あなたは想像できますか？

手すりの支柱基部をいじったら、
3リットルの水が噴き出したことを

こんな不具合ありませんか？

● 埋め込み支柱の基部にひび割れが発生する

● 埋め込み箱抜き基部周辺のひび割れ、支柱の下地の腐食により破断が発生する

● 基部周辺にエフロレッセンスが発生し、塗材の剥離を伴う。この状態で、表面的な補修を行っても不具合が再発する
●水の噴出が継続し、錆汁を伴っていることが多い

こんな直し方していませんか？

● ひび割れに沿って、エポキシ樹脂の注入をしていませんか	支柱基部周辺に発生したひび割れは、内部が湿潤か蓄水状態になっていることが極めて多く、エポキシ樹脂を注入しても接着不良を起こすばかりでなく、空洞も存在するためにしっかりした充填注入が困難となる。 乾燥したひび割れで、内部に空洞がないことが分っていれば、多少は有効であるが、充填性が課題である。
● 支柱基部への止水のために、シーリングだけに頼っていませんか	支柱の基部に雨水が浸入するルートは、支柱の根元界面だけではなく、支柱が中空材の場合はその内部に入った雨水も基部に供給される。 したがって、シーリングは必要であるが、パイプ内部に入った躯体内基部への雨水供給を止めない限り、基部周辺の劣化を止めることは困難である。
● 支柱内部に樹脂を入れていませんか	支柱内部に雨水が浸入するため、内部が湿潤あるいは蓄水があるために下地が錆びている。内部処理のため、樹脂を注入しても水や錆び片の影響で止水効果を期待できる注入施工が極めて困難である。 注入する場合は、乾燥状態でかつ下地に錆びがない新築時点であれば効果を期待できるが、経年した場合は、補修処理の性能が懸念される。
● 基部周辺を金物で補強していませんか	支柱の基部は、外力による影響で破壊したことが明らかであれば補強する必要はあるが、雨水が介在して基部が破壊した場合は、補強だけで改善は困難である。 劣化現象の原因により補修方法を選択する必要があり、支柱の内部処理と雨水排出処理を併せて実施することにより性能を発揮するものと考えられる。
● 基部をはつり出して修復していませんか	破損部分の基部は、当然に断面修復材で補修する必要があるが、支柱の内部処理を行わなければ、経年して同様の不具合が再発する。 上記同様、支柱の内部処理と雨水排出処理を併せて実施することにより性能を発揮するものと考えられる。

