

# 大谷石に対する表面塗布剤の性能評価に関する研究

日大生産工(院) ○吉田 俊介 日大生産工 松井 勇

日大生産工 永井 香織

## 1. はじめに

大谷石は近代建造物の内・外装に多く用いられている代表的な建築材料である。この石材は、凝灰岩の一種で、吸水性が高く、密度が小さく断熱性があり加工しやすいが、経年劣化が大きく、表面が脆弱化しやすい。

近年、建物の長寿命化が注目され、維持・保全計画が重要視されている。建築仕上材料を長寿命化させるための手法として表面塗布剤が用いられているが、コンクリートに対応するものがほとんどで石材に対する評価を行った例が少ない。また、主成分の違いによる効果の差異は明確化されていない。

本報告は、歴史的建造物の維持・保全を目的に、大谷石を用いた建造物の維持・保全の際に重要な要素の1つとして考えられる美観性・吸水率抑制・浸透深さに着目し、各種塗布剤の性能評価試験を行った結果について述べる。

## 2. 試験概要

### 2.1 使用材料及び試験項目

本試験では、外装材として多く用いられる中目の大谷石を用いて試験を行った。

使用塗布剤を表1に示す。表面塗布剤はシラン系2種、ケイ酸系3種、アクリル系1種、シリコーン系2種の計8種を選定した。

試験項目及び試験体概要を表2に示す。本研究では、目視による外観変化、吸水率、浸透深さ、顕微鏡による表面・断面観察を行い各種塗布剤の性能評価を行った。

### 2.2 試験方法

#### 2.2.1 目視による外観変化

外観変化は、試験体に各種塗布剤使用前後の表面の変化を目視により評価を行った。評価方法は、2011年度F版塗料用標準色を用いて塗布剤使用前後においてもっとも近い色を選出し、色彩色差計(MINOLTA CR-300)を用いて色差を測定し $\Delta E$ 値(1)式により求め表面色の変化比較を行った。

$$\Delta E = (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{1/2} \dots (1) \text{式}$$

$\Delta E$ : 色差  $\Delta L$ : 明度

$\Delta a$ : 補色  $\Delta b$ : 補色

#### 2.2.2 吸水率試験

吸水率試験は、各種塗布剤使用前後の吸水率をJIS A 5003「石材」に準拠した試験方法で測定し、各種塗布剤の吸水率抑制効果を確認した。

#### 2.2.3 顕微鏡による表面・断面観察

本項目では、塗布剤使用後の試験体の表面観察及び浸透深さ試験実施後の試験体断面の観察を行い各塗布剤使用前の試験体との違いを確認した。

#### 2.2.4 浸透深さ

浸透深さは、吸水率試験後の試験体を割裂し、食紅が入った溶液に浸漬後、試験体の側面2箇所の含浸深さを、ノギスを用いて0.01mmの単位まで測定した。

表1 使用塗布剤

|   | 系統    | 目的・効果         | 密度 (g/cm <sup>3</sup> ) | 粘度 (mPa·s) |
|---|-------|---------------|-------------------------|------------|
| A | シラン   | 吸水防止          | 0.8±0.05                | -          |
| B |       | 吸水劣化防止        | 1.03                    | 25以下       |
| C | ケイ酸   | 劣化現象防止        | 1.18                    | 2~4        |
| D |       | 凍結融解等の劣化現象防止  | 1.1~1.2                 | 1.5~2.5    |
| E |       | 表面効果、高浸透      | 1.01~1.10               | 3以下        |
| F | アクリル  | 防水保護          | 1.0~1.1                 | -          |
| G | シリコーン | 凍害などの表面保護     | 1.01~1.02               | 10以下       |
| H |       | 凍害などの表面保護、防水性 | 1.01~1.02               | 10以下       |

表2 試験項目及び試験体概要

| 試験項目  | 試験体概要      |      |             |
|-------|------------|------|-------------|
|       | 寸法(mm)     | 試験体数 | 使用材料        |
| 外観変化  | 100×100×40 | 2体   | 大谷石<br>(中目) |
| 吸水率試験 |            |      |             |
| 顕微鏡観察 |            |      |             |
| 浸透深さ  |            |      |             |

Investigation of quality assessment of barrier penetrants on ohya stone

Shunsuke YOSHIDA, Isamu MTSUI and Kaori NAGAI

### 3. 試験結果

#### 3.1 目視による美観変化

試験結果を表3に示す。ケイ酸系の塗布剤C、アクリル系の塗布剤Fの2種のみ造膜により美観変化がみられた。その他の塗布剤においては、美観変化はほとんどみられなかった。

#### 3.2 吸水率試験

塗布材使用前後の吸水率試験結果を表4に示す。塗布剤系統別の吸水率抑制値を比較するとシラン系は約3%-10%、ケイ酸系は約2%-10%、アクリル系は約22%、シリコン系は約0.5%という結果を示し、アクリル系が高い数値を示し、シリコン系は吸水率抑制が認められなかった。

