

Title	第5章施工内容
Sub Title	
Author	
Publisher	学校法人慶應義塾
Publication year	2019
Jtitle	重要文化財 慶應義塾図書館保存修理工事報告書 (本編) (2019. 9) ,p.113- 185
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	
Genre	Book
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO12004001-00000000-0113

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

第5章 施工内容

第1節 免振化工事

1 施工計画と施工フロー

工事着工は、平成29年(2017)2月、準備工事を経て、地中埋設インフラ盛替えとB1階内装解体から着手した。建物外周に地中山留の施工とB1階の土間床解体を3月から着手し、1次掘削、基礎梁補強と進めた。9月からは2次掘削及び仮受け鋼管杭の圧入を開始した。建物側面にあるドライエリアの擁壁は分割して保存し、2次掘削からは大きく掘削した建物側面側から小型重機を用いて水平方向に掘削を進め平成30年(2018)2月までに鋼管杭の施工を完了した。

建物の損傷を防ぐため、掘削時には差動トランス式水盛式沈下計により、建物各所に配置した計測ポイントの沈下量を測定し、傾斜角と変形角を算出して鉛直変位を管理した。

鋼管杭施工後、3次掘削を行い耐圧版レベルまで掘削を進め、同年4月中旬に掘削完了、6月までに基礎梁の配筋、コンクリート打設も完了した。

7月から既存基礎下の躯体を構築後、仮受け支柱を設け、仮受け支柱内の油圧ジャッキに、上部建物の荷重を耐圧版に移し替えるためのプレロードを実施

した後、鋼管杭を切断した。

免震下部躯体のコンクリート打設後、免震装置を設置し、免震上部躯体のコンクリートを圧入した。外周立ち上がり躯体の施工後、仮受け支柱内にある油圧ジャッキから免震装置に荷重を移し替えるため、平成31年(2019)1月にジャッキダウンを行い、免震装置に荷重を移行させ、仮受け支柱を撤去した。

建物上部躯体の補強は、建物内部の改修工事の時期(平成29年12月～平成30年12月)に合わせて行い、煉瓦の倒れ込み補強工事は、旧館屋根裏での方杖補強を先行して行い、第一書庫のフレーム補強は、その後の施工となった。建物内への限られた搬入経路と屋根裏への揚重、運搬、取付けに配慮して実施した。

渡り廊下のエクspansion化工事は、平成30年8月から着手し、隣接する建物との離隔や開口位置を調整しながら平成31年2月中旬に完了した。

分割して保存したドライエリアの煉瓦擁壁の復旧工事を行い、新しく構築した免震層上の躯体に同位置となるように再配置した。3月から外周床躯体及び床エクspansionの設置工事及び外構工事を行い、工事は平成31年5月末に無事終了した。

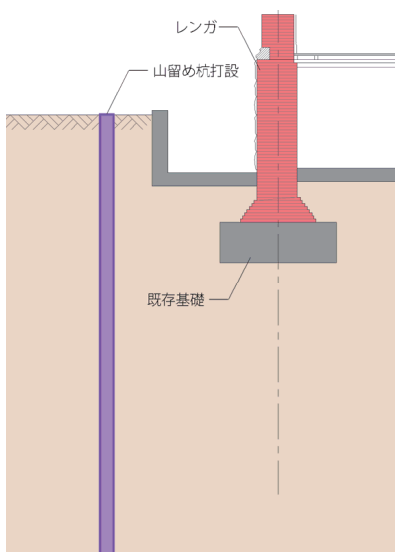


図 5.1.1 山留工事

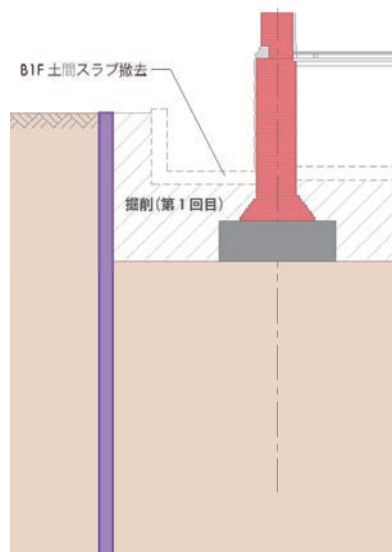


図 5.1.2 1次掘削

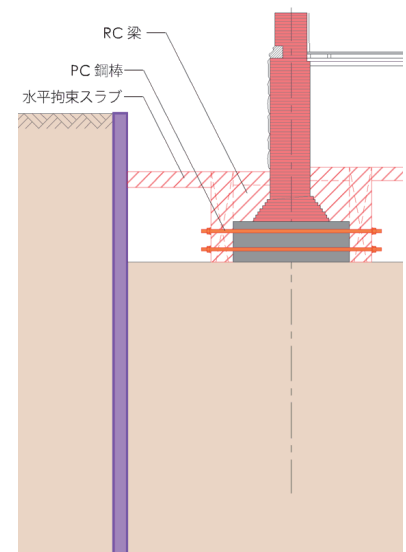


図 5.1.3 補強添え梁及び水平拘束材工事

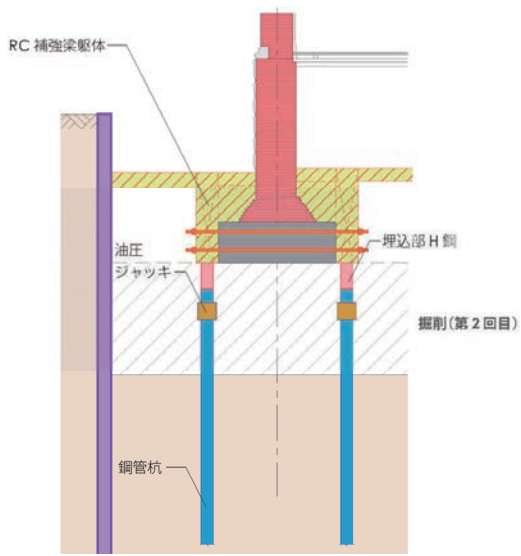


図 5.1.4 2次掘削及び仮受鋼管杭圧入工事

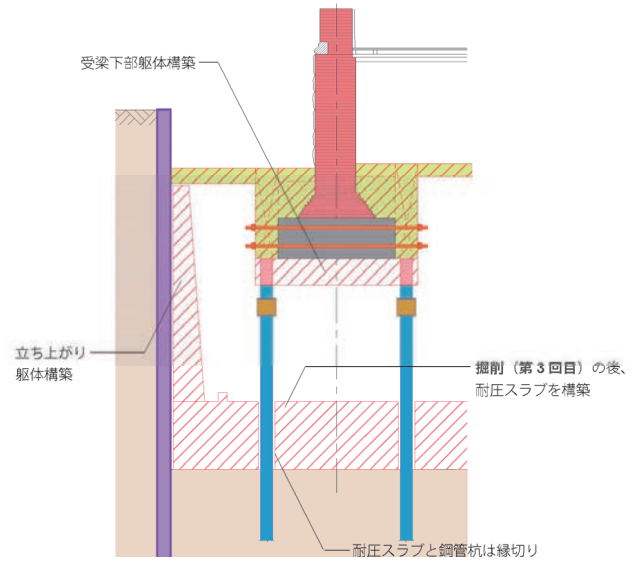


図 5.1.5 3次掘削と基礎梁工事

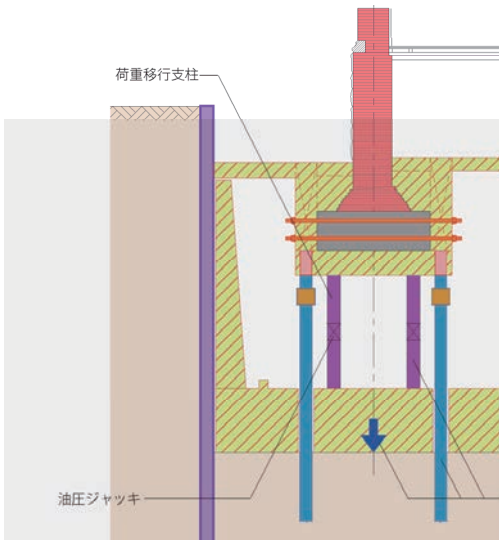


図 5.1.6 仮受支柱設置工事

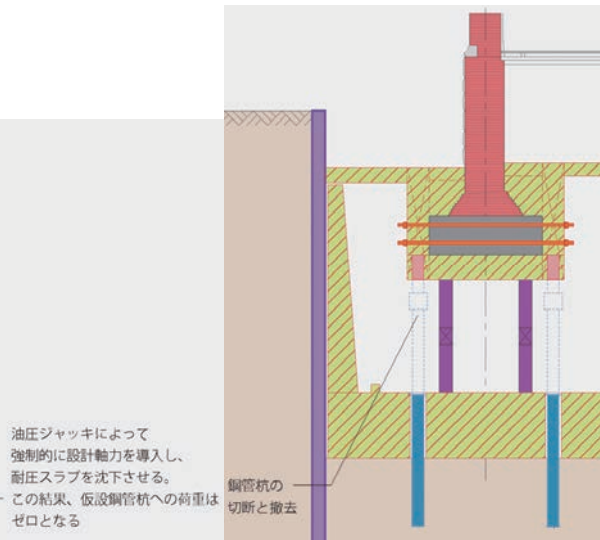


図 5.1.7 仮受鋼管杭切断工事

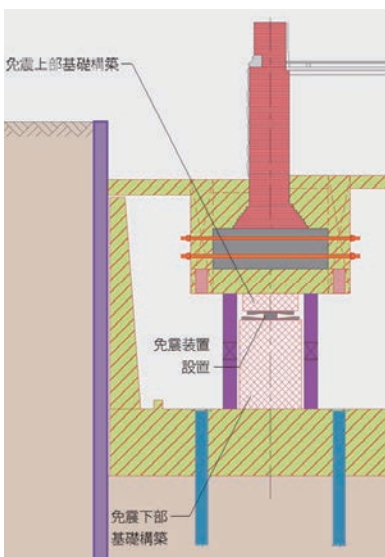


図 5.1.8 免震上下基礎工事

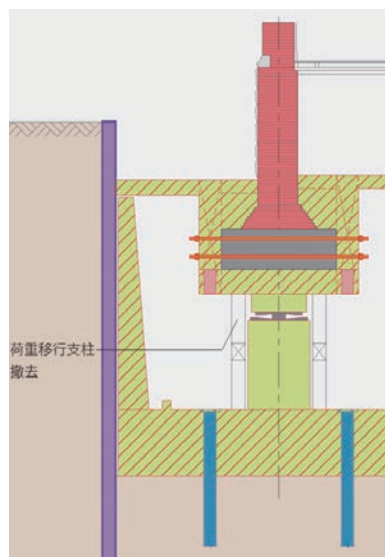


図 5.1.9 ジャッキダウン工事

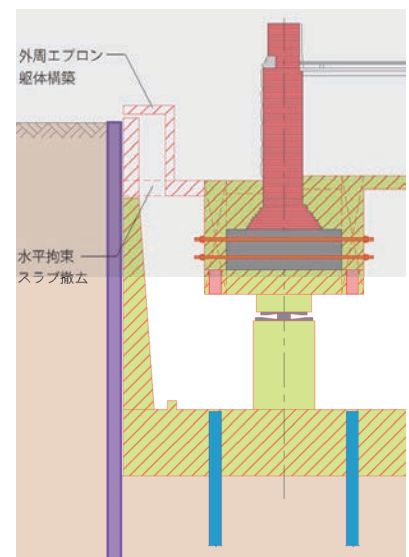


図 5.1.10 エキスパンション床工事

2 山留め杭工事

既存基礎の下に新たな構造体と免震装置を構築するため、掘削作業ができるように建物外周に山留め杭を打設する。施工スペースの制約が多いため、小型の重機を使用したり、重機が入れない場所では建物を反力にしてH鋼を圧入した。

3 1次掘削と部分的な基礎整形工事

建物外周に親杭横矢板工法にて地中山留の施工した後、B1階土間スラブを撤去しながら既存建物の基礎底までの1次掘削を行った。建物内での作業のため、小型重機を使用し、ガラや土砂はベルトコンベヤーによって搬出した。

本建物は、重要文化財であることから通常のレトロフィット工事で行われるような構造体である基礎を切断をしてスリム化することを行わずに、構造躯体を傷めないように配慮した。既存基礎側面は、建設当時、型枠を用いずにコンクリート打設されたため波打った形状をしていた。PC鋼棒設置面は水平に

精度よく貫通孔を設置する必要があるため、表面を垂直に整形してからコンクリートコアボーリングを実施した。第二書庫の基礎は鉄筋コンクリートの布基礎であり、重要文化財に指定されていないこと及び第一書庫との離隔が非常に狭いことから、布基礎の片側を切断して基礎を整形した。建物の南側にあるドライエリアは、独立煉瓦擁壁でできており、煉瓦擁壁躯体の復旧を想定して切断し、その擁壁は別の場所で分割し保管した。



写真 5.1.3 土間スラブ解体 1



写真 5.1.1 山留め杭工事 1



写真 5.1.4 土間スラブ解体 2



写真 5.1.2 山留め杭工事 2



写真 5.1.5 土間スラブ解体後



写真 5.1.6 1次掘削 1



写真 5.1.10 煉瓦擁壁分割保管



写真 5.1.7 1次掘削 2



写真 5.1.11 基礎整形工事 1



写真 5.1.8 1次掘削 3



写真 5.1.12 基礎整形工事 2



写真 5.1.9 煉瓦擁壁掘削



写真 5.1.13 コンクリートコアボーリング

4 補強添え梁及び水平拘束材工事

既存の基礎へ貫通孔を設け、既存基礎を挟みこむようにその両側に鉄筋コンクリートによる補強梁を設けた。旧館・第一書庫の梁成2,100mm、梁幅500mm～895mm、第二書庫は、既存基礎梁が下がっていること、及び東西方向の基礎梁が通ってなく、基礎梁を新たに設ける必要があったことから、梁成1,400mm～2,100mm、梁幅500mm～1,700mmとした。第2書庫の西側道路は、慶應義塾三田キャンパスの敷地内ではあ

るが、工事中も利用される道路であるため、必要最小限の工事範囲が求められた。既存基礎の外側に添え梁を設けることができなかつたため、既存基礎梁にねじ節棒鋼の主筋を貫通させて定着版により固定した。また、屋外露出部であるため溶融亜鉛めっき塗装を施した。

既存基礎と補強基礎梁はPC鋼棒によるプレストレスにより一体化した。φ32のPC鋼棒導入緊張力は635kN、定着完了時軸力を590kNに設定した。既存



写真 5.1.14 補強添え梁配筋



写真 5.1.17 補強添え梁打設



写真 5.1.15 補強添え梁配筋



写真 5.1.18 PC鋼棒緊張



写真 5.1.16 床配筋

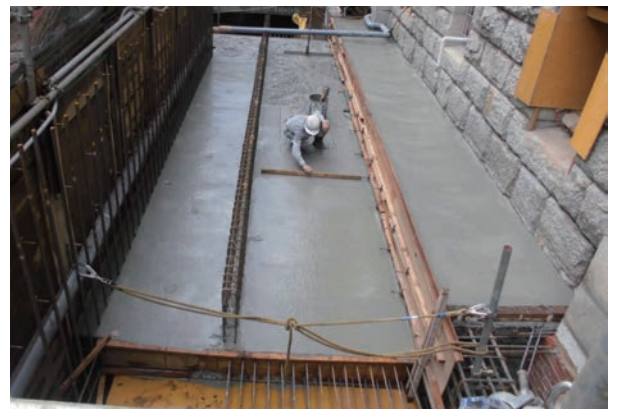


写真 5.1.19 水平拘束材打設

基礎の側面に添え梁を設ける関係から、施工上の作業スペース確保が困難な場所があった。特に直角に隣り合うPC鋼棒同士を緊張するのに必要なスペースを確保しながら施工しなければならず、既存基礎形状が複雑に配置されている本建物では、狭いスペースはコンクリートを増打して既存基礎複数個を一体としてしまうことで作業スペースの効率化と統合を図ったPC鋼棒の配置については、狭いスペース内で必要本数を確保する必要性から、千鳥配置とし、ピッチを細かくし、部分的に3段配置を許容した。

掘削が進むにつれ既存建物が地震時に不安定となるため、補強梁と外周の山留の間には水平変位を拘束するよう、鉄筋コンクリートスラブを設けた。閉塞された四周の山留壁の中で建物の揺れを四周の地盤に伝達する役割を果たし、工事中の地震時変形の抑制に配慮した。

5 2次掘削と仮受け鋼管杭圧入工事

水平拘束材の施工後、2次掘削と仮受け鋼管杭の圧入工事を行った。

建物南側側面から重機を用いて基礎下を南側外周部より部分的に掘り下げた。少し掘削しては、地盤支持力の低下した分を仮設の鋼管杭で受け換えていった。補強基礎梁下には、 $\phi 356 \times 12.7$ (圧入荷重: 2,837kN)、 $\phi 325 \times 10.3$ (圧入荷重: 1,944kN)、 $\phi 273 \times 9.3$ (圧入荷重: 1,557kN) の3種類の鋼管杭を配



写真 5.1.20 2次掘削1



写真 5.1.23 仮受鋼管杭施工2



写真 5.1.21 2次掘削2



写真 5.1.24 仮受鋼管杭施工3

置した。鋼管杭は1本が約1.0 m程度の長さであり、上部の既存建物を反力として油圧ジャッキを用いて土中へ圧入した。1本毎に、その上の鋼管杭と突合せ溶接で連結した。それを繰り返し、長さ10.0 m～14.0 m、総数205本の鋼管杭を打設した。打設完了後、鉄筋貫通部に孔あけ加工を施した躯体埋め込み支柱を、既存基礎下と鋼管杭との間に設置し、仮受けジャッキによりプレロードを導入して、荷重を保持した。

6 3次掘削と基礎梁工事

鋼管杭を打設した後、耐圧版下レベルまでの3次掘削を行った。既存基礎下からの掘削深さは、旧館と第2書庫との基礎底の違いより、4,611mm～4,679mmである。本建物は直接基礎であるため、支持力がとれる砂礫層まで支持地盤を深くしている。床付け、均しコン打設の後、基礎梁及び耐圧版の配筋を行った。仮設鋼管杭を貫通している耐圧版は、仮設鋼管

杭の周囲にシートを巻いて隙間を設け、縁を切った状態で打設した。また、既存基礎躯体の下に未構築であった添え梁下部躯体の梁主筋配筋と、そのスターラップを配筋した。

添え梁のスターラップはすでに打設した添え筋部分から地中に埋め込むように伸ばしておいた鉄筋と機械式継手により一体化させた。この部分のコンクリート打設は側面から圧入する必要があったことに加え、新築当時は均しコンも施工されていなく既存基礎下は、砂利等で躯体が波打っていたため、密実なコンクリート打設には非常に苦慮した。既存基礎下は全面的に平滑処理を施した上で、打設工区を細分化しながら高流動コンクリートを側面から圧入した。特に密実な充填が求められる免震装置上部においては、既存基礎下面をすり鉢状に平滑処理し、エア溜まりができないよう配慮しながらコンクリートを打設した。



写真 5.1.25 仮受鋼管杭プレロード



写真 5.1.27 3次掘削1



写真 5.1.26 仮受鋼管杭プレロード後



写真 5.1.28 3次掘削2



写真 5.1.29 3次掘削3



写真 5.1.33 既存基礎下配筋1



写真 5.1.30 3次掘削完了



写真 5.1.34 既存基礎下配筋2



写真 5.1.31 基礎梁耐圧版配筋



写真 5.1.35 既存基礎下打設



写真 5.1.32 基礎梁耐圧版打設

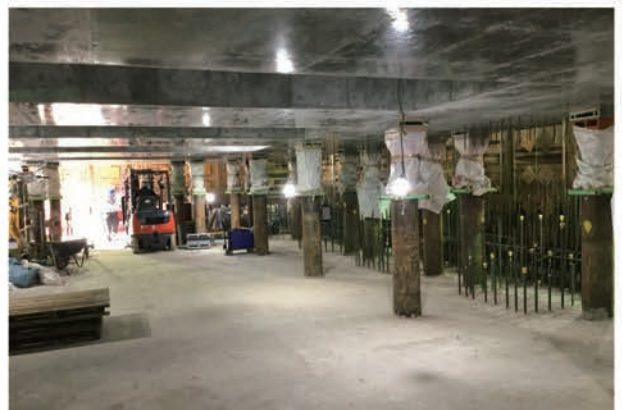


写真 5.1.36 既存基礎下躯体完了

7 仮受け支柱設置工事

この段階の建物荷重は、仮設鋼管杭を介して深い支持層に伝達されているため、新たに構築した耐圧版には建物荷重が伝達していない。建物は直接基礎で設計しており、鋼管杭支持から耐圧版支持への荷重移行を行うため、基礎梁及び耐圧版、添え梁下部躯体のコンクリート打設後、耐圧版上に仮受け支柱を設置し、その上のジャッキによりプレロード載荷を行いながら、耐圧版へ建物本体の荷重を移行した。鋼管杭の耐圧版接触部分は予め絶縁処理しており、耐圧版に荷重が負担できるようにしている。

8 仮受鋼管杭切断工事

仮受け支柱に荷重が移行した後、鋼管杭の負担荷重はなくなるため、切断し撤去した。切断した鋼管内にもコンクリートを充填した。



写真 5.1.37 仮受け支柱工事 1



写真 5.1.38 仮受け支柱工事 2

9 免震上下基礎工事

免震装置の下部基礎躯体は、支持層まで基礎底を深くした関係で、耐圧版上端から免震装置芯まで 1,930mm の高さがある。取り付ける免震装置である球面すべり支承は、天然ゴム系と比較し、受ける面圧を 3 倍程度大きく取れるため、免震装置上下基礎に求められる強度も大きくなる。免震装置から受ける高さ 300mm の範囲のコンクリート強度を Fc60 以上の高流動コンクリートに設定し、300mm 以下の躯体強度は基礎躯体と同様の Fc33 を採用した。

球面すべり支承の据え付けは精度が求められる。高さ 300mm の高流動コンクリート部分は後打ちとし、先に免震装置のベースプレートのみを設置した。設置するベースプレート下の充填性にも配慮が必要であったため、ベースプレートには強度に支承とならない範囲でエア抜きの開口を設けた。球面すべり支承は、中央のスライダーに荷重が負担されるため、特にベースプレート中央部の充填性に配慮した打設計画とした。後打ちとした高さ 300mm 部分のコンクリート打設後に免震装置をセットした。

耐圧版上からフォークリフトで楊重後、水平移動させ所定の位置に据え付けた。上下のベースプレートは免震装置交換時のボルト干渉を避けるため、45° 回転させた状態で据え付けた。最後の免震装置上部の躯体を同じく側面からの圧入しコンクリートを打設した。免震装置周辺の躯体を施工しながら、外周立ち上がり躯体擁壁の配筋を行い、コンクリートを打設した。

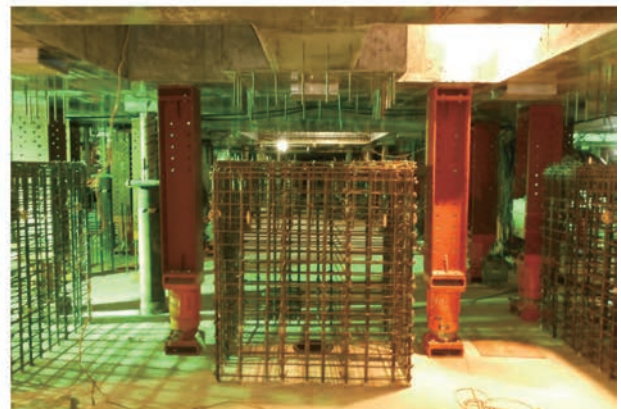


写真 5.1.39 免震基礎配筋



写真 5.1.40 免震下部基礎打設



写真 5.1.44 免震上部基礎配筋



写真 5.1.41 ベースプレート設置



写真 5.1.45 免震上部基礎打設



写真 5.1.42 免震下部基礎打設完了



写真 5.1.46 免震上部基礎躯体完了1



写真 5.1.43 免震装置設置



写真 5.1.47 免震上部基礎躯体完了2

10 ジャッキダウン工事

免震層内の全躯体が完了した後、仮受け支柱で受けている建物荷重を、免震装置へ移行する必要がある。荷重移行に先立ち、外周の水平拘束スラブはワイヤーソーを用いて絶縁した状態とした。(ワイヤーソーの厚み2～3mm程度クリアランスがある状態) 仮受け支柱に設置している油圧ジャッキを25%ずつ4つの工程に分けて均等に除荷し、すべての免震装置へ荷重を移行させた。作業は建物の東から西、西から東という流れで2往復して100%の除荷を行った。これは、除荷作業中に建物の傾斜角と変形角に急激な変位差が生じないようにしたためである。すべての除荷が完了し、免震装置へ完全に荷重が移行した時点で生じた建物の沈下は1～2mm程度であった。

ジャッキダウンにより、免震装置に荷重が移行した後は、仮受け支柱を撤去し、水平拘束スラブも完全に撤去した

11 エキスパンション工事

ジャッキダウン工事が完了したことで、免震としての機能が発揮できる状態となったため、建物外周部の片持ちスラブ躯体及び外構床エキスパンションジョイントの取り付けを行った。また、分割保管した煉瓦擁壁躯体を元の位置に移設し、ドライエリアを復元した。

外構床エキスパンションジョイントの範囲は、建物南側玄関付近及び西側道路部分、東側B1階出入口前とし、残りの範囲は片持ちスラブを用いて躯体を構築し、免震層の変位クリアランスを確保できるようにした。

(篠田)



写真 5.1.48 ジャッキダウン配線



写真 5.1.50 水平拘束スラブ撤去 1



写真 5.1.49 ジャッキダウン状況



写真 5.1.51 水平拘束スラブ撤去 2



写真 5.1.52 煉瓦擁壁の復元 1



写真 5.1.56 エクspansion床構築 1



写真 5.1.53 煉瓦擁壁の復元 2



写真 5.1.57 エクspansion床構築 2



写真 5.1.54 エクspansion躯体構築 1



写真 5.1.58 エクspansion床構築 3



写真 5.1.55 エクspansion躯体構築 2



写真 5.1.59 エクspansion床構築 4

第2節 屋根工事

小屋裏からの目視調査により、旧館・第二書庫では、雨水浸入の痕跡が、銅板葺屋根の谷や妻面との取り付け部分に数箇所認められた。一方、平面部には認められなかった。八角塔においては、最上階室内に雨水が浸入している痕跡が見られたため、屋根立ち上がり部分の雨水処理方法を改善する必要があった。

