

防木ジャーナル

THE BOSUI JOURNAL

ROOFING/SIDING/INSULATION/RENEWAL

4

2010

No. 461

特集

不具合事例から学ぶマンション大規模修繕
日本市場における輸入防水材の展望

Vandex

ポリマーセメント系弾性型上水用スラリー塗膜防水材

CEMELAST BLUE

バンデックス セメラスト ブルー



躯体補修・漏水・手すり等の 支柱基部補修

鈴木 哲夫

■ はじめに

建物の不具合現象は、さまざまな要因が単一あるいは複合的に重なり合うことによって引き起こされる。現れた不具合は、それが元になってまた新たな不具合へとつながり、いわゆる「複合要因不具合連鎖」を起こすことになる。不具合現象の因果関係は、ほとんどが造られ方や補修方法の安易な選択に起因していることが多く、また正直な現れ方をしていることが経験的な実感である。そこで本稿では、躯体不具合の事例を挙げながらコンクリート構造物の漏水を中心に代表的なものを述べることにする。

■ 造られ方に起因する躯体不具合

躯体不具合は、地震などの予想外の外力を受けてたときや想定外の使われ方をした時などを除けば、造られ方により新築初期から現れるものと、一定期間経過しないと現れないものがある。問題は、一定期間経過しないと欠陥が分からないものであるが、ほとんどが人為的な原因に起因し、安易な補修の繰り返しによりマンション管理組合との間で複雑化したトラブルにな

っていることも多い。

躯体不具合を最小限に防止するには、人為的不具合要因の連鎖を断ち切る以外にないと考えられる。運悪く不具合が発生した時には、完璧な補修を目標とすることは当然として、不具合原因やそのメカニズムを把握して適正な補修仕様で処理することが求められる。

躯体のひび割れは、打ち込んだコンクリートの品質基準に適合していても発生することがあり、原因を整理すると以下の事項が挙げられる。

- ①フレッシュコンクリートの水量やセメント量の配合
- ②硬化したコンクリート躯体の部位ごとの強度差
- ③締め固め・打ち込み不良、打ち継ぎ不良
- ④納まり上無理な建物形状やデザイン

これらのほとんどは、外部であればほとんどが漏水に結びつきやすく、直し方も通り一遍ではなかなか直らないことが多い。一般的に、ひび割れ補修と言えば、硬化後に強い接着力を発揮するエポキシ樹脂注入が代名詞になっている。しかしひび割れは、拘束するように強く接着したらその部位に応力集中を起こし、その近

傍もしくは第2順位の弱点部位がさらにひび割れることが想定できる。

ひび割れに挙動がある場合、国土交通省「建築設計基準及び同解説」に示される樹脂注入工法では、軟質形エポキシ樹脂として使い分けをすることになっている。エポキシ樹脂注入材が軟質であっても、反応硬化後コンクリートの強度以上の接着強さになり、「硬化後の軟質性能」を具備していないものがあることに注意しなければならない。

また、ひび割れは、ほとんどの場合貫通していることが多い。貫通途中に巣穴が絡んでいることもある。つまり、コンクリートの内部は、表面の状態からでは予想できない欠陥が内在していると見た方が良いということである。さらにひび割れは、雨水の通り道になることから、表面的な処理工法ではなく、ひび割れ内部を可能な限り充填して止水性を高めることが好ましい。そうすると、注入材には拡散定着性がなければならないが、通常のエポキシ樹脂では、注入拡散後、樹脂が流下して必要な部位に樹脂がとどまっておらず、隙間が残ってしまうことがある。この問題は、処理しても性能が出ないということで、改修の瑕疵問題になることがある。

③ 収縮ひび割れの性質

コンクリートは、打設後数年かけて徐々に三次元的に収縮する。拘束端や収縮の障害になるものがなければ原則的に収縮ひび割れは発生しないが、建物は、拘束端や収縮の障害になる部分が複雑に構築されているのであるから、潜在的にひび割れが出やすくなるのである。ひび割れは、拘束範囲が収縮して引張応力が集中する部位を選んで入ると言ってよい。また、一旦入ったひび割れは、コンクリートの収縮と日常の温度変化に伴って絶えず伸縮を繰り返している。

