

# コンクリートの躯体防水

けい酸塩系防水材 CS-21





はじめに

セメントは約 9000 年前の新石器時代から使われているという説があります。また、5000 年前に石こうと石灰を使用したエジプトのピラミッドは、広義のセメントを使った構造物と言えます。3000 年前の古代ローマは、征服したエトルリア人から継承した、石灰に酸化ケイ素を含む火山灰ポツォラーナを混ぜたセメントを使って、現在に残る高耐久性のコンクリート構造物を数多く造っています。

現在一般的に使用されているポルトランドセメントは、1842 年イギリスで製法が発明され、日本では 1872 年(明治 5 年)に東京深川の大蔵省セメント製造所で製造が始まりました。

セメントコンクリートは、成形の自由度が高いこと、非常に強固であり耐久性が高いこと、安価であることなど、現在では社会基盤整備に欠かせない優れた建設資材となっています。

コンクリートで造られた構築物のうち、水漏れしては困る屋上、地下構造物、水槽などには防水工が施工されます。防水工は単に水漏れを防ぐだけでなく、躯体を護り、構造物を長く維持して行くという大事な役割も担っています。

コンクリート構造物の防水工法は大きく二つに分類されます。コンクリートの表面を、透水係数の低い材料(アスファルト、シート、塗膜、FRP、金属板等)で覆う被覆工法と、コンクリート内の空隙を埋めることによってコンクリートそのものの水密性を高める躯体防水工法です。

被覆工法には、被覆に用いる材料の性能がそのまま防水性能となるので分かり易い、という利点があります。このため、被覆工法の製品開発が先行的に進み、これまで市場をほぼ独占していました。

一方、躯体コンクリートの水密性を高める躯体防水工法は、理想的であると言われながら、材料だけでは効果が確認出来ない、効果が対象コンクリート躯体の品質によって大きく左右される、などの理由によって、ごく一部で使用されるに留まっていました。それが、近年見直されるようになってきています。

その要因となったのが構造物のアセットマネジメントです。構造物のライフサイクルコストを考える中で構造物の耐久性が極めて重要になります。そのため、防水効果に加えてコンクリートの耐久性も高める躯体防水工法が見直され始めたのです。

躯体防水工法に用いる材料として現在、土木分野ではけい酸塩系表面含浸材、建築分野ではけい酸塩系防水材が注目されています。本技術資料では、これらの材料の基本的な考え方、材料の適用範囲、材料および工法の選定時に注意すべき事柄、標準仕様等について説明いたします。

コンクリート構造物のアセットマネジメントに躯体防水が寄与できることを切に願いながら、本技術資料を作成しました。皆様が大いに活用されることを期待します。

2012 年 7 月

躯体防水研究会

目次

1. 対象とする材料	・・・ P. 2
2. コンクリートの水密性	・・・ P. 3
3. 構造物の要求性能とけい酸塩系防水材の適用範囲	・・・ P. 4
4. けい酸塩系防水材および工法を選定するための確認事項	・・・ P. 5
5. けい酸塩系防水材 CS-21 を適用した防水	・・・ P. 6
5.1 駐車場防水の適用条件	・・・ P. 6
5.2 屋上防水の適用条件	・・・ P. 8
5.3 地下・水槽防水の適用条件	・・・ P. 9
5.4 止水工法	・・・ P. 9
6. CS-21 による躯体防水の追跡調査と判定基準	・・・ P. 11
7. CS-21 による躯体防水の関連事項	・・・ P. 14
付属資料	
(1) 施工と品質に関する参考資料	・・・ P. 16
(2) CS-21 による躯体防水の施工管理例	・・・ P. 21
(3) CS-21 による躯体防水の追跡調査と効果の検証	・・・ P. 27

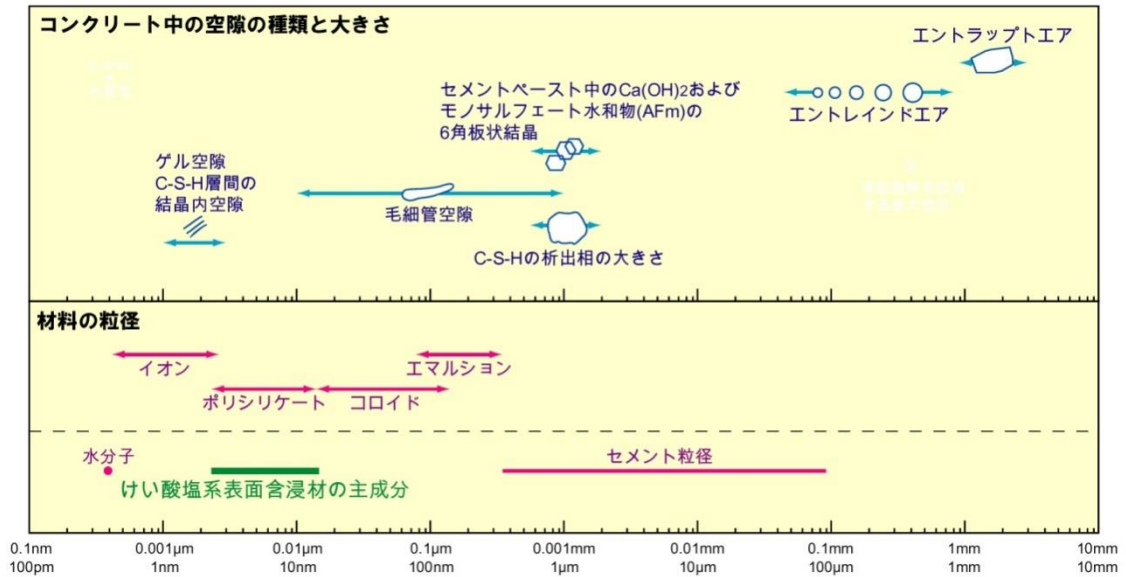


1. 対象とする材料

ここで対象とするけい酸塩系表面含浸材、けい酸塩系防水材はけい酸塩を主成分とする無色透明な水溶液でコンクリートに浸透させコンクリートの微細な空隙を CSH 系の結晶で埋めコンクリートの水密性を高める材料です。

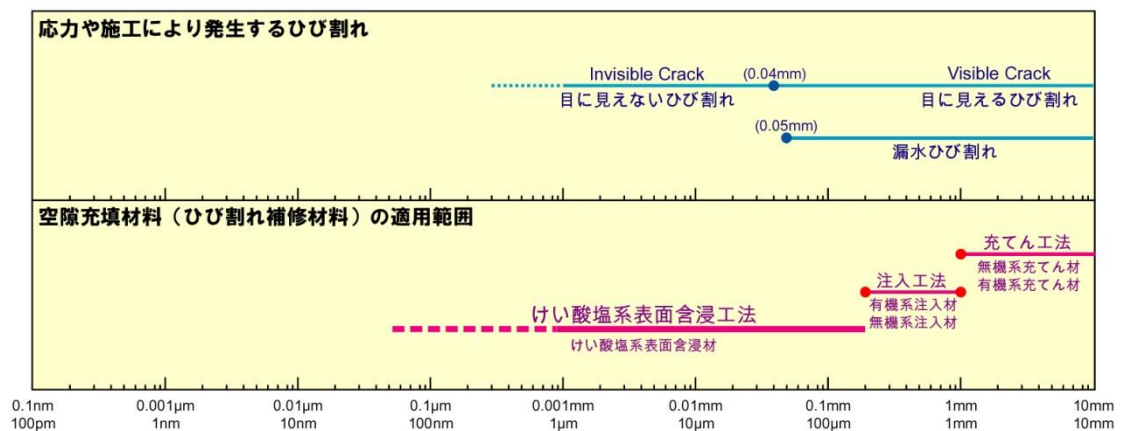
その主成分であるけい酸塩は、水溶液状態では  $\text{Si(OH)}_n$  の連続する鎖状分子がアルカリ金属原子を取り囲む構造を持つポリシリケートとして存在しています。ポリシリケートの径は、図 1 に示すとおり、イオンより大きいがコロイドより小さく、けい酸塩系表面含浸材中の主成分の径も概ね同じ範囲です。

図 1 コンクリートの空隙の大きさとけい酸塩系表面含浸材の粒径



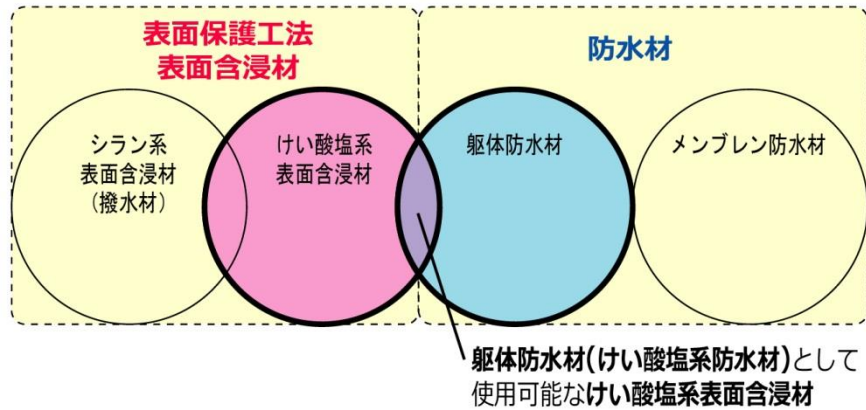
粒径の大きさから微細な空隙を埋めることに適した材料で、適用範囲は図 2 に示すとおりで、充填材や注入材では対応の難しい微細なひび割れや漏水ひび割れに対して有効な材料です。

図 2 コンクリート構造物に発生したひび割れの幅およびけい酸塩系表面含浸工法のひび割れ幅に対する適用範囲



土木学会のけい酸塩系表面含浸材では材料そのものが固まることにより空隙を緻密にする固化型と、コンクリート中のカルシウムとの反応を繰り返すことにより空隙を緻密にする反応型に分類されていますが、ここではコンクリートの躯体防水として使用することが出来る反応型けい酸塩系表面含浸材を対照とし説明します（図3参照）。

図3 表面含浸材と躯体防水材



以下の説明では、材料については『けい酸塩系防水材』とし、躯体防水のためコンクリートの性能については『水密性』として表現します。

## 2. コンクリートの水密性

コンクリートは水密性に富み水を通さない材料ですが、構造物を作るときにはいろいろな要因が絡み、ひび割れなど部分的に空隙が発生することにより水密性が低下し漏水の原因となります。ひび割れは目視で確認できる物だと思われがちですが、健全と思われるコンクリートにも目視では確認しにくい微細なひび割れや空隙が発生しています。これらも水密性低下の原因です。

### 2.1 水密性が低下する要因

#### ① コンクリートの材料による影響

コンクリートは単位水量が少なく水セメント比が小さいほど水密性が高くなりますが、構造物を作る場合には施工性が重要であり、構造物の水密性には材料のバランスが重要です。最近では良質な骨材が不足し水密性が低下する傾向にあります。

#### ② 型枠に打ち込み固まるまでの施工による影響

豆板など施工上の欠陥部はもちろんですが、打継ぎ部、コールドジョイント、貫通部材(セパレーターを含む)はブリージングなどの影響を受け適切な処理をしないと大幅に水密性が低下します。

#### ③ 強度が発生するまでの水和熱と養生の影響

マスコンでは水和熱に伴う温度差によりひび割れが発生しやすく、マスコン以外でも水和熱の上昇は硬化後の収縮にともない貫通ひび割れの発生原因となります。また初期の養生不足による乾燥は表層の品質を大きく低下させ水密性が低下します。

#### ④ 供用を開始した後の環境の影響

水密性は部材の厚さにも大きく影響を受け、特に供用開始後の乾湿や温度変化の繰り返しにより部材の薄い構造物は貫通ひび割れが入りやすく水密性が低下します。自重によるたわみや荷重など、応力変化の繰り返しも貫通ひび割れになりやすく水密性が低下します。

## 2.2 コンクリートの水和反応と水密性

コンクリートに使用されているセメントには水和反応によりひび割れや空隙をふさぐ性能が有り、湿潤養生を行えば水密性は高まります。この性能によりコンクリートは養生を行えば永年にわたり緻密になり強度も増加すると言われていました。しかし、動かない水は養生水となりますが、移動する水はセメントの水和反応が進行中の成分を移動させてしまいます。また、水和反応は緩やかな反応なので、湿潤状態を長期間維持することが必要であり、構造物では水密性を高める性能が十分発揮していないのが実状です。

## 2.3 けい酸塩系防水材とコンクリートの水密性

けい酸塩系防水材は、コンクリートの水密性を高める躯体防水材です。

微細なひび割れや空隙内部に浸透し保水(養生)効果を維持すると共に、セメントの水和反応に必要なシリカ成分等を補充し反応速度を速めることにより、コンクリートの水密性を高める効果があります。供用開始後も水分の供給により反応は継続し、新たに発生する空隙も健全な状態まで水密性を回復させる効果があります。

