

大雲院「祇園閣」強化補修工事 報告書

2017年6月



篤永建築企画設計事務所



補修工事 株式会社 ゐ エトス

目 次

はじめに	* * * * *	P2
修理条件 石分析結果	* * * * *	P2
修理箇所一覧表	* * * * *	P3
修理内容説明		
① 水洗 洗剤ブラッシン	* * * * *	P4
② 石質強化	* * * * *	P5
③ 欠損部修理	* * * * *	P6
④ 浮き部注入	* * * * *	P7,8
⑤ 隅梁(東北角)	* * * * *	P8,9,10
⑥ 擬宝珠部分シール	* * * * *	P10
⑦ 2層階支持梁(東面、北面、南西角)	* * * * *	P11
⑧ 石の強度計測	* * * * *	P12,13
⑨ 基壇目地補修	* * * * *	P14
その他		
龍池会館東側 下がり壁	* * * * *	P15
本堂手摺モルタル損壊	* * * * *	P16,17
使用材料	* * * * *	P17
参考		
祇園閣 平面図	* * * * *	P18
祇園閣 南立面図	* * * * *	P19
祇園閣 東立面図	* * * * *	P20
祇園閣 当時のスケッチ図	* * * * *	P21

京都の東山の麓に位置した本山龍池山大雲院は、境内に祇園山鉾を模した祇園閣を有している。祇園閣は、優美な姿と城郭の天守閣を思わせる二層の楼を載せた、きわめて稀有な建造物である。この地は以前、一代で巨大財閥を築いた大倉喜八郎の別荘地であった。祇園閣は、喜八郎翁が90歳の誕生を自祝し、その記念塔の意で建てたものである。祇園閣は、工学博士伊藤忠太による設計で、施工は喜八郎が起業した大倉土木株式会社（現大成建設株式会社）が技術の粋を集めて取り組んだ。大正15年7月起工、昭和2年12月竣工し、今年で丁度90年目を迎える鉄筋コンクリート造としては古い建造物である。

昭和48年に大雲院が京都寺町からこの地に移転して以来、祇園閣は大雲院の寺塔として守られて、竣工以来90年も経過するのに大きな痛みもなく今日に至っている。しかし、躯体は強固ではあるが、90年の歳月による仕上げ材の劣化は否めない。昨年の中ごろに装飾の凝灰石の跳出梁の一部が欠けて落下した。祇園閣は躯体が鉄筋コンクリート造、屋根が鉄骨造の銅板葺きだが、化粧仕上材として各所に凝灰石や凝灰石を種石とした人造石をふんだんに使っている。この凝灰石が年月とともに劣化し、ひび割れにより落下したものと考えられる。

凝灰石は、その加工しやすさから広く使われているが、祇園閣で使用されている凝灰岩は竜山石（流紋岩系溶結凝灰岩）と呼ばれ、流紋岩が火山の再噴火のため再結晶化されたもので、凝灰岩の中でも大谷石（軽石凝灰岩）と比べ固く緻密な岩石といえる。エコーチップによる表面反発硬度は、大谷石が400前後に対し、竜山石の今回の試験結果は上層階平均で717、下層階平均で504を示した。上層階と下層階の試験結果に大きな差があるのは、下層階の方が風雨に曝されやすいこともあるが、約30年前に劣化が激しい下層階の竜山石を一旦砕き、人造石として再整形したためと考えられる。

風化対策として現況を調査した結果、劣化の程度は上層階の凝灰石は大きな剥離、石表面の粉状化などは全くないと言って良い。ただ凝灰石なので元々小さな穴、空隙（目視では確認不能）は存在しているで、長期間現状を維持するためにも対策は必要であろう。一方、下層階の人造石には、欠損のほか崩落の恐れのある箇所などが、東西南北の全ての面で確認されたが、それぞれが小さく、ほとんどが高欄の角部で起きている。石の劣化の目安は、亀裂、欠損、剥離などの他に、石表層の粉状化（硬い石が粉状に変質している）で判断できるが、この粉状化は数カ所で見られたが、粉状化は表層のみであり、深部まで進行していない。そのほかに柱型の人造石にクラックや浮きが数箇所と飾り組物石に亀裂が見られた。

今回の補修は、「祇園閣」の一般公開に当たって、落下物等で見学者に危害を与えないようにすること、また貴重な文化財をこれ以上に劣化が進行しないようにするのが最低の目的で取り組むものとした。そのために文化財保全修理に則った材料、工法を採用し、修理作業も文化財保存修理に10年以上の経験のあるもので行った。なお自然石、人造石の分析は筑波大学に依頼した。分析の方法の詳細は、やや分かりにくいので、その結果だけを下記に表示する。

石質の分析	： 筑波大学研究基盤総合センター
・自然石	： 石英、長石顕著
・人造石	： 石英、長石類 黒雲母 炭酸カルシウム10%程度 有機成分（樹脂？）数% 品質同定不明

修 理 箇 所 一 覧 表		
修 理 箇 所		修 理 内 容
高 欄	1層目(最上階)	①クリーニング(水洗、洗剤ブラッシング) ②石質強化・撥水 ③欠損部修理
	2層目	クリーニング(水洗、洗剤ブラッシング) 石質強化・撥水 欠損部修理
壁 面	1層目(最上階)	クリーニング(水洗) 石質強化・撥水 ④浮部注入接着
	2層目	クリーニング(水洗) 石質強化・撥水 浮部注入接着
床 面	1層目(最上階)	クリーニング(水洗) 石質強化・撥水
	2層目	クリーニング(水洗) 石質強化・撥水
⑤隅梁(東北角)		剥落部研り落とし、石質強化、石質痩せ部擬岩盛付、亀裂部ボルト挿入 注入接着 アラミド繊維貼付け強化 表層擬岩補色
⑥2層階 支持隅梁(南西角)		石質強化 亀裂部ボルト挿入注入接着
2層階 床支持梁(東面,北面)		石質強化 亀裂部ボルト挿入注入接着
⑦2層階 北東角 擬宝珠部分 シール		弾性体シーリング打設 エポキシ細シール 擬石材充填
祇園閣本体 基壇部		クリーニング(水洗)
獅子像		クリーニング(水洗)
石碑(入口右側)		クリーニング(水洗)

そ の 他	修 理 内 容
龍池会館東側 下がり壁	クリーニング(水洗) 撥水
大雲寺本堂手すり 2か所	表層コンクリート剥離部 注入接着 モルタル盛付整形 補色

