

塗り床施工に適したコンクリート床下地処理方法の提案

森田 敦 水上 卓也
 福田 一夫 小川 晴果
 (大阪本店建築事業部)

**Suggestion of Surface Texturing Method on Concrete Floor
 Suitable for Floor Coatings Construction**

Atsushi Morita Takuya Mizukami
 Kazuo Hukuda Haruka Ogawa

Abstract

A recent frequently occurring problem has been the separation of floor coatings from a hard concrete floor finished by machine trowel. In this study, we examined the adhesive properties of floor coatings on the concrete surface by using test pieces that are finished by any different method like field. As a result, it was found that the next surface texturing method was suitable for two types of floor coatings. (1) aqueous hard urethane floor coatings, requiring two grinder applications or shot blast, and (2) epoxy resin floor coatings, requiring two grinder applications.

概要

近年、機械ごて押さえにより表面が緻密になり硬質化したコンクリート下地において、塗り床材の剥離が発生することがある。このような下地に対しては、従来の下地処理方法では十分に目荒しができないため、塗り床材の接着性が確保されないものと考えられる。そこで、現場に準じた方法で作製した試験体を用いて、下地表面押さえ方法や下地処理方法の違いによる塗り床材の接着性を評価し、硬質な下地に対する適切な下地処理方法を検証した。その結果、本検討で用いた2種類の塗り床材の施工に際しては、水性硬質ウレタン樹脂系塗り床材の場合、研削機の2回繰返またはショットブラスト機による下地処理が適切であり、エポキシ樹脂系塗り床材の場合、研削機による下地処理を2回繰返す方法が適切であることがわかった。

1. はじめに

近年、塗り床下地としての床コンクリート表面が、機械ごて押さえにより緻密になり硬質化する例が増えてきている。機械ごて押さえが行われる背景としては、大型自動搬送車の走行に耐える表面強度の確保や、生産ラインを適切に設置できる平滑性の確保など、下地の品質に対する高度な要求が影響している。一方、硬質な下地に塗り床材を施工した場合、剥離を生じることがある。原因としては、硬質な下地に対して、従来の研磨による下地処理では十分に目荒しができないため、塗り床材の接着性が確保されないことが考えられる。このように、下地が硬質化する機械ごて押さえは、下地の品質確保の観点からは有効である反面、塗り床材の接着性に対しては悪影響を及ぼす可能性がある。従って、下地の品質と塗り床材の接着性を同時に確保するためには、一旦下地を機械ごて押さえにより仕上げた後、硬質化した表面を適切な下地処理方法で目荒しする必要があるものと考えられる。そこで本報では、現場に準じた方法で作製した試験体を用いて、下地表面押さえ方法や下地処理方法の違いによる塗り床材の接着性を評価し、硬質な下地に対する適切な下地処理方法を検証した¹⁾²⁾³⁾。

2. 試験体作製**2.1 コンクリート打設及び表面押さえ**

Table 1に示す調合のコンクリートを寸法3,500×3,500×t190mm(面積:12.25m²)の型枠に打設し、Table 2に示す2種類の方法(機械押さえ、手押さえ)により、熟練の施工者が表面押さえを行った。プロペラごてまでは共通とし、機械押さえでは、硬質な下地を想定して、機械ごてで表面押さえを5回繰返して鏡面に仕上げた。一方、手押さえでは、標準的な下地を想定して、左官金ごてによる表面押さえ2回とした。なお、Table 2の方法は施工者自身が実務で用いる方法に準じたものであり、表面押さえのタイミングについても施工者の判断に委ねた。表面押さえ後の養生については、コンクリート打設翌日から2日間はシート養生とし、以後は気中養生とした。

Table 1 コンクリート調合
 Proportion of Concrete

呼び強度 N/mm ²	W/C %	調合 (kg/m ³)				
		水	セメント	細骨材	粗骨材	混和剤
27	54.2	183	338	199	972	3.38

