

新材料・新工法を採用した 外装リニューアル工事への挑戦

野平 修* 山下 晃司***
三谷 道昭** 土手 将裕****

外装リニューアル工事というと、外装欠陥が生じたり、長年の経年劣化で外壁性能に支障をきたしたりといった、手直しをせざるを得ない状況となって、やむなく実施するといったイメージが強い。

ところが、昨今、超高層ビルや大型工事を中心に、積極的な目的で外装リニューアル工事を遂行するケースが増えてきた。今回紹介する案件は、個人の邸宅であり、竣工後7年という経過年数で外壁性能的には本格的な手直しは必要としないが、美観上やや汚れが目立ってきているので、今のうちに、外装に関する新材料・新工法を積極的に取り入れたリニューアル工事を実施し、メンテナンスフリーを考慮した外装仕上げとすることを、ゼネコンサイドから施主および設計事務所にご提案し了解をいただき、実施に移した。

以下、経緯に従って論述する。今後の同種の外装リニューアル工事の参考としていただければ幸甚である。

1. 外装の現状調査結果

広島県尾道市のU邸の外装の現状調査結果については、部位別に分けて写真にて紹介する。

現状では、さび汁、汚れ、一部クラックの発生等、経年による軽微な劣化が散見された。調

査の結果を解析し、長期的な安定性を確保するために、新材料、新工法の積極的な活用を図り、従来のリニューアル工事とは一味違った

- ・ 性能的には、長期にわたって安定的な性能を確保し
- ・ 美観上は、いつまでも竣工当初の姿を維持し続ける

ことを目的として当該外装リニューアル工事を遂行した。

(1) 外観遠景

外装リニューアル以前の状況は、写真-1の通り。性能的な問題はないが、美観上の汚れが気になる。

(2) 外壁コンクリートの汚れのパターン

外壁コンクリートの汚れのパターンは、

- ① 外壁そのものの汚れ
- ② 庇(ひさし)部コンクリートの汚れ
- ③ 外壁コンクリートの脆弱化
- ④ コンクリートのクラック

等がある(写真-2～5参照)。



写真-1 外観遠景の状況

* のひら おさむ 野平外装技術研究所 (noftec)
** みたに みちあき 大和建设(株) 代表取締役社長
*** やました こうじ 同上 副部長
**** どて まさひろ 同上



写真-2 外壁そのものの汚れ



写真-3 底部コンクリートの汚れ

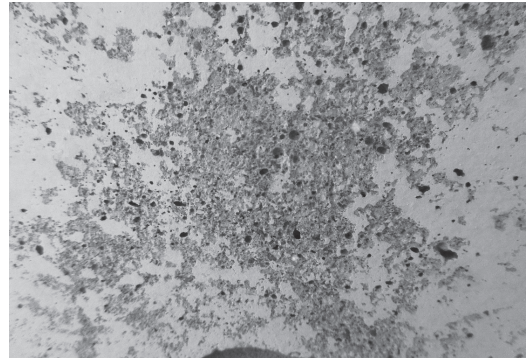


写真-4 外壁コンクリートの脆弱化



写真-5 外壁コンクリートのクラック

(3) 旧アルミ製フラットバー笠木からの汚れ
旧アルミ製フラットバー笠木は、ジョイント部分がメタルタッチになっていて、太陽光を浴びた時に熱膨張し、面外にはらむため、コンクリートとの間に隙間が発生し、塵埃(じんあい)溜まりとなるので、降雨により汚れが外壁面に流れていた(写真-6, 7参照)。それが外壁を汚していた主要原因であった。

フラットバー笠木をめくると、汚れが堆積していたので、これを裏付けている。

2. 外装リニューアル工事

(1) 目地消し工法・下地補修

① 外装コンクリートの現況分析

現況調査の写真から判明したことは、おおよそ次の通りである。

① 汚 れ

外装全般に汚れが見られる。いずれも、降雨時に堆積していた汚れが、雨の流れに沿って壁面を伝って流れる時に付着したものである。一部さび色の汚れがあるが、これは鉄さびによるものであると想定される。

