

若材令コンクリート面の早期仕上げ工法（その1）

——コンクリート打設翌日の下地処理法の検討——

喜田大三 住野正博

Quick Finishing Method of Early-Age Concrete Surfaces (Part 1)

——Investigation on Surface Preparation Method of Concrete
the Day after Placement of Slab Concrete——

Daizo Kita Masahiro Sumino

Abstract

This method concerns a substrate treatment applied to early-age concrete immediately after placement of slab concrete. Coating and lining work can be started the next day after treatment by this method. This method was previously applied in repair work of anti-corrosion linings on concrete floors in a chemicals factory and others and it was possible to shorten working times considerably. Meanwhile, it was demanded of this method that it be applicable to concrete surfaces at least the next day after placement of slab concrete because of improvement in application efficiency and simplification of execution of works. Therefore, field experiments were conducted to ascertain the possibility with slab concrete placed outdoors on the ground. The results showed that blistering prevention efficiency of the treatment method the day after placement of concrete was excellent, the same as with the case of preparation several hours after placement of concrete and better than the conventional method. Judging by these results, it was decided that this treatment method could be applied for surface treatment of substrate concrete the day after placement of slab concrete.

概 要

この工法は、打設当日のコンクリート上面に特殊な処理材を塗布し、その次の日から樹脂塗床や樹脂ライニング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。これまで化学工場、製菓工場、ビルの地下洗車場などの床改修工事で工期短縮に寄与するとともに付着性向上とふくれ防止に有効であることを確認している。その一方では、施工を容易にする上から、最適な処理時期の判断を熟練者によらなくてもよい工法にすることを確認している。その対策として、コンクリート打設翌日の処理と処理材の硬化時間を短くすることを考えた。そこで、この処理材を用い、打設翌日に処理した場合に所期の性能が得られるかどうかを確認する目的で屋外に土間コンクリートを打設して実験した。その結果、打設翌日の処理で所期のふくれ防止効果が得られること、また付着性の面からは処理材配合について更に検討が必要であることが判明した。

1. はじめに

この工法は、コンクリート打設後、乾燥期間を置かず樹脂塗床や樹脂ライニングなどの床仕上げができる若材令コンクリート面の早期仕上げ工法（以下、若材令処理工法という）である。打設当日のコンクリート上面に特殊樹脂の処理材を塗布し、その翌日から通常仕様の塗床仕上げなどが行なえるため、従来必要とされた2週間

以上のコンクリートの乾燥期間をそっくり省略できるので、新設工事や短工期施工を要求される改修工事の工期が大幅に短縮できる。これまで、化学工場、製菓工場、精密機械工場、ビルの地下駐車場などの床改修工事に適用され、工期短縮に寄与しただけでなく、下地との付着性とふくれ防止効果に優れていることを確認している。

その一方では、この工法を適用する上で最大のポイントになる処理材の最適塗布時期の判断は熟練者によらな

くてもよい工法にすることが要望され、また処理材そのものについても硬化時間が気温の変化に左右されにくいものが望まれた。これまでの施工現場では、コンクリート打設中から熟練者が水和反応に伴うコンクリートの硬化状態を適切に把握しながら、最適な処理時期を指示してきた。また、処理材は季節によって夏用、春秋用、冬用の3種類を使いわけてきたが、夏用から春秋用に換えてもよいと思われる季節の変わり目に、数日間の天候と気温を基に夏用を準備したところ、天候の急変によって当日の気温が大きく下がり、処理材が翌朝までに硬化せず、仕上げが午後になれ込むことがあった。

このような経緯をふまえ、まず熟練者による判断を不要にするため、コンクリート打設翌日に処理材を塗布することを考えた。また、処理材は夏と春秋に同じものが使えるようにするため、硬化時間をこれまでの夏用と春秋用の中間に設定することを考えた。

ここでは、コンクリート打設の翌日に処理しても打設当日処理の場合と同様の性能が得られるかどうかを確認するとともに、硬化時間を短くした処理材が所期の性能を示すかどうかを検討する目的で、屋外に土間コンクリートを打設して実験し、有用な知見が得られたので報告する。