## 3. 構造物の要求性能とけい酸塩系防水材の適用範囲

防水とは水が染みる事を防ぐことですが、構造物の使用目的に応じた要求性能の違いとけい酸塩系防水材の適用範囲を示すと下記ようになります。

- ① 水路等少量の漏水は問題としない場合や、地下駐車場など 2 重壁や排水設備を設置する対策を実施し、にじみや微量の漏水は問題としない要求性能

### 【部分的に適用】

水密性の高いコンクリートを構築することにより要求性能が確保でき、けい酸塩系防水材を防水工として全面に使用する必要はありません。

けい酸塩系防水材は施工不良箇所の補修や欠陥部となりやすい打継ぎ箇所、木コン箇所、コールドジョイントを処理する事で水密性や耐久性を向上させることができます。

また、漏水箇所の止水材料として使用することにより水密性を確保する事もできますが、止水工事は人件費が多く必要となるため事前処理が経済的です。

- ② 水槽、屋上、地下の外壁を直接使用する場合など漏水してはいけない要求性能

### 【適用範囲】

構造体が大きくなるとコンクリート単独では要求性能の確保が困難となり、性能の高いけい酸塩系防水材を使用することにより適用可能となります。

打継ぎ、木コン、貫通部材の処理を含めて、躯体防水として成立します。

施工不良箇所や構造ひび割れは部分補修を行うことにより要求性能を確保することができます。

- ③ 精密機器などを保管し漏水はもちろん湿気も防がなければいけない要求性能

### 【適用範囲外】

透水性・透気性の低い樹脂や金属で水と接する部位を覆う必要があり、けい酸塩系防水材の適用範囲外です。

4. けい酸塩系防水材料および工法を選定するための確認事項

けい酸塩系防水材料は材料および工法により性能が大きく異なるため、防水材料として使用可能な材料および工法を規格化された試験方法により確認し選択する必要があります。

詳細は付属資料（1）けい酸塩系防水材料の細孔充填効果のシミュレーションを参照ください。

- ① 十分な固形分量を確保していること  
 空隙を埋めるためには単位面積あたりの固形分量を確認することが重要で、希釈率および設計塗布量と乾燥固形分率により求めます。乾燥固形分率を試験により確認することが必要です。
- ② 再反応性を有していること  
 施工後新たに発生する空隙も継続的に埋めるためには再反応する材料を選定する事が重要となり、乾燥固化後再溶解試験および再反応試験により確認することが必要です。
- ③ 中性化したコンクリートにも反応する性能を有していること  
 コンクリートの水酸化カルシウムは空気と触れると速やかに中性化します。  
 空隙やひび割れ内面も中性化が進むため中性化したコンクリートと反応する材料を選定することが重要となり、中性化したセメントペーストと材料の反応試験により確認することが必要です。
- ④ 微細ひび割れの水密性を確保できること  
 けい酸塩系防水材料は微細ひび割れを埋める事によりコンクリート本来の水密性を確保することを目的としています。  
 0.2 mm未満の貫通ひび割れを作成した試験体を使用した、ひび割れの透水抑止性試験等により性能を確認することが必要です。
- ⑤ 材料特性を熟知した技術者による施工体制が整っていること  
 防水の品質を確保する為にはコンクリートに関する知識と、材料特性を熟知しコンクリートの空隙に固形分を多く浸透させ反応に適した条件を整えるための知識と技が必要となります。  
 施工体制や施工計画書、および作業責任者の実績等を確認することが必要です。

①～⑤の確認事項に対するCS-21の照査結果

確認事項	CS-21の結果
① 乾燥固形分量	乾燥固形分率：31.9%（JSCE-K572-6.2） 設計塗布量 200g/m <sup>2</sup> 中の 乾燥固形分量：63g/m <sup>2</sup> 設計塗布量 300g/m <sup>2</sup> 中の 乾燥固形分量：95g/m <sup>2</sup>
② 再反応性の有無	乾燥固化したCS-21は、可溶性および潮解性を示し、再反応性を有している。（JSCE-K572- 6.3）
③ 中性化したコンクリートとの反応	中性化していないコンクリートに比べ、緩やかではあるが中性化したコンクリートとの反応性が確認されている。
④ 微細なひび割れなどに対する効果	幅0.1mmの貫通ひび割れを有する試験体による試験により、ひび割れ部の止水効果およびひび割れ部の透気量の減少効果などが確認されている。（JSCE-K572- 6.11）
⑤ 施工体制・施工管理技術者の育成	協会組織による責任施工体制をとっており、技術者育成制度が整備されている。施工実績が多く、施工管理技術者の実務経験が豊富である。



5. けい酸塩系防水材 CS-21 を適用した防水

躯体防水のため、適用できる構造やコンクリートの品質に制限があります。

各防水工法の仕様にあわせ計画することが重要です。

雨掛かり部や湛水部など、繰返しまたは常時水に触れる箇所への適用が基本となりますので、水分の供給が少ない箇所への適用は、定期的な散水などの追加対策が必要となります。

乾燥収縮や温度応力による微細ひび割れには対応できますが、構造ひび割れに対しては追加処理が必要となります。

5.1 駐車場防水の適用条件

CS-21 による駐車場防水は、コンクリート躯体の水密性を高める躯体防水です。

保護層、防水層が必要ないため荷重軽減や工期が大幅に短縮でき、耐久性に優れ、構造的な欠陥も部分補修で対応できるなどメリットの多い工法です。

適用に当たっては下記の表 1 を参考にして構造物の品質を確認することが必要です。

水密性の高いコンクリートを作るため、設計者、元請業者、躯体施工業者、防水施工業者の協力が不可欠な工法です。

表 1 CS-21 による駐車場防水（デッキ合成スラブ）の適用条件 [2023 年 6 月 現在]

区分	想定される問題点	CS-21 躯体防水の必要条件
材料	初期強度発生が遅延および乾燥収縮によるひび割れの発生	使用するコンクリートは普通ポルトランドセメントを使用し、面積が大きい(長辺 30m以上)場合、膨張材を使用する事が望ましい。
	ブリージングが多く、材料分離によるひび割れおよび鉄筋下面の空隙の発生	流動化剤を使用しない場合、スランプ15cm 以下、単位水量175kg/m <sup>3</sup> 以下とする。
構造	ひび割れの発生	スラブ構造体は積載荷重(動荷重を含む)に充分耐えるものとする。
	ひび割れの進行および振動障害の発生	床版のたわみ抑制のため、小梁のたわみを有効支間長の 1/400 以下とする。(大梁のたわみは 1/300 以下が望ましい)
	拘束、たわみによるひび割れおよびコンクリートの強度不足、鉄筋の配筋誤差の発生	ひび割れ拡大防止筋は溶接金網 Φ6-150×150 以上とし、大梁および柱周りには D10 以上、ピッチ 200 以下の補強筋を設置する。鉄筋比は 0.4%以上が望ましい。かぶり厚さはスラブ上面から 30mm 以上とし、デッキプレート山上から鉄筋までの高さは 25mm 以上とする。配筋沈下防止のため、適切なスペーサー (CS スペーサー等) を 3~4 個/m <sup>2</sup> 使用する。
	コンクリートの断面不足によるひび割れの発生	コンクリートの厚さは最小断面で 80mm(軽量コンクリートの場合は 100mm)以上とする。
	電気配管によるコンクリートの断面欠損	電気配線路の埋設は原則不可とし、他に配線の方法が採れぬ等、止むを得ない場合は、協議の上、部材の中央に単数で設置することとする。尚、「またぎ配線」は、最小限とする。この場合、梁から 1m以上離れた箇所に設置する。
	ブリージング水およびモルタル流出によるひび割れ、ポーラス部および強度不足の発生	デッキプレートのジョイント部の隙間は、強固なテープで目止めする。

コンクリートの躯体防水

施工 (打設)	後埋め材の品質不良に伴うひび割れおよび剥離の発生	排水ドレンはコンクリートに直打込み型とし、ひび割れ補強筋を設置する。
	排水不良による端部金物の錆びの発生	排水勾配を 1/100 以上設ける。床の端部のコンクリート仕上げ面は、15～20mm 程度立ち上げる。
	打継ぎ部のひび割れの助長および錆の発生	打継ぎ箇所は所定の形状と補強筋を確保し、コンクリート止めは櫛型枠またはエアーフエンス等を用いる。エキスパンドメタルは原則不可とする。
	打継ぎ部のひび割れおよびコンクリート強度不足の発生	打継ぎ箇所は十分な清掃を行い、残コンは除去する。CS-21 塗布後にコンクリート打設を実施する。バイブレータによる締固めを充分に行う。
	ひび割れおよびコンクリート表層強度不足の発生	コンクリート表面は金ゴテ仕上げ(同時期の刷毛引き可)とし、ひび割れ誘発目地は設けない。
	勾配(スロープ)部の締固め不足によるひび割れの発生	勾配(スロープ)部のコンクリート打設については、下から上への打設を厳守する。またスロープ部は真空コンクリート工法とする。
施工 (養生)	異常凝結、収縮による亀甲状のひび割れの発生	コンクリート打設後 3 日間以上は表面を湿潤状態に保ち、急激な乾燥を防止する。(塗膜養生材は使用しない)
	衝撃変位によるひび割れの発生	所定の強度に達するまでは荷重をかけない。 車止めはコンクリート製品を使用し、ケミカルアンカーとエポキシ樹脂での接着が望ましい。ケミカルアンカーの深さは有効スラブ厚の 1/3 以下とする。
	防水効果遅延の発生	防水効果を早期に発揮するため散水など湿潤養生を実施する。

※ 打継ぎ、貫通部材の処理と全面塗布をあわせて躯体防水となります。

5.2 屋上防水の適用条件

CS-21による屋上防水は、コンクリート躯体の水密性を高める躯体防水です。適用に当たっては下記の表2を参考にして構造物の品質を確認することが必要です。  
水密性の高いコンクリートを作るため、設計者、元請業者、躯体施工業者、防水施工業者の協力が不可欠な工法です。

表2 CS-21による屋上防水の適用条件 [2023年6月 現在]

区分	想定される問題点	CS-21 躯体防水の必要条件
材料	初期強度の不足および収縮によるひび割れの発生	使用するコンクリートは普通コンクリート（現場打ち）とする。
	ブリージングが多く、材料分離によるひび割れおよび鉄筋下面の空隙の発生	流動化剤を使用しない場合、スランプ 15cm 以下、単位水量 175kg/m <sup>3</sup> 以下とする。
構造	構造ひび割れの発生	構造体は RC・SRC 構造等で十分な耐力のあるものとする。
	拘束によるひび割れの発生	最小かぶり厚さはスラブ上面から 30mm とする。(最大かぶり厚さは 40mm 程度が望ましい)
	腐食電流による鉄筋の発錆および断面欠損によるひび割れの発生	電気配線は防護管養生し、複数の束ね配管は不可とし、位置はスラブ断面中央を原則とする。
施工 (打設)	後埋め材の品質不良に伴うひび割れおよび剥離の発生	排水ドレインはコンクリートに直打込みとする。
	排水不良による水溜りの発生	排水勾配を 1/100 以上設ける。
	打継ぎ部のひび割れおよびコンクリート強度不足の発生	打継ぎ箇所は十分な清掃を行い、CS-21 散布後にコンクリート打設を実施する。
	ひび割れおよびコンクリート表面強度不足の発生	コンクリート表面は金ゴテ仕上げ(同時期の刷毛引き可)とし、ひび割れ誘発目地は設けない。
施工 (養生)	異常凝結、収縮による亀甲状のひび割れの発生	コンクリート打設後 2 日間は表面を湿潤状態に保ち、急激な乾燥を防止する(塗膜養生材は使用しない)
	防水効果遅延の発生	防水効果を早期に発揮するため散水等促進養生を実施する。

※ CS-21 を使用する屋上防水は住宅瑕疵担保責任保険に適合している工法です。

※ 打継ぎ、貫通部材の処理と全面塗布をあわせて躯体防水となります。

### 5.3 地下防水・水槽防水の適用条件

CS-21 による地下・水槽防水は、コンクリート躯体の水密性を高める躯体防水です。適用に当たっては下記の表 3 を参考にして構造物の品質を確認することが必要です。

水密性の高いコンクリートを作るため、設計者、元請業者、躯体施工業者、防水施工業者の協力が不可欠な工法です。

表 3 CS-21 による地下・水槽防水の適用条件 [2023 年 6 月 現在]

区分	想定される問題点	CS-21 躯体防水の必要条件
材料	ブリージングが多く、材料分離によるひび割れおよび鉄筋下面の空隙の発生	流動化剤を使用しない場合、スランプ 15cm 以下、単位水量 175kg/m <sup>3</sup> 以下とする。
構造	構造ひび割れの発生	構造体は RC・SRC 構造等で十分な耐力のあるものとする。
施工 (打設)	打継ぎ部、貫通部のひび割れおよびコンクリート強度不足の発生	打継ぎ箇所、貫通部周りは十分な清掃を行い、CS-21 散布後に打設する。 ラス型枠などは必ず撤去する。
	セパレータ下面の空隙の発生	打ち重ねはセパの位置を避け十分締め固める。 脱型後、木コン部は十分な清掃を行い、CS-21 散布後にモルタル等を充填する。 内防水の場合注入併用工法を推奨する。
施工 (養生)	異常凝結、収縮による亀甲状のひび割れの発生	コンクリート打設後 2 日間は表面を湿潤状態に保ち、急激な乾燥を防止する(塗膜養生材は使用しない)
	防水効果遅延の発生	防水効果を確実に発揮するため、養生期間が必要。地下外壁の場合埋戻しまで、水槽の場合貯水までの期間を 2 週間以上設ける。

※ 水道施設の技術的基準を定める厚生省令の評価基準に適合しています。

※ 打継ぎ、木コン、貫通部材の処理と全面塗布をあわせて躯体防水となります。

※ 地下の外防水の場合、養生の短縮と防水性能を高めた CS-21+フィルター工法を推奨します。

### 5.4 止水工法

止水とは水の流れを止めることですが、止水工法はコンクリートの漏水が問題となった時に必要になります。コンクリート構造物に漏水が発生するには、水、隙間、水の移動する力、の条件が必要であり、いずれか 1 つを除くことにより、防ぐことができます。

