

# 技 術 資 料

## CS-21ビルダー

Version 1.2





# 目 次

1. CS-21ビルダーとは	2
2. CS-21ビルダーの特徴	3
3. CS-21ビルダーの性能	4
3.1 CS-21ビルダーの性能確認試験結果	4
3.2 JSCE-K572 けい酸塩系表面含浸材の試験方法（案）	5
3.2.1 試験概要	5
3.2.2 試料概要	6
3.2.3 1) 反応性確認試験の結果	7
3.2.4 2) 乾燥固形分率試験の結果	8
3.2.5 3) 種類判定試験の結果	8
3.2.6 4) 含浸深さ試験の結果	11
3.2.7 5) 外観観察試験の結果	12
3.2.8 6) 吸水率試験の結果	13
3.2.9 7) 中性化に対する抵抗性試験の結果	14
3.2.10 8) 塩化物イオンの浸透に対する抵抗性試験の結果	15
3.2.11 9) スケーリングに対する抵抗性試験の結果	16
3.2.12 10) ひび割れ透水性試験の結果	18
3.3 打継部の中性化に対する抵抗性試験	20
3.4 施工効果確認試験	21
3.4.1 表層透気試験	21
3.4.2 表面吸水試験	23
4. CS-21ビルダーの安全性	25
5. CS-21ビルダーの施工事例	26

## 1. CS-21ビルダーとは

CS-21ビルダーは、写真1・表1に示す2種類の液体材料（主剤と助剤）の混合液をコンクリート表面から塗布することで、表層部を緻密化し、水や劣化因子の侵入（凍害・塩害・中性化）を抑制して、既設コンクリート構造物を長寿命化させることを目的とした表面保護材（けい酸塩系表面含浸材）である。

土木学会の「けい酸塩系表面含浸工法の設計施工指針（案）」では、けい酸塩系表面含浸材を図1のように分類しており、CS-21ビルダーは、**反応型**けい酸塩系表面含浸材に該当する。



写真1 CS-21ビルダー荷姿

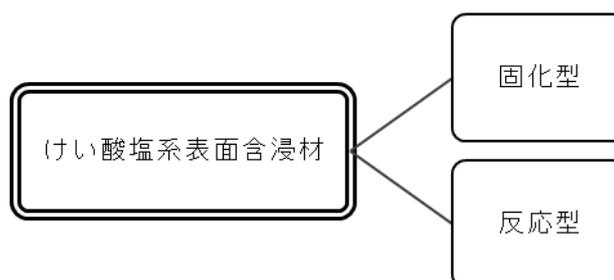


図1 けい酸塩系表面含浸工法の設計施工指針（案）における種類

表1 CS-21ビルダーの物性

項目	CS-21ビルダー 主剤	CS-21ビルダー 助剤	混合液* (標準配合)
外観	無色透明液体	白色 or 桃白色液体	白色 or 桃白色液体
主成分	けい酸ナトリウム	水酸化カルシウム	けい酸ナトリウム・水酸化カルシウム
比重（密度 g/cm <sup>3</sup> ）	1.22~1.28	1.01~1.05	1.18~1.22
pH値	11.0~13.0	12.0~14.0	11.0~13.0
乾燥固形分率（%）	30.0~33.0	1.0~5.0	25.0~29.0
粘度（mPa・s）	7.1	1.6	5.2

\*標準配合 主剤：助剤=5：1（重量比）

本資料では、CS-21シリーズ製品：CS-21ビルダーの概要を紹介する。

## 2. CS-21 ビルダ－の特徴

CS-21 ビルダ－は、図2に示すように、主剤（反応型けい酸塩系表面含浸材）と、助剤（水酸化カルシウム溶液）の混合液を、コンクリート表面から塗布することで、目視では視認し難い微細ひび割れ部を含む、表層部の空隙内に浸透し、ゲル化する。

ゲルに含まれる CS-21 ビルダ－主剤の未反応成分は、コンクリート中のカルシウム成分との反応により、CSH系結晶を生成し、微細空隙を継続的に充填して、水や劣化因子の侵入（鋼材腐食）を長期にわたり抑制する。

