

## 若人の広場再生に向けて（積直・補修 報告）

報告者：井筒 隆弘

### はじめに

この報告書は平成 22 年 12 月の石垣調査からはじまり、平成 27 年 3 月に整備本工事を完了した「若人の広場公園」の石積み補修方法と積み直し工事の概要をまとめたものです。

### 第 1 章 工事計画のための石垣調査

平成 22 年 12 月に問題意識と箇所を知る目的で事前調査を行い、大まかな調査の方針・方法の議論をした。

翌 23 年 8 月に破損箇所の特徴と原因を知る目的で、各石垣面の石材 1 つずつを打診による調査、断面の計測調査を行い、痛んでいる箇所の特異とその傾向の把握、補修方法を検討した。

#### 1) 全体像の把握（平成 22 年 12 月の調査報告より）

使用する石材は、瀬戸内近郊で採取される花崗岩（サビ系）で 割石 皮肌石 端石など砕石丁場が出るあらゆる石種が混ざっている。当然積み方も「谷積み」、「野面積」、「団子積」などあらゆる積み方があり、石材の大きさも多種に渡っており、統一性のない積み方であった

（言い換えれば「ラフな」積み方）。このために多種多様な現象が生じていた。ここで問題になっていた箇所の例をあげると写真 2 は 石材の控え（厚み）が少ないことから、上下左右の石材と「噛み合わせ」が無く、裏込めコンクリートもしくはモルタルで貼り付けられており、この付着力が無くなると同時に「剥離落下」した経年性のもの（裏込めモルタルの状態も良くない）。写真 3 では上下で石材が抜け落ちており、モルタルの接着性の低下が主原因と思われるが、よく見ると周辺に小さな石材「間詰め石」があり、恐らく控えの短い「間詰め石」が落石し、接着力の低下と併せて自重が支えられずにこのような現象になったと考えられる。石材が落下した原因を考察すると、地盤に



↑ 写真 1 石積みの外観



↑ 写真 2 控えが短いことによる脱落石



↑ 写真 3 地盤の沈下、石材の脱落

## 南淡路市「若人の広場」

変状があることから、1995年1月17日（火）に発生した兵庫南部を震源とする阪神淡路大地震の影響と推測された。

また、写真5が示すように隙間無く丁寧な作業をされているが、写真の赤線で囲まれている箇所の石材には「孕み（はらみ）」が見受けられる。恐らく経年変化で前にせり出しているものと思われるが、本来コンクリート構造に「孕み（はらみ）」が見られることは少なく、この現象からは「空積構造」と思われた。

これらの変異状況から議論を行い、構造物を再生するための基本調査が実施された（ボーリング調査、壁面に水平方向のコア抜き取り調査、コンクリートの劣化調査等多岐にわたっている）。当社は、その内の石材部門を担当した。

## 2) 原因と修理方法の検討（平成23年6月報告書より）

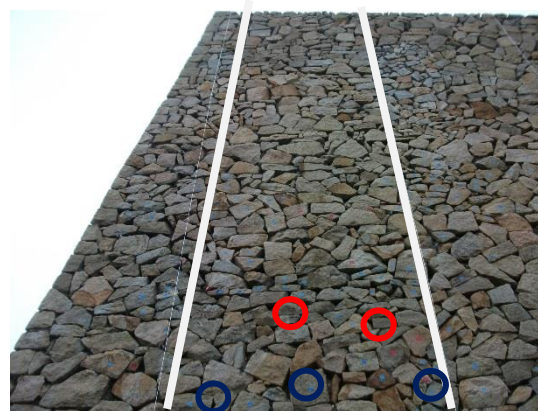
平成22年度に実施した目視による「傷み調査」では大きく2つの項目が指摘された。1つはモルタルの強度不足や石積み方法など面全体に及ぼす「傷み」、もう1つは地盤や石積み施工による場所を限定した固有の「傷み」に分けて細部まで調査を行った。また、その項目別の範囲と箇所を把握し、想定される修理方法の検証と概略の費用を知る事も併せて行った。

