

松園第2配水池(1号配水池)
屋根・外壁調査報告書

令和2年9月26日

1. 調査概要

1) 調査日時

令和2年9月11日(金) 10:00～

2) 調査者

・調査社

マルエス工業株式会社

盛岡市流通センター北一丁目10番11号

建設業許可 特定29-003233号(建築、塗装、防水)

・調査担当者

宍田 利成

一級建築施工管理技士(B081000433号)

一級防水施工技能士(15-1-086-03-0007号)

建築仕上げ改修施工管理技術者(13046A号)

建築仕上診断技術者(09-1033号)

3) 調査対象

松園第2配水池の内、1号配水池の屋根及び外壁全面

・現在の仕様(前回施工時の設計図による)

屋根

ウレタン塗膜防水(超低汚染型 NAD 特殊ポリウレタン樹脂塗装仕上げ)

外壁

ウレタン防水

4) 調査方法

目視、指触、計測

2. 現況及び推測される発生原因、今後の見込みについて(調査結果及び所見)

1) 屋根

① 防水層の「点」欠損



【写真1 防水層の「点」欠損】



【写真2 防水層の「点」欠損】

(現況)

- ・ 写真1、2は防水層が「点」で欠損(穴あき)している状態である。この2か所に限らず、屋根面全体に散見された。
- ・ 点欠損は屋根スラブが露見するまで欠損していることから、防水層が完全に穴貫通している状況である。

(発生原因の推測)

- ・ これは、傷が点であり、穴の形状が不規則(ちぎったような形)であることから、「鳥害」が原因と推定される。
- ・ 「鳥害」は文字のとおり鳥による害であるが、これは、躯体または建物内部からの水分蒸散→ウレタン塗膜防水層が水蒸気に持ち上げられてドーム状に膨れる→この膨れを鳥が嘴で突っつき、穴を開ける、という構図で発生するものである。

(今後の見込み)

- ・ この穴は現在は単体の「穴」であるが、ここに雨水がたまった場合、穴周辺の防水層の接着を潤かし、徐々に穴を中心に防水層の剥離範囲が拡大する。
- ・ 防水層の剥離範囲の拡大は、内部への漏水や防水層の剥離欠損を引き起こす。

②防水層のひび割れ



【写真3 防水層のひび割れ】



【写真4 防水層のひび割れ】

(現況)

- ・ 写真3、4は防水層のひび割れであるが、このひび割れも、防水層を貫通し、スラブが見える状態まで達している。
- ・ ひび割れは屋根面において水平方向、垂直方向の両方向にランダムに発生しており、L=500~1500程度の規模で散在している。

(発生原因の推測)

- ・ これらのひび割れ発生原因にはいくつかの原因が想像されるが、写真3のように不規則なひび割れは、塗布した防水層の防水材配合不良における局部的な塗膜脆弱化や、塗り継ぎ(施工中、中断した場所)の処理不足により、局部的に中断前後の塗膜が一体化していなかった等の原因が想定される。
- ・ 写真4のような規則的かつ直線的なひび割れは、防水層下にコンクリートスラブのクラックや打継ぎが存在し、躯体挙動によるクラックや打継の開閉に対して防水層が追従していたものの、追従の連続で疲労破断を起こした形が有力な原因ではないかと考えられる。

(今後の見込み)

- ・ この亀裂は現在は単体の「亀裂」であるが、ここに雨水がたまった場合、穴周辺の防水層の接着を潤かし、徐々に穴を中心に防水層の剥離範囲が拡大する。
- ・ 防水層の剥離範囲の拡大は、内部への漏水や防水層の剥離欠損を引き起こす。

③防水層の破断剥離



【写真5 防水層の破断剥離】



【写真6 防水層の破断剥離】

(現況)

- ・ 写真 5、6 は防水層の破断部周囲が躯体から剥がれた「剥離」の状態、先に説明した②の発展形のような状態である。
- ・ 写真 5 の持ち上げた剥離断面のとおり、現在の防水層と過去の防水層の 2 層がもろとも剥離しており、完全にスラブから離れた状態となっている。