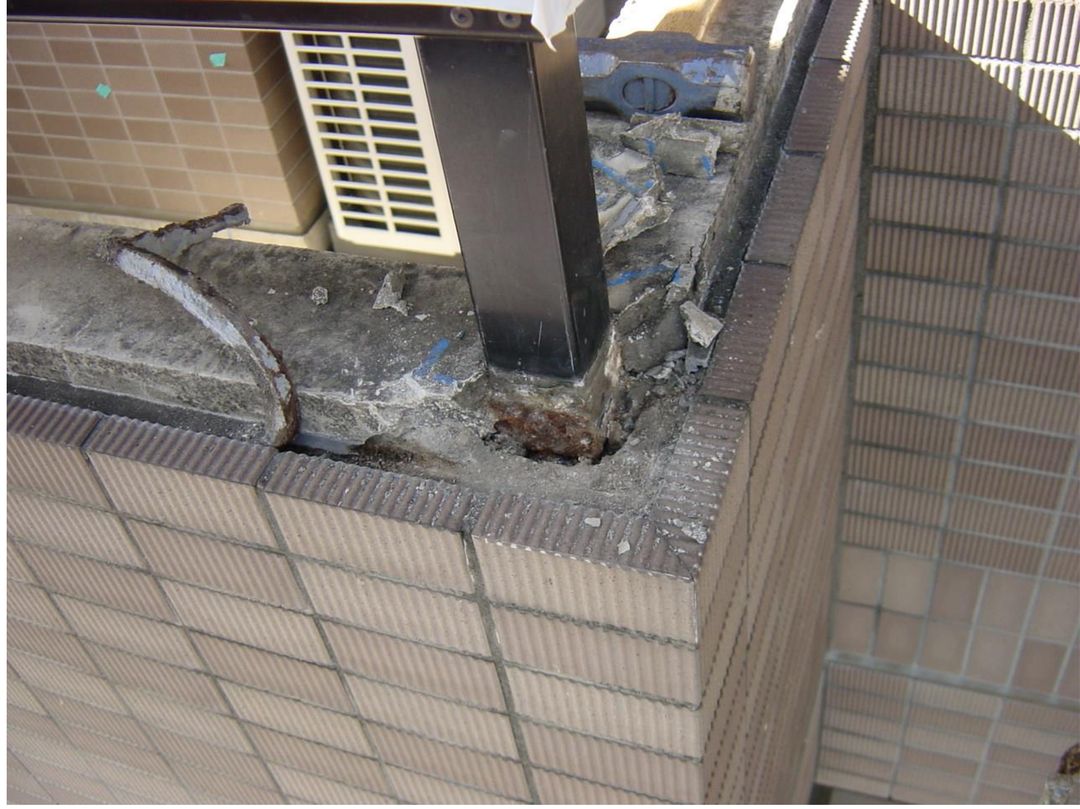
パイプ状支柱基部はこうなっている

● 根元付近をはつり取ると、蓄水を確認

●支柱根元は、鉄製アンカーで固定され、蓄水等なければ錆びないはず。蓄水等がある場合は、**凍結・融解**により躯体のひび割れと剥落につながる

●埋め込みアンカープレートの腐食により、基部周辺のコンクリートが剥落する
●基部に空洞があり、蓄水を確認できる

●基部を破壊したら支柱の断面形状および高さから、支柱の最上部まで蓄水されていたことが分った



●基部の上部はモルタルで埋め戻されているが、十分に詰められていない

●外観を見たところ不具合があるようには見えない

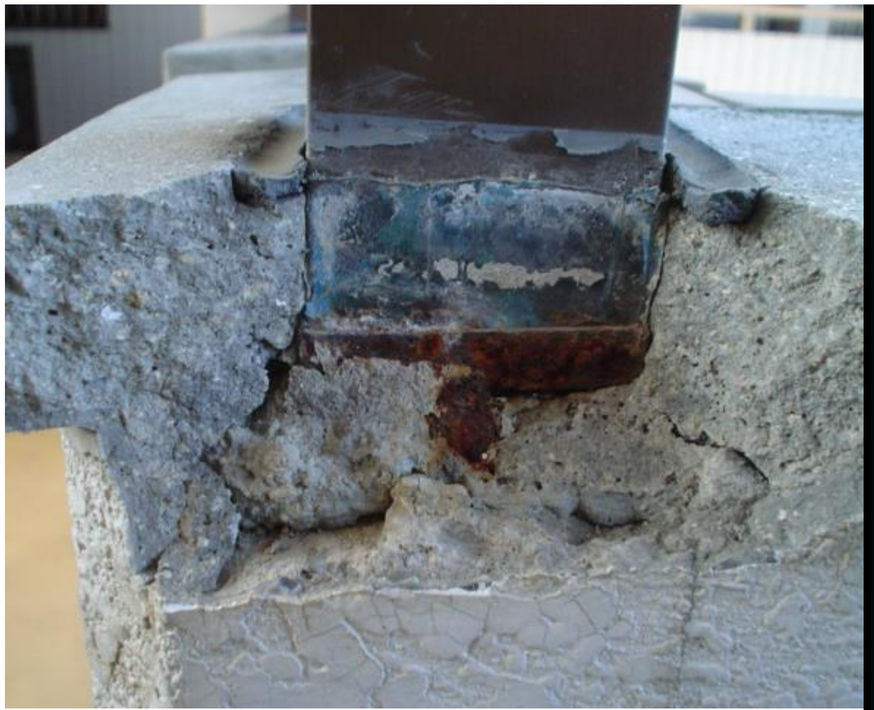
●スチール手すり支柱基部を穿孔検査したところ、錆汁を伴う水が噴出した

●改修後10年目の基部に、ひび割れが再発した部分

●表面をはつり取ると、エポキシ樹脂を充填したことが分った

●ひび割れの奥にはモルタル埋め戻しの複雑な隙間があり、その隙間には樹脂の充填は認められなかった
●樹脂は内部が湿潤状態であったため、躯体部分と接着不良を起こしていた

●手すり支柱をアンカーした後、笠木部分をモルタル成形した根元を厚さ5mm程度の目地棒を入れ、シーリングを水平打ちしたもの
●モルタルに染み込んだ雨水の影響があり、界面接着不良を起こしている