1 スレート差し替え

(1) 破損状況および修理方針

イ 破損状況

スレート瓦については、目視及び打診調査を行い、経年による割れ・欠け・ひび割れその他、欠失している箇所を確認した。

ロ 修理方針

割れ・欠け・錆が認められたものや、ヘアクラックが入り近年中に割れが予測されるものは、図5.2.1の計算式の算出結果をもとに新規スレートに差し替えることとした。

スレートの寸法は180×300mm、葺足は120mmである。計算式より、毛管現象および正風圧によりスレートが濡れる範囲は、流れ方向に40mm（理論値）と推定されることから、スレートのラップ部分の寸法（2段上のスレートとの重なり代）との兼ね合いから、スレート先端から流れ方向に20mm以上の欠損がある部材を交換の対象とした。



写真 5.2.1 錆の発生したスレート

旧館及び第一書庫においては、割れ96枚、錆3,168枚のスレートを差し替えた。また、補修の痕跡が認められるスレートは64枚あった。

(2) 実施仕様

イ 材料

スレート瓦：天然スレート（粘板岩）、カナダ産プレミアムブラック、厚6mm前後、180×300mm、ストレートカット／GLENGYNE（加）／日本セラミックス
 接着剤：シリコーン系1成分形シーリング材「アクアシールS-100J、S-200J」／タイルメント
 銅線／ダイドーハント

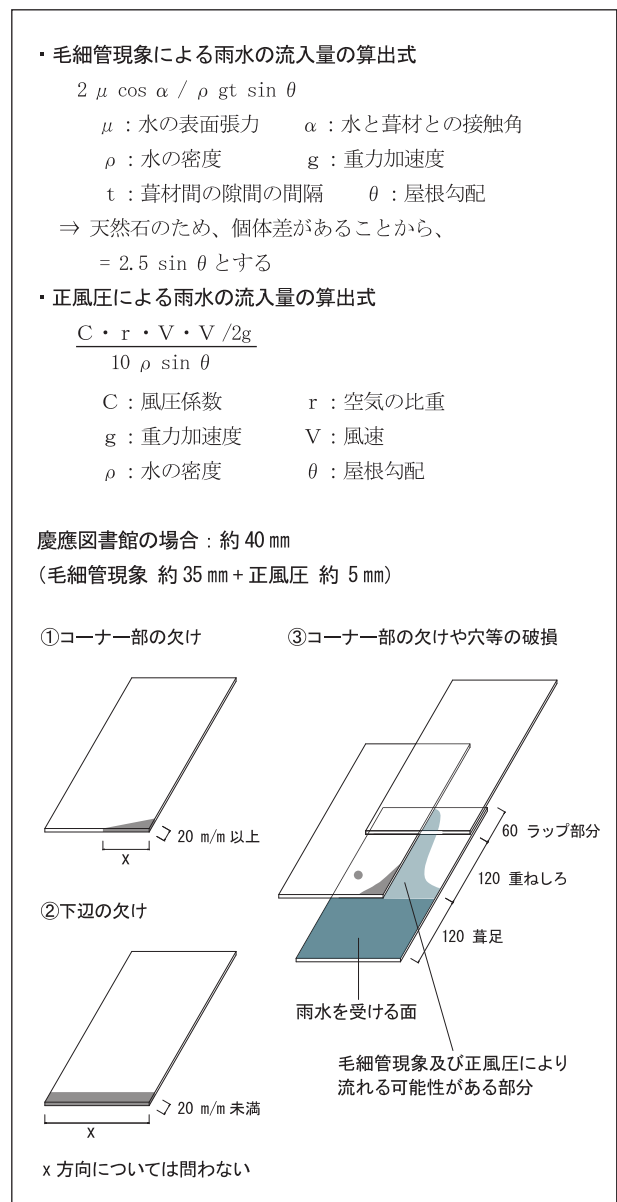


図 5.2.1 スレートが雨水を受ける範囲の考え方

□ 工程

①破損しているスレートの下面に差し替え器具を差し込み、固定している釘を引き抜いてスレートを撤去した。



②新規スレート上段のスレート2枚の下端中央に釘を打ち、銅線を巻き付けた。



③新規スレートの先端に孔をあけ、釘に巻きつけ銅線を通した。



④スレート下面軒側2点に接着剤を塗布した。



⑤新規スレートを上段の既存スレート下面に差し込み、銅線で緊結し固定した。



2 銅板修理

(1) 各部の破損状況および修理方針

イ 破損状況

大棟、隅棟、谷線、軒先、内樋の各部において、表面の目視調査と試験的な解体調査を行った。

総体的に銅板の状態は良好であったが、部分的にへこみ、摩耗や切れが見られた。

銅板の納まりについては、銅板葺のはぜが浅く、平面においては縦はぜ継手が重ね葺きになっている個所が散見され、雨水が浸入した痕跡も確認された。特に大棟側面と唐草部分は、その傾向が顕著で、はぜ部分を下地に固定した釘穴から雨水が浸入していた。しかし、木下地の腐朽は部分的であった。

ロ 修理方針

損傷や劣化、施工不良が認められる個所は、銅板を取り外して葺き替えることとした。軽微な場合は補修して再利用、損傷が著しい場合には新材に交換した。銅板の割り付け寸法や形状は、基本的には現状に倣ったが、雨水の浸入防止を考慮し、平面で重ね葺きとなっていた縦はぜ継手は、はぜ葺に葺き替えることとした。

再利用する銅板の欠損部や直下釘穴は、銅板を半田付して補修した。

表 5.2.1 屋根銅板部分の解体調査 考察

大棟		
1	棟包	・接合部にははぜ掛けがなく、約 900 mm 間隔で銅釘にて固定。 ・木下地に著しい腐食なし (防腐処理の有無は不明)。 ・木下地表面に濡れ跡を確認。
2	平部	・2 箇所折込んだ銅板を差し込み処理にて接合・固定。 ・ルーフィングに不良個所なし。 ・一部に濡れ跡を確認。
3	幕板	・はぜの掛り代、水返し処理が不十分。 ・銅板は木下地に釘打ち固定。 ・一部濡れ跡を確認。 ・木下地に著しい腐食なし (防腐処理の有無は不明)。
軒先樋		
4	樋・ルーフトレン (排水口)	・樋は木下地に銅板張り。変形し、逆勾配になっていた。半田切れ。コーキングの劣化。 ・ルーフトレンは半田切れ。
5	軒先・幕板	・ジョイントはシーリングにて補修処理されている。 ・銅板笠木と幕板の継手掛り代が少ない。 ・幕板は木下地に釘で固定。 ・一部濡れ跡を確認。 ・木下地に著しい腐食なし (防腐処理の有無は不明)。
その他		
6	隅棟・一般平部	・大棟、軒先樋と同様の仕様及び不具合。

腐朽した野地板等の木下地は新材に交換し、その上に、既存のルーフィングフェルトに換えてアスファルトルーフィングを施工した。新規に銅板捨板を取付け、銅板で葺き替えた。

下葺材は、基本的にはアスファルトルーフィング (タッカー止め) を使用することとするが、防水上必要な個所のみ粘着シート付改質アスファルトルーフィングを使用した。

銅板 (365 × 1,212 mm) は縦五ツ切りとした。屋根の葺足は 188 mm、長手方向 310 mm、はぜ寸法は垂直・水平方向ともに 18 mm とした。吊子は厚 0.35 mm の銅板を用い、幅 40 mm、長さ 60 mm、はぜ 9 mm とし、155 mm 間隔に配した。

各部位の修理方針の詳細は、次のとおりである。

大棟棟飾り (棟包・平面)

- ・棟包みの頂部は全面、側面は不良個所の銅板を剥がした。
- ・棟包は、熱がこもらないように、原状に倣いルーフィングは施工しなかった。
- ・大棟の平面は下葺材を修理した。
- ・平面で縦はぜ継手が重ね葺きになっている個所は、葺き替えた。

隅棟棟飾り (棟包)

- ・全面の銅板を剥がした。
- ・下葺材は全面を張り替えた。

軒先及び内樋 (屋根小口)

- ・全面の銅板を取り外した。
- ・厚みのある木下地は、腐朽部分を切除し、埋木にて補修した。

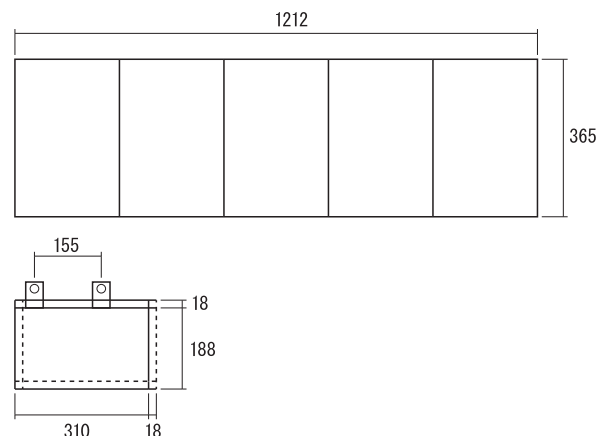


図 5.2.2 銅板加工図

- ・下葺材は全面を張り替えた。

谷線

- ・谷線の銅板は、比較的良好な状態で、葺き替え時には接するスレートを全て取り外さなくてはならないことから、損傷が軽微な場合には、現場にて半田付け補修を行うこととした。ただし、損傷が著しい部分は新材と交換した。

スレート瓦葺き替え範囲の軒先金物

- ・平面の銅板は、縦は継手が重ね葺きになっていると推察されるため、スレートを葺き替える個所は全面を葺き替えた。

ドーマー窓（ドーマー窓上部飾り銅板補修）

- ・破損、雨水の浸入等の不具合が見られる銅板を剥がした。
- ・銅板葺き替え面の下葺材を張り替えた。



写真 5.2.2 第一書庫屋根 全景 東南部（修理前）



写真 5.2.3 谷線・軒先部分とドーマー窓廻りの納まり（修理前）

(2) 実施仕様

イ 材料

銅板：厚 0.4 mm 板幅 365 × 1,212 mm、厚 0.3 mm 板幅 365 × 1,212 mm（捨板敷用）／三菱伸銅

銅釘：屋根スクリュー釘 径 2.4 mm 長さ 25 mm

下葺：Pカラー 23Kg 厚 1.0mm 21 × 1m、アンダーガムロンK（粘着シート付）／田島ルーフィング

ロ 工程

- ①不具合が認められる個所の銅板を、上部から下部の順序で取り外した。再利用する銅板の欠損部や直下釘穴は、銅板を半田付して補修した。

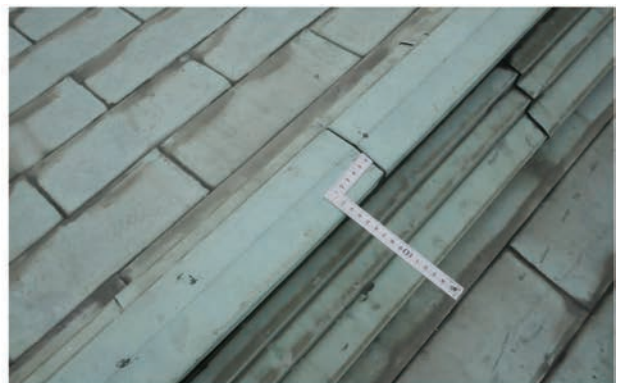


写真 5.2.4 大棟 棟包 接合部ははぜ掛けとなっていなかった



写真 5.2.5 大棟 棟包



写真 5.2.6 大棟 棟包 木下地

- ②野地板等の木下地が腐朽している場合には、新材に置き換えた。材に厚みがある場合には、腐朽部分を切除し、埋木にて補修した。
- ③野地板の上に、下葺き材として、アスファルトルーフィングをタッカーで固定した。防水性能上必要な個所に限り、粘着シート付改質アスファルトルーフィングを用いた。
- ④新規に銅板捨板を取り付け、銅板を葺き替えた。平面の銅板葺き替え範囲は、重ね葺きから縦はぜ葺に変更して葺き替えた。

谷線

軽微な破れ等の損傷は、現場にて半田付けを行った。葺き替えが必要な個所については、当該銅板の両脇に葺かれているスレートを撤去した後、銅板を取り外し、同項②～④の工程で施工した後、スレートを葺き直した。

ドーマー窓廻り

銅板取り外し、葺き替えの過程で、屋根平面立ち上がり部分のスレートの撤去と葺き替えが必要となった。その他の施工工程は、同項②～④と同様に行った。



写真 5.2.7 大棟 幕板 はぜの掛り代が少ない



写真 5.2.10 変形した軒先樋(修理前)



写真 5.2.8 軒先 幕板 銅板笠木と幕板の掛り代が少ない



写真 5.2.11 軒先樋のやり替え(修理後)

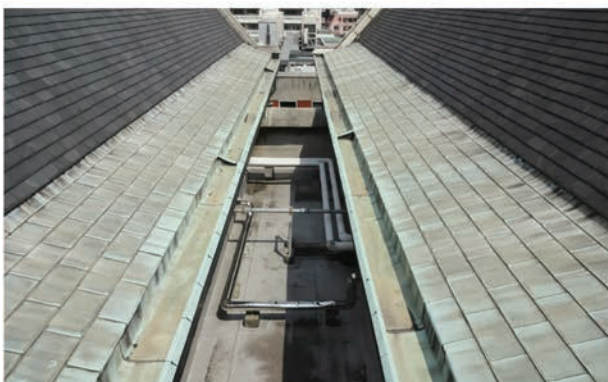


写真 5.2.9 軒先樋 第一書庫(右)と第二書庫(左)の接続部(修理前)



写真 5.2.12 第一書庫屋根 全景 東北部(修理後)

3 フィニアル補修（銅板役物修理）

(1) 破損状況および修理方針

イ 破損状況

既存修理による銅板接続部シーリングの一部が劣化していたものの、銅板は健全であった。破損が認められたフィニアルは、以下の2箇所であった。

第一書庫北面東寄り

東側先端の銅板打ち出し部分が一部欠失し、内部に充填されていたモルタルが露出していた。

第一書庫南面西寄り

役物内部にモルタルが充填されていないため、風によるぐらつきがみられた。

ロ 修理方針

役物内部に雨水が浸入しても、保存状態には影響が及ばないことから、現状を維持することとし、著しい損傷や不具合が認められる部分のみを補修することとした。

北面のフィニアルは、耐久性と美観を考慮して、先端部をカッターで切除し、同形の銅板役物を新たに製作して取り付けることとした。役物の制作にあたっては、西側の欠損部と対称をなす東側の健全部から型を取り、板金用雄型を制作することとした。

南面のフィニアルは、強風による落下や揺れによる部材劣化の危険性があるため、内部にモルタルを充填し固定することとした。



写真 5.2.13 第一書庫北面東寄りフィニアル（修理前）



写真 5.2.14 破損箇所 表(左)、裏(右)

(2) 実施仕様

第一書庫北面

イ 材料

打ち出し用銅板 厚 0.8mm

ロ 工程

a. 型取り 雌型の製作（現場）

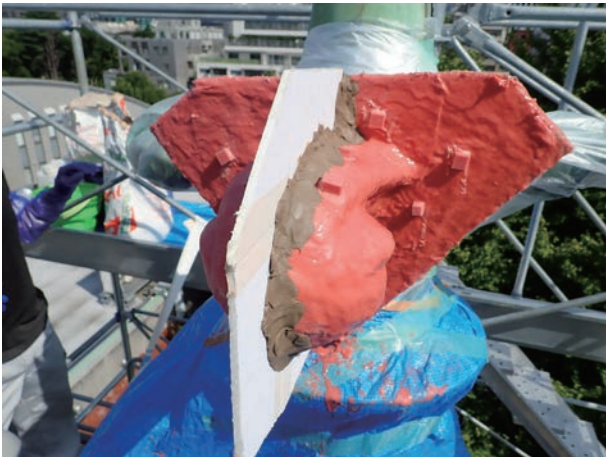
①銅板役物の型取り部分に剥離剤を塗布した。



②シリコンを刷毛で塗布し、硬化を確認して塗り重ねた。3・4層目は表面にガーゼを貼り、同様の手順で、厚さ3mmとなるまで5層塗り重ねた。



- ③シリコン硬化済み材（10×10×10mm程度）を虫ピンにてシリコン表面に数箇所設置し、バックアップ補強石膏とのずれを防止した。
- ④バックアップ補強の石膏は左右2分割するため、仕切板を設置した。



- ⑤離型剤を塗布後、石膏スラリーをシリコン表面に塗布し、マニラ麻を敷き詰め補強する工程を2回繰り返した。
- ⑥石膏スラリーを塗布し、脱型用の補強木材を固定した。



- ⑦硬化を確認し、片側ずつ石膏を取り外した。



- ⑧シリコンにカッターで切れ目を入れ、シリコン製雌型を取り外した。

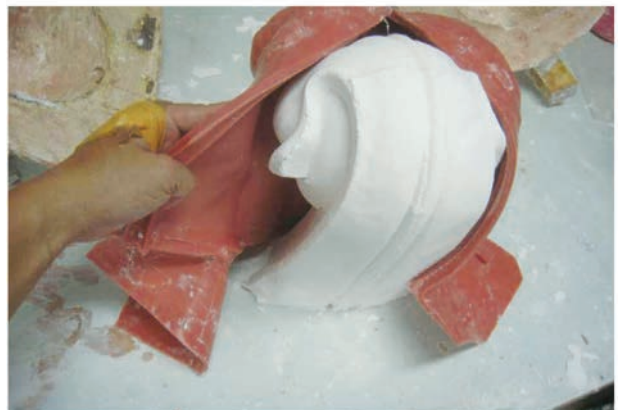


b. 板金用 雄型製作（工場）

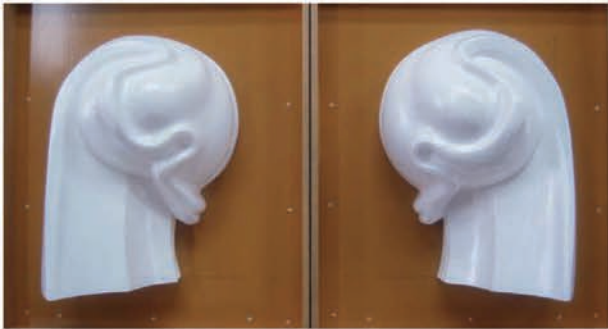
- ①シリコン製雌型をバックアップ補強の石膏で固定し、石膏スラリーを流し込んだ。



- ②硬化後、石膏バックアップを脱型した。
- ③シリコン製型より、石膏原型を脱型した。



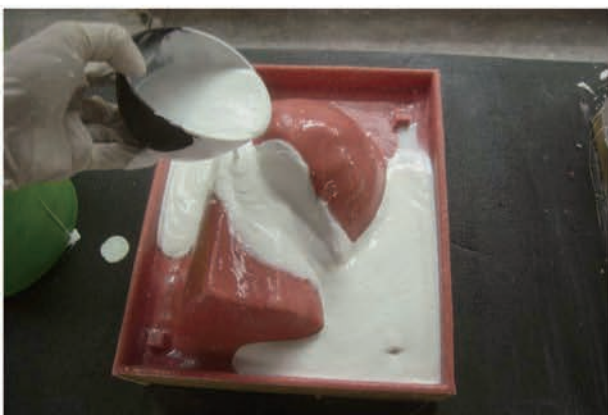
④石膏原型を2つに切断した。細部を補修後、平板に固定し、石膏原型が完成した。



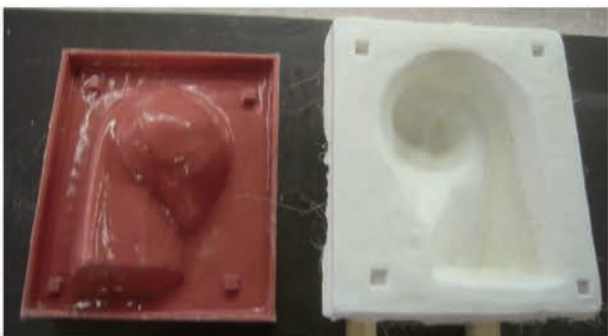
⑤石膏原型に「ロ 工程 a. 型取り②」と同様にシリコンとガーゼを塗り重ねた。



⑥シリコンの硬化を確認し、バックアップ用の石膏スラリーを流し入れた。「ロ 工程 a. 型取り⑤」と同様にマニラ麻を敷き詰め、木材で補強した。



⑦硬化後、石膏バックアップを脱型した。



⑧シリコンを脱型し、シリコン型が完成した。



⑨シリコン型にポリエステル樹脂(5層)とガラス繊維(3層)を交互に塗り重ね、中央部に石膏スラリーを流し込んだ。



⑩硬化後、シリコン製型より脱型し、板金用雄型が完成した。



写真 5.2.15 石膏原型(左)、板金用雄型(右)

c. 打ち出し

- ①板金用雄型に銅板を固定し、ゴムハンマー・いも槌（大・中・小）・特性木鑿で荒打出しを行った。
- ②仕上げ荒打出しを行った。
- ③真鍮製特性鑿（大・中・小）にて裏面から鑿打ち出し後、表面を型に合わせて木槌でなじませた（仕上げ打出し）。
- ④金台に置き、ハンマー（大・中・小）にて凹凸を均した（仕上げ均し）。
- ⑤各部材を半田付けにて組み立てた。



写真 5.2.16 復原したフィニアル修理部分
上面(上)、側面(中央)、下面(下)

d. 取り付け

- ①取り付け部分の緑青を除去した。
- ②新規制作部を 30 mm程度被せ、半田付けで固定した。
- ③銅製ブラインドリベットでかしめ、補強した。

第一書庫南面

イ 材料

銅板 0.6 mm

半田

グラウト材：パッドミックス（セメント系無収縮モルタル材）／トクヤマエムテック



写真 5.2.17 第一書庫北面東寄りフィニアル（修理後）



写真 5.2.18 修理箇所 上面

□ 工程

- ①一部をカッターにて切断し、注入口を設けた。
- ②グラウト材を注入し、脚部を固定した。
- ③切断部に裏打ち銅板をリベットで固定した。
- ④切断部を復位し、半田付けで仮固定した後、ブラインドリベットでかしめ、補強した。

4 八角塔パラペット改修

(1) 破損状況および修理方針

イ 破損状況

八角塔の軒樋は、パラペットの立ち上がりが浅いため雨水があふれ、スレート葺き屋根下の銅板の間から、内部に雨水が浸入し、野地板の隙間から雨水が浸入していることがわかった。

ロ 修理方針

軒樋にたまる水量を軽減するために、パラペットに水抜き孔を新設することとした。また、軒樋は、防水処理を行ったうえで、屋根下の銅板の立ち上が

りを高くし、水が逆流した場合でも雨水が内部へ浸入しないようにした。

(2) 実施仕様

イ 材料

「2 銅板修理」に準ずる。

ロ 工程

「2 銅板修理」に準ずる。

5 竖樋補修

(1) 破損状況および修理方針

イ 破損状況

半田切れ、接続部のシールの劣化がみられた。

ロ 修理方針

損傷個所の上下で切断し、半田切れ及びシーラ劣化個所の再溶接の後、再取り付けを行うこととした。取り付けにあたっては、現場溶接ができないため、接合部に銅板を巻き付け、リベットと有機系樹脂の



写真 5.2.19 八角塔 パラペット (修理前)



写真 5.2.21 八角塔 ウレタン防水を施した



写真 5.2.20 八角塔 屋根立ち上がり部分 (修理前)



写真 5.2.22 八角塔 屋根立ち上がり部分
銅板の立ち上がりを高くし防水性を高めた

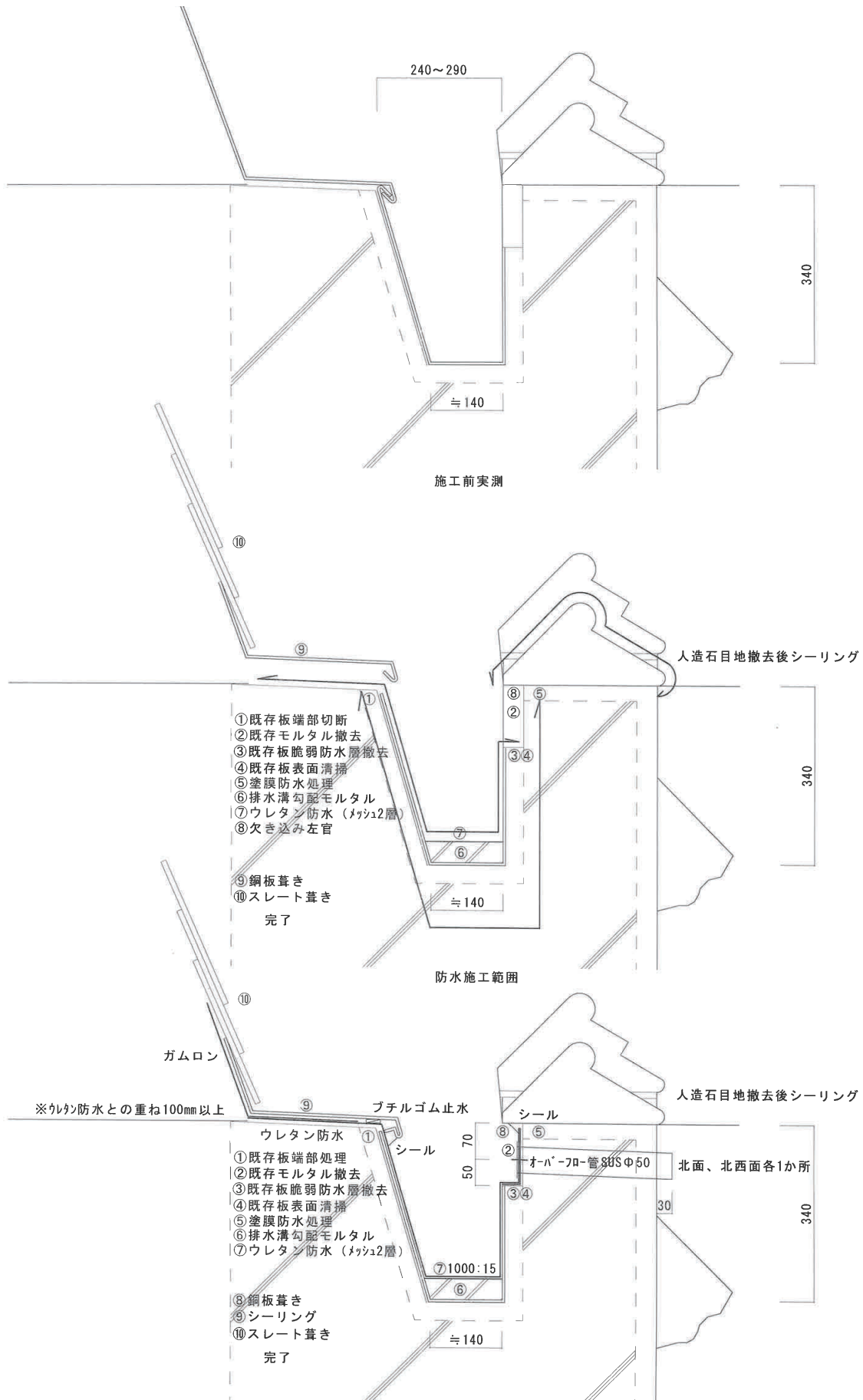


図 5.2.3 八角塔軒樋の納まり (修理後)