(発生原因の推測)

- ・ この現象はこれまでに説明した①、②の現象に雨水の浸入が重なり劣化進行したものであると見られる。

(今後の見込み)

- ・ 今後はこの破断及び剥離部分に雨水が浸みこむことで範囲拡大が続く。またある程度の剥離の大きさになると、風が差し込むことで剥離拡大の速度があがるため、①②→③の劣化進行よりも速いペースで不良範囲が進むと思われる。

④斜面部～水平部切付の破断



【写真7 斜面部～水平部境界の破断】



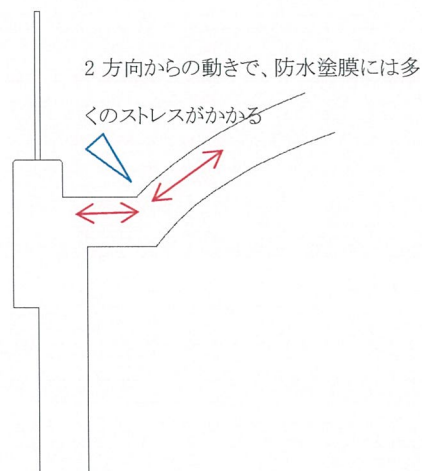
【写真8 斜面部～水平部境界の破断】

(現況)

- ・ 写真 7、8 は屋根ドーム型部分(斜面部)と周囲水平部分(手摺際水下)の境界(切付)部分であるが、ほぼ全周にわたってこの部分に破断が発生している。
- ・ 破断は前述③同様にスラブが露見するまで全ての防水層が破断している状況である。
- ・ また、屋根点検口は防水層が破断し、躯体自体が凍害爆裂を起こしている。

(発生原因の推測)

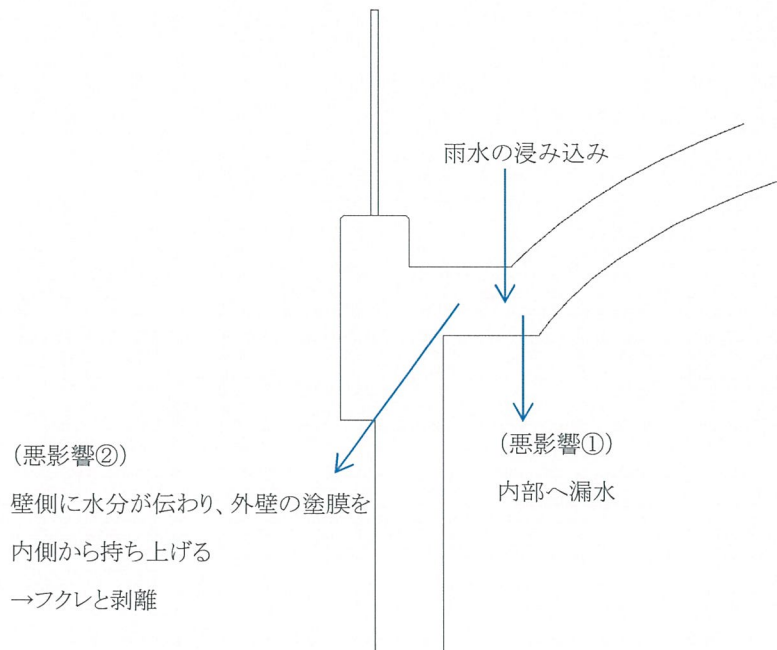
- ・ この破断は、下図1のようにドーム型屋根スラブと、水平側屋根スラブの挙動方向が異なるために起こるもので、ドーム側の斜め方向と、水平方向の二方向に収縮応力がかかり続ける結果、この境界となる切付部に極度のストレスがかかって破断しているものと見られる。
- ・ また、塗膜施工時にドーム側と水平側の塗布作業は別作業となることから、この両方向の塗膜防水を繋ぐべく処理(増し塗り、水平側へのドーム側からのオーバーラップによる膜厚確保等)が完全でなかった可能性もうかがわれる。



