

若材令コンクリート面の早期仕上げ工法（その2）

——早期下地処理後の放置時間と仕上げ材の付着性——

住野正博 喜田大三

Quick Finishing Method of Early-age Concrete Surfaces (Part 2)

——Intercoat Adhesion between Surface Finishing Materials and Substrate Treatment Materials Left Standing for Long Periods after Application to Early-age Concrete Surfaces by Quick Finishing Method ——

Masahiro Sumino Daizo Kita

Abstract

This method concerns a substrate treatment applied immediately after placing of slab concrete. This method was previously applied in repair work of resin linings on concrete floors such as in factories, and won high regard for blister prevention efficiency. Meanwhile, these materials had been applied for floor finishing in new construction by conventional methods after concrete had dried sufficiently, but blistering often happened, and it was demanded that this blistering be prevented even more than quick finishing. It was intended by the authors to make good use of this method for its superior efficiency in new construction. In this case, there was concern about intercoat adhesion between surface finishing materials applied after considerable time had elapsed after substrate treatment materials had been laid on early-age concrete surfaces. Therefore, field experiments were conducted to ascertain this intercoat adhesion. The results showed that this adhesion was quite good, and it was judged that this method could be applied to floor finishing in new construction.

概要

標記工法は、打設当日や翌日のコンクリート上面に特殊樹脂で下地処理し、次の日から樹脂塗床などが施工できる若材令コンクリート面の早期仕上げ工法である。これまで工場などの床改修工事で大幅な工期短縮に寄与すると共に塗床のふくれ防止性能が高く評価されている。一方、新築工事での樹脂塗床は通常、コンクリートの乾燥後に在来工法で施工されているが、ふくれることがあり、工期短縮よりもふくれ防止が強く求められている。それには若材令工法の活用が有効と考えられるが、新築工事では同工法で下地処理後、塗床施工までに長期間放置される可能性があり、下地処理材の硬化の進み過ぎによって、塗り重ねる塗床材との層間付着性が低下することが懸念された。そこで、屋外に土間コンクリートを打設して実験を行なった結果、この層間付着性は下地処理後の放置期間に影響されないことが判明し、この工法を新築工事に適用できるめどが得られた。

1. はじめに

標記工法（以下、若材令工法と言う）は「クイックボードン工法」の名称で数年前に実用化した。打設当日や翌日の若材令コンクリート上面に特殊樹脂の下地処理材を塗布し、遮水性及び付着性に優れた下地を形成する下地処理工法である。この工法の採用によって、樹脂塗床仕上げなどがコンクリート打設後3日以内で終了できる。これまで、短期施工が要求される工場などの床改修工事で大幅な工期短縮に寄与すると共に塗床のふくれ防止に非常に優れていることが高く評価され、床改修工事での施工実績は着実に上がってきている。

一方、新築工事での樹脂塗床仕上げは、通常、コンクリートの乾燥期間を十分にとって、在来工法で施工されているが、土間コンクリート面などでふくれることがあり、工期短縮よりもふくれ防止性能の改善が強く求められている。

若材令工法のふくれ防止性能が新築工事でも発揮できれば、新築工事でのふくれトラブルの低減に大いに寄与でき

る。ただ、若材令工法の施工上のポイントは、コンクリート打設の一両日中に下地処理を行なうことにある。従って、新築工事の塗床施工に若材令工法を適用する場合、同工法で下地処理を行なった後、塗床仕上げを行なうまでの放置期間が長期にわたる可能性があり、これが下地処理材と塗床材の層間付着性を低下させる方向に作用することが懸念される。そこで、今回の実験目的の一つとして、新築工事を想定し、若材令工法で下地処理後、長期間放置しても塗床材と良好な層間付着性が得られるかどうかを、実験検討した。

また、もう一つの課題として、前報¹⁾で再検討が必要と判断されたビニルエステル樹脂積層ライニング仕上げとの組合せ適否の明確化がある。前報¹⁾において、若材令処理面に同積層ライニング材を施工した際の下地コンクリートとの付着性がエポキシ樹脂やウレタン樹脂等を施工した場合に比べ、また在来工法で同積層ライニングを施工した場合に比べてかなり劣ると判断されたため、その積層ライニングを若材令工法と組合せて施工して良いかどうか懸念され