●厚さ5mm程度のシーリングを水平打ちした部分は、経年的なヤセにより、支柱側に勾配が付き、雨水を支柱の基部に供給することになった

●アンカー部分の腐食により、モルタルの破壊やモルタルとコンクリートとの界面劣化を増長させた

不具合をもたらす原因と現象

● 支柱パイプ内部に雨水が浸入する	支柱は鋼管製やアルミ製が広く使われ、内部が中空になっている。手すりなどの組立は、溶接やビスなどで組み立てられていおり、その微細な隙間を通して雨水が浸入する。 パイプ内部に雨水が継続的に浸入することにより、下地の鋼材が腐食し、基部周辺の劣化ばかりではなく、手すりの強度低下につながる。
● 支柱基部の躯体内部に空洞が形成され、蓄水する	支柱は、一般的に埋め込み施工されることが現在でも多い。アンカー部を箱抜きし、支柱の下地を溶接した後モルタルで埋め戻す場合が多く、表面上は平滑でも底に近いところは埋め戻しが不十分で空洞が形成される。 左官工の技量や施工精度に起因する人為的不具合であり、支柱基部劣化の中心的原因である。
● 空洞のパイプが埋め込まれている	手すりなどは、鉄製パイプやアルミ製押出し成型材が広く使われ、笠木上部に埋め込まれることが多い。 支柱基部が健全な施工であっても、埋め込み材が躯体内に空洞を形成することになるので、微細な隙間を通して雨水が浸入すると基部に雨水が供給され、湿潤または蓄水状態が継続することになる。そのため、下地鋼材が腐食する。
● アルミ手すりなどの下地に鋼材が使用され腐食する	アルミ手すりのほとんどは、強度付加のために鋼材を下地に使用している。コンクリートに埋め込まれていても、過剰に雨水が供給されるため、その周辺は中性化しやすい。 中性化した支柱の鋼製下地界面のコンクリートは、鋼材の防錆に対して抵抗性が薄れ、経年により錆びの発生により、界面が膨張してコンクリートの破壊につながって行く。
● 埋め込み部の支柱根元をシーリングに頼っている	支柱の根元にシーリングを打込むことに間違いはないが、笠木面と平行に水平打ちしている場合や厚さが極めて少ない場合が多く、止水のためにシーリングを打っても経年してその効果が発揮されていない。 経年的なヤセにより、シーリングの上に雨水か滞留しやすく、界面破壊があればそこから雨水が浸入する。また、雨水の浸入は、支柱根元の躯体との界面だけではない。

支柱基部破損の原因を整理すると

- 支柱がパイプ状で、内部が空洞になったまま埋め込まれている。
- 支柱基部は、埋め戻しの精度管理が困難であり、巣穴・空洞ができる。
- 支柱周辺または下部には、締め固め不良により空洞ができやすい。
- 手すりは組み立てか溶接工法であり、手すり本体のビス穴またはピンホールから支柱内部に雨水が常時浸入する。
- 下地のスチールパイプやアンカープレートが錆びて膨張し、基部が爆裂する。
- 基部に溜まった雨水が凍結融解を繰り返し、基部を破損させる。
- 支柱周囲のコンクリートのひび割れ発生により、二次的な雨水等の浸入経路ができる。
- 支柱内部が空洞のまま、支柱周囲をシーリングするだけでは、ますます蓄水しやすくなる。

