

# 超大判人工大理石「レジナートストーン™」を用いた床仕上げ材の開発

水 上 卓 也      小 川 晴 果  
(本社技術ソリューション部)

## Development of Floor Finishing Material Using Ultra-large-format Artificial Marble “Resinart Stone”

Takuya Mizukami    Haruka Ogawa

### Abstract

Recently, ultra-large-format ceramic tiles have been used in countries such as Europe. These materials are becoming popular in Japan as excellent design and luxury finishing materials. However, they are prone to cracking during construction or service because of their thinness. Therefore, we focus on artificial marbles, which exhibit excellent design and stable strength despite their lightweightness and thinness. Subsequently, we evaluate the performance required for ultra-large-format interior finishing materials. In addition, we establish a construction method for the floor and develop “Resinart Stone™.” Our study confirms the following: 1) Compared with ceramic tile, Resinart Stone offers better impact resistance and followability to out-of-plane bending deformation; 2) compared with ceramic tiles, Resinart Stone demonstrates better maintenance against dirt, scratches, and cracks.

### 概 要

近年、ヨーロッパをはじめとする海外では、超大判(最大 1.5m×3m 程度)のセラミックタイルが使用されている。この材料は、意匠性に優れる高級な仕上げ材として日本でも流行しつつあるが、薄厚のため衝撃に弱く、施工時や供用時にひび割れを生じやすい問題があった。そこで、意匠性に優れ、軽量・薄厚ながら、均質性と安定した強度を有する人工大理石に着目し、超大判の床仕上げ材として求められる性能を評価した。さらに、床面への施工方法を合理化・確立し、「レジナートストーン™」を開発した。本報では、各種性能試験や実現場への適用により、以下の点について確認した。1)セラミックタイルと比べて優れた耐衝撃性や合板下地の面外曲げ変形に対する追従性を有する。2) セラミックタイルと比べて運用後に想定される汚れや傷、ひび割れに対して高いメンテナンス性を有する。

### 1. はじめに

近年、ヨーロッパをはじめとする海外では、超大判(最大 1.5m×3m 程度)のセラミックタイルが使用されている。この材料は、意匠性に優れた高級な内外装仕上げ材として開発・実用化されており、日本にも導入されている。壁面では、これらの超大判セラミックタイルの実施例が増えている。しかし、床面では軽量化を目的に部材の厚さを非常に薄く加工するため、運搬、施工時や建物使用時の衝撃・曲げ荷重などによってひび割れを生じやすいという課題がある。

一方、天然の大理石で同様の超大判仕上げを実現したいというニーズもある。しかし、天然大理石を軽量化するために厚さを薄くしようとすると加工の難しさや強度のばらつきが大きいため、実用化に至っていない。

そこで超大判のセラミックタイルや石材の代用として薄厚・軽量でも強度や耐衝撃性に優れた超大判人工大理石「レジナートストーン™」を用いた床仕上げ材を開発した(Photo 1 参照、以下、レジナートストーンと称す)。

人工大理石は、樹脂へ無機質の充填材を多量に配合している。天然石によく似た風合いを持ちながら、天然石

にはない均質性と安定した強度、優れた加工性などを有している。従来はその特性を活かし、天然の大理石の代用として、高級なキッチンカウンターや洗面化粧台、テーブルなどに用いられてきた。

一方で、通常サイズのセラミックタイルと比較すると材料コストが高いため、これまでに建築仕上げ材には適用されてこなかった。

本報では、レジナートストーンを建築の床仕上げとし

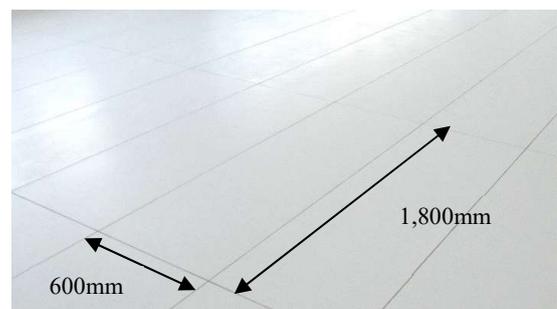


Photo 1 レジナートストーン  
Resinart Stone

て適用するための各種性能試験を実施した。加えて、レジナートストーンを用いた床仕上げ材のモックアップを作製し、仕上がった床面に対し、汚れや傷、ひび割れが発生した際のメンテナンス性、歩行時の安全性について検討した。

