

背面水圧に耐える防水工法「インナーシャット®」

片岡 弘安 小川 晴果
(技術本部)

小林 利充

Sheet Waterproofing System Capable of Backwater Pressure “Inner-Shut”

Hiroyasu Kataoka Haruka Ogawa

Toshimitsu Kobayashi

Abstract

Underground structures are prone to leakage owing to the influence of groundwater. They cannot be reliably waterproofed using conventional underground waterproofing methods. Therefore, the authors developed a waterproofing method named “Inner-Shut” that does not cause blistering or peeling of the waterproof layer owing to backwater pressure even if the waterproof layer is installed from the inner wall side of the basement. Compared to the conventional method, this method has excellent crack tracking and resistance to backwater pressure and increases the watertightness of the waterproof layer over the long term. In addition, it has been applied to the actual construction of underground pits that require waterproof and corrosion proof performance.

概 要

地下構造物は、地下水の影響により漏水が発生しやすい。従来の地下外壁防水工法では、施工性の問題などから確実な防水を行いにくく、また、地下内壁防水工法は背面水圧への抵抗とひび割れ追従性の両立が困難であった。そこで、従来の EVA 系シート防水工法を改良し、背面水圧に耐える防水工法「インナーシャット®」を開発した。この工法は、立体繊維を一体化した特殊な防水シートを使用することで、地下内壁側に防水工事を行っても背面水圧による防水層の膨れやはく離が生じない優れた工法である。本工法の性能検証を行った結果、従来工法に比べ、背面水圧への抵抗性やひび割れ追従性に優れることを確認した。また、長期的に背面水圧にさらされることで、防水層が緻密化し、水密性が高まることがわかった。さらに、防水防食性能を求められる地下ピットの実工事に適用した。

1. はじめに

1.1 地下コンクリート躯体の水密性

地下構造物では、コンクリート躯体が地下水にさらされるため、地下外壁面から地下水の影響を大きく受ける。一方で、鉄筋コンクリート構造物は、密実な品質が得られれば、地下水の浸透抑制に十分な効果がある。しかしながら、豆板、収縮ひび割れ、打継ぎ、コールドジョイントなどの水密性が低い部分が存在するため、それらの箇所から地下水が浸入しやすい。

1.2 従来の地下水への対処方法の種類と課題

1.2.1 導水工法 地上部と比較して、地下コンクリート躯体面への防水工事は施工上の難易度が高い。このため、地下外壁面への防水層の設置の如何に関わらず、フェールセーフとして浸入した地下水の導水機構を設けることが一般的である。これは、地下内壁側の床面に立上がりをして側溝を形成し、集めた水を最下層のピットへ逃がす仕組みをとる。ただし、地下水を公共下水道へ排出するため、流入する地下水量が多い場合、地下水の処理費用も高額となる。また、長期的にはエフロレッ

センスにより排水ルートに詰まりが発生するため、定期的なメンテナンス作業を要する。さらに、ピットを水槽として用いる箇所などでは、排水機構を設けられないため、導水工法による対処ができないことが課題であった。

1.2.2 地下外壁防水工法 地下水位が高く、地下水の影響が大きい構造物では、地下外壁に防水層を設ける。地下外壁に施工する防水工法としては、山留め面に防水材を施工してから躯体工事を行う先やり工法と、コンクリート躯体構築後にコンクリート躯体外壁面に防水材を施工する後やり工法とに分かれている。使用される防水工法の種類としては、改質アスファルトシート防水工法やエチレン酢酸ビニル樹脂（以下、EVA）系シート防水工法、ゴムアスファルト系塗膜防水工法、そして超速硬化ウレタン防水工法などがある。一般に、先やり工法と後やり工法との比較では、後者の方が防水の確実性が高いと言われている。しかしながら、後やり工法では、防水工事のための余分なスペースが必要となるが、先やり工法では敷地に余裕のない物件でも対応できる。このため、先やり工法の採用例が多くなっている。ただし、先やり工法は、凹凸のある山留面を下地として防水工事を行うことや、防水工事後に躯体工事を行うことなどから、防水層が損傷しやすい。また、コンクリート打込み後は

防水層が見えなくなるため、防水層の状態確認やメンテナンスもできなくなる。このような理由から、特に敷地に余裕が無い条件では確実な防水性の確保が難しかった。

1.2.3 地下内壁防水工法 地下内壁に施工する防水工法では、湿潤下地に対応できるセメント系材料を使用した防水工法が多く用いられる。代表例としては、ポリマーセメント系塗膜防水工法やケイ酸質系塗布防水工法、そして、EVA系シート防水工法が挙げられる。これらの工法は、ケイ酸質系塗布防水工法を除き、地下外壁側から浸入する水を防ぐ目的ではなく、ピット部分を利用する各種水槽の貯留水が水槽外に流出することを防ぐために施工される例が多い。しかし、地下内壁側に地下水が浸入した場合、漏れ出す水には、漏水箇所と地下水位との水頭の差分に相当する圧力である背面水圧がかかる。背面水圧が作用した場合、防水層により抵抗させることが難しいため、Photo 1 に示すように防水層に膨れやはく離不具合が発生することがある。このため、防水材施工前に漏水部は止水工事により対処しておくことを前提としている。一方で、ケイ酸質系塗布防水工法は、コンクリート躯体表面を緻密化することで背面水圧が作用する面に対して防水効果を発揮できるが、乾燥収縮などによるコンクリート躯体の動きへの追従性は無い。すなわち、これらの工法では、コンクリートの動きへの追従性と背面水圧への抵抗性を両立することが難しかった。