【図1 屋根水下部の断面イメージ】

(今後の見込み)

- この水下水平部分はドーム側から常時流れ落ちてくる雨水の「受け皿」となる部分であり、ここに破断があることは即、コンクリート躯体への雨水浸み込みを起こすこととなる。
- この浸み込みは図 2 のように内部側への漏水の他、外壁塗膜への内側からの干渉を起こし、屋根・外壁両方向に対して劣化進行を速め、漏水を引き起こすポイントとなる。



【図 2 ドーム斜面～水下水平部切付から雨水が浸入した場合の弊害予測】

⑤ 水下部トップコートの剥離



【写真9 水平(水卜)部の保護層剥離】



【写真10 水平(水卜)部の保護層剥離】

(現況)

- ・ 写真9、10は水卜水平部ドレン付近であるが、全周を通じて特にドレンまわりを中心として防水のトップコートのみが剥離している。
- ・ トップコート剥離部分においてはウレタン塗膜防水層が露見はしているものの、この防水層の膜自体に損傷は起こしていない模様。

(発生原因の推測)

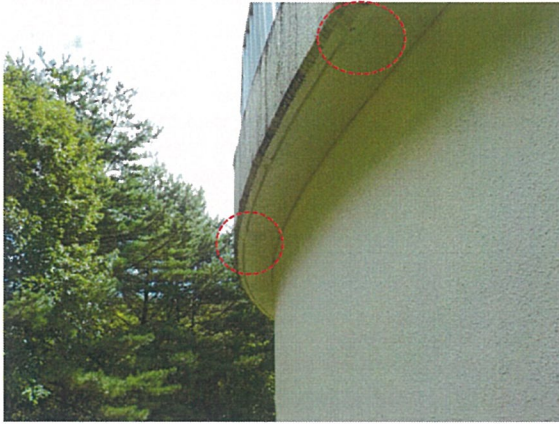
- ・ 先に説明したとおり、この部分はドーム屋根側から流れてくる雨水が集まる部分であり、この屋根上で最も水がある部分である。
- ・ 設計図による既存保護塗膜であるNADは非水系(つまり簡単に言うと水を使わない溶剤)であるため、水が溜まり放しになり塗膜が長期間水中にあった場合に起きる「加水分解」(水と長時間接し続けることで、水が硬化した塗膜に干渉し、更なる化学反応を起こさせ、結果的に正常結合を分解させる)は起こりにくいことから、おそらく、施工時にウレタン防水層上に微量の水分が残っており、その上にNADを塗装したために完全な接着状態を得られなかったためにはく離した、ものと思われる。

(今後の見込み)

- ・ 写真9、10に見られるように防水層は現在露出した状態となっているが、塗膜防水材自体の紫外線に対する耐久性は十分ではなく、本来、保護塗料がその耐久性を補う役割を果たしていることから、保護塗料無しの状態では、防水層自体が紫外線劣化を受ける速度が速まることとなる。
- ・ そのため、この水卜水平部のみが先に防水層劣化限界を迎える可能性が高まっている。