接着剤で固定することとした。また、緑青発生促進を考慮した色付けを行った。

(2) 実施仕様（第一書庫北面）

イ 材料

豎樋 継手：銅板 厚 0.5 mm

接着材：新タニコーク 品番 6554 / タニタ

リベット：銅ブラインドリベット NCC4-4 / ロブテックス

ロ 工程

a. 取り外し・搬出（現地）

① 豎樋の修理箇所を切断し、取り外す。

b. 豎樋継手修理（修理工場）

① シリコンコーキングを除去する。

② 破損箇所を半田付けにて固定する。

③ エルボを銅板当て板（厚 0.5 mm、幅 8.0 mm）を用いて半田および接着材で固定し、補強した。

c. 搬入・取付（現地）

① 切断個所に修理した豎樋を取り付けた。継ぎ手部分にコーキングを施し、銅板巻き（厚 0.5 mm、内径 100 mm）を巻き付け、3～4 箇所をリベットで固定した。



写真 5.2.23 豎樋（修理前）



写真 5.2.25 豎樋（修理後）



写真 5.2.24 豎樋（修理前）



写真 5.2.26 豎樋（修理後）

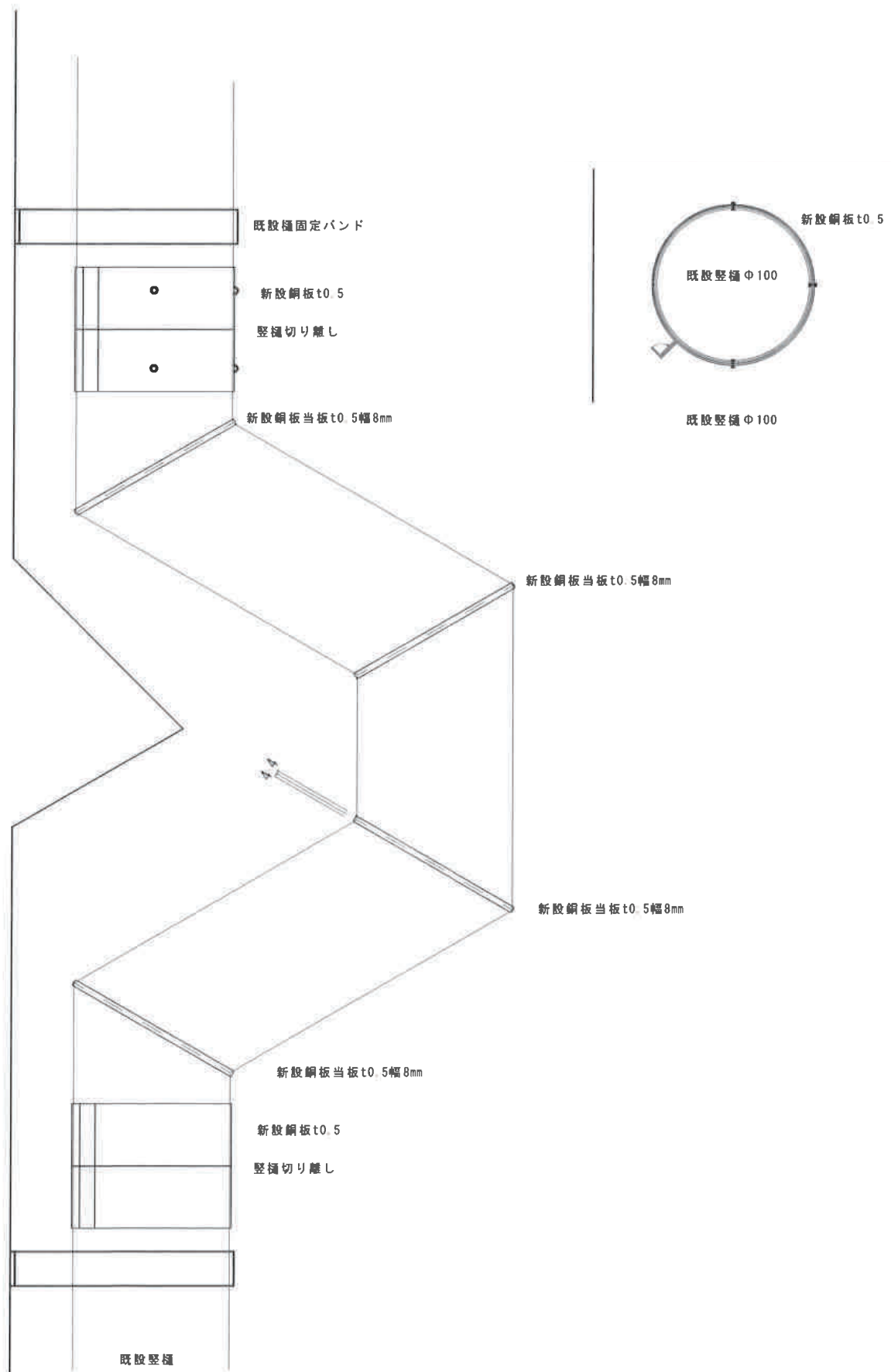


図 5.2.4 縦樋修理図

第3節 外装工事

1 外壁タイル張り替え

(1) 破損状況および修理方針

イ 破損状況

目視および打診検査の結果、剥落、欠け、ひび割れ、浮き、目地の欠損が認められた。

ロ 修理方針

タイルの接着強度検査の基準値 $4\text{kgf}/\text{cm}^2$ ($4\text{N}/\text{mm}^2$) を上回っていることを確認した上で、欠損部や角・縁の欠け（幅 10mm かつ深さ 10mm 以上を目安）があるタイルは張替え、ヘアクラックや 0.3mm 未満の割れや表層の剥離がみられるタイルは存置する方針とした。コーナーについては、割れ・欠け・亀裂が見られる個所は、張替えることとした。

煉瓦タイルは、復元的に製作する方針であったが、施工者より、当該色のタイルの制作が不可能で、他の物件において製作したタイルの在庫を用いる旨の提案があった。色、サイズ、厚さが近似していたので、これを用いることとした。

なお、八角塔コーナー部については、既存のタイルが役物ではなく、突き付け加工となっていることを踏まえ、本工事においても同様の仕様とした。

張替え時に、躯体コンクリートに不良が見つかった場合には、当該個所を補修した後、タイルを張り替えることとした。

表 5.3.1 小口煉瓦タイルの寸法 (mm)

		縦	横	厚さ
慶応図書館 旧館	第一書庫 南面	63.1 内外	110.8 内外	12.5 内外
	八角塔 南面	61.9 内外	110.7 内外	10.8 内外 (裏足)
	北面	61.3 内外	110.5 内外	
	東面	62.9 内外	112.1 内外	12.5 内外 11.6 内外 (裏足)
第二書庫	南面	58.7 内外	97.3 内外	12.3 内外
在庫品		60.6 ± 1.3	109 ± 1.6	15 ± 1.0

※慶応図書館のタイル寸法は実測値の平均寸法

タイル接着に弾性接着剤が混在することは好ましくないため、セメントモルタルを用いたタイル張りとするとし、密着張りを採用した。

張替え後、施工個所の全数について打診用テストハンマーによる検査を行い、不良個所は貼り直すこととした。

(2) 実施仕様

イ 材料

タイル：小口、無釉、せっ器質 / LIXIL

下地吸水調整剤：ユニレックス 3 (EVA 系合成高分子エマルジョン) / 二瀬窯業

張り付け材料：プレミックス K (ポリマーセメントモルタル) / 二瀬窯業

目地材：太平洋目地用タイロン (灰) / 太平洋マテリアル

ロ タイル張工程

- ①目視および打診検査にて、張替え個所を特定した。
- ②汚れと脆弱な目地の除去を兼ねて、高圧洗浄を行った。
- ③墨出しを行った。
- ④埃、不要なモルタルを取り除くなど、下地の清掃を行った。躯体と下地の間に浮きがないことを確認した。
- ⑤タイル目地割を基準に水糸を張った。
- ⑥下地が乾燥していることを確認し、下地の吸水率を平均化するため、ユニレックス 3 を 5～6 倍に希釈したものを刷毛でむらなく塗布した。
- ⑦モルタルの混練は機械練りで行い、練り置き時間は 30 分とした。30 分以内に使用する場合にも練り直しをしながら使用し、30 分以上経過したモルタルは破棄した。
- ⑧張り付けモルタルは、一度しごき塗りをしてから、その上にむらなく平鍔にて鍔圧をかけて塗り付けた。一度の塗り付け面積は 2m^2 程度とし、張り付けモルタルのオープンタイムは 20 分以内とした。
- ⑨糸に合わせてタイルを張り付け、タイル張り用振動工具 (ヴィブラート) を用いて振動を与え、張り付けモルタルがはみ出す程度まで振動させなが

ら、目違いのないように張り付けた。
 振動工具ヴィブラートの圧縮時間はタイル1枚につき1秒ずつ3点行った。塗り代は4mmとした。
 目地よりはみ出した張り付けモルタルは除去した。

- ⑩不揃いがないよう、目地通りを確認した。
- ⑪タイル貼り付け後、3～4日経過し、貼り付けモルタルが十分硬化してから、目地詰めを行う。目地内部の埃、ノロなどをケレン清掃した後、目地材をゴム鏝にて、隙間がないように塗りこんだ。
- ⑫タイル表面などに付着した目地材はスポンジなどで拭き取り、その際に目地に孔が空いていないことを確認した。
- ⑬周囲に目地材が付着しないよう養生をした。
- ⑭目地詰め後、3日以上経過し、十分硬化してから目地材を拭き取った。
- ⑮施工後2週間以上経過した後に、検査・試験を行い、接着の状態を確認した。

ハ 打診検査と再張替え

タイル施工後2週間以上経過してから、施工箇所全数に対して検査を実施した。検査は、打診用テストハンマーを用いてタイル面を叩き、発する音の差をもとに判断した。

検査の結果、目地の不揃いやタイルの浮き・亀裂が発見された場合は、横目地はカッターを入れて切断し、縦目地は上下のタイルに干渉しない程度までカッターを入れ、残りは手研りにてタイルを撤去し、張り直した。

2 外壁タイル浮き補修

(1) 破損状況と修理方針

イ 破損状況

打診調査により、タイルの浮きが認められた。

壁内の浮きの個所（要因）、浮き代を確認するため、内視鏡調査を実施した^{註1}。

内視鏡検査の結果、壁内の浮きの個所は、モルタル層間浮き、下地浮き、モルタル脆弱部やジャンカの数種があり、浮きが複数層に発生している個所もあることがわかった。

なお、今回の調査はタイルではなく、目地に削孔

して行ったため、タイル陶片浮きについては確認できなかった。

註

- 1 国土交通省大臣官房官庁営繕部監修『建築改修工事監理指針 令和元年版（上巻）』一般財団法人建築保全センター、P346-347、図4.1.7「タイル張り仕上げ外壁の改修工法選定フロー」では、タイル浮きの補修方法は、「劣化の程度」により選別される。劣化の程度については、「どの部分で浮いているか、浮き代はどの位かを見極める。浮き部でも、通常レベルの打撃によって容易にはく落する場合は、欠損の扱いで対応する。」と記載されている。

【内視鏡調査】

目的

補修工法を選定にあたり、浮きの個所や浮き代を確認するために、内視鏡調査を行った。

対象

打診調査の結果、タイルの浮きが認められた範囲で、コンクリート躯体部 (No.1・2) と煉瓦躯体部 (No.3・4) の各2箇所において実施した。

方法

- ①湿式超低振動・低騒音ドリル「T-2」で目地から削孔した。
- ②内視鏡で、壁内の浮きの個所および浮き代を確認した。

結果

コンクリート躯体部では、目地とモルタル間、モルタル層間、モルタルとコンクリート躯体間の最大3層、煉瓦躯体部では目地とモルタル間、モルタルとコンクリート躯体間で最大2層の浮き要素があることを内視鏡にて確認した。

コンクリート躯体部

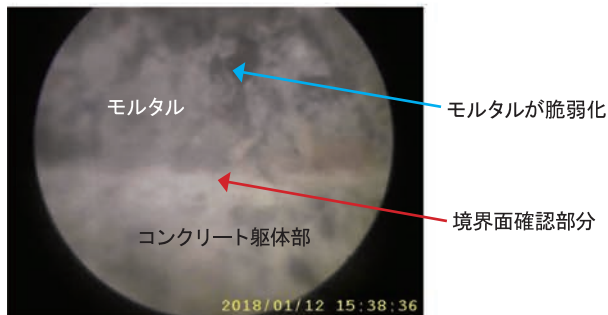
No.1 外壁表面より10、43、50mm部分に空隙及び境界面を確認。(3層に浮き有)



内視鏡で確認された境界面
No.1 外壁表面から約10mmの境界面(空隙有)



内視鏡で確認された境界面
No.1 外壁表面から約43mmの境界面(空隙有)

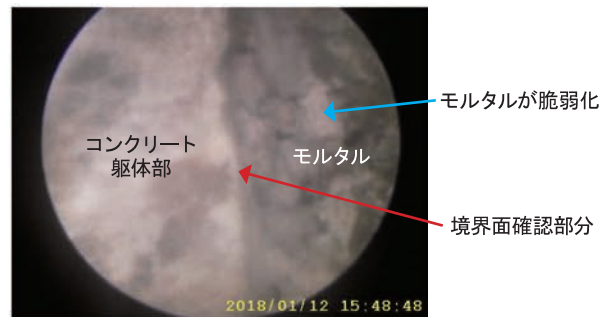


内視鏡で確認された境界面
No.1 外壁表面から約50mmの境界面(空隙有)

No.2 外壁表面より10、35mm部分に空隙及び境界面を確認。(2層に浮き有)



内視鏡で確認された境界面
No.2 外壁表面から約10mmの境界面(空隙有)



内視鏡で確認された境界面
No.2 外壁表面から約35mmの境界面(空隙有)

煉瓦躯体部

No.1 外壁表面より10、33mm部分に空隙及び境界面を確認。(2層に浮き有)



内視鏡で確認された境界面
No.3 外壁表面から約10mmの境界面(空隙有)

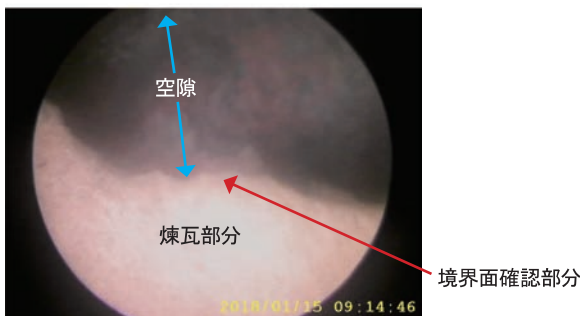


内視鏡で確認された境界面
No.3 外壁表面から約33mmの境界面(空隙有)

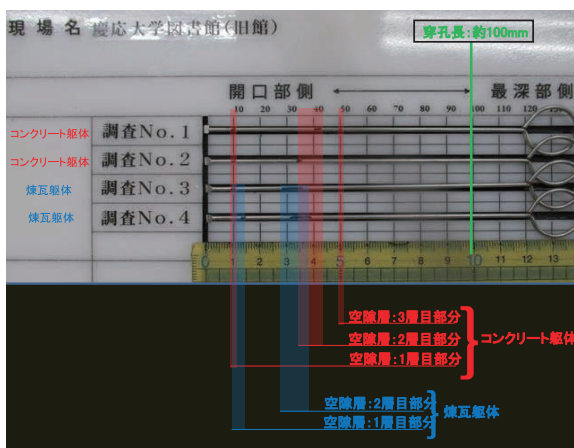
NO.4 外壁表面より15、31～39mm部分に空隙及び境界面を確認。
(2層に浮き有)



内視鏡で確認された境界面
No.4 外壁表面から約10mmの境界面(空隙有)



内視鏡で確認された境界面
No.4 外壁表面から約31～39mmの境界面(空隙有)



空隙ゲージによる調査結果

ロ 修理方針

工法の決定

国土交通省大臣官房官庁営繕部監修『建築改修工事監理指針』では、浮きの個所(タイル陶片、下地など)に応じて、工法を選定するよう記されている。しかし、全ての浮きの範囲において内視鏡調査を行い、浮きの個所を確認することは現実的に難しい。また、調査の結果、浮きが複数層に発生していることも判明したため、全ての場合において、有効な工法を採用する必要が生じた。

そこで、国土交通省の新技术情報提供システム(New Technology Information System、<http://www.kangi.ktr.mlit.go.jp/>)より、複数層浮きの外壁への樹脂注入が可能な技術を検索し、FST工法(登録番号:KT-150123-VR)を用いて、タイル浮き個所の目地を穿孔し、エポキシ樹脂を注入後、ステンレスピンを挿入して固定することとした。

FST工法は、空隙位置でノズルを停止させてエポキシ樹脂を注入するため、複数層の空隙に対応できる。加えて、穿孔においても無粉塵バキューム付の低騒音低振動湿式ドリルを使用するため、孔外周部表面を損傷することがなく、孔内の粉塵を確実に除去できる利点もある。

削孔、エポキシ樹脂注入およびピン固定の材料や工程は、FST工法作業手順に準ずる。なお、目地の不良個所は、目地を補修した後、削孔し、ピン挿入およびエポキシ樹脂注入を行うこととした。

ピンの長さとし削孔深さの決定

ピンの長さは、内視鏡調査の結果から、目地厚・モルタル厚・浮き代の合計値に躯体への挿入分約30mmを合計して90mmとし、穿孔長はピンの長さに10mmを加えた約100mmとすることとした。

ピンの本数の決定

当初は注入数を16本/m²として計画したが、接着力試験の結果を踏まえ(コラム「接着力試験」参照)、施工時の本数を再度検討し、注入数は9本/m²に減らし、目地の補修範囲を増やすこととした(コラム「外壁タイルピンニング施工数の検討」参照)。

【試験施工と検査】

目的

- ・エポキシ樹脂が各層に充填されていることを確認する。
- ・試験施工個所の接着力試験を行い、ピンニングの施工数を決定する。

工程

準備

①外壁の打診検査を行い、タイルが浮いている個所で試験施工範囲を決定した。コンクリート躯体と煉瓦躯体において実施する。コンクリート躯体 16 本/m²、コンクリート躯体 25 本/m²、煉瓦躯体 16 本/m²、煉瓦躯体 25 本/m²の場合について実施する。

②FST 工法により、目地に削孔、エポキシ樹脂の注入、ピンを挿入を行い、浮きを固定した。なお、内視鏡調査の結果から、ピンの長さは 90 mm とした。

検査

- ③エポキシ樹脂の完全硬化後、ピン周囲の打診検査を行った。浮きのない壁面とほぼ同一の打音が確認できたので、合格とした。
- ④打診により樹脂の充填が確認された範囲の目地に、湿式超低振動・低騒音ドリル「T-2」にて穿孔を行い、内視鏡で樹脂の充填状況を確認した。内視鏡により、各層の境界面の空隙層に樹脂の硬化が確認できたので、合格とした。
- ⑤接着力試験を行い、接着力強度を確認し、ピンニングの施工数を決定した。詳細は、コラム「接着力試験」を参照。



No.3 エポキシ樹脂注入前 タイル浮き範囲



No.3 エポキシ樹脂注入後
チョークで囲った部分が樹脂注入後、
打検音に変化した箇所

樹脂注入部 拡大 (内視鏡調査部)



No.3 外壁表面から約 10 mm (1 層目) 境界面の空隙に充填されたエポキシ樹脂



No.3 外壁表面から約 33 mm (2 層目) 境界面の空隙に充填されたエポキシ樹脂

【接着力試験】

目的

タイル浮き部分にFST工法でピンニングを行った後の接着力を測定し、ピンの本数を確定する。

方針

ピンニングを行った目地周囲のタイルを対象として、建研式接着力試験器を用いて接着力強度を確認した。

今回は0.4N/mm²以上の接着強度を確認かつ外観上問題なければ合格とする。

アタッチメント面積

$$108\text{ mm} \times 60\text{ mm} = 6,480\text{ mm}^2$$

6,480 mm² × 0.4N/mm² = 2,592N 以上から荷重値は2,700N と設定する。

試験方法

1 器具と材料

器具

テクノテスター R-20000ND

製造元 サンコーテクノ

販売元 リフォームジャパン

材料

治具固定接着剤：ボンド クイックメンダー® (2液等量混合型、主剤 エポキシ樹脂、硬化剤 ポリチオール 三級アミン) コニシ

2 試験工程

①目地にコンクリートカッターを用いて躯体に2mm程度達するまで切り込んだ。

②接着剤に速乾性エポキシ樹脂を使用し、鉄製アタッチメントを供試体に取り付けた。

③エポキシ硬化後、日本建築仕上げ学会認定引張り試験機「R-20000ND」にて供試体を壁面に対して垂直方向に引っ張った。

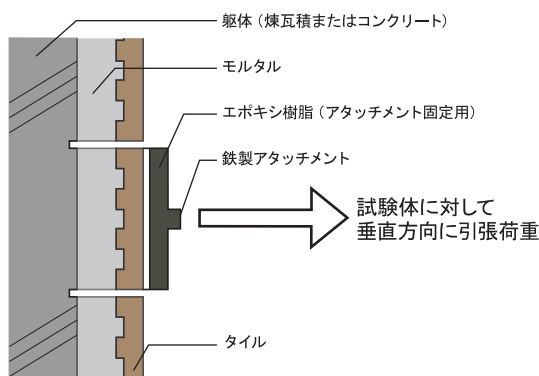
④エポキシ樹脂が充填されているタイルはタイルが破断するまで荷重をかけて、接着強度を確認した。
またエポキシ樹脂が充填されていないタイルについても破断まで荷重をかけて接着強度を確認した。

接着強度 (N/mm²)

$$= \text{最大荷重値 (KN)} \times 1,000 / \text{アタッチメント面積 (mm}^2\text{)}$$

アタッチメント面積 60 mm × 108 mm = 6,480 mm²

$$2700\text{N} / 6,480\text{ mm}^2 \div 0.41\text{N/mm}^2$$



張接着力試験 模式図

3 合否判定 (試験評価方法)

a. 接着力についての判断の方法

煉瓦躯体およびコンクリート躯体において、各6個所(エポキシ樹脂充填部各3個所、非充填部各3個所)における引張試験による接着力の測定を行った。各々の場合における測定値の平均を接着力とすることとした。

測定結果から、煉瓦躯体およびコンクリート躯体の壁1.0 m²あたりの接着力を算出し、1.0 m²あたりの引張接着強度が0.4N/mm² × 1,000,000 mm² = 400,000N 以上であることを確認する。なお、エポキシ樹脂系接着剤が充填されている範囲は、引張試験により確認した接着力があるものとし、1個所あたりの充填面積は直径160 mmの円形状とする。

b. 合格判定基準

測定結果が以下を満足するものを合格の目安とする。

1.0 m²あたりの引張接着強度 ≥ 400,000N

c. 壁1.0 m²あたりの接着力の算出方法

標準グリッド(充填箇所16本/m²)は下図の通りとする。

充填部1個所あたりの充填範囲面積A(160 φ)は、

$$A = 80\text{ mm} \times 80\text{ mm} \times 3.14 = 20,096\text{ mm}^2\text{となる。}$$

標準グリッド範囲内での充填範囲面積B(160 φ × 16個所)は、

$$B = A \times 16 = 20,096 \times 16 = 321,536\text{ mm}^2\text{となる。}$$

標準グリッド範囲内での非充填範囲面積Cは、

$$C = (1,000 \times 1,000) - 321,536 = 678,464\text{ mm}^2\text{となる。}$$

1.0 m²当たりの接着強度Rは、タイルの接着強度0.4N/mm²以上より、R = 0.4(N/mm²) × 10⁶(mm²) = 400,000(N) 以上となる。

充填部の引張試験結果の平均値P(N/mm²)、および非充填部の引張試験結果の平均値Q(N/mm²)から{(B × P) + (C × Q)} ≥ Rを確認する。

$$P=0.64\text{ N/mm}^2, Q=0.67\text{ N/mm}^2$$

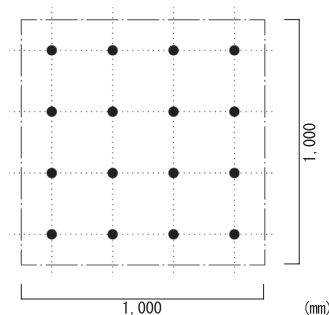
$$321,536\text{ mm}^2 \times 0.64\text{N/mm}^2 + 678,464\text{ mm}^2 \times 0.67\text{ N/mm}^2$$

$$\div 660,353\text{N} \geq 400,000\text{N}$$

よって16本/m²の注入では、接着強度が満足できた。

本試験結果ではエポキシ樹脂充填部Pと非充填部Qがほぼ同数値であるために、計算上ではピンを何本にしても1 m²あたりでは650,000 ~ 660,000N という値となる。

註 「建築工事標準仕様書 JASS19 陶磁器質タイル張り工事」では、引張接着強度試験の判定基準は0.4N/mm²以上で合格とされている。



ピン挿入による補強 標準グリッド(充填箇所16本/m²)

(戸田建設東京支店)

【外壁タイルピンニング施工数の検討】

1 壁 1.0 m²当たり注入グリッドについて

『公共建築改修工事標準仕様書』（国土交通省大臣官房官庁営繕部監修）によると、タイル張り仕上げ外壁の改修での注入口付アンカーピンニング部分エポキシ樹脂注入工法において、注入口付アンカーピンニングの本数は、特記がなければ9本/m²、指定部分は16本/m²となっている。標準グリッド（充填箇所9本/m²）は以下の図の通りとする。