2.2 下地処理

コンクリート打設から26日後、Table 3に示す4種類の機械（ポリッシャー、研削機、研り機、ショットブラスト機）を用いて下地処理を行った。ポリッシャーは、塗り床工事の下地処理用途に従来から使用されている最も汎用性の高い機械である。研削機はやや大型の機械であるが、比較的汎用性は高い。研り機及びショットブラスト機は、既存塗膜の除去などに使われる大型の機械であり、汎用性は低い。Table 4及びFig. 1に試験体の割付けを示す。研削機については2回繰返しでも行い、下地処理方法としては計5種類とした。

2.3 塗り床材施工

塗り床材としては、水性硬質ウレタン樹脂系（標準膜厚：4mm）及びエポキシ樹脂系（標準膜厚：0.8mm）を用いた。水性硬質ウレタン樹脂系は、動荷重に対する耐久性に優れている半面、材料自体の収縮が大きく比較的剥離を生じやすい塗り床材である。エポキシ樹脂系は、最も汎用性の高い塗り床材である。

水性硬質ウレタン樹脂系の施工は、標準仕様に従って、Fig. 1の点線位置の下地に剥離防止を目的とした欠込み目地を入れた後、行った。エポキシ樹脂系の施工も標準仕様に従ったが、下地の凹凸により標準塗布量では表面を平滑にできない場合には、適宜塗付量を増やして平滑に仕上げた。塗り床材施工後は、7日以上養生した。

3. 試験方法

3.1 下地表面及び目荒し状況の評価

Table 5に示す方法により、下地表面強度及び目荒し状況の評価（外観観察、光沢度、下地処理深さ、塗り床材の膜厚）を行った。

Table 2 下地表面押さえ方法
Method of Surface Finish

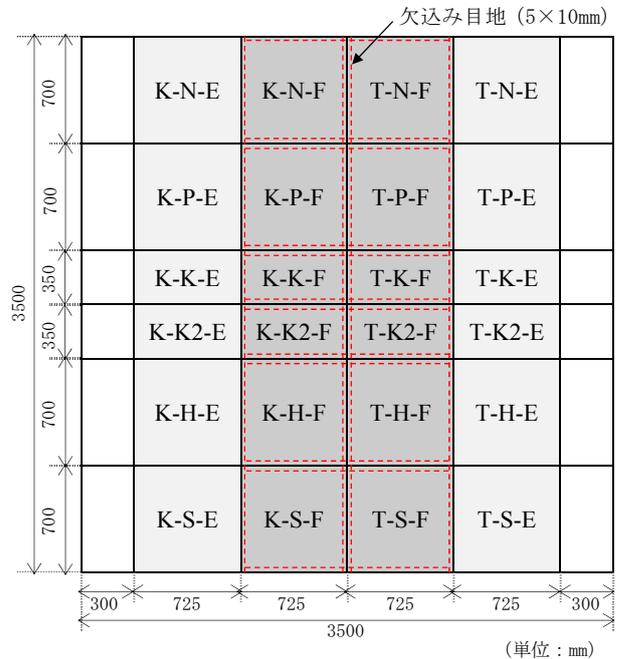
機械押さえ	手押さえ
コンクリート打設	
円盤ごてによるあまだし	
プロペラごてによる押さえ×2回	
機械ごて押さえ×5回	左官金ごて押さえ×2回

Table 3 下地処理方法
Surface Texturing Method on Concrete

使用機械	内容
ポリッシャー	研磨紙（#30）の水平回転により研磨する
研削機	ダイヤモンド粒子付きカッターの水平回転により研削する
研り機	鋼製チップを縦回転させ下地に叩きつける
ショットブラスト機	球状鉄粒子を下地に叩きつける