1.2.4 既往の研究 小池りによる既往の地下内壁防水工法の研究では、EVA系シート防水工法は、ポリマーセメント系塗膜防水工法と比較して背面水圧への抵抗性に優れるとされている。また、EVA系シート防水工法は、防水層上に5~10mm厚の保護モルタル層を設けることで、さらに優れた背面水圧への抵抗性が得られることが示されている。しかしながら、EVA系シートの保護層としてモルタルを施工することは手間が大きいほか、EVA系シートが目視できなくなるため、メンテナンス性に劣るといった理由から適用例は少ない。

1.3 インナーシャット開発の目的

前節で述べたように、従来工法では、敷地に余裕がない構造物などでの地下外壁防水や、導水工法による対処ができない地下ピット部分を利用する各種水槽の防水について、地下水の浸入に起因する不具合の懸念があった。そこで、当該条件での防水の信頼性向上に資する技術として、EVA系シート防水工法に着目し、背面水圧への抵抗性の改良を行った。これにより、ひび割れ追従性と背面水圧への抵抗性を両立する地下内壁防水工法「インナーシャット®」を開発した。本報では、インナーシャットの性能評価および実工事へ適用結果について報告する。

2. インナーシャットの概要

2.1 インナーシャットの考え方

インナーシャットの概要をFig. 1に示す。基本的な考え方は、地下防水に対して実績のある既存のEVA系シート防水工法を踏襲している。もともとEVA系シート防



Photo 1 背面水圧による防水層の膨れ
Blistering of the Waterproof Layer due to Backwater Pressure

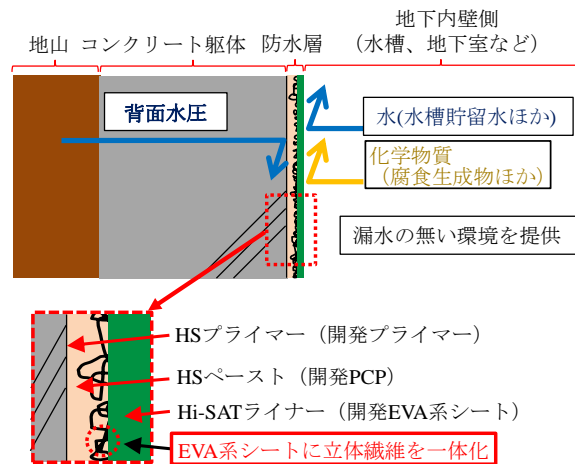


Fig. 1 インナーシャットの概要
Outline of Inner-Shut

水工法が持つ背面水圧への抵抗性をさらに高めるため、面外方向に突起を持つ立体繊維に着目した。立体繊維とEVA系シートおよび張付け材であるポリマーセメントペースト（以下、PCP）とが一体化することで強固に絡みつく。これにより、防水層裏面側からの背面水圧による引きはがし力に抵抗し、EVA系シートとPCPの界面でのはく離や膨れを起こしにくい防水構造が得られる。さらに、露出防水であることから供用後でも防水層を目視できるため、必要に応じて補修等のメンテナンスが可能である。

2.2 材料構成

防水シートの基材にはJIS A 6008:2022（合成高分子系ルーフィングシート）に規定されるEVA系シートを使用した。背面水圧への抵抗性を向上させるため、EVA系シートの片面側に立体繊維を一体化させた。これを1m幅、1mm厚で成形した特殊な防水シート「Hi-SAT（ハイサット）ライナー」（以下、開発EVA系シート）を用いる。開発EVA系シートの外観をPhoto 2に示す。また、Hi-SATライナーの張付け材には、エポキシ系エマルジョンを使用した専用プライマー「HSプライマー」（以下、開発プライマー）および、同じエポキシ系エマルジョンを使用した専用PCP「HSペースト」（以下、開発PCP）を用いる。

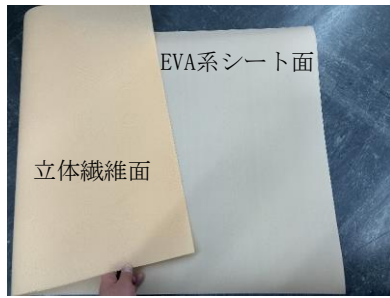


Photo 2 Hi-SAT ライナー (開発 EVA 系シート)
Hi-SAT Liner (Developed EVA Sheet)

2.3 施工方法と納まり

Photo 3 に示すように、コンクリート躯体に対し開発プライマー、開発 PCP の順に塗布後、開発 EVA 系シートの立体繊維面をコンクリート躯体側に張り付けて施工する。さらに、開発 EVA 系シートの接合部に防食材を塗布することで、防食性能が求められる水槽にも適用できる。

