

若材令コンクリート面の下地処理工法(その3)*

——コンクリート打設数時間後に施工した
塗床下地のふくれ抵抗性——

喜田大三 住野正博

Surface Preparation Method of Early-Age Concrete (Part 3)

——Anti-blistering Efficiency of Concrete Substrate Layer
Prepared Several Hours after Placement of Slab Concrete——

Daizo Kita Masahiro Sumino

Abstract

Coating materials over on-grade concrete floor slabs are often blistered under the influence of groundwater penetrating up through the concrete. The subject surface preparation method was expected to prevent this blistering because the substrate layer made of a special resin and mortar and formed on the concrete surface by applying this method adhered tightly to the concrete to fulfill the role of a kind of waterproof layer. Therefore, experiments were conducted to investigate the degrees of blistering and adhesion to concrete of about five coating materials applied by this method and the conventional method after water penetrated at 3.5 kgf/cm² pressure for four months from the other side surfaces of the concrete. The following results were obtained with this method: (1) Blistering was not seen with these materials. (2) Adhesion of these materials to concrete surfaces did not fail. (3) Permeation of water was stopped with this substrate layer.

概 要

一般に土間コンクリート面に施工した塗床材は土中水の浸透により、裏面に水圧や水蒸気圧が作用し、ふくれることがある。本工法はコンクリート打設数時間後に表面に特殊樹脂を浸透させ、コンクリートと強固に一体化し、かつ耐水性に優れた塗床用下地を形成できるので、ふくれ防止に有効であると予想し、その確認のための試験検討を行なった。

試験では、コンクリート乾燥後に施工する従来法および本工法で処理した下地に塗床材を含め5種類の材料を施工し、十分に硬化したのちコンクリート裏面より加圧水を長期間浸透させ、ふくれに対する抵抗性および塗膜附着性を検討した。

その結果、従来法によるものには著しいふくれ発生と附着力低下が見られたが、本工法によるものには、この現象が全く見られず、本工法がふくれ抵抗性向上に非常に有効であることが確認できた。そして、このように本工法で顕著な効果が得られる理由について考察した。

1. まえがき

従来、塗床工事においては、コンクリート打設後2週間以上コンクリートを自然乾燥したのち、塗床材が施工される。また、壁面の塗装においても脱型後、同様にコンクリートの乾燥が必要である。本工法はこのコンクリートの乾燥期間短縮を意図して開発した下地処理法であ

る(以下、若材令法という)。床面ではコンクリート打設数時間後に、壁面では型枠脱型直後に適用する。床面を対象に実用化が進んでおり、いくつかの作業中の工場の床改修工事において、塗床工事がコンクリート打設日を含め3日以内に終了するという短期施工に成功している。

さて、床面の場合、若材令法ではコンクリート打設数時間後にコンクリート表面に処理材(特殊樹脂)を金ごてで塗付する。この処理材はコンクリート表層1~3mm

* 改題：若材令乾燥コンクリート面の仕上工法の研究(その2)に続く

に浸透し、特殊樹脂で強化された強固なモルタル層を形成するとともにその表面に厚さ約 1 mm の樹脂層を形成する。

この報告では若材令法適用による床裏面からの浸透水に対するふくれ抵抗性を検討した。

一般に土間コンクリート面に施工した塗床材は土中水の浸透により、裏面に水圧や水蒸気圧が作用するとふくれられることがある。若材令法で処理した下地層は耐水性に優れた樹脂で形成され、またコンクリートと強固に一体化しているため、ふくれ抵抗性向上に寄与できると考えられる。この効果確認のため、コンクリート乾燥後に施工する従来法および若材令法で処理した下地に各種材料を施工し、十分に硬化したのちコンクリート裏面より常圧のみならず加圧した水を浸透させ、ふくれに対する抵抗性を比較検討したので報告する。

2. 供試材料および供試体の作製

2.1. 供試材料

(1) 若材令法の処理材(特殊樹脂) 3種類(春秋用, 夏用, 冬用)を供試した。

(2) 塗床材 市販のウレタン塗床材およびエポキシ系塗床材(塗料Ⅰ, 塗料Ⅱ, 塗料Ⅲ, 塗料Ⅳ)をメーカー仕様どおりのプライマー, 中塗り, 上塗りの塗料の組合わせで供試した。なお, 塗料Ⅰから塗料Ⅲは前報の耐放射線性塗料であり, 同様に塗料Ⅳは防食材である¹⁾。いずれも床面にも施工する材料である。