た。そこで、その積層ライニングを組合せた場合について、下地処理後の放置期間を変えて、再度実験、検討した。

ここでは、若材令工法で下地処理後の放置期間とエポキシ塗床材及びビニルエステル積層ライニング材の層間付着性、同積層ライニング材施工時の下地コンクリートとの付着性について実験、検討した結果を報告する。

2. 供試材料

2.1 若材令処理材

若材令工法で用いる処理材の夏用（硬化時間、30°Cで約1時間）及び冬用（硬化時間、10°Cで6時間以上）の2種類を供し実験時期で使い分けた。なお、夏用の硬化時間は前報¹⁾のものに比べ約3倍の長さに設定している。

2.2 仕上げ材

塗床材としてエポキシ樹脂系1種類、積層ライニング材としてビニルエステル樹脂系1種類を供した。

2.3 コンクリート

表-1の調合の普通コンクリートを供した。

3. 実験方法

3.1 実験場所及び期間

- ① 場所：大林組技術研究所
- ② 期間：塗床対象 昭和63年8月25日～平成元年2月19日（6箇月間）
積層ライニング対象 平成2年1月29日～3月24日（2箇月間）

3.2 施工方法

前報¹⁾と同様に土間を15cmの深さに掘り下げ、その1m内側に高さ15cmの木型枠を組んでコンクリートを打設し、6mmφのメッシュ筋の敷込み、タンピング、定木ずり及び金ごて押えを行なった。下地処理、仕上げは表-2の実験条件の組合せで行なった。その際の塗床仕上げの施工面積は若材令工法適用時で1.1m²/工区、在来工法適用時で2.2m²/工区に、積層ライニング仕上げのそれは両工法共にそれぞれ3.6m²/工区に設定した。

3.3 土ぼこりの侵入防止対策

雨と土ぼこりの侵入を防ぐためにコンクリート打設当日から仮設小屋を設置した。

3.4 調査項目と方法

3.4.1 ふくれの発生状況 仕上げ面に発生したふくれの数と径を日数を追って測定した。

3.4.2 付着性 建研式付着力試験器で塗材の引張り付着力(kgf/cm²)を測定し、また破断した部位ごとの面積割合(%)を求めた。なお、測定は塗床材、積層ライニング材共に1工区あたり5箇所で行なった。

4. 実験時の環境条件

4.1 夏季施工のエポキシ塗床

実験場所に設置した仮設小屋内の最高温度は、コンクリート打設当日の8月25日から10月初旬までの約1箇半月にわたり連日のように30°Cを超え、最高37°Cに達し、常に外

表-1 普通コンクリートの調合表

普通セメント	重量(kg/m ³)				水セメント比 %	スランブ cm	設計強度 kgf/cm ²
	水	粗骨材(碎石)	細骨材	AE減水剤			
278	185	911	886	1.11	66.5	18	180

表-2 実験条件の組合せ

要因		水準と工区数	
コンクリートの種類と打設条件		1水準	
若材令	下地処理時期	打設翌日(1水準)	
	塗床	下地処理後の放置期間	1, 3, 7, 14, 30, 60日(6水準)
		下地処理材面の研磨	有, 無(2水準)
	プライマー塗布	有, 無(2水準)	
工法	積層ライニング	下地処理後の放置期間	1, 3, 7, 14日(4水準)
		下地処理材面の研磨	無(1水準)
		プライマー塗布	有(1水準)
在来工法	コンクリートの乾燥期間	打設後2週間以上(1水準)	
	コンクリート表面処理	ディスクサンダーケレン(1水準)	
	プライマー塗布	有(1水準)	
		24工区	
		4工区	
		1工区	

気温よりも少し高かった。10月末に小屋を撤去し、それ以後の最高気温は11月中旬まで25°C前後、1月末まで8~5°Cであった。

塗床表面の最高温度は上記温度よりもやや高かった。

また、コンクリート打設中に集中豪雨があり、ポンプ排水しても型枠周囲が満水状態になり、ブリージング水がなかなかひかず、その後も約2週間にわたり連日のように雨天であったので、土中及びコンクリート内部はかなり湿潤状態にあったと考えられる。

このように高い気温やコンクリート中水分の影響で塗床面にふくれが発生しやすい条件であったと考えられる。

4.2 冬季施工のビニルエステル積層ライニング

仮設小屋内の温度は、コンクリートを打設した1月29日以降、実験終了までの2箇月間、0°C前後から20°C前後の範囲にあった。ライニング層表面の温度は測定していないが、小屋内温度と同程度と推察される。また、その間積雪が3回あったが降雨はほとんどなかった。