### 調査作業の方法（実施日：平成23年7月7日（木）～9日（土））

具体的な作業の方法は、各面に固有の番号を付け2人1組で2班に分けて打診調査を3日間に渡り実施、外部の大きな面には2m毎に「荷造りひも」で区分を行い、痛んでいる箇所の位置が解るように写真で管理した。高さが5m以上の場所や、危険と思われる場所は今回行っていない。

## 3) 調査を行った結果（平成23年8月報告書より）

屋内32面474m<sup>2</sup>、屋外54面1,466m<sup>2</sup> 合計86面1,941m<sup>2</sup>を打診及び目視での調査を行った(表1)。また変異が見られる石材には、ガムテープで印をつけ写真撮影を行い後日変異の傾向を考察できるようにした。打診すると異音がる石材に青・白色のテープを貼り、石材が動くもしくは変異している石材には赤・黄色のテープを貼った（青・白色、赤・黄色の区分はテープが無くなっただけで特でない）。この結果、大半の石垣面で何らかの変調は確認された。その傾向を知る目的で大きく4つの場所で原因の特徴を考察した。



↑写真4 異常石材にガムテープを貼る



↑写真5 大きな石材が所々に配置されている

表1 石積みの損傷調査結果

場所	調査箇所	面積 (m <sup>2</sup> )	浮石 (個)	剥離石 (個)	欠落石 (個)	割れ石 (個)
	(箇所)					
屋内	32	474.9	276	76	0	3
屋外	54	1466.1	959	1143	102	4
合計	86	1941	1235	1219	102	7

### ① 屋内

固有の状態に変異が生じている箇所と、躯体の打継面もしくは梁部（正確には解らないが）と思われる箇所で集中的に異常が見られる箇所とに分けた。写真6は東面外壁の内側であるが、所々に青テープが見られ、また赤いテープが不規則に点在する。また、変異石（赤いテープ）は、間詰石（石材と石材との隙間を埋める石）に多く見られた。次に写真7に示すように

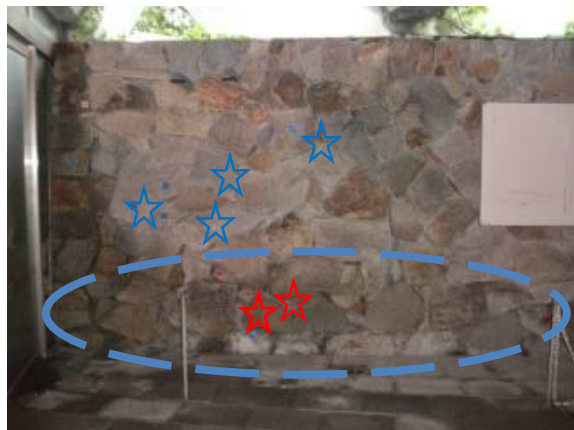
1・2階の境界で浮き石が一定の方向と幅で面的に確認された。石材固有の原因と地震などにより内部構造体からの異常が生じた可能性がある。

### ② 屋外の屋根

パラペットの立ちあがり部分で、石材の剥離、浮き現象が全域で見られた。石垣用の基礎は鉄筋の爆裂、腐食が確認され、これは上部からの流水と建物躯体上部に設けられたコンクリートの劣化が原因だと考えられる。石材内部のコンクリートも剥離していると考えられ、全ての天端石での剥離の可能性があると思われる。

### ③ 建物外壁石積

阪神淡路大震災以後、壁面の約半分で落石防止ネットが張られている。このため全ての調査はできなかった。地盤面から約7m付近以上と落石がネットに引っかかる危険性があると思われる箇所北西部の5m付近を除く約7割程度を実施した。石積みの状況は、所々で浮き石及び変異している石材、落石（抜けて無くなった石材）などが点在して見られるものの、その規則性は感じ取れなかった。また、落石した石材の周囲では、石材の緩みによる浮き石が多く見受けられるが、ここを調査した結果、全域で打診音が軽く感じた(内部のホールから打診音を聞き取ると、建築躯体と石垣には空隙のような箇所があるように響いていた)。北西部角付近では、地盤の変動のために（阪神淡路大震災時と思われる）壁面に亀裂が入り、落石・浮き石が目立ち、その周辺の地盤では若干の地盤沈下も確認され