注入数を16本/m²とした場合については、接着力試験より十分な強度が見込めたため、9本/m²の場合について、検証を行った。

2 接着力試験結果について

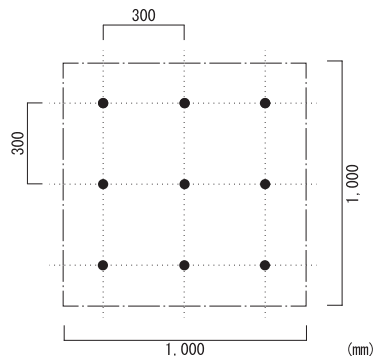
接着力試験の実施結果は以下の通りである。

- ・充填部の接着力試験結果（2018年4月5日実施）
 コンクリート躯体部 旧館 西面 充填部
 付着強さ (N/mm²) 0.67, 0.42, 0.68 → 平均 0.59 (N/mm²)
 煉瓦躯体部 東面 充填部
 付着強さ (N/mm²) 0.35, 0.31, 0.28 → 平均 0.313 (N/mm²)
- ・非充填部の接着力試験結果（2018年3月7日実施）
 コンクリート躯体部 非充填部
 付着強さ (N/mm²) 0, 0, 0 → 平均 0 (N/mm²)
 煉瓦躯体部 非充填部
 付着強さ (N/mm²) 0.08, 0, 0 → 平均 0.3 (N/mm²)

3 壁 1.0 m²当たりの接着耐力と地震時に発生する応力について

1.0 m²当たりの注入箇所を9本として、引張試験結果から算出するタイル下地接着強度と、地震時にタイル下地に作用する水平力とを比較し、タイル下地接着強度が大きいことを確認する。

充填部1箇所あたりの充填範囲面積A（160φ）は、
 $A = 80 \text{ mm} \times 80 \text{ mm} \times 3.14 = 20,096 \text{ mm}^2$ となる。
 標準グリッド範囲内での充填範囲面積B（160φ×9箇所）は、
 $B = A \times 9 = 20,096 \times 9 = 180,864 \text{ mm}^2$ となる。
 標準グリッド範囲内での非充填範囲面積Cは、
 $C = (1,000 \times 1,000) - 180,864 = 819,136 \text{ mm}^2$ となる。
 煉瓦躯体部の1.0 m²当たりの接着強度Rは、煉瓦躯体部の接着力試験結果より、充填部において0.313 (N/mm²)、非充填部において0.03 (N/mm²)であるので、
 $R = 0.313 \text{ (N/mm}^2) \times 180,864 \text{ (mm}^2) + 0.03 \text{ (N/mm}^2) \times 819,136 \text{ (mm}^2) \div 81,184 \text{ (N)}$
 となる。



ピン挿入による補強 標準グリッド（充填箇所9本/m²）

コンクリート躯体部の接着強度Rは、コンクリート躯体部の接着力試験結果より、充填部において0.59 (N/mm²)、非充填部において0.0 (N/mm²)であるので、

$$R = 0.59 \text{ (N/mm}^2) \times 180,864 \text{ (mm}^2) + 0.0 \text{ (N/mm}^2) \times 819,136 \text{ (mm}^2) \div 81,184 \text{ (N)}$$

となる。

よって、接着力は煉瓦躯体部の方がコンクリート躯体部の値より小さい。

ここで水平方向の地震力（外力）が、タイルおよび下地モルタルに作用する場合について、前述の接着力と地震力との値を比較する。加速度を500galとして水平方向の震度は500gal / 980gal ≒ 0.5とする。

タイル張り仕上げ層の1.0 m²当たり質量は、面積1.0 m²、厚み50 mm、密度を25 × 10⁶ (N/mm³)とすると、
 $1,000 \times 1,000 \times 50 \times 25 \times 10^6 = 1,250 \text{ (N)}$ となる。

したがって、水平方向の地震力（外力）は、自重×水平震度より、
 $1,250 \text{ (N)} \times 0.5 = 625 \text{ (N)}$ となる。

この水平方向の地震力を、煉瓦躯体部のタイル接着力81,184 (N)、コンクリート躯体部のタイル接着力106,709 (N)で負担し、保持するものと考えられる。

タイル目地の強度について非充填部で目地にカッターを入れずに接着力試験を行った結果、約2.0 (N/mm²)であった。同様に水平方向震度0.5の場合、1.0 (mm²)当たりの地震力は、
 $50 \text{ (mm)} \times 25 \times 10^6 \text{ (N/mm}^3) \times 0.5 \div 0.00063 \text{ (N/mm}^2)$ となる。

この水平方向の地震力を目地耐力2.0 (N/mm²)により負担し、保持するものと考えられる。

4 壁 1.0 m²あたりの注入数について

注入数を決定するに当たり、以下の内容を踏まえる。

- ・公共建築改修工事標準仕様書に準じた仕様とする。
- ・注入部の付着強度は接着力試験からコンクリート面で0.59 (N/mm²)、煉瓦躯体部で0.31 (N/mm²)の強度がある。
- ・1.0 (m²)当たりの注入数を9本とした場合、地震時に作用する水平力に対してタイルおよび下地モルタルの接着力が上回る。
- ・注入口付アンカーピンの打ち込みにより、コンクリートおよび煉瓦躯体とタイル下地が固定される。
- ・1.0 (m²)当たりの注入数を16本から9本に減らし、目地補修の範囲を増やす。
- ・地震時に作用する水平力について免震化を踏まえ1.0Gを0.5Gに見直す。

以上から、公共建築改修工事標準仕様書に準じ、1.0 (m²)当たりの注入箇所を9本とすることにより通常時および地震時のタイル保持耐力は問題ないと考えられる。

(戸田建設東京支店)

(2) 実施仕様

イ 材料

ピンニング

注入材：注入用2液高粘度エポキシ樹脂 ボンド E209W / コニシ

ステンレスピン：補強用ステンレスピン SUS304 全ネジ切ステンレスピン：径5mm 長90mm / 永岡鋼業

穿孔用具

冷却水吸引供給機

湿式二軸低騒音ドリル T-2

T-2用ボディφ6.2・ダイヤモンドビットφ6.2

注入用具

手動式圧入ポンプ

多層空隙注入ノズル (FS ノズル)

面取りゲージ付仕上小手



写真 5.3.1 冷却水吸引供給機 (上)、湿式二軸低騒音ドリル T-2 (下)



写真 5.3.2 手動式圧入ポンプ



写真 5.3.3 多層空隙注入ノズル (FS ノズル)

ロ 工程

施工範囲の確認

外壁全面について打診検査を行い、タイルの浮き範囲をマスキングテープおよびチョークでマーキングした。

穿孔

- ①目地の削孔個所に、T-2 のゴムシールを左手で押さえ、直角に当て固定し、電源を入れた。
- ②ブレ止めをスライドさせボディに軽く押し当てながら、穿孔面にダイヤモンドビットを軽く当てた。
- ③ダイヤモンドビットが穿孔面に食い込んだらブレ止めを離し、一定の力でまっすぐに押しつけ、調整ガイドで止まるまで穿孔した。
- ④T-2 を回転させたままダイヤモンドビットを引き抜いた。
- ⑤モーターの回転を停止した。

孔の乾燥

- ①自然乾燥させた。乾燥時間は、12～24 時間を目安とし、乾燥状態を目視により確認した。

樹脂注入

事前の内視鏡調査を踏まえコンクリート躯体部は3層、煉瓦躯体部は2層の浮きがあるとして注入を行った。

- ①孔の開口部に FS ノズルのシール部を押し当てる。
- ②バルブを押し、FS ノズルの先端が孔の最深部に当たるまで出す。バルブが圧力で戻らないよう、事前に指で押さえる。
- ③注入ポンプのハンドルを作動し、決められたストローク数で注入する。
- ④バルブを奥から2層目の浮きまで引き戻し、決められたストローク数で注入する。
- ⑤コンクリート躯体部は2層目浮きよりバルブを引き戻し、決められたストロークで奥から3層目の浮きにて注入した。

なお、決められたストローク数に到達する前に圧力がかかり注入ができなくなった場合には、3秒間静止した。

- ⑥バルブを押し、FS ノズルの先端が孔の最深部に当たるまで押し付けた後、ノズルを引き抜いた。

⑦注入状況を打音ハンマーにより確認した。

ピンニング

①ラージネックピンをキャップ部が完全に密着するまで仕上小手により押しつけた。

②樹脂があふれた場合には、仕上小手によりキャップ部の外側から中心に向かってすくい取った。

③マスキングテープ、チョークを除去した。

3 躯体の補修

(1) 破損状況と修理方針

イ 破損状況

張り替えのため、既存のタイルを剥がした過程で、コンクリートのジャンカ、鉄筋の腐食といったコンクリート躯体の脆弱部が見つかった。

ロ 方針

躯体の脆弱部は研り落とし、鉄筋は浮錆を除去してから防錆処理を行った。鉄筋の腐食が著しい部分には、鉄筋を追加挿入し、モルタルにて成形することとした。これ以降は、「1 外壁タイル張り替え」と同様の工程で行った。

(2) 実施仕様

イ 材料

鉄筋（追加挿入）D10

接着剤：NS ハイフレックス HF-1000 / 日本化成

下地調整剤（防錆処理・接着）：カチオンタイトF / ヤブ原産業

欠損部補修・断面補修用プレミックスモルタル：NS ドカモルハード / 日本化成

無収縮モルタル：パッドミックス / トクヤマエムテック

ロ 工程

①目視により躯体の不良箇所を確認した。

②躯体の不良・損傷箇所を研り落とした。

③鉄筋の錆を皮すき・ワイヤーブラシでケレン後、電動ワイヤーブラシで研磨した。

④鉄筋の腐食が著しい部分には鉄筋の追加挿入を行った。

⑤下地調整剤「カチオンタイトF」を刷毛で塗布した。

⑥研り範囲が30mm以上の場合には、ポリマーセメントモルタル「NS ドカモルハード」を、100mm以上の場合には無収縮モルタル「パッドミックス」を充填して成形した。

⑦同節1 外壁タイル張り替え (2) 実施仕様 ロ タイル張工程 ⑤以降の工程を行う。



写真 5.3.4 タイル貼り替えの過程で見つかった躯体の不良箇所



写真 5.3.5 躯体の脆弱部 コンクリート躯体内の錆びた鉄骨



写真 5.3.6 躯体の脆弱部 鉄筋の錆を除去し鉄筋を追加挿入した

4 外壁タイル目地補修

(1) 破損状況と修理方針

イ 破損状況

セメント目地の経年劣化による欠失、風蝕、ひび割れが認められた。

ロ 修理方針

目地の不良箇所は撤去し、清掃したうえで、白華防止タイプの目地モルタルを充填することとした。

施工者より、煉瓦タイルの目地補修においては、目地鏝やチューブ詰により目地材を充填する施工はできないとの話があったため、タイル面の目地はゴム鏝で擦り付け、余分な目地材をふき取る方法となった。

タイルに付着した目地材は、ナイロンブラシやスポンジによる洗浄では除去しきれず、モルタル除去用の薬剤「ILKA[®]-SZ」を用いて洗浄しなくては取り切れない部分もあり、洗浄に非常に多くの手間と時間を要した。そのため、当初予定していなかった高圧洗浄を工事完了時に再度行った。

なお、酸洗いは、経年したタイル表面および目地から酸が浸透し、躯体内部に残留する可能性が高いため、行わなかった。

(2) 実施仕様

イ 材料

既調査目地材：太平洋目地用タイロン（灰・濃灰）
／太平洋マテリアル

エフロ・モルタル除去剤：ILKA[®]-SZ / ILKA-Chemie(独)



写真 5.3.7 目地を洗浄した後、色調合わせを行った

ロ 工程

- ①調査後、高圧水洗浄（150 kg/cm²）を行い、タイル表面に付着した汚れや地位菌類などと共に、脆弱な目地を取り除いた。高圧洗浄では除去できなかった不良な目地は平鏝などで研った。
- ②落下する目地材の付着を防ぐため、施工範囲下方をロールマーカー、ブルーシート等で養生をした。タイル目地と接する石・擬石・テラコッタに養生テープを貼り、目地材の付着を予防した。
- ③既存目地の色に合わせて、目地材の色を選び、タイル面の目地はゴム鏝にて擦り付けた。石・擬石・テラコッタに接する目地はチューブ詰めとした。
- ④余分な目地材をスポンジにて水洗いした。
- ⑤養生を撤去した。
- ⑥施工3日以上経過し、目地が十分に硬化したのを確認して、希釈した中性洗剤と水で洗浄を行った。
- ⑦目地材が除去しきれない箇所は、エフロ・モルタル除去剤「ILKA[®]-SZ」を刷毛またはウエットティッシュにて塗布し、目視でセメント質の分解を確認し、水洗いした。

5 テラコッタ補修

a. 大時計

(1) 破損状況および修理方針

イ 破損状況

表層の微細なクラックは、粘薬の貫入とみられ、ひび割れや剥離、欠損部は僅かであった。目地には、部分的に欠損がみられた。



写真 5.3.8 大時計

□ 修理方針

テラコッタの保存状態は良好であったので、洗浄と目地欠損部の補修のみを行うこととした。高压洗浄は、テラコッタに損傷を与えないよう水圧が強すぎないように留意して行った。

目地の補修は、テラコッタや周辺の石材に目地材が付着しないよう、目地材を目地罫で詰めることとした。

吸水防止剤の塗布については、表層の釉薬により含浸しにくいいため、吸水率の高い煉瓦タイル、擬石ほどの効果は期待できないが、テラコッタへの悪い影響は見当たらないため、目地と合わせて全面に塗布することとした。

(2) 実施仕様

イ 材料

既調合目地材：太平洋目地用タイロン（灰）／太平洋マテリアル

吸水防止剤：風化劣化損傷防止処理剤 ILKA[®]-Siloxan／ILKA-Chemie

□ 工程

- ① 高压洗浄により、表面を洗浄、脆弱な目地を撤去した。テラコッタに損傷を与えないよう水圧を調整して実施した。
- ② 目地内部の埃、ノロなどをケレン清掃した。
- ③ 目地に十分に水湿しを行い、目地欠損部に、目地罫を用いて、目地材「タイロン」を充填した。目地材がテラコッタ表面に付着しないよう留意した。
- ④ 目地材が乾燥したことを確認のうえ、テラコッタ表面をスポンジなど柔らかい素材を用いて希釈した中性洗剤で洗浄し、洗剤を水で洗い流し、ウエスで水分をふき取った。
- ⑤ 十分に乾燥させてから、目地とテラコッタ表面に吸水防止剤「ILKA[®]-Siloxan」を刷毛とローラーで塗布した。

b. 2階小壁下タイル装飾

(1) 破損状況および修理方針

イ 破損状況

タイルのひび割れや部分的な欠けは見られるものの、概ね良好な状態であったが、表層は全体的に埃などの汚損が見られ、所々汚れが黒く固着している個所があった。方法は不明だが、壁面にしっかりと固定されていた。目地には、部分的に欠損がみられた。

温水高压洗浄の結果、黄味がかかった部材が混在していることが分かった。戦災時の火災による黄変も考えられるが、部分的ではなく、部材ごとであることから、個々の品質に起因する可能性もある。

□ 修理方針

テラコッタ装飾タイルの表面の汚れを温水高压洗浄および薬剤を用いて洗浄した後、殺菌処理・硫化物分解除去洗浄を行い、風化劣化損傷を防止する処理を行うこととした。欠損個所は部分的で細小であるため、補修材は用いず、現状のままとした。既存の擬石塗りによる補修部分についても、そのままの状態とした。

(2) 実施仕様

イ 材料

洗浄剤：アルカリ性洗浄濃縮液 ILKA[®]-Steinreiniger A／ILKA-Chemie

目地材：タイロン（既調合目地材） 一般用 灰色
太平洋マテリアル

吸水防止剤：風化劣化損傷防止処理剤 ILKA[®]-Siloxan／ILKA-Chemie

□ 工程

- ① 表面を水で湿らせた。
- ② 洗浄剤「ILKA[®]-Steinreiniger A」を刷毛で塗り、5～10分間置いた。必要に応じてラップ等で湿布した。
- ③ 汚れに対して、洗浄剤が反応したことを確認し、汚れをウエス、ナイロンブラシ、スポンジ等で洗い流した。

黒い固着物は、埃が固くなったものと推察され、酸性より、アルカリ性の薬剤を用いる方が、固着物を柔らかくすることができるので好ましい。

塗布直後や施工1回目で反応しない場合があるが、接触時間をおくことや繰り返すことで反応が得られた。

④薬剤をふき取った後、水で十分に洗浄した。

⑤材を十分に乾燥させた後、吸水防止剤「ILKA[®]-Siloxan」を目地まで塗布した。

「ILKA[®]-Siloxan」は0.4mm以下のひび割れに対して雨水の浸入を防ぐことができる。



写真 5.3.9 テラコッタ装飾タイル（洗浄前）



写真 5.3.10 洗浄する面を水で湿らせる



写真 5.3.11 テラコッタ装飾タイル 薬剤の反応を見ながら洗浄する

c. 八角塔軒飾りテラコッタの補修

(1) 破損状況および修理方針

イ 破損状況

八角塔のテラコッタ製軒飾りのうち、北北東1個所の軒飾り中央部にひび割れを確認した。ひび割れが全周していることや、打診検査の結果から、将来的に割れに発展する可能性があるかと判断した。

ロ 修理方針

現状ではひび割れの幅が最大でも0.2mm程度で、材が分離した状態ではなかった。そのため、ひび割れが進行して、割れる場合の落下防止を目的として、ひび割れ部分を跨ぐように鋸で固定することとした。鋸は軒飾りの形状を考慮して、鋸が材に密着して固定できる上向きの平面2面に各2本ずつ設置した。

また、鋸設置前にひび割れ部分への雨水の浸入を防ぐため、吸水防止剤「ILKA[®]-Siloxan」を含浸させることとした。

(2) 実施仕様

イ 材料

エポキシ樹脂：ボンド E209W / コニシ

鋸：ステンレス製 径6mm 120×40mm ステンレスかすがい AB2612 C-120 / タナカ

吸水防止剤：風化劣化損傷防止処理剤 ILKA[®]-Siloxan / ILKA-Chemie

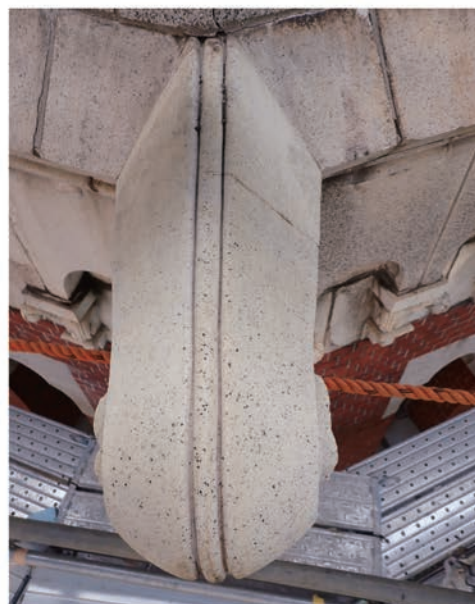


写真 5.3.12 テラコッタ製軒飾りのひび割れ（修理前）

□ 工程

- ①ひび割れ部分を洗浄し、汚れ、埃を取り除いた。
- ②乾燥後、ひび割れに吸水防止剤「ILKA[®]-Siloxan」を刷毛でしみ込ませた。刷毛を押し付け、含浸していることを確認した。
- ③軒飾りの平面2面のひび割れから左右60mmの個所に無振動ドリルで径6.4mm、深さ40mmの孔を穿孔した。各面2セット穿孔した。
- ④穿孔後、アルコール液で孔内を洗浄し、エアスプレーを吹き付けた後、3時間以上乾燥させた。
- ⑤孔内にエポキシ樹脂をグリースガンで注入し、鏝を挿入した。
- ⑥余分な樹脂をへら、ウエスで除去した。



写真 5.3.13 湿式二軸低騒音ドリルで削孔



写真 5.3.14 楔による固定東側（修理後）



写真 5.3.15 楔による固定 北側（修理後）

6 笠木の補修

a. 笠木の固定

(1) 破損状況および修理方針

イ 破損状況

妻面笠木はテラコッタ製で、部分的に過去の修理において擬石洗い出し仕上げで補修されていた。

目視および打診による調査の結果、テラコッタ部分には、経年による黄変、汚損の他、数個所にひび割れが認められた。しかし、材そのものや設置の状態は良好であったので、割れや落下の危険性は低いと判断した。

笠木はぐらつきやずれもなく、設置状態は概ね良好であった。笠木斜材の擬石補修箇所を撤去したところ、笠木は互いに鉄棒で固定されていることがわかった。

ロ 修理方針

笠木は、鉄棒で連結されているため、設置面に対して水平方向のずれは生じないものと考え、鉛直方向のずれ（浮き上がり）防止を目的として、目地部分にステンレスピンを打ち込みワッシャーで押さえ込んで、笠木を固定することとした。

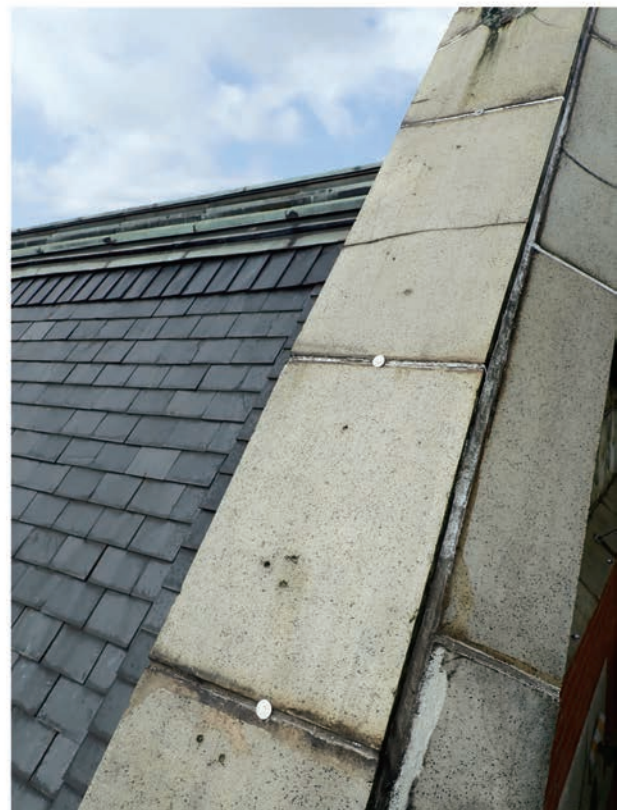


写真 5.3.16 テラコッタ製笠木 ワッシャーによる固定（修理後）

(2) 実施仕様

イ 材料

エポキシ樹脂：ボンド E209W / コニシ

ピン：SUS304 全ねじステンレスピン径 5mm、長 100mm / 永岡鋼業

ワッシャー：SUS 丸座金 孔径 6 × 外径 25 × 厚 1.2mm / 日鋳

ロ 工程

①劣化したシーリング材などは取り除き、目地および穿孔部周辺の汚れをナイロンブラシやスポンジ等を用いて水で洗浄した。また、目地の欠失箇所は、穿孔前に目地材タイロンを充填して補修した。

②FST 工法にて、目地の中央部に穿孔し、エポキシ樹脂を注入した。

③ワッシャーを通したステンレスピンを挿入し、ワッシャーで笠木を躯体に積みこまれた笠木を押さえた。

FST 工法については、同節 2 外壁タイル浮き補修を参照。



写真 5.3.17 目地にワッシャーを取り付ける



写真 5.3.18 ワッシャー取付完了

b. 目地の補修

(1) 破損状況および修理方針

イ 破損状況

目地は欠失しており、過去の補修によるシーリング材も、経年により破断、剥離していた。

ロ 修理方針

笠木下端のモルタル塗りで壁体頂部の防水処理が行われていると判断し、止水を目的とした施工は行わないこととした。そのため、笠木同士、あるいは笠木とタイル、石材との取り合い部分のシーリング材の劣化箇所は撤去し、新規には施工しなかった。

目地の浮き・欠損部や、既施工のシーリング材が著しく劣化している箇所は、当該材を撤去したうえでタイル目地の補修に用いた目地材を充填して、部分的にやり替えることとした。



写真 5.3.19 笠木 目地欠損部 (修理前)



写真 5.3.20 笠木 目地 (修理後)

(2) 実施仕様

イ 材料

既調合目地材：太平洋目地用タイロン（灰）／太平洋マテリアル

ロ 工程

- ① 笠木の施工部分をマスキングテープにて養生する。
施工範囲が広い場合には、周辺をロールマスカーやブルーシートで、養生した。
- ② 目地の不健全部分を平鑿等を用い手研りで除去した。
- ③ 目地材「タイロン」を充填し、既存の周辺目地と高さを調整した。
- ④ 施工直後は、目地以外の部分に付着した目地材を、水を含ませたスポンジやブラシを用いて拭き取った。
- ⑤ 清掃した翌日以降に、目地以外の部分に残った目地材を水で洗い流した。表面を傷つけないよう留意し、付着の程度により、ナイロン製ブラシ、中性洗剤を使用した。

c. 笠木の再取り付け

(1) 破損状況および修理方針

イ 破損状況

北面および東面の各1個所の笠木は、固定状態が不安定で、持ち上げると簡単に外れた。特に北面の笠木は、材が割れていた。

ロ 修理方針

当該個所の笠木を取り外して、付着しているモルタルをケレンして取り除き、新たなモルタル下地の上に復位することとした。



写真 5.3.21 固定が不安定だった笠木 北面

既往の修理により、笠木の表面からピンを打って固定している個所がみられたが、本工事ではテラコッタが割れる可能性を考慮して、テラコッタへの穿孔は基本的に行わない方針とした。