従って、ライニング材のふくれ条件は上記夏季施工の塗床よりもかなり緩やかであったと考えられる。

5. 実験結果と考察

5.1 仕上げ材のふくれ発生状況

塗床施工後、4箇月間の追跡調査で、確認されたふくれの大きさは2~5mmφであった。在来工法の工区では170個/m²のふくれが発生した。若材令工法を適用した24工区のうち、16工区でまったくふくれの発生がなく、残り8工区でも1, 2個/m²で、若材令工法のふくれ防止効果が顕著

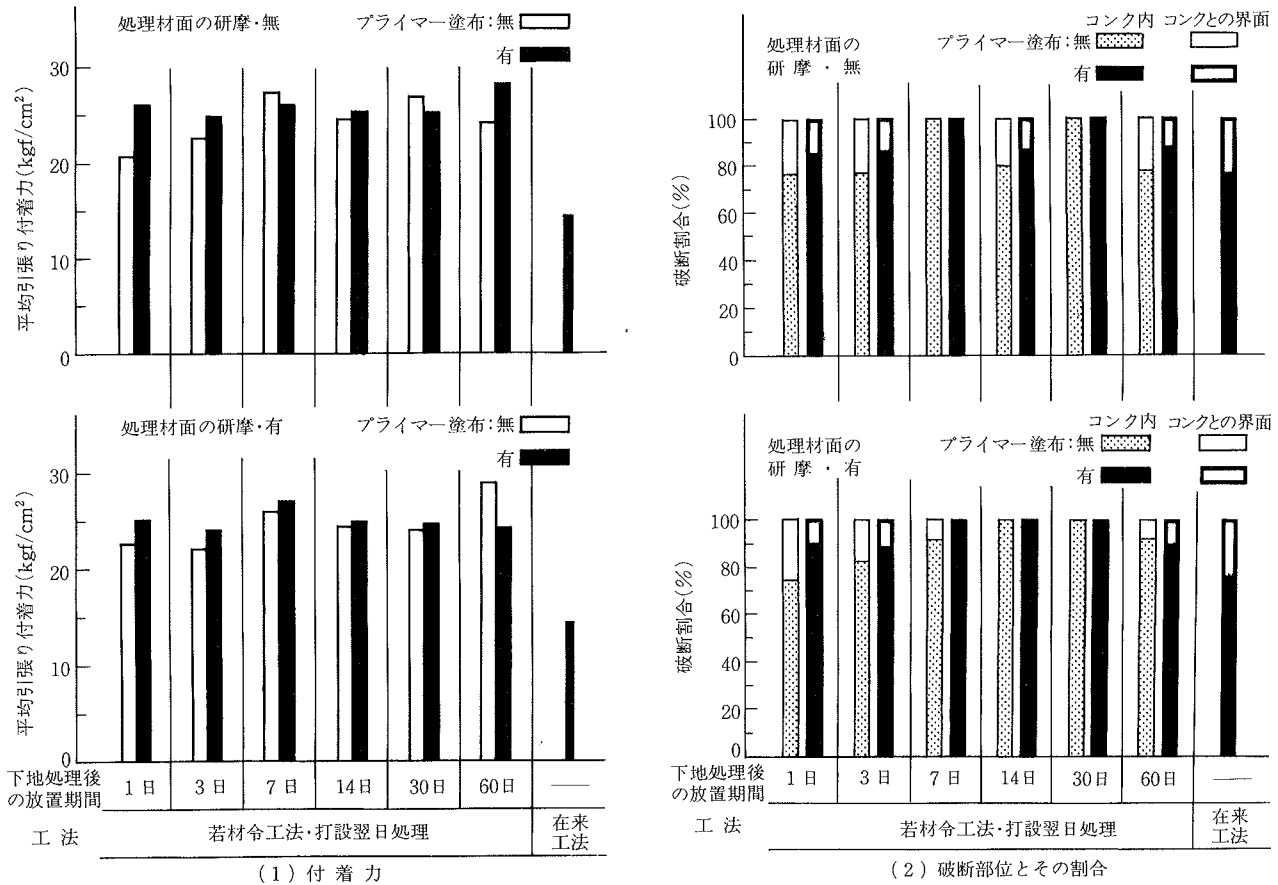


図-1 エポキシ塗床材の付着性試験結果

であった。また、若材令工区におけるふくれ発生の有無と下地処理後の放置期間、処理材面の研磨の有無及びプライマー塗布の有無との間には相関性は無かった。

一方、積層ライニング面では施工2箇月後も若材令工法及び在来工法を適用した工区のいずれにも、ふくれはまったく発生しなかった。在来工法でもふくれが発生しなかったのは冬季におけるふくれ発生環境条件が夏季に施工した塗床に比べ、緩やかであったこと、またガラス繊維による補強効果があったためと考えられる。

5.2 エポキシ樹脂塗床材の付着性

5.2.1 下地コンクリートとの付着性

図-1に付着性試験結果を示すように、コンクリート打設の翌日に若材令工法を適用した塗床材の付着力には処理材塗布後の放置期間の違い、処理材面の研磨の有無及びプライマー塗布の有無の影響が有意な差異として認められず、しかもいずれも在来工法よりもかなり付着力は大きい。

付着力測定時のコンクリート内破断及びコンクリートとの界面破断の割合を比較しても若材令工法適用時の付着性は優れていると判断される。また、この破断状況を前報¹⁾のエポキシ樹脂塗床適用時と比較すると、コンクリート内破断割合が大幅に増大し、コンクリートとの界面での破断割合が顕著に減少していることに注目される。前報¹⁾も夏季に実験したことを考えると、この現象は次のビニルエステル樹脂積層ライニングの付着性で詳述するように、若材令

処理材の硬化時間の違いに起因すると思われる、今回用いた夏用処理材の硬化時間を前報¹⁾に比べ約3倍の長さに設定した効果が現われたものと思われる。

5.2.2 下地処理材との層間付着性