## 2. レジナート石の概要

### 2.1 レジナート石の構成

人工大理石は使用している樹脂の種類で大別すると、不飽和ポリエステル系とアクリル系の2種類が一般的である。レジナートストーンには、耐候性に優れ直射日光の当たる窓際でも色調が変化しにくく、また長時間熱がかかるような環境に置かれても外観が変化しにくいアクリル系樹脂を用いた。

### 2.2 床仕上げ材としてのメリット

レジナートストーンの特徴を次に示す。

**2.2.1 高級感のあるデザインとコスト低減** レジナートストーンは、最大で950mm×3,650mmのサイズまで適用可能であり、天然大理石では実現不可能な超大判化が可能となる。Photo 2 に示すように天然大理石と同様に高級感や存在感のある豊富な色・柄デザインを実現する。また、天然大理石と比べて設置コストを約30~50%低減できる。

**2.2.2 薄厚・軽量化による高い施工性** 天然石と比べて比重が小さく、約5倍の曲げ強度を有することから、部材を薄厚・軽量化できる(天然石の約1/4の重量)。これにより、部材を大型化できるだけでなく、搬入や施工にかかる作業効率が大きく向上することから、工期の短縮にも寄与する。

**2.2.3 優れたメンテナンス性** レジナートストーンは耐汚染性に優れており、付着汚れも容易に除去できる。また、ひび割れや欠けが発生しても、張り替えることなく、補修できる。

## 3. 床材としての性能評価

### 3.1 耐衝撃性試験

**3.1.1 試験方法** 試験体の平面形状は300×300mmとし、厚さの異なる2種類のレジナートストーン(厚さ10mm, 厚さ12mm)を使用した。また、比較用として人工大理石と同程度の厚さのJIS A 5209:2014「セラミックタイル」に規定する床用セラミックタイル(厚さ9mm, 厚さ13mm)を使用した。

試験は、日本塗床工業会発行「塗り床ハンドブック(平成24年版)」<sup>1)</sup>に記される、NNK-002 1995年制定「塗り床の耐衝撃強さ試験方法」に準拠して行った。砂箱(内法寸法:500×500×厚さ50mm)に5号珪砂を敷き詰め、試験体を水平に設置し、JIS B 1501「玉軸受け用鋼球」に記載の直径63.5mm、質量1±0.05kgの鋼球を自由落下させ



Photo 2 色・柄デザイン例  
Example of Color/Pattern

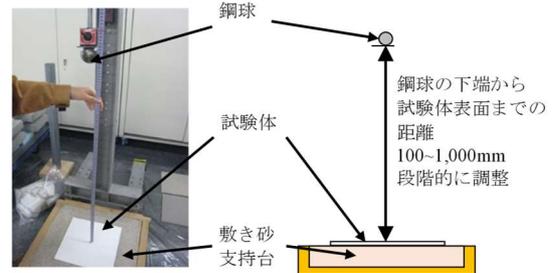


Fig. 1 耐衝撃性試験状況  
Situation of Impact Resistance Test

Table 1 耐衝撃性試験結果  
Result of Impact Resistance Test

| 落球高さ (mm)  |        | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 | 1000 |
|------------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| レジナートストーン  | 厚さ10mm | ○   | ○   | ○   | ○   | ○   | ○   | ○   | ○   | ○   | ×    |
|            | 厚さ12mm | ○   | ○   | ○   | ○   | ○   | ○   | ○   | ○   | ○   | ×    |
| 床用セラミックタイル | 厚さ9mm  | ×   |     |     |     |     |     |     |     |     |      |
|            | 厚さ13mm | ○   | ×   |     |     |     |     |     |     |     |      |

○: 異常なし ×: ひび割れ発生

た。このとき、落球高さを100mmから1,000mmまで100mmごとに段階的に変化させて同位置に落球し、ひび割れが発生するまで試験を行った(Fig. 1 参照)。試験体数はそれぞれ3体とした。