(2) 実施仕様

イ 材料

下地用セメントモルタル：普通ポルトランドセメント／太平洋セメント

欠損部補修用軽量プレミックスモルタル：NS ドカモル／日本化成

既調合目地材：太平洋目地用タイロン（灰）／太平洋マテリアル

ひび割れ充填剤：モルタル・スラリーグラウト材（鋳物加工モルタル） ILKA[®]-Fugenmörtel / ILKA-Chemie

吸水防止剤：風化劣化損傷防止処理剤 ILKA[®]-Siloxan / ILKA-Chemie

ロ 工程

- ① 笠木上面の部材を取り外した。
- ② ワイヤブラシを使って、既設のモルタルを撤去した。
- ③ 接面を洗浄し、モルタルや汚れを取り除いた。
- ④ 水湿した接面（躯体側）に、ペースト状にした「普通ポルトランドセメント」を塗った。
- ⑤ 「NS ドカモル」を塗り重ねて、割れた笠木の部材を組み合わせて設置した。



写真 5.3.22 取り外した笠木 北面

- ⑥表面の亀裂に疎水性モルタル「ILKA[®]-Fugenmörtel」を塗り込んだ。
- ⑦目地に目地鏝で目地材「タイロン」を充填した。
- ⑧乾燥させた後、笠木表面と目地全体に吸水防止剤「ILKA[®]-Siloxan」を塗布した。

d. 笠木のひび割れ

(1) 破損状況および修理方針

イ 破損状況

テラコッタおよび擬石による補修個所には、ひび割れが見られた。ひび割れは、0.1mm程度の極微細なものから、1mmを超えるものまであった。

ロ 修理方針

ひび割れ個所の修理方針は、同節8石材の補修を参照。

(2) 実施仕様

イ 材料

詳細は、同節8石材の補修に倣う。

ロ 工程

詳細は、同節8石材の補修に倣う。

e. 擬石による過去の補修個所

(1) 破損状況および修理方針

イ 破損状況

打診検査により、笠木の角や縁の欠損部、上面部分の擬石による補修個所に、浮きや割れが認められた。

特に、旧館階段室北面東寄りの笠木（水平材）の角2個所の擬石補修個所は、擬石部分をゴムハンマーで軽く叩くと簡単に外れた。

既往の修理ではテラコッタの断面に鉄筋を挿入し、モルタルを塗り付けて笠木角を成型し、擬石塗りで仕上げていた。笠木と擬石塗りの界面から侵入した雨水により鉄筋が錆びて折れていたため、下塗りモルタルの接着力だけで付着していた。

ロ 修理方針

同節7擬石洗い出し塗に倣い、破損状況に応じて塗り替え、ピンニングによる固定を行うこととした。

例外的に、前出の旧館北面の笠木角2個所については、補修範囲が大きく壁面から突出しているため落下のリスクを最小限にすることや、図書館の裏手に位置すること、母材の保存などを考慮した結果、既存の擬石塗り部分を撤去し、擬石塗りの復旧は行なわないこととした。

笠木内部の鉄筋は、撤去することが難しいため、笠木断面の錆を洗浄し、鉄筋破断面は錆転換防錆剤を塗布し赤錆を黒錆に還元したうえで、止水モルタルで覆った。笠木表面全体に、吸水防止剤を塗布することとした。

(2) 実施仕様

イ 材料

擬石塗り替え

既存修理個所の擬石塗り替えについては、同節7擬石洗い出し塗に倣う。



写真 5.3.23 擬石による過去の補修



写真 5.3.24 鉄太柄が錆びて折れていた

擬石撤去

石材洗浄剤：酸性洗浄濃縮液 ILKA[®]-Steinreiniger S / ILKA-Chemie

赤錆不導体変換剤：ILKA[®]-Caracho Rostumwandler / ILKA-Chemie

ひび割れ充填剤：モルタル・スラীগライウト材（鋳物加工モルタル） ILKA[®]-Fugenmörtel / ILKA-Chemie

吸水防止剤：風化劣化損傷防止処理剤 ILKA[®]-Siloxan / ILKA-Chemie

ロ 工程

擬石塗り替え

既存修理個所の擬石塗り替えについては、同節7 擬石洗い出し塗に倣う。

擬石撤去

①擬石塗りの修理部分を木槌で叩いて撤去した。

②笠木テラコッタ断面を洗浄剤「ILKA[®]-Steinreiniger S」で洗浄し、水で洗い流した。洗浄方法の詳細は、同節10 薬剤による修理「薬剤による保存・劣化防止処理」に倣う。



写真 5.3.25 薬剤で赤錆を黒錆に還元する



写真 5.3.26 黒錆に還元された

③断面を乾燥させた後、鉄筋の切断面に赤錆不導体変換剤「ILKA[®]-Caracho Rostumwandler」を刷毛で塗布し、赤錆を黒錆に還元した。

④当該個所が黒錆に還元したことを確認した後、鉄骨断面周辺に水湿しをし、疎水性モルタル「ILKA[®]-Fugenmörtel」を鉄骨断面を覆うように塗り付けた。

⑤施工後1日は雨に濡れないよう養生をして乾燥させた。

⑥吸水防止剤「ILKA[®]-Siloxan」を笠木表面に刷毛で塗布した。

⑦雨に濡れないよう、養生をして一晚乾燥させた。

7 擬石洗い出し塗

a. 旧館南面外壁のペンマーク・円形モールディング

(1) 破損状況および修理方針

イ 破損状況

正面外壁の石彫装飾部分は、戦災時の火災により表層の大半が剥離し欠失しており、ペンマークと円形モールディング部分は、既往の修理において擬石塗りで補修されていた。なお、ペンマーク西側下部の擬石塗りは、本工事の着工時には既に欠失していた。

擬石塗り部分には、ひび割れや石材との界面に浮きが認められ、落下の危険性が高い状態にあった。

ロ 修理方針

検討の過程では、既設の擬石塗りを強化処理し、ピンで固定する案も検討したが、劣化状況と、正面の最も重要な部分であることを考慮し、既設の擬石塗



写真 5.3.27 疎水性モルタルで太納の表面を覆った

りを撤去し、新たに擬石塗りで補修する方針とした。

既設の擬石塗りペンマークは、別途保管することとした。

ペンマーク部分の擬石塗りを撤去したところ、東側のペン先部分は保存状態が良好で、当初仕上げ面が一部現存していることがわかった（写真5.3.35赤枠内）。その他の部分は、ペンマークの外形は識別できるが仕上げ面は欠失していた。

本工事の設計においては、東側のペン先部分は、擬石塗りを行わず、当初仕上げ面を現しとする計画であったが、大学の要望により、バランスを勘案して東側のペン先部分も擬石塗り仕上げとすることとした。

そこで、擬石塗りの仕上がり面が、当初の石製ペンマークと同型（同寸法）の仕上がりとなるよう、当初材の仕上げ面が残存する個所には、擬石塗りをせずに仕上げた。

擬石塗りの剥落防止のため、石材にステンレスピンを打ち、ピンにステンレスワイヤーをかけたものを下塗りの芯材として施工した。

なお、東側のペン先部分は、塗り厚が他の部分に比べて薄いことや、文化財保護と毀損回避の観点から、ピンは打たず、下塗り、擬石塗りのみの仕様とした。

(2) 実施仕様

イ 材料

ピン：ステンレス製全ねじ 径3mm 長さ45mm

ワイヤー SUS



写真 5.3.29 正面レリーフ部分全景（修理前）

下地吸水調整・材料混入樹脂（吸水調整剤）：NS ハイフレックス HF1000 / 日本化成

下地成形 欠損部補修・断面修復用プレミックスモルタル：NS ドカモルハード / 日本化成

調合 20kg / 袋 清水 3.5ℓ 塗厚 5～60mm、養生期間は2日以上

材料混入防水（防水剤）：マノール防水剤 / マノール

擬石塗り プレミックスポリマーセメントモルタル：NS メンテペースト / 日本化成 調合 粉体 12kg・混和液 4kg / 缶 清水 0.5ℓ

海藻糊（薄塗補修用混和剤）：イチバン / 日綜工業

セメント：普通モルトランドセメント、ホワイトセメント タイ製（共に JIS R5210）、輸入・販売元

太平洋セメント、製造元 WCC THE SIAM WHITE CEMENT

消石灰：左官用消石灰 上塗用 / 吉澤石灰工業

砂：一般細目砂、中目砂。篩い砂で有害物の鉄分・塩分・泥土・塵埃および有機物を含まないもの（表 5.3.2）

目地材：煉瓦積み工事材・粗面仕上げ化粧目地材 ブリックモルタル DS（濃灰） / 二瀬窯業

色調調整回復剤：ILKA[®]-Klinkeröl 吸水防止剤 / ILKA-Chemie

成分 パラフィン、オイルベース

風化劣化損傷防止処理剤 ILKA[®]-Siloxan / ILKA-Chemie

ロ 工程

①既存擬石塗りの撤去 石材と擬石塗りの界面に平鑿を差し込み、鑿の底部を木槌で軽く叩き、擬石塗りを剥離させて撤去した。

②下地清掃 石材表面に付着しているモルタルをナ

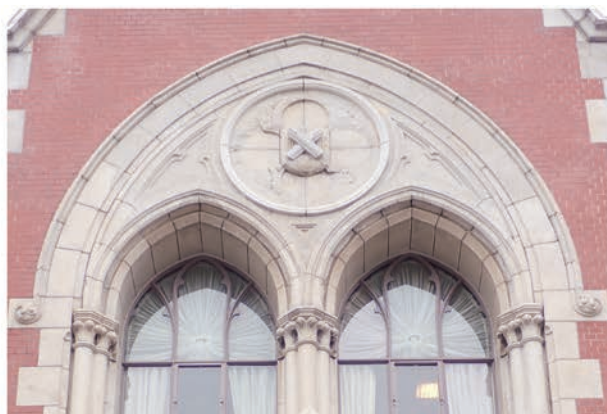


写真 5.3.30 正面レリーフ部分全景（修理後）

イロン製ブラシで取り除き、微細な塵埃を掃除機で取り除いた後、水洗いした。

- ③ピンニング・ワイヤー張 無振動ドリルで石材にピンニング用の孔を深さ30mmまで穿孔した。ピンは、円形モールドリングは山型部分に200mm間隔で千鳥に配置し、ペンマークは仕上がりの形状を踏まえて決定した。

孔にエポキシ樹脂を充填して、ステンレスピンを差し込み固定する。ピンの頭は石材表面から15mmほど出す。モールドリングの中心（ペンの交差点）

のピンは、塗り付け型板を装着するため、70mmほど出した状態とした。

- ④吸水調整剤塗布 十分に水湿しをした後、「NSハイフレックスHF1000」を清水で5倍に希釈したものを、刷毛で石材表面に均一に塗布した。
 ⑤ステンレスワイヤーの設置 擬石部分の落下防止のため、ピンの頭をステンレスワイヤーで結束して、下塗りの芯材とした。
 ⑥下地成型・下塗 ポリマーセメントモルタル「NSドカモルハード」に、材料混入防水「マノール防水剤」をセメント質量比2～5%混入した。

「NSドカモルハード」を塗り付け、塗り付け型用板で仕上げ面より6～9mm下げて塗り付け、下地を成型した。型用は、木製の型板小口に銅板を貼り、モルタルとの摩擦を軽減した。

乾き具合を見計らい、木鏝にて斑直しし、押さえた。ある程度乾燥したところで、水湿しをし、2回目の下塗りを行った。

円形モールドリングは、中心のピンに型枠のついた定規を装着し、型枠を回転させて刷り込んだ。

表 5.3.2 砂の粒度と適用箇所

粒度 (° /Wt)	適用箇所
5 mmふるい通過分 100	下塗り 斑直し・中塗り
0.15 mmふるい通過分 10以下	
2.5 mmふるい通過分 100	上塗り
0.15 mmふるい通過分 10以下	

表 5.3.3 擬石ペースト調合

場所	種石： ペースト	種石 (花崗岩碎石) 5:4:3 mm	黒霞 4 mm	ペースト調合 セメント+白セ メント+消石灰
モールドリング	5:5	5:3:2	1	0:5:2
ペンマーク	5:5	0:4:6	1	3:8:4

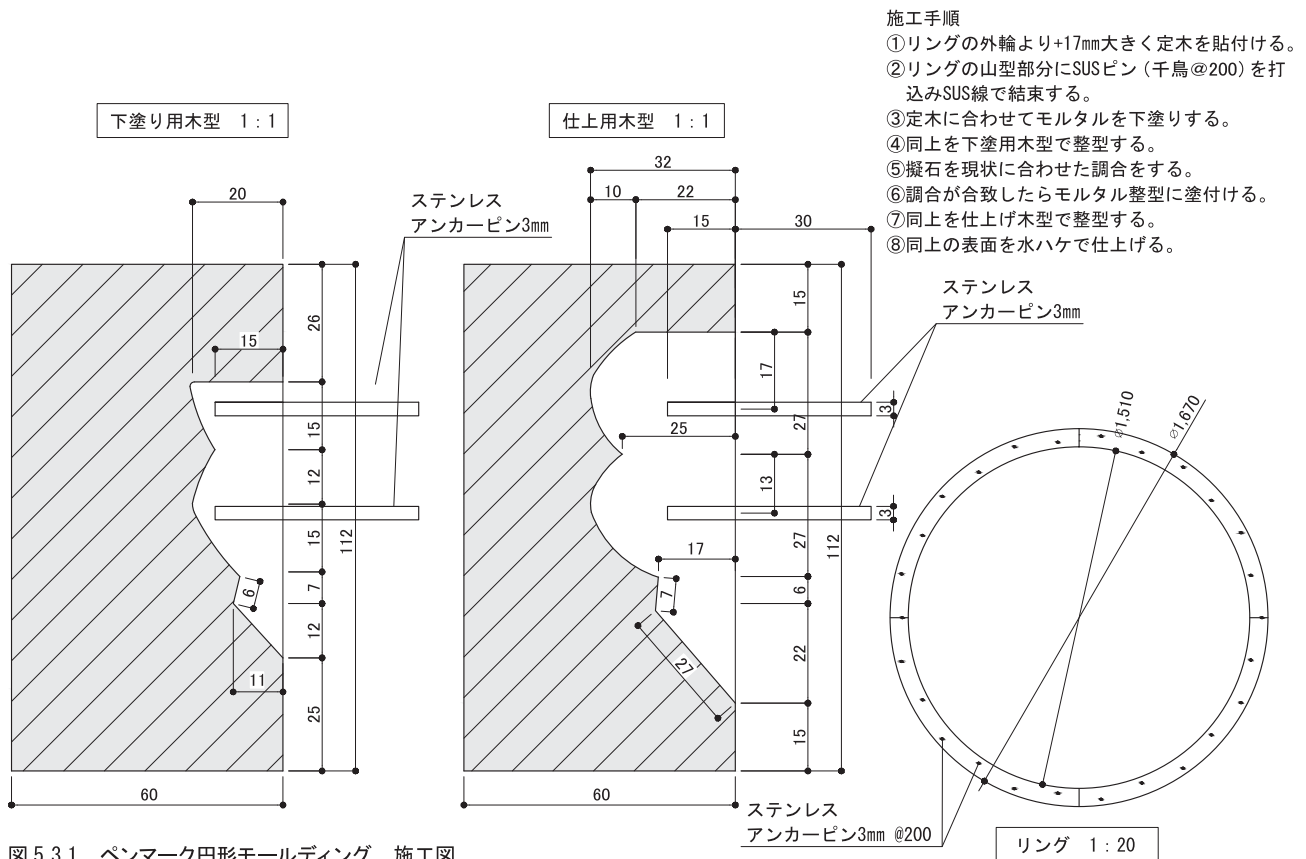


図 5.3.1 ペンマーク円形モールドリング 施工図

- ⑦養生 下塗後、2日以上の養生期間を設けた。
- ⑧目地施工 既存目地に合わせて、ディスクグラインダーにて幅3分目地を入れた。深さは下塗りモルタルの厚さの2/3程度とした。
目地材「ブリックモルタルDS」を充填し、一晚以上乾燥させ、目地材硬化後に目地幅のバックアップ材を張り付けた。
- ⑨吸水調整剤塗布 下塗り表面に「NS ハイフレックス HF1000」を清水で4倍に希釈したものを、刷毛で下塗り表面に均一に塗布し、乾燥させた。
- ⑩中塗り 塗り付け前に刷毛にて水湿しを行った。ペーストの保水性を高め、作業時に水不足にならないようにするために、ポリマーセメントペースト「NS メンテペースト」に海藻糊「イチバン」を混練したペーストを鏝で塗り付けた。
- ⑪擬石塗り 中塗りペーストが乾かないうちに擬石ペーストを塗り付けた。
乾き具合を見計らい、擬石モルタルを塗り付け型板で引いて、成形した。
円形モールディングは、下塗と同様に、型枠を中心のピンに装着して成型した。
乾き具合を見計らい、刷毛でペーストを取り除きながら伏せこみを行った。

- ⑫洗い出し 表面の水が引いた頃を見計らって、刷毛にてノロを取り除き表面を洗い出した。通常より洗い出しを控えた。
- ⑬養生 自然乾燥
- ⑭目地施工 擬石塗り乾燥後、目地部バックアップ材を撤去し、目地材「ブリックモルタルDS」を充填して、目地鏝で押さえた。
- ⑮養生 自然乾燥
- ⑯吸水防止剤塗布 目地材乾燥後、将来的な劣化対策として、乾燥後、吸水防止剤を塗布した。吸水防止剤については、同節10 薬剤による修理 a. 吸水防止処理に詳細を述べる。

擬石洗い出しの施工は、モールディング部分を先行して実施した。乾燥後の色が想定していたより白く仕上がったため、吸水防止剤として、吸水防止効果があり、色調を深める「ILKA[®]-Klinkeröl」を擬石が十分に乾燥した段階で、乾燥期間において2回塗布した。

ペンマークは擬石塗り見本を作製し、それをもとに調整を加えて、配合を見直した。

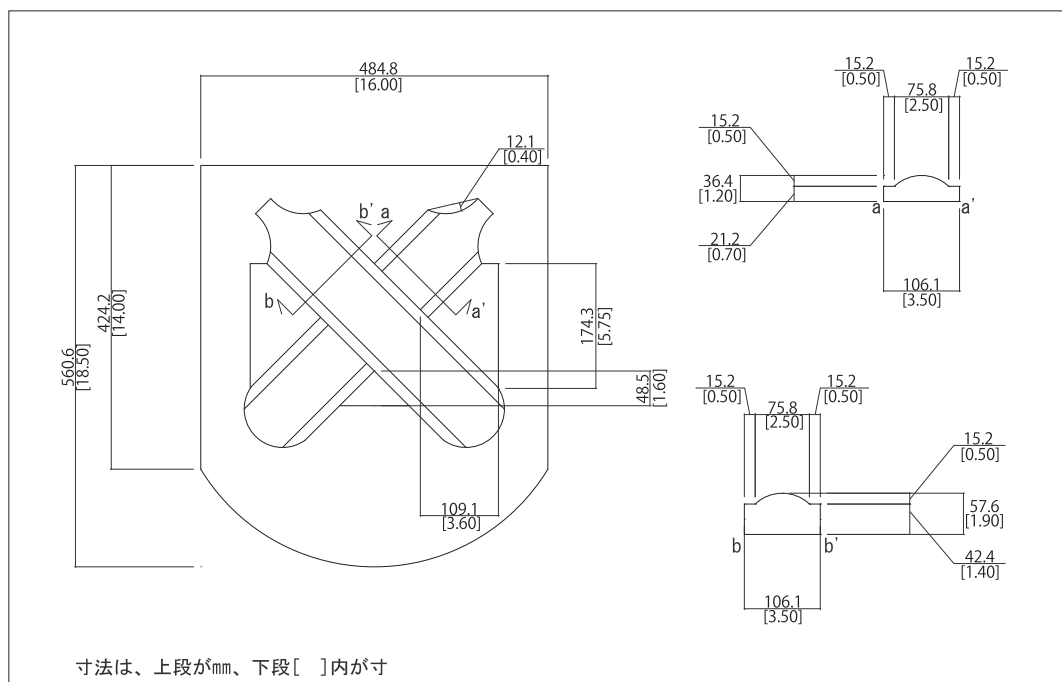


図 5.3.2 ペンマーク図面



写真 5.3.31 擬石塗りペンマーク (修理前)



写真 5.3.35 東側上部に当初の加工表面が残存 (赤枠内)



写真 5.3.32 ペンマーク既存補修擬石撤去



写真 5.3.36 円形モルディングの型引き



写真 5.3.33 過去の補修によるペンマーク (表)



写真 5.3.34 過去の補修によるペンマーク (裏)



写真 5.3.37 円形モルディング用の型を取り付けた状態



写真 5.3.38 下地



写真 5.3.41 中塗り完了



写真 5.3.39 中塗り ノロとイチバン（海藻糊）ペースト



写真 5.3.42 擬石洗い出し



写真 5.3.40 上塗りをして再び型引きを行う



写真 5.3.43 ペンマーク 東側上部以外の擬石塗りが完了した状態



写真 5.3.44 擬石塗り色合わせサンプル（ペンマーク）



写真 5.3.45 円形モールディング 部分 (修理後)



写真 5.3.46 ペンマーク (修理後)



写真 5.3.47 円形モールディング・ペンマーク全景 (修理後)

b. コーニス・ボーダー・窓廻りの過去の補修箇所
(1) 破損状況および修理方針

イ 破損状況

目視では、擬石塗り表面の状態は概ね良好であったが、打診検査の結果、外壁ボーダー、窓廻り、笠木などの擬石補修箇所の8割程度にひび割れや浮きを確認した。



写真 5.3.48 笠木 擬石補修箇所 ひび割れ



写真 5.3.49 ロンバルディア帯 擬石補修箇所 ひび割れ

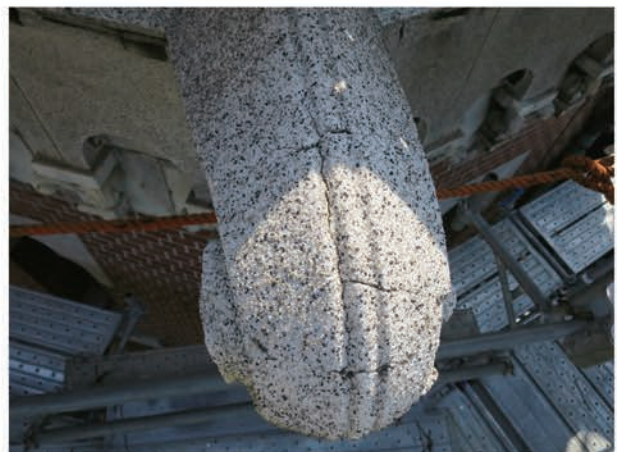


写真 5.3.50 軒飾り 擬石補修箇所 ひび割れ

ロ 修理方針

浮きやひび割れが著しく、落下の可能性が高く危険なものは、優先的に撤去し、塗り替える方針とした。塗厚が50mmを超える個所は、ステンレスピンとステンレスワイヤーで下地を造作したのち、擬石塗り洗い出し仕上げを施した。

バットレス笠石などで、上向きの面に損傷が見られる場合には、雨水浸入や紫外線の影響を考慮して、クラックの充填やエポキシ注入ではなく、可能な限り新規に塗り替えることとした。

この他、窓廻りの擬石などは、浮きは認められるものの擬石塗りそのものは劣化していなかったので、FST工法によるピンニングで固定することにした。注入孔は、色合わせをしたモルタルを充填した。

また、付着の状況が良好である場合においても、擬石塗りの厚さが50mmを超える個所は、窓廻りと同様にピンによる固定を行うこととした。これは、過去の修理では下地モルタルに太柄のような擬石塗り石材をつなぎ合わせる材が用いられておらず、落下の危険性が高いためである。

なお、ピン用孔の穿孔中に下塗が剥離する場合には、ピンによる固定ではなく、塗り替える方法に変更することにした。

施工後は、他と同様に、全面に吸水防止剤を塗布した。

(2) 実施仕様

イ 材料

擬石塗り替え

擬石洗い出しの材料については、同節7擬石洗い出し塗 a. 旧館南面外壁のペンマーク・円形モールディングに倣う。ただし、調合は以下の通りとした。
(質量比)

セメントペースト

セメント：吸水調整剤：水＝100：0.2：適量

壁仕上げ

セメント：種石：水＝100：140：適量

蛇腹仕上げ

セメント：種石：水＝100：120：適量

ピンニング

同節2外壁タイル浮き補修に倣う。なお、ピンの注入穴は色合わせをしたモルタルで塞いだ。

ロ 工程

擬石塗り替え

同節7擬石洗い出し塗 a. 旧館南面外壁のペンマーク・円形モールディングに倣う。ただし、仕上げ面が曲面など複雑な形状でない場合には、引き型は用いず、鏝のみで成型した。

ピンニング

同節2外壁タイル浮き補修に倣う。

表 5.3.4 擬石配合表

場 所	種石・ペースト比	種石(花崗碎石) 5mm : 4mm : 3mm	黒 霞 2-4mm	ペースト調合 セメント+白セメント +消石灰	着色材
八角塔小庇	5:5	8:0:2	0	0:6:4	無
北面窓廻り	5:5	8:0:2	0	0:6:4	無
東面窓台	5:5	8:0:2	0	0:6:4	無
東面柱	5:5	8:0:2	0	0:6:4	無
東面窓抱き	5:5	8:0:2	0	0:6:4	無
北面軒先壁	5:5	0:4:4	0	2:6:2	無
八角窓楣欠損部	6:4	8:0:2	0	0:8:2	ヤマブキA・茶
ペンマーク外輪	5:5	5:3:2	1	0:5:2	無
ペンマーク	5:5	0:4:6	1	3:8:4	無
第二書庫北柱壁	6:4	5:3:2	2	5:3:2	無
注入穴	5:5	0:0:1	0	0:8:2	ヤマブキA
その他	5:5	8:0:2	0	0:6:4	無



写真 5.3.51 擬石塗り見本 コーニスには右（白セメント：消石灰＝10：0）を採用した



写真 5.3.52 擬石塗りサンプルと壁面を比較し、配合を決定した



写真 5.3.53 石製コーニス欠損部に千鳥にピン打ち、ワイヤーを張った



写真 5.3.54 ワイヤーにからめるように下塗りを行う



写真 5.3.55 下塗り完了



写真 5.3.56 中塗り



写真 5.3.57 上塗り後、角を型で押さえる



写真 5.3.58 洗い出し完了

c. 擬石装飾部の補修

(1) 破損状況および修理方針

イ 破損状況

戦災復旧工事による石部の擬石による補修箇所は、形状は保たれているものの、下塗のモルタル材の劣化が著しく、脆い状態にあった。

ロ 修理方針

過去の擬石塗り仕上げは石彫の形状が巧妙に踏襲されている。美観上、重要な場所であることも考慮し、塗り替えは行わず、既存の擬石塗りを強化処理し、吸水防止剤を塗布して保存する方針とした。