Table 4 試験体割付け
Layout of the Test Piece

記号	下地表面押さえ方法	下地処理方法
K-N	機械押さえ	無処理
K-P		ポリッシャー
K-K		研削機×1回
K-K2		研削機×2回
K-H		研り機
K-S		ショットブラスト機
T-N	手押さえ	無処理
T-P		ポリッシャー
T-K		研削機×1回
T-K2		研削機×2回
T-H		研り機
T-S		ショットブラスト機



F：水性硬質ウレタン樹脂系 E：エポキシ樹脂系

Fig. 1 試験体割付け
Layout of the Test Piece

Table 5 下地の試験方法
Test Method of Concrete Floor

試験項目	試験方法
下地表面強度	文献4)記載の方法により、加圧力9.8Nの針による引っかき傷幅を測定する
外観観察	下地表面の状態を目視観察する
光沢度	光沢度計により60度鏡面光沢度を測定する
下地処理深さ	2次元レーザー変位計により40mm幅の範囲における下地表面の深さを測定し、平均深さ及び最大高低差を求める
塗り床材の膜厚	試験体から塗膜の一部を切り出し、塗膜の平均膜厚を求める

3.2 塗り床材接着性の評価

塗り床材の接着性は、Table 6及びFig. 2～3に示す方法により、塗膜の剥離率測定、引張接着試験及び引倒し接着試験から評価した。

4. 試験結果及び考察

4.1 下地表面の評価

下地表面強度の結果をTable 7に示す。小野⁴⁾の評価方法では、下地表面強度を引っかかり傷幅から4つのグレードに分類しているが、本検討ではいずれの表面押さえ方法の場合にも、最も高いグレードI（0.3mm未満）となった。手押さえの際にもプロペラごてを使用したため、機械押さえと同等の表面強度が得られ、引っかかり傷幅による判定では差異を生じにくかったものと推察される。

4.2 目荒し状況の評価

外観観察の結果をTable 8及びPhoto 1に、光沢度、下地処理深さ及び塗膜の膜厚をFig. 4～6に示す。

(1) 下地表面押さえ方法の影響 下地処理前の外観及び光沢度で比較すると、機械押さえではやや光沢が認められ、光沢度も高いことから、下地表面がより緻密に仕上がったものと推察される。また、下地処理深さを同一の下地処理方法で比較すると、機械押さえるほうがおおむね同等か小さかった。これも、機械押さえでは下地表面がより緻密に仕上がったため、目荒しされにくかったものと考えられる。

(2) 下地処理方法の影響 ポリッシャーによる下地処理の場合、外観や光沢度は無処理とほぼ同じで、下地処理深さは最も小さいことから、ほとんど目荒しされていないと判断される。研削機×1回の場合、表面に傷が付き細骨材が一部露出したものの全面目荒しには至らず、目荒し状況にばらつきが生じた。これは、1回の研削ではカッターが全面に十分接触しなかったことや、カッター