↑ 写真6 石材調査の管理状況（内部）



↑ 写真7 石材調査の管理状況（内部）



↑ 写真8 管理棟屋上のパラペット

## 南淡路市「若人の広場」

た。南面の壁面では、東側半分と西側半分とでは積み方や、石材の大きさ、配列において微妙に様相が異なり、西側の方がやや小さな石材で密に積まれているのに対し、東側の下部は大きな石材が混ざり、隙間も広く粗い。中央部（下から3から4m）付近で「孕み（はらみ）」も見られ、その周辺の板石で石材の浮き等の現象が確認された。このことは、何らかの理由で石材が動いた可能性があると思われる。石垣の中間部（約5m）下の方では、水抜きパイプの露出が確認された。理由は不明だが、外部に用いる「土留め擁壁」（裏込め栗石の入った）構造になっている可能性がある。

## ④ 外部石垣

外側に向かっている石垣面は、樹木が覆い茂り、調査はできなかった。このために全容を把握することをあきらめ、主として通路側の石垣を対象に調査を行った。結果、大きく破損している箇所は見られず、全域で石材の欠落・浮き等の変異が所々で確認された。また、ネットが張られて保護されている石垣については、打診調査の結果、顕著な変異は確認されなかった。写真11の石積みでは、石垣面全域で浮きが確認され、外部から見ると腰石の部分から折れて沈むような感じが見受けられ、周辺の変異も見られることから、地盤の沈下もしくは盛土部分の流下が原因と考えられる。以上が場所別の代表的な特徴で、それらをまとめると次頁の表2のようになる。

表2から、大きく4つの原因と問題点が考えられる。

1. 全体的に見られるが、石材とコンクリートとの付着不足がある。これは、モルタルの接着力の低下と雨水などが背面にまわり、石灰化したことが原因で石材との分離が生じたと考えられる。
2. 構造的な問題としては、積み石と建築躯体とが一体的になっておらず、地震等で石材が動いたと思われる。屋上のパラペットは、当初から全く別の構造体になっており、コンクリートの劣化や鉄筋の腐食により石積みの損傷が生じたものと見受けられる。この場合の対処方法は、あらゆる角度から考察し、対象となる面積も広範囲に広がることから十二分の検討を要する。
3. コンクリートの劣化は、45年の経年劣化であり全ての構造物に共通する。今後も随時劣化防止の対



↑写真9 外壁西面北側の損傷状況



↑写真10 通路側の石積みの状況



↑写真11 石積み全体の沈下

応を行なわなければならない。現在生じている石材の落石、浮き等は適切に処置を行う必要がある（要メンテナンスの必要性と定期的な補修）。

4. 地震などの自然要因は、地盤との関係が大きく影響される。今回、基礎構造まで調査していないことから、その影響力は不明だが、今後は地山の状態と基礎構造を調査する必要がある。