2) 外壁

① 外壁塗膜の膨れ・剥離欠損



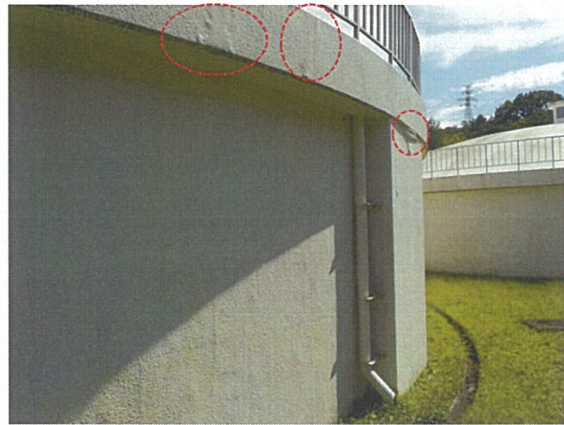
【写真 11 外壁塗膜のフクレ】



【写真 12 外壁塗膜のフクレ】



【写真 13 外壁塗膜のフクレ】



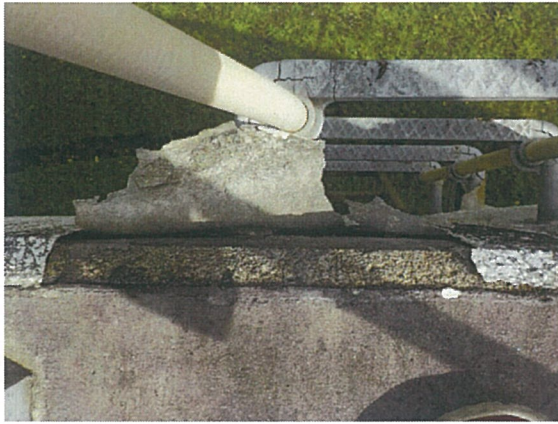
【写真 14 外壁塗膜のフクレ】



【写真 15 外壁上部の塗膜剥離】



【写真 16 外壁上部の塗膜剥離】



【写真 17 外壁塗膜上端部】



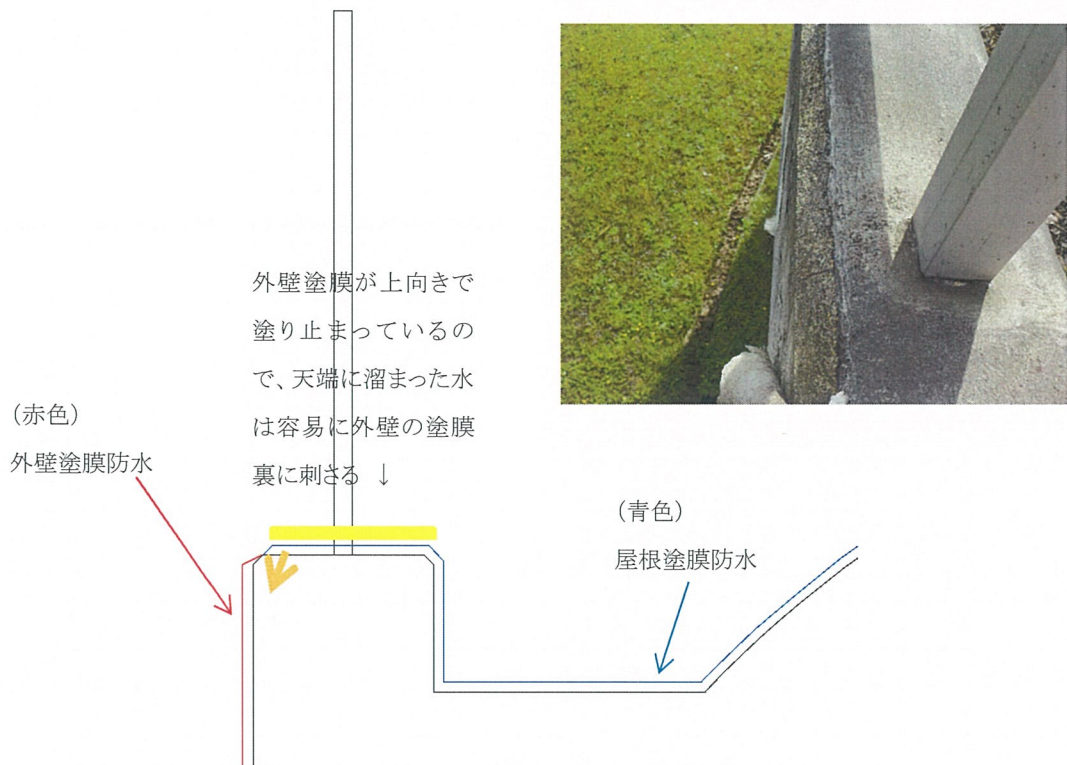
【写真 18 外壁塗膜上端部】

(現況)