2.2. 供試体の作製

2.2.1. 透水試験用 若材令処理有の供試体は所定配合のコンクリート²⁾を深さ 80 mm で 200×80 mm 角の木製型枠に打設し, 所定の方法でその上面に処理材を塗付後¹⁾, 4 週間放置して脱型した。若材令処理無の供試体は同様にコンクリートを打設し, その上面を金ごてで押さえ, 材令 3 日で脱型後, 所定期間水中養生した。次いで両供試体を 30℃ で 10 日間乾燥後, 試験に供した。

2.2.2. ふくれ試験用 若材令法適用の供試体は上記と同様に処理材を塗付し, 翌日からメーカーの仕様にしたがって熟練者が刷毛およびヘラで仕上材を塗付した。上塗り終了後, 2 週間放置して型枠を脱型し, 試験に供した。従来法適用の供試体は上記で水中養生したコンクリートブロックを室内で含水率 10% 以下(ケットモルタル水分計による)まで乾燥し, 上面のレイタンスをディスクサンダーで除去したのち同様に仕上材を塗付した。上塗り終了後, 2 週間硬化させたのち試験に供した。

3. 試験方法

3.1. 透水試験

供試体を図-1 のように圧力容器に固定後, インプット法に準じて 3.5 kgf/cm² の水圧を 10 日間加えた。次いで, 供試体を容器から取り出して切断し, 水の浸透深さ(mm)を測定した。

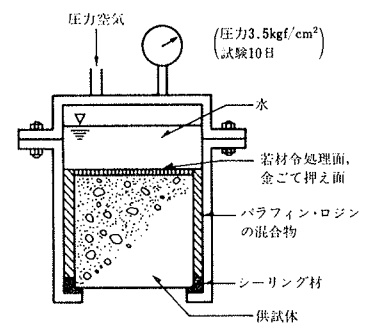


図-1 透水試験図

3.2. 裏面からの浸透水によるふくれ試験

3.2.1. 常圧浸透水によるふくれ試験 図-2 に示すように, 常圧で 40 日間水浸した(以下, 常圧ふくれ試験という)。結果はふくれ発生程度, 塗膜付着力(kgf/cm², 建研式付着力試験器による), 破断コンクリート厚さ(mm)および付着力測定時の破壊部位とその割合(%)で示した。

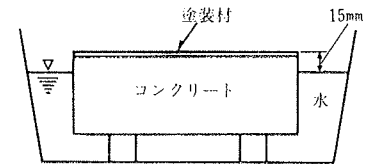


図-2 常圧浸透水によるふくれ試験

3.2.2. 加圧浸透水によるふくれ試験 図-1 の装置を使用し, 図-1 の供試体とは逆に仕上面を下にして固定し, 塗床材を施工していないコンクリート面から水を 3.5 kgf/cm² の圧力で 4 ヶ月間浸透させた(以下, 加圧ふくれ試験という)。結果は上記と同様に示した。

4. 試験結果

表-1 に試験結果の一覧表を示す。その際, 脚注に示すように, 従来法で加圧ふくれ試験後の付着力はふくれを生じていない部分で測定している。この付着力については 5 章で考察するので, ここではふくれ現象に限定して, 以下に結果を列挙する。

(1) ふくれは若材令法では試験条件および塗床材の種類のいかんによらず全く発生しておらず, 従来法では試験条件と塗床材の種類によって多少の差異があるが, 発生している。

(2) 従来法のふくれは常圧ふくれ試験で塗床材Ⅰ, 塗料Ⅲにわずかに発生し, 加圧ふくれ試験では塗料Ⅳを除いて, いずれにも著しく発生している。このことは当然のことながら, 加圧浸透水のほうが常圧浸透水よりふくれに対し厳しい条件であることを示している。

(3) 従来法における加圧ふくれ試験後のふくれ状態を塗料Ⅰから塗料Ⅳで比較すると, 同じエポキシ系であるにもかかわらず, ふくれは塗料Ⅱで著しく発生し, 塗料Ⅳで発生していない。塗料Ⅱではプライマーが水で劣化しており, 指で容易にこわれる状態にあった。塗料Ⅳの

プライマーは他の塗料のそれに比べ非常に厚膜タイプであったので、これがふくれ抵抗性向上につながったと推察される。また、塗床材Uではプライマーとコンクリートとの界面に水が多量にたまっていた。

(3) ふくれはいずれもコンクリートとプライマーとの界面で生じており、またこの界面には水が存在していた。

以上のことから、裏面から水が浸透してきた場合、従来法では塗装材の種類によって多少の差異があるが、ふくれが生じやすいと判断される。一方、若材令法では塗装材料のいかんによらずふくれは生じておらず、ふくれ抵抗性は顕著に向上することが明らかである。したがって、若材令法を土間コンクリート面に適用することによって、コンクリート裏面から浸透してくる土中水に対し、塗装材のふくれ抵抗性が顕著に向上し、ふくれ防止がはかれると判断される。