コンクリートが水に触れない環境では漏水は発生しません。

水がある地下、水槽、屋上などの場合、コンクリートと水が触れないよう防水層で覆うことで漏水防止は可能ですが、防水層が破れるなどの原因により水が浸入し、防水層の修復が困難な場合に止水工事となります。

止水はコンクリートの水の通る隙間を埋める事により漏水を防止します。

そのとき無理やり止めるだけでなく、水勾配をとる、水位を下げる、導水により減圧するなど、水が移動する力を小さくする方法を合わせて検討する事も止水工法です。

#### 5.4.1 止水材料の必要条件とけい酸塩系防水材

隙間を埋める材料としては微細な空隙まで充填でき、硬化時に体積減少しないもの、できれば多少膨張し、耐久性のある材料が望ましい。

止水セメントの場合、体積減少が無く耐久性はあるが微細な空隙に充填することが困難なため、空隙をはつりにより大きく広げて充填します。発砲ウレタンなどの注入材は微細な空隙まで充填でき膨張するが、耐久性に難があります。

けい酸塩系防水材は止水材料の条件に適した材料です。

乾燥固形分量が多く、反応性の高いけい酸塩系防水材は微細な空隙まで充填でき、乾燥することにより体積減少しますが反応により体積減少を補い、セメント水和物と同様な耐久性があります。空隙が0.2mm以上の場合にはセメント系注入材などと組み合わせることにより止水が可能です。

けい酸塩系防水材の止水は注入と表面から浸透させることにより空隙を埋めます。注入には一般的に使用されている注入器具が使用でき、他工法との併用も可能です。

止水の標準工法がありますが、構造物の現状に合わせた調査、診断、を実施後、施工計画を立てることが重要で、特に実際施工する職人さんの意見を取り入れることが最も重要です。

#### 5.4.2 止水の標準工法

##### ① 注入工法

注入工法は取り付け器具と注入器具を使用し微細空隙に材料を充填することで、圧力注入、低圧連続注入、などが一般的です。

けい酸塩系防水材は微細な空隙の充填に適した材料です。

空隙には空気や水が存在し、注入するにはこれらを逃がす必要があり、上手に逃がすことが施工の秘訣です。

削孔し内部から注入する場合は、表面のひび割れをシールせず、空気や水を逃がして注入し、けい酸塩系防水材の流出後シールし圧をかけます。

空隙が0.2mm以上の場合にはけい酸塩系防水材注入後セメント系注入材や樹脂系注入材を注入して止水します。

##### ② 充填工法

コンクリートのジャンカ部やコールドジョイントなどで空隙が大きく範囲が広い場合、脆弱部分をハツリ取りセメント系材料で断面修復する場合、付着界面が漏水原因となりやすい。

付着界面にけい酸塩系防水材 CS-21 を塗布することにより、付着力の向上や水密性を高めることが出来ます。

一時的に導水パイプなどで水を逃がし断面修復材の強度が発生するまで水圧や界面に水が回らないよう処置することが秘訣です。

導水箇所は充填材の強度が発生した後、注入または止水セメントの充填にて止水します。

##### ③ 塗布工法

コンクリート面からにじみ程度の漏水が有る場合などで一時的に塗布面を乾かすことが出来る場合、けい酸塩系防水材 CS-21 を塗布することにより緻密化し止水を行うことが出来ます。

注入や充填工法により止水した場合、水圧が高まり微細な空隙に水が逃げる止水箇所付近に表面からCS-21 を塗布することにより止水を行うことが出来ます。

##### ④ 導水工法

排水設備などもあり完全に止水する必要の無い場合など、使用する箇所は限られますが、水の処理が出来、問題の発生しない箇所に導くことにより水圧を下げ躯体に負荷をかけない工法です。

止水のおっかけっちは費用が多く掛かるだけでなくコンクリート躯体も傷めてしまいます。

事前に処理のしやすい場所に導水しその他の箇所を止水するなどの止水計画が重要です。



## 6. CS-21 による躯体防水の追跡調査と判定基準

CS-21 による躯体防水は防水が目的であり、コンクリートの表層ひび割れは直接的な問題ではありませんが、防水性能を維持管理するためには重要な要素となります。

現在まで施工した物件は、躯体防水の施工業者にて自主的に追跡調査が実施されていますが、調査や判断基準に一貫性がなく、調査結果を総合的に評価するには多少難がありました。

そこで、施工方法や躯体条件等を見直すための資料として、追跡調査の方法と判断基準を暫定的に定めてみました。

### 6.1 調査・診断業務を目的とするひび割れ調査の目的と調査項目

ひび割れ調査は発生原因を診断し、適切な補修方法を選定、施工することにより構造物の耐久性を確保することにあります。

通常ひび割れの発生あるいは発見時期とひび割れパターンに関する標準調査の結果から、ひび割れ原因の推定【日本コンクリート工学協会 コンクリートのひび割れ調査、補修・補強指針-2009-第3章 ひび割れ原因の推定】などにより、容易にひび割れの発生原因を推定できます。

しかし、標準調査だけでは原因が把握できない場合、詳細調査を実施する必要があります。特殊の場合は非破壊試験機などを使用し測定することもあります。

#### 6.1.1 ひび割れの発生原因に関する標準調査の項目

- ① 現状の調査  
パターン、表面の開き幅、長さ、異物充填の有無、乾湿、汚れなど
- ② 障害の調査  
漏水、エフロレッセンス、鉄筋の錆、部材のたわみ、美観の損傷など
- ③ ひび割れの経時調査  
発生または発見時期、成長経過など
- ④ 設計図書類の調査  
設計図、構造計算書など
- ⑤ 施工記録の調査  
使用材料、配合、打込み、養生、工程、管理試験データ、地盤の状況型枠の種類、環境条件など

#### 6.1.2 ひび割れの発生原因に関する詳細調査の項目

- ① 現状の調査
- ② コンクリートのコアによる強度調査
- ③ 断面寸法の設計図との照合調査
- ④ 荷重条件の調査
- ⑤ 地盤の調査
- ⑥ 鉄筋の調査
- ⑦ 中性化の調査
- ⑧ 漏水経路の調査
- ⑨ ひび割れの詳細調査
- ⑩ コンクリートの分析調査
- ⑪ 構造物の載荷試験調査
- ⑫ 構造物の振動試験調査

#### 6.1.3 非破壊試験機を使用した調査の項目

非破壊検査技術は、項目別に、弾性波を利用した打音法・衝撃弾性波法・超音波法、電磁波を利用した電磁波法・電磁誘導法、反発度を利用したテストハンマー、電気的な特性を測る自然電位法、などがあります。技術的な特性などから他の測定値を目的の数値に置き換えた試験機が多く、構造物を点検するには劣化事象に応じてこれらを補正する必要があります。また計測条件に限界もあり、環境によって精度が安定しないなどの問題もあります。

## 6.2 暫定的に定めた躯体防水の追跡調査

躯体防水の施工業者で実施する追跡調査は防水機能の維持を目的とする簡易な調査であり、構造に関する詳細調査が必要な場合は管理者と協議を行う必要があります。

### 6.2.1 調査時期

調査実施時期は施工計画で定めた年次点検時または不具合が生じたときに実施する。

### 6.2.2 躯体防水の調査の内容

調査方法は目視調査を基本とし全体状況の確認と、選定箇所にて入念な追跡調査を行う。

#### ① 全体面積に対する調査

全体面積に対しては、0.2 mm以上のひび割れについて大まかな展開図を作成しひび割れの傾向、長さ変化や自閉効果の有無を把握する。その他、漏水、エフロレッセンス、鉄筋の錆、部材のたわみ、美観の損傷なども記録する。

#### ② 選定場所に対する調査

10 m<sup>2</sup>程度の代表的な場所を数カ所選定し入念な調査を行う。

変状や不具合が生じた場合、そのカ所は必ず選定場所とする。

選定場所は展開図に対応する写真についても撮影し、ひび割れ幅の変化や自閉効果の確認を行う。

### 6.2.3 測定機器を使用した調査

収束しないひび割れが躯体防水で対応できるか判断するには鉄筋探査機により配筋状態を確認することが有効です。コンクリートの表層品質を確認する方法として透気試験、表面吸水試験等もあります。

#### ① 鉄筋探査機を使用した調査

鉄筋探査機は、コンクリート内部を探查する非破壊探査用の機器で、主としてコンクリート内部の鉄筋の配筋状態を探查することに使用します。精度の高い試験方法です。

#### ② 透気試験機を使用した調査

透気試験機(トレント法)は真空ポンプを使用し2チャンバーセルで現地のコンクリートの表層品質を非破壊で測定することができる機器です。

透気性は、物質内を気体が透過する性質のことでコンクリートの透気性は耐久性を左右する性質のひとつであり、特に中性化の進行速度と密接な関係があります。

#### ③ 表面吸水試験機を使用した調査

表面吸水試験は、物質表面から時間経過とともに水が染み込む性質を定量的に非破壊で測定することのできる機器です。

コンクリートの吸水性は耐久性を左右する性質のひとつであり、特に複合劣化の進行速度と密接な関係があります。

## 6.3 暫定的に定めた判断基準

防水施工業者により自主的に実施する調査および判断は、ひび割れの発生原因を推定し今後の予測等も行いますが、あくまで躯体防水の維持管理をすることが目的です。

ひび割れの状態から十分な効果の有無、追加処理の必要性の有無、他工法の必要性の有無を判断する。

### 6.3.1 全体面積による調査結果による判断

全体のひび割れ傾向を把握する。ひび割れの進行変化のある個所は特定場所に随時追加して、入念な調査を行う。

### 6.3.2 特定場所に対する調査結果による判断

3年以内にひび割れの進行が収束傾向にある場合、自閉効果の有無を確認し追加処理の検討をする。

3年以上ひび割れが収束していない場合には、配筋位置の調査が必要となる。

自閉効果の有無状況により追加処理の必要性を判断する。

### 6.3.3 鉄筋探査機による調査結果による判断

躯体防水の適用範囲の基本は鉄筋等により拘束されたコンクリートです。

3年以上経過してもひび割れの動きが収束しない箇所や動きが大きく漏水事故などが発生した箇所については鉄筋探査機を利用した配筋位置の測定を行う必要があります。

特に改修工事等コンクリート打設時に配筋を確認していない場合は特に入念な確認が必要となります。たとえば、設計の位置より鉄筋が極端に深い位置にある場合は、引っ張り応力に対する拘束が弱く躯体防水の適用外となり他工法の検討が必要となります。

### 6.4 部分補修に関する考え方

コンクリートのひび割れは漏水原因となるだけでなく鉄筋の保護のためのかぶりコンクリートが部分的に減少した状態となり、構造物の耐久性が低下する大きな要因です。

またコンクリートのひび割れは気温や乾燥湿潤の繰り返しなどの自然環境により収縮を繰り返します。CS-21による躯体防水では、ひび割れ内部から徐々に反応物で充填される方法を推奨しています。ひび割れの表面を埋めてしまう一時的な方法は問題解決にならないと考えています。

現地の調査から再処理が必要と判断した場合、ひび割れの状況に合わせた追加処理を実施します。

### 6.5 調査報告書の記入例と自閉効果の判断例

【付属資料(3) コンクリートの躯体防水効果の検証結果 追跡調査票記入例】参照

### 6.6 今後の課題

調査の基本が目視であるため調査した人による差が生じています。また判断も経験や知識に基づき個人差が生じます。

今後も定期的に勉強会を実施し合理的な調査方法、判断基準を照査していく必要があります。

## 7. CS-21 による躯体防水の関連事項

ここでは CS-21 による躯体防水に他の機能を付加させる場合など、今後改良や検討が必要な事項について記載いたしました。

### 7.1 すべり抵抗性と表層品質に関する事項

床面のすべりの危険性とその原因について各方面にて研究されていますが、未だ科学的な根拠に基づく「滑り危険度」の数値（滑り抵抗値・摩擦抵抗係数）には統一されたものはありません。これは、世界的に見ても意見が分かれているためです。

日本では、東京都福祉のまちづくり条例 施設整備マニュアル（平成 21 年版）（原則基準）に床材として妥当な滑り抵抗値（BPN）が定められ『BPN 値 40 以上が望ましい』と明記されていますが、建築基準法等の法律上では基準値や統一された単位はなく、規制も設けられていません。条例やハートビル法等でも「粗面もしくは滑りにくい床材を用いること」とのみ記載されており、数値を限定していないのが実状ですが、今後規制される事項と考えられます。

CS-21 を使用した駐車場でも金鋺仕上げの場合、濡れるとすべりやすくなります。

コンクリートの場合、すべり抵抗は表面仕上げにより大きく異なりますが、粗面仕上げにすることにより表層品質が低下します。

CS-21 による躯体防水は粗面仕上げにより劣ったコンクリートの表層品質を改善することが可能です。アストンではコンクリートの仕上げに伴うすべり抵抗と表層の品質について検証を行っています。

資料が必要な場合はアストン技術部にお問い合わせください。

### 7.2 躯体防水施工後の塗材等の付着に関する事項

CS-21 による躯体防水の施工後、美観目的の塗装、補強目的または耐薬品性などの機能を付加させるためのライニング、駐車スペースや誘導を目的としたラインなど、要求を満足させるためには塗材を付着させる必要が発生します。

基本的には、CS-21 は水の存在する環境で反応、再反応を繰り返すことによりひび割れなどの空隙を埋める材料であり、躯体防水の性能を発揮させるためには表面全体を被覆することは推奨できません。