(2) 実施仕様

イ 材料

石材強化剤：ILKA[®]-Steinverfestiger OH / ILKA-Chemie

ひび割れ充填剤：モルタル・スラリーグラウト材（鉋物加工モルタル） ILKA[®]-Fugenmörtel / ILKA-Chemie



写真 5.3.59 経年劣化により擬石が脆くなっていた



写真 5.3.60 損傷の個所に強化剤を含ました

吸水防止剤：風化劣化損傷防止処理剤 ILKA[®]-Siloxan / ILKA-Chemie

ロ 工程

- ① 損傷部分を洗浄し、汚れ、埃を取り除く。必要に応じて薬剤を用いて洗浄する。薬剤洗浄については、同節 10 薬剤による修理「薬剤による保存・劣化防止処理」「洗浄保存処理と ILKA[®]製品の概要」を参照。
- ② 乾燥後、ひび割れから石材強化剤「ILKA[®]-Steinverfestiger OH」を刷毛でしみ込ませる。刷毛を押し付け、含浸していることを確認する。
- ③ 強化剤含浸後、約 1 か月の効果期間をおく。
- ④ ひび割れ部分に疎水性モルタル「ILKA[®]-Fugenmörtel」を充填した。
- ⑤ 雨に濡れないよう 1 日養生をする。
- ⑥ 吸水防止剤「ILKA[®]-Siloxan」を刷毛で含浸塗布する。
- ⑦ 雨に濡れないよう 1 日養生をする。

8 石材の補修

(1) 破損状況および修理方針

イ 破損状況

石材の損傷部には過去の補修により擬石塗りが施されている（同節 7 擬石洗い出し塗を参照）。それ以外には、ひび割れや角の小さな欠損がみられたが、落下の危険性や、構造や材そのものの保存に影響するような大きな損傷は認められなかった。

ロ 修理方針

ひび割れからの雨水の浸入を防ぐため、撥水や充填など、主に薬剤を用いた保存・劣化防止処置を行う方針とした。

対象は、石部、テラコッタ、既往の擬石補修箇所（笠木、軒下、石彫装飾、窓廻りなど）である。

ひび割れの幅によって、次のように修理方針を決定した。なお、補修に際しては、ひび割れ箇所を高圧洗浄や洗剤・薬剤を用いて、十分に洗浄し、汚損を取り除いたうえで施工を行った。

- 0.3 mm未満は、吸水防止剤を細筆で表層に塗布する。
- 0.3 mm以上、0.4 mm未満は、注射器にて吸水防止剤を注入する。
- 幅 0.4 mm以上は、止水モルタルを充填する。

(2) 実施仕様

イ 材料

アルカリ性洗浄濃縮液：ILKA[®]-Steinreiniger A / ILKA-Chemie

酸性洗浄濃縮液：ILKA[®]-Steinreiniger S / ILKA-Chemie

吸水防止剤：風化劣化損傷防止処理剤 ILKA[®]-Siloxan / ILKA-Chemie

ひび割れ充填剤：モルタル・スラリーグラウト材（鋳物加工モルタル） ILKA[®]-Fugenmörtel（白） / ILKA-Chemie ※セメントを配合して調色

ロ 工程

- ①ロールマスカー、ブルーシート等、補修材料の落下を防ぐ程度の軽微な養生を行った。
- ②ひび割れ部分のシーリング材、汚れなどを除去した。固着した汚れには、アルカリ性洗浄濃縮液「ILKA[®]-Steinreiniger A」や酸性洗浄濃縮液「ILKA[®]-Steinreiniger S」を塗布し、水で十分に洗い流した。
- ③十分に乾燥させた後、ひび割れ部分に吸水防止剤「ILKA[®]-Siloxan」を細筆や注射器で、十分にしみ込ませた。
- ④雨に濡れないよう養生をして、1日乾燥させた。
- ⑤ひび割れ部分に疎水性モルタル「ILKA[®]-Fugenmörtel」を擦り付けた。
- ⑥雨に濡れないよう養生をして、1日乾燥させた。
- ⑦充填部の表面処理として、吸水防止剤「ILKA[®]-Siloxan」を細筆で染み込ませるように塗布した。
- ⑧雨に濡れないよう養生をして、1日乾燥させた。
- ⑨施工範囲の養生を撤去した。

9 外装洗浄

a. 温水洗浄

(1) 破損状況および修理方針

イ 破損状況

テラコッタ製笠木・装飾および石部、擬石補修部、煉瓦タイルなどの外装は、全体的に埃等の汚れが付着して黒ずんでいた。擬石補修箇所は、石部よりも埃等による黒ずみが著しく石部との色調の差が目立っていた。この他、部材を固定する鉄太柄の錆の付着が部分的に見られた。

ロ 修理方針

大時計のテラコッタを除く外壁全面に温水高圧洗浄を行うこととした。水温は、ノズル先端では90℃程度だが、建物の表面に接するときには40℃程度となる。また、テラコッタ製のボーダー装飾部分は、圧力によって、割れなどの損傷が生じないことを確認のうえ、実施することとした。

高圧洗浄で取り切れない汚れは、希釈した中性洗剤液を用いてナイロンブラシで擦り、水で洗い流す。

さらに取り切れない固着した汚損、黴、白華の他、錆による着色箇所などは、汚損の状態に応じて薬剤を選び、部分的に洗浄を行うこととした。

(2) 実施仕様

水温を90℃にセットして、温水高圧洗浄を外装全面に行った。

石部は、全体的に汚れが除去され、本来の色調になった。擬石の色調も、汚れを除去した結果、石部に合わせて造られていたことが分かった。

笠木やボーダー装飾のテラコッタは、全体的に埃等による汚れは除去できたものの、固着した汚れは取り除くことができなかった。また、部分的に変色した箇所もあった。

b. 薬剤洗浄（石部）

外壁の基壇、コーナー、ボードー、付柱の頂部、窓廻りなどの装飾部には、花崗岩が用いられている。

(1) 破損状況および修理方針

イ 破損状況

石材の損傷には、ひび割れ、変色、汚損のほか、欠損部補修個所の擬石の劣化などがみられたが、大きな割れや欠けはなかった。

石材固定用の太柄や躯体の鉄筋・鉄骨の錆による着色、石材に含有される鉄分による変色、白華・水垢・埃などの汚れの固着などが散見された。

ロ 修理方針

温水高圧洗浄を行い、汚れが残った個所は、中性洗剤でナイロンブラシを用いて洗浄を行う。それでも着色・汚損が除去しきれない個所は、薬材を用いて洗浄することとした。薬剤洗浄の実施個所は、試験洗浄を行い、石材への影響を確認した上で、本施工を行う。

また、洗浄にあたっては、洗剤・薬剤が残留しないように、水で十分に濯ぎ流すことを徹底した。

(2) 実施仕様

イ 材料

石材の変色・汚損の除去

石材用弱酸性洗浄剤：ACS クリーナー／キハラシステム

成分 フッ化物塩、有機酸、増粘剤、水

石材用弱アルカリ洗浄剤：スペースショット万能環境クリーナー／Blast Off International Chemical and Manufacturing（米）

成分 モノプロピレングリコールメチルエーテル、アルキル-N,N-ビス(ヒドロキシエチル)アミド、プロピレングリコールモノプチルエーテル、メタケイ酸ナトリウム、ジエタノールアミン

石材の錆の除去

石材用錆・水垢などの除去剤：さびとれ花子／紺商

成分 塩酸(5～10%)、リン酸(10～25%)、有機酸、特殊アニオン系界面活性剤、特殊ノニオン系界面活性剤

石材用酸性洗浄剤の中和剤：分散太郎／紺商

成分 水酸化ナトリウム(1～4%)、有機酸塩、特殊キレート剤、水

石材用染み取り湿布吸着剤：ネンドル／紺商

成分 珪酸塩鉱物

ロ 工程

石材の変色・汚損の除去

- ①施工範囲以外に洗浄剤が付着しないように、施工個所の下方にブルーシートを設置し、その端部から洗浄液がバケツにたまるように養生を行った。
 - ②必要以上に薬剤が浸透しないよう、石材を水で湿らせた。
 - ③石材の表面に付着している汚れを除去するために、弱酸性洗浄剤「ACS クリーナー」を塗布し、洗浄した。
 - ④「ACS クリーナー」が残留しないように、ブラシやスポンジを使用し、丁寧に濯ぎ洗いを行った。
 - ⑤再度「ACS クリーナー」を塗布し、洗浄した。
 - ⑥ACS クリーナーが残留しないように丁寧に濯ぎ洗いをした。
 - ⑦弱アルカリ系洗剤「スペースショット 万能環境クリーナー」を塗布し、中和をかねて洗浄した。
 - ⑧「スペースショット 万能環境クリーナー」が残留しないように、丁寧に濯ぎ洗いをした。
 - ⑨乾いたウエスで丁寧に乾拭きを行った。
- ※汚れが除去できない部分は、工程(②～⑦)を繰り返し行った。
- ⑩「スペースショット 万能環境クリーナー」が残留しないように丁寧に濯ぎ洗いを行った。
 - ⑪染みが除去できたことを確認し、きれいな水で濯ぎ洗いを行った。
 - ⑫乾燥養生として翌日まで放置した。

石材の錆の除去

- ①施工範囲以外に洗浄剤が付着しないように、施工個所の下方にブルーシートを設置し、その端部から洗浄液がバケツにたまるように養生を行った。
- ②必要以上に薬剤が浸透しないように、石材の錆が出ている表面を水で湿らせた。
- ③石材用染み取り湿布吸着剤「ネンドル」と石材用錆・水垢などの除去剤「さびとれ花子」を混ぜ合わせ、よく練り込んでペースト状にした。

- ④③のペースト状にした混合剤を厚み2～3mm程度になるように鏽表面に張り付けた。除去剤が蒸発しないよう、ポリエチレンフィルムで覆った。
 - ⑤汚損の程度により、8時間以上養生をした。
 - ⑥「ネンドル」を取り除き、霧吹きで水を吹き掛け、乾いたウエスで丁寧に乾拭きを行った。
- ※汚れが除去できない部分は、工程(②～⑥)を繰り返し行った。
- ⑦汚れ除去後、酸性洗浄中和剤「分散太郎」を刷毛で塗布した。
 - ⑧低圧の噴霧器を使って水で薬剤の残留がないように丁寧に濯ぎ洗いを行った。
 - ⑨除去水のpH試験(リトマス試験紙)を行い、薬剤の残留がないことを確認した。
 - ⑩乾燥養生として翌日まで放置した。

10 薬剤による修理

a. 吸水防止処理

(1) 破損状況および修理方針

イ 破損状況

煉瓦や古いタイルは、表面が多孔であるため、雨水が浸透しやすい状態にある。雨水の浸透により、タイルの浮きや、躯体鉄筋の腐食、白華現象が引き起こされていた。

ロ 修理方針

壁体頂部からの雨水の浸入がないことを確認した上で、外壁及び装飾部の全面に表面から薬剤を含浸させ、吸水防止処理を行うこととした。

吸水防止剤は表5.3.5の5種類について試験施工を行ったうえで、成分や施工実績を踏まえて決定することとした。

試験施工の方法

- ①旧館北面の壁面の一部を5分割し、各材料をメーカーの推奨する方法、回数で含浸塗布した後、十分に乾燥させた。
- ②ホースで水を掛けて、撥水状況を確認した。

試験施工の結果

乾燥後は、Aは表面に若干の光沢が見られた。水の浸透が疎外されている状況は、すべての材に

おいて確認できたが、効果には違いが認められた。

Dが最も効果が高く、壁面に掛けた水がサラサラと滑り落ちていく様子が確認できた。

次いでCが効果が高く、Dに比べると、水滴の粒がやや大きく、停滞時間が若干生じるものの、目視で効果が確認できた。

薬剤の決定

A・Bのフッ素系材料は、表面に塗膜を形成することで、防水効果を発揮するため、除去が難しいと判断した。C・D・Eは、溶液を表層に含浸させて、吸水しない層を形成する。被補修材を健全な状態で保存するためには、形成された層の奥の部分で内部結露を起こさないように、水の浸入を防ぐとともに、空気や蒸気の透過性が求められる。

Dは、主剤であるシランおよびシロキサンの分子を小さく加工しているため、材に深く浸透拡散して緻密な表面層を形成し、耐紫外線・耐熱・撥水性の効果を発揮し、耐久性を高めることや、非造膜のため蒸気を透過させるので、水、蒸気、氷、三様の「水」が起因する劣化要因から母材を保護することについて製造元から説明があった。

CとEについては、空気・蒸気の透過性について確認できなかった。

Dはドイツにおいての実績はあるものの、日本での施工実績は限られている。しかし、今回の試験施工の結果と他物件での実績を考慮し、DのILKA®-Siloxanを採用することにした。なお、試験施工の結果、Dのタイル面への塗布量は、0.15ℓ/m²であった。

表 5.3.5 吸水防止剤試験施工実施材料

	材料名	メーカー	成分	耐用年数
A	ADコート AD-ホワイト	アドバンス	フッ素+シリコン	10
B	プロトケア XOP	キーストン	フッ素ポリマー	10
C	エクセラ	関西ペイント	シラン、シロキサン	8
D	ILKA-Siloxan	ILKA	シロキサン	15
E	アレスアクア タイルガード	関西ペイント	ポリシロキサン化合物	7

(2) 実施仕様

イ 材料

吸水防止剤：風化劣化損傷防止処理剤 ILKA[®]-Siloxan / ILKA-Chemie

成分 シラン・シロキサン配合

ロ 工程

- ①施工完了後に行った高圧温水洗浄の後、建物の外装が十分に乾燥したことを確認し、刷毛やローラーで吸水防止剤「ILKA[®]-Siloxan」を外壁及び装飾部の全面に含浸させた。
- ②施工後は、雨に濡れないよう1日乾燥させた。



写真 5.3.61 工事中の旧館および第二書庫全景 南西から

【薬剤による保存・劣化防止処理】

本工事では薬剤による保存・劣化防止処理を行った。使用した主な薬剤は以下のとおりである。

材料

テラコッタ製レリーフ洗浄：アルカリ性洗浄濃縮液 ILKA®-Steinreiniger A

石・テラコッタ断面の硫化物分解除去：酸性洗浄濃縮液 ILKA®-Steinreiniger S

爆裂した鉄筋の処理：赤錆不導体変換剤 ILKA®-Caracho Rostumwandler

ひび割れ充填（疎水）：モルタル・スラリーグラウト材（鉱物加工モルタル） ILKA®-Fugenmörtel

エフロ・モルタル除去：酸性洗浄濃縮液 ILKA®-SZ

吸水防止処理：風化劣化損傷防止処理剤 ILKA®-Siloxan

擬石・石の劣化部の強化：石材強化剤 ILKA®-Steinverfestiger OH

以上、全て ILKA-Chemie GmbH 製。

工程

薬剤の使用量や湿润時間、洗浄回数などは、素材や汚損の原因や程度により、各個所で異なるため、ここでは、薬剤による保存・損傷防止処置の基本的な工程を記す。

- ① 洗浄個所の埃、汚れを、材を傷つけないようにナイロンブラシ、ウエスなどを用いて取り除く。
- ② 洗浄個所を水で十分に湿らせる。
- ③ 汚損状況に見合った薬剤を用いて^註、刷毛やブラシで塗布する。必要に応じて、ティッシュペーパーやラップで湿布を行う。薬剤が反応するまで適切な時間放置する。
- ④ 汚れをナイロンブラシで擦り取るか、ウエスで拭きとった後、水で十分に汚れと薬剤を洗い流す。
- ⑤ 必要に応じて②～④を繰り返す。
- ⑥ 水分をふき取り、自然乾燥する。⑧処理の内容や薬剤により、適切な養生期間を置く。
- ⑦ 必要に応じて、強化処理、モルタル充填などを行う。
- ⑧ 処理の内容や使用する薬剤により、適切な養生期間を置く。
- ⑨ 風化劣化損傷防止剤（吸水防止剤）を塗布する。

註 基本的には、菌類の殺菌や殺根処理を行った後、薬剤洗浄（アルカリ性、酸性、バイオなど）を行う。



石材に付着した錆の洗浄試験（洗浄前）



緑色部分は薬剤が反応している（洗浄中）



石材に付着した錆の洗浄試験（洗浄後）

【洗浄保存処理と ILKA® 製品の概要】

保存処理は以下の4種の組合せを基本として行う。

- ①殺菌殺根処理 真菌・藻類・黴などを取除く。
- ②洗 浄 塵埃・化学種塵埃（排気ガス）や、必要に応じて経年の汚れなどを取除く。
- ③強化処理 脆くなった対象基材の結合力を回復させる。
- ④保護処理 雨水などの水に起因する劣化要素から基材を守る。

①殺菌殺根処理

藻類や菌類は pH 2 の環境で育成している。例えば洗浄機を用いて水圧で水洗いを行っても、菌類の根が残るので再発する。菌類の根から分解除去を行う必要性があり、「殺菌」と「分解」の二つの方法がある。

殺菌処理

- ・Sainilosung（主に外部に使用、pH 値 13 塩素タイプ）
- ・Schimmelkiller（主に内部に使用 pH 値 12 塩素タイプ）

分解処理

- ・Sainilosung chlorfrei（塩素未使用）
- ・Schimmelkiller chlorfr（塩素未使用）

いずれかの殺菌剤を含浸し2～3時間接触させて、菌類を殺菌・分解する。また時間の経過とともに、塩素が揮発・気化し、真菌・藻類・カビと反応する。反応後の洗浄水は、公共下水道に排水・廃水することが出来る。

②洗浄

対象となる基材の種類・性質や仕上げの仕様などにより、アルカリ洗浄剤と酸性洗浄剤の使い分けが必要である。また Bio パイオタイプの洗浄剤を使用する場合もある。

アルカリタイプの洗浄剤：

5種類の成分をブレンドし、アルカリと相性の良い界面活性剤を厳選して、4～5年間の経年試験を経て、安定性が確認された製品である。外壁の蛇腹などに見受けられる黒ずみの分解除去に用いる。

- ・石材洗浄剤 A Steinreiniger-A（アルカリ性の液体洗浄剤）
- ・石材洗浄剤 AP Steinreiniger-AP（アルカリ性のペースト状洗浄剤）
- ・石材洗浄剤 APV Steinreiniger-APV（アルカリ性のペースト状洗浄剤で最強力）

酸性タイプの洗浄剤：

厳選した性能の酸を用いて、約4,500種類ほどの界面活性剤の中から、環境に配慮し、よりすぐれた性能を発揮させるために、独自の組合せを行った製品である。母材表層に負荷を与えず、損傷することなく、強固な硫化物を分解除去する。この中で洗浄力が最も強力な石材洗浄剤-FSV5は、旧東ドイツの褐炭・亜炭などによる汚れを分解するために開発された。

- ・石材洗浄剤 S Steinreiniger-S
- ・石材洗浄剤 FS Steinreiniger-FS
- ・石材洗浄剤 FSV Steinreiniger-FSV
- ・石材洗浄剤 FSV5 Steinreiniger-FSV5

③石材強化処理

- ・石材強化剤-OH Steinverfestiger-OH (Ohne Hydro、シリコン未配合)

石材は経年により結合力が弱く脆くなっていく。自然石・天然石は酸性・アルカリ性にかかわらず、シリカで結合している。エチルエステルベースの石材強化剤 OH を含浸させるとシリカゲルに変化し、約2週間後にはシリカに変化する。このシリカによって結合力を取り戻し、強度を回復させる。乾燥・結晶化したシリカ（キーゼルゾイレ）の耐候性・耐用年数は20～30年程度の効果を保持する。

④風化劣化損傷防止処理

- ・風化劣化損傷防止剤 Siloxan

Siloxan を含浸させることにより、「水を通さない」「水を入れない」「蒸散呼吸を阻害しない」「凍害防止」「藻類・菌類・種子の着床・育成を阻止」する。ひび割れに対しては0.4mmまで対応できる性能を持つ。

主たる成分であるシリコン・シラン・シロキサンは石炭から取り出し、石油を含んでいない。浸透と拡散の性能を上げるため、シラン・シロキサンの分子を小さく加工を施している。溶媒ナフサ（ホワイトスピリット・テストベンジン）は、誤飲した場合のみ有害であるが、非危険物でこれ以外は無害の製品である。

酸性ガスCO₂の滲入を防ぎ、木材にも使用可能である。木材処理では、防虫機能を付与する可能性もある。

アスベストを含有している基材では、アスベストと結合して飛散を防止する。日本や中国の一般普及品は廃油から抽出した原材料を用いており、コストを抑えることはできるが、純度が低く・有害性を伴うものが多い。

(株式会社ケミカルプロセス シー・ピー 萩原義久)

第4節 内装工事

1 壁および天井

a. 風除室

(1) 破損状況と修理方針

イ 破損状況

壁は漆喰塗で、天井はベニヤ下地に合成樹脂エマルジョン塗、廻り縁は木製でオイルステイン塗にクリヤーラッカーが塗装されていた。

経年による塗膜の剥離が著しく、美観が損なわれていたものの、木部の腐食はなく、漆喰の浮きもわずかで、比較的良好な状態にあった。

ロ 修理方針

壁面は下地を平滑に整えた後、水性反応形エマルジョン塗料で塗装した。天井および廻り縁は、既存の塗膜を除去したうえで、下地処理を行い、塗装することとした。

(2) 実施仕様

イ 材料

下地調整：合成樹脂エマルジョンパテ ダンパテ／

メーカー

下塗：反応硬化形1液速乾エポキシシーラー 1液浸透シーラー JISA6909 / 日本ペイント

中塗・上塗：水性反応硬化形塗料 水性ケンエース JISK5663 / 日本ペイント

ロ 工程

①黒黴などの汚損箇所は、ウエスで汚れをふき取った。

②天井および廻り縁の既存塗膜の剥離部分を皮すきで落とした。

③素地調整：サンドペーパーを用いて素地を傷めないよう状態を確認しながら、表面を研磨した。剥離・損傷部分は「ダンパテ」で平滑に整えた後、清掃し、乾燥させた。

④下塗り：「1液浸透シーラー」を刷毛・ローラーで塗装した。

④中塗り：希釈した「水性ケンエース」を刷毛・ローラーで塗装した。

⑤上塗り：希釈した「水性ケンエース」を刷毛・ローラーで塗装した。



写真 5.4.1 風除室（修理後）

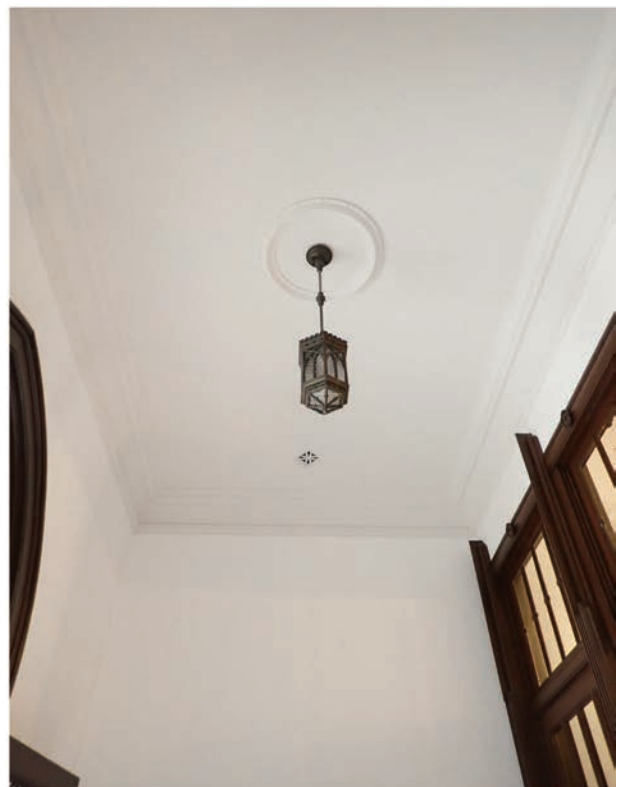


写真 5.4.2 風除室（修理後）

b. 玄関ホール

(1) 破損状況と修理方針

イ 破損状況

腰壁は木製で、オイルステイン塗にクリアラッカー塗仕上げ、腰上壁面は漆喰塗上に合成樹脂エマルジョン塗仕上げであった。天井はベニヤ下地に合成樹脂エマルジョン塗仕上げ、モールディングは石膏仕上げに合成樹脂エマルジョン塗仕上げであった。

「a. 風除室」と同様に、大きな破損につながる損傷は認められなかった。



写真 5.4.3 玄関ホール 北から (修理前)



写真 5.4.4 玄関ホール 天井 (修理前)

ロ 修理方針

壁面は下地を平滑に整えた後、合成樹脂エマルジョンペイントで塗装する。天井およびモールディングは、既存の塗膜を除去したうえで、同様に下地処理を行い、塗装を行うこととした。

(2) 実施仕様

イ 材料

「a. 風除室」に準ずる。

ロ 工程

「a. 風除室」に準ずる。

c. 階段室

(1) 破損状況および修理方針

イ 破損状況

壁はコンクリート躯体に石膏系の材（ドロマイトプラスターと推測）を 30 mm 程度の厚さで直塗りし、漆喰塗で仕上げている。打診検査の結果、床面から 1,800 mm 以上の壁面の 90% 以上に浮きが認められた。



写真 5.4.5 玄関ホール 天井 (修理前)



写真 5.4.6 玄関ホール 壁 (修理前)

ヴォールト天井は、木摺下地に漆喰塗を施した上に、合成樹脂エマルジョンペイント塗装仕上げとなっていた。屋根裏から目視で確認したところ、天井の木摺の隙間から石膏系の材が押し出された状態が確認でき、漆喰塗の下擦りが木摺りに密着していることがわかった。室内側からも中塗り、上塗りの浮きは確認されなかった。

□ 修理方針

壁の石膏層と漆喰層は、天井ヴォールトと一体となっていることや、天井の漆喰は良好な状態にあることを考慮して、CPアンカー工法を採用し、安全性を確保することとした。壁面からピンを1m間隔に打ち、漆喰塗と石膏塗の層をコンクリート躯体に固定する。なお、クラック周辺には、1m間隔に係わらず、必要に応じてピンを打つこととした。