このひび割れが、コンクリートの引張強さよ



写真-1 修復したエポキシ樹脂界面付近の再発ひび割れ

りも強い接着力で拘束されたとしたらどうなるかは明らかで、写真-1のように接着面の近傍でひび割れが再発する。つまり、ひび割れの性状に合わない注入材の選定により補修しても再発し、目標とする補修性能が出ないということだ。したがってひび割れの補修は、繰り返し挙動するものとして診立てる必要があり、注入材の硬化後の性質を見極めた上で補修材料を選定したいところである。

④ ひび割れの補修処理

A. ひび割れの処理条件

ひび割れは、処理材料の性質や工法の特徴により、処理できることが限られているのであるから、ひび割れの症状や性状に応じて材料を選定する必要がある。つまりひび割れが、基本構造部分の耐久性処理区分として類別されるひび割れか、漏水処理区分として類別されるひび割れかということと、「挙動の有無」によりひび割れ処理材料の選択の仕方が変わるのである。表-1は、建物に現れる代表的なひび割れと処理条件を整理したものである。

B. 腰壁など厚さが浅く単純な貫通ひび割れ

ひび割れを処理する場合、水平下向き方向・水平上向き・垂直方向と、注入処理の方向はさまざまである。注入処理は、ひび割れ部のコンクリートの中性化を防止するため、雨水の浸透や炭酸ガスと水蒸気を含んだ空気の流通を防止する目的で全断面の充填を目標とすべきである

表-1：代表的なひび割れと処理条件

ひび割れの状態	代表的な建物の部位	処理条件
ひび割れた躯体の厚さが浅く単純な部位	床版・外壁および壁立上り打ち継ぎ・界壁・庇・パラベット天端・鼻先およびアゴ・腰壁・笠木嵩上げ付け送り界面・階段打ち継ぎ部・片持ち床版先端部・切付け部・その他	<ul style="list-style-type: none"> • 挙動の有無 • 接着目的か、止水目的か • ひび割れが湿潤か、乾燥状態か • 空洞連担の可能性 • 構造耐力上主要な部分か、非耐力構造部分か • 注入処理の方向(水平上向き・下向き・垂直面)
ひび割れた躯体の厚さが深く複雑な部位	柱打ち継ぎ面・梁・梁上端嵩上げ付け送り界面・階段打ち継ぎ部・切付け部・その他	
隅角部	開口部・片持ち床版入隅・パラベット天端	
コールドジョイント・ジャンカ部位	柱・壁・梁・階段・その他	
外壁ひび割れ誘発目地	構造スリット・各階打ち継ぎ目地・その他	

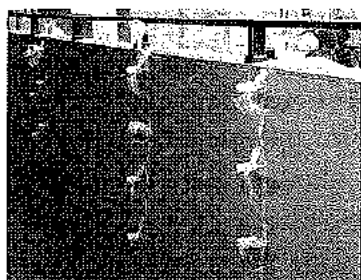


写真-2 発泡エポキシ樹脂注入を行った腰壁の貫通ひび割れ



写真-3 揚げ裏上向きの注入施工

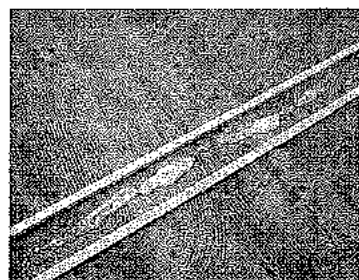


写真-4 上向き注入で、上階の床面に注入樹脂の噴出しを確認

が、水平上向き・垂直方向の場合、重力作用によってこれが困難な場合が多い。

ひび割れには、注入処理に頼らず表面的な処理工法であるUカットシール工法を採用する場合もあるが、外壁においては補修跡が目立ち、内部のひび割れ部分のほとんどはそのまま処理されずに残されてしまい、そこに別のひび割れがたどり着いたら漏水が再発することになるので最悪の直し方と見ている。

写真-2のような腰壁のひび割れには、温度変化で挙動が常に予想され、躯体の引張強さを超えない柔軟な挙動追随性のある注入止水材を選定したいところである。この場合では、挙動追随性のある発泡系エポキシ樹脂で注入処理を行っている。

写真-3は、片持ち床版貫通ひび割れに揚げ裏面から上向き注入処理したところである。これも常に挙動が予想され、床版に繋がる上部の腰壁など連続したひび割れになることが多い

め、一体的な注入処理をしないと止水が極めて困難である。床版上面から注入すると歩行障害があるため、揚げ裏面から樹脂を注入している。注入材の選定条件は、以下に示すとおりである。