被覆材を付着させることが必要な場合は CS-21 の施工後、最低 2 週間以上の促進養生を行うことでコンクリート表層の水密性が高まり、促進養生後は表層密度の高いコンクリートと同様です。

被覆材の施工仕様を厳守して実施することができます。

施工計画時にアストン技術部にお問い合わせください。

### 7.3 施工するコンクリート面に関する事項

施工前のコンクリートに付着している型枠の離型材などは容易に撤去できますが、コンクリートの初期養生材や打継の処理に使用される含浸材などは撤去されにくいいため、材料の相性を確認する必要があります。

撥水系の材料が含浸している場合は処理ができない場合もあります。

施工計画時にアストン技術部にお問い合わせください。

# 付 属 資 料



付属資料 (1) 施工と品質に関する参考資料

I 材料に伴う細孔充填率のシミュレーション

コンクリートの躯体防水や止水を行うためには空隙を十分埋める材料や工法が重要となります。材料の固形分率、反応性の有無と塗布回数による、充填率のシミュレーションを実施しました。

(※当社製品による比較)

1. シミュレーションする材料の設定

含浸材：けい酸アルカリ金属・モル比 3.2

含浸材中の乾燥固形分量：390g/L (乾燥固化物密度：1.84g/c m<sup>3</sup>)

CSH ゲル (C<sub>1.7</sub>SH<sub>4</sub>) 分子量：227.4g/モル・密度：2.12g/c m<sup>3</sup>

反応型 1 種類と固化型は原液と 2 倍希釈液の 2 種類の合計 3 種類の材料を比較した。

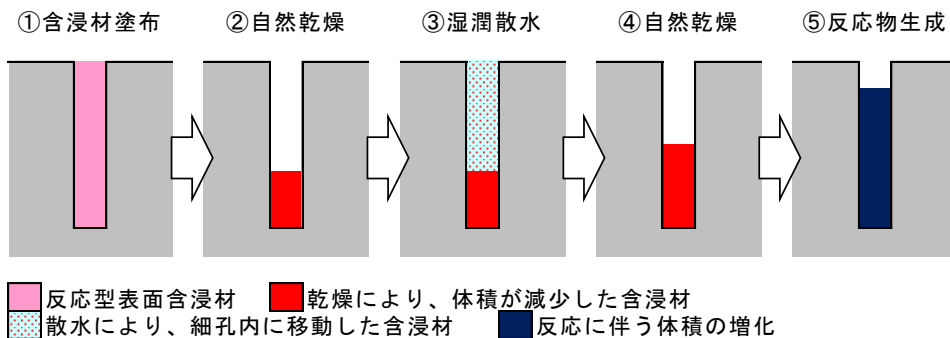
※反応型は 100%反応し、固化型は反応しないものとする。

2. 反応型けい酸塩系表面含浸水材

2.1 工程に伴う条件

- ① 含浸材塗布 塗布により、細孔内が含浸材で満たされる。
- ② 自然乾燥 次工程時の細孔空隙容積を直前の含浸材の 2/3 とする。(指触乾燥時容積)
- ③ 湿潤散水 散水により、表面の含浸材(濃度 75%)が細孔内に移動する。
- ④ 自然乾燥 次工程時の細孔空隙容積を直前の含浸材の 2/3 とする。(指触乾燥時容積)
- ※ 塗布回数ごとに、①～④を繰り返すものとする。

2.2 細孔内充填状況(イメージ図)



※ けい酸塩系表面含浸材は塗布工程が終了した後、緩やかに反応が進行し充填率が高まる。

2.3 計算結果

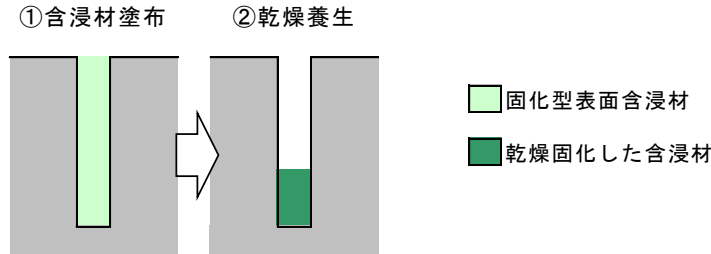
回数		細孔空隙容積 (%)	乾燥固形分充填率 (%)		反応物充填率 (%)
			工程別	累計	
1	塗布	100.0	21.2	31.8	81.2
	散水	66.7	10.6		
2	塗布	44.4	9.4	45.9	117.3
	散水	29.6	4.7		
3	塗布	19.8	4.2	52.2	133.3
	散水	13.2	2.1		
4	塗布	8.8	1.9	55.0	140.5
	散水	5.9	0.9		
5	塗布	3.9	0.8	56.2	143.6
	散水	2.6	0.4		

3. 固化型けい酸塩系表面含浸材

3.1 工程に伴う条件

- ① 含浸材塗布 塗布により、細孔内が含浸材で満たされる。
- ② 乾燥養生 塗布後の乾燥養生により、細孔内の含浸材が固化する。  
塗布回数ごとに、①・②を繰り返すものとする。

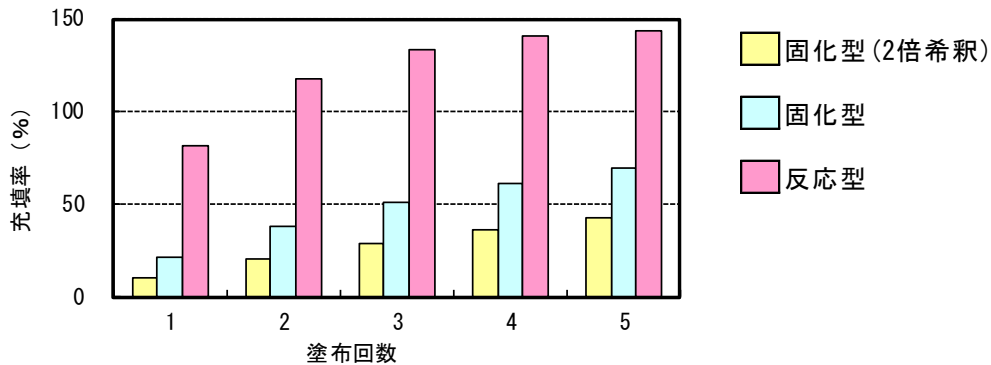
3.2 細孔内充填状況（イメージ図）



3.3 計算結果

回数	原液			2倍希釈液		
	細孔空隙容積(%)	乾燥固形分充填率(%)		細孔空隙容積(%)	乾燥固形分充填率(%)	
		工程別	累計		工程別	累計
1	100.0	21.2	21.2	100.0	10.6	10.6
2	78.8	16.7	37.9	89.4	9.5	20.1
3	62.1	13.2	51.1	79.9	8.5	28.5
4	48.9	10.4	61.4	71.5	7.6	36.1
5	38.6	8.2	69.6	63.9	6.8	42.9

4. 結果の比較



考 察

このシミュレーションは最高の状態を設定しているが、結果から下記の事項が確認できる。

- ・ 空隙の充填率は固形分量と塗布回数を増やすことにより高まる。
- ・ 反応型は施工時に40%以上の固形分を充填することにより、施工後の緩やかな反応により100%以上の空隙を充填することが可能である。
- ・ 施工時のコンクリートの空隙を埋め、その後に発生する空隙も埋めるためには、使用材料の固形分量、反応性(中性化したコンクリートも含む)、塗布工程と塗布回数を確認することが必要です。

## II けい酸塩系防水材の施工に伴う細孔充填率の違い

けい酸塩系防水材は無色透明でコンクリートに塗布した直後は濡れ色となりますが、2～3 ヶ月で元のコンクリートと同様な見栄えとなります。目視により判断しにくい、目視による品質管理が難しい材料だと言えます。

しかし試験や実施工の追跡調査の結果では施工方法により品質に差が生じています。

アストンではこれらの実績と経験に基づき標準施工の手順を定められていますが、ここでは手順の意味と品質を高める技を説明します。

### 1. コンクリート表層部の水分調整

コンクリートには多数の空隙があり、空隙には空気が存在します。コンクリートを水に漬けると気泡が出てきます。これはコンクリートに水が染み込み、そこに存在していた空気が追い出され、気泡として出てくるものです。水がコンクリート表層部の細孔内の空気と入れ替わるには、およそ30分から1時間程度必要です。

けい酸塩系防水材は水より粘性が高いため、空気と入れ替わりにくく、また、乾燥に伴い粘性が高まると、さらに浸透させることが困難になります。そのため、材料を塗布する前にコンクリート表層部の細孔内の空気を水と入れ替えておく必要があります。そうすることで、塗布するけい酸塩系防水材がコンクリート躯体に水分を吸収され早期に乾燥固化してしまうことなく、細孔深部にまで浸透させることができます。

また、コンクリート表面に浮き水がある場合は、その水で塗布する材料が薄まるため、細孔空隙を充填するために必要な乾燥固形分量を確保することが難しくなります。

#### 【重要ワンポイント】

けい酸塩系防水材の塗布前に高圧洗浄を行い、コンクリート表面が乾きかけた状態(指に水分が付かない状態)が材料塗布に最適な乾湿状態です。コンクリート表層部が乾燥している場合は、噴霧器等で散水した後に施工を行う必要があります。



①浮き水がある状態  
塗布：不適



②乾きかけた状態  
塗布：適する



③乾きかけた状態  
塗布：適する



④乾きかけた状態  
塗布：適する



⑤乾燥状態  
塗布：不適  
(散水が必要)

### 2. 塗布後の散水の必要性

けい酸塩系防水材は、塗布すると乾燥に伴い徐々に粘度が上昇し、やがて固化します。固化すると体積が減少する(収縮する)ため、材料が充填された細孔内には新たに空隙が発生します。そこで、コンクリート表面に乾燥固化し定着している材料を、水により粘度を下げてその細孔空隙に送り込む(移動させる)必要があります。 I 節の 2.2 細孔内充填状況(イメージ図)③④参照

#### 【重要ワンポイント】

けい酸塩系防水材の塗布後は、塗布した材料が流れない程度の水を散水し、表面の材料を浸透させることが重要です。散水を行わないと、コンクリート表面の材料が多い部分で白化状態となる恐れがあります。

### 3. 刷毛および噴霧器等の使用法

標準施工の手順では、けい酸塩系防水材を塗布する方法として、ローラー刷毛またはコテ刷毛で塗布することとしています。ただし、例えば打継ぎ部等の刷毛等が使用し難い箇所には、噴霧器による散布が有効な方法と言えます。

ローラー刷毛またはコテ刷毛等の刷毛による塗布方法と噴霧器等による散布方法には、それぞれ長所・短所として次のことが考えられます。

### 3.1 刷毛等による方法

[長所]

- ・ コンクリート細孔空隙に材料を充填させる能力が高い。(コンクリートの表面を刷毛が擦る圧力がかかり空気が逃げるため)
- ・ 材料の飛散がほとんどない。

[短所]

- ・ 刷毛に付着したコンクリートの成分が材料容器に入り、そのまま放置すると反応が起きてしまう。  
(対策として、使い切れる分量だけを小分けし、余った材料は元の容器には戻さないこと)

### 3.2 噴霧器等による方法

[長所]

- ・ 打継ぎ部等でコンクリート表面に著しい凹凸がある箇所、鉄筋等で作業員の手が届かない箇所など、刷毛の使用に適さない場合に有効。
- ・ 材料容器にコンクリート成分が入る心配がない。

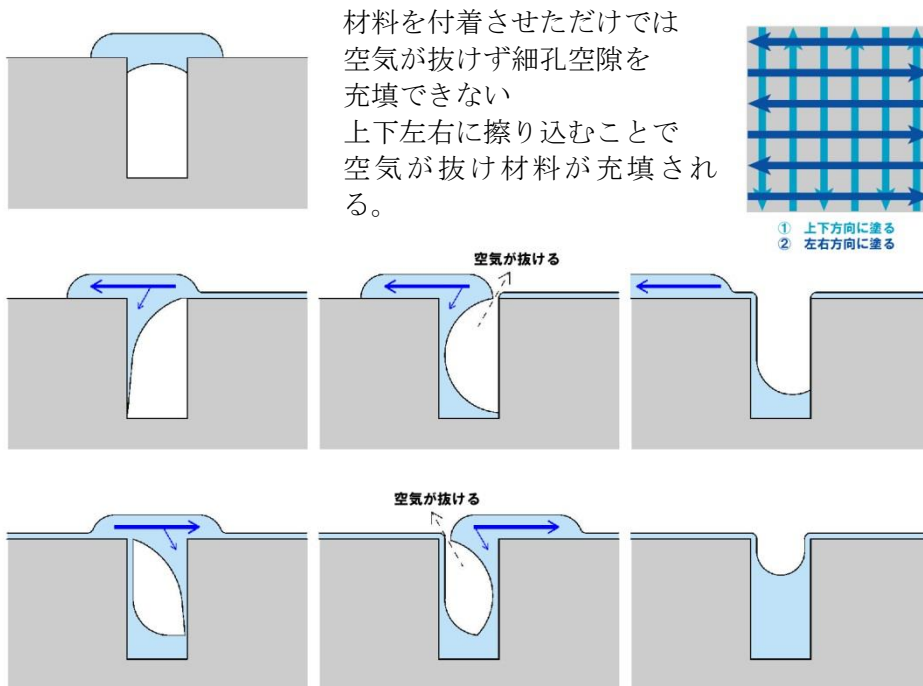
[短所]