凡例 ① ②などの数字は、次項 修理内容の説明順序

① 水洗

水洗場所 高欄内外、階段室外壁面、回廊天井部、基壇部、獅子像、石碑、階段部
高圧水噴射による汚れ、付着カビ類の除去

高欄の内側 洗浄



高欄の外側



水噴射

基壇部クリーニング前



クリーニング完了



洗剤ブラッシング

高圧水洗で除去しきれなかった、汚れやカビ類は、家庭用弱アルカリ洗剤によるブラッシング洗浄行った



洗剤ブラッシング完了後



塗布場所 1, 2層高欄、床面、階段室外壁

クリーニング後、1週間程度の乾燥を待って、エチルシリケート系強化・撥水剤(商品名はSS101国産)石質の強化・撥水を行った。

ドイツ産強化剤(ワッカーOH100)の場合、撥水剤は、強化剤塗布後4、5日後に塗布するが、今回は、強化・撥水剤を共有しているSS101を用いたので、強化・撥水を同時に行う事が出来た。

SS101を選択した理由は

- 1 OH100に比べて安価である。
- 2 塗布時、強化剤と撥水剤を別々に塗布するとなると、それだけ液飛散の機会が多くなるので、飛散機会が1回ですむ。

SS101は石質によっては、半年間程度、濃色状態を持続する事があるが、試験塗布の結果、祇園閣の石材では、濃色現象は全く見られなかった。

塗布方法は、ハケ塗り、洗浄ピン掛け塗布、ローラー塗布及びこれらの塗布が出来ない個所では噴霧器による塗布を行った。噴霧器使用の場合は、噴霧ノズルの近くに布をあて飛散防止に努めた。

ローラー塗布(床面も合わせて塗布)



噴霧ノズル

飛散防止の綿布

壁面塗布



柱、窓周り塗布

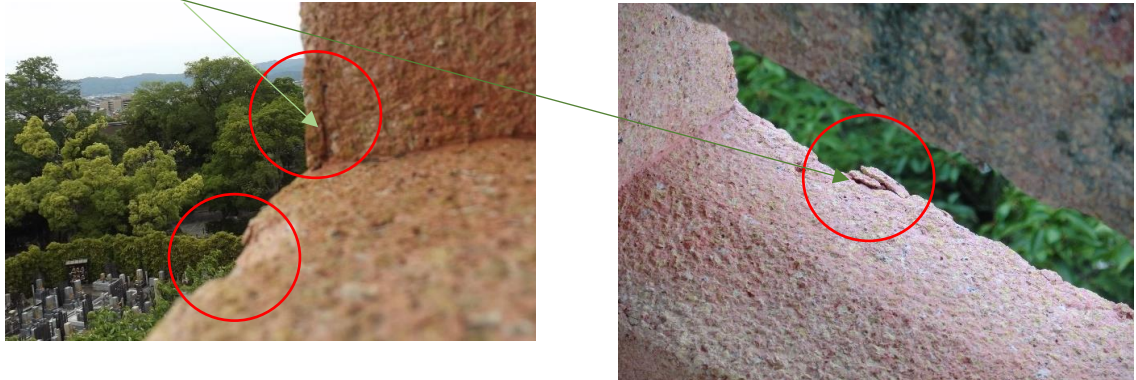
支持梁塗布



石材の欠損は高欄部に発生していたが、特に2層目は非常に多く、大きな欠損ではないが、東西南北高欄全体に発生していた。1層目の、発生箇所は数か所と極めて少なかったが、これは2層目に比べ1層目の石は非常に硬く、堅牢の為と思われる。

なお、1層目の石は自然石で、2層目は擬石である。柱、壁面は、1, 2層とも擬石。

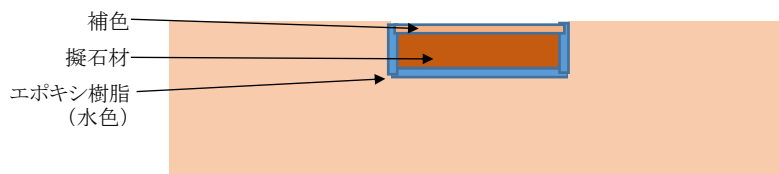
このような部分は、剥がし取り、擬石を盛付けた



欠損部の修理方法

- 1 剥離面をワイヤーブラシでケレン(こすり、表面をより粗面化する)。
剥離しそうな箇所は、剥がし取り、同じようにワイヤーブラシでケレン。
- 2 ケレン面にエポキシ樹脂塗布石表面を荒らしておけば、エポキシ樹脂の接着力はさらに上がる。
- 3 エポキシ樹脂を塗布した面に、擬石材を盛付け、コテ、ヘラなどで整形する。
- 4 石色合いは、各所によって違うので、その個所に合う補色を行っている。

欠損部の修理方法模式図



* **擬石材** 本物の石に似せて作った石
消石灰 水性アクリル樹脂 同質粉 珪砂 顔料(色粉)を混合したもので固まると石状になる。

擬石材盛付け前のエポキシ樹脂



擬石材の盛付け



擬石材の盛付け

表面は、一見健全そうに見えるが、その下には空隙が潜在している箇所(浮き部)がある。これを放置しておくと、空隙幅が次第に拡大し、やがては崩落する。現在の欠損箇所は、この空隙拡大による崩落で起きたものがほとんどである。この調査確認は、石表面を点検ハンマー(金属製丸棒)で叩いて、その打音の違いで空隙の潜在を確認する。浮きがある場所は、鈍い響く音がする。

浮き部の潜在は、柱部分と2層目東面回廊の下側で発見された。この東側の浮きは、落下寸前で極めて危険な状態だったので、高欄から身を乗り出して接着処理を行った。

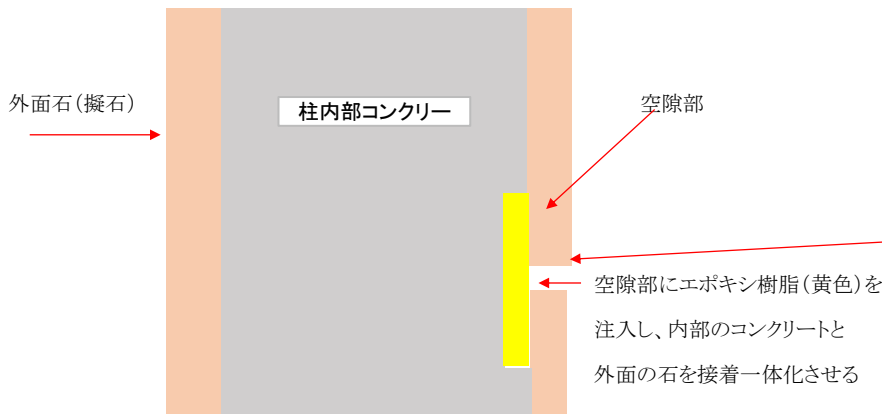
高欄手摺でも、10数か所の浮きが確認されたが、これらは、浮き部分を剥がし取り、擬石を充填する方法で、修理している。