また、インナーシャットの納まりは既存 EVA 系シート防水工法のそれを踏襲している。各種納まりの実例を Photo 4 に示す。開発 EVA 系シート同士の接合部は開発 PCP を用いて張り重ねて施工する。そして、入隅、出隅の隅角部には既存 EVA 系シート防水工法用の役物シートを張り付け、役物シート上に開発 EVA 系シートを張り重ねる。さらに、配管等の防水層貫通部は、貫通部よりやや小径の孔をあけた開発 EVA 系シートを張り付けることで、貫通部と密着させる。これに加え、用途に応じて端部や接合部をポリマーセメント系塗膜防水材や防食材などで補強して仕上げる。

3. 防水材の基本性能試験

3.1 試験概要

3.1.1 接着強さ試験 300×300×t40mm のコンクリート平板を下地とし、Table 1 に示す仕様で EVA 系シートを単層で張った一般部仕様 (単層) と、2 枚を張り重ね、EVA 系シート接合部を想定した仕様 (複層) を作製した。14 日間気中(23℃)養生後、40mm 角の形状でコンクリート平板に達する切込みを入れ、鋼製アタッチメントを接着して日本建築仕上学会認定引張試験機により試験を行った。3 箇所の試験値の平均により接着強さを求め、その時の破断状態を記録した。試験はインナーシャットと従来の EVA 系シート防水工法 (以下、従来 EVA) について行った。インナーシャットの試験体を例として、構成 (単層および複層) を Fig. 2 に示す。

3.1.2 ゼロスパンテンション試験 試験は JASS 8 M-103-2022 (ポリマーセメント系塗膜防水材) の 3.6 ゼロスパンテンション伸び量の試験方法に準じて行った。200×75×t6mm のフレキシブル板の裏面中央部に深さ 5mm の切込みを設けた下地にひび割れを導入後、下地面



Photo 3 インナーシャットの施工手順
Construction Procedure for Inner-Shut



Photo 4 インナーシャットの納まり
Fit of Inner-Shut

Table 1 基本性能試験の試験体仕様
Specimen Specifications for Basic Performance Tests

仕様	防水層構成		
	プライマー	PCP	EVA系シート
インナーシャット	開発プライマー	開発PCP (3.5kg/m ²)	開発EVA系シート
従来EVA	従来EVA系プライマー	従来EVA系PCP (3.0kg/m ²)	従来EVA系シート

に Table 1 に示す仕様にて 120×60mm の大きさで EVA 系シートを張り付けた。7 日間気中(23℃)養生後、50mm 幅に切込みを入れ、精密万能試験機にて 5mm/min で引張りを行った。試験体数は 1 仕様につき 3 体とし、試験変位は 2 体を 20mm まで、1 体を 50mm までとした。試験はインナーシャットと従来 EVA について、EVA 系シートの成型方向 (方向 1) とその直交方向 (方向 2) との 2 方向で行った。インナーシャットの試験体を例として、試験体構成を Fig. 3 に示す

3.2 試験結果

3.2.1 接着強さ試験 接着強さ試験結果を Fig. 4 に示す。従来 EVA, インナーシャットともに、複層仕様の接着強さが単層仕様の 80%以上の値を示した。また、破断割合の 50%以上を占める主な破断箇所は単層仕様と複層仕様とで同一であった。これにより、従来 EVA, インナーシャットともに EVA 系シート接合部では一般部と同等に近い接着性能があることがわかった。なお、インナーシャットでは、単層仕様、複層仕様ともにコンクリート下地の凝集破断が主な破断状態となっていた。このことから、従来 EVA よりもさらに強固に下地コンクリートと防水層が接合されることを確認した。

3.2.2 ゼロスパンテンション試験 ゼロスパンテンション試験の結果を Table 2 に示す。従来 EVA では、各方向にて平均でクロスヘッドの変位 3.03mm および 4.54mm の時点で引張りに伴い従来 EVA 系シートが従来 EVA 系 PCP との界面ではく離れた。一方で、インナーシャットでは、引張力がかかっても開発 EVA 系シートに付与した立体繊維と開発 PCP との絡みつきによりはく離が抑えられ、ひび割れ導入部直上の開発 EVA 系シートが伸張した。全ての試験体で変位 20mm および 50mm まで試験を行っても開発 EVA 系シートの破断は生じなかった。この結果より、インナーシャットの優れたひび割れ追従性を確認した。

4. 背面水圧試験

4.1 試験概要

4.1.1 平面部 各試験体の構成を Fig. 5 に示す。中心部に直径 10mm の透水路貫通孔を開けた 300×300×t40mm のコンクリート平板を下地とした。貫通孔の直径は、地下コンクリート躯体で生じるひび割れ幅よりも過大な条件とすることを意図して選定した。インナーシャット一般部仕様では、貫通孔部を除いて開発プライマーおよび開発 PCP を塗布し、開発 EVA 系シートを張り付けた。これにより、開発 EVA 系シートに直接水圧が作用する構成とした。なお、インナーシャット接合部仕様では、下地の貫通孔部が開発 EVA 系シート接合端部に接するような試験体形状とした。2 枚の開発 EVA 系シートが 100mm 幅の重ね代を確保できるように張り重ねて一般部と同様に試験体を作製した。従来 EVA では、インナーシャットの一般部仕様と同様の形状にてメーカー仕様に従い施工した。さらに、地下水槽で適用実績の多い従来の防水防食工法を比較用として試験した。具体的には、JASS 8 M-103-2022 (ポリマーセメント系塗膜防水材料) に規定される C-PU の品質に適合するポリマーセメント系塗膜防水材料と、日本下水道事業団「下水道コンクリート構造物の腐食抑制技術及び防食技術マニュアル」(以下、下団マニュアル) の塗布型ライニング工法 D 種に適合するエポキシ樹脂系防食材、塗布量を組み合わせた工法(以下、従来防水防食)を選定した。従来防