- 1) 上向き注入作業で注入材の拡散性がある
- 2) 温度変化で常に挙動するため、硬化後に挙動追随性がある
- 3) 接着性がコンクリート引張強さと同等以下

写真-4は、床版に注入した樹脂が上面まで拡散噴出したのを確認したものである。

C. 厚さが深く注入面積が大きひび割れ

深い断面に止水目的で注入するには、通常の注入カプセルでは1回の注入量が少ないため、全断面隙間なく注入することは困難な場合がある。間隔を相当小さくする必要があり、それでも注入量の確実性が保証されるものではない。

写真-5は、蹴ね出し庇の天端に50mm程度モルタルでかさ上げされ、雨水の浸入により界面からエフロレッセンスの溶出があった。庇が長



写真-5 梁幅天端全体に現れた界面ひび割れ

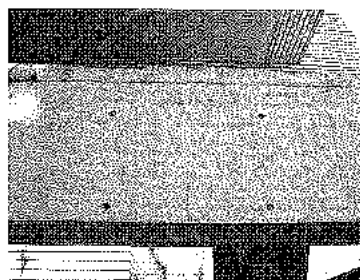


写真-6 天端に100mm程かさ上げされた梁



写真-7 追い注入工法による注入処理

いことにより、温度による伸縮で庇の躯体と高上げモルタルに挙動差が生まれ、界面にひび割れが発生したもの。注入カプセルの設置間隔を通常250mm程度とするところ100mm内外で設置して発泡エポキシ樹脂による注入を行った。

この工法以外に、断面が大きく深い場合や複雑に入り組んだ部位には、反応硬化後、柔軟な樹脂であれば継続的に微低圧で圧入するか、注入材の硬化前に追い注入できる工法も有効と考えられる。

写真-6は、梁の上端を揃えるために、モルタルで厚さ100mm程のかさ上げを行った結果、梁天端界面に雨水が浸透してエフロレッセンスが発生した例である。天端に注入穴を穿孔し接着目的でエポキシ樹脂の注入を施すことも良いが、界面が深いため注入穴穿孔に伴い粉塵も多くなることから、穿孔を行わず梁側面からひび割れに沿って注入処理することとした。注入面積が大きいことから、一般の注入工法では注入

量が不足するため、写真-7のように粘度複合軟質形エポキシ樹脂注入工法により300mm間隔で注入した例である。反対側の噴出しを確認するまで徐々に樹脂の粘度を上げて追い注入を連続して行った。梁の反対側も同様にひび割れの目止めを行い、充填確認と空気抜きのため空のカプセルを取り付け、噴きこぼれによる周辺の汚損防止を行っているところが特徴である。

D. 複雑な打ち継ぎ部のひび割れと漏水

コンクリートの打ち継ぎで、不具合が多い部位では外壁立上りや外部階段の床と段部境目ならびに中壁や手すり腰壁などが代表的に挙げられ、ひび割れや漏水が多く見られる。

①外壁立上り部の打ち継ぎ目地からの漏水

建物の各階床レベルには、建物の構築にあたって水平打ち継ぎができる。その部分は、目地を造って止水することが一般的な納まりである。しかし、床版に段差ができる場合は、どちらかの位置に合わせて一方を意匠的に化粧目地にする。つまり、一方の打ち継ぎは外見では消し去られ、目地の役目を必要としない位置に目地が造られているのである。

写真-8は、目地棒の上にてできた打ち込み時の汚損をケレン清掃せずコンクリートを打ち込んだ事例である。これでは目地のシーリング材を何度打ち直しても漏水は止まらない。また、外壁立上りの



写真-8 目地の上部に床版の打ち込み時にできたコンクリートの薄皮

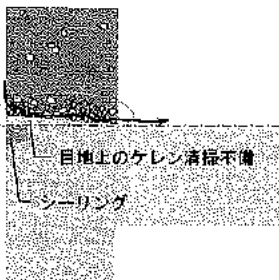


図-1 打ち継ぎ処理不全



写真-9 目地棒を撤去し、上階の打ち込みでできたコンクリートの空洞

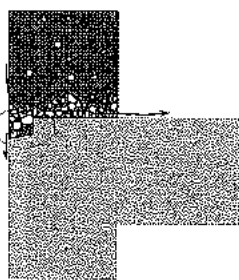


図-2 打ち継ぎ目地の空洞と骨材分離

界面上部は、コンクリート打ち込みの際に図-1に示すように骨材分離を起こしやすく漏水ルートは界面だけにとどまらない。

写真-9および図-2は、打ち継ぎ部に目地棒を設置して打ち込んだ後、目地棒を撤去して上階外壁立上りを打ち込み、目地なしとした例である。しかし狭い目地部分は、骨材が障害になってコンクリートの回りが悪く、ほぼ全周の目地内部が密実にコンクリートが打たれなかったのである。処理前の外壁目地部分は、ひび割れとともに線状の汚損があり、室内で換気扇を使用すると空気が吸い込まれる現象もあった。