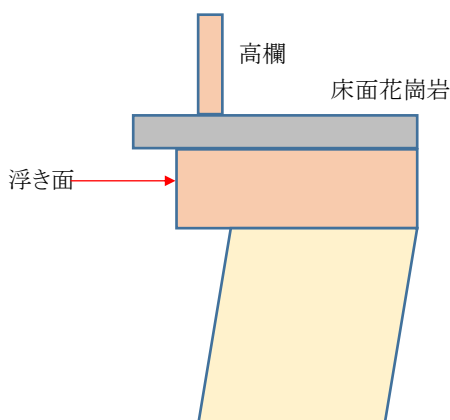
空隙の内部に向けて注入用の穴開け

この中にエポキシ樹脂が入っている

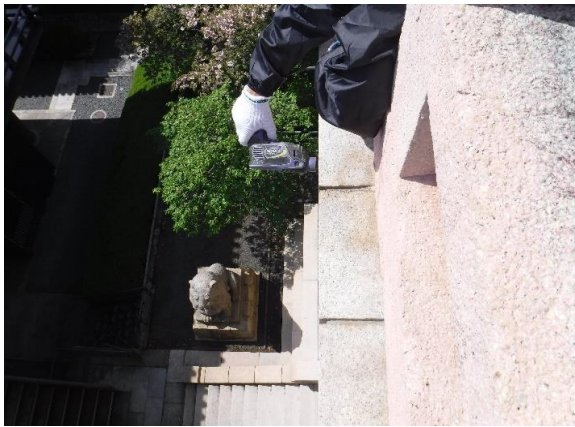
柱部の注入模式図



2層目下、高欄外部の注入



浮き面に注入用の穴開け



エポキシ樹脂の注入

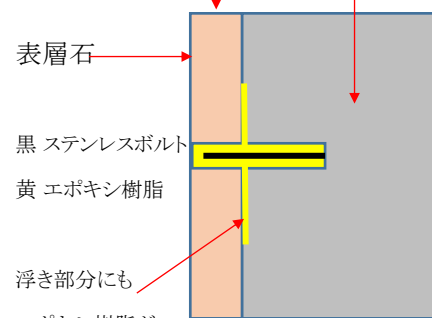


注入した穴からステンボルトを挿入



ステンレスボルト

荷重がかかっても落下しない。 コンクリート躯体



浮き部分にもエポキシ樹脂が注入されている

エポキシが注入された穴の中にステンボルトを挿入する事で、コンクリート躯体、表層石がより強固に一体化され、強力な落下防止が得られる。

樹脂と一体化したボルトに、約1tの垂直荷重が掛かっても、剥がれ、落下などは起こさない。

⑤ 隅梁(東北角)

東北角の隅梁は、すでに剥離、崩落が起きており、危険な状態にあった。

当初は、足場無しで、身を乗り出しながら、剥離部の除去、強化材含浸などの作業を出来る限り行ったが、作業を進めるにつれて、効果ある修理を行うには、限界がある事が分かった。

そこで足場を架設した上で、修理作業をする事となった。

近くで見た現状



身を乗り出した作業では十分な修理は出来ていない

剥離、亀裂、空隙が存在



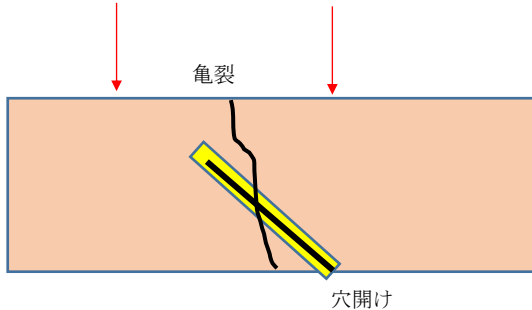
① 石質強化

痛みが激しかったので、高欄に含浸させたシリケート系強化材ではなく、接着力の強固なエポキシ溶液を含浸させた。エポキシは石色の変色があるので、石表面に塗布するには適していない。

② 亀裂注入

亀裂内部にエポキシ樹脂を注入すると同時に、亀裂貫通のステンレスボルト挿入接着も行った。

1t強の荷重が掛かっても剥離する事はない



亀裂を斜めに横断して穴を開ける
エポキシ樹脂を注入して、穴内部にステンレスボルトを挿入する。



ボルト挿入

穴は、エポキシ樹脂、ボルトで満たされ
亀裂で分断されていた石は、これで一体化される
ステンレスボルト 径8mm 挿入長さ 60;挿入本数 2本

③ 整形

注入後、エポキシモルタルで石表面の凸凹を修整

* エポキシ樹脂と珪砂を混ぜたもの。



エポキシモルタルで石のデコボコを修整



エポキシモルタルで石のデコボコを修整

④ アラミド繊維貼付け強化

石の上に盛り付けたエポキシモルタルは、強度、接着力とも充分あるが、更に恒久的な安全を図る為にアラミド繊維を貼り付ける事を行った。

アラミド繊維は、ナイロン系繊維を織ったもので、土木建築分野では、コンクリート構造物の強度安定に、カーボン繊維などと共に広く使われている。

これを貼り付ける事によって、盛り付けたエポキシモルタル、その下の石の崩落などが恒久的に防止できる。

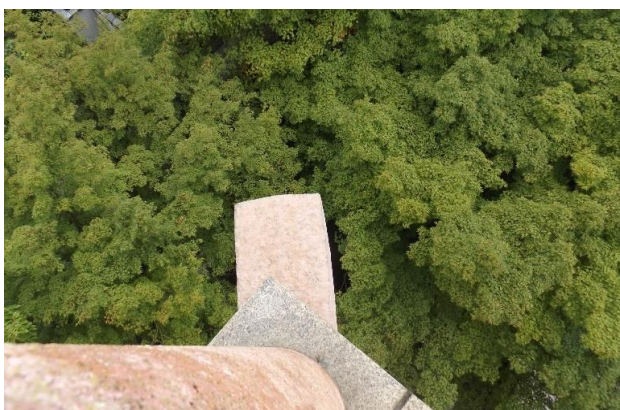


- 1 エポキシ樹脂塗布
- 2 アラミド繊維を包帯状に巻き付ける
- 3 エポキシ樹脂塗布

アラミド繊維(黄色)