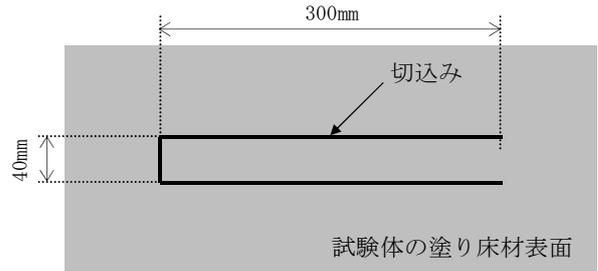


Fig. 2 塗膜の剥離率測定概要
Separation rate of Coating Film

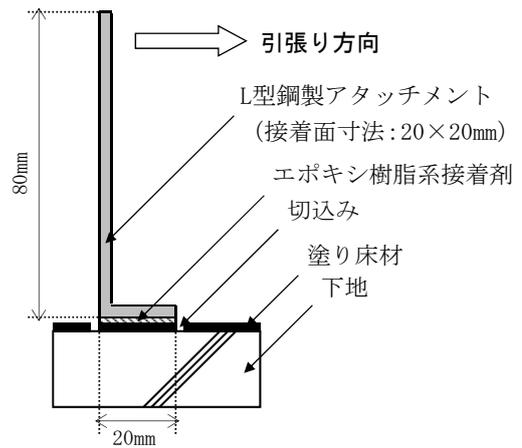


Fig. 3 引倒し接着試験概要
Summary of the Pulling Down Adhesion Examination

Table 6 接着性試験方法
Test Method of Adhesion

試験項目	試験方法
塗膜の剥離率	Fig. 2に概要を示す。塗り床材表面に、短冊型の下地まで達する切込みを入れる。2ヶ月後、収縮により切込み内部に生じた塗膜の剥離位置を測定し、切込み内部全面積（300mm×40mm＝12,000mm ² ）に対する割合を剥離率とする。
引張接着試験	40×40mmの鋼製アタッチメントを使用して、建研式接着力試験器により接着強度を測定する。破断状況から、下地と塗り床材の界面及び下地表面層で破断した割合を引張界面破断率とする。
引倒し接着試験	Fig. 3に概要を示す。L型鋼製アタッチメントを塗り床材表面に貼り付け、周囲に切込みを入れた後、力計により下地と水平方向に引き倒して接着強度を測定する。また、引張接着試験と同様に引倒し界面破断率を求める。

Table 7 下地表面強度
Surface Strengths on Concrete Floor

下地表面押さえ方法	引っかかり傷幅(mm)	グレード
機械押さえ	0.20	I
手押さえ	0.15	I

Table 8 外観観察
Surface Observation

記号	下地表面押さえ方法	下地処理方法	外観
K-N	機械押さえ	無処理	やや光沢あり
K-P		ポリッシャー	無処理とほぼ同じ
K-K		研削機×1回	細骨材が一部露出
K-K2		研削機×2回	細骨材がほぼ全面露出
K-H		研り機	粗骨材が露出
K-S		ショットブラスト機	細骨材が全面露出
T-N	手押さえ	無処理	光沢なし
T-P		ポリッシャー	無処理とほぼ同じ
T-K		研削機×1回	細骨材が一部露出
T-K2		研削機×2回	細骨材がほぼ全面露出
T-H		研り機	粗骨材が露出
T-S		ショットブラスト機	細骨材が全面露出

が下地の凹凸に追従せず、凸部分のみを研削したことによるものと考えられる。一方、研削機×2回の場合には、細骨材がほぼ全面で露出するまで目荒しされた。研り機では、粗骨材が露出するまで目荒しされ、下地処理深さは最も大きかった。ショットブラスト機では、細骨材が全面で露出するまで目荒しされた。

また、研り機及びショットブラスト機による場合、比較的薄塗りであるエポキシ樹脂系塗り床材の膜厚が、標準膜厚である0.8mmを大きく上回った。これらの下地処理方法では深く目荒しされるため、平滑性を出すために塗付量が増加したものと考えられる。従って、薄塗りの塗り床材に対して、これらの下地処理方法の適用は困難であると判断される。

4.3 塗り床材接着性の評価

4.3.1 水性硬質ウレタン樹脂系の接着性 塗膜の剥離率、引張及び引倒し接着試験の結果をFig. 7に示す。

(1) 下地表面押さえ方法の影響 同一の下地処理方法で比較すると、塗膜の剥離率や接着試験による界面破断率は、手押さえよりも機械押さえの方が高かった。機械押さえによる下地の方がより緻密で目荒しされにくいいため、塗り床材が浸透しにくく、また、アンカー効果も得られにくいことから、塗り床材の接着性が確保されなかったものと考えられる。一方、手押さえの場合も、割合は小さいものの剥離や界面破断が認められた。従って、機械押さえによる下地の方が、より剥離を生じやす