② クラック

一部コンクリートにクラックが生じているところがある。水の侵入を防ぐ方策が必要である。

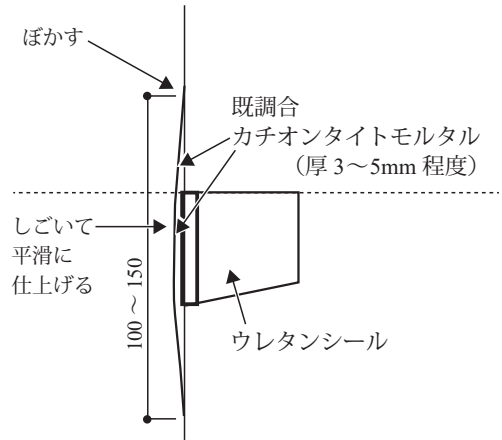
③ コンクリートの脆弱化

コンクリート表面が一部ざらついた状況になっている。これはコンクリートの中性化が進んでいる状態で、早々の防錆処理が不可欠である。

② 外装コンクリートの対応策



写真-6 旧アルミ製フラットバー笠木



第1図 目地消し工法の断面

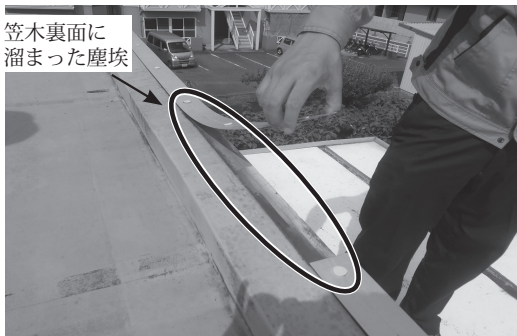


写真-7 フラットバー笠木をめくったところ

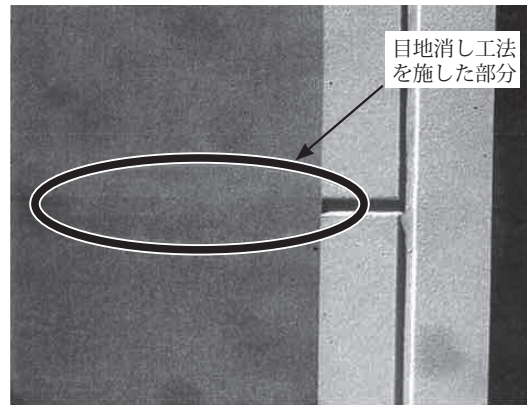


写真-8 目地消し工法の詳細

上記の現況分析を踏まえて、下記の対応策を採用する。

- ① コンクリート表面のケレン，洗浄
現状，表面の汚れがひどいので，全面ケレン，洗浄を実施し，きれいな壁面を現す。
- ② 防水補修
屋根部，立ち上がり部の防水層の水密性が完全に確保できるように，各所の防水上の欠陥があれば補修を施す。
- ③ 下地補修

クラックは，第1図，写真-8に示す目地消し工法を採用し，中性化がひどい部分はカチオンタイトモルタルで補修する。

現場打ちコンクリートへの塗装仕上げで，設計者から最も要望されることは，「何とか伸縮目地を消すことができないのか？」ということである。



写真-9 SA ビルディングの目地消し工法実施例

これに対し、伸縮目地を設けることで、この部分に集中的に亀裂を誘発させ、他のコンクリート部分には亀裂を発生させなくさせるものだから、必須であると建築技術者は回答する。伸縮目地を消したい設計者と伸縮目地はなくせないとする建築技術者の対立が発生する。

そこで、伸縮目地は通常通りに設置し、3～5mm 落とし目地にして、ウレタンシーリング材を打設し、カチオンタイトモルタルで落とし目地部分を 100～150mm 程度しごいてばかすという処置を施し、伸縮目地を消す。