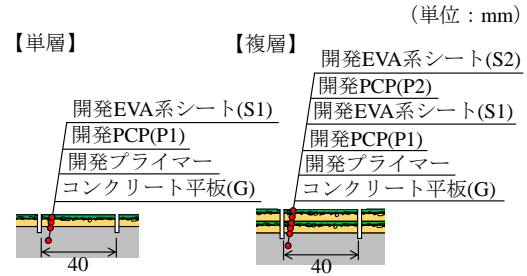


Fig. 2 接着強さ試験体の概要 (インナーシャットの例)
Outline of Tensile Bond Strength Test Specimens (Inner-Shut)

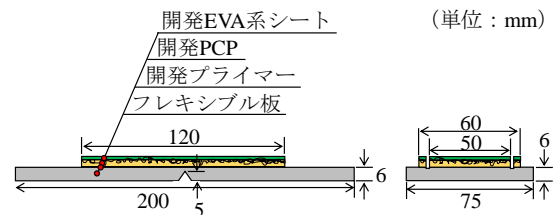
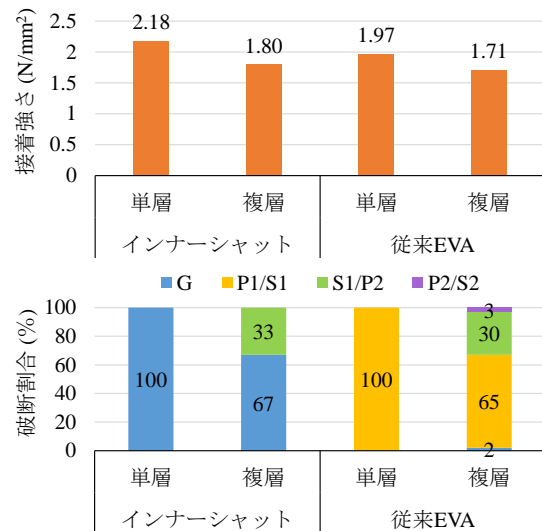


Fig. 3 ゼロスパンテンション試験体の概要 (インナーシャットの例)
Outline of Zero-Span Tensile Test Specimens (Inner-Shut)



G : コンクリート下地凝集破壊
P1/S1 : 1層目PCP/1層目EVA系シート界面破壊
S1/P2 : 1層目EVA系シート/2層目PCP界面破壊
P2/S2 : 2層目PCP /2層目EVA系シート界面破壊

Fig. 4 接着強さ試験結果
Results of Tensile Bond Strength Test

Table 2 ゼロスパンテンション試験結果
Results of Zero-Span Tensile Test

仕様	方向	破断時変位 (mm)	破断箇所
インナーシャット	方向1	—	変位 20mm および 50mm ともに破断無し
	方向2	—	
従来 EVA	方向1	3.03	従来 EVA 系シート/ 従来 EVA 系 PCP 界面
	方向2	4.54	