- ・ コンクリート細孔空隙に材料を充填させる能力が低い。(これを補うため、刷毛等の併用が望ましい)
- ・ 風の強い時など、材料が飛散する可能性がある。

**【重要ワンポイント】**

刷毛を使用する場合、細孔空隙に充分材料を浸透させるためには、刷毛を動かす方向を一方方向だけではなく、上下左右に動かし塗布することが重要です。(細孔空隙に材料を擦り込むイメージ) 壁面などの場合、下から上に塗り上げ、刷り込むように塗布する。

塗布方法と細孔空隙充填のイメージ図



#### 4. 乾燥固形分率と塗布回数および塗布量の関係

乾燥固形分率の高い材料は、乾燥による体積の減少率（乾燥収縮率）が少ない材料であるため、細孔空隙の充填率は高いが、粘度が高いため浸透はし難いと言えます。よって、乾燥固形分率の高い材料を適用する場合は、塗布前のコンクリート表層部の水分調整と、塗布後の散水によるけい酸塩系防水材の粘度調整を行うことが重要となります。

一度に塗布する塗布量を減らして塗布回数を増やすことは、均質に材料を浸透させることが容易となり、細孔充填率を高める有効な方法です。

アストンの標準工法として次のような仕様を設定しています。

- ・ C S I 工法 材料総使用量：200g/m<sup>2</sup> 塗布回数：1回 主な使用目的：表面保護
- ・ C S II 工法 材料総使用量：300g/m<sup>2</sup> 塗布回数：2回 主な使用目的：躯体防水、表面保護  
[オプション]
- ・ C S III 工法 材料総使用量：200g/m<sup>2</sup> 塗布回数：3回 主な使用目的：躯体防水

#### 5. 促進養生と養生期間

早期に細孔空隙の充填率を高めるためには、材料塗布後のコンクリート表層部を湿潤状態に保つことが有効です。

ただし、コンクリート構造物の空隙は、材齢が進むにつれて発生することがあるため、躯体防水を行う場合には、永年にわたり水密性を高める作用も必要となります。けい酸塩系防水材は、結露や雨水等による水分の供給により、緩やかな反応で細孔空隙を緻密にします。

水槽や地下構造物等、けい酸塩系防水材を施工したコンクリート表面が直接水と接する場合、水槽の水張りあるいは地下構造物の埋め戻しを行うまで2週間以上の養生期間が必要です。

養生期間が充分確保できない場合、C S - 2 1 + C S フィラー塗布工法が有効です。この工法は、塗布したC S - 2 1 が接した水に拡散することを防止し、C S フィラーからカルシウム成分の供給もあるため、C S - 2 1 との反応効果が促進されます。



付属資料(2) CS-21 による躯体防水の施工管理例

けい酸塩系防水材料をコンクリートに適用する場合、施工管理方法として材料受入れ時の受入れ検査、施工中に行う施工検査、施工完了時の完了検査がある。

受入れ検査方法として、一般的に行う受入れ数量検査、外観検査のほか、密度検査、pH 値検査等がある。ここでは、密度検査、pH 値検査の例を示す。

施工検査方法として、一般的に施工写真により管理する。対象コンクリートに対する検査方法としては、材料の外観が無色透明の液体であり、コンクリートに塗布し含浸させてしまうと目視では確認が困難であることから、ここでは塗布確認シート（パッチ法）を使用した塗布確認検査の例を示す。

完了検査方法として、一般的に使用数量を空き缶の検収により管理する。

また、けい酸塩系防水材料をコンクリートに適用した場合の施工効果は、目的が防水であることから漏水の有無を確認することができる。ここでは非破壊試験で行うことが可能な施工効果確認方法の例として、漏水確認試験、表面透気試験、表面吸水試験の例を示す。

検査等項目	検査方法・確認方法
I 受入検査(材料検査)	1. 密度検査
	2. pH 値検査
II 施工検査	1. 塗布確認検査
III 施工効果確認方法	1. 防水性(止水性)確認試験
	2. 表層透気試験
	3. 表面吸水試験

I 受入れ検査

1. 密度検査

密度検査の方法としては、メスシリンダー等の体積計と秤を使用する方法と、比重計を使用する方法がある。ここでは現場での適用が簡便な体積計と秤を使用する方法を示す。

1.1 使用器具

- a) 体積計 メスシリンダー等の体積計を使用する。
- b) 秤 デジタル表示のもので、風袋引き機能がある秤が望ましい。

1.2 検査方法

- a) 測定準備として、体積計を秤に乗せ、風袋引きにて数値を 0kg にセットする。
- b) 体積計に材料を投入し、秤の測定値を読む。
- c) 測定結果より密度を計算し、規格値を満足していることを確認する。

※密度＝質量÷体積

※比重は水の密度との比であり、水の密度はおよそ 1g/cm<sup>3</sup> であるためほぼ同じと考えて良いが、比重には単位がないことに注意する。



写真1 風袋引き



写真2 測定状況

**【重要ワンポイント】**

試験機器（メスシリンダー・秤）は、正規規格品の表示があっても精度が疑わしい、あるいは誤差が生じている等の場合があるため、事前に確認しておくことが望ましい。

2. pH 値検査

pH 値検査の方法としては、pH 試験紙を使用する方法と、pH 計を使用する方法がある。pH 計は温度を一定に保つ必要があり、校正を頻繁に行わなければならないため、ここでは現場での使用が簡便な pH 試験紙を使用する方法を示す。

2.1 使用器具

- a) pH 試験紙 フェノールフタレイン試験紙または万能試験紙（広域試験紙）を使用する。
- b) スポイト 汎用的なスポイトを使用する。

2.2 検査方法

- a) 測定準備として、検査前の pH 試験紙の色を色見本と比較し、近いものの pH 値を読む。  
pH 試験紙の現状 pH 値がほぼ中性であることを確認する。
- b) スポイトを使用し、pH 試験紙に適量の材料を滴下する。
- c) pH 試験紙の変色部分を色見本と比較して、pH 値を読む。  
測定結果が規格値を満足していることを確認する。



写真3 検査前 pH 6



写真4 検査結果 pH 12

**【重要ワンポイント】**

試験機器（pH試験紙）は、正規規格品であっても使用期限が過ぎている、あるいは開封後長期間経過している等により誤差が生じている場合があるため、事前に確認しておくことが望ましい。

## II 施工検査

### 1. 塗布確認検査

塗布確認検査の方法としては、試薬法、デジタルカメラ法、蛍光X線分析法等がある。ここでは塗布確認シートを使用した試薬法を紹介する。試薬法は施工後、検査官の指定した所など任意の点で塗布の確認が可能で、ローラーによる塗布あるいは噴霧器による噴霧等の塗布方法による制約を受けない。ただし、施工前のコンクリート表面が中性化している必要があるため、注意が必要である。

#### 1.1 使用器具

- a) 塗布確認シート
- b) スポイト 汎用的なスポイトを使用する。

#### 1.2 検査方法

- a) 測定準備として、施工前の対象コンクリート表面で、塗布確認シートで呈色反応がないことを事前に確認する。
  - ① スポイトを使用し、塗布確認シートの裏面試験紙部分に適量の水を滴下する。
  - ② コンクリート表面に塗布確認シートの裏面を接触させ、テープ等で貼り付ける。
  - ③ 円形窓の試験紙部分で呈色反応の有無を確認する。
- b) 材料塗布後、施工前同様対象コンクリート表面で、塗布確認シートが赤紫色を呈していることを確認する。



写真5 塗布前 呈色反応なし



写真6 塗布後 呈色反応あり

## III 施工効果確認方法

### 1. 防水性(止水性)確認試験

この試験は、けい酸塩系防水材を適用する工事において、コンクリート躯体にひび割れ等があり、漏水している個所で漏水状況を確認し、施工後の防水性(止水性)を確認する。

#### 1.1 使用する装置、器具

- a) 角材 栈木等の角材を使用する。
- b) シーリング材 止水性が高く、試験終了後はくりしやすいシーリング材を使用する。

#### 1.2 試験方法

- a) コンクリート表面に局所的な欠陥（ひび割れ等）が確認できる箇所を選定し、同一箇所にて施工前後の漏水の有無を確認する。塗布後の確認は、28日間の養生期間経過後に実施すること。
- b) 測定箇所は、1箇所以上とする。
- c) コンクリート躯体における漏水の有無を、水張りにより確認する。確認方法を以下に示す（写真1-1、1-2参照）。

- ①表面が指触乾燥状態であるか確認し、確認箇所のマーキングを行った範囲を角材で囲み、シーリング材等で確実に取り付け、取り付け箇所からの水漏れが生じないように留意する。
- ②水を投入し、一定時間経過後、階下より水張り箇所直下部を目視により観察し、塗布前の漏水の有無を確認する。
- ③角材およびシーリング材を撤去し、施工を行う。
- ④塗布養生後、表面が指触乾燥状態であるか確認し、マーキングを行った範囲を角材で囲み、シーリング材等で塗布前と同様に取り付ける。
- ⑤水を投入し、一定時間経過後、階下より水張り箇所直下部を目視により観察し、塗布後の漏水の有無を確認する。
- ⑥角材およびシーリング材を撤去する。

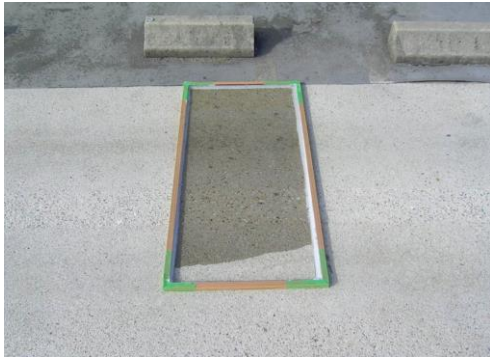


写真 1-1 施工前 水張り状況



写真 1-2 施工後 水張り状況



写真 1-3 施工前 水張り直下部 20 時間後



写真 1-4 施工後 水張り直下部 48 時間後

### 1.3 備考

この試験方法は、漏水ひび割れの補修あるいは防水効果を確認する場合に有効である。微細空隙の場合、短時間では漏水が発生しない場合があり 24 時間単位の確認が必要である。

### 1.4 試験結果例

けい酸塩系防水材の塗布前に水張りを行い、20 時間経過後に直下部を観察したところ、漏水が確認された。施工後に再び水張りを行い、48 時間経過後に直下部を観察したところ、漏水は確認されなかった。このように漏水確認試験を実施することで、けい酸塩系防水材の防水効果が確認された。

## 2. 表層透気試験

この試験は、コンクリート表層の緻密化による透気係数(物質移動抵抗性)の変化を透気試験機により確認することを目的とし、けい酸塩系防水材を施工する前後、同じ箇所にて測定を行う。

### 2.1 使用する装置、器具

透気試験機 (チャンバーが図 2-1 に示すような二重構造となっており、横方向からの空気の取り込みの影響を外側のチャンバーで除外することで、内側のチャンバーが深さ方向のみの透気性を測定できる仕組みのものを使用すること。(この機械の一例として、トレント、パーマツールが該当する)



## 2.2 試験方法

- a) 局所的な欠陥（ひび割れ、あばた、骨材露出等）のない表面を選定し、同一箇所にて施工前後に透気係数の測定を行う。塗布後の測定は、28日間以上の養生期間経過後に実施すること。
- b) 測定数は、3箇所以上とする。
- c) コンクリート表層部の透気係数を、透気試験機により測定する。測定方法を以下に示す（写真 2-1 参照）。
  - ①下地処理：測定面の不陸を、ディスクサンダー等を用いて調整し平滑にする。コンクリート表面の汚れや付着物を、サンドペーパー等を用いて除去する。水洗いなどにより、コンクリート粉などが残らないようにする。
  - ②表面が指触乾燥状態であるか確認し、測定箇所のマーキングを行った箇所に透気試験機を取り付け、塗布前の透気係数を測定する。
  - ③塗布養生後、表面が指触乾燥状態であるか確認し、塗布前のマーキングと同位置に透気試験機を取り付け、塗布後の透気係数を測定する。

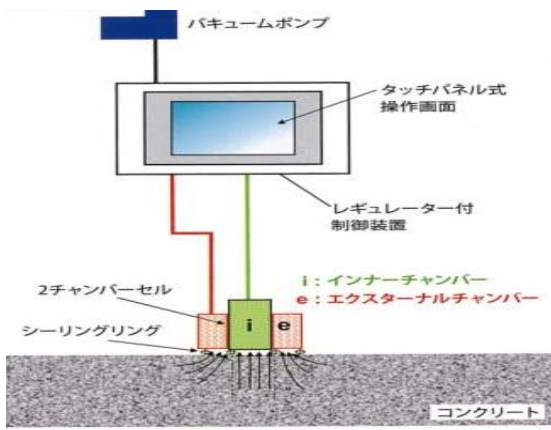


図 2-1 2チャンバーセルの仕組み



写真 2-1 試験状況

## 2.3 備考

対象となるコンクリートの品質が高い場合、未処理箇所と施工済み箇所の透気係数の差が顕著に表れない場合がある。  
 コンクリートの品質は測定位置が少し移動すると異なるため、必ず施工前後同一箇所にて測定する。  
 また、この試験はコンクリートの表面水分率の影響を受けやすいため、表面乾燥状態を確認して実施することが必要である。

## 2.4 試験結果例

けい酸塩系防水材の塗布前に透気係数を測定したところ、透気係数  $kT$  は  $0.36 (\times 10^{-16} \text{m}^2)$  であった。  
 塗布養生後に再び透気係数を測定したところ、透気係数  $kT$  は  $0.028 (\times 10^{-16} \text{m}^2)$  であった。  
 表層透気試験を実施することで、けい酸塩系防水材の防水効果（物質移動抵抗性）が確認された。

