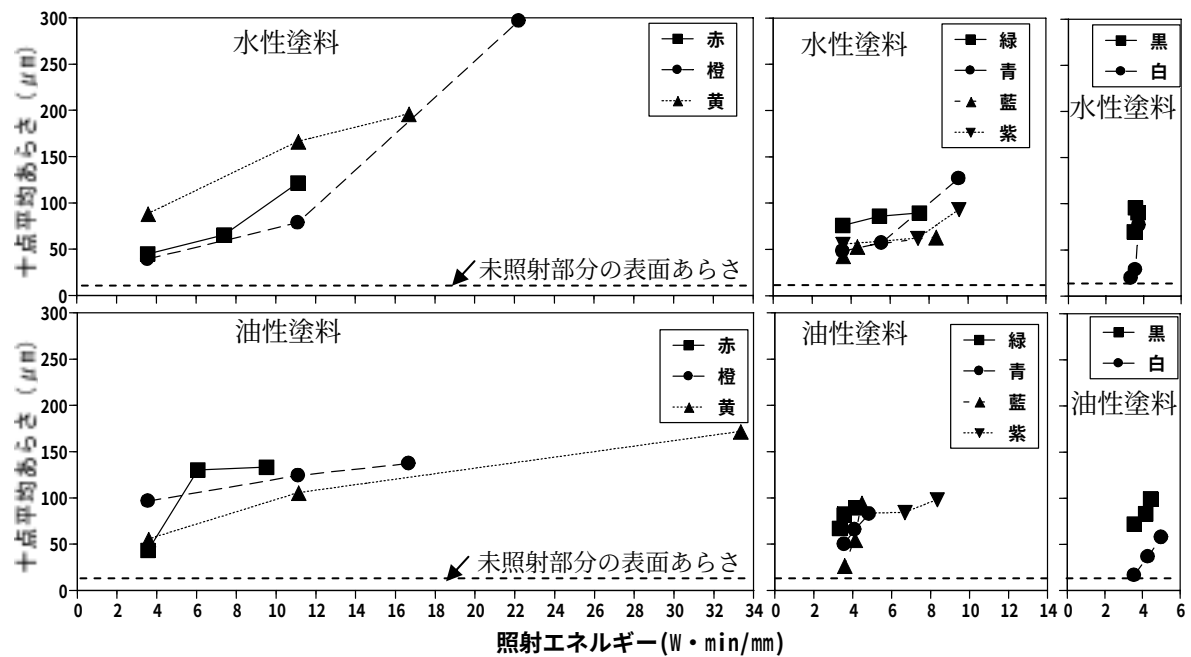
2.2 結果及び考察

(1) 照射エネルギーと色差との関係

照射エネルギー（＝出力/照射速度： $W \cdot \text{min/mm}$ ）と色差との関係を図-2 に示す。水性塗料、油性塗料 9 色いずれも照射エネルギーが高くなるに従い色差は小さくなるが、あるエネルギーを超えると若干色差は大きくなる傾向を示している。この色差の増加は、このエネルギーを超えるとコンクリート表面が削られたことにより、大きくなったもの



図－2 照射エネルギーと色差との関係



図－3 照射エネルギーとあらしさとの関係

と考えられる。目視で落ちたと判断できる色差5以下になった色は、水性塗料では、紫及び白である。油性塗料では、緑、青、藍及び白であった。橙及び黄は、水性塗料、油性塗料ともに照射エネルギーを高くしても色差は10以上を示し、落書きが十分除去されていないことを示している。また、油性塗料の方が落書きを除去しやすい傾向を示している。

(2) 照射エネルギーと表面あらしさとの関係

照射エネルギーとコンクリート表面あらしさとの関係を図－3に示す。図中の点線は、レーザを照射

していない部分のあらしさを示している。水性塗料、油性塗料9色いずれも照射エネルギーが大きくなるに従い、あらしさが大きくなっている。今回の実験範囲では、水性塗料、油性塗料ともに白がコンクリート表面を傷めずに色差が最も小さくなっている。