5. 考察

5.1. 従来法のふくれ発生原因

一般に塗装材が不透水性の場合、裏面からの浸透水によるふくれは図-3のように生じると考えられる。

同図の(1)は、プライマーの付着力が小さく、コンクリートとプライマーの界面に浸透した水との接触部分で付着性が劣化したために起きる現象である。(2)は、プライマーの付着力は大きい、プライマーが透水し易く、かつ塗装材の付着力が小さいため、塗装材とプライマーとの界面に浸透した水との接触部分で付着性が劣化したために起きる現象である。

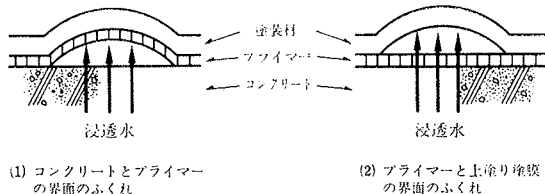


図-3 ふくれ発生図

従来法の場合、ふくれは上述したように同図の(1)で生じており、塗装材を施工後、水が裏面からコンクリート中に浸透し、コンクリートとプライマーの界面で凝縮することで付着性の劣化と付着力の低下が徐々に進行したことを示している。したがって、この付着力低下と付着性劣化の有無を確認することで、ふくれが生じ易いか生じにくいかの判断が可能である。

下地処理法	塗 装 材 ^(注1)		ふ くれ 試 験 ^(注2)		引張り付着力試験 ^(注3)	
	記 号	メーカーと材質	常 圧 ふくれ試験	加 圧 ふくれ試験	常圧ふくれ 試験後 kgf/cm ²	加圧ふくれ 試験後 kgf/cm ²
従 来 法 (サンダーがけ)	塗床材U	A 社 ウレタン	△	××	10	**
	塗料 I	B 社 エポキシ系	○	×	22	20*
	塗料 II	C 社 エポキシ系	○	××	8	**
	塗料 III	D 社 エポキシ系	△	×	29	28*
	塗料 IV	E 社 エポキシ系	—	○	—	54
若 材 令 法	塗床材U	同 上	○	○	19	20
	塗料 I		○	○	34	33
	塗料 II		○	○	33	33
	塗料 III		○	○	30	30
	塗料 IV		—	○	—	57

注1) メーカー仕様どおりのプライマー、中塗り、上塗りの塗料の組合せ

注2) ○ふくれ余くなし △わずかなふくれ ×面積の30~60%ふくれ ××全面ふくれ
常圧ふくれ試験は常圧40日後、加圧ふくれ試験は水圧3.5kgf/cm²で4ヶ月後

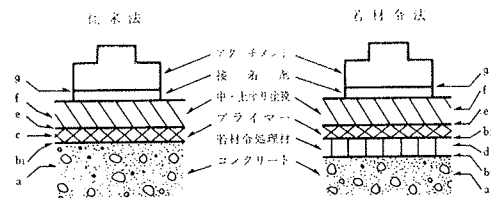
注3) *はふくれしていない部分で測定、**は全面ふくれのため測定できず
若材令法の付着力は春秋用処理材を使用した場合を例示

表-1 試験結果一覧表

ふくれ試験後の付着力は表-1に前述しているが、塗装材の種類によって、多少の差異が生じている。常圧ふくれ試験後の付着力は浸透水の影響を全く受けない条件に比べ⁽¹⁾、塗床材Uでは40%低下し、塗料I、塗料II、塗料IIIでは40~80%低下している。加圧ふくれ試験後のそれは同様に塗料II、塗料IIIで30~40%低下しているが、塗料IVでは低下していない。しかし、塗料IVでは後述する付着力測定時の塗膜破断部位が浸透水の影響を全く受けない場合に比べ、明らかに変化している。このことから、従来法では裏面からの浸透水の作用で付着力は大きく低下すると判断される。

図-4に付着力測定時の破断部位を模式図で示す。

上述のことから、浸透水との接触部分で付着性が劣化していれば、従来法においてはふくれが現在、発生していなくても付着力を測定した際、同図の b₁ 部破断 (コ



付着力測定時の塗膜破断部位

図-4 付着力測定時の破断部位

ンクリートとプライマーとの界面破断)が多くなると予想される。そこで、同図に基づき付着力測定時の破断部位を分類し、その面積割合を求めて表-2に示す。同表に示す加圧ふくれ試験後の塗膜破断割合は、表-1に前述のふくれ面積が30~60%に達した塗料I, 塗料IIIについても付着力を測定した部分の面積を100として求めた。