アラミド繊維は黄色なので、その上には、自然石と同じ色の補色をした。

補色完了 現況状態



⑥ 擬宝珠部分シール

1、2層階の各角部の擬宝珠と石の間には、隙間があり、そこから雨水等が浸透して、支持梁の石質を劣化させる。



写真は2層階北東角部

この部分は隙間が大きい
ここから雨水が下に浸透し、支持梁を劣化させる

隙間の奥部にエポキシ系弾性シーリング材を充填して
水浸入路を塞ぐ。



小さな隙間には、エポキシ樹脂を見苦しくならないよう
に、細く塗布して、水浸入の防止を図っている。

この先端からエポキシ樹脂が出ている。

エポキシが塗布されている

これらの処置は、1,2層階の各角部で行っている。

亀裂



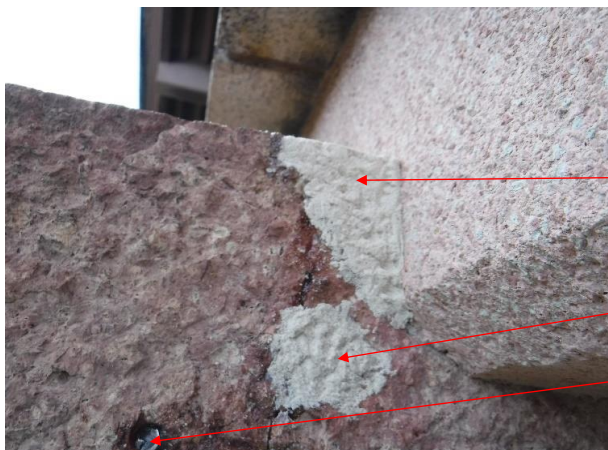
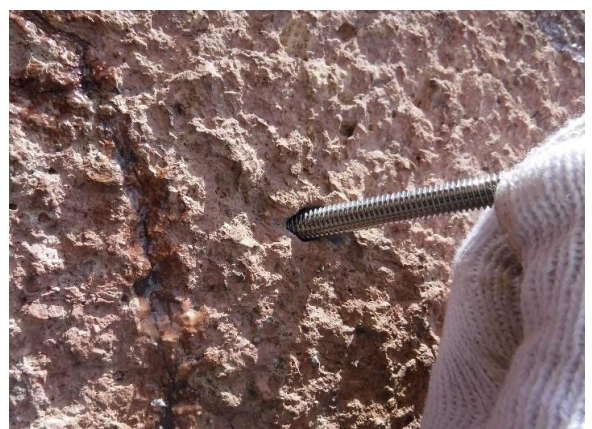
東面

亀裂



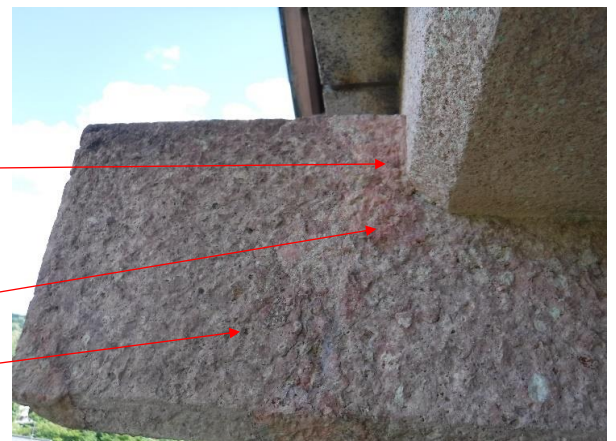
南西角

亀裂の修理は、前項に述べたように、ボルト挿入接着、補色で修理した。



ボルト挿入穴

エポキシモルタル充填



補色完了

強化材を浸透させた後、どの程度強度が上がったのか、その計測を行った。

強化のアップは (強化後数値-強化前数値÷強化前数値×100)の式で、アップ率として表示した。アップ率表示は全部を平均したものを次頁「まとめ」に表示した。

計測方法 エコーチップによる石表面の反発硬度を計測。その数値を石の強度とした。

エコーチップ製造会社



この先端に針が内蔵されていて、ボタンプッシュで針が勢いよく飛び出し、その跳ね返り数値が強度として記録される。

1箇所につき、5回計測し、その平均値を強度数値とした。



このモニターに、表記される

計測数値表

1層階(上層部)													
東面 処置前							東面 処置後						
計測点	回数1	2	3	4	5	平均	回数1	2	3	4	5	平均	
1	664	628	693	688	694	673	681	748	695	708	726	712	
2	766	746	766	780	794	770	780	794	784	793	799	790	
3	769	761	773	708	718	746	794	815	819	829	823	816	
4	622	669	755	662	675	677	734	795	811	796	819	791	
南面 処置前							南面 処置後						
計測点	回数1	2	3	4	5	平均	回数1	2	3	4	5	平均	
1	765	801	794	809	795	793	782	832	854	861	860	838	
2	744	791	805	804	805	790	796	799	807	812	806	804	
3	781	771	771	791	790	781	758	790	806	825	798	795	
4	755	799	807	824	821	801	766	807	814	822	806	803	
西面 処置前							西面 処置後						
計測点	回数1	2	3	4	5	平均	回数1	2	3	4	5	平均	
1	713	757	781	771	767	758	759	812	805	795	796	793	
2	763	805	812	810	814	801	841	825	828	835	849	836	
3	690	758	781	767	712	742	731	789	785	767	781	771	
4	485	554	473	560	493	514	700	704	719	723	712	712	
北面 処置前							北面 処置後						
計測点	回数1	2	3	4	5	平均	回数1	2	3	4	5	平均	
1	521	551	564	619	628	577	658	738	788	682	799	733	
2	733	798	768	750	785	767	803	821	826	791	813	811	
3	535	579	571	587	599	574	807	824	839	802	811	817	
4	655	696	713	736	751	710	783	787	789	776	804	788	