写真-9には、本工法を適用して13年目(2021年現在)の案件を示すが、今のところ塗膜の亀裂は見られず、健全な状態を保っている。

このように、建築物の顔となる外装に対するどうしても実現したいニーズに対しては、あらゆる技術的な知見を総動員して、「どうしたら要望を達成できるのか?」というアプローチが大切で、U邸も明らかに伸縮目地等を設けたくないデザインなので、クラック発生部分は本工法で対応した。

U邸での目地消し工法の状況を、写真-10、11に示す。

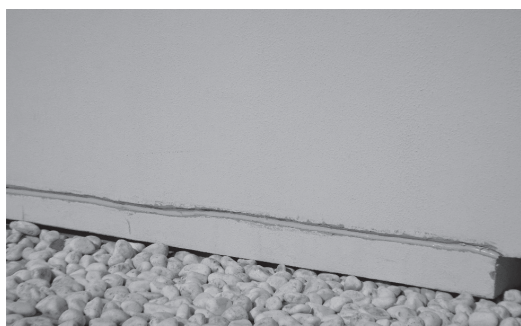


写真-10 ウレタンシーリングの施工後の状況



写真-11 カチオンタイトモルタルの施工後の状況



写真-12 低汚染型高耐候性水性フッ素樹脂クリヤー塗装(ポルトガードAF)

(2) 打放し塗装・艶消し塗装

① 打放し塗装

下地補修が終了したら、打放し塗装に入る。今回は、(株)セントラルコンクリートの低汚染型高耐候性水性フッ素樹脂クリヤー塗装(ポルトガードAF)を採用した(写真-12参照)。

コンクリートのクラックの発生、脆性化の進捗をこれ以上進行させないためには、下塗りにシラン系吸水防止剤を使用して、コンクリート表面から浸透させ、吸水防止層を形成させる。さらに上塗りの高耐候性水性フッ素樹脂の高耐候性によりコンクリートの劣化要因を抑制する。



写真-13 本施工の状況



写真-14 本施工のアップ

また、無色透明なクリアーは親水性塗膜なので、その低汚染作用で防汚効果を長期間持続させることができる。本施工の状況を写真-13、14に示す。

② 艶消し塗装

下地補修が終了したら、艶消し塗装に入る。今回は、(株)セントラルコンクリートの低汚染型高耐候性ラジカル制御フッ素樹脂塗装(インターリッチ)を採用した。性能を低下させる艶消し剤を使わず、材料組成で艶消しを実現させた新材料である。補修前後の状況があるほうがわかりやすいので、写真-15、16に比較して掲載する。

今回、現状の白色の塗装があまり艶感がないので、それに合わせる形でインターリッチを選定し施工した。結果、既存の塗装面との差異はなく、完全に同化した壁面とすることができた。

(3) アルミフラットバー笠木・底部フラットバーの製作と施工

① アルミフラットバー笠木・底部フラットバーの現況分析

① 浮き上がり

アルミ製フラットバーをピッチでビス固定していて、ジョイントは突き付けのため、熱伸びで膨れ上がっている。その隙間からチリやホコ



写真-15 施工前の白色塗装部



写真-16 インターリッチ施工後の状況

リが裏面に堆積している。

② 汚れの発生

降雨時に毛細管現象でフラットバーの裏面に水が浸入し、滞留した汚れを垂直壁面に押し流すことで、壁面が著しい汚れとなっている。

② アルミフラットバー笠木・底部フラットバーの対応策

上記の現況分析を踏まえて、下記の対応策を採用する。

① アルミ製フラットバーの撤去と新設のアルミフラットバー笠木・底部フラットバー製作

既存のアルミ製フラットバーを全て撤去し、防錆面から全面粉体塗装を施した新設のアルミフラットバー笠木・底部フラットバーを製作する。

② 笠木設置部の処置

既存のアルミ製フラットバーを撤去したら完全に下地をケレンして、防水層の欠損があれば補修する。アルミフラットバー笠木・底部フラットバーの取り付け用ブラケットおよび下地金物の下には裏面処理材を塗布し、締結用ボルト周りからの漏水を防ぐ。