若材令工法を適用して放置期間が長くなった場合に、下地処理材の硬化の進み過ぎなどによって下地処理材と塗床材との層間付着性が低下することが懸念されたが、図示するように60日放置後でも両層の界面で剥離はまったく生じていない。従って、その層間付着性は今回設定した処理材塗布後の放置期間などに影響されていないと言える。

このように、従来言われてきた樹脂の塗り重ねの許容期間（2週間）を大幅に過ぎても良好な層間付着性が得られた理由の一つとして、次に説明するように両層間での投錨効果が考えられる。

処理材はコンクリート中への浸透性に優れた特殊樹脂に珪砂を配合した一種の樹脂モルタルであり、コンクリート中への良好な樹脂浸透と共に硬化後、その表面には微小な凹凸が形成される。そのため、塗り重ねる塗床材との接着面積が大きくなることで、投錨効果が得られ、下地処理材層と塗床材層は強固に一体化する。この両層間における一体化の状況は実体顕微鏡による塗膜断面の観察で確認された。また、この投錨効果は後述のビニルエステル樹脂積層ライニングの場合でも同様である。

また、若材令工法で下地処理後、長期間放置して塗り重

ねた塗床材との間で良好な層間付着性が得られたことから、若材令工法は新築工事の床仕上げに適用できると判断される。但し、土やほこりが下地処理面に固着しない環境下で実験したことを考慮すると、実工事においては、下地処理後、床仕上げまでの放置期間中にシートなどを敷いて土ぼこりの固着を防ぐことが望ましい。

5.3 ビニルエステル樹脂積層ライニング材の付着性

5.3.1 下地コンクリートとの付着性

図-2 に付着性試験結果を示すように、若材令工法を適用した積層ライニングの付着力には処理材塗布後の放置期間の違いによって有意な差異が認められず、また、いずれも付着力は在来工法適用時と同等以上を示している。

破断は、若材令工法はすべてコンクリート内で、在来工法はコンクリート内で約3/4、コンクリートとの界面で約1/4生じている。そして、下地処理材と積層ライニング材との界面での破断はまったく生じていない。また、表示しないが、樹脂の浸透状況を示すコンクリートの破断厚さは若材令工法で平均2~4mm、在来工法で0.3mmであり、前者の方がコンクリートによく一体化していた。

ところで、この両工法の破断状況は前報¹⁾とまったく逆の傾向を示している。夏季に実験した前報¹⁾において、若材令工法を適用し、ビニルエステル樹脂積層ライニングを施工した際、付着力測定時の下地コンクリートと下地処理材の界面破断割合は、今回とは逆に若材令工法の方が在来工法に比べてかなり多かった。