ピン及びクラック個所には寒冷紗を貼り、パテで表面を平滑にした後、壁面全体を消石灰系仕上げ塗料で塗装することとした。

ヴォールト天井は、壁面の仕上げと揃えるために

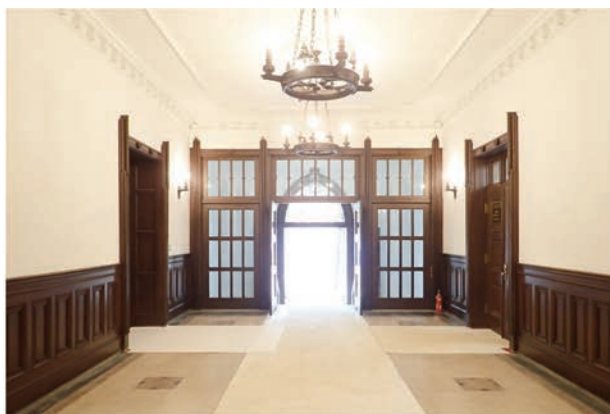


写真 5.4.7 玄関ホール 北から (修理後)



写真 5.4.8 玄関ホール 南東から (修理後)

塗装のみ行うこととした。

(2) 実施仕様

イ 材料

ステンレスピン ボンドCPアンカー 径6mm 長さ50mm/コニシ

注入用エポキシ樹脂 ボンドE209W/コニシ

合成樹脂エマルジョンパテ ダンパテ/メーコー

塗装 アレスシックイ外部用/関西ペイント

□ 工程

- ①黒黴などの汚損個所は、ウエスで汚れをふき取った。
- ②微振動ドリルで、1m間隔に仕上げ壁面からコンクリート躯体面まで穿孔した。
クラック部には、1m間隔に係わらず、必要な個所に穿孔した。
- ③孔内をハンドブローで清掃した。
- ④孔内にエポキシ樹脂「ボンドE209W」を充填し、ピンを挿入し、先端を広げて躯体に固定した。
- ⑤ひび割れ個所にプライマーを塗った。
- ⑥ピン挿入個所とひび割れ個所に寒冷紗を貼り、合成樹脂エマルジョンパテ「ダンパテ」を押し付けて平滑にした。なお、「ダンパテ」は2回塗とした。
- ⑦仕上げ壁全面に、下塗りとして「アレスシックイ外部用含浸シーラー」を刷毛・ローラーで塗装した。
- ⑧中塗りは「アレスシックイ外部用バインダー」を刷毛・ローラーで塗装した。
- ⑨上塗りは「アレスシックイ外部用」を2回塗装した。



写真 5.4.9 大階段室 ヴォールト天井木摺 (小屋裏から)

ステンレスピンは、長さが 50 mm を使用し、挿入深さは 12 ～ 3 mm となる。製造元の仕様では、挿入深さ 20 mm で引き抜き強度は 3,480N であり、本工事においては、アンカーピンの耐力を 1,000N と設定しているため、問題はないという結論に至った。 (館崎)



写真 5.4.12 大階段ホール ヴォールト天井 (修理後)



写真 5.4.10 大階段室 (修理前)

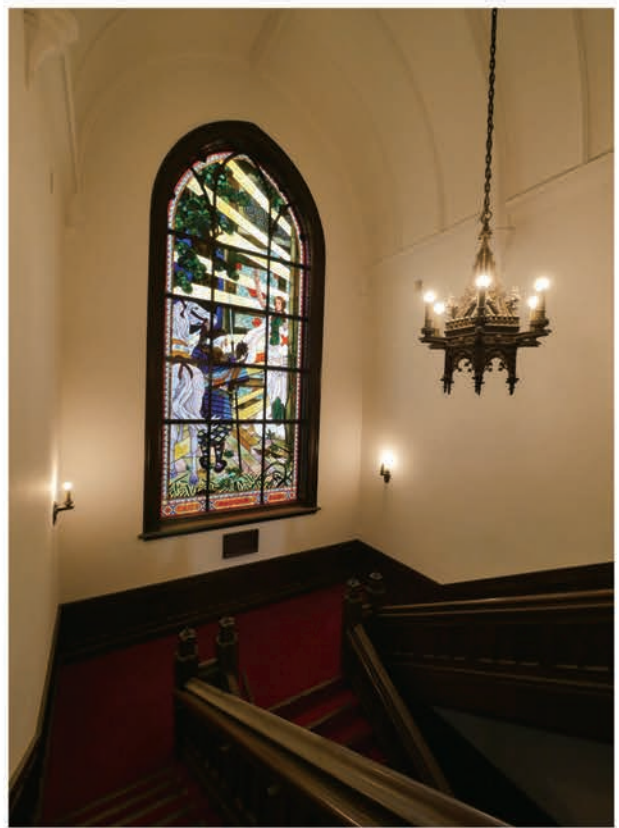


写真 5.4.13 大階段室 (修理後)



写真 5.4.11 大階段室 (修理前)



写真 5.4.14 大階段室 (修理後)

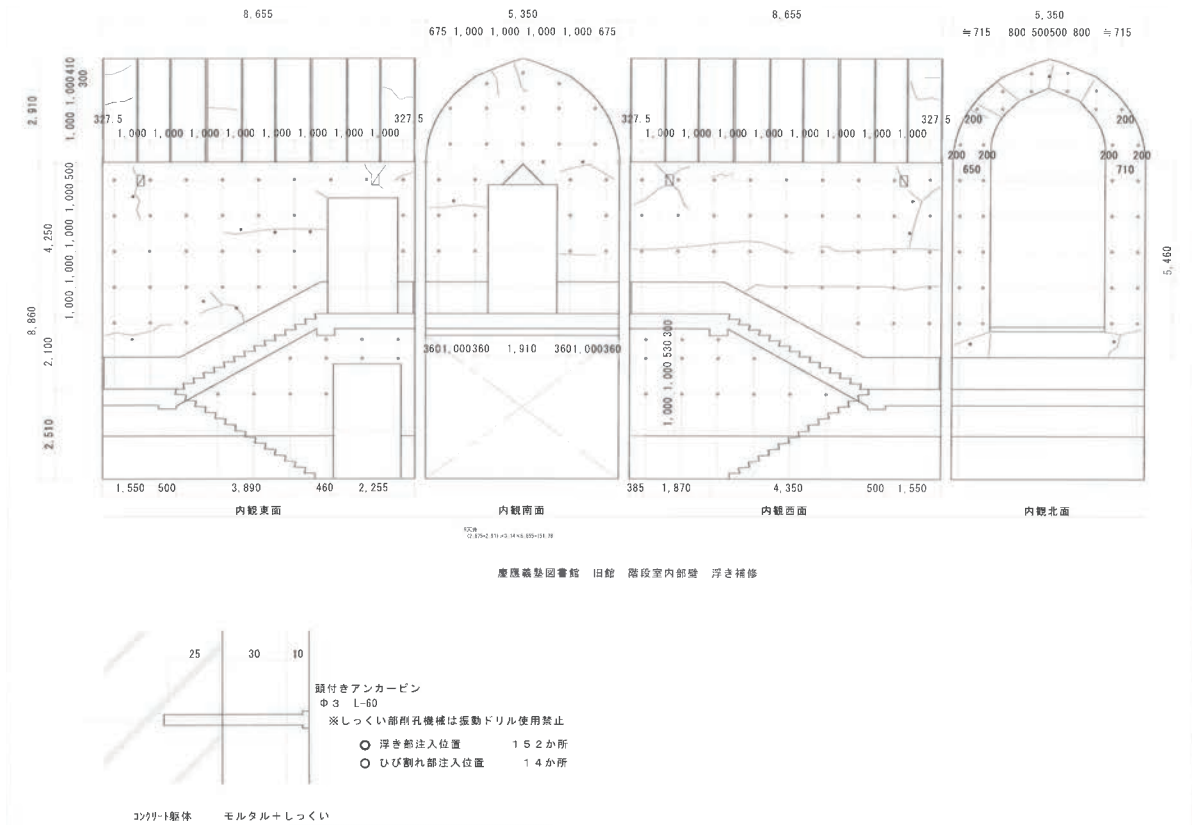


図 5.4.1 ピンニング位置図



写真 5.4.15 大階段室 北から (修理後)

【アンカーピン耐力の算出方法】

1. 壁 1.0 m²あたりのアンカーピングリッドについて

アンカーピンの標準グリッドは1.0 m×1.0 mに対して、1本とする。ピッチは1.0 mとする。

2. アンカーピンの体力について

アンカーピンの引き抜き強度は、1000N ≒ 100 kg、セندان体力は1500N ≒ 150 kgとする。せん断耐力は試験値の約1/3とした。

3. 壁 1.0 m²あたりのアンカーピン耐力と地震時に発生する応力について

1.0 m²あたりアンカーピンを1本としてアンカーピン1本の保持力と、地震時にモルタル+漆喰に作用する水平力及び鉛直力を比較し、アンカーピン1本の保持力が大きいことを確認する。

ここで、水平方向の地震力(外力)は加速度を500galとして水平方向の震度は500gal / 980gal ≒ 0.5とする。

鉛直方向の地震力(外力)は、水平方向震度×1/2により、加速度を250galとして鉛直方向の震度は250gal / 980gal ≒ 0.25とする。

モルタル+漆喰仕上げ層の1 m²あたりの質量は、面積1 m²、厚さ40 mm、密度2.1t / m³とすると、1.0 m×1.0 m×0.04 m×2.1 t / m³ = 0.084t となる。

したがって、水平方向の地震力(外力)は、自重×水平震度より、0.084t × 0.5 = 0.042t = 42 kg となる。

この水平方向の地震力をアンカーピン1本(100 kg)で負担し保持するものと考えられる。

鉛直方向の地震力(外力)は、0.084t × 0.25 = 0.021t となる。

自重を考慮すると、0.084t + 0.021t = 0.105t = 105 kg となる。

この鉛直方向の地震力をアンカーピン1本(150 kg)で負担し保持するものとする。

(戸田建設株式会社)

2 スチールサッシ補修

(1) スチールサッシの構成部材

大会議室のスチールサッシは2種類あって、南面のバルコニー部分に扉を兼ねたものが2箇所、南・東・北面に窓を兼ねたものが9箇所ある。前者は上部を尖頭アーチとした外枠と上方の横軸開閉窓、下方の障子とこれを受ける内枠から構成される。後者は同じく外枠と左右2箇所の横軸開閉窓、下方の左右障子とこれを受ける内枠から構成される。

(2) 破損状況と修理方針

イ 破損状況

外枠の下枠と縦枠の下方約15cmの腐食が甚だしく、曲がりや穴開き箇所が多数存在した。内枠関連では、下枠部分と外枠との間に入れたスペーサーと下部のヒンジ受、上枠に載せた庇の腐食が甚大で、ここでも曲がりや穴開き箇所が多数存在した。

また、ロッド棒・ロッド金具・ハンドル等の金具、金具固定のために使用したすり割り付き平ビスとすり割り付きなベビスに多数の欠失材が見られた。これ以外に取り外し時に除去せざるを得なかったものもある。

ロ 修理方針

外枠 縦枠下方と下枠で腐食の甚だしい部分は切断して取り外し、新規作製後、現場で溶接固定し、鉄パテ補修する。縦枠内側の痘痕状の凹凸をパテ埋めする。

横軸開閉窓 可動できるように調整する。押縁は取り外して曲がりを補正しケレンする。



写真 5.4.16 大外枠

内枠 腐食の甚だしい庇は新規作製しビス及び溶接固定する。下枠で腐食の甚だしい部分は新規作製し溶接固定し、外枠とのスペーサーは新規作製しビス固定する。

障子 欠失した押縁は新規作製、変形した部分を修正する。

金具その他 ロッド棒・ロッド上金具・ハンドル等欠失した金具は新規作製する。また分解時に再使用不可能となったビス等小部品は新規作製とする。

(3) 実施仕様

イ 材料

スチール材

外枠・内枠の下枠 JIS G 3101 一般構造用圧延鋼材 SS400

内枠スペーサー JIS G 3108 みがき棒鋼用一般鋼材 SGD1

ボンデ鋼板

庇 JIS G 3313 電気亜鉛メッキ鋼板及び鋼帯 SEHC
メッキ付着量:EB 最小2.5 g/m²(片面)

鋳物部品

調整器つまみハンドル JIS H 5120 シルジン青銅鋳物3種 CAC803

真鍮材

調整器、一部ビス JIS H 3250 快削黄銅2種 C3604

金属パテ(エポキシ系補修材)

デブコン SF / ITW PP&F ジャパン

錆止塗料(プライマー)

ゼッタール EP-2 / 大日本塗装



写真 5.4.17 大外枠

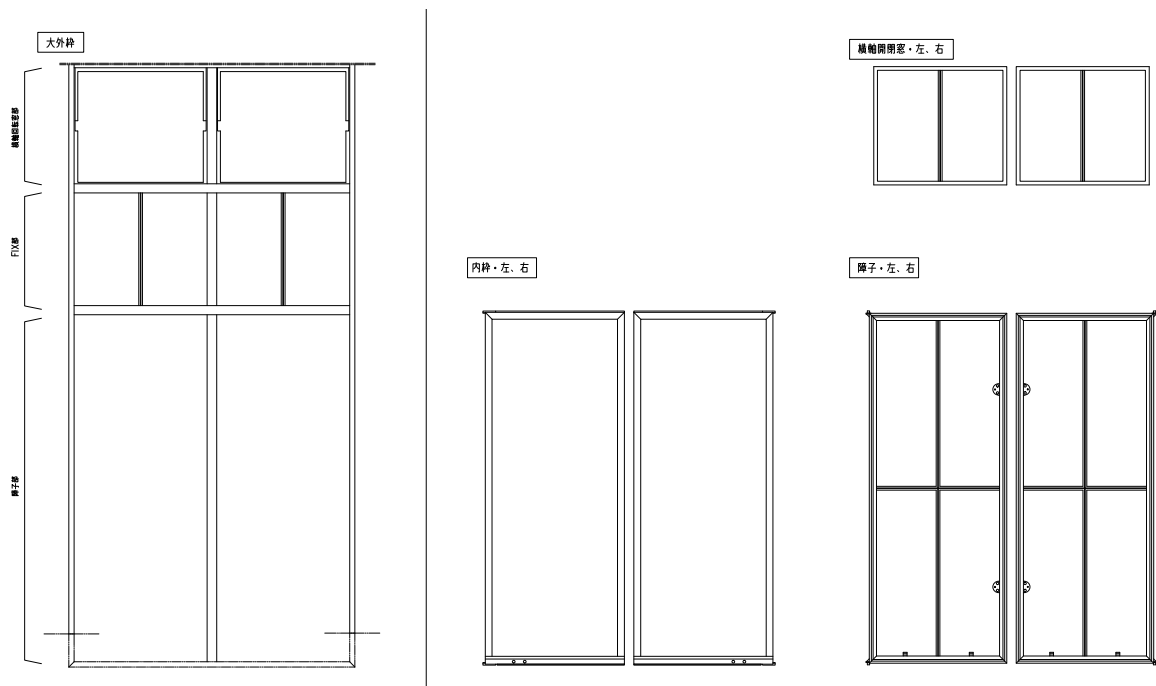


図 5.4.2 スチールサッシ構成部材

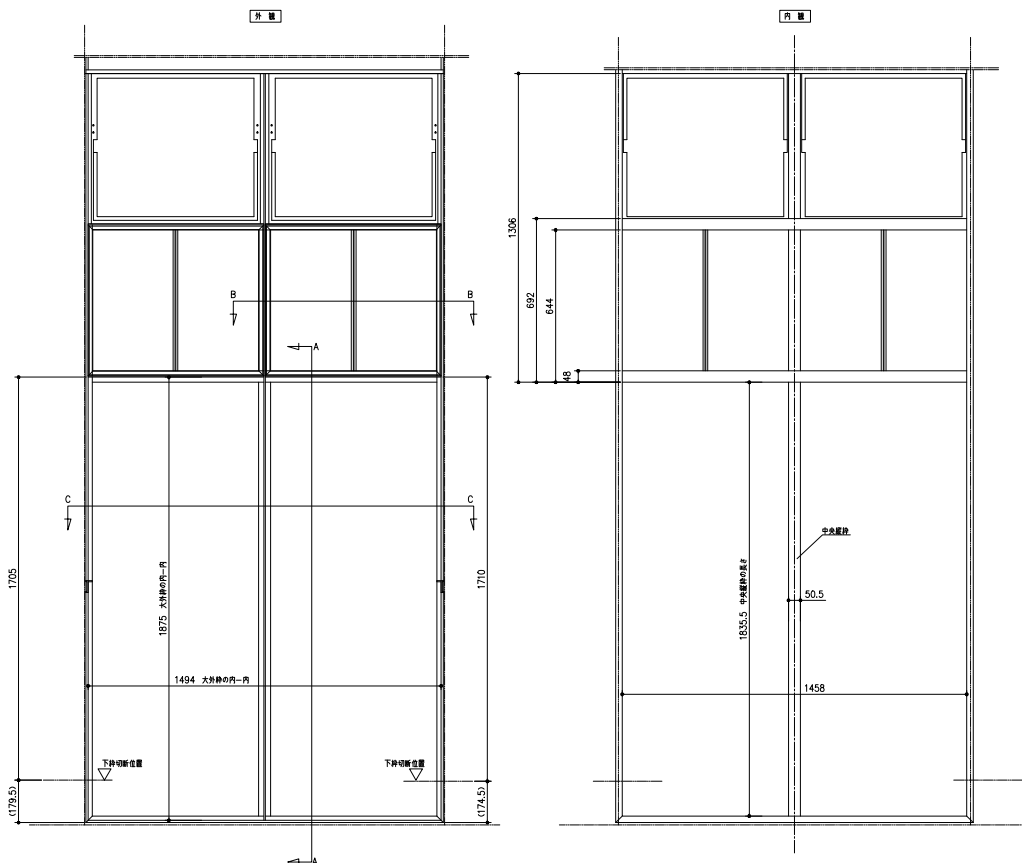
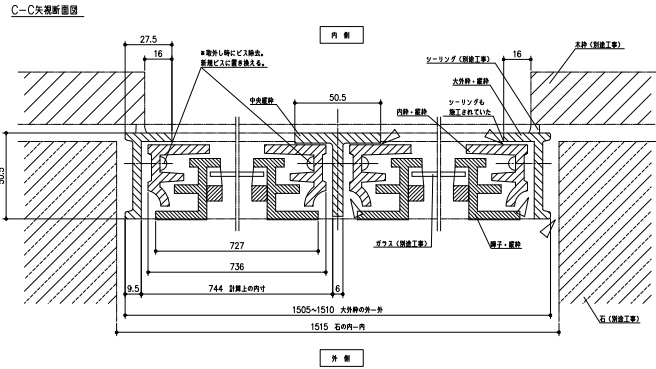
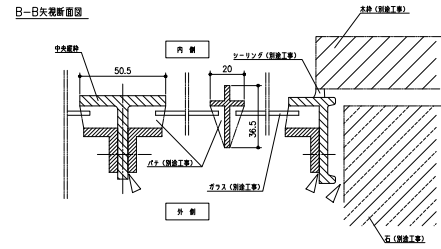
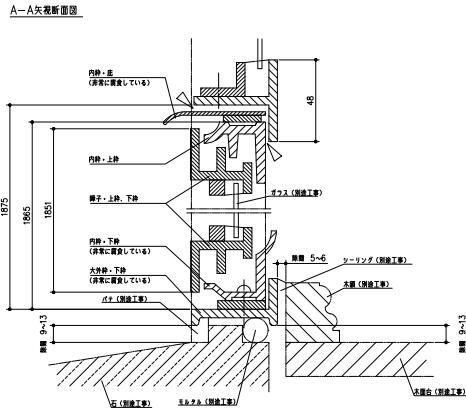


図 5.4.3 外枠姿図

大外枠及び他部材の組み付け断面図
※想像も含む



※三角部 (△) : パテ施工されていた (別途工事)

図 5.4.4 外枠及びほかの部材の詳細断面図

上部フィックス窓補修箇所
(四角枠囲み部) ※全て内観

- 補修内容
- ・押縁部材取外し
 - ・破損ガラス取外し
 - ・押縁部材ケレン、曲げ補修、防錆塗装
 - ・押縁、ガラス再取付

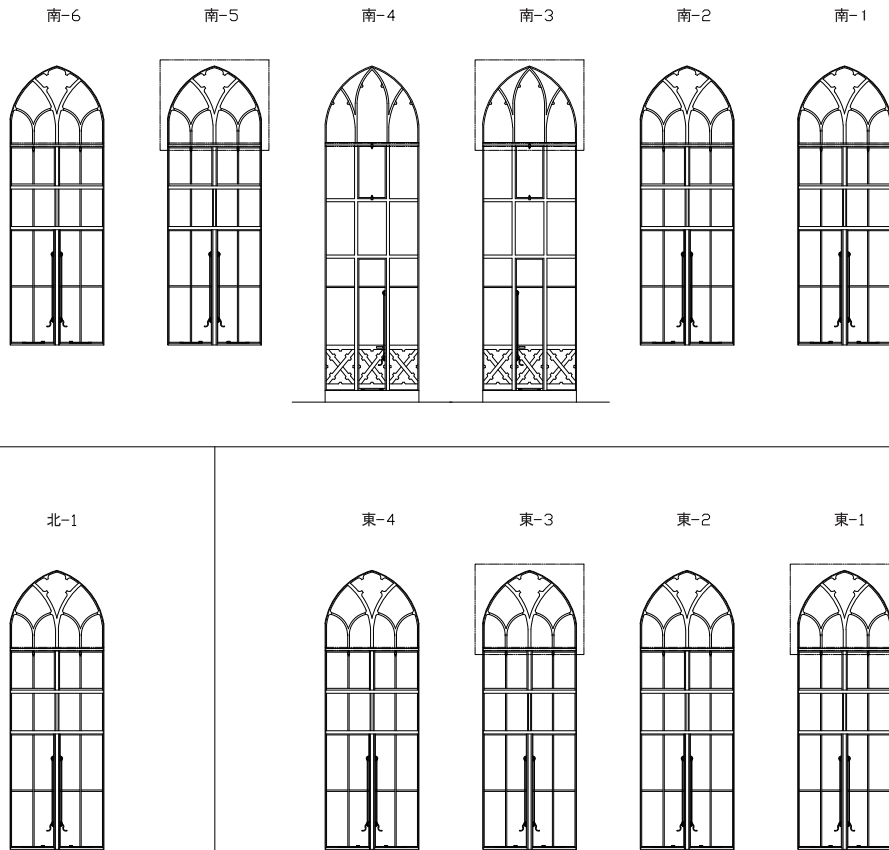
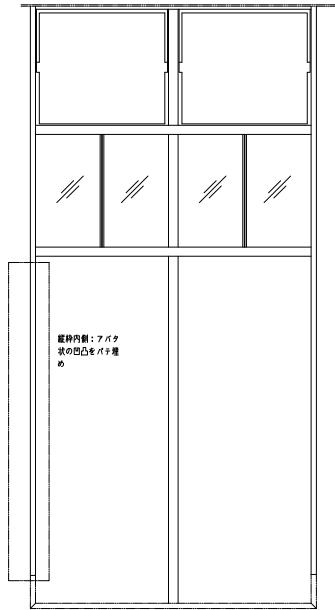


図 5.4.5 スチールサッシの補修リスト

現場作業

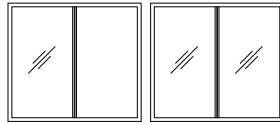
ケレン、錆止め塗装

大外枠



横軸開閉窓・左、右

開閉：可能できるように調整。
再取付後はビスで大外枠に固定
押棒：取外し、曲がり補修
ケレン後にガラスを再取付



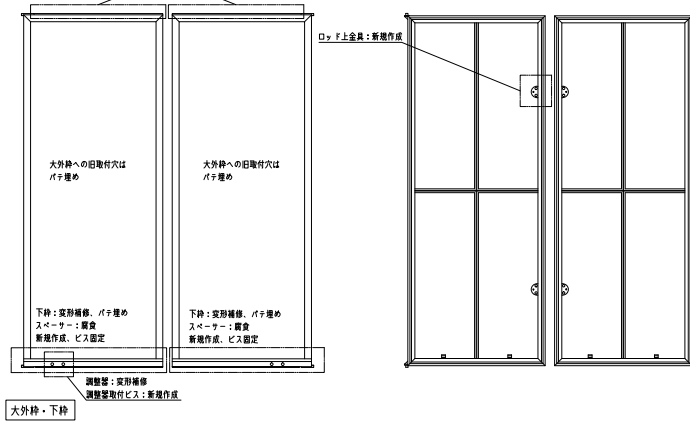
工場作業

ケレン、錆止め塗装

内枠・左、右

底：腐食大きい
新製作、ビス及び窓後固定
ヒンジ受けとの接続部：裏パテ補修

障子・左、右



新製作、現場で取付固定後裏パテ補修

*特記なき場合は内蔵品とする。
*窓前部品は指示せず。
*窓前部品等の取付ビス（再利用不可品、十字穴付等）は
すりわり付ビス（SUS）に交換。

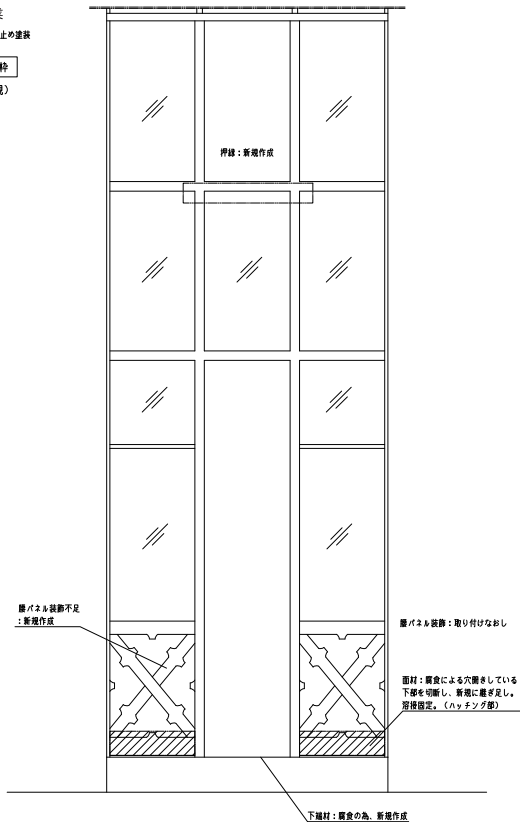
図 5.4.6 補修内容（南-2）

現場作業

ケレン、錆止め塗装

大外枠

（外観）



横軸開閉窓



開閉：可能できるように調整。
再取付後はビスで大外枠に固定
押棒：取外し、曲がり補修
ケレン後にガラスを再取付

工場作業

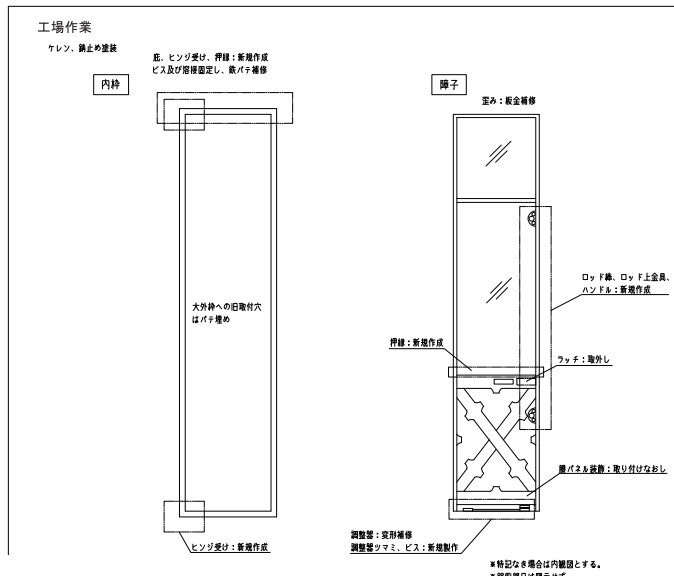
ケレン、錆止め塗装

内枠

底：ヒンジ受け、押棒：新製作
ビス及び窓後固定し、裏パテ補修

障子

底：板金補修



*特記なき場合は内蔵品とする。
*窓前部品は指示せず。
*窓前部品等の取付ビス（再利用不可品、十字穴付等）は
すりわり付ビス（SUS）に交換。

図 5.4.7 補修内容（南-4）

□ 補修工程

現場作業

- ①障子、内枠、横軸回転窓、付属金物の取外し
三方に取付いた木枠を取外し、障子、調整器、横軸回転窓の順に取外した。部材はビス止めされているため、部分的なショットブラストを使用して周辺のこびりついた塗料やシーリングを除去した。
- ②外枠部分下枠の切断、取外し（腐蝕が甚だしい部分）
ハンディソー等を使用して腐朽部分を取外した。
- ③取外した部材のケレン、及び補修要否の判断
取外した部材の内、補修の必要なものを工場へ
- ④外枠ケレン
ハンマー・ワイヤーブラシ・スクレーパー・エアハンマー・サンドペーパー・チッパー等を使用して行った。その際、黒皮を除去しないよう留意した。その後、溶剤を使用して油分を除去した。
- ⑤外枠補修
歪み・変形部分を板金補修し、不要なビス穴・腐蝕で生じた表面の凹みを金属パテで埋め、研磨した。
- ⑥外枠と下枠の溶接接合
- ⑦外枠の下地処理、錆止塗装
- ⑧内枠、障子、横軸回転窓、付属金物の取付
- ⑨クリーニング