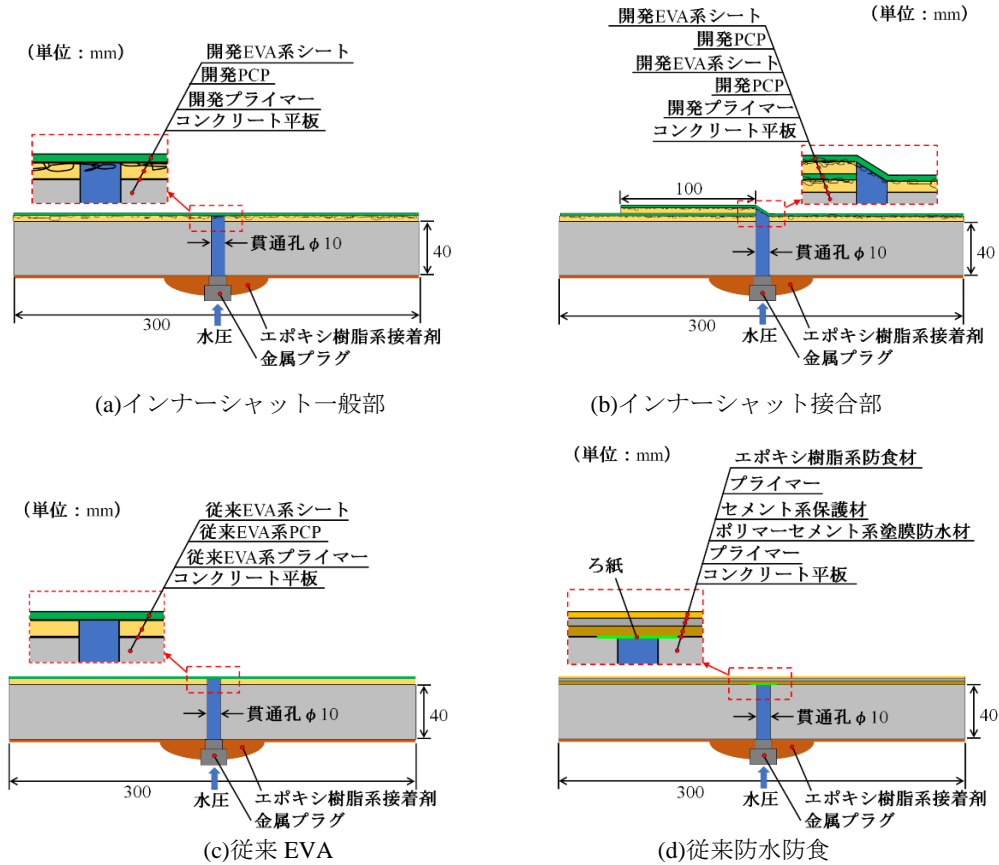


Fig. 5 平面部の背面水圧試験体の構成

Configuration for the Backwater Pressure Test Specimen of the Flat Area

水防食では、JIS P 3801:1995（ろ紙（化学分析用））の5種Cに適合するろ紙を直径20mmの円形に切り出して、コンクリート平板の貫通孔部に仮止めした面を下地とした。これは、貫通孔部からの加圧水が防水防食層へ直接作用することを妨げず、かつ貫通孔上部への防水材、防食材の施工を可能とすることを意図している。この下地面にメーカー仕様に沿って防水防食層の施工完了後、7日間気中(23℃)養生を行い、試験体裏面側から貫通孔を通して水圧を保持した。水圧は水頭20mに相当する0.2MPaとし、最大7日まで継続した。試験体数は1仕様につき1体とした。

4.1.2 入隅部 300×300×t40mmのコンクリート平板上に透水ホースを設置した。透水ホースには、ポリプロピレン製の繊維で編まれた直径10mmの中空状のものを用いた。その後、Fig. 6のように普通ポルトランドセメント、セメント強さ試験用標準砂、水道水を質量比で1:3:0.5の調合としたモルタルを100×300×t100mmの形状で打ち込んで入隅部を成型し、28日間気中(23℃)養生した。試験体養生後、金属プラグ部から圧入した水が入隅部で漏れ出ることを確認し、これを下地とした。入隅部に従来EVAで一般的に使用される立体繊維の無い役物用EVA系シートを、開発プライマーおよび開発PCPにより張り付け、さらに開発PCPを用いて開発EVA系シートを張り重ねた。なお、インナーシャットの実施工

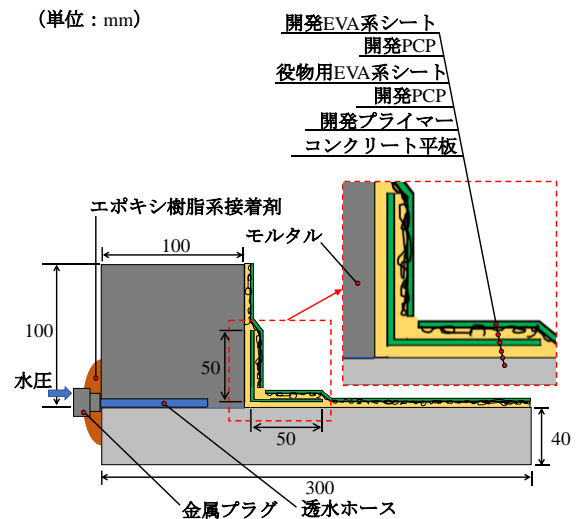


Fig. 6 入隅部の背面水圧試験体の構成

Configuration for the Backwater Pressure Test Specimen of the Inside Corner

においても、従来EVAで使用する役物用EVA系シート(250mm幅)を用いる。本試験では作製した下地形状に合わせて、下地面に役物用EVA系シートと開発EVA系シートとの接合端部ができるように役物用EVA系シートを100mm幅に切断して使用した。7日間気中(23℃)養

生後、裏面側から 0.2MPa の水圧を 60 日間保持した。試験体数は 1 体とした。

4.2 試験結果

4.2.1 平面部 背面水圧試験中の防水層の状態を Fig. 7 に示す。従来 EVA では試験開始後 9 時間で従来 EVA 系シートが従来 EVA 系 PCP との界面ではく離し、防水層の膨れと端部からの漏水が生じた。従来防水防食では、試験開始後 6 分でポリマーセメント系塗膜防水材層が破断し、漏水した。一方で、インナーシャットの試験体では、一般部、接合部ともに試験終了まで試験体に膨れや漏水は認められなかった。これにより、インナーシャットでは露出防水でも優れた背面水圧抵抗性を有することを確認した。なお、インナーシャットの試験体では、開発 EVA 系シートが半透明状であるため、漏水は発生していないものの、開発 PCP 層内に水が浸入し、濡れ色を示す範囲（以下、水濡れ範囲）が広がる様子が目視で確認された。ただし、試験期間の経過とともにこの水濡れ範囲の拡大は収まり、一定の大きさから変化しなくなった。