その取り付け用ブラケットおよび下地金物に対してアルミフラットバー笠木・底部フラットバーを取り付ける。

③ 汚れないシール、EXCEL IIの施工

笠木設置後、ジョイント部や各種取り合い部は、EXCEL IIを打ち、雨水の侵入を防ぐ。

③ アルミフラットバー笠木・底部フラットバーの粉体塗装

i) アルミフラットバー笠木

理研軽金属工業(株)のアルミフラットバー笠木「FLK250」に対して、(株)カドワキカラーワークスの色見本『Ki color Standard Mss1-MODERATE』で粉体塗装を実施した。

正しく塗装されているかを確認するために、所定膜厚 $60\mu\text{m}$ 以上を確保していることを、実部材を測定することで確認した。

また、実部材を傷つけるわけにはいかないので、代用試験片を用意して、本製品と同時に粉体塗装し、その試験片に対して、

① クロスカット試験(塗膜の密着性を確認する試験)

② 塗膜硬度試験(塗膜が所定の鉛筆硬度、

今回はH以上を有するかを確認する試験)

③ IPA 試験(イソプロピルアルコールで塗膜をこすり、塗料の溶け出しがないかを確認する試験で、耐溶剤性を確認する試験)

④ 耐沸騰水試験(沸騰水に2時間浸漬した後に、クロスカット試験を実施し、塗膜の密着性を確認するいじめ試験)

を実施し問題ないかを確認し、全て合格した。

ii) 庇フラットバー

庇フラットバーについては、既成のフラットバーに取り付けのための部材をセットアップして製品化している。これらの実部材に対して(株)カドワキカラーワークスの指定色で粉体塗装を実施した。

正しく塗装されているかを確認するために、所定膜厚 $60\mu\text{m}$ 以上を確保していることを実部材を測定することで確認した。

また、代用試験片を用意して同時に粉体塗装し、その試験片に対して、試験を実施し問題ないかを確認し、全て合格した。

iii) 粉体塗装を採用したアルミフラットバー笠木と庇フラット

今回、アルミフラットバー笠木と庇フラット

バーという直線性の高い部位部材をシルバーメタリック感を有する塗装仕上げとされたい意向を設計者の方からお聞きし、粉体塗装を提案した。

この提案では次のような問題点を解決できる。

① 陽極酸化複合被膜、いわゆるアルマイト仕上げは、トップコートに採用されている樹脂が高架橋アクリル樹脂で、カイナー500系のフッ素樹脂焼き付け塗装や粉体塗装に比べると耐用年数で劣ること、トップコートも $7\sim 12\mu\text{m}$ 程度の薄膜であることから、この層が劣化すれば、アルミ生地が大気中に露出することとなり、点蝕や孔蝕といった欠陥が発生しやすいこと

② カイナー500系のフッ素樹脂焼き付け塗装は耐候性に優れることは間違いがないが、 $230\sim 240^\circ\text{C}$ という高温で焼き付けるため、直線性の高い部材で剛性が低い部材では熱歪(ひず)みが発生し、設置当初から面外