塗り箇所 含浸前強度の低い箇所

2層目(下層階)													
東面 処置前							東面 処置後						
計測点	回数1	2	3	4	5	平均	回数1	2	3	4	5	平均	
1	560	602	628	624	611	605	651	620	611	638	628	620	
2	326	446	473	556	485	457	515	589	789	591	709	639	
3	311	343	398	605	495	430	508	742	742	671	766	686	
4	530	544	523	541	557	539	585	642	633	676	663	640	
南面 処置前							南面 処置後						
計測点	回数1	2	3	4	5	平均	回数1	2	3	4	5	平均	
1	630	617	646	614	656	633	650	699	766	747	784	729	
2	504	498	532	501	492	505	641	622	630	684	695	654	
3	557	546	539	581	549	554	695	689	740	702	699	705	
4	578	602	570	644	603	599	720	687	722	736	698	713	
西面 処置前							西面 処置後						
計測点	回数1	2	3	4	5	平均	回数1	2	3	4	5	平均	
1	605	625	591	628	583	605	759	770	728	695	784	747	
2	488	523	422	506	482	484	640	615	754	709	733	690	
3	487	606	521	504	535	535	589	614	592	630	577	610	
4	564	514	513	519	554	533	637	648	608	614	617	625	
北面 処置前							北面 処置後						
計測点	回数1	2	3	4	5	平均	回数1	2	3	4	5	平均	
1	529	508	544	569	523	535	601	590	579	639	632	608	
2	342	375	461	422	356	391	560	560	621	591	573	581	
3	195	258	144	123	171	178	516	498	461	529	612	523	
4	491	476	483	501	496	489	612	624	601	584	611	606	

塗り箇所 含浸前強度の低い箇所

強度計測 まとめ

場所	石種類	含浸前強度	含浸後強度	強度アップ率	理由
1層階	自然石	717	788	9.9% 高い	強度の低い個所の回復が強度アップ率を押し上げている
2層階	人造石(擬石)	504	648	28.5% 極めて高い	強度の低い個所の回復が強度アップ率を押し上げている

* 記録数値は、80ヶ所計測の平均数値

1層階(上階)の石は自然石で、元々強度は高く、現在の劣化程度も低い。

含浸前強度が「717」というのは、石強度としては低くない数値である。にもかかわらずアップ率が10%になったのは含浸前強度「500」の箇所が、「700~800」に上がったためである。かりに500から700に上がったとすれば、アップ率は、約40%という事になる。

この「500」という数字も特に低いという訳ではないが、これは粉状化が若干起きていた個所で、そういう個所でも、多い目に含浸させれば、強度は充分回復できると云う事である。

もし粉状化の部分を外していれば、アップ率は、4、5%程度にとどまったであろう。この程度のアップ率であれば、普通の風化作用程度の数値と判断できる。

2層階(下階)の石は、人造石(擬石)で、自然石に比べればもとより強度は落ちる。含浸後の強度は、28.5%アップとなったが、これは含浸前強度が「100」「300」「400」の低い個所(粉状化などがあつた個所)があつた為で、ここの強度回復がアップ率を押し上げる事となった。

上に述べたように、強度が低い個所でも、多い目の含浸で、強度は充分回復できるという証しでもある。



▲ 補修前の目地状況



▲ 目地の劣化



▲ 既存目地除去



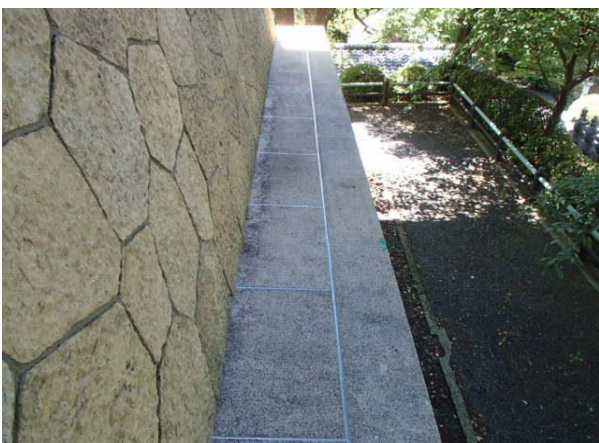
▲ 養生テープ貼り



▲ プライマー塗り



▲ ボンド・エフェックス充填



▲ 補修完成



▲ 使用材料

龍池会館東側 下がり壁 水洗、撥水材塗布

水洗前



水洗



水洗完了



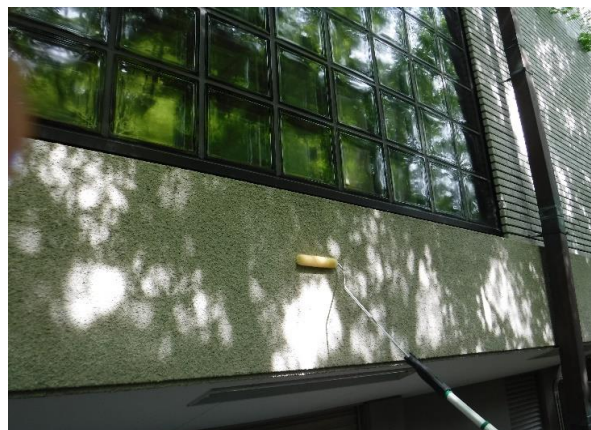
撥水材 塗布



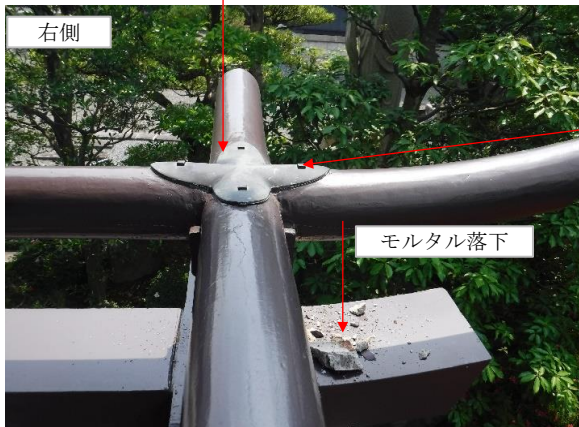
撥水材 塗布



撥水材 塗布



雨水がこの辺りから侵入して、内部鉄筋を錆させ、錆の膨張力で、モルタルやコンクリートを破壊する。



修理方法

- : 浮きモルタルなどを除去して、鉄筋を露出させる
- : 化粧金具を取り外す(本堂を背にして左側のみ)
- : 発生錆を除去し、防錆用エポキシ溶液を塗布
- : モルタル、錆除去部分にエポキシモルタルを充填
亀裂はエポキシでシール
- : モルタルの浮き部分エポキシ注入