4.2.2 入隅部 0.2MPa の水圧を保持したまま 60 日間経過後も試験体に変化は無く、防水層に膨れやはく離、漏水は見られなかった。さらに、Fig. 8 に示すように、試験終了後に試験体を切断し、入隅付近の断面をデジタルマイクروسコープにて拡大観察した。観察画像から、入隅部に施工された開発 PCP には微細なひび割れが生じている一方で、ひび割れ部に析出物が充填される様子が確認された。これにより、開発 PCP が水にさらされることで、ひび割れが析出物で充填され、水分の浸透を防止する効果があることが示唆された。

5. 長期間の背面水圧の作用による水密性能の向上効果の検証

5.1 試験概要

インナーシャット施工面に背面水圧を受けた際に生じる開発 PCP 層の水濡れ範囲の広がり、水圧保持期間の経過とともに収まるメカニズムの解明を目的として検証を実施した。

Fig. 9 に試験体の構成を示す。基材として、中心部に直径 10mm の貫通孔を開けた 300×300×t40mm のコンクリート平板を用いた。また、下地の擦付け補修を想定して、JIS A 6916:2014（建築用下地調整塗材）の下地調整塗材 CM-1 および CM-2 に適合する一材型ポリマーセメント系下地調整塗材を選定した。下地調整塗材を貫通孔部を除く基材表面に 2mm 厚で塗り付け、7 日間気中(23℃)養生して下地とした。下地面に開発プライマーおよび開発 PCP を用いて開発 EVA 系シートを張り付け、7 日間気中(23℃)養生後、背面水圧試験に供した。試験水圧は 0.2MPa、試験期間は 168 日とし、外観異状の有無を確認した。試験体数は 1 体とした。