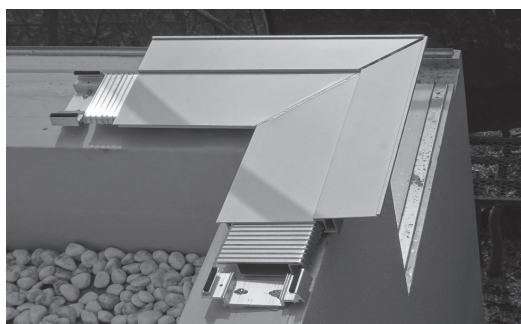


写真-17 アルミフラットバー笠木の取り付け1



写真-18 アルミフラットバー笠木の取り付け2

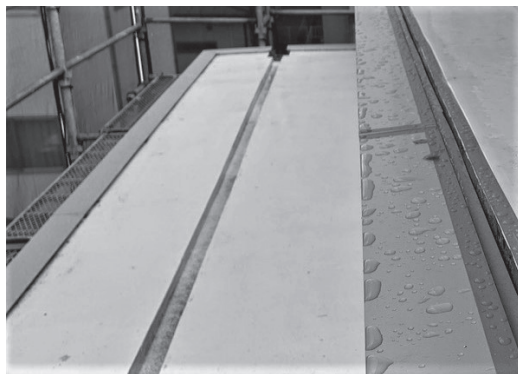


写真-19 庇フラットバーの取り付け1

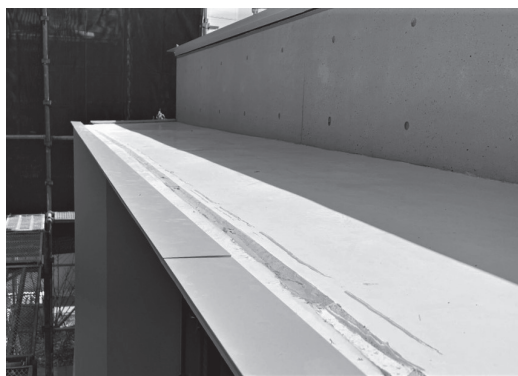


写真-20 庇フラットバーの取り付け2

方向への蛇行が起りやすく、直線性を損なうことが考えられること(粉体塗装は、160～200℃という熱歪みが生じにくい温度での焼き付けになる)

- ③ メタリック塗装では、カイナー 500 系のフッ素樹脂焼き付け塗装ではメタリック成分であるアルミの鱗片状のフレークに方向性が出てしまい、色ムラが出やすいこと(粉体塗装のメタリック塗装は、方向性のないボンディングメタリックを採用して色ムラの発生を防止している)

粉体塗装を施した部材の検品を行ったが、今回の設計で大事な要素である直線性の確保は、十分にできていた。低温焼き付けの採用で、熱歪みの発生を抑えられたことが大きい。

④ アルミフラットバー笠木・庇フラットバーの施工

今回は、できるだけ軽快な感じの笠木ということで、理研軽金属工業(株)のアルミフラットバー笠木 FLK250 を選択した(写真-17～20 参照)。

(4) シーリング材の施工

① セメダイン EXCEL II の概要

セメダイン EXCEL シリーズは、シリル基末端ポリアクリレート(シリル化アクリレート)をベースに開発した画期的なシーリング材である。

シリル化アクリレート系シーリング材の特徴は以下の通りである。

- ・ 表面耐候性に優れる
- ・ ガラス越し耐光接着性に優れる
- ・ 耐久性・耐疲労性に優れる
- ・ 目地周辺部非汚染性に優れる

② セメダイン EXCEL II の目地周辺汚染性



セメダイン EXCEL II 2成分型シリコン系市販品

写真-21 屋外暴露 30 ヶ月後(南面 45°)
【被着体;鏡】

シリル化アクリレート系シーリング材にはシリコンオイルが含まれていないことから、シリコン系に見られるような目地周辺部の著しい汚れ(撥水(はっすい)汚染)を引き起こすことはない。

鏡に打設した際の汚れ方の違いを写真-21



写真-22 ポルトガード AF の仕上がり感 1



写真-23 ポルトガード AF の仕上がり感 2



写真-24 ポルトガード AF の仕上がり感 3

に示す。

塗装面を汚れから守るためには、ジョイントに打設されるシーリング材の目地周辺汚染性の確認も必須となる。新材料の採用は関連する他工種との関係で今後ますます重要となってくる。