**3.1.2 試験結果** 試験結果をTable 1に示す。レジナートストーンの場合、厚さ10mmの試験体は落球高さ800mm、厚さ12mmの試験体は落球高さ900mmまでは、落球位置に指触で確認できるわずかな凹みが認められたものの、ひび割れは発生しなかった。また、それぞれ落球高さ900mm、1000mmでひび割れが発生した。一方で、床用セラミックタイルの場合、厚さ9mmの試験体は落球高さ100mmで、厚さ13mmの試験体は落球高さ200mmでひび割れが発生した。この結果よりレジナートストーンは、セラミックタイルと比べて耐衝撃性に優れていることを確認した。

### 3.2 耐摩耗性試験

**3.2.1 試験方法** 試験体としては、レジナートストーンを100×100×厚さ12mmに切断加工したものを使用

した。

試験は、塗り床ハンドブックに記される NNK-004「塗り床の耐摩耗性試験方法」に準拠して行った。Photo 3 に示すテーバー式摩耗試験機を用い、荷重 9.8N、回転速度  $1.00 \pm 0.03$ /秒(60rpm)で摩耗輪(TABER CS-17)を回転させて行い、試験前後の試験体の質量変化を摩耗量として算出した。なお、耐摩耗性試験としては、床仕上げとして汎用的な樹脂系の塗り床材と比較した。

**3.2.2 試験結果** レジナート石の摩耗量および汎用的な塗り床材の摩耗量(メーカーカタログ値抜粋)の一覧を Table 2 に示す。レジナート石の摩耗減量は 90mg であった。この結果より、汎用的な塗り床材の摩耗量の数値範囲に入っており、レジナート石の耐摩耗性は、汎用的な塗り床材と同等と考えられる。一般的に薄い塗り厚で用いられる塗り床材では、その摩耗によってコンクリート下地の色が露わになると美観上、クレームになりやすい。一方で、無垢材で厚みのあるレジナートストーンでは、摩耗による色違いが認められないため、そのような不具合は出にくいものと判断される。

### 3.3 耐滑り性試験

**3.3.1 試験方法** 試験体としては、レジナートストーンを長さ 200×幅 100×厚さ 12mm に切断加工したものを使用した。

試験は、JISA 1509 : 2014「セラミックタイル試験方法 ー第 12 部：耐滑り性試験方法」に準拠して行った。試験体の表面状態は乾燥面と水濡れ面の 2 水準とし、大きさ 80mm×70 mm の鋼製滑り片台座の底面にゴムシートの滑り片を取り付け、鉛直荷重を滑り片に載荷した。測定荷重より滑り抵抗係数 C.S.R 値を求めた。

**3.3.2 試験結果** 試験結果を Table 3 に示す。東京都福祉のまちづくり条例において、履物を履いて動作する床面では、高齢者、障害者が安全かつ円滑に利用できる推奨値として C.S.R.値 0.4 以上が提案されている<sup>2)</sup>。レジナートストーンでは乾燥面、水濡れ面ともに、推奨値を満足しており、耐滑り性を有していることが確認できた。

## 4. 床仕上げとしての性能確認試験

### 4.1 引張接着試験

**4.1.1 試験方法** 内装床仕上げに用いられる下地のうち木製床下地を想定し、日本農林規格に規定される特類 2 級針葉樹構造用合板を下地とした。日本接着剤工業会規格 JAI19 : 2019「セラミックタイル張り内装床用有機系接着剤」に規定される 1 成分形変成シリコーン樹脂系接着剤を 5mm のクシ目ごてで塗り付けた後、40mm 角、厚さ 10mm のレジナートストーンを張り付けた。その後、室温  $23 \pm 3^\circ\text{C}$ 、相対湿度  $50 \pm 15\% \text{RH}$  の室内にて 28 日間養生した後、試験に供した。