## 3. 表面吸水試験

この試験は、表層部の緻密化による防水効果（吸水抑止性）による吸水量の変化を表面吸水試験機にて確認することを目的とし、けい酸塩系防水材を施工する前後、同じ箇所にて測定を行う。

### 3.1 使用する装置、器具

- a) 試験機を使用する場合：表面吸水試験機（真空ポンプで吸引した反力プレートによりプラスチック製のテストチューブをコンクリート表面に圧着して固定するものを使用すること。図 3-1 参照）
- b) 漏斗を使用する場合：メスピペット、漏斗、ゴム管またはビニール管、シーリング材

### 3.2 試験方法

- a) 局所的な欠陥（ひび割れ、あばた、骨材露出等）のない表面を選定し、同一箇所にて施工前後に吸水量の測定を行う。塗布後の測定は、28日間以上の養生期間経過後に実施すること。
- b) 測定数は、3箇所以上とする。
- c) コンクリート表面の吸水量を、表面吸水試験機または漏斗により測定する。測定方法を以下に示す（写真 3-1 参照）。

①下地処理：測定面の不陸を、ディスクサンダー等を用いて調整し平滑にする。コンクリート表面の汚れや付着物を、サンドペーパー等を用いて除去する。水洗いなどにより、コンクリート粉などが残らないようにする。

②表面が指触乾燥状態であるか確認し、表面吸水試験機または漏斗を水漏れが生じないよう確実に取り付け、塗布前の吸水量を測定する。測定時に測定箇所のマーキングを行う。

③塗布養生後、表面が指触乾燥状態であるか確認し、表面吸水試験機または漏斗を水漏れが生じないよう確実に取り付け塗布後の吸水量を測定する。

※漏斗を使用する場合、漏斗をシーリング材等で確実に取り付け、取付け箇所からの水漏れが生じないように留意する。

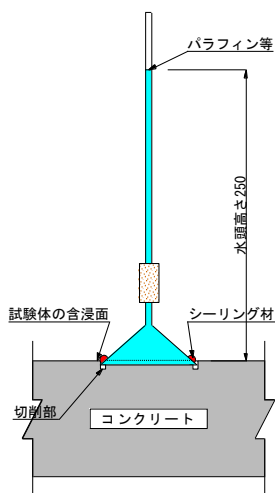


図 3-1 試験機および試験イメージ

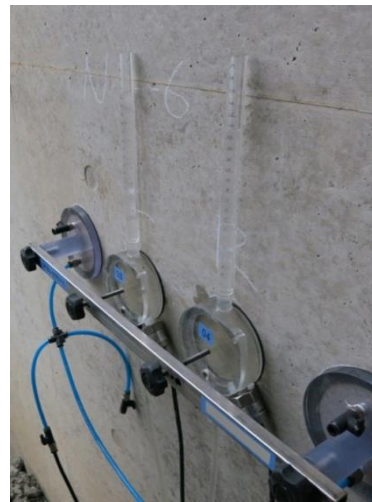


写真 3-1 試験機を使用した試験状況

### 3.3 備考

対象となるコンクリートの品質が高い場合、未処理箇所と施工済み箇所の透気係数の差が顕著に表れない場合がある。

試験中に吸水量が経時的に減少しない場合は、水漏れの可能性が高く、再試験の必要がある。

コンクリートの品質は、測定位置が少し移動すると異なるため、必ず施工前後同一箇所にて測定する。

また、この試験はコンクリートの表面水分率の影響を受けやすいため、表面乾燥状態を確認して実施することが必要である。

### 3.4 試験結果例

水セメント比 55%の新設コンクリートにおいて、けい酸塩系防水材の塗布前に吸水量を測定したところ、2.43ml/dayであった。塗布養生後に再び吸水量を測定したところ、0.44ml/dayであった。このように表面吸水試験を実施することで、けい酸塩系防水材の防水効果（吸水抑止性）が確認された。

付属資料(3) CS-21による躯体防水の追跡調査と効果の検証

アストンならびにアストン協会では平成7年(1995年)頃からコンクリート改質剤CS-21を使用したコンクリート構造物の躯体防水を施工しています。

CS-21は1993年(平成5年)に製造が開始され、当初は微細な空隙からにじみ出る水を止める材料として使用されていました。その後、改良と施工方法の確立により躯体防水としての使用が開始され現在に至っています。

1. 2018年(平成30年)9月時点までのアストン協会より報告のあった発注工事の実績

工法・用途別の集計

工法・用途	施工件数	施工数量
躯体防水(駐車場・屋上・地下・水槽・橋面など)	772件	約1,585,000 m <sup>2</sup>
表面保護	688件	約458,000 m <sup>2</sup>
改修・断面修復	228件	
ひび割れ補修・漏水補修	228件	
打継ぎ部・木コン部処理	102件	
合計	2,018件	

発注者別の集計

発注者	施工件数	内訳
国の機関	339件	国土交通省306件
地方公共団体	683件	都道府県321件・市区町村362件
民間等	1,029件	
合計	2,018件	

2. 調査対象物件

上記の施工実績に対し施工後の追跡調査は物件ごとに行われていますが、今回効果の検証を目的とし、同一工法で施工された物件を選定し同一項目について追跡調査を実施した。

一般的に構造物の供用を開始すると調査は困難となる。今回の追跡調査は比較的容易に確認出来る屋上自走式駐車場を選定し、10年以上経過した4物件と10,000 m<sup>2</sup>以上の6物件を対象として実施した。

2.1 竣工後10年以上経過した自走式駐車場防水の物件

物件名	施工面積	竣工年月
① 家電量販店 屋上駐車場	2,100 m <sup>2</sup>	平成10年 2月
② パチンコ店 屋上駐車場	1,920 m <sup>2</sup>	平成11年 7月
③ 大型店舗 立体駐車場防水	15,270 m <sup>2</sup>	平成14年 4月
④ 食品工場 駐車場防水	1,575 m <sup>2</sup>	平成14年 5月

2.2 施工面積10,000 m<sup>2</sup>以上の自走式駐車場防水の物件

物件名	施工面積	竣工年月
⑤ 大型店舗 屋上駐車場防水	20,528 m <sup>2</sup>	平成19年 12月
⑥ 物流センター 立体駐車場防水	13,233 m <sup>2</sup>	平成20年 3月
⑦ 大型店舗 屋上駐車場防水	24,134 m <sup>2</sup>	平成22年 2月
⑧ 大型店舗 屋上駐車場防水	10,267 m <sup>2</sup>	平成23年 3月
⑨ 大型店舗 屋上駐車場防水	16,198 m <sup>2</sup>	平成23年 9月
⑩ 大型店舗 屋上駐車場防水	15,126 m <sup>2</sup>	平成23年 9月



3. 調査方法と記載方法

現地調査を実施し、下記の項目について追跡調査表を作成した。

- ・ 構造物の概要 調査概要
- ・ 防水性能と経過
- ・ ひび割れ調査結果

4. 調査結果

物件名	面積あたりのひび割れ(m/m <sup>2</sup> )	自閉率
① 家電量販店 屋上駐車場	0.475m/m <sup>2</sup>	100%
② パチンコ店 屋上駐車場	0.002m/m <sup>2</sup>	100%
③ 大型店舗 立体駐車場防水	0.240m/m <sup>2</sup>	100%
④ 食品工場 立体駐車場防水	0.110m/m <sup>2</sup>	100%
⑤ 大型店舗 屋上駐車場防水	0.043m/m <sup>2</sup>	86%
⑥ 物流センター 立体駐車場防水	0.039m/m <sup>2</sup>	95%
⑦ 大型店舗 屋上駐車場防水	0.013m/m <sup>2</sup>	93%
⑧ 大型店舗 屋上駐車場防水	0.004m/m <sup>2</sup>	100%
⑨ 大型店舗 屋上駐車場防水	0.005m/m <sup>2</sup>	88%
⑩ 大型店舗 屋上駐車場防水	0.006m/m <sup>2</sup>	100%

5. 考察

5.1 竣工後 10 年以上経過の物件

自走式駐車場の躯体防水は工期短縮、重量の軽減など直接的メリットが有り、躯体防水工法の開発当初から使用されている。

平成 10 年当時は躯体の適用条件が確立されていなかったため、構造物により品質の程度に大差が生じている。構造的に強固な物件ではひび割れ跡がほとんど確認できない。

それに対して鉄筋量の少ない(たわみの大きい)構造物の場合ひび割れは自閉し漏水は発生していないが、ひび割れ跡が多く確認できる。

調査の結果から下記のことが確認できる。

- ・ 微細な乾燥収縮や温度変化に伴うひび割れは自閉し一体化し目視では確認できなくなる。
- ・ 水がほとんどかからない場所では表面までひび割れが埋まっていない箇所があり、自閉作用には水分の供給が不可欠である。
- ・ 水勾配で下流側のひび割れが早く埋まる傾向が見える、これは表面に付着している塗布した材料がごく微量であるが水と共に下流側に移動しているものと推測される。
- ・ コンクリートの表面は酸性雨等の影響も受け砂の表面が露出しているが砂粒は剥離していない。
- ・ 表面には汚れが付着しているが水洗いすると容易に除去できる。

5.2 施工面積 10,000 m<sup>2</sup>以上の物件

平成 17 年頃から、施工実績の積み重ねと経過観測結果からコンクリートの品質の基準化が進んだ事と、被覆防水の劣化に伴う多額の改修費用が問題視され大型物件での適用が増えてきた。

当初は構造体が大きいため日射による熱膨張の影響が懸念視されたが、ひび割れが一体化し応力が均等に分散されるとひび割れがほとんど動いていない事が確認できる。

調査の結果から下記のことが確認できる。

- ・ 平成 20 年以降の物件については躯体コンクリートの品質が防水基準に近づき目視で確認できるひび割れが極端に少なくなっている。
- ・ エレベーターホール、階段室などにより応力が変化する場所やかぎ型など構造物のひねりが発生する場所などでひび割れ表面が欠けて目立つ部分があるが、内部が埋まるまで CS-21 の再塗布にとどめ早期に表面を塞がない方が表面の傷が大きくなる。
- ・ 打ち継ぎ箇所も断面の確保、掃除後 CS-21 処理し打設することにより問題は発生していない。
- ・ 施工後 1 年未満の物件もありひび割れが成長する可能性もあるため、追跡調査が必要である。

追跡調査表の記載例

構造物の概要

施設名 構造物名	一般名称	構造物形式	S造 QL デッキ合成スラブなど 配筋の形状
所在地	都道府県	施工面積	防水施工面積 (m)
竣工年月日	平成 年 月 日	コンクリートの配合	N 21-12-20 など
防水施工業者名	アストン協会特約店	適用工法の仕様	CS-21 CSⅡ工法など材料と工法

調査概要

調査実施年月日	平成 年 月 日	調査責任者	調査を実施した責任者名
調査実施機関	所属会社など	調査項目	ひび割れ調査(目視, 作図)

防水性能と経過

漏水なし など防水としての性能 防水施工後の点検、補修などの経過
-------------------------------------

ひび割れ調査 結果

	測定数量(m)	対象面積	面積あたりのひび割れ(m/m <sup>2</sup> )	自閉率(B/A)
A) ひび割れ総数量(m)	測定値 m	実測値m <sup>2</sup>	計算値(測定数量÷対象面積)	———
B) ひび割れの内自閉しているひび割れ数量(m)	測定値 m	実測値m <sup>2</sup>	—————	計算値(%)

全景写真、ひび割れ展開図、気付きの点などを備考として記載

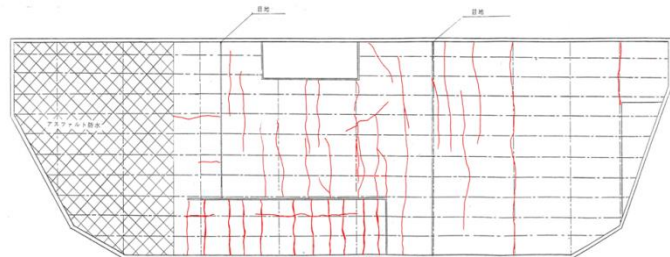
ひび割れの測定

A) ひび割れの総数量(m)は自閉しているものも含め目視にてひび割れだったと思われるもの全て展開図を作成し測定する。

自閉していないひび割れの写真



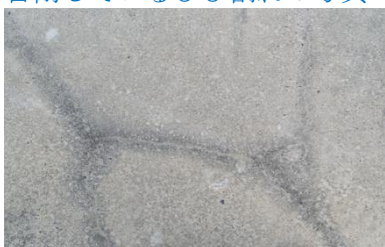
ひび割れ展開図の例



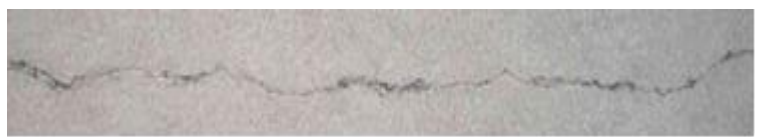
自閉しているひび割れの判定基準 (点検者の主観の統一)

B) ひび割れの内自閉しているひび割れ数量(m)はひび割れが発生した形跡はあるが調査時点で表面まで埋まっているものを測定する。  
表面が圧縮により弾け断面欠損しているひび割れもその表面まで埋まっている場合は自閉しているものとし数量(m)を記載する。