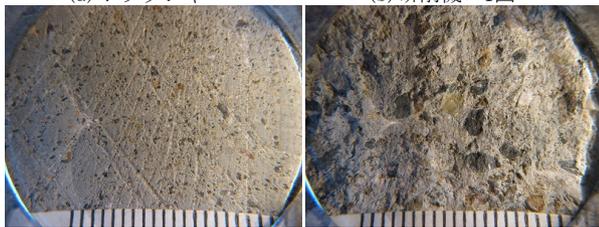
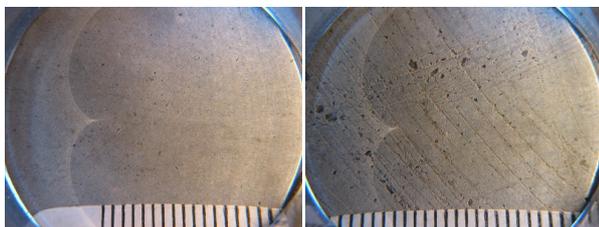


Photo 1 機械押さえ下地の外観
Observation of Concrete floor finished by machine trowel

い下地であると判断されるが、手押さえによる下地の場合でも、同様の下地処理方法を選択する必要があると考えられる。引張接着強度の比較では、機械押さえのほうがやや低いものの、顕著な差は認められなかった。一方、引倒し接着強度では、機械押さえを無処理とした場合のみ、極端に低い値を示した。

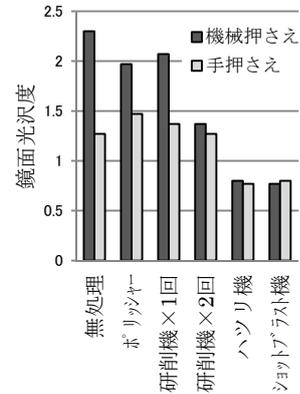


Fig. 4 光沢度
Specular Gloss

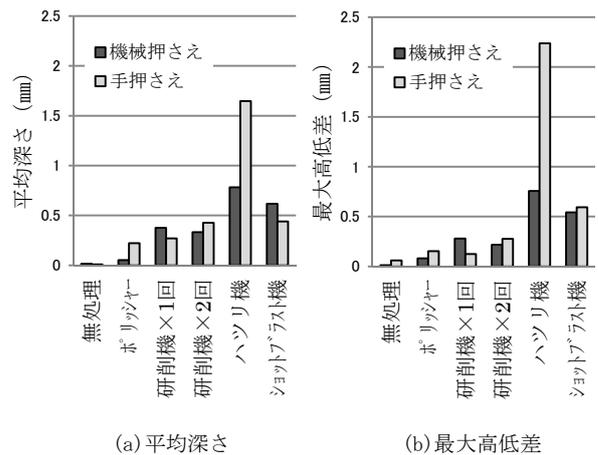
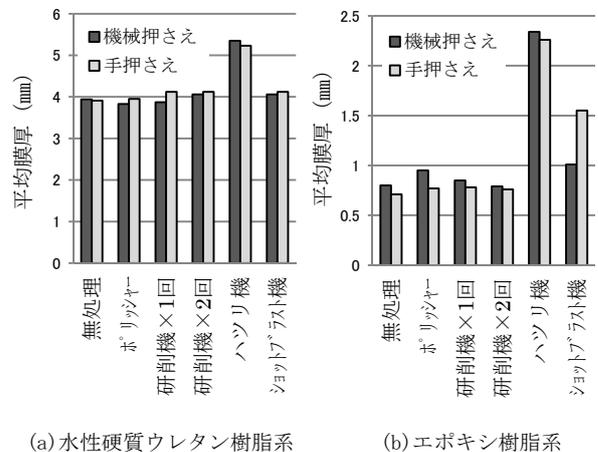