このような不具合は、空洞内在型であるからジャンカ部を含め空洞を完全に埋めなければ止水を期待できない。目地部に潜り込んだコンクリートをすべてハツリ取り、シーリング材を打ち込む方法も考えられるが、手間と時間がかかるため、注入処理することとした。処理については、以下の条件として材料の選定を行った。

- 1) ひび割れおよび空洞を同時に埋める
 - 2) 湿潤部もあることから、処理材に水和性がある
 - 3) 注入材の体積変化が硬化後に許容範囲内にある
 - 4) 密実な注入と拡散を期待でき、止水性がある
- 採用した注入材は、上記を

満足する親水性の発泡ウレタン樹脂注入材とした。疎水性の同質材もあるが、乾湿を繰り返すと収縮し漏水の再発事例があったので採用を見送った。補修にあたっては、写真-10のように目地のひび割れ上部50mm程度の位置で斜めに穴を開け、注入ピンを挿入して固定し、樹脂を注入する。注意点は、水と反応して材料が発泡するため、注入前に施工部位の注水を行って湿らせておく必要がある。打ち継ぎ部がタイルなどで仕上げられている場合は、打ち継ぎ目地を中心にして上下100mm程度の範囲のタイルおよび下地などを一部剥がし取り、打ち継ぎ位置を確認すると良い。

②外部階段打ち継ぎ段部境目の漏水

外部階段は、コンクリート打ち込みの都合で廊下床の端部および中壁や腰壁の中間位置で打ち継ぎができる。床と階段段部の境目は、写

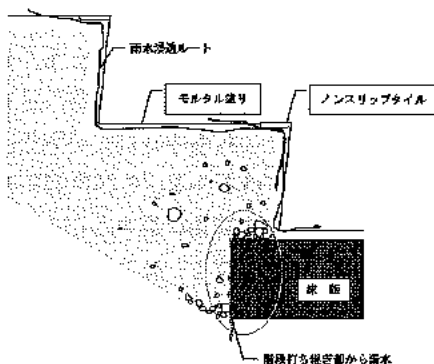


図-3 階段打ち継ぎ漏水経路断面図



写真-10 目地の上部から斜めに親水性発泡ウレタン樹脂を注入



写真-11 打ち継ぎ位置にひび割れと漏水発生

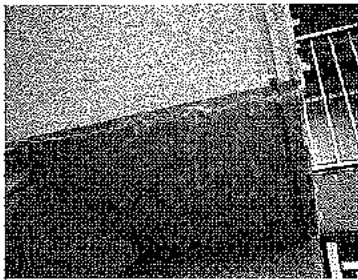


写真-12 発泡エポキシ樹脂による注入処理

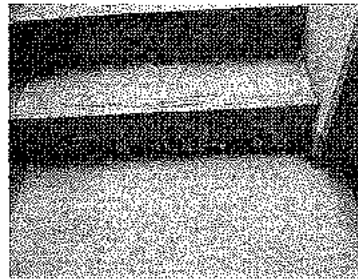


写真-13 蹴込み隅から斜めに穿孔し、注入ピンを打ち継ぎに向かって取り付け

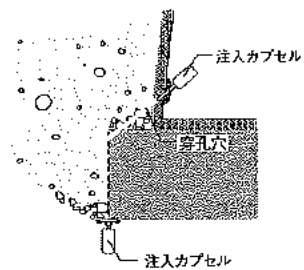


図-4 界面の注入処理

真-11および図-3のようになりやすい。

雨水は、段部から床版にたどり着いて打ち継ぎ界面に浸透し、下階の揚げ裏打ち継ぎ部から漏水するケースが多い。

最悪の直し方は、雨水などの出口となる揚げ裏部にシーリングを行うことだ。雨水などの入口を塞がなければ意味がないのであり、床版の上部打ち継ぎ周辺から止水注入すべきであろう。特に、躯体表面にモルタル塗りを行っている入り隅をシーリングで済ませているケースもあるが、これも意味がない。雨水は、モルタル塗りの内側を通るからである。