試験は、養生後の試験体に対して、40mm 角の鋼製ア



Photo 3 耐摩耗性試験状況  
Situation of Abrasion Resistance Test

Table 2 耐摩耗性試験結果  
Result of Abrasion Resistance Test

| 試験体       |          | 摩耗量 (mg) |
|-----------|----------|----------|
| レジナートストーン |          | 90       |
| 塗り床材の種類   | エポキシ樹脂   | 70~160*  |
|           | ウレタン樹脂   | 60~110*  |
|           | 硬質ウレタン樹脂 | 70~90*   |

【注】\*：塗り床材の摩耗量(メーカーカタログ値より抜粋)

Table 3 耐滑り性試験結果  
Result of Slip Prevention Test

| 試験体名      | 表面状態 | C.S.R.値 |
|-----------|------|---------|
| レジナートストーン | 乾燥面  | 0.68    |
|           | 水濡れ面 | 0.53    |

Table 4 引張接着試験結果  
Result of Adhesive Test

| 試験体名      | No. | 接着強度 (N/mm <sup>2</sup> ) | 主な破壊状況     |
|-----------|-----|---------------------------|------------|
| レジナートストーン | 1   | 0.54                      | 構造用合板の凝集破壊 |
|           | 2   | 0.46                      | 構造用合板の凝集破壊 |
|           | 3   | 0.44                      | 構造用合板の凝集破壊 |
|           | 平均  | 0.48                      | -          |

タッチメントを貼り付けた後、日本建築仕上学会認定接着力試験機により行った。その際、最大荷重と破断部の面積から接着強度を算出し、破壊状況を記録した。試験体数は 3 体とした。

**4.1.2 試験結果** 試験結果を Table 4 に示す。接着強度の平均値は  $0.48 \text{N/mm}^2$  であった。また主な破壊状況は下地となる構造用合板の凝集破壊であり、良好な接着性を有している。

### 4.2 3点曲げ試験

**4.2.1 試験方法** 下地材として、コンクリートと比べるとより変形量大きい、日本農林規格に規定する特類 2 級針葉樹構造用合板(長さ 300×幅 50×厚さ 12mm)を用いた。合板の表面に対し、引張接着試験と同じ 1 成分形変成シリコーン樹脂系接着剤により、合板と同じ平面形状に切り出したレジナートストーン(長さ 300×幅 50×厚さ 10mm)および比較用として JIS A 5209 : 2014

「セラミックタイル」に規定する床用セラミックタイル(長さ 300×幅 50×厚さ 9mm)を張り付けた。その後、温度 23±3℃、相対湿度 50±15%RH の室内にて 28 日間養生した後、試験を行った。

試験は、日本接着剤工業会規格 JAI 19 : 2019「セラミックタイル張り内装床用有機系接着剤」に準拠し Fig. 2 に示すように仕上げ材張付け面を上面として、支持スパンの中央部に荷重を加えた。なお、荷重速度は、1mm/min とした。試験体中央の面外変位(たわみ量)を変位計により測定した。試験体数は各 3 体とした。

**4.2.2 試験結果** 試験体の破壊状況の傾向は、仕上げ材の種類によって異なる結果となった。レジナートストーンでは、Fig. 3 に示すように下地材(合板)と一体となって挙動し、面外変位が約 6mm で最大荷重となり下地材が破壊した。その後、荷重が低下しながらも変形は進行し、面外変位が約 8mm でレジナートストーンが破壊して、試験終了となった。

一方、セラミックタイルでは、面外変位が約 1.4mm で、タイルにひび割れが発生した。ひび割れ発生後、タイルと下地材は十分に接着しているため、そのまま荷重と変位は増加し、最大荷重時に下地材が破壊した後に試験終了となった。

それぞれの試験体について、仕上げ材が破壊(ひび割れの発生)した時の変位(平均値)を Table 5 にまとめる。この結果より、レジナートストーンは下地合板が曲げ破壊してもひび割れず、セラミックタイルの約 6 倍の面外曲げ変形に対する追従性を有していることが確認できた。