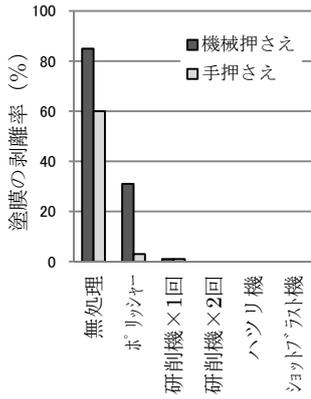
Fig. 5 下地処理深さ
Depth of Surface Texturing



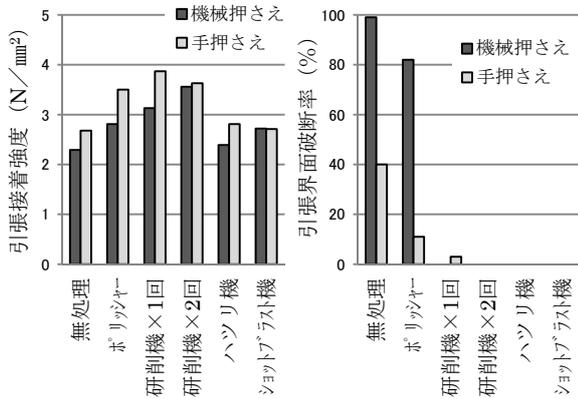
(a) 水性硬質ウレタン樹脂系 (b) エポキシ樹脂系

Fig. 6 塗り床材の膜厚
Film Thickness of Floor Coatings

(2) 下地処理方法の影響 ポリッシャーによる下地処理の場合、塗膜の剥離率試験による剥離が認められ、各接着試験においても高い界面破断率を示した。ポリッシャーでは下地がほとんど目荒しされないため、塗り床材の接着性が確保されなかったものと考えられる。また、研削機×1回の場合にもわずかに剥離が認められた。研削機×1回では目荒し状況にばらつきを生じることから、部分的に目荒しされなかった箇所から剥離したものと考えられる。一方、研削機×2回、研り機及びビョットプラス

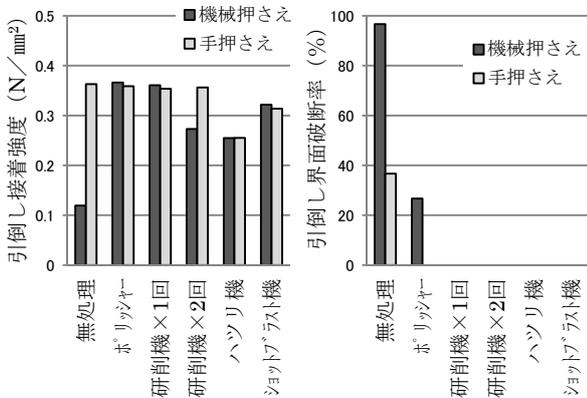


(a) 塗膜の剥離率



(b) 引張接着強度

(c) 引張界面破断率



(d) 引倒し接着強度

(e) 引倒し界面破断率

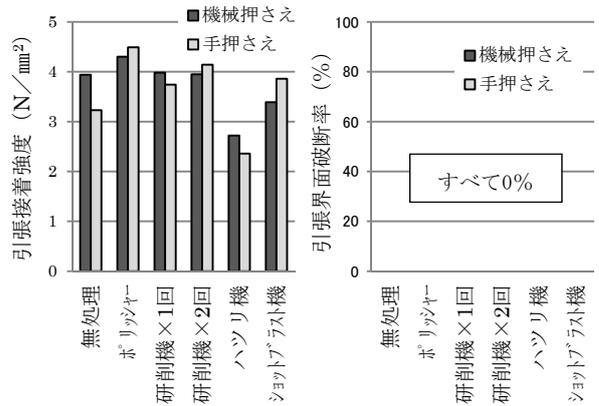
Fig. 7 水性硬質ウレタン樹脂系塗り床材の接着性 Adhesion of Aqueous Hard Urethane Floor Coatings