処理にあたっては、打ち継ぎ部の挙動が想定できるので、写真-12・13ならびに図-4のとおり上面入り隅および揚げ裏のひび割れの両面ならびにその他の部位を一体的に発泡エポキシ樹脂で注入処理を行っている。

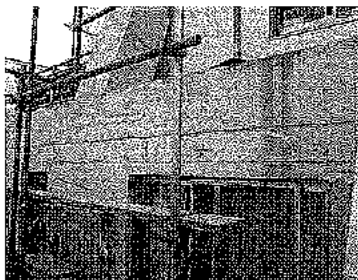


写真-14 逆梁パラペットに円弧状のコールドジョイントとひび割れ

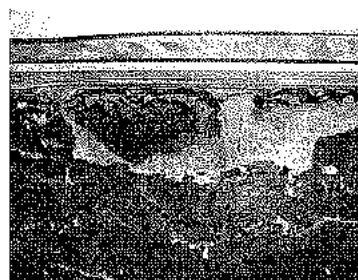


写真-15 逆梁パラペットの上部に空洞があり、主筋が見える

E. 大きい空洞内在型ひび割れと漏水

建築構造物で、大きい断面といえば、柱や梁に相当する。コンクリートの骨材が鉄筋などの障害で引っかかり、その下部に空洞ができることがある。柱や梁は、主要構造部であるからその内部を樹脂で処理することは構造耐力上好ましくないため、コンクリートに限りなく近い無機系の処理材で補修したい。また、空洞位置を確認するには、ハツリ出して主要構造部分の空洞を探ることは建物の安全上不可能であるから、別の確認方法を考えなければならない。

写真-14は、逆梁になった大梁で、上部はパラペットを構成している。外見では、円弧状のコールドジョイントにひび割れが入っており、漏水の原因は、このひび割れに止水注入処理すれば足りると判断されがちだが、実は、円弧ひび割れの上部に外見上見えない空洞が形成されており、雨水がその部分に蓄水して常時漏水していたというものである。

写真-15は、パラペット内側の防水層を撤去し、エフロッセンスが出ているところを打検確認した時に空洞を発見し、漏水の原因はこれだと分かったもの。このような場合は、表面のひび割れだけの処理では一時的には漏水は止まっても、再発する恐れが

充分にあるケースである。

空洞部の補修は、以下に示す条件とした。

- 1) 構造耐力上同等以上の強度を発揮する無機系の材料である
- 2) 空洞の隅々まで行き渡るよう流動性が高い
- 3) 鉄筋の防錆効果を期待できる材料

上記の条件から、無機系の中から選定することになったが、通常のグラウト材では、流動性や中性化への対抗性および材料の強度など難点があった。条件に合うものとして隙間充填防錆グラウト材を使用した。

処理にあたっては、写真-16のように、パラペット天端から空洞部に届くよう300mm間隔で穿孔し、上部から同材を注入ポンプで注入した。注意点は、グラウト材の充填の程度を確認するため、透明ホースを複数適度な位置に取り付け、空気抜きとその部分にグラウト材が押し上げるまで注入することである。

5 埋め込み型支柱基部の補修処理

A. 埋め込み型支柱基部の状況

支柱の根元の埋め込み部分は、アルミ製であっても強度上の問題で下地に鋼材が使われている。支柱埋め込み工法では、コンクリート基部の固定部分を箱抜きかコア抜きしてパイプを埋め込むことにより、パイプ内部の空洞部と周囲のモルタル詰め施工状態によっては巣穴ができる。

手すりなどは、つぎに示す施工状況や現象が

確認できる。

- ①支柱内部の補強鋼材に腐食が進行し、膨張圧力で躯体が割れる
- ②箱抜き底部の躯体内部に空洞（巣穴）が見られる
- ③支柱パイプ中空部と躯体空洞部に蓄水がある
- ④パイプ内部に結露サイクルが発生し、基部に蓄水する

写真-17は、鉄製手すり支柱基部を暴露したところ、内部から赤水が相当量噴出した事例であり、写真-18は、基部を穿孔したところ錆汁が噴出した事例である。支柱基部は、雨水が浸入すればコンクリートのひび割れや躯体損傷の引き金になる。躯体は、空洞が形成されていることで基部に蓄水し、凍結融解を繰り返してコンクリートが損傷することもあり、コンクリートがひび割れることで雨水がより浸入し、不具合連鎖を起こすものと考えられる。