表 2 破損箇所の原因と特徴

原因	特徴	症状			
		外壁	内壁	屋上	外部
付着不足	付着強度の低下により、石材形状や隣接する石材との関係から変動が生じる。特に付託面積の小さい石材で見られる。	間詰め石に多くみられる。また 石材の形状(控え部分が小さい)や周りのモルタルが少ない状態で確認される。			
		落石	抜け・剥離	抜け・剥離	抜け・剥離
構造的な要因	躯体と石積との接合構造に問題があったり、地盤の強度不足による石垣変異、石積自体の問題などがあり、規則的に見られる。	推定通りであれば、十分な検討が必要	高さが低く、特に見られない	躯体と パラペット部の分離に伴い 根石部で多くみられる	地盤の沈下に伴い、石垣の変移が見られる
		孕み・抜け・沈下	石材の浮き	孕み・抜け・沈下	孕み・抜け・沈下
コンクリートの劣化	長年の雨水が石垣内部に流れ込み、コンクリートの爆裂、膨張、鉄筋の腐食などにより、表面の石材とに隙間が生じる。付着力の低下させる。		梁部分や、打ち継ぎ面で石材の浮きが確認	土砂の堆積で排水機能が低下し、コンクリート及び鉄筋の腐食を増幅させる	石垣の孕み
		天端石での落石	石材の浮き	石材の浮き	天端石での落石
地震などの自然要因	地震などの影響で地盤にズレを生じ、元の状態が維持できなくなる。また、潜在的な要因を助長して落石等、限定的に見られる	部分的に孕みが見られる。地盤の変動により亀裂が入っている	特に確認できず	特に確認できず	今後補修方法・範囲によって基礎構造も調査する必要となる。現段階では考えない
		石垣に亀裂・孕み			



↑ 図 1 修復箇所図

南淡路市「若人の広場」

## 第2章 取り外し工事後の考察

工事設計は前章で述べた調査結果を参考にして設計され、建物の耐震補強にかかる部分は石材の取り外し、積み直しを行い、それ以外の場所は、補修・補強を行った。この章では取り外しの結果、発見した石積みの構造と続いて行う補修工事及び積み直し工事にむけての考察を記載した。

### 1) 大会議室外壁の石積

大部分の外壁は、下部では石材の裏側に胴込めコンクリートを打ち、その背面は栗石、盛土層の「土留め石垣構造」で上部は、背面の厚みが無いことから、全てコンクリートによる「貼付け構造」となっていた。(写真12)

事前調査で指摘されていた石積基礎は、地震によるものか荷重によるものか原因の特定は行わなかった。現状で見限り基礎と壁躯体の縁が切れ、そこには大きな隙間がみられた。(写真14)

#### ①外壁西面・東面

石材の裏込め材が建築の躯体までコンクリートが充填されておらず、そこには栗石と土が敷き詰められていた。地盤からの高さが上部にいくほど栗石層は少なくなり、7m程度ではほとんど栗石層は確認されなかった。(写真15)

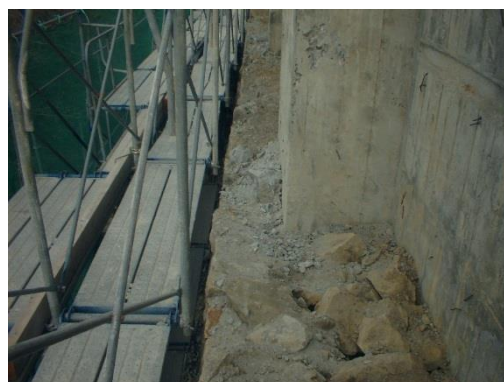
また、躯体と裏込めコンクリートの間には1~5cmの隙間が見受けられ、何らかの変異があったと思われる。

#### ②南面

写真の手前の8m(東側)は、コンクリート躯体との間に栗石と土が入っており「土留め石垣構造」であり、西側は、全てコンクリートが入っている「張り石構造」であった。なぜ、構造が変わっていたのかは不明であるが、石垣の石材配列状況や、石垣の「孕み」などの現象など外見上の違いが見受けられた(撤去前の調査では、「張り石構造」には浮石が見られるものの、他方の「土留め石垣構造」では、大きな石材



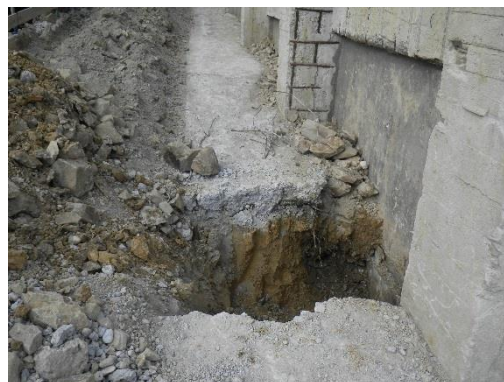
↑写真12 石積背面



↑写真13 裏栗石



↑写真14 石積栗石



↑写真15 西壁面地盤の確認

が用いられているにもかかわらず、「孕み」が見られたのも理解できる)。今回の工事では、基礎を打ち直して躯体までコンクリートを充填することで、より安定した躯体との一体構造になった。