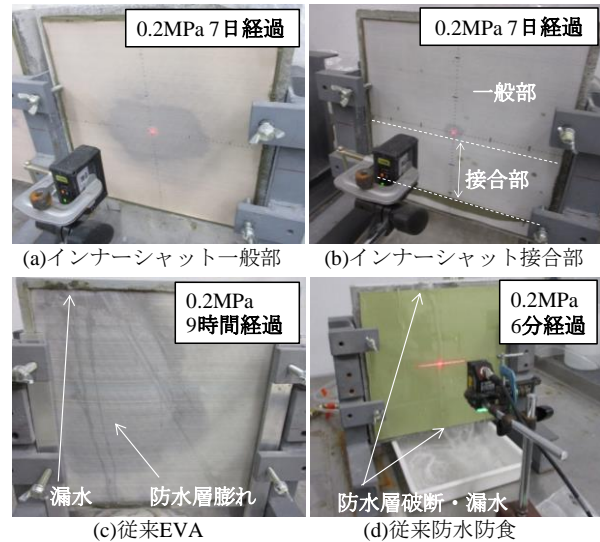


Fig. 7 平面部の背面水圧試験の結果
Results of the Backwater Pressure Test of the Flat Area

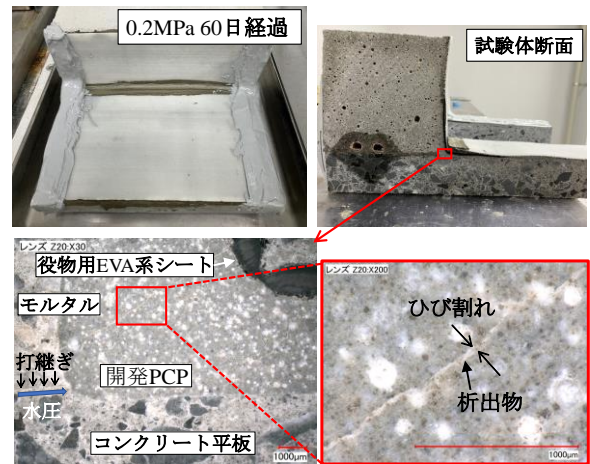


Fig. 8 入隅部の背面水圧試験の結果
Results of the Backwater Pressure Test of the Inside Corner

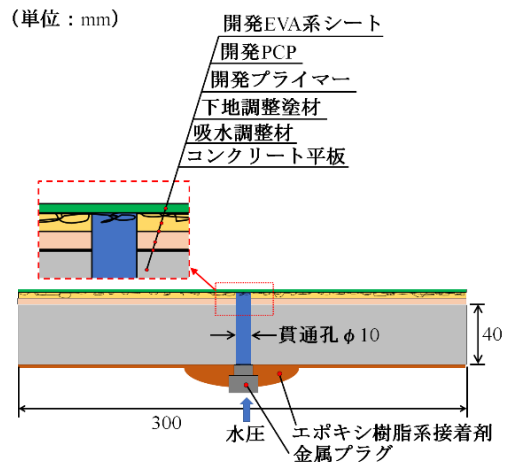


Fig. 9 長期背面水圧試験体の構成
Configuration of Long-Term Backwater Pressure Specimen

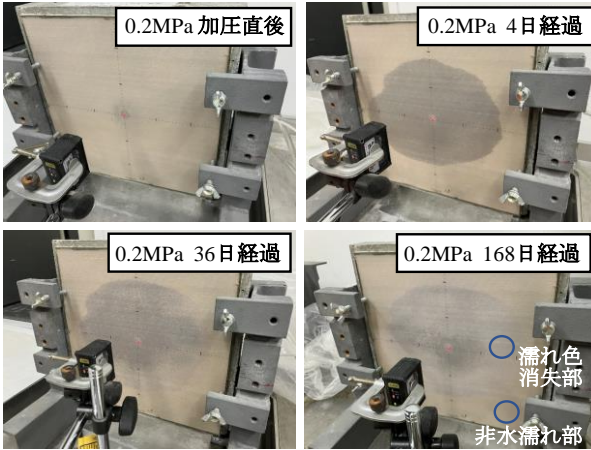


Fig. 10 長期背面水圧試験体の結果

Results of Long-Term Backwater Pressure Specimens

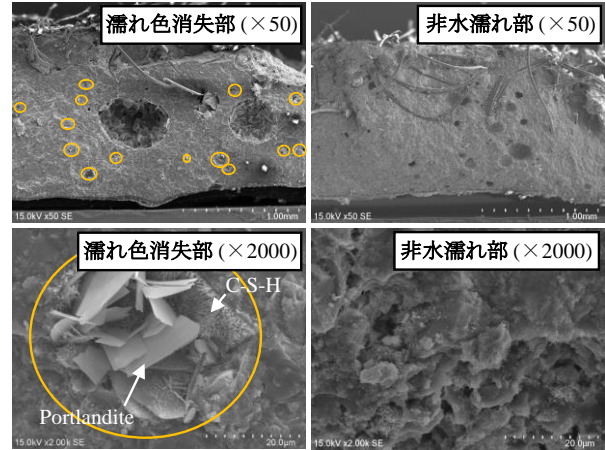


Fig. 11 開発 PCP 断面の SEM 像 (○:空際充填部)

SEM Image of Developed PCP Cross-Section (○:Filled Void)

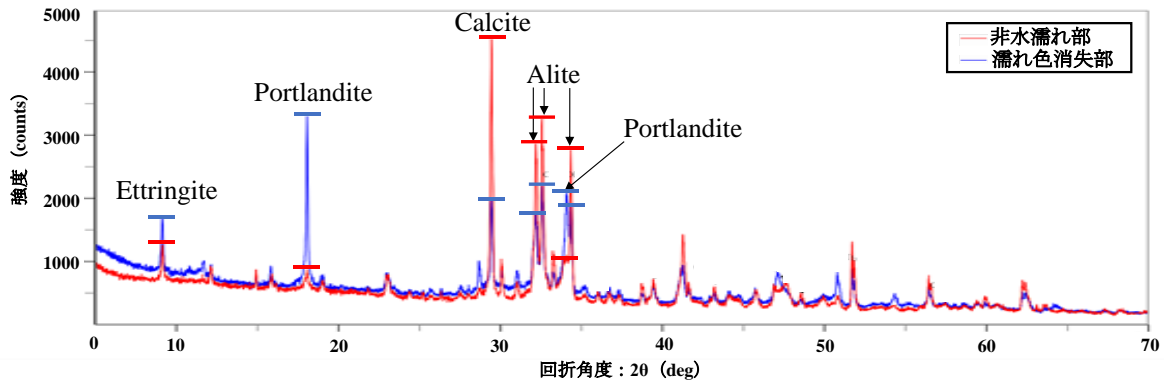


Fig. 12 開発 PCP の XRD チャート

XRD Chart of Developed PCP

長期間背面水圧にさらされた開発 PCP 層の状態変化を確認するため、168 日間試験後の試験体の開発 EVA シートを引きはがし、開発 PCP 層のみを採取した。採取した開発 PCP 層について、断面の走査型電子顕微鏡 (以下, SEM) 観察および、粉碎した開発 PCP 層の粉末 X 線回折 (以下, XRD) 測定により、状態の解析を行った。

5.2 試験結果

5.2.1 水濡れ範囲の推移 背面水圧試験時の経時による試験体外観の変化を Fig. 10 に示す。168 日間試験後までインナーシャット施工面に膨れやはく離、漏水は認められなかった。一方で、試験開始から 4 日経過まで、開発 PCP 層では水濡れ範囲の広がりが見視で確認された。この水濡れ範囲の濡れ色は試験開始から 36 日経過した時点で次第に色が薄くなり、その後試験開始から 168 日間経過まで水濡れ範囲は減少した。

5.2.2 化学分析 背面水圧試験により開発 PCP 層に一旦水濡れが生じたものの、試験中に濡れ色が消失した部分 (以下, 濡れ色消失部) と、試験期間を通じて水濡れが生じなかった部分 (以下, 非水濡れ部) を分析対象とした。Fig. 10 の試験開始から 168 日間経過後の写真に示す部位から採取した濡れ色消失部と非水濡れ部の開