同表に示すように、常圧ふくれ試験後の塗床材U, 塗料I, 塗料IIIおよび塗料IVは図-4のb₁部(コンクリートとプライマーの界面)で破断し、その面積は33~100%を示している。この破断は浸透水の影響を受けない条件では全く生じていないことから¹⁾、浸透水の作用で生じたと判断される。また、塗料IIはc部(プライマー内)で全て破断しているが、この破断は浸透水の影響を受けない条件ではわずか2%しか生じていないため¹⁾、浸透水の作用で生じたと判断される。

このような現象は加圧ふくれ試験後の塗膜破断状況で一層顕著に認められる。塗料IIIでは常圧ふくれ試験後に認めた図-4のa部破断(コンクリート内破断)が消失し、すべてb₁部で破断している。また、塗料IVでは表-1に前述のように、ふくれが全く生じていなかったにもかかわらず、b₁部破断面積は約30%である。このことから、従来法では浸透水との接触部分で付着性は明らかに劣化していると判断される。

以上のことから明らかなように、裏面から水が浸透してきた場合、従来法では塗装材の種類にかかわらずコンクリートとプライマーの界面の付着性劣化とプライマーの付着力低下が顕著に生じており、これがふくれ発生につながったと判断される。また、この現象は当然のことながら、加圧浸透水の作用下で顕著になると判断される。

5.2. 若材令法の優位性

ふくれ試験後の付着力は春秋用処理材の使用時について表-1に前述しているが、塗床材Uおよび塗料IIが加圧ふくれ試験後も大きい付着力を示すことに注目される。両塗装材は上述した従来法適用時の加圧ふくれ試験で全面ふくれを生じ、付着力が測定できない状態にあっ

試験	破断部位と割合	塗床材U	塗料 I	塗料 II	塗料 III	塗料 IV
常圧ふくれ試験	a (%)	0	0	0	50	—
	b ₁ (%)	33	100	0	50	—
	c (%)	0	0	100	0	—
	e (%)	67	0	0	0	—
	破断コンクリート厚さ(mm)	—	—	—	2.0	—
加圧ふくれ試験	a (%)	全面ふくれのため、付着力測定できず	0	全面ふくれのため、付着力測定できず	0	38
	b ₁ (%)		85		100	31
	c (%)		0		0	31
	g (%)		15		0	0
	破断コンクリート厚さ(mm)		—		—	—

表-2 従来法におけるふくれ試験後の塗膜破断状況

試験	破断部位と割合	塗床材U	塗料 I	塗料 II	塗料 III	塗料 IV
常圧ふくれ試験	a (%)	0	86	100	97	—
	b ₂ (%)	0	0	0	0	—
	d (%)	0	14	0	3	—
	b ₃ (%)	0	0	0	0	—
	e (%)	100	0	0	0	—
破断コンクリート厚さ(mm)	—	2.1	2.2	1.9	—	
加圧ふくれ試験	a (%)	0	30	55	24	55
	b ₂ (%)	0	0	0	0	0
	d (%)	0	0	0	4	14
	b ₃ (%)	0	0	0	0	0
	e (%)	100	0	0	0	10
g (%)	0	70	45	72	21	
破断コンクリート厚さ(mm)	—	1.5	1.7	1.8	1.3	

注) 春秋用処理材の場合を例示

表-3 若材令法におけるふくれ試験後の塗膜破断状況

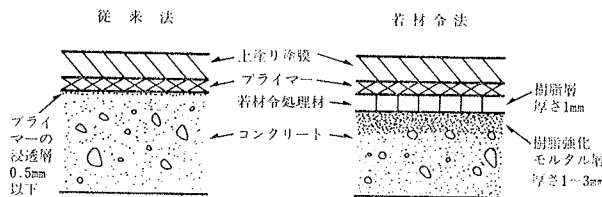
た。また、常圧および加圧ふくれ試験後の付着力はいずれもほぼ同じであり、水圧の違いによる影響は認められない。さらに、両ふくれ試験後の付着力は浸透水の作用を受けない条件の場合に比べ¹⁾、有意な差異が認められなかった。夏用および冬用処理材使用時について表示していないが、同様の結果が得られている。このことは、若材令法では裏面から加圧浸透水の作用を受けたのちにも付着力が低下しないことを示している。