## 2) 外部の石積

外部階段手摺と屋上パラペットの石積は、外部からと内壁の両面で石を積む構造になっていた。このために、独立したコンクリートの躯体がなく、石を積みながら隙間にコンクリートもしくはモルタルを入れての作業がなされた。このために天端付近では幅が小さくなり、十分に充填できないことから、石とコンクリートの付着は弱く、概ね上部での石材の剥落や変異が多く確認された。そこから、雨水が浸透しセメント付着強度の低下を招き、自立のできない構造になったと推測される。

途中の高さから積み直す箇所は、下部の石垣を金物等で補強したのちにコンクリートを充填し、管理棟建物の壁は新たに躯体を打ち直して石積を行った。

石材控えが 20 cm 未満の石材は裏込めコンクリートの付着が弱く、容易に取り外すことができたことから、積直し工事では石引き金物を併用してコンクリート躯体との一体化をはかった。

大会議場外壁の高さが 10m を超えるため、柱型以外は 10 cm 以上の石材、背面に躯体がないところは控え 20cm 以上の石材で石積を行った（両面積みの場合は幅的に収まらないため、また間詰め石などの小さな石は控え 20cm 未満になることから除いた）。

## 3) 内部各所の石積

写真 17, 18 は、内部の外壁東面沿いの取り外し前後で内外部を分ける躯体がなく、外壁と内面壁との両面積みを手練りのコンクリートやモルタルと栗石を充填して施工していた。ただ、このことによる石積損傷は見受けられなかった。

今回の工事では新たに躯体を打ち「張り石構造」で施工を行った。

## 4) 積直しの石材配列

次頁の写真 19 に示すように、「若人の広場」の石積み配列は、不規則な形状の石を 1 段ずつ積んだものである。あえて種別をすると、上から①布積み崩し②谷積み③乱積みと一般的に呼んでいる。施工上の特徴は、①②は石を置く高さが揃



↑写真 16 屋上パラペット石積基礎



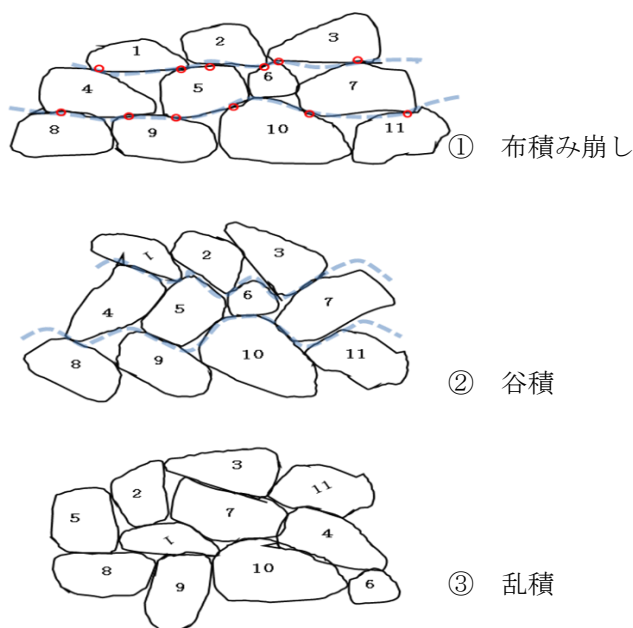
↑写真 17 内壁解体前



↑写真 18 内壁解体後



↑写真 19 石材の配列区分



↑図 2 石材の配列

い易く、生コン打設が分離しやすくなる。しかし、外観上の安定感があり、隙間に間詰め石を設けることで施工性がよい。③は形状や大きさが不揃いの石材で石積を行う場合に多く用いられ、一般的には「野面積」である。裏込めコンクリートも上下で打ちあがり、より一体的な構造になるが、形状が一定にならないことから、空隙が多くなり石垣の前面にコンクリートが流出しやすい。(図 2)