発 PCP について、断面の SEM による観察画像を Fig. 11 に示す。各試験体の倍率 50 倍の画像を比較したところ、非水濡れ部と比べ、濡れ色消失部では開発 PCP の内部の空隙が水和生成物により充填され、緻密化している様子が確認された。さらに、倍率 2000 倍の画像で詳細を確認したところ、濡れ色消失部では、空隙部に水酸化カルシウム (Portlandite) の六角板状結晶や繊維状のカルシウムシリケート水和物 (C-S-H Type I) などのセメント水和物が多数観察された。

168 日間試験後の濡れ色消失部と非水濡れ部の開発 PCP の XRD による測定チャートを Fig. 12 に示す。チャートを比較すると、濡れ色消失部では、非水濡れ部と比べ、未水和のセメント鉱物である Alite (C₃S) のピーク強度が小さく、セメント水和生成物として生成する Portlandite の存在を示すピーク強度が著しく大きかった。背面水圧試験と SEM の結果も合わせて考察すると、開発 PCP が長期的に水濡れ状態となることで、未水和のセメント分の水和が促進されたことが推測される。この機構は既往の研究にてコンクリートの自己修復と呼ばれる現象にも示される²⁾。すなわち、開発 PCP 中に浸入した水分を自ら消費して濡れ色が消失するとともに、生成したセメント水和物が開発 PCP 中の空隙を埋め、開発 PCP が緻密

化したと考えられる。これにより、インナーシャットでは、セメント系材料を併用した防水工法とすることで、防水層供用後に背面から水が浸入しても開発 PCP の水和反応が継続し、長期的には水分の浸透を防止する効果があることが示された。

6. 実工事への適用

6.1 適用箇所の概要

鉄筋コンクリート造建築物（新築）の地下外壁に接するピットのうち汚水槽にインナーシャットを適用した。施工部位は、地下1階の下部に設けられた地下ピットであり、ピット最低部はおよそ GL-8m に位置していた。水槽の面積は床面、壁面、天井面の計6面を合わせ約40m²であった。施工完了後の汚水槽を Photo 5 に示す。



Photo 5 汚水槽への適用
Application to Cesspools

6.2 水槽の納まり

ピット内の出隅や入隅などの隅角部は、役物用 EVA 系シートを併用することで下地形状に合わせて施工した。また、配管やあと施工アンカーによる防水層貫通部があったため、貫通部よりやや小径の孔をあけた開発 EVA 系シートを張り付けることで、貫通部と密着させた。

さらに、天井面は施工効率化のため、型枠面に開発 EVA 系シートを取り付けてからコンクリートを打ち込むことで躯体面と一体化させた。この時、開発 EVA 系シート同士は突きつけで納めた場合と、張重ね部を設けた場合の2種類で施工可能なことを確認した。脱型後に天井面を確認したところ、開発 EVA 系シートに傷や凹み、浮きなどは見られず、コンクリート躯体とよく接着していることを確認した。

6.3 防食処理

当該部位は汚水槽であるために、採用工法には防食性能が求められた。開発 EVA 系シートは下団マニュアルにおけるシートライニング工法の規格 D 種³⁾に相当する性能を示す EVA 系シート基材を使用している。一方で、開発 PCP 露出面は防食用途では保護する必要がある。このため、下団マニュアルにおける塗布型ライニング工法 D 種相当の性能を示すエポキシ樹脂系防食材で、開発 EVA 系シート接合部および端部を被覆した。なお、天井面で開発 EVA 系シートを突きつけ納めとした部位では、壁面、床面の施工時に合わせ、突きつけ部をエポキシ樹脂系防食材で保護した。また、張重ね部を設けた部位では、型枠への取付け時にあらかじめ張重ね部にエポキシ樹脂系防食材を塗布しておくことで接合部の処理を完了させた。

7. まとめ

従来の EVA 系シート防水工法を改良し、背面水圧に対して高い抵抗性を持つ防水工法インナーシャットを開

発した。工法の性能を評価した結果を次にまとめる。

- 1) インナーシャットは、地下外壁防水工法と比較して、環境が安定した地下内壁側から施工しながらも室内側への水の浸入を防げる点に優位性がある。
- 2) インナーシャットは、従来の EVA 系シート防水工法と比較して下地への接着性やひび割れ追従性に優れる。
- 3) インナーシャットでは、一般部に限らず、施工上発生する EVA 系シート接合部や隅角部でも優れた背面水圧抵抗性を示すことを確認した。
- 4) インナーシャットでは、防水層が長期的に背面水圧にさらされることで、未水和セメントの水和により開発 PCP が緻密化する。これにより、水分の浸透防止効果があることが示された。
- 5) インナーシャットを防水防食性能が求められる地下ピット汚水槽の実工事に適用した。

謝辞

本工法はハセガワシート（株）との共同開発工法であり、開発・実用化には多大なるご協力を頂きました。記して御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 小池迪夫, 住宅の地下室室内防水工法の耐水圧性, 日本建築学会大会学術講演梗概集 A-1, pp.1281-1282, 1995
- 2) 日本コンクリート工学協会, セメント系材料の自己修復性の評価とその利用法研究専門委員会 報告書, pp.5-21, 2011
- 3) 日本下水道事業団, 下水道コンクリート構造物の腐食抑制技術及び防食技術マニュアル 平成 29 年 12 月, pp.70-72, 2017