表-3にふくれ試験後の塗膜破断割合を春秋用処理材使用時について示す。若材令法において、付着性が水との接触部分で上述の従来法のように劣化していれば、図-4のb₂部破断(コンクリートと処理材層の界面破

断)あるいは b_3 部破断(処理材層とプライマーの界面破断)が多く生じると予想される。

同表において明らかなように、 b_2 部破断および b_3 部破断は加圧ふくれ試験においてさえも、塗装材のいかんによらず全く生じておらず、大部分a部破断(コンクリート内破断)とg部破断(アタッチメントと接着剤の界面破断)が塗床材Uを除いて発生している。塗床材Uはe部(プライマーと上塗りとの界面)で破断しているが、この破断は浸透水の影響を受けない条件でも認められたので¹⁾、e部の付着が元来、弱いために生じたと判断される。表示していないが、夏用および冬用処理材使用時においても同様の結果が得られている。このことは、若材令法で処理した下地が耐水性に優れており、加圧浸透水的作用を4ヶ月間受けたのちにも、水との接触部の付着性が劣化していないことを示している。

ところで、若材令法が、このように優れた付着性や耐水性を示す理由は図一5の従来法および若材令法適用時の模式図で説明できる。



図一5 従来法および若材令法適用時の模式図

同図において明らかなように、従来法と若材令法の大きな違いはコンクリート中への樹脂の浸透深さの違いと表面樹脂層の有無にある。従来法ではプライマーはコンクリートにわずしか浸透しておらず、コンクリートとプライマーが強固に一体化しているとは言いがたい。これに対し、若材令法では処理材がコンクリート表層1~3mmに浸透し、特殊樹脂で強化された樹脂モルタル層が形成されるため、コンクリートと強固に一体化している。また、表面には厚み約1mmの樹脂層が形成される。この両層は耐水性に優れた樹脂で形成され、かつ強固に一体化しているため、水との接触部で化学的劣化を受けず、したがって付着性の劣化や付着力の低下は生じない。

両層は合計で2~4mmの厚みを有し、図一1に前述の方法で実施した透水試験で 3.5 kgf/cm^2 の加圧水の浸透を完全に遮断できることが確認されている。一方、同じ試験でコンクリート自体は、この加圧水の浸透を遮断できなかった。このことは、若材令法で処理した下地層が裏面からの浸透水を完全に遮断できることを示している。その結果、浸透水の影響は図一5のプライマー層に

まで及ばないため、プライマーの付着性劣化や付着力低下が生じないのである。

以上のことから、若材令法ではコンクリート表層への処理材浸透によるコンクリートと強固に一体化した下地層の形成、この下地層が有する優れた耐水性および遮水性の相乗効果によって、若材令法を適用した塗装材には裏面から浸透水が作用したのちにもふくれが発生せず、また付着性劣化と付着力低下が生じなかったものと判断される。

6. まとめ

一般に土間コンクリート面に施工した塗床材などは土中水の浸透によって、裏面に水圧や水蒸気圧が作用するとふくれることがある。若材令法で処理した下地が、このふくれ防止に有効であると予想し、その確認のための試験検討を行なった。

試験では従来法および若材令法で処理した下地にウレタン塗床材、エポキシ系塗装材を施工し、十分に硬化したのちコンクリート裏面から水を常圧のみならず 3.5 kgf/cm^2 の水圧で浸透させ、ふくれ抵抗性、塗膜の付着性劣化ならびに付着力低下を検討した。その結果を以下に示す。

(1) 従来法によるものにはふくれが著しく発生し、かつ水との接触部分すなわちコンクリートとプライマー界面における付着性劣化、プライマーの付着力低下が顕著に見られた。一方、若材令法によるものには、このような現象が全く見られず、この工法がふくれ抵抗性向上と付着力低下防止に非常に有効であることが確認できた。このことから、この工法を例えば土中水の浸透が予想される土間コンクリート面に適用することにより、塗床材などのふくれは防止できると判断された。

(2) 若材令法の有効性は次の相乗効果によると判断した。①コンクリート表層への処理材浸透によるコンクリートと強固に一体化した下地層の形成、②下地層が有する優れた耐水性、③下地層が裏面からの浸透水を完全に遮断することによる塗装材への水の影響阻止。

参考文献

- 1) 喜田, 住野: 若令未乾燥コンクリート面の仕上工法の研究(その2), 大林組技術研究所報, No.27, (1983), pp. 144~148
- 2) 喜田, 住野: 若令未乾燥コンクリート面の仕上工法の研究(その1), 日本建築学会大会学術講演梗概集, (昭和60. 10), pp. 175~176