支柱基部の補修性能と施工条件

●下地鋼材の防錆効果と錆の安定化

●躯体と相性の良い空洞部への注入材の選定と注入性能

●浸入水の固定部内部への止水効果を発揮する注入材の無収縮性または微膨張性

●躯体の湿潤状態融和性と蓄水の排出

●手すりなどの基部耐久性付与と補強効果

●基部非破壊による補修処理

樹脂系材料の注入性能上の課題

●湿潤または蓄水状態ではエポキシ樹脂などの樹脂系は材料に性質上の課題が残る。

●鉄部の錆び安定化と防錆性能に課題がある。

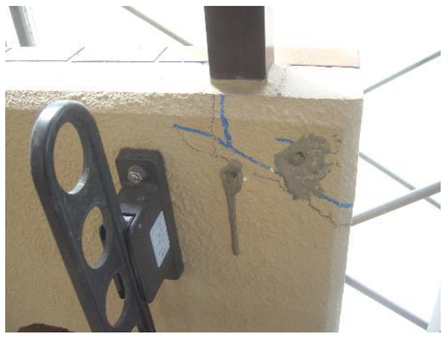
●支柱基部のコンクリートとの融和性と強度の復元または付加に限界がある。

●経年化学変化に対する環境抵抗性が未知数である。

間隙充填用防錆グラウト材を用いた補修工法

工法特許

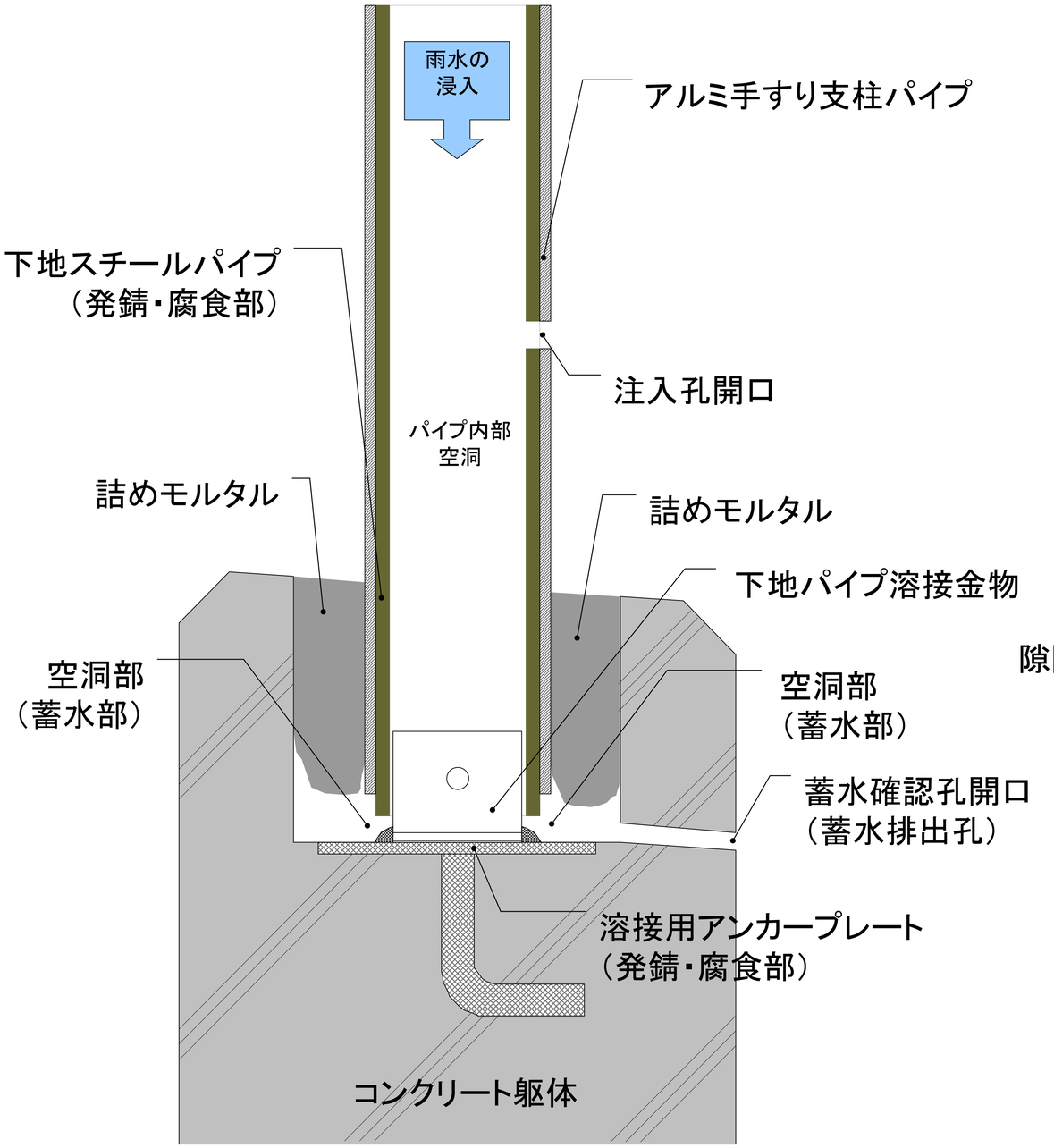
工法開発に併せて、グラウト注入処理材の開発を行いました



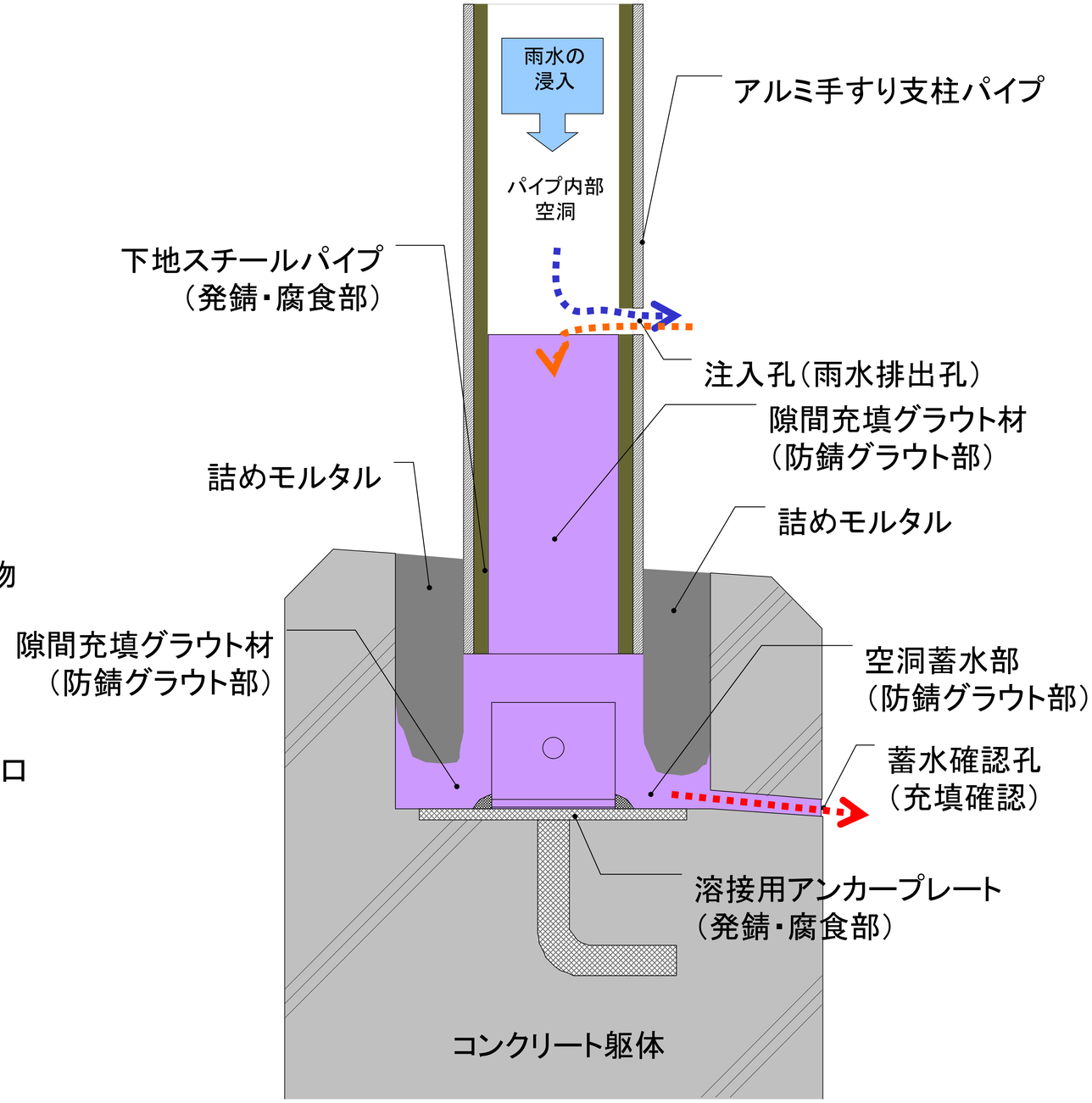
処理工程終了後、ひびわれ処理工程に移行

手すり支柱基部（PB－1工法）

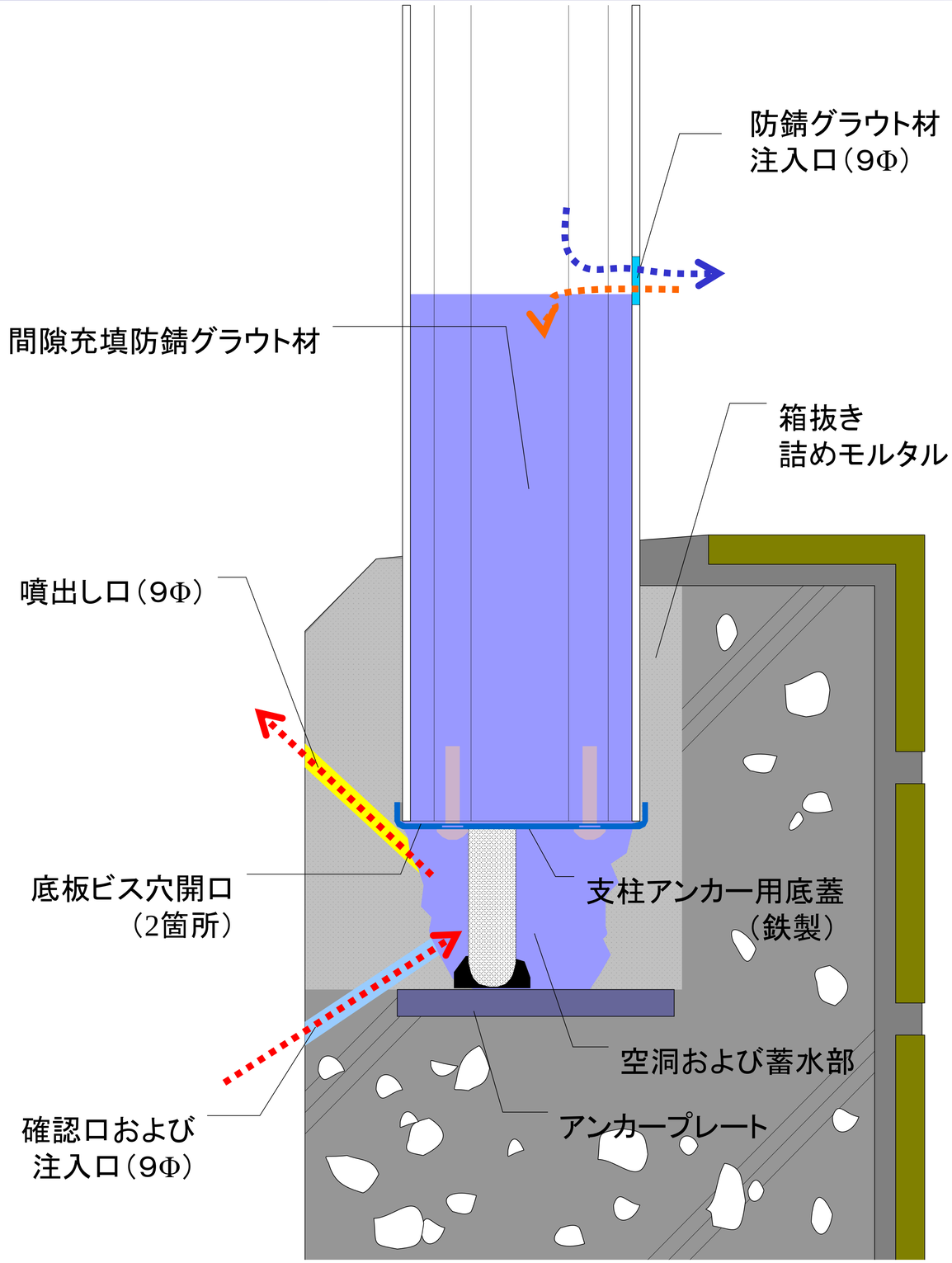
処理前　支柱廻り標準断面詳細図



処理後　支柱廻りグラウト断面詳細図（PB-1工法）



手すり支柱基部（PB－2工法）



防錆グラウト　PB－2工法

●確認口から蓄水排出の後、防錆グラウト材を下部空洞部に注入する。

●噴出し口から防錆グラウト材の噴出しを確認し、ウエス等で穴を塞ぎながら注入抵抗が一杯になるまで注入する。

●確認注入口をウエス等で閉鎖し、上部のアルミ支柱部の空洞部に防錆グラウト材を注入口のほぼ中央の位置まで注入する。

●防錆グラウト材の硬化後、勾配を付けるよう水抜き穴さらいを行う。

注：施工にあたっては、水抜きが条件であり、確認口および噴出し口などの位置を確定するため、一部を暴露破壊調査して埋め込み状態を確認する必要がある。