3. 重曹ブラスト方法

3.1 実験方法

3.1.1 コンクリート試験体

コンクリート試験体は、前項 2.1.1 と同じものである。

3.1.2 使用した塗料と落書き方法

落書きに使用した塗料及び落書き方法は、前項 2.1.2 と同じである。

3.1.3 使用した重曹ブラストの特徴と照射条件

重曹ブラストは、ノズル、重曹の粒径及びポンプの圧力を調整することによって、コンクリート表面の損傷を抑えることができる。実験では、表－2 に示すように、比較的母材の損傷が少ないファンノズルを使用し、重曹の粒径は、塗膜・スケールの除去、トンネル内洗浄等に適しているといわれている 200 μm とし、圧力を変化させた。

3.1.4 落書き除去性の評価

重曹ブラスト噴射後の落書き除去性の評価は、前項 2.1.4 と同じである。

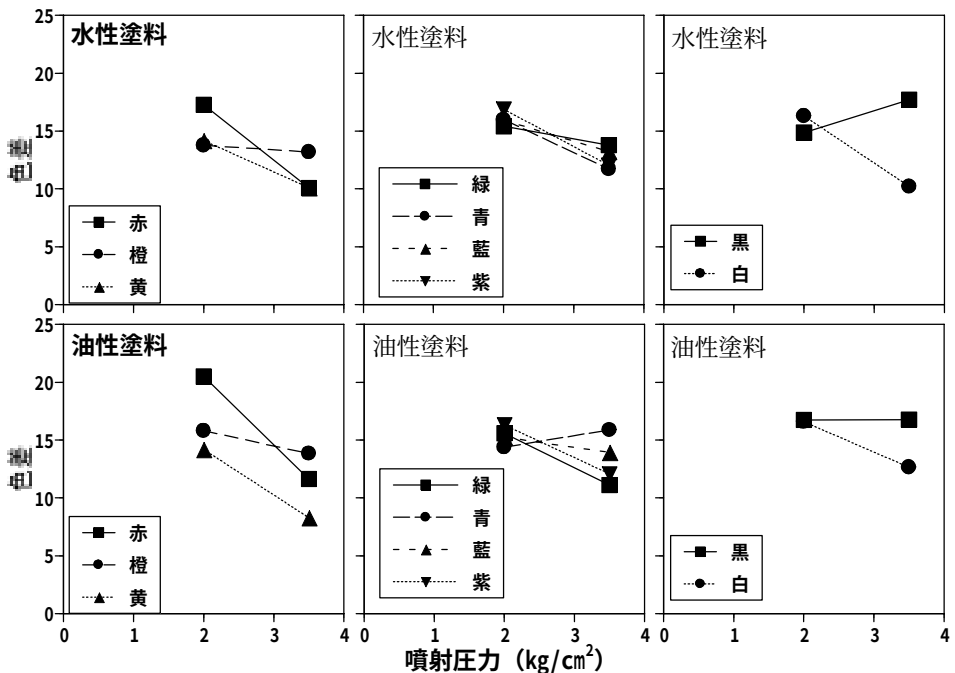
3.1.5 コンクリート表面損傷の観察方法

重曹ブラストによってコンクリート表面が削れ損傷する場合がある。これらの損傷の有無は、前項 2.1.5 と同じ方法で観察した。

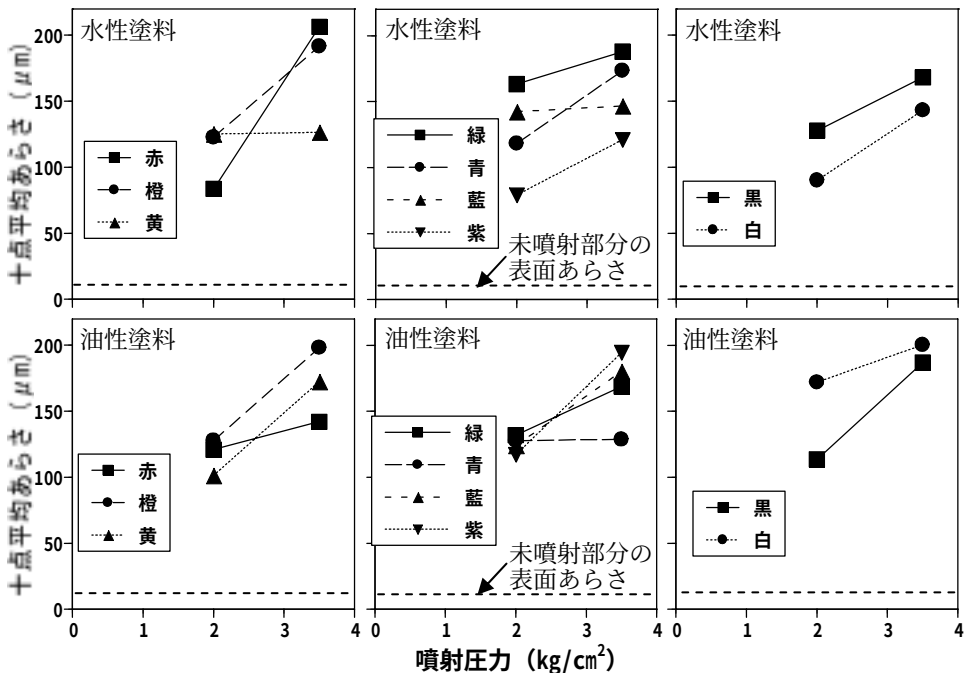
3.2 結果及び考察

(1) 噴射圧力と色差との関係