自閉しているひび割れの写真



表面が圧縮により弾け断面欠損しているが内部は自閉しているひび割れ



追跡調査表

No.001

構造物の概要

施設名 構造物名	家電量販店 屋上駐車場	構造物形式	S造 QLデッキ合成スラブ 8mm 100×100メッシュ配筋
所在地	広島県 広島市	施工面積	2,100 m <sup>2</sup>
竣工年月	平成10年2月	コンクリートの配合	N 21-15-20
防水施工業者名	(株) アストン	適用工法の仕様	CS-21 CSⅡ工法

調査概要

調査実施年月日	平成 24年 3月 17日	調査責任者	山本 昌宏
調査実施機関	(株)アストン 技術部	調査項目	ひび割れ調査(目視, 作図)

防水性能と経過

漏水事故無し 1年点検時ひび割れ箇所再塗布 巾 100mm
----------------------------------

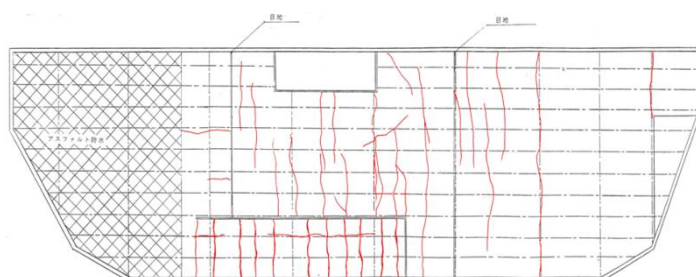
ひび割れ調査 結果

	測定数量(m)	対象面積	面積あたりのひび割れ(m/m <sup>2</sup> )	自閉率(B/A)
A) ひび割れ総数量(m)	998m	2,100 m <sup>2</sup>	0.475m/m <sup>2</sup>	———
B) ひび割れの内自閉しているひび割れ数量(m)	998m	2,100 m <sup>2</sup>	———	100%

全景写真



ひび割れ展開図



ひび割れの状況写真



ひび割れの状況写真



ひび割れの状況写真



備考

ひび割れは埋まって白っぽく見える部分と、ひび割れ付近の保水性が高く黒っぽく見える箇所がある。シングルメッシュ筋で梁上の補強筋が無いなどのため、ひび割れ跡が多いが全て表面まで自閉している。

追跡調査表

No.002

構造物の概要

施設名 構造物名	パチンコ店 屋上駐車場	構造物形式	S造 Fデッキ連続傾床スラブ D13 @200 ダブル配筋
所在地	広島県	施工面積	1,920 m <sup>2</sup>
竣工年月日	平成11年7月	コンクリートの配合	N 21-12-20
防水施工業者名	(株) アストン	適用工法の仕様	CS-21 CSⅡ工法

調査概要

調査実施年月日	平成 24年 3月 17日	調査責任者	山本 昌宏
調査実施機関	(株)アストン 技術部	調査項目	ひび割れ調査(目視, 作図)

防水性能と経過

漏水事故無し 補修経歴なし
------------------

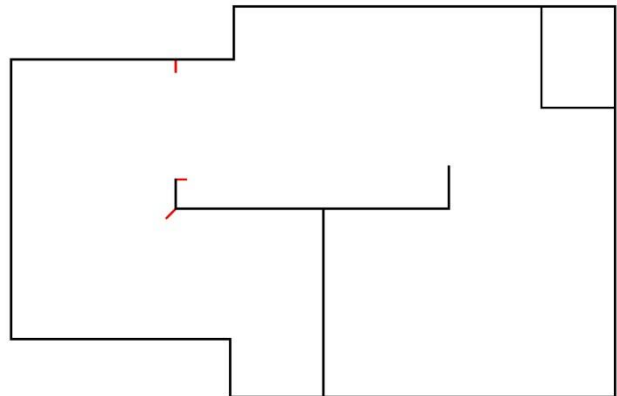
ひび割れ調査 結果

	測定数量(m)	対象面積	面積あたりのひび割れ(m/m <sup>2</sup> )	自閉率(B/A)
A)ひび割れ総数量(m)	3m	1,920 m <sup>2</sup>	0.002 m/m <sup>2</sup>	———
B)ひび割れの内自閉しているひび割れ数量(m)	3m	1,920 m <sup>2</sup>	———	100%

全景写真



ひび割れ展開図



ひび割れの状況写真



ひび割れの状況写真



ひび割れの状況写真



備考

掃除するとひび割れの様に見えていた箇所も消え、ひび割れ跡を探すことが難しい状況である。  
フラットデッキ ダブル配筋 D13 @200 と鉄筋量が多く強固な構造である。  
当然乾燥収縮に伴うひび割れは発生していると思われるが、全て自閉し目視では確認できるひび割れはほとんど無い。



追跡調査表

No.003

構造物の概要

施設名 構造物名	大型店舗 立体駐車場防水	構造物形式	S造 Fデッキスラブ 6mm 150×150メッシュダブル配筋
所在地	北海道 札幌市	施工面積	15,270 m <sup>2</sup>
竣工年月日	平成14年4月	コンクリートの配合	N21-15-20
防水施工業者名	札幌ペック(株)	適用工法の仕様	CS-21 CS II 工法

調査概要

調査実施年月日	平成24年3月16日	調査責任者	松澤 政俊
調査実施機関	札幌ペック(株)	調査項目	ひび割れ調査(目視, 作図)

防水性能と経過

漏水事故無し
補修経歴無し

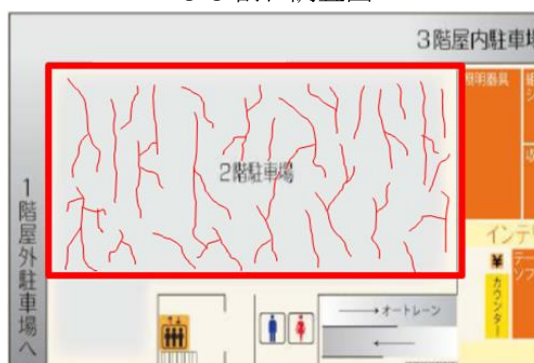
ひび割れ調査 結果

	測定数量(m)	対象面積	面積あたりのひび割れ(m/m <sup>2</sup> )	自閉率(B/A)
A)ひび割れ総数量(m)	3,665m	15,270 m <sup>2</sup>	0.240m/m <sup>2</sup>	——
B)ひび割れの内自閉しているひび割れ数量(m)	3,665m	15,270 m <sup>2</sup>	——	100%

全景写真



ひび割れ調査図



ひび割れ状況写真



ひび割れ状況写真



備考

屋上駐車場は除雪のためアスファルト防水に保護コンクリートの施工で、本工法の施工箇所は屋内であるが、車が雨水や特に冬季には雪を持ち込み水浸しとなりひび割れの自閉効果が促進されている。ひび割れ跡は白っぽく見えるものと保水性が高く黒っぽく見える箇所がある。

追跡調査表

No.004

構造物の概要

施設名 構造物名	食品工場 立体駐車場防水	構造物形式	S造 QZ デッキ合成スラブ D10 @200 シングル配筋
所在地	奈良県 大和郡	施工面積	1574.8 m <sup>2</sup>
竣工年月日	平成 14年 5月	コンクリートの配合	N21-18-20
防水施工業者名	(株) 益田工務店	適用工法の仕様	CS-21 CSⅡ工法

調査概要

調査実施年月日	平成 24年 3月 19日	調査責任者	久世哲平
調査実施機関	(株) 益田工務店	調査項目	ひび割れ調査(目視, 作図)

防水性能と経過

漏水事故無し
補修経歴無し

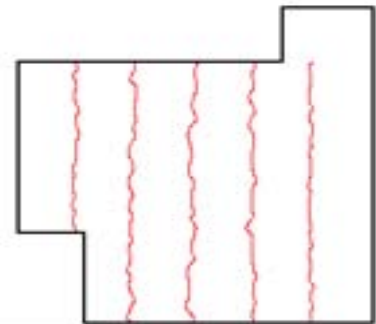
ひび割れ調査結果

	測定数量(m)	対象面積	面積あたりのひび割れ(m/m <sup>2</sup> )	自閉率(B/A)
A) ひび割れ総数量(m)	174m	1,575 m <sup>2</sup>	0.11m/m <sup>2</sup>	———
B) ひび割れの内自閉しているひび割れ数量(m)	174m	1,575 m <sup>2</sup>	———	100%

全景写真



ひび割れ調査図



ひび割れ詳細写真



ひび割れ詳細写真



ひび割れ詳細写真



備考

上記構造物の形式には記載していないが、見た目には柱、梁の部材が大きく強固な構造になっている。  
ひび割れ幅が 0.2 mm以下で自閉している為、入念に調査しないと確認できない。

追跡調査表

No.005

構造物の概要

施設名 構造物名	大型店舗 屋上駐車場防水	構造物形式	S造 QL デッキ合成スラブ D13 @200 ダブル配筋
所在地	広島県 広島市	施工面積	20,528 m <sup>2</sup>
竣工年月日	平成 19 年 12 月	コンクリートの配合	N 21-15-20
防水施工業者名	(有) トムワークス	適用工法の仕様	CS-21 CS II 工法

調査概要

調査実施年月日	平成 24 年 3 月 26 日	調査責任者	南 尚道
調査実施機関	(有) トムワークス	調査項目	ひび割れ調査(目視, 作図)

防水性能と経過

漏水事故無し
補修経歴 1年、2年、3年の点検時ひび割れ部再塗布 塗布幅=50mm

ひび割れ調査結果

	測定数量(m)	対象面積	面積あたりのひび割れ(m/m <sup>2</sup> )	自閉率(B/A)
A) ひび割れ総数量(m)	890m	20,528 m <sup>2</sup>	0.043m/m <sup>2</sup>	——
B) ひび割れの内自閉しているひび割れ数量(m)	765m	20,528 m <sup>2</sup>	——	86%

全景写真



ひび割れ調査図



ひび割れ詳細写真



表面のかけたひび割れ



備考

中央部の階段室と階段室の間ひび割れは構造物の動きが集中し表面がかけたひび割れがあるが内部は埋まっている。

今回の調査時、表面まで完全には埋まっていない箇所が 125m あるが、すべて表面から 2~3 mm より深い部分は追加処理を実施している。



追跡調査表

No.006

構造物の概要

施設名 構造物名	物流センター 立体駐車場防水	構造物形式	S造 ファブデッキ合成スラブ 一部 D10 @150 ダブル配筋
所在地	兵庫県 神戸市	施工面積	13,233 m <sup>2</sup>
竣工年月日	平成 20年 3月	コンクリートの配合	N30-12-20
防水施工業者名	(株) 益田工務店	適用工法の仕様	CS-21 CSⅡ工法

調査概要

調査実施年月日	平成 24年 4月 10日	調査責任者	久世哲平
調査実施機関	(株) 益田工務店	調査項目	ひび割れ調査(目視, 作図)

防水性能と経過

漏水事故無し
補修経歴 1年2年点検時ひび割れ箇所再塗布

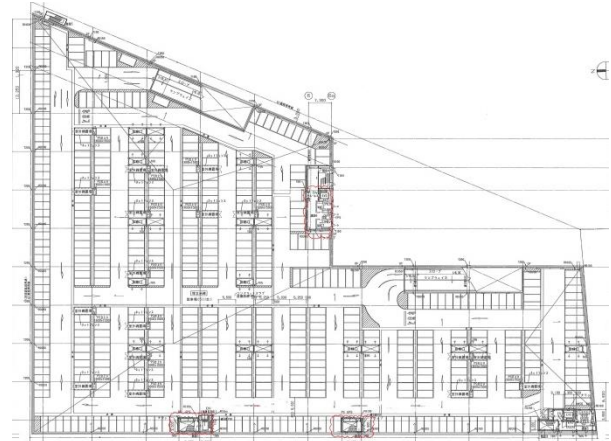
ひび割れ調査結果

	測定数量(m)	対象面積	面積あたりのひび割れ(m/m <sup>2</sup> )	自閉率(B/A)
A) ひび割れ総数量(m)	515m	13,233 m <sup>2</sup>	0.039m/m <sup>2</sup>	_____
B) ひび割れの内自閉しているひび割れ数量(m)	489m	13,233 m <sup>2</sup>	_____	95%

全景写真



ひび割れ調査図



ひび割れ詳細写真



ひび割れ詳細写真



ひび割れ詳細写真



備考

コンクリートのセメント量が多いためひび割れの自閉作用が早く進んでいるように見える。  
一年 二年点検時と比較して目視で確認できるひび割れが極端に少なくなっている。  
ひび割れとして確認できる箇所もほぼ表面まで埋まっている。

追跡調査表

No.007

構造物の概要

施設名 構造物名	大型店舗 屋上駐車場防水	構造物形式	S造 QLデッキ合成スラブ 6mm 100×100メッシュ配筋
所在地	愛知県 名古屋市	施工面積	24,134 m <sup>2</sup>
竣工年月日	平成 22年 2月	コンクリートの配合	N24-15-20
防水施工業者名	(株) 益田工務店	適用工法の仕様	CS-21 CSⅡ工法

調査概要

調査実施年月日	平成 24年 4月 9日	調査責任者	久世哲平
調査実施機関	(株) 益田工務店	調査項目	ひび割れ調査(目視, 作図)

防水性能と経過

漏水事故無し
補修経歴無し

ひび割れ調査結果

	測定数量(m)	対象面積	面積あたりのひび割れ(m/m <sup>2</sup> )	自閉率(B/A)
A) ひび割れ総数量(m)	320m	24,134 m <sup>2</sup>	0.013m/m <sup>2</sup>	—
B) ひび割れの内自閉しているひび割れ数量(m)	300m	24134 m <sup>2</sup>	—	93%