## 5. モックアップ試験

### 5.1 目的

実際の建物で想定される床下地に対し、レジナートストーンを用いたモックアップ試験体を製作し、床仕上げ材としての各種性能を評価した。

### 5.2 使用材料

使用材料を Table 6 に示す。レジナートストーンの寸法は 1,794×599×厚さ 12mm(質量：約 23kg)とした。

### 5.3 試験体の作製

既存のフリーアクセスフロア(タイルカーペット撤去済)の上に、Fig. 4 に示すような割付けで構造用合板を敷き込み、ビスで固定した。合板面に日本接着剤工業会規格 JAI19 : 2019「セラミックタイル張り内装床用有機系接着剤」に規定される有機系接着剤(1成分形変成シリコーン樹脂系接着剤)を 10mm のクシ目ごてで塗布し、予め合板面に施工した割付け墨に合わせてレジナートストーンを張り付けた。この時、吸盤状の工具を用いて目違いが生じないように、微調整を行いながら施工した。翌日、目地部(幅 6mm)にシーリング材を充填した。

### 5.4 試験項目および方法

モックアップ試験では、実際の床面で想定される要求性能について、定性的な評価が主体となるが、次の項目について確認した。

**5.4.1 清掃性** レジナートストーンの表面にコーヒー汚れ、ヒールマークによるゴム擦れ汚れ(Photo 4 参照)および油性マジック等の汚れを付着させ、容易に除去できるかどうかを検討した。

**5.4.2 耐衝撃性** 質量 1kg および 4kg の鋼球を 1,000mm の高さから落下させて、レジナートストーンの

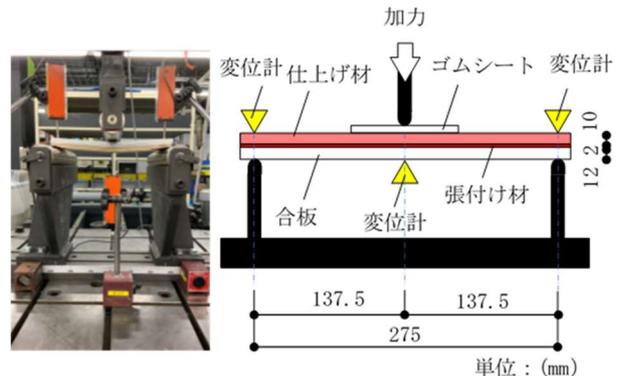


Fig. 2 3点曲げ試験の概要  
Three-point Bending Test

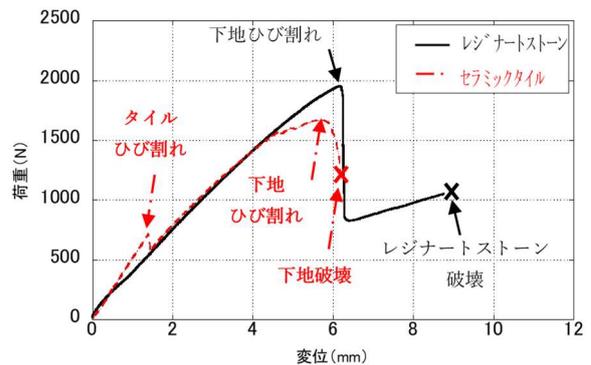


Fig. 3 荷重と変位の関係  
Relationship of Load and Displacement

Table 5 ひび割れ発生時の変位  
Displacement When Cracks Occur

| 試験体名            | No. | レジナートストーン | セラミックタイル |
|-----------------|-----|-----------|----------|
| 仕上げ材破壊時の変位 (mm) | 1   | 8.39      | 1.39     |
|                 | 2   | 7.71      | 1.36     |
|                 | 3   | 8.90      | 1.47     |
|                 | 平均  | 8.34      | 1.41     |

Table 6 使用材料  
Materials

| 材料の種類 | 材料名                            |
|-------|--------------------------------|
| 下地材   | 構造用合板 (寸法1,820×910×厚さ12mm)     |
| 仕上げ材  | レジナートストーン (寸法1,794×599×厚さ12mm) |
| 張付け材  | 有機系接着剤 (1成分形変成シリコーン系)          |
| 目地材   | シーリング材 (1成分形変成シリコーン系)          |