- ・ 外壁面全面にわたり、写真 11～14 のようなフクレが多数発生している。
- ・ フクレの中には写真 13 のように大規模化し、破断はしていないものの、塗膜は壁に存在はするものの「面で剥離し、躯体に接着していない」まま現状にある部分も点在している。
- ・ 写真 15、16 は、前述の膨れがさらに進行した結果、外壁塗膜が剥離または、剥離欠損を起こしている状態で、外壁上端において全周にわたって存在する。
- ・ 剥離は外壁塗膜が根本から剥離し、コンクリート躯体が露出した状態と化している。
- ・ 写真 17、18 は前述したような剥離部の上端部となるが、いずれも上端端末からすべて剥離した状態となっている。

(発生原因の推測)

- ・ こうした現象が発生している要因には大きく二つが考えられるが、一つは2-1)-④にて説明した屋根水水平部において防水層破断部からコンクリートにしみ込んだ水が、外壁塗膜の内側から吹き出し、水または水蒸気で塗膜を持ち上げることによって剥離を進行させる形となる。
- ・ もう一つは、外壁塗膜上端部の納まりの問題であるが、写真 17 に写っているとおり、外壁塗膜が「上に向かって塗り止まっている」ことに雨水浸入のしやすさがある。図 3 は現在の外壁～パラペット天端～屋根の外壁防水材と屋根防水材の取り合いの状況であるが、この形ではパラペット天端に溜まった水は外壁防水材の裏側に容易に浸入できる状態となっている。
- ・ パラペット天端に溜まった雨水が外壁防水材塗膜の上端部から塗膜裏面にしみ込むことにより、この部分の塗膜は他よりも早く剥離進行する。そのために写真 15、16 のように外壁上端部に剥離欠損が集中的に発生しているものと思われる。



【図3 パラペット天端における現在の防水材塗り分け】

(今後の見込み)

- ・ こうした現象は引き続き常時続いてゆくため、外壁上部の塗膜剥離欠損は引き続き進行してゆくものと見られる。
- ・ また現在膨れを起こしている部分は、今後は膨れ内部への水滞留とその重量による破断、破断からの剥離を起こしてゆき、現在問題の無い部分も、前述までの劣化破壊リスクが平等にあることから、次々と発生するものと予想できる。
- ・ いずれ、コンクリート躯体に水が触れ、あるいは滞留し、春夏秋冬を通じて凍結・融解・気化を繰り返すことは、コンクリート自体の凍害爆裂や鉄筋の発錆による躯体強度低下を呼ぶものである。

3. 各現象に対する処置の手法について(提案)

1) 屋根

① 防水性能の回復

- ・ 屋根の防水層には点欠損、ひび割れ、破断剥離等の不具合が見られたが、どの現象にもいずれも共通するのは「雨水が防水の裏に回る入り口」であり、すべて共通して「失った防水性能の回復」を行わなければならない。
- ・ 不具合部分の頻度や健全部分の状態から見て、まだ全面改修の域ではなく、破損箇所を補修するのみで今後も健全に使用できるものと見られた。

<補修内容>

各不良部分周辺剥離部まで撤去→立面用ウレタン塗膜防水材すり込み塗り→ウレタン塗膜防水材(t2.0、メッシュ入り)部分塗布

② 紫外線劣化抑止のための処置

- ・ 防水層自体に問題は見られなかったが、表層の保護層(トップコート)については、水下側を中心にした剥離欠損があり、全体的に見ても表面劣化している。そのため、保護層のみ、全面塗布が必要となる。

<補修内容>

全面高圧洗浄→ウレタン塗膜防水用層間プライマー塗布→トップコート塗布

③ 局部的破損部の修復

- ・ 点検口まわりの立上りだけが局部的に凍害破損しているため、この部位についてはモルタル修復を行い、防水を復旧する必要がある。

<補修内容>

凍害コンクリート研り撤去→樹脂モルタルによる原形修復→ウレタン塗膜防水(t2.0、メッシュ入り)

