

コンクリート構造物を対象とした表面被覆工法の施工品質確保に関する一考察

鹿島建設(株) 正会員 林 大介 ○入倉英明

1. はじめに

コンクリート構造物における予防保全対策の一つとして表面被覆工法が適用されている。表面被覆工法をコンクリート表面に施すことによって、水や塩化物イオンなどの劣化因子の浸透が抑制され、構造物の延命化を図ることができる。表面被覆材としては、一般的に樹脂系材料が用いられており、紫外線などによる劣化が生じるものの、施工の品質が確保される場合には、おおむね10年以上の耐久性を有している。

本検討では、供用開始前のコンクリート構造物に表面被覆工法を適用した結果、施工後の初期に部分的な膨れが発生した事例を採り上げ、表面被覆工法の施工品質を確保するための方策について考察した。

2. 表面被覆材の膨れの発生状況

2.1 表面被覆工法の施工概要

検討対象のコンクリート構造物は、凍結防止剤の散布による塩害が懸念される道路橋の壁高欄である。コンクリートには、普通ポルトランドセメントが使用され、水セメント比50.0%および単位水量 163 kg/m^3 であり、ひび割れに対する収縮補償用の膨張材 20 kg/m^3 が使用されている。コンクリートの打込みから7日間以上の湿潤養生が行われており、材齢28日における圧縮強度は 38.5 N/mm^2 であった。コンクリート打込みから28日以上が経過した後に、表-1の仕様の表面被覆工法が施工されている。施工管理の際に適用したチェック項目を表-2に示す。

2.2 表面被覆工法に発生した膨れの状況

表面被覆工法の施工から約1年間が経過した時点において、写真-1に示すような表面被覆材の膨れが、壁高欄の延長1400m程度の全体に点在して確認された。これらの膨れにはピンホールやひび割れなどは確認されず、その内部を確認したところ、水は存在していなかった。

3. 表面被覆工法の膨れの発生原因に関する考察

3.1 膨れの機構および要因

表面被覆工法に発生する欠陥については分類がされており¹⁾、検討対象の膨れは「蓄熱水蒸気ふくれ現象」と呼ばれている。この機構については、まずコンクリー

表-1 表面被覆工法の仕様

工程	塗料	目標膜厚 (μm)	使用量 ($\text{kg/m}^2/\text{回}$)	塗装方法	塗装間隔
プライマー	エポキシ樹脂プライマー	-	0.10	ローラー	16時間以上 ~7日間以内
パテ	エポキシ樹脂パテ	-	0.50	へら	16時間以上 ~7日間以内
中塗り	柔軟形エポキシ樹脂塗料	120	0.32	ローラー	16時間以上 ~7日間以内
上塗り	柔軟形ポリウレタン樹脂塗料	30	0.12	ローラー	-

表-2 表面被覆工法の施工管理のチェック項目

工程	チェック項目
素地調整	ディスクサンダーは均一にかけているか
	汚れは除去されているか
	各部のほこりなどは清掃してあるか
	打音検査で異常は認められないか
	平坦な仕上がりであるか
	表面水分率は8%以下であるか
プライマー パテ 中塗り 上塗り (施工当日)	気温・湿度・天候の条件は適切であるか
	塗料の希釈は規定どおりであるか
	被覆面に結露などはないか
	既定の膜厚が確保されているか
	塗料の可使用時間は守られているか
プライマー パテ 中塗り 上塗り (施工後の確認)	被覆面にだれ、ちぢみ、はじき等はないか
	塗り残しや剥れはないか
	前塗料の色が透けていないか
	被覆材の乾燥後に塵埃が付着していないか
	施工記録は完備しているか

キーワード コンクリート構造物, 表面被覆工法, 施工管理, 表面水分率, 膨れ

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL042-489-8007

ト側から表面被覆材の方向に水分の移動が生じ、そこに太陽光の熱エネルギーが蓄積されて急激な温度上昇が起こり、水の蒸発による体積膨張が生じて膨れが発生するというものである。本事例の壁高欄についても、太陽光の影響を直接受ける条件にある。また、既往の研究²⁾によれば、このとき発生する圧力は、コンクリートの透気性および含水状態の影響を受ける。すなわち、コンクリートの透気性については、水蒸気による圧力をコンクリート中に緩和させる働きと関係があり、コンクリートが緻密になるほど圧力が高くなる。コンクリート構造物の品質確保においては、入念な養生によって緻密化を図ることがより重要であるため、透気性の視点から表面被覆材の膨れを抑制する対策に繋げることは難しいと考えられる。一方、コンクリートの含水状態については水蒸気の発生程度と相関があり、そのため施工の際に表面水分率を管理することが必要とされる。本事例では、前掲の表-2にあるようにコンクリートの表面水分率を8%以下として管理しているが、その妥当性について考察することとした。



写真-1 表面被覆工法の膨れの状況

3.2 表面被覆工法の施工時のコンクリート水分管理に関する調査および考察

本事例では、コンクリートの表面水分率の管理に際して、高周波容量方式によるコンクリート・モルタル水分計を使用しており、膨れが発生した施工における実測値は5.4~6.0%の範囲であった。コンクリートの表面水分率に関する経緯を調査した報告³⁾によると、高周波容量方式の機器は1961年より使用されているが、当初はモルタル用高周波水分計として展開されていた。一方、表面被覆工法の施工管理において表面水分率を8%以下とすることについては、1972年の建築工事標準仕様書・同解説 JASS8 防水工事⁴⁾に記述がある。これは当時のモルタル用高周波水分計による値として示されたものであり、その妥当性については、建築構造物の防水工事での検証を通じて認識されていたとのことである³⁾。このモルタル用高周波水分計は、1986年に後継機としてコンクリート・モルタル水分計が展開されて使用されなくなり、初期のモルタル用水分計で8%となるコンクリートの含水状態を、コンクリートまで計測可能な後継機のコンクリート・モルタル水分計で測定したところ、5%の値となる実験結果が得られている³⁾。

以上の資料調査の結果を踏まえると、入念に養生されたコンクリート構造物への表面被覆工法の適用においては、過去の経緯をもとに現状のコンクリート・モルタル水分計を用いて表面水分率を8%以下とした施工管理を行うと、太陽光の影響を受ける部位で膨れが発生することもあり得ることが確認される。このため、今後、様々な施工条件において表面水分率と膨れの関係を明らかにしていく必要があるが、現状では既往の調査³⁾などから表面水分率の施工管理値を5%以下にすることが望ましいと考えられる。

4. おわりに

本検討では、コンクリート構造物への表面被覆工法の適用に際し、確実な膨れの抑制のためには表面水分率を5%以下として施工管理することが望ましいことが示唆された。表面被覆工法は、コンクリート構造物のライフサイクルコストを低減させるための予防保全対策として適用性が高いことから、引き続き、より確実に施工品質を確保するための知見を蓄積していくことが必要と考えられる。

参考文献

- 1) 日本建築仕上材工業会：建築用仕上塗材ハンドブック 2016年版，2016年
- 2) 橋田浩，田中享二，小池勉夫：防水層下地としてのコンクリートスラブの特性とふくれ形成圧力挙動，日本建築学会構造系論文報告集，第427号，pp.39-46，1991年9月
- 3) 湯浅昇：塗り床施工，規基準の数値は「何でなの」を探る（建築技術），第1巻，pp.140-141，2015年4月
- 4) 日本建築学会：建築工事標準仕様書・同解説 JASS8 防水工事（第1版），1972年10月