工場作業

- ①障子、内枠、付属金物の補修
新規作製する外枠の下枠及び内枠、内枠スペーサーは、同じ形状にスチール材を切削・曲げ加工等で成形し、表面に電気メッキ処理を施した。また、腐蝕の甚大な底材は、ボンデ鋼板を使用して同じ形状に切削・曲げ加工等で成形し、内枠にビスで固着した。
- ②腐食が甚だしい部品、及び欠失部品の新規作製
ヒンジ取付け部はスチール材を切削・曲げ加工等で成形し電気メッキ処理を施し新規作製した。ヒンジ受部け部も真鍮材を切削加工等で成形し、新規作製した。
調整器・つまみ・障子ハンドル等は鋳物で新規作製。
障子ロッド棒はスチール材で新規作製。
また、取外し時に保管したビスは再使用し、破損してしまったものはステンレス製の既製ビスに置き

換え頭形状や色味を既存のものに近い仕上とした。

- ③障子、内枠、付属金物の仮組・修正
- ④錆止塗装

3 ガラス補修

(1) 修理方針

スチールサッシを補修する際に、取外す必要のあるガラスはていねいに取外し、スチールサッシ補修完了後、元の位置に取付ける。ガラスパテが経年による硬化のため、取外し中に破損する可能性が高いため、破損したものは新規フロートガラスまたは代替古ガラスに取り換える。

(2) 実施仕様

イ 材料

フロートガラス（JIS R3202） 厚 3 mm

代替古ガラス 三菱地所設計提供の古ガラス

ガラスパテ 関西パテ化工 金属製建具用ガラスパテ 1 種（JIS A5752）

□ 補修工程

- ①既存パテの部分をドライバー、ハンマーを用い取り除き、ガラスを取外し、金属表面の汚れをワイヤーブラシなどで清掃した。
- ②敷パテを十分に擦り付け、板ガラスの中央部を押さえ、敷パテが外部にはみ出すまで圧着した。
- ③板ガラス取り付け後、クリップをクリップ孔に差し込み、ガラスを押さえた。
- ④押さえパテは、敷パテと一体になるように十分に押さえ込み、パテ面が隠れる程度にパテ切りをし、通り良く平滑にへら引き仕上げとした。はみ出た敷パテも同様の仕上げとした。
- ⑤パテ付け後、1 週間以上経過後に塗装を行った。

（高村）

第5節 外構工事

1 ドライエリア

建物正面側にあるドライエリアは、震災改修工事の際に当初のものを延長する改修が行われていた。そのため、ドライエリア壁体は本館・第一書庫前面が煉瓦積、第二書庫前面が鉄筋コンクリート造煉瓦タイル貼であった。いずれの壁体も建物本体とは切り離された独立基礎であり、床は土間コンであった。

(1) 破損状況および修理方針

イ 破損状況

本館・第一書庫前面のドライエリアは、壁体において後年の改修以外に大きな破損は見られず、手摺の鋼製パイプに錆が見られた。

ロ 修理方針

壁体は建物と一体の免震上部躯体に載せる計画としており、その工事のために大げらしの考え方により一旦採取したのち復旧することとする。手摺の鋼製パイプは錆を除去したのち再塗装する。床は耐震改修のための改変はありうるものとする。

(2) 実施仕様

イ 材料

煉瓦組積造・鉄筋鉄筋コンクリート造煉瓦タイル貼の壁体、笠木石、手摺の石材と鋼製パイプ、階段

石はオリジナルのまま保存とし、床の土間のみ新規の鉄筋コンクリートスラブ床に置き換えた。また、排水側溝を新たに設けた。

ロ 工程

- ①手摺（石材・構成パイプ）・笠木（石材）を取り外す。
- ②壁体（煉瓦組積造または鉄筋コンクリート造煉瓦タイル貼と基礎）を約1.5m間隔で切断する。
- ③壁体を採取するために鉄骨で組み立てた治具を用意する。壁体の基礎に穴をあけて治具下枠を通し、化粧煉瓦・煉瓦タイル面を傷めないようスタイロフォームで養生しつつ鉄骨バンドで締め付け、壁体を治具に固定する。
- ④クレーンで吊り上げ、復旧工事までの間保管場所に大切に保管する。
- ⑤免震上部の床スラブを打設後、壁体を原位置に設置し、笠木石・手摺の石材と鋼製パイプ・階段石を復旧する。
- ⑥手摺の鋼製パイプは錆を落とし、再塗装する。

2 外構

建物（ドライエリア含む）の外周には、建物免震化により免震上部側の建物と免震下部側の地面との間にクリアランスを設ける必要があるため、従前の納まりを改変する必要がある。既存の意匠や機能性を鑑み、部位ごとに下記の工事を実施した。

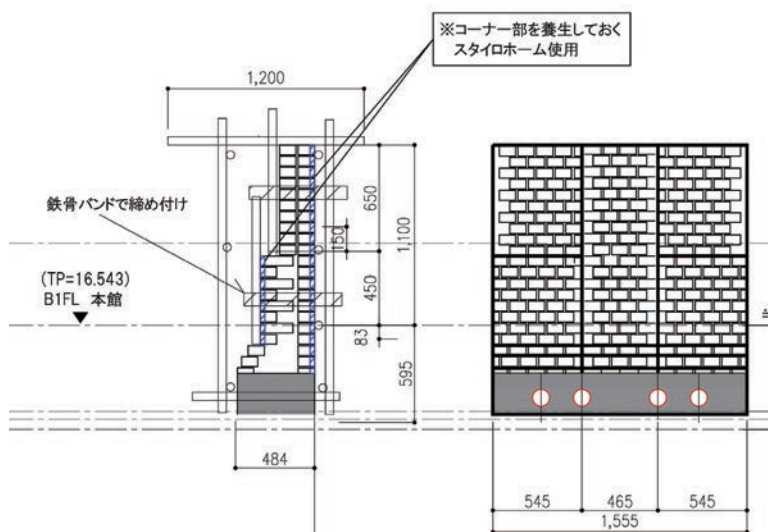


図 5.5.1 ドライエリア壁体の大げらし採取図

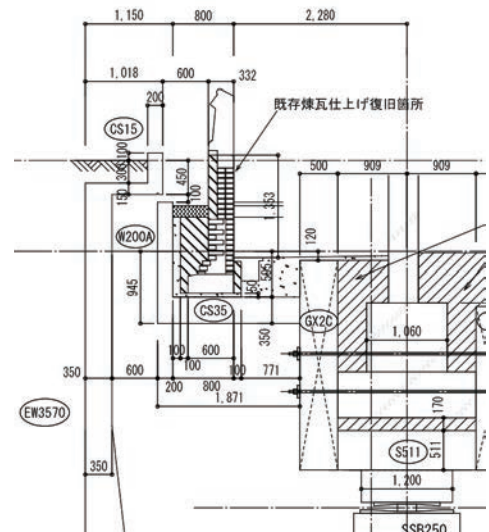


図 5.5.2 ドライエリア壁体再設置後の断面図

(1) 破損状況および修理方針

イ 破損状況

建物周りの外構仕上げは、当初は土であったと思われるが、工事前は機能性からアスファルトや土間コンクリート等に変っていた。

ロ 修理方針

建物周りにはすべて免震のためのクリアランスを設けた。その上部をふさぐ仕様については、意匠性や機能性を鑑みた仕様とする。

(2) 実施仕様

免震のクリアランス（溝）の上部をふさぐ仕様は、鉄筋コンクリートスラブかエキスパンションジョイント金物のいずれかによる。

イ 建物正面

正面玄関両側のドライエリアを免震上部に載せる計画であり、ドライエリアの外周に免震クリアランスが発生する。蓋はコンクリートスラブとし、植栽帯を設けて視覚的に隠した。

正面玄関前の床仕上げは当初のものではないが、土間コンクリートを石張り風に叩き仕上げとし、四半敷きに見せるために目地が刻まれていた。今回の工事ではその範囲を免震上部のスラブとし四半敷、の花崗岩による石張りとした。花崗岩は、正面玄関の石段に合わせて白御影石とした。その外側に免震クリアランスを設け、エキスパンションジョイント金

物石張りの蓋を設置した。

ロ 建物南東部八角塔周り

建物南東部八角塔周りは高低差がある。従前は管理車両の通行を考慮し、滑らないように石敷きのスロープとなっていた。八角塔周りにも免震のためのクリアランスが必要なため、従前スロープは撤去してクリアランスを構築し、その外にスロープを新設した。スロープの仕上げはアスファルト舗装とした。なお、免震によるクリアランス上部の蓋はコンクリートスラブ塗装とし、意匠性を考慮して立ち上がり上部の笠木等に花崗岩（白御影石）を使用した。

ハ 建物東側

従前は、地下1階への出入口のあるサービスヤードとなっていた。今回の工事では、トラックが入り回転できるようにするためにヤードの大きさを拡張し、東側築山の斜面を変更した。また、免震クリアランスの一般部上部はコンクリートスラブ塗装仕上げとし、地下1階出入口前にはエキスパンションジョイント金物を設置した。さらに、地下免震ピットの点検ならびに免震装置の交換に必要な開口部を設けた。

ニ 建物北側

免震によるクリアランスを設けるために既存階段の撤去再構築ならびに築山斜面の改変を行うとともに、室外機置場を設けた。 (野村)



写真 5.5.1 ドライエリア 西から (修理前)



写真 5.5.2 ドライエリア (竣工)

第6節 設備工事

1 スリーブ削孔

建物の機能上必要な設備配管ルートはなるべく既設の開口を有効に利用する方針とし、新たに施工する削孔箇所数は極力少なくなるよう計画した。

(1) 電気スリーブ (床・壁)

イ 削孔箇所数

スリーブ削孔箇所数	
壁	φ 50 × 1 箇所
	φ 75 × 2 所
床	φ 5 × 25 所

ロ 削孔箇所

①階段室 踊り場 (床)

幹線ケーブル更新のため、1階から4階まで共通新設配管を設置した。1階のみ2箇所削孔している。

- ・ a、b、c、d : 1、2、3、4階 各階段踊り場 (2～4階φ 75 × 1箇所、1階のみφ 75 × 2箇所)

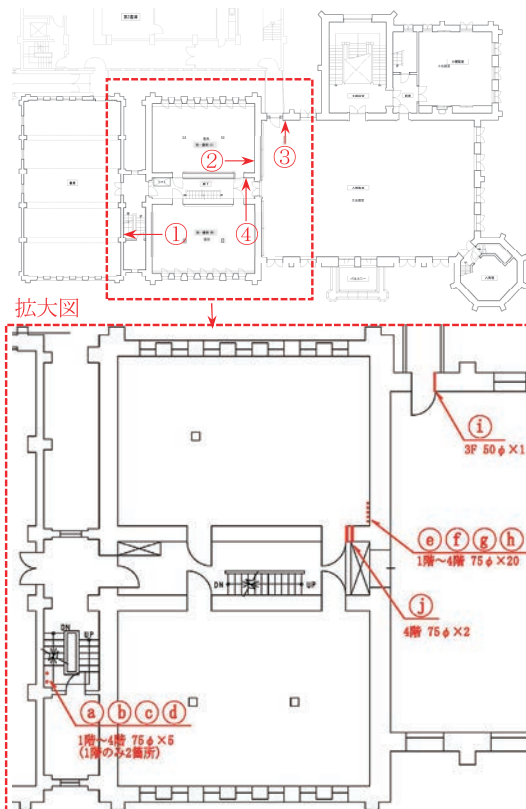


図 5.6.1 プロット図

②第一書庫東側 (床)

幹線ケーブル更新に伴い、既設配管撤去後開口部を広げ、配管サイズを大きくした。

- ・ e : 1階 編集作業室 (φ 75 × 5箇所)
- ・ f、g、h : 2、3、4階 書庫 (各階φ 75 × 5箇所)

③渡り廊下⇔大会議室

渡り廊下の照明用電源ケーブル取り込み用として、3階大会議室壁面を削孔した。

- ・ i : 3階 大会議室 (φ 50 × 1箇所)

④第一書庫東側 (壁)

幹線ケーブル更新のため、4階の+壁面を削孔した。

- ・ j : 4階 書庫 (φ 75 × 2箇所)



写真 5.6.1 a、b、c、d 箇所

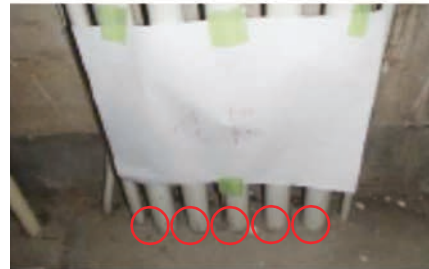


写真 5.6.2 e、f、g、h 箇所



写真 5.6.3 i 箇所



写真 5.6.4 j 箇所

(2) 機械・衛生設備用スリーブ (床・壁)

イ 削孔箇所数

スリーブ削孔箇所数	
壁	φ 70 × 1 箇所
	φ 175 × 2 箇所
床	φ 100 × 17 箇所

ロ 削孔箇所 (B1、1階)

① 考古学展示室北側 (壁)

1階福沢研究センター事務室の流し台の排水ルート新設のため、壁面の削孔と建物の出入口上部に配管を行った。不要となる設備配管は撤去した。

- ・ a : B1階 (70 φ × 1 箇所)

② 福沢研究センター事務室⇄資料室 (壁)

資料室の換気設備新設のため、ダクトルートを確保し、新設換気設備を設置した。

- ・ b : 1階 (φ 175 × 2 箇所、※は新設換気設備)

③ 泉鏡花展示室 (床)

エアコン新設に伴い配管ルートを確保した。

- ・ c : 1階 (φ 100 × 3 箇所)

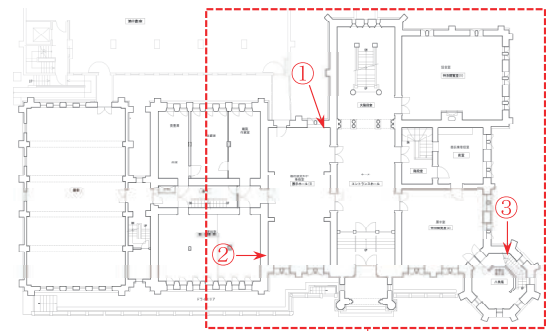
ハ 削孔箇所 (4、5階)

① 書庫南・北面壁際 (床)

床に構造の補強鉄骨を取付けるため、干渉する配管ルートを移設した。

- ・ d : 4階 (φ 100 × 6 箇所)
- ・ e : 5階 (φ 100 × 8 箇所、図※=5階のみ)

(吉原)



拡大図

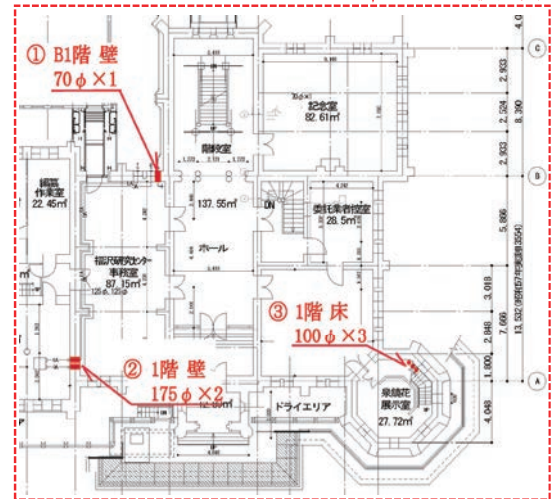
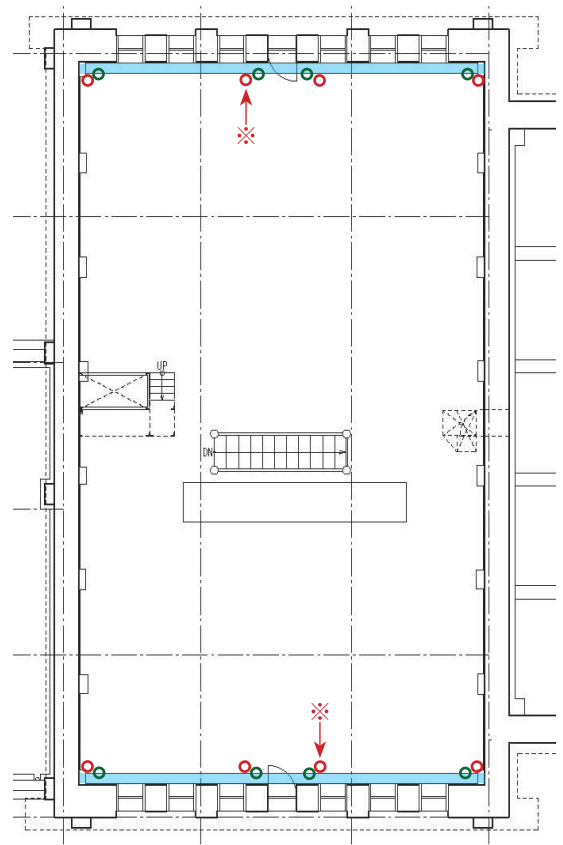


図 5.6.2 B1、1階 プロット図



● 既存床開口 (穴埋め処理) ● 新規床開口 ■ 補強鉄骨範囲

図 5.6.3 第一書庫 4、5階 プロット図

第7節 その他

1 ライトアップ

(1) 外周部（南・東面）

東門からキャンパスへのアプローチとなる東・南面の外周部に照明計画を行った。

イ 設置個所・器具

南面は基本的にドライエリア床面から柱の手前側を中心に上部妻面に光が向くよう照明を配置した。八角塔は植栽帯とスロープの擁壁外部に設置し、東面は免震スラブ床面からのスポット（器具a、b）に加え、一部モールライト（器具c）を使用した。

(2) 第一書庫5階（小屋組み）

戦災により変形した第一書庫5階の鉄骨小屋組みの形状が目視できるよう照明計画を行った。

イ 設置個所・器具

妻側の器具は煉瓦の倒れ込み防止のために新設した鉄骨等に固定し（器具c、d）、階段周囲は足元の照度を確保するため床置き型の器具を4灯（器具e）設置した。

（吉原）

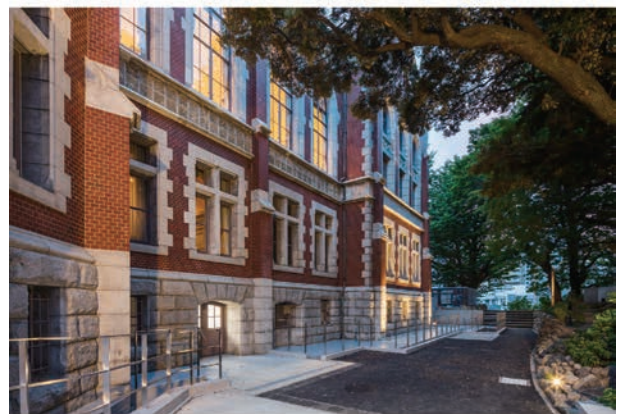


写真 5.7.3 第一書庫5階

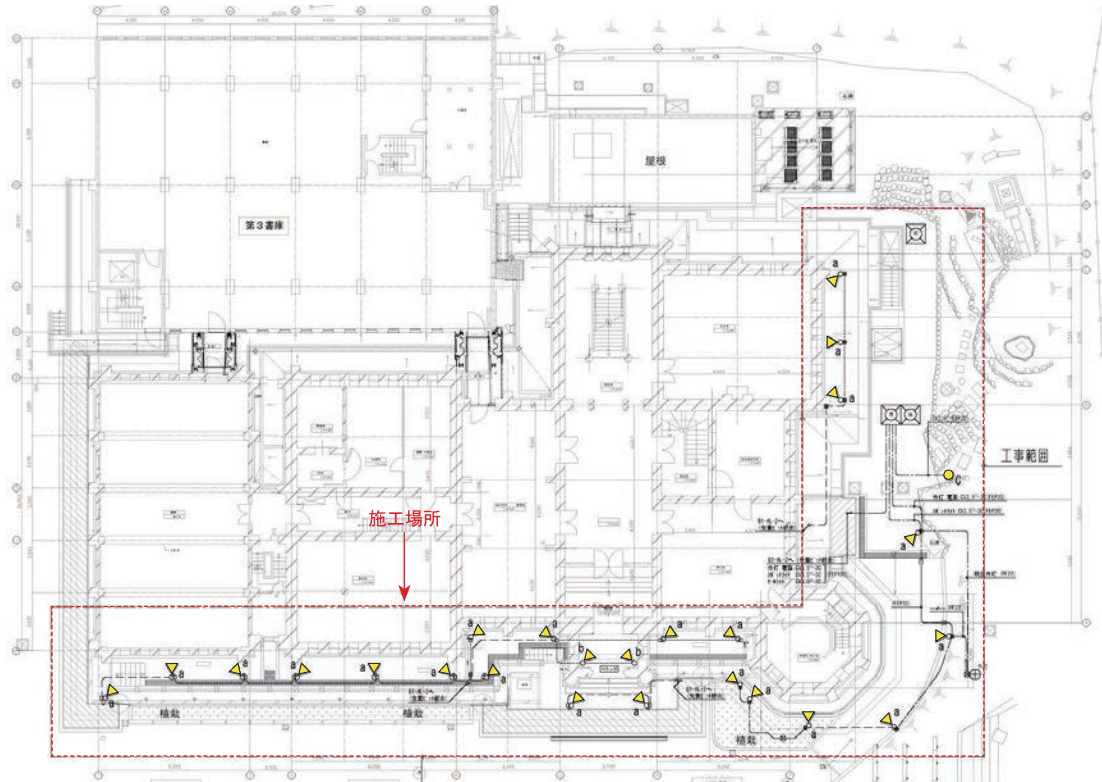


図 5.7.1 外構図

記号	名称	適用
▽a	LEDスポットライト	パナソニック YYY36933 (中角) 色:3000K
▽b	LEDスポットライト	パナソニック YYY36935 (広角) 色:3000K
●c	LEDモールライト	パナソニック XY7603LE9 色:3500K

ライトアップ LED17.5Wスポットライト

メディアセンター倉庫
外構

本体：アルミダイカスト
(ミディアムグレーメタリック)
前面パネル：高透過ガラス (強化ガラス)

パナソニック YYY36933LE1 (中角：22°)
パナソニック YYY36935LE1 (広角：37°)

LED	色温度：3000 K	器具光束 (中角)：950 lm
電圧 100 V		器具光束 (広角)：970 lm
消費電力 17.5 W		防雨型

a, b

ライトアップ LED77Wモールライト

外構

本体：アルミ鋳物 (青銅色)
アーム：アルミ鋳物 (青銅色)
パネル：ガラス (強化処理つや消し仕上)
落下防止ワイヤー付

パナソニック XY7603LE9

LED	色温度：3500 K	器具光束：3500 lm
電圧 100~242 V		
消費電力 77 W		防雨型

c

ライトアップ LED6.9Wガーデンライト 40形

メディアセンター倉庫

本体：アルミダイカスト (オフブラック)
下方配光タイプ
据置取付型

パナソニック LGW45930LE1

LED	色温度：2700 K	器具光束：150 lm
電圧 100 V		拡散タイプ
消費電力 6.9 W		防雨型

d

ライトアップ LED24.2W間接照明 L=1194

メディアセンター倉庫

本体：アルミ押出し
(シルバーアルマイト仕上・艶消し)
レンズ：アクリル樹脂
L=1200mmタイプ

パナソニック NMY21556LZ9

LED	色温度：3000 K	器具光束：2180 lm
電圧 100~242 V		広角タイプ
消費電力 24.2 W		防湿・防雨型

e

図 5.7.2 照明器具姿図