破壊状況を記録した。

**5.4.3 補修性** マイナスドライバーでレジナートストーンに引っかき傷をつけ、容易に補修できるかどうかを検討した。また、レジナートストーンに生じるひび割れが、容易に補修できるかどうかを検討した。

**5.4.4 耐滑り性** レジナートストーンに水を散布したのち、その上を実際に歩行し、水濡れ状態での歩行安全性について検討した。

**5.5 試験結果**

モックアップ試験の結果を Table 7 にまとめる。

**5.5.1 清掃性** (1) コーヒー コーヒーをこぼした場合の清掃性を確認した。水で濡らした雑巾で容易に拭き取ることができた。

(2) ヒールマーク Photo 4 に示すように革靴のかかと(ゴム製)の擦れによる汚れの清掃性を確認した。水を吹き付けて市販のナイロンたわしで軽くこすると容易に除去できた。

(3) 油性マジック 油性マジックの清掃性を確認した。溶剤などを使用しなくても、一般的な台所用中性洗剤とナイロンたわしを併用することによって除去できた。

**5.5.2 耐衝撃性** 3.1 で実施した敷き砂を支持台とした耐衝撃性試験では、1kg の鋼球を 1,000mm の高さから落下させたときにレジナートストーンが破断した。一方、モックアップ試験では、Fig. 4 に示すレジナートストーンの中央に 1kg の鋼球を 1,000mm の高さから落下させても異常が認められなかった。そこで 4kg の鋼球を

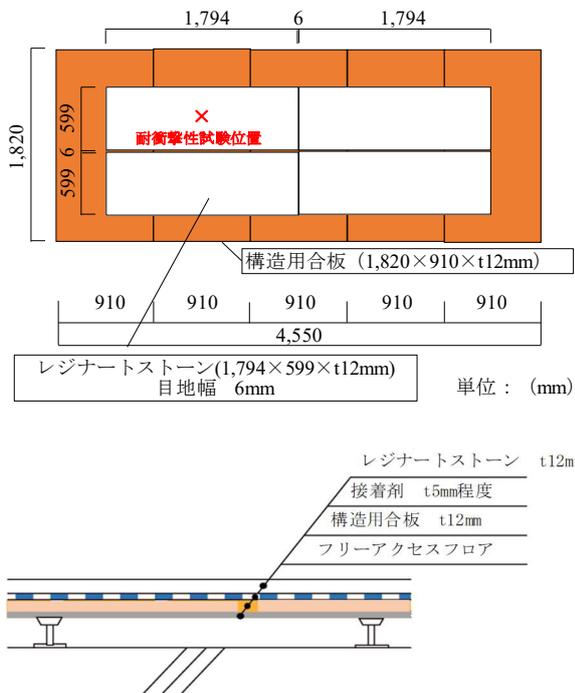


Fig. 4 試験体の形状  
Shape of Specimen

1,000mm の高さから落下させたが、同様に全く異常は認められなかった。このことから、レジナートストーンは、下地(構造用合板)と有機系接着剤により接着一体化することによって、耐衝撃性が著しく向上することが確認できた。

**5.5.3 補修性** マイナスドライバーで強く引っかくと、レジナートストーンに引っかき傷(幅 1.0mm 程度、深さ 1.0mm 未満)が付くものの、サンドペーパーで研磨することによって、目視ではわからない程度に傷を消せることが確認できた。

次に、ひび割れ発生時の補修性を確認した結果を Photo 5 に示す。ひび割れ上部をルーターで切削し、専用の樹脂を充填したのち研磨機により磨き仕上げを行うことで、目視ではわからない程度に補修できることが確認された。なお、専用樹脂の硬化時間は、室温(23℃)で約 40 分程度であり、緊急的な補修にも適用できると考えられる。

**5.5.4 耐滑り性** 耐滑り性試験の状況を Photo 6 に示す。レジナートストーンに水がたまった状態で、



Photo 4 ゴム擦れ汚れの清掃性確認  
Confirmation of Cleanability of Rubber Abrasion

Table 7 モックアップ試験結果のまとめ  
Summary of Mock-up Test

| 確認項目 |        | 評価             |
|------|--------|----------------|
| 清掃性  | コーヒー   | 汚れを容易に除去       |
|      | ヒールマーク | 汚れを容易に除去       |
|      | 油性マジック | 汚れを容易に除去       |
| 耐衝撃性 | 鋼球1kg  | 割れ・凹みなし        |
|      | 鋼球4kg  | 割れ・凹みなし        |
| 補修性  | 引っかき傷  | サンドペーパーにより傷を消去 |
|      | ひび割れ   | 専用補修材で補修可能     |
| 耐滑り性 | 乾燥面    | 滑りなし           |
|      | 水濡れ面   | 滑りなし           |