3. 外装の竣工状況

今回の外装リニューアル工事においては、各所に新材料、新工法を採用し、長期間にわたって性能上も美観上も安定した性状を維持できるように企画・立案した。

もちろん、適用前に十分な技術的な検証を実

施して、問題のないことを確認してからいくつかの案件に適用した新材料、新工法を採用している。

とにかく外装工事を進める場合、「何に準拠した材料か?」とか、「この工法はどの規格に基づいているのか?」といった質問を受けることが多いが、今日のように時代の流れが速い場合、既存の規格では新材料、新工法を評価できないカテゴリーのものが開発されている。

施主の希望を具現化する、「設計者の想いを創造する」を座右の銘にして、このたびの外装リニューアル工事は遂行したつもりである。

「1. 外装の現状調査結果」で提示した現状写真と比較してどれほどの改善がなされたか? いわゆる「before・after」を以下に述べる。

(1) 外観はどう変化したか?

① 打放し塗装部分の変化

今回は、(株)セントラルコンクリートの低汚染型高耐候性水性フッ素樹脂クリヤー塗装(ボル



写真-25 インターリッチの仕上がり感1



写真-26 インターリッチの仕上がり感2

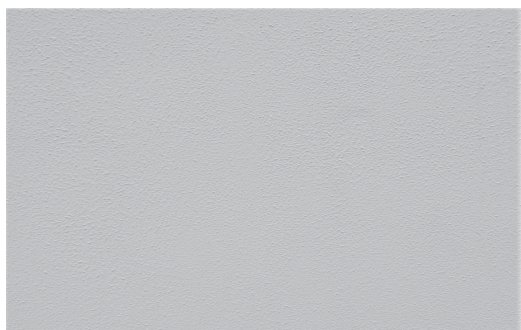


写真-27 インターリッチの仕上がり感3



写真-28 ボルトガードAFとインターリッチのコントラスト1



写真-29 ボルトガードAFとインターリッチのコントラスト2

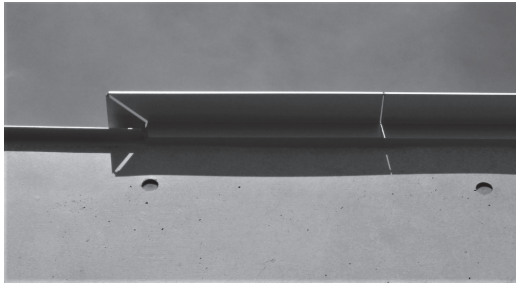


写真-30 アルミフラットバー笠木1



写真-32 庇フラットバー1



写真-31 アルミフラットバー笠木2



写真-33 庇フラットバー2

トガード AF)を採用したが、それらの見え方を以下に紹介する。

長期耐候性の確保はもちろんであるが、美観上も竣工当時の姿に蘇らせることができたと思料する(写真-22~24 参照)。

② 艶消し塗装部分の変化

今回は、(株)セントラルコンクリートの低汚染型高耐候性ラジカル制御フッ素樹脂塗装(インターリッチ)を採用したが、それらの見え方を以下に紹介する。

長期耐候性の確保はもちろんであるが、美観上も竣工当時の姿に蘇らせることができたと思料する(写真-25~27 参照)。

③ 打放し塗装部分と艶消し塗装部分のコントラストの変化

今回採用したポルトガード AF とインターリッチが取り合う部分のコントラストが違和感がないかどうかを確認した(写真-28, 29 参照)。両者ともほぼ艶感がなく、落ち着いた雰囲気が出ていると思料する。

(2) 旧アルミ製フラットバー笠木部分はどう変化したか？

① アルミフラットバー笠木・庇フラットバーの採用

今回は、一般の笠木部分には、できるだけ軽快な感じの笠木ということで、理研軽金属工業(株)のアルミフラットバー笠木 FLK250 というアルミフラットバー笠木を、庇部分には庇フラットバーを採用し、艶感を抑えたいとの要望に応えるべく、(株)カドワキカラーワークス『Ki color Standard Mss1-MODERATE』で粉体塗装を施した。