化粧金具とモルタル手摺部の取り合いには隙間がありそこから雨水が浸入するので、隙間を塞ぐ。エポキシ樹脂を細く充填している。

左右両側の金具で実施



白い部分が修理跡



修理跡を塗装



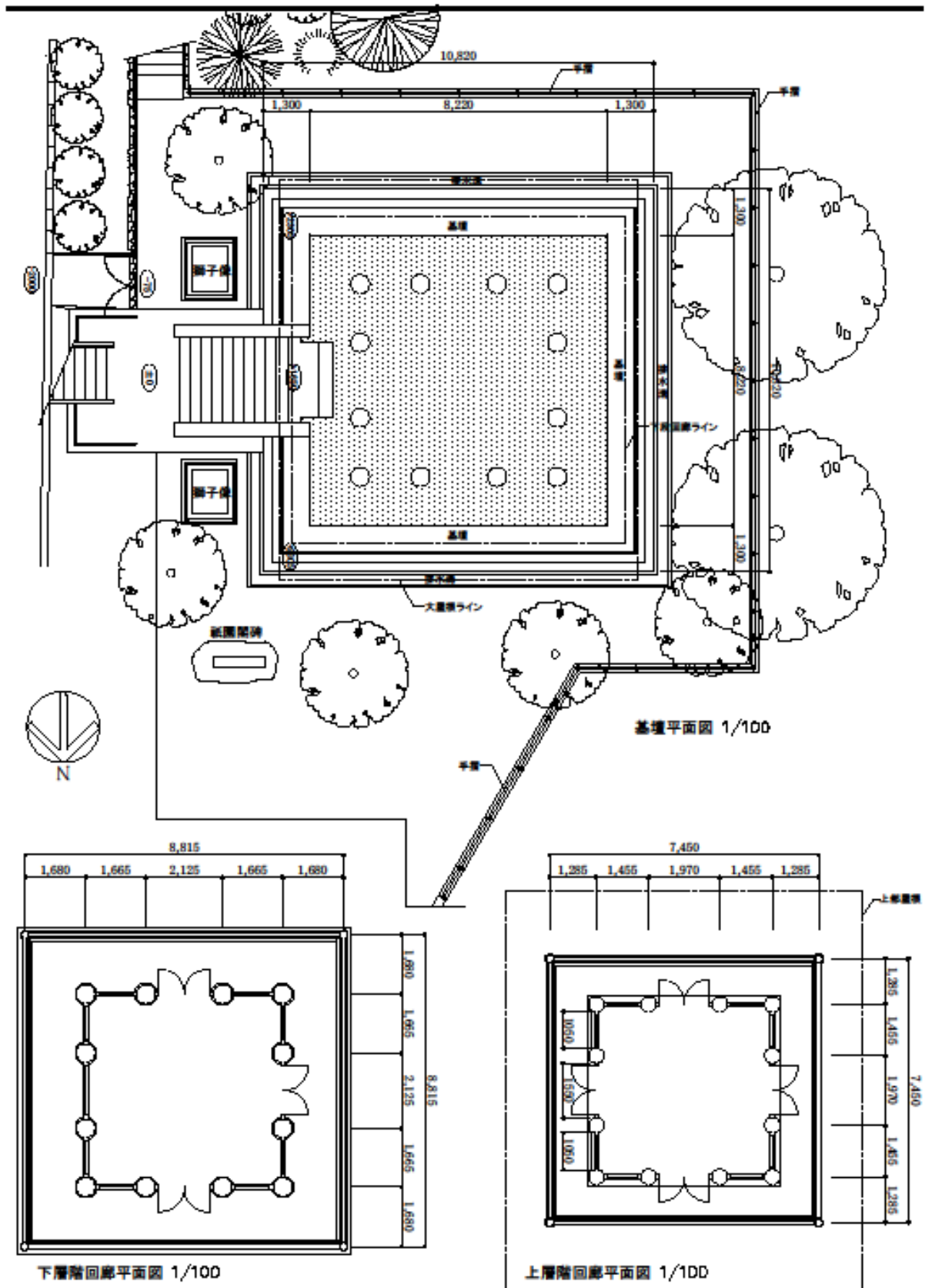
白い部分が修理跡

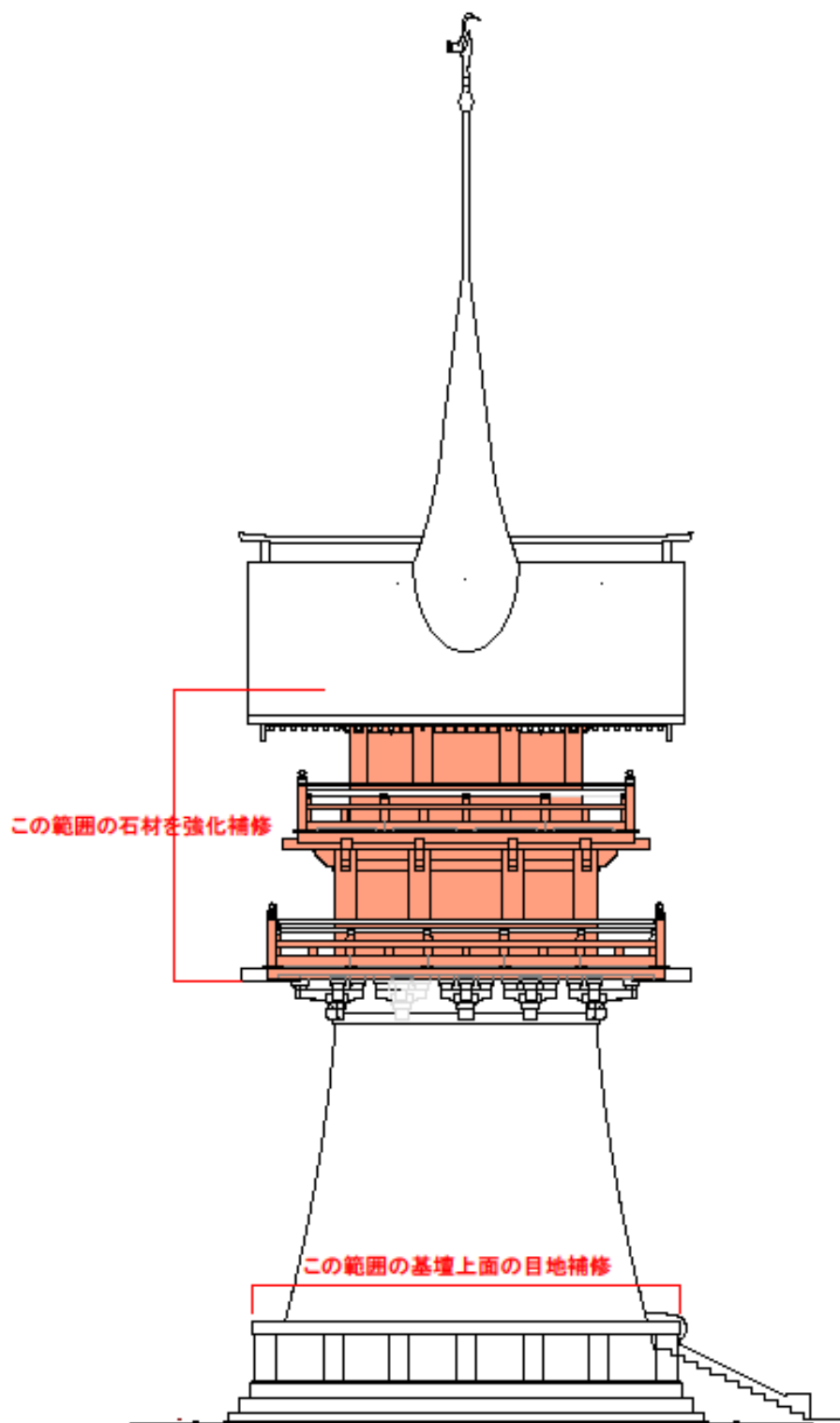


修理跡を塗装

使用材用

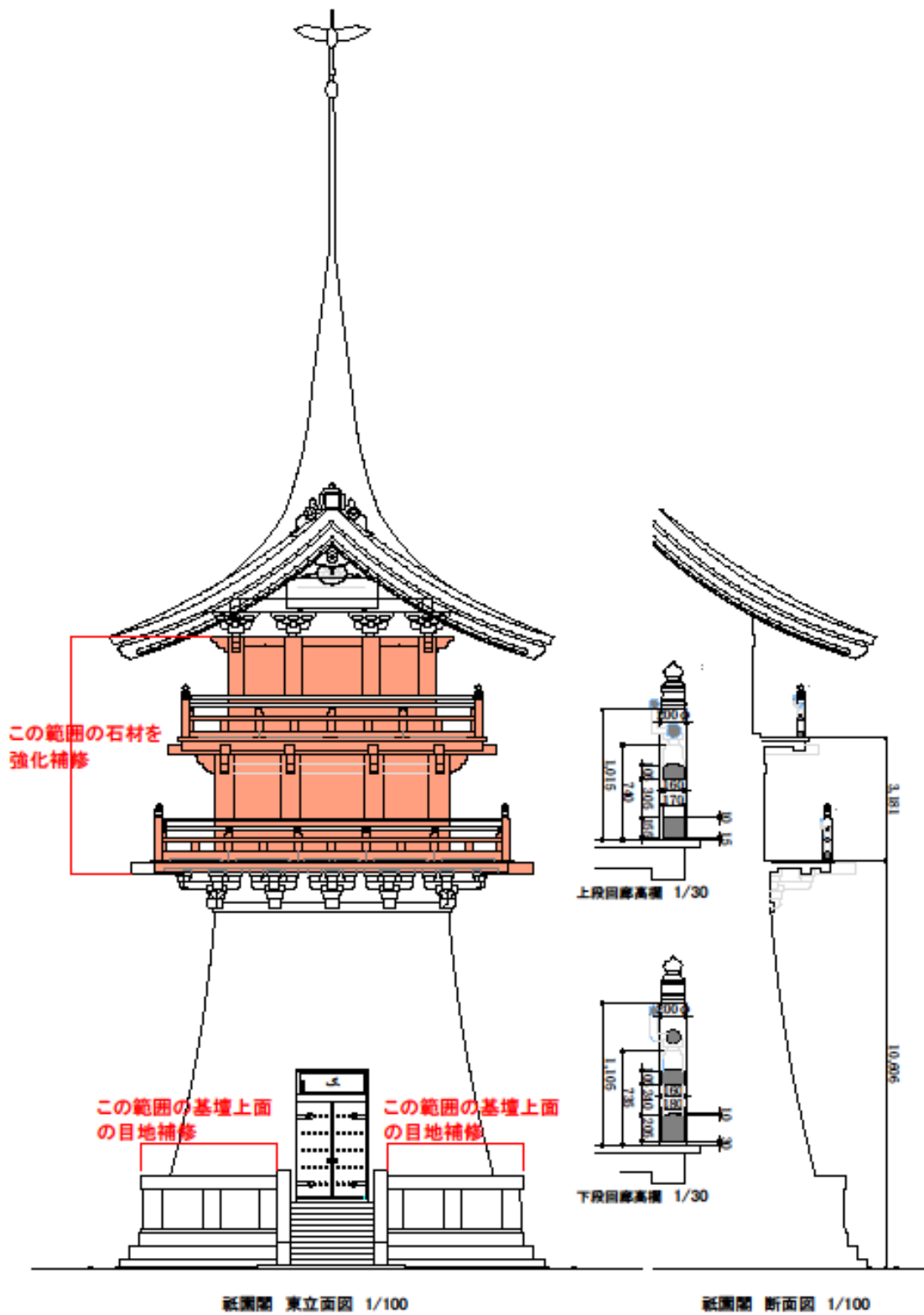
用途	種別	商品名	製造会社
石質強化・撥水	シリケート系	SS101	コルコート(株)
注入・接着	エポキシ樹脂	ボンドE-207	コニシ(株)
注入・接着	エポキシ樹脂	ボンドE-208	〃
エポキシモルタル	エポキシ樹脂	ボンドE-208	〃
空隙部充填	エポキシ系 弾性体シーリング材	ボンドエフレックス	〃
擬岩材バインダー	水性アクリル樹脂	ボンドCAT-18	〃
〃	消石灰	一般市販品	一般市販品
擬岩材骨材	珪砂	一般市販品	一般市販品
〃	竜山石粒・粉	現地落下破片粉碎	