ト機では、いずれの下地表面押さえ方法でも剥離及び界面破断は認められなかった。これらの下地処理方法では、骨材が露出するまで十分に目荒しされるため、塗り床材が浸透しやすく、また、アンカー効果も得られ、塗り床材の接着性が確保されたものと考えられる。また、研り機では、他の下地処理方法と比較して接着強度がやや低かった。研り機は下地を激しく叩く下地処理方法であるため、下地強度が低下した可能性がある。

4.3.2 エポキシ樹脂系塗り床材の接着性

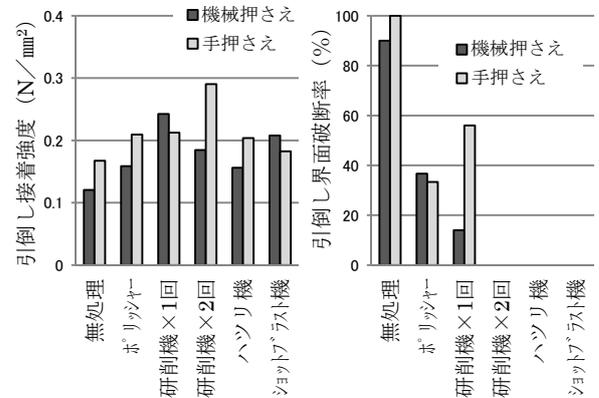
引張及び引倒し接着試験の結果をFig. 8 に示す。

(1) 下地表面押さえ方法の影響 引張接着試験では、いずれの下地表面押さえ方法でも界面破断率は0%となった。一方、引倒し接着試験では、いずれの下地表面押さえ方法でも界面破断が認められ、機械押さえでは界面破断が、手押さえでは下地表層破断（界面破断率に含めている）が生じた。機械押さえの場合、下地が緻密で目荒しされにくいため、接着性が確保されなかったものと考えられる。一方、手押さえの場合には、機械押さえより下地表層の脆弱層が多く、ポリッシャーや研削機×1回では除去されずに残存したと想定される。この脆弱層に、エポキシ樹脂系塗り床材は浸透しにくかったため、脆弱層から剥離したものと推察される。



(a) 引張接着強度

(b) 引張界面破断率



(c) 引倒し接着強度

(d) 引倒し界面破断率

Fig. 8 エポキシ樹脂系塗り床材の接着性 Adhesion of Epoxy Resin Floor Coatings

(2) 下地処理方法の影響 いずれの下地表面押さえ方法の場合も、ポリッシャー及び研削機×1回では界面破断が認められ、研削機×2回、研り機及びショットブラスト機では認められなかった。これらの下地処理方法では、骨材が露出するまで十分に目荒しされ、また、脆弱層も除去されたため、塗り床材の接着性が確保されたものと考えられる。

5. 接着性確保のための下地処理方法と目荒し状況

5.1 適切な下地処理方法

いずれの下地表面押さえ方法でも、下地処理方法を研削機×2回、研り機及びショットブラスト機とした場合には、骨材が露出するまで十分に目荒しされ、塗り床材の接着性は良好であった。一方、研り機及びショットブラスト機では深く目荒しされるため、エポキシ樹脂系などの薄塗りの塗り床材への適用が困難である。また、研り機では下地強度の低下により、接着強度も低下する可能性がある。これらの点を考慮すると、本検討に用いた2種類の塗り床材の施工に際しては、次の下地処理方法が適切であると考えられる。

- 水性硬質ウレタン樹脂系塗り床材：研削機×2回
またはショットブラスト
- エポキシ樹脂系塗り床材：研削機×2回

5.2 下地処理深さと接着性の関係

Fig. 9に、下地処理平均深さと、塗り床材の接着試験による界面破断率との関係を示す。本検討の範囲においては、いずれの塗り床材でも、下地処理平均深さが約0.3mm以上の場合には剥離や界面破断がほとんど発生せず、接着性が良好である。この値が、塗り床材の接着性を確保するための目安になるものと考えられる。