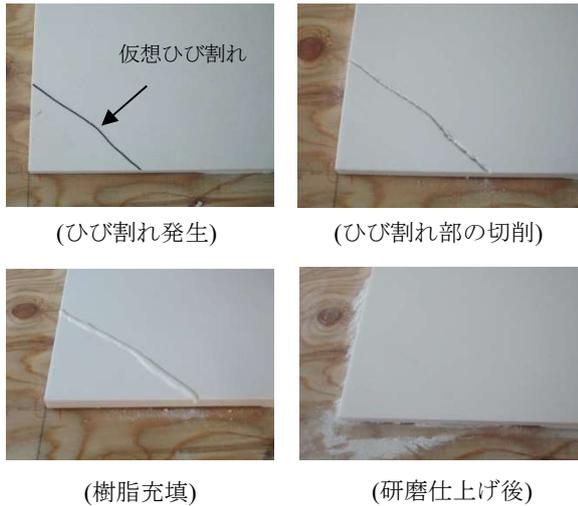


Photo 5 ひび割れ補修性の確認  
Confirmation of Crack Repairability

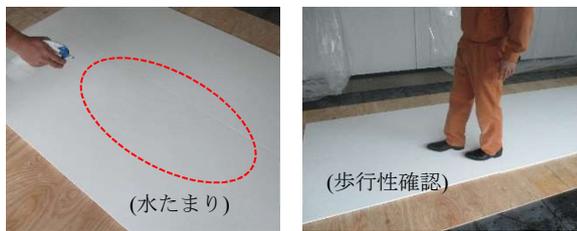


Photo 6 滑り抵抗性の確認  
Confirmation of Slip Prevention

その上を革靴を履いて歩行したが、滑ることなく安全に歩行できることが確認できた。

## 6. 実現場への適用

5章「モックアップ試験」での検証結果を踏まえ、大林組技術研究所環境工学実験棟において、レジナートストーンを Photo 7 に示すように技術展示室の床材(1,794mm×599mm)として適用した。同サイズの天然大理石の重量は、約 92 kg(密度 2.84g/cm<sup>3</sup>,厚さ 30mm)となり、人力での施工は非常に困難である。一方で、レジナートストーンは約 23 kgの重量であり、天然大理石に比べて密度が小さく、材厚も薄くできる(密度 1.80g/cm<sup>3</sup>,厚さ 12mm)。そのため、作業員二人で容易に張付け施工を行うことができた。また、超大判にも関わらず、目違いなく平滑な仕上げ面が得られた。施工状況を Photo 8 に示す。

## 7. まとめ

本報では、超大判人工大理石「レジナートストーン」を用いた床仕上げ材の開発のために実施した各種性能試験結果および現場への適用結果について報告した。その結果を次にまとめる。



Photo 7 技術展示室の床仕上げ  
Floor Finishing in the Technology Library



Photo 8 レジナート石の施工状況  
Construction Situation of Resinart Stone

- 1) セラミックタイルと比べて優れた耐衝撃性や合板下地の面外曲げ変形に対する追従性を有している。
- 2) 薄厚で軽量なため超大判サイズでも容易に施工できる。
- 3) 建築床として運用後に想定される汚れや傷、ひび割れに対するメンテナンス性、歩行時の安全性(滑り)に優れている。
- 4) 意匠性のみならず、現場での生産性向上にも大きく寄与する。

以上よりレジナートストーンは内装床仕上げとしての要求性を十分に満足することが確認された。

## 参考文献

- 1) 日本塗床工業会：塗床ハンドブック（平成24年版），2012.3
- 2) 東京都福祉保健局：東京都福祉のまちづくり条例施設整備マニュアル（平成31年3月改訂版），2019.3