噴射圧力と色差との関係を図－4 に示す。低圧力で噴射するより高圧力で噴射した方が、落書き除去程度は良いが、目視で落ちたと判断できる色差 5 以下には至らなかった。又、水性塗料と油性塗料の落書き除去性の違い、色による影響はほとんどみられない。



図－4 噴射圧力と色差との関係



図－5 噴射圧力とあらさとの関係

表－2 重曹ブラストの照射条件

ノズル	重曹の粒径 (μ)	圧力 (kg/cm ²)
ファンノズル	200	2.0, 3.5

(2) 噴射圧力と表面あらさとの関係

噴射圧力とコンクリート表面あらさとの関係を図－5 に示す。水性塗料、油性塗料 9 色いずれも低圧力で噴射するよりも高圧力で噴射する方が、あらさは大きくなる。また、水性塗料と油性塗料の影響、色による影響はみられない。

(3) レーザ照射方法と重曹ブラスト方法との比較

図-6はレーザー照射方法及び重曹ブラスト方法で最も落書き除去性が優れている条件での落書きの色と色差との関係を示している。レーザー照射方法(■)は重曹ブラスト方法(□)に比し、橙、黄を除くと色差は小さくなっている。コンクリート表面の落書き除去後のあらさは、図-7に示すように全般的にレーザー照射方法の方が重曹ブラスト方法より小さくなっている。これらの結果、レーザー照射方法は重曹ブラスト方法より、コンクリート表面を傷めることなく落書きを除去するのに適している。