6. まとめ

本報では、現場に準じた方法で作製した試験体を用いて、下地表面押さえ方法や下地処理方法の違いによる塗り床材の接着性を評価し、硬質下地に対する適切な下地処理方法を検証した。結果を以下にまとめる。

- 機械ごと押さえによる下地に対して、従来から使用されているポリッシャーや研削機×1回による下地処理では十分に目粗しできず、塗り床材は剥離や界面破断を生じやすい。
- 下地処理方法を研削機×2回、研り機及びショットブラスト機とした場合、骨材が露出するまで十分に目荒しされ、塗り床材の接着性は、剥離や界面破断が認められず良好である。
- 研り機及びショットブラスト機による下地処理では下地が深く目荒しされるため、薄塗りの塗り床材への適用は困難である。また、研り機では下地強度が低下する可能性がある。

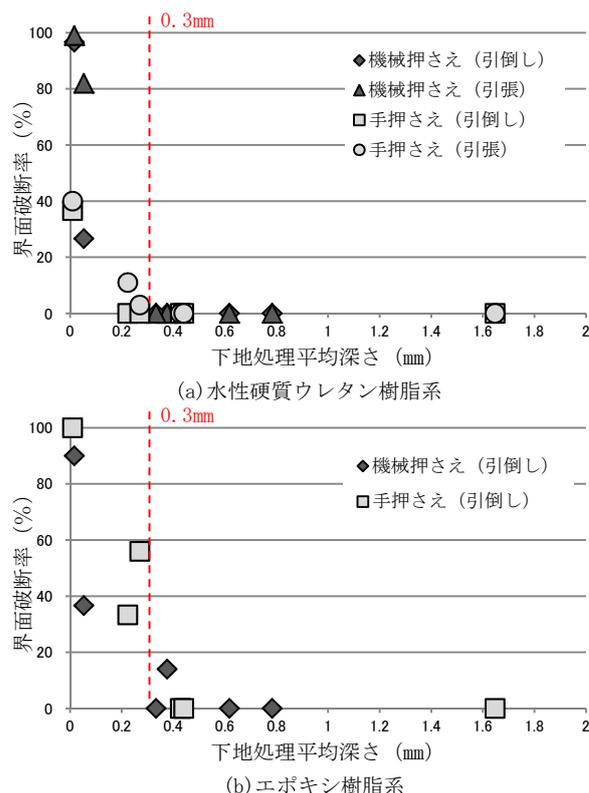


Fig. 9 下地処理深さと界面破断率との関係
Relationship between Depth of Surface Texturing and Adhesion of Floor Coatings

4) 本検討で用いた塗り床材の施工に際しては、次の下地処理方法が適切であると考えられる。

- 水性硬質ウレタン樹脂系塗り床材：研削機×2回
またはショットブラスト機
- エポキシ樹脂系塗り床材：研削機×2回

5) 本検討の範囲で、下地処理平均深さが約0.3mmより大きい場合には塗り床材の界面破断がほとんど発生せず、接着性は良好である。

参考文献

- 森田 敦：コンクリート床下地処理方法と塗り床材接着性との関係その1試験概要，日本建築学会大会学術講演梗概集，A-1材料施工，pp,721～722，(2011)
- 福田一夫：コンクリート床下地処理方法と塗り床材接着性との関係その2試験結果及び考察，日本建築学会大会学術講演梗概集，A-1材料施工，pp,723～724，(2011)
- 森田 敦：コンクリート床下地処理方法と塗り床材接着性との関係その3エポキシ樹脂系塗り床材の接着性，日本建築学会大会学術講演梗概集，A-1材料施工，pp,1247～1248，(2012)
- 小野英哲：コンクリート床下地表面層部の諸品質の簡易測定，評価方法の提案，日本建築学会技術報告集，第18号，pp,11～16，(2003)