2) 外壁

① 外壁防水の回復

- ・ 外壁は現在、塗膜本体の機能を完全に失っているため、全面的な改修にて外壁防水及び躯体保護機能を回復した方が良い。
- ・ 現在、剥離している、浮いて膨れている部分が多いため、この部分については全て撤去が必要である。撤去部は健全な活膜部との段差が出来るため、カチオン系ポリマーセメントモルタルを用いて下地補修し、その上で、全体的に防水をすることが望ましい。(カチオン

系はイオン結合力が高いため、接着性に優れることから、同系の材料を用いる下地処理が望ましい)

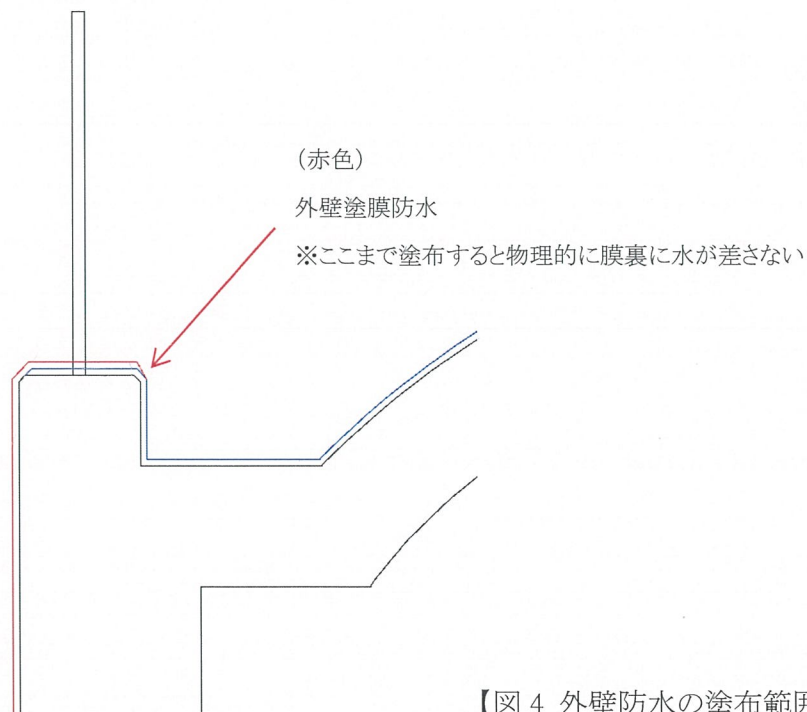
- ・ 改修に当たっては外壁防水材ではなく、外壁塗材(防水形複層塗材等)を用いた方がコストは低減できるが、そうした素材には雨水遮蔽能力、躯体保護能力は無く、また、膜の耐久性も低いため、配水池のように「基本的に常時人がいない＝放置」に近い施設であり、かつ松園の山中という立地条件では、適切な防水材による保護を行うべきである。
- ・ 外壁に用いる防水材は平成 19 年発行の報告書にも記載してあるが、防水材の中でも「外壁用」のものを使用すべきである。一般の屋根汎用の防水材(ウレタン等)では、立面保護に対する技術ノウハウや材料品質への反映が乏しいことから、結果として「屋根では長持ちしても、壁では保たない」といった状況も起きやすいため、工法、材料選定に関してはしっかりと精査が必要である。(改修工事で用いる外壁防水材はアクリルゴムであることは、国交省建築改修工事標準仕様書及び同監理指針平成 31 年版 4.2.2(10)-(イ)に規定されている事項である)

<補修内容>

既存不良塗膜撤去→撤去部カチオン系ポリマーセメントモルタル塗り→全面高压洗浄
→アクリルゴム外壁塗膜防水材塗布

※ 以降の同様故障が無いようにするための納め方

先に述べた図 3 に示す不具合を防止するため、外壁防水は下図 4 のところまで塗布しなければならない。



【図 4 外壁防水の塗布範囲】