2. 供試材料

2.1. 若材令処理材

硬化時間を市販のエポキシ塗床材に合わせ、30°Cで20分に調整した若材令処理材を供した。また、仕上げ兼用材として、この処理材を着色して供した。

なお、これまで現場で使用してきた夏用処理材の硬化時間は30°Cで5時間以上、春秋用は5分程度である。

工 区		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
工 法		当日処理	翌日処理							—	在来工法
仕上げの種類		Ep塗床	VE FRP	U塗床	Epモルタル	Ep塗装	特殊樹脂塗床	Ep塗床			
下地処理時期		打設当日	打設翌日							打設17日後	
工程と樹脂	プライマー	Ep	U		Ep	—		湿润面用Ep	Ep		
	しごき	Ep	U		Ep	—		Ep			
	上塗り	Ep	VE	U	Ep	—		Ep			
コンク打設後仕上げ終了まで		2日	3日					1日	3日	18日	
面積 (m ²)		4	4	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	4	4	

注) Ep: エポキシ樹脂, VE: ビニルエステル樹脂, U: ウレタン樹脂

表一1 工法、工区割りとは仕上げの種類

2.2. 仕上げ材

表一1に示すエポキシ塗床材(Ep塗床)、ウレタン塗床材(U塗床)、エポキシ厚塗り塗料(Ep塗装)、ビニルエステルのFRP(VEFRP)の計5種類を供した。

2.3. コンクリート

表一2の調合の普通コンクリートを供した。

普通セメント	重 量 (kg/m ³)				水セメント比 %	スランプ 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

表一2 普通コンクリートの調合表

3. 実験方法

3.1. 実験場所及び期間

- (1) 場所: 当社技術研究所
- (2) 期間: 昭和63年8月10日~11月9日までの3箇月間

3.2. 施工方法

3.2.1. コンクリート打設 土間60m²(w6m×l10m)を15cmの深さに掘り下げ、その1m内側に32m²(w4m×l8m×h15cm)の木型枠を組み、コンクリートの打設、6mmφのメッシュ筋の敷込みを行ない、十分にタンピングして表面を平滑にした。ブリージング終了後、表一1のように約3~4m²ずつ9工区に分け、工区1では定木ずりしたのち木ごて押えを1回、そのほかの工区では定木ずりしたのち金ごて押えを2回行なった。

3.2.2. 下地処理 表一1に示す工区において、当日処理工法は打設当日のコンクリート上面に処理材を金ごてで塗布した(工区1)。翌日処理工法は打設翌日のコンクリート上面のレイタンスをポリッシャーを用いて除去したのち、同じ処理材を金ごてで塗布し(工区2~6)、また仕上げ兼用処理材を塗布した(工区7)。また、打設翌日処理の比較用にするため、打設翌日にレイタンスを同様に除去した後、市販の湿润面用プライマーをローラーで塗布した(工区8)。在来工法の場合は、打設後17日間コンクリートを自然乾燥させ(ケットモルタル水分計による含水率10.5%)、表面のレイタンスをディスクサンダーを用いて除去した。

3.2.3. 仕上げ 在来工法の場合を除き、上記のように下地処理した翌日にメーカーの仕様に応じてプライマー塗布と上塗り材のしごき塗

りを行ない、その次の日に上塗りを行なった。在来工法ではレイトンスを除去した当日にプライマー塗布、上塗り材のしごき塗り及び上塗りまで行なった。

3.3. 施工後の養生方法

仕上げ材が十分に硬化するまでの間、雨やほこりが入らないようにするため、コンクリート打設当日に仮設小屋をつくり、在来工法での施工が終了した10日後の9月8日に小屋を撤去した。