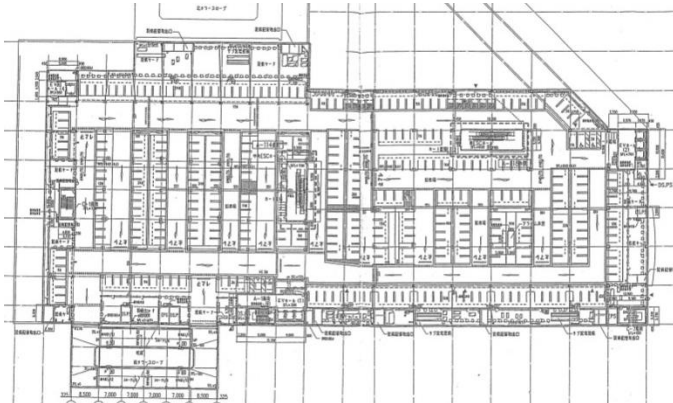
屋上駐車場全景



5F 駐車場



ひび割れ調査図



ひび割れ詳細写真



備考

屋上階は現在駐車場として使用されていないが、目視ではひび割れはほとんど確認できなかった。  
5F駐車場の屋内部で雨のかからない部分では、埋まっていないひび割れが目立つが、雨水が直接かかる箇所では、表面まで自閉している。

追跡調査表

No.008

構造物の概要

施設名 構造物名	大型店舗 屋上駐車場防水	構造物形式	S造 QLデッキ合成スラブ 6mm 100×100 異形メッシュ配筋
所在地	三重県 朝日町	施工面積	10,267 m <sup>2</sup>
竣工年月日	平成 20年 3月	コンクリートの配合	N30-15-20 膨張材使用
防水施工業者名	(株) 益田工務店	適用工法の仕様	CS-21 CSⅡ工法

調査概要

調査実施年月日	平成 24年 4月 10日	調査責任者	久世哲平
調査実施機関	(株) 益田工務店	調査項目	ひび割れ調査(目視, 作図)

防水性能と経過

漏水事故無し
補修経歴無し

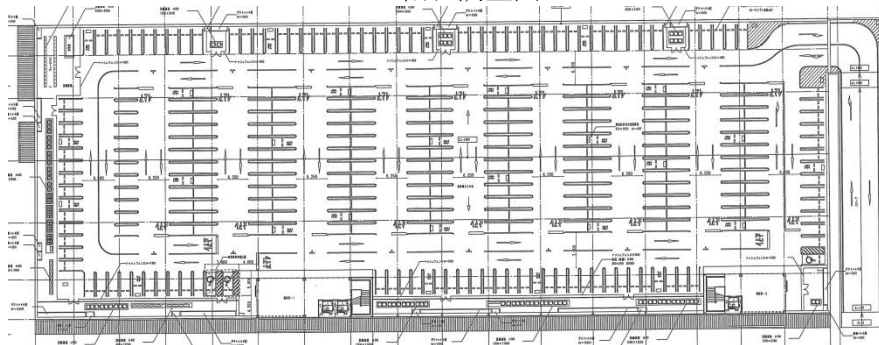
ひび割れ調査結果

	測定数量(m)	対象面積	面積あたりのひび割れ(m/m <sup>2</sup> )	自閉率(B/A)
A) ひび割れ総数量(m)	60m	13,233 m <sup>2</sup>	0.004m/m <sup>2</sup>	—
B) ひび割れの内自閉しているひび割れ数量(m)	60m	13,233 m <sup>2</sup>	—	100%

2F 店舗屋上駐車場全景



ひび割れ調査図



打継部詳細写真



備考

金コテ押さえ後、刷毛引き仕上げで材料の定着が良く高品質が維持されている。  
階段室の柱付近にひび割れが確認できるが0.2mm未満で表面まで自閉されている。  
打継部も直線的に処理され表面まで自閉している。



追跡調査表

No.009

構造物の概要

施設名 構造物名	大型店舗 屋上駐車場防水	構造物形式	S造 QLデッキ合成スラブ 6mm 100×100 メッシュ配筋
所在地	和歌山県 橋本市	施工面積	16,198 m <sup>2</sup>
竣工年月日	平成 23年 9月	コンクリートの配合	N24-18-20 膨張材使用
防水施工業者名	(株) 益田工務店	適用工法の仕様	CS-21 CSⅡ工法

調査概要

調査実施年月日	平成 24年 4月 13日	調査責任者	久世哲平
調査実施機関	(株) 益田工務店	調査項目	ひび割れ調査(目視, 作図)

防水性能と経過

漏水事故無し
補修経歴無し

ひび割れ調査結果

	測定数量(m)	対象面積	面積あたりのひび割れ(m/m <sup>2</sup> )	自閉率(B/A)
A) ひび割れ総数量(m)	85m	16,198 m <sup>2</sup>	0.005m/m <sup>2</sup>	—
B) ひび割れの内自閉しているひび割れ数量(m)	75m	16,198 m <sup>2</sup>	—	88%

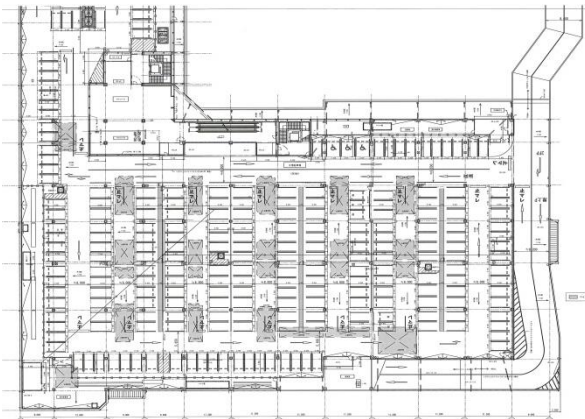
全景写真



全景写真



ひび割れ調査図



ひび割れ詳細写真



備考

雨水の直接かからない場所で表面まで自閉していないひび割れが確認できる。  
 雨水の直接かかる場所では表面まで埋まっていないひび割れは確認できなかった。  
 ただし一年未満のためひび割れが成長する可能性があり、今後も追跡調査を継続する必要がある。

追跡調査表

No.010

構造物の概要

施設名 構造物名	大型店舗 屋上駐車場防水	構造物形式	S造 QLデッキ合成スラブ 6mm 100×100 メッシュ配筋
所在地	和歌山県 橋本市	施工面積	15,126 m <sup>2</sup>
竣工年月日	平成 23年 9月	コンクリートの配合	N24-18-20 膨張材使用
防水施工業者名	(株) 益田工務店	適用工法の仕様	CS-21 CSⅡ工法

調査概要

調査実施年月日	平成 24年 4月 17日	調査責任者	久世哲平
調査実施機関	(株) 益田工務店	調査項目	ひび割れ調査(目視, 作図)

防水性能と経過

漏水事故無し
補修経歴無し

ひび割れ調査結果

	測定数量(m)	対象面積	面積あたりのひび割れ(m/m <sup>2</sup> )	自閉率(B/A)
A) ひび割れ総数量(m)	95m	15,126 m <sup>2</sup>	0.006m/m <sup>2</sup>	—
B) ひび割れの内自閉しているひび割れ数量(m)	95m	15,126 m <sup>2</sup>	—	100%

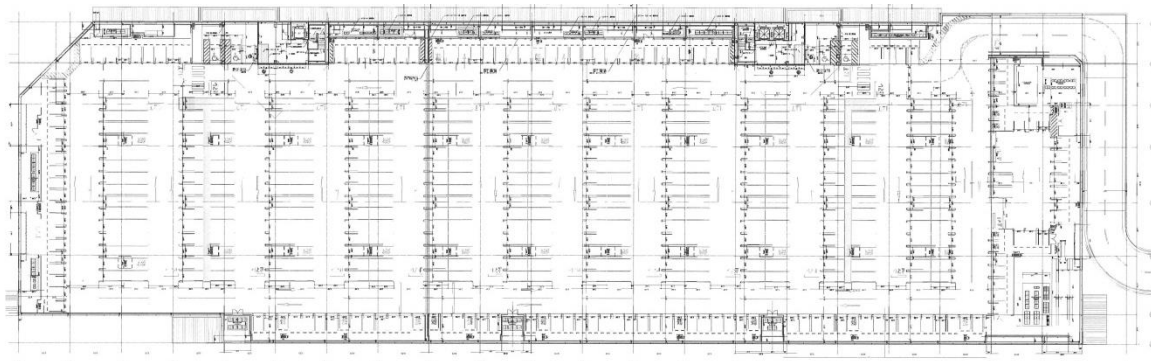
全景写真



全景写真



ひび割れ調査図



備考

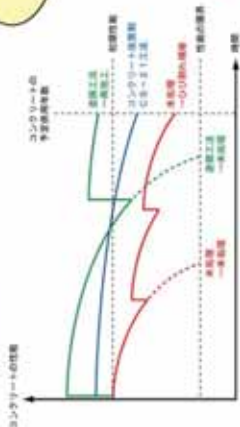
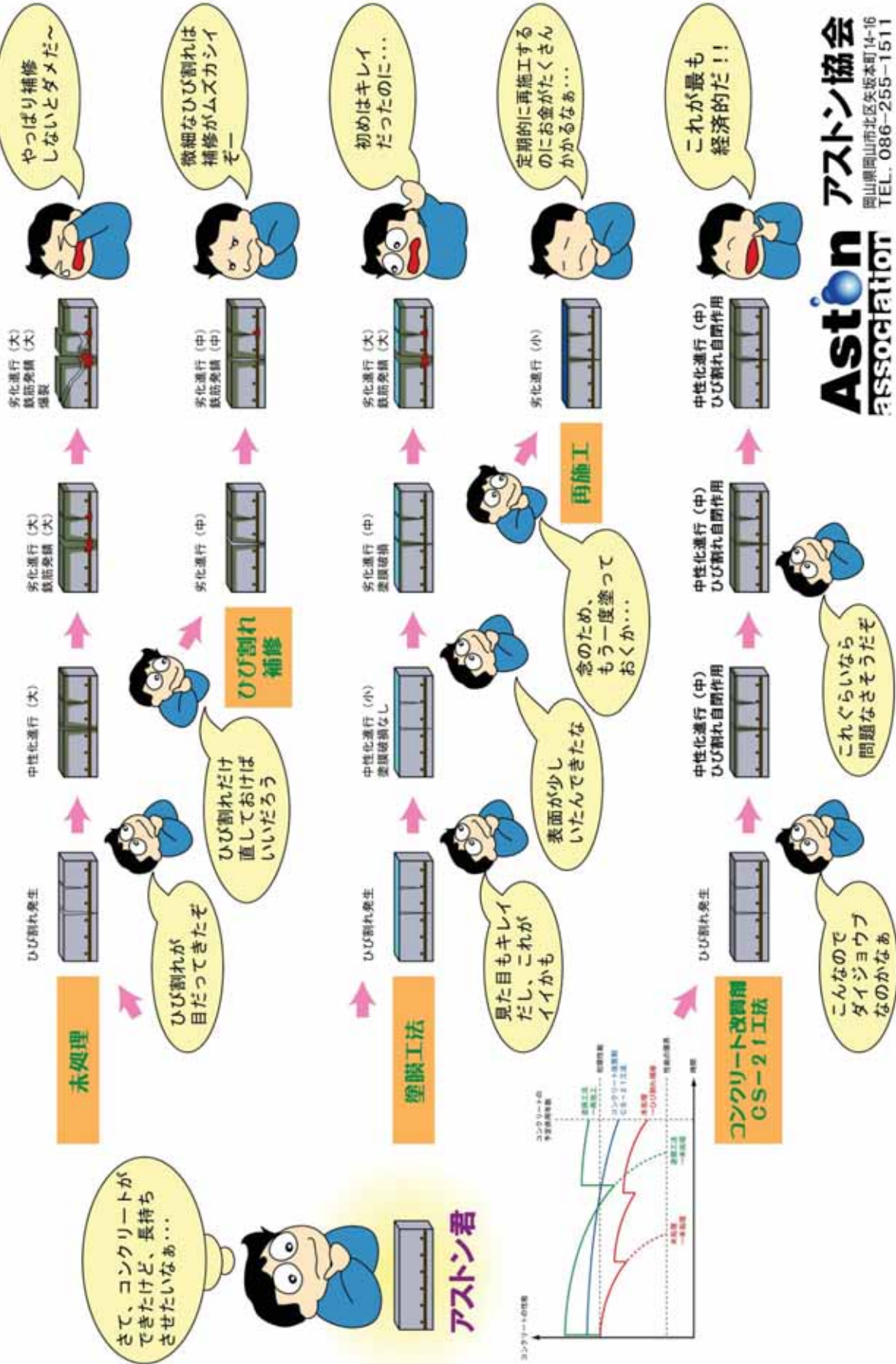
金コテ押さえ後、刷毛引き仕上げで材料の定着が良く高品質が維持されている。  
ただし一年未満のため今後ひび割れが成長する可能性があり、追跡調査を継続する必要がある。

# コンクリートのライフサイクルコストを考える

さて、コンクリートが  
できたけど、長持ち  
させたいなあ...



アストン君





# 株式会社 アストン

岡山県岡山市北区矢坂本町14-16 〒700-0075  
Tel. 086-255-1511 Fax. 086-251-3270 <https://www.cs21.jp>



コンクリート躯体防水研究会

<http://cswpd.jp>

15.0kV

×130

100μm

WD26mm