前報¹⁾と今回で破断状況に逆転現象を生じた主な原因として、次に述べるように使用した処理材の硬化時間の著しい違いによる処理材樹脂のコンクリート中への浸透性の違いが推察される。

前報¹⁾で使用した夏用処理材の硬化時間は30°Cで20分と非常に短く設定していたこと、及び処理材塗布時の気温が35°Cに達したことによって、処理材が15分で硬化し始めたことから、処理材樹脂がコンクリート中に十分に浸透しないうちに硬化してコンクリートとの付着不良が生じたことが推察された。また同様にビニルエステル樹脂の硬化が早かったことで、プライマー塗布、しごき塗り、ガラスクロス積層、上塗りまでの工程を5~6時間で行ない、1mm以上の膜厚に施工したため、硬化時の収縮が他の樹脂に比べ大きいとされるビニルエステル樹脂の硬化収縮の影響が下地処理材とコンクリートの界面に及んで付着劣化を引き起こしたことが推察された。一方、今回は前報¹⁾と施工時期を異にしているが、前報¹⁾の夏用に比べ格段に硬化時間の長い冬用処理材を用いて実験している。その結果、冬用処理材の樹脂がコンクリート中に十分に浸透したことによって、図-2 に示すような良好な付着性が得られたものと思われる。

また、この積層ライニング材施工時及び図-1 で前述の塗床材施工時の下地コンクリートとの付着性の結果を総合すると、ビニルエステル樹脂積層ライニングと若材令工法

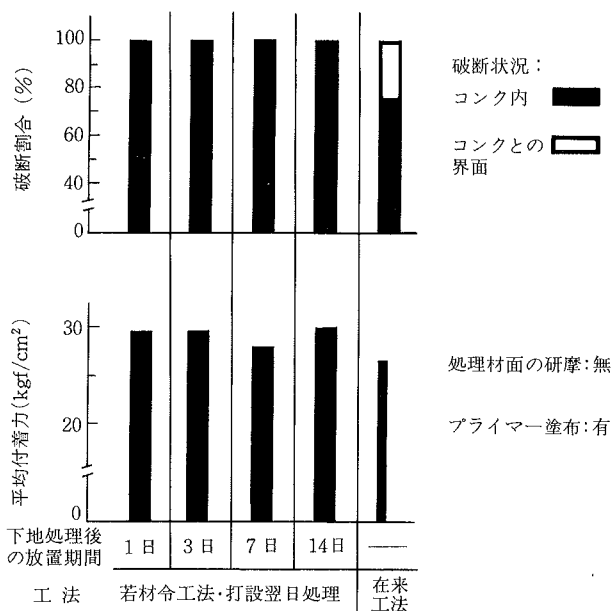


図-2 ビニルエステル積層ライニング材の付着性試験結果

との組合せは、硬化時間を1時間以上に設定した下地処理材を使用すれば問題ないと判断される。なお、当然のことながら、その積層ライニングは下地処理材の硬化を確認してから施工することが必要である。

5.3.2 下地処理材との層間付着性

図-2 は処理材塗布後14日までの放置期間についての検討結果ではあるが、下地処理材と積層ライニング材との界面で剥離はまったく生じていない。なお、上記の投錨効果によって、60日放置後でも塗床材の場合と同様に良好な層間付着性が得られるものと考えられる。

6. まとめ

工場などの床改修工事で樹脂塗床仕上げなどのふくれ防止効果が高く評価されている若材令工法を新築工事に適用すべく、同工法で下地処理後、塗床施工までの放置期間を長くした場合の性能を実験検討した。その結果、放置期間が長くてもふくれ防止効果は顕著であり、また、塗床材と下地処理材は強固に一体化することから、同工法は新築工事に適用できると判断された。

また、前報¹⁾で下地処理材とコンクリートとの付着性の点から再検討を要すると判断されたビニルエステル樹脂積層ライニング材と若材令工法との組合せは、再実験の結果、下地処理材の硬化時間を1時間以上に設定すれば問題のないことが判明した。

参考文献

1) 喜田, 住野: 若材令コンクリート面の早期仕上げ工法 (その1), 大林組技術研究所報, No. 38, p. 81~85, (1989)