また、コンクリートと笠木の取り合い部には、セメダイン(株)の汚れないシール EXCEL II を打設し、壁面の汚れの原因となる笠木裏面への雨水と塵埃の侵入を防御し、かつアタッチメント部に隙間が生じないように同社の裏面処理材を充填した。

この作業により、長期耐候性はもちろん、美観上も竣工当時の姿に蘇らせることができたと思料する。

② アルミフラットバー笠木部分の変化

アルミフラットバー笠木 FLK250 を施工した部分を写真-30, 31 に示す。粉体塗装は 160~200℃ という低温焼き付けなので、熱歪みの発生が少なく、直線性がよく保たれている。

第1表 今回の外装リニューアル工事の生産体制

設計監理	(株)古本建築設計
施工管理	大和建設(株)
協力会社・メーカー	1. 目地消し工法・下地補修：(有)西日本防水工業（下地補修）
	2. 打放し塗装・艶消し塗装：(株)SUNKO（塗装業）、(株)セントラルコンクリート（塗料供給、塗装コンサルタント）
	3. アルミ笠木・庇部フラットバー：日新建材(株)（金属板金業）、理研軽金属工業(株)（笠木等製造・加工供給）、(株)カドワキカラーワークス（粉体塗装）
	4. シーリング材施工：(有)西日本防水工業（シーリング施工業）、セメダイン(株)（シーリング材、裏面処理材製造供給）
外装コンサルタント	野平外装技術研究所（noftec）

また、ジョイント部の先端には極小のつなぎ部材が仕込まれており、あばれを回避する処置が施されている。

③ 庇フラットバー部分の変化

庇フラットバー部分は、既成のフラットバーを組み上げて作成したが、採用工法は、アルミフラットバー笠木 FLK250 と同様である（写真－32、33 参照）。

ただし、この部分は、大雨の時など、庇上部に溜まった雨水が大量に壁面に流れると外壁の汚れの原因になるので、庇部分を一部欠き込んで、ステンレス製の樋（とい）を埋め込み、かつ庇先端より長く突き出すことで、樋から流れ出た水が、外壁面を伝うことがないようにディテールを設計していただいた。

これにより、従来発生していた汚れは今後回避できると思料する。設計者の方の配慮に感謝したい。

4. 外装リニューアル工事の一考察

冒頭にも書いたが、外装リニューアル工事というと、手直しをせざるを得ない状況となっていて、やむなく実施するといったイメージが強いが、今回、現在考え得る新材料、新工法の組み合わせで、ベストな仕様を選択し、U 邸の外装リニューアル工事を実施した（写真－34 参照）。なお、この外装リニューアル工事の生産体制を第1表に示す。

長期耐久性の面では、現行考え得る最長期間の安定性を確保できると思料しているが、外装として大切な美観上の安定性、すなわち、メンテナンスフリーの観点に立って、外装リニュー



写真－34 当該案件俯瞰全景写真

アル工事を企画、立案、遂行することが重要であると考えます。

今回の外装リニューアル工事について、塗装技術の観点に立って考えてみると、

- ① コンクリート下地を対象とした、常温乾燥型塗料での技術の追求
 - ② アルミニウム下地という金属系下地を対象とした、粉体塗装での技術の追求
- が不可欠だった。

そして、外装の意匠面での長期安定性という観点からは、

- ① 目地消し工法という技術の採用
 - ② 汚れを呼ばないシーリング材の採用
- といった塗装自体ではなく、周辺の技術とのコラボレーションが重要であることを実証した。

外装を取り巻く要求は、日々高度化している。塗装技術に携わるものとして、

- ① 塗装技術に対するさらなる深耕
 - ② 連携すべき周辺技術の取り込み
- がますます重要となっていくと思料する。本稿が、読者の参考となれば幸いです。