3.4. 調査項目と方法

3.4.1. ふくれ発生状況 仕上げ面に発生したふくれの数と径を経時測定した。

3.4.2. 付着性 施工約3箇月後に建研式付着力試験器で仕上げ材の引張り付着力を1工区あたり9箇所測定し、また破断コンクリート厚さ及び破断した部位の面積を測定した。結果は引張り付着力(kgf/cm²)、破断したコンクリート厚さ(mm)及び破壊した部位の面積割合(%)を平均値で示した。

3.4.3. 気温及び床表面温度 試験期間中、気温及び床表面温度を経時測定した。

4. 実験結果

4.1. ふくれ発生要因とふくれ防止効果

4.1.1. ふくれ発生要因 ふくれ発生要因として、気温と床表面温度の差に着目した。

試験期間中の気温は9月下旬に一時大きく低下したが、実験開始後、約2箇月間は日中13時で30℃以上あり、真夏に近かった。その間、床表面温度は仮設小屋があった時には気温よりも約3℃高い程度であったが、9月8日に小屋撤去後、10月中旬までは10～5℃も高くなり、コンクリート中の水分が気化し易くなったことによる水蒸気圧の上昇によって、ふくれが発生し易くなったことが予想された。そして、この影響が大きかったことは、温度差が大きくなった時期と図-1で後述のふくれ増加時期が工区8を除いてほぼ一致していることからもうかがえる。

また、試験期間中、頻繁にかなりの降雨があり、実験工区がしばしば冠水したことから、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、今回の実験では下地コンクリート中に含まれる水分と温度の影響によって、仕上げ面にふくれが発生し易いかなり苛酷な条件にあったと考えられる。

4.1.2. ふくれ防止効果 図-1に、ふくれの発生した工区とふくれの合計数を示す。図示していない工区はふくれは全く発生しておらず、打設翌日処理及び仕上げ兼用処理を行なっている。

同図において、ふくれ(3～5mmφ)の発生状況は塗床

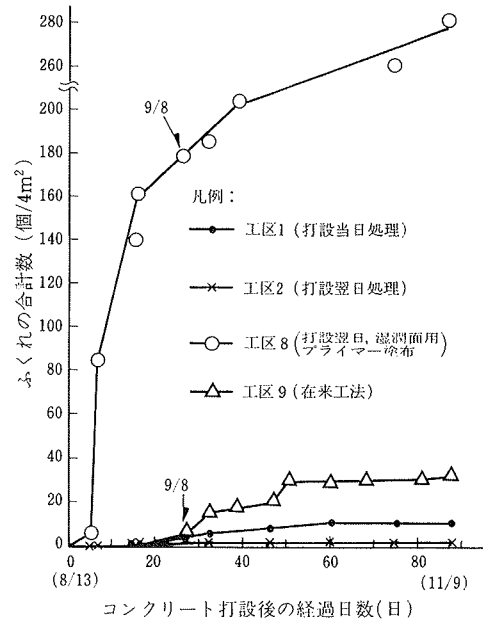


図-1 塗床面に発生したふくれの経時変化

の施工法によって特徴ある傾向がみられる。

在来工法の工区9では、実験開始後30日から60日までの間にふくれの発生とかなりの増大があり、それ以後においては新たな発生はごくわずかである。また、在来工法に比べ、ふくれの発生数はかなり少ないが、同様の傾向は打設当日処理の工区1にも認められ、やはり60日以後にふくれは全く発生しておらず、特に打設翌日処理の工区2においては、ふくれは実験開始30日後にわずか1個だけ発生しているだけである。一方、湿潤面用プライマーを塗布した工区8では、ふくれは実験開始10日後から発生し始め、しかも時間経過とともに急激に増大している。このことは、ふくれ防止効果が施工法によって顕著に異なり、また在来工法及び若材令処理工法で施工後、約2箇月の間にふくれが発生しなければ、それ以後において発生する可能性はかなり小さいことを示唆している。