今回の施工に際しては、前記の条件と、初期の容姿を考慮して①：②：③の割合を6：2：2で意識して積むことが、「安全性」、「美観性」、「合理性」から適当と判断して石積を行った。

### 第3章 石垣補修工事

次に、躯体を耐震補強工事で打ち直す壁面は否応なく石積みも積み直しを行い、それ以外で崩落のおそれがあるものは積み直し、個々の石材の脱落の可能性があるものは、個別に対応して補修を行った。

#### 1) 調査

補修工の前に詳細な調査を行い、関係者と協議を重ね、補修方法を決定した。

##### ① 石積の裏込め構造調査

写真 21 のように石積みの目地をねらって削孔し、裏込めコンクリートの厚さ、裏込め栗石・土・コンクリート躯体の有無を調査した。結果、建物以外は、独立した擁壁躯体はなく、石材の胴込めコンクリートと裏込め栗石や盛土、地



↑写真 20 浮き調査状況



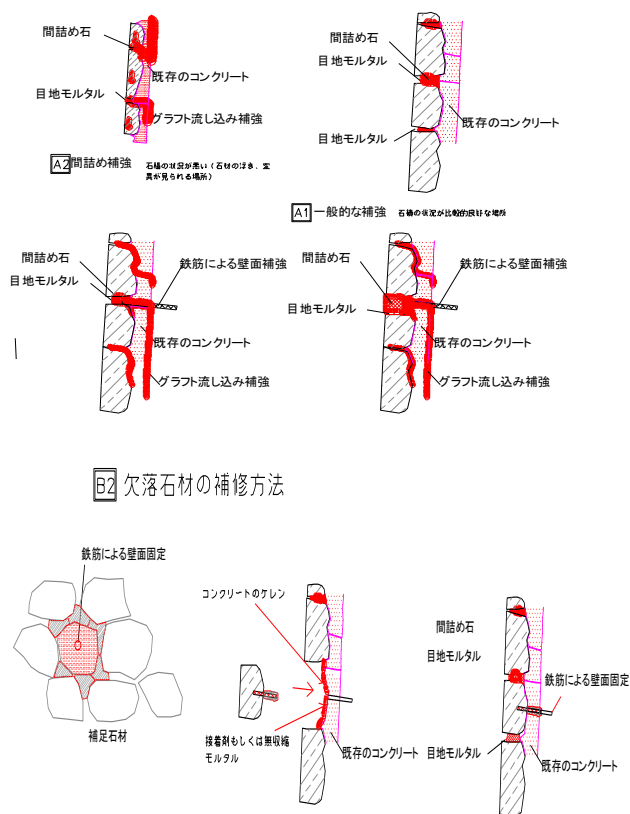
山で構築されていた（一般的な土留め擁壁）。

## ② 1石ずつの石材の調査

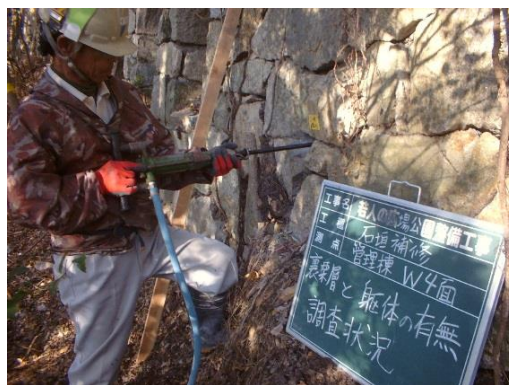
石積の1石ずつの調査をおこなった結果、石材自体は良質な花崗岩であること、地盤は比較的硬い層であり、基本的にはその上に石積がなされていた。このために、現状を維持した補修作業を行った。しかし、控えの短い石材ではコンクリートとの付着が弱く、打音検査で異音が生じたり、バールでこじると動いたり、脱落したりする石材が確認された。これらは個別の対応を行って補修することとなった。