B. 材料工法の選定

材料工法の選定は、基部の改善に向け考慮すべきことを挙げると以下のようになる。

- ①支柱基部の下地鋼材およびアルミ製支柱の防錆効果を期待できる材料
- ②基部の空洞を隙間なく充填できる材料
- ③上部から供給される雨水や結露水を基部に供給させない工夫
- ④化学的変質がなく、耐久性のある材料

支柱内部は、非破壊で処理することが前提であり、また錆びのケレンができないため、鋼材

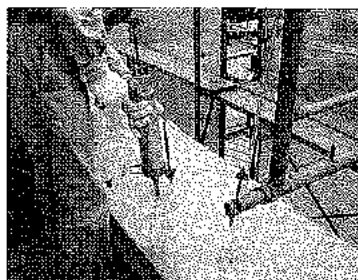


写真-16 穿孔後、空洞部へのグラウト材注入と充填確認



写真-17 支柱基部から出た錆汁は約3ℓ

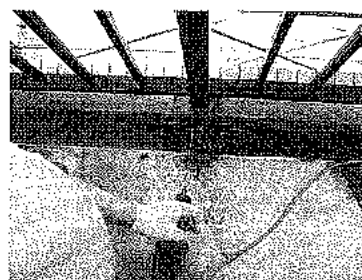


写真-18 基部の蓄水確認

などの防錆効果を期待できる材料としたい。また、処理材は、支柱や空洞内部の湿気または蓄水の影響を受けない材料としたい。

支柱基部は、複雑で多様な納まりであり、補修材料に流動性がなければならない。処理の最大の目的は、空洞部を隙間なく埋めて止水性を付与することであるから、グラウト材に体積変化が極力少ないことが要求される。また、既存躯体との一体化とコンクリートと同等の圧縮強さが発現し、コンクリートの中酸化や鉄部の防錆効果および躯体脆弱部の保全効果を期待できることが必要である。

C. 施工事例

支柱基部の補修にあたっては、補修効果に重点を置いて上記の考慮すべき条件を検討した結果、内部に充填することにより、躯体内部の改善効果に加え、鉄部だけではなく、アルカリに弱いアルミ材の防錆効果も期待できることが選定の重点条件であるから、無機系の隙間充填防錆グラウト材がふさわしい材料と考えている。

防錆グラウト材などを使用して処理を行う作業工程は、写真*19に①から⑥の処理手順を示した。

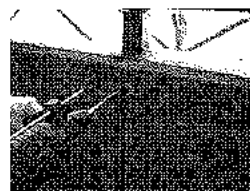
D. 施工上の留意点

施工にあたっては、支柱に充填材料を詰めれば良いということではなく、健全な施工と性能を得るためには、下記の点に留意したい。

- ①支柱基部を確認するため暴露調査を実施し、支柱の埋め込み深さや状態、アンカーセットの深さと状態などを計測して水抜き確認口の穿孔位置を確定する。
- ②支柱の構造を確認し、蓄水排出口と処理材充填口の位置や充填方法を検討する。
- ③充填したグラウト材は、時間とともに隙間に移動し充填兼雨水など排出口位置より沈下するため、追い充填を行う。
- ④施工後、注入口は雨水の排出口になるため、穴径よりも少し上まで充填し、硬化後勾配溝



①支柱部の穿孔位置下に袋を取り付け



②蓄水排出充填確認口の穿孔



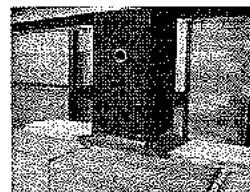
③養生袋取付後、注入口の穿孔



④グラウト材の充填



⑤グラウト材の噴きこぼれ養生



⑥注入口の清掃・勾配溝形成

写真-19 充填施工手順

を形成して雨水溜まりができないようにする。

⑥ まとめ

本稿では、躯体の不具合のうち代表的な躯体改修の考え方や直し方の一例を紹介した。不具合の出方は多様な様相を示し、当然に補修方法の考え方も変わる。「ひび割れはこう直せば」という思い込みをできるだけ捨て、観察力を逞しくして躯体改修のあるべき姿を導き出して行きたいと考えている。