さて、ふくれ防止効果を在来工法・工区9の2箇月後のふくれ合計数を基準にして比べると、工区8では3箇月後にふくれが在来工法の約9倍も発生しており、湿潤面用プライマーによるふくれ防止効果は全く認められない。一方、工区1及び工区2ではそれぞれ在来工法の約1/3と約1/30であり、打設当日及び翌日の若材令処理工法は在来工法よりもふくれ防止効果に優れていることがわかる。その際、当日処理のふくれ防止効果が翌日処理に比べ、かなり劣っているため、工区1で発生したふくれ部分をはがしたところ、ふくれはコンクリート打設当日に処理材を塗布する際のコンクリート表面のしごきが不十分な箇所で発生していた。このしごき作業のミスがなければ、打設翌日処理と同程度にふくれ防止効果があった

ものと推察される。このように打設当日だけでなく打設翌日処理によっても、優れたふくれ防止効果が得られることが確認できた。

なお、上述のように工区8においては、コンクリート打設翌日に湿潤面用プライマーを塗布してもふくれ防止効果は全く得られなかったが、その一方では後述のように付着性が非常に良好であったことから、塗床材のふくれ防止は単に下地との付着性で評価できないことが明らかになった。

4.2. 付着性

図一2に付着性試験結果を示す。

同図において、付着力及び破断コンクリート厚さは若材令処理工法適用時及び湿潤面用プライマー塗布時に在来工法適用時よりも大きく、逆にコンクリート内破壊割合は若材令工法適用時で在来工法適用時よりも小さいことに注目される。同じ日に同じコンクリートを打設したことを考えると、この現象は若材令処理工法を適用したコンクリートの表面強度が在来工法適用のものよりやや大きいことを示唆しており、若材令処理がコンクリート強度発現にとって良い方向に作用していることがうかがえる。

また、若材令処理工法適用時の付着性は、付着力及び破断コンクリート厚さの傾向をみる限り、在来工法適用時よりも良好であるが、逆にコンクリート内破壊割合からは在来工法適用時よりも劣る結果を示している。このように相矛盾した結果が得られた理由はあとで考察するように、若材令処理材の硬化時間を早くしたことに起因すると考えられる。

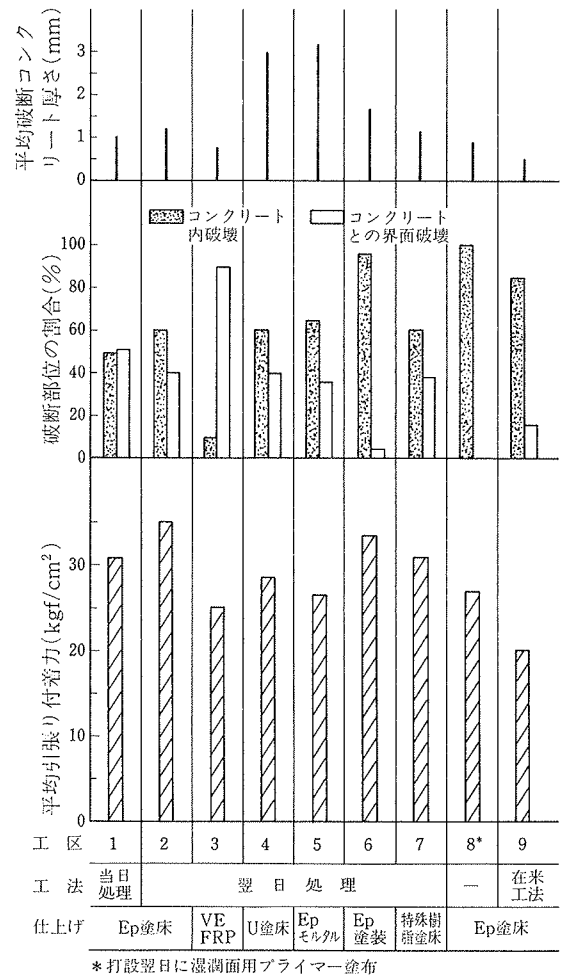
さて、筆者は付着性の良否を判定する際、付着力よりもコンクリート破断厚さ及びコンクリート内破壊割合を重視すべきと考える。この観点から上記の結果をみると、今回供試した若材令処理材は付着性に関する信頼性が必ずしも高いとは言えない。また、打設翌日に湿潤面用プライマーを塗布することによって得られる付着性は在来工法適用時よりも良好であると判断される。