## 2) 補修工事

浮石や変異のある石材は、下図の要領で個別に補修を行い、それ以外の通路に面している箇所及び、美観上重要な箇所には、無収縮モルタルにより目地補修を行った。このために全体の調和がとれ、尚且つ石積の耐力向上になった。（写真 21～24）



↑ 図 3 補修方法



↑ 写真 21 目地削孔状況



↑ 写真 22 石材削孔状況



↑ 写真 23 樹脂注入状況



↑ 写真 24 目地補修

### 3) 石積直し工事

第1章で述べた取り外し後の考察をふまえて石積を行った。用いた石材は、撤去時の石材を再利用し、不足した石材のみ新たに小豆島より購入した。建物との一体構造となるように、「貼り付け構造」とし、裏込め材は全て生コンクリートを充填、特に石材の控えが20cm未満のものはステンレス棒鋼直径(3.2mm)で石引き金物として補強した。また、現存建物との関係で、地盤面より8mまでは、建物の耐震補強と合わせて、石垣の躯体を作り、それに張り付ける方法となった。(写真25)

### 4) 新設工事

- ① 調査でも指摘があった建物のパラペットの周囲や屋外の手摺等の両面石積において、大きく損傷していることが確認されている。この主たる原因は、上部からの漏水によるセメント付着力の低下と思われたことから、今回新たに笠石を設けることとなった。笠石の厚みを、石垣の規模から厚み10cmとし、表面を割肌で仕上げた。用いた石材は、岡山市犬島産の白系、錆系の混合とし、なるべく違和感の少ないよう配慮を行った。このために、建物全体に稜線が通り「シャープ」な感じが新たに創り出された。
- ② 建物屋上に用いられた敷石が厚み10cmと厚く、建物に重量的に負荷を掛けている可能性が指摘された。このために、厚み3cmの板石に取り替えて工事を行った。用いた石材は、笠石と同じく白系の花崗岩で表面はバーナー仕上げで行った。撤去された敷石の多くは、同敷地内の公園広場で再利用されている。(図4、写真26)

### おわりに

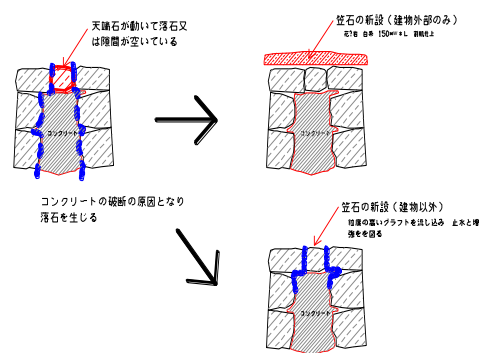
調査から4年、この歴史的価値の高い建物を再生する事業に携われたことへの喜びに感謝いたします。また、ここでの経験が将来の技術向上につながり、この建物が長く愛され後世に伝わる一助となることを願っております。このためにも、調査・計画・実施・報告が一連の施工であり、今後の施工モデルとして活用していただければ幸いです。

ありがとうございました。



↑写真25 ステンレス引き金物の施工状況

### 図4 天端石欠落の補修方法



↑図4 笠石の補修



↑写真26 新設笠石の状況

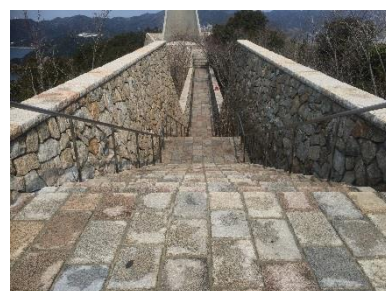
「若人の広場」再生に向けて



南東上空より



南上空より



桜の小径



屋上広場



工事中の躯体