#### 3.3 顕微鏡による表面・断面観察

表面塗布の分類一覧を表4に、顕微鏡で観察した結果を表5に示す。本試験に使用した塗布剤においては3種類の浸透タイプを確認した。aは造膜タイプで試験体には浸透がみられないもの、bは浸透タイプで表面に膜を形成せず試験体に浸透するもの、cは表面に膜を形成せず、試験体に浸透せず表面に撥水層を形成するものであった。塗布剤C、Fはタイプa、塗布剤A、B、Dはタイプb、その他の塗布剤はタイプcであったタイプaの塗布剤Fは、タイプbは、無塗布の試験体と比較して表面・断面共に変化がみられないものと、表面のみ変化がみられるものが確認できた。タイプcは、表面のみ変化がみられた。

#### 3.4 浸透深さ

試験結果を表6に示す。浸透深さにおいては、シラン系の塗布剤が約1mm-3mm程度、ケイ酸系の一種が約1.5mm程度浸透し、その他の塗布剤においては浸透がほとんどみられなかった。

### 4. まとめ

大谷石に対する表面塗布剤の性能評価について以下のことが確認された。

- 1) 表面塗布剤は3つのタイプで分類できる。
- 2) 造膜タイプの塗布剤は、吸水率抑制の効果は期待できるが、美観性が低下する。
- 3) 各種塗布剤において浸透がさほどみられず

表3 目視による美観変化

|   | 塗布前<br>色票番号 | 塗布後<br>色票番号 | ΔE変化 |   | 塗布前<br>色票番号 | 塗布後<br>色票番号 | ΔE変化 |
|---|-------------|-------------|------|---|-------------|-------------|------|
| A | F65-90A     | F65-90A     | -    | E | F35-90A     | F35-90A     | -    |
| B | F45-90A     | F45-90A     | -    | F | F45-90A     | F45-90B     | 2.96 |
| C | F65-90A     | FN-93       | 4.19 | G | F35-90A     | F35-90A     | -    |
| D | F45-85A     | F45-90A     | 4.56 | H | F35-90A     | F35-90A     | -    |

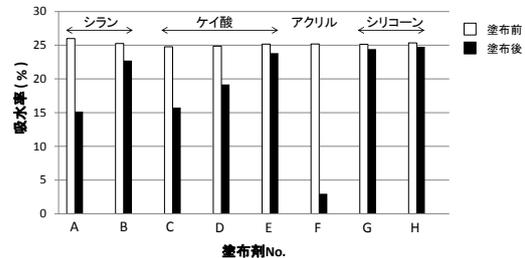


図1 吸水率試験結果

表4 表面塗布の分類一覧



表5 顕微鏡観察結果

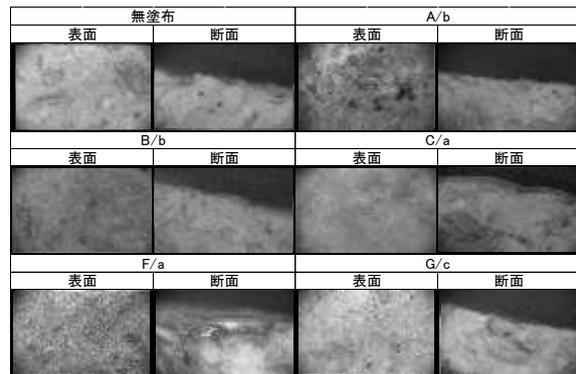


表6 浸透深さ試験結果

| 塗布剤/浸透タイプ | 無塗布      |          |         | A/b      |          |         |
|-----------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|
|           | 深さ1 (mm) | 深さ2 (mm) | 平均 (mm) | 深さ1 (mm) | 深さ2 (mm) | 平均 (mm) |
| A/b       | 3.15     | 2.02     | 2.59    | E/c      | 0        |         |
|           | 3.05     | 1.69     | 2.37    |          |          |         |
| B/b       | 1.24     | 1.59     | 1.42    | F/c      | 0        |         |
|           | 1.67     |          |         |          |          |         |
| C/a       | 0        |          |         | G/c      | 0        |         |
| D/b       | 1.5      |          |         | H/c      | 0.2      |         |
|           | 1.14     |          |         |          |          |         |

大谷石においては0mm-3mm程度であった。

#### 今後の展望

外観の美観性・吸水率抑制・浸透深さは歴史的建造物の維持・保全には重要な要素と考えられる。本試験においてはA、B、Dの塗布剤が要素を満たし、大谷石の劣化抑制効果が期待される。今後、劣化促進試験により各種塗布剤の効果を確認する。

#### 参考文献

- 1) 大塚秀三 他：シラン系含浸材とシラン・シロキサン系表面塗布剤の併用によるコンクリートの表面改質に関する研究ものづくり大学紀要 pp48-53 2011
- 2) 永井香織：石材の表面塗布剤の物性調査 日本大学生産工学部第41回学術講演会 pp127-128 2008