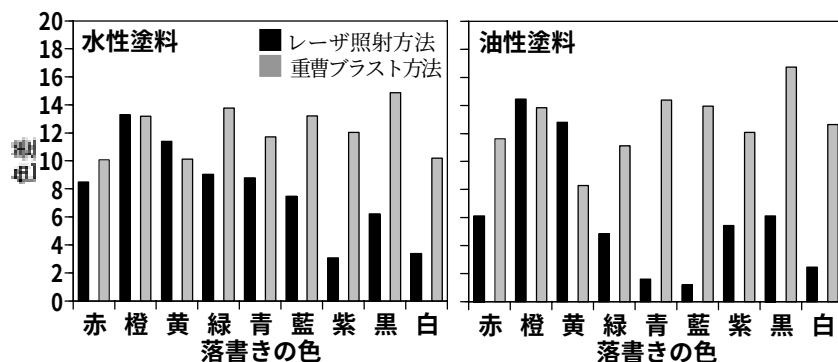


図-6 レーザ照射方法と重曹ブラスト方法との色差の比較

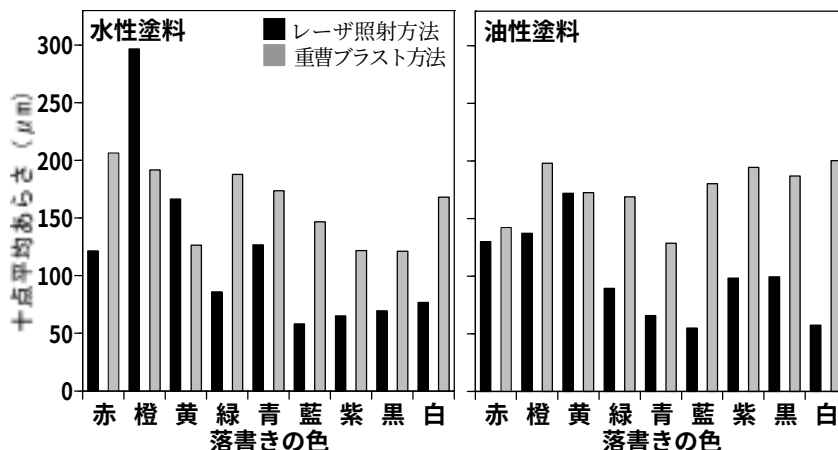


図-7 レーザ照射方法と重曹ブラスト方法とのあらさの比較

4. むすび

本実験の結果を以下に要約する。

(1) レーザ照射方法では、油性塗料の方が水性塗料に比し、落書きを除去しやすい。除去しやすい色は、青、藍、及び白であり、除去しにくい色は、橙及び黄である。

(2) 重曹ブラスト方法では、水性塗料、油性塗料による違い及び色による影響はみられない。

(3) レーザ照射方法は重曹ブラスト方法に比し、色差は小さくなり、さらにコンクリート表面損傷が少なく、落書き除去に適している。

参考文献

- 1) 石上, 松井, 湯浅, 永井: レーザ照射による落書き除去方法に関する研究, その1 モルタルへの適用, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.47-48, 2001.9.
- 2) 石上, 松井, 湯浅, 永井: レーザ照射による落書き除去方法に関する研究, その2 落書き除去温度について, 日本大学生産工学部第34回学術講演会(建築部会), pp.161-164, 2001.12.
- 3) 松井, 石上, 篠崎, 永井, 湯浅: レーザ照射による落書き除去方法に関する研究, その3 落書き除去温度及びモルタル表面の損傷, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.403-404, 2002.8.
- 4) 篠崎, 石上, 永井, 松井, 湯浅: レーザ照射による落書き除去方法に関する研究, その4 レーザ照射条件の検討, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.405-406, 2002.8.
- 5) Matsui, Nagai, Ishigami and Yuasa: Removing Graffiti on Concrete Surface by

a Laser, Innovations and Developments in Concrete Materials and Construction, Concrete Technology Unit, University of Dundee, pp.771-780, 2002.10.

6) 松井, 篠崎, 永井, 湯浅: レーザ照射による落書き除去方法に関する研究 その5 コンクリートへの適用, 第52期日本材料学会学術講演論文集, pp.375-376, 2003.5.

7) 篠崎, 松井, 永井, 湯浅: レーザ照射による落書き除去方法に関する研究 その6 YAG レーザを用いた場合, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.59-60, 2003.9.

8) 松井, 篠崎, 永井, 湯浅: レーザ照射による落書き除去方法に関する研究 その7 半導体レーザーを用いた場合, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.60-61, 2003.9.

9) 篠崎, 松井, 永井, 湯浅: レーザ照射による落書き除去方法に関する研究 その8 レーザの種類と落書きの色, 2003年日本建築士学会大会学術講演会研究発表論文集, pp.83-86.

10) 篠崎, 松井, 永井, 湯浅: レーザ照射による落書き除去方法に関する研究 その9 塗膜の吸収率と落書きの除去性, 第47回日本学術会議材料研究連合講演会, pp.69-72, 2003.12.

11) 篠崎, 松井, 永井, 湯浅: レーザ照射による落書き除去方法に関する研究 その11 Q-switch YAG レーザによる打放しコンクリートの落書き除去方法の提案, 日本建築学会関東支部研究発表会, pp.45-48, 2004.3.

12) 篠崎, 松井, 永井, 湯浅: レーザ照射による落書き除去方法に関する研究 その12 レーザ照射時のコンクリート内部温度, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.82-83, 2004.8.