5. 考察

5.1. コンクリート打設翌日処理の適用性

前述のように、コンクリート打設翌日処理によるふくれ防止効果は打設当日処理と同等以上であり、また在来工法適用時よりもはるかに優れている。付着性は、在来工法より必ずしも優れているとは言えなかったが、後述のように処理材の硬化時間を長くすることによって、打設翌日処理だけでなく、打設当日処理においても在来工法適用時より向上できると考えられる。

このことから、コンクリート打設翌日に若材令処理し



図一2 付着性試験結果

ても打設当日処理の場合と同様の性能が得られると判断され、打設翌日処理を適用する上で性能上の問題はないと判断される。

5.2. 供試若材令処理材の適用性

前述の付着性試験において、若材令処理工法適用時のコンクリート内破壊割合が在来工法適用時よりも小さくなった原因を推定し、供試処理材の適用性を検討する。

従来使用してきた処理材では付着力、破断コンクリート厚さ及びコンクリート内破壊割合の全てにおいて、在来工法適用時よりも優れた付着性が得られている。この良好な付着性は、処理材の硬化時間が30°Cで5時間以上と長いことによって、処理材の樹脂が時間をかけて下地コンクリート内に浸透することによって得られるものと考えられる。

一方、今回供試した処理材は前述の理由から硬化時間を30°Cで20分に設定している。施工当日の気温が35°Cもあったため、容器に小分けした処理材が15分で硬化し始めたことから、供試処理材は下地にほとんど浸透しないうちに硬化し始めたことが考えられた。

このように、硬化時間の違いによる浸透の違いによって、コンクリート内破壊割合がこれまでの実験データと異なって小さくなったことが推察される。現在、硬化時間を供試処理材の2倍に調整したもので付着性などを確認中であり、この結果については次の機会に報告したい。

5.3. 各種仕上げ材との組合せ適否

図-2に前述の結果から、コンクリート打設翌日処理面にエポキシ樹脂、ウレタン樹脂の塗床材及びエポキシ樹脂モルタルを施工することは何ら問題ないと判断された。しかし、ビニルエステル樹脂のFRPとの組合せの適否については再検討が必要と考えられる。また、仕上げ兼用処理材を用いると、上塗りをしないでもノンスリップ床として十分に見映えと性能のよいものができることが確認できた。

6. まとめ

これまで、打設当日のコンクリート上面を若材令処理工法で下地処理することによって、塗床仕上げの工期短縮とふくれ防止に顕著な効果を上げてきた。その一方では、この処理を始める最適な時期の判断を熟練者によらなくてもよい工法にすることが要望され、また施工当日

に気温が急激に低下しても、翌朝には処理材が完全に硬化して、すぐに仕上げに入れるようにすることが求められた。その対策として、コンクリート打設翌日の処理及び処理材の硬化時間を短くすることを考えた。

ここでは、この処理材を用い、打設翌日に処理した場合に所期の性能が得られるかどうかを検討するため、屋外に土間コンクリートを打設して実験し、次の結果が得られた。

(1) 打設翌日処理によっても、打設当日処理と同様に優れたふくれ防止効果が得られる。

(2) 供試処理材の付着性は打設翌日処理だけでなく打設当日処理においても、在来工法より必ずしも優れているとは言えない結果が得られた。この付着性は処理材の硬化時間をもう少し長くすることによって、向上できると考えられる。

(3) 打設翌日に処理した下地処理面にはエポキシ樹脂やウレタン樹脂の塗床材及びエポキシ樹脂モルタルは何ら問題なく適用できる。ビニルエステル樹脂のFRPについては再検討が必要である。なお、仕上げ兼用処理材を用いると、十分に見映えと性能のよいノンスリップ床ができる。