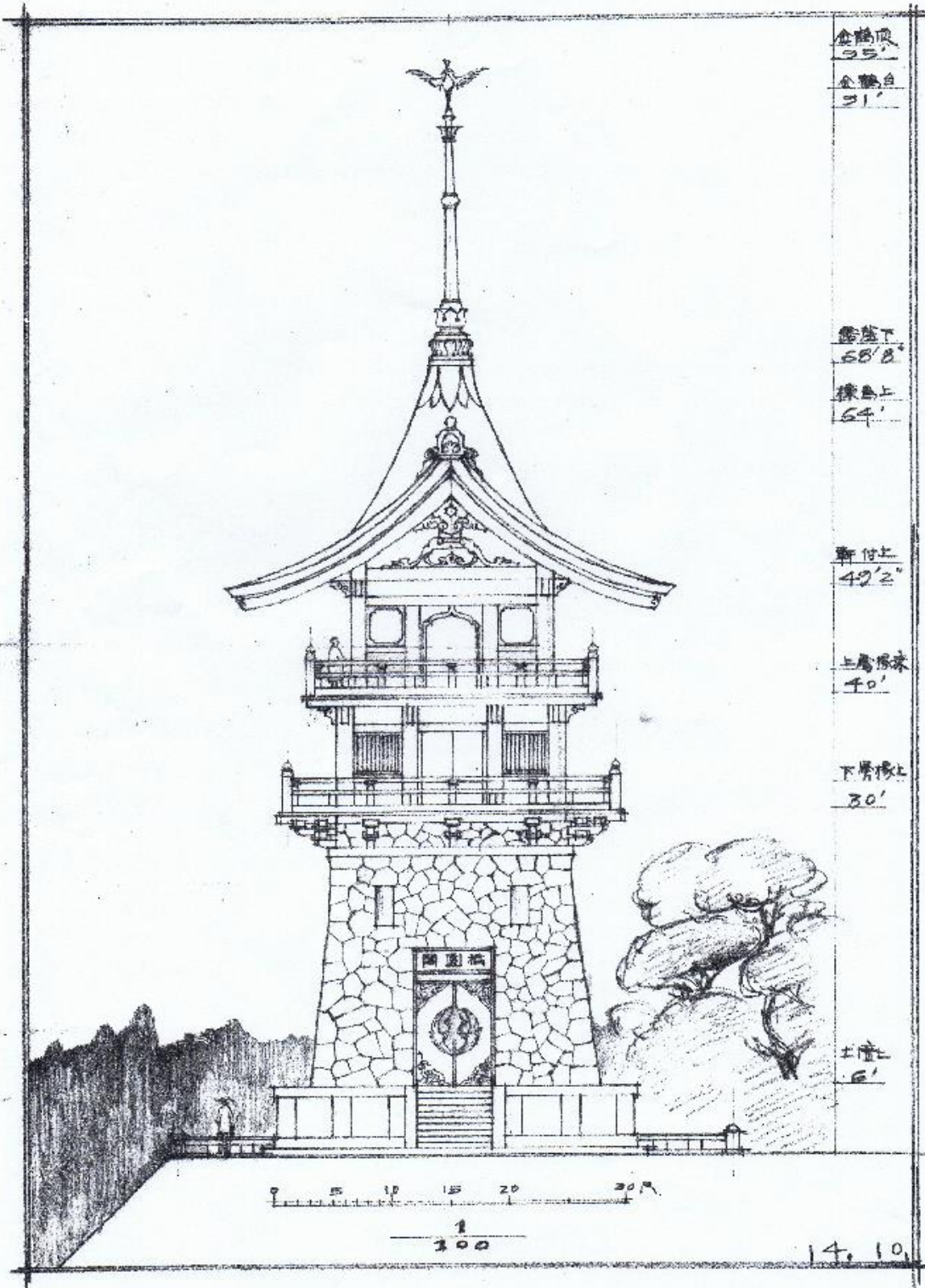




紙圖閣 南立面図 1/100







▲ 伊藤忠太直筆のスケッチ (提供:大成建設株式会社)

おわりに

京都の東山の観光コースの一角にたたずむ祇園閣は、多くの人の目に留まり興味を持たれたことでしょう。通常は非公開のため、道路から祇園閣を背に記念写真を撮られている姿を良く見かけます。しかし、今年は京都市の依頼もあり、七月八日から九月の間約3か月間一般公開をすることになりました。その予定の最中に、上部の石の一部が落下するということが起こり、一般公開までに対策を講じることとなりました。

使用されている石が竜山石と呼ばれる凝灰岩ということは分かりましたが、他に何も資料がなく、どのような納まりかも外からの観察だけでは判断しかねるものでした。竜山石の生い立ちや成分を調べ、一通りの対処の方法は検討しましたが、より確実な補修を行いたいと思い、当時の設計図書を探すこととしました。当時建設を担当した大倉土木株式会社を引き継ぐ大成建設株式会社へ問い合わせました。何分にも古い過去のこと、実際に図書が有るのか、また有ったとしてもどの担当部署が保管しているのかを探すのに苦労されている様子でした。そこで、大倉喜八郎翁と縁のある大倉集古館へ事情を説明し資料の有無を問い合わせましたところ、集古館には祇園閣の模型や当時の写真はあるが設計図などの資料はないとのご返事でした。しかし、大成建設（株）へ問い合わせで戴くなど、すごく丁寧に対応していただき、その後当時の写真集と共に当時の設計図や伊藤忠太博士の直筆と思われるスケッチなども手にすることができました。お陰様で確信をもって補修工事を行うことができました。改めて、大倉集古館（公益財団法人大倉文化財団）ならびに、大成建設株式会社に対し、厚く御礼申し上げます。

大倉集古館は現在改修工事のために休館となっておりますが、祇園閣と同じく伊藤忠太博士の設計による建物です。二つの建物はほぼ同時期に建設されており、使用されている石材も共通するところも多く、その作風はまるで双子か兄弟かと思わせるような、よく似た建物となっております。大倉集古館の改修工事が終わりましたら、ぜひ訪れて東の大倉集古館、西の祇園閣、両建物を比較しながら拝見したいと思っております。

今回の祇園閣の補修は、石材部分の強化補修を目的に進めましたが、このような貴重な文化財は、末永く後世に残していかなければならないものと考えております。ご提供いただいた資料は、今後の大規模改修計画に役立てて進めていきたいと考えております。

平成二九年六月吉日

一級建築士事務所 篤永建築企画設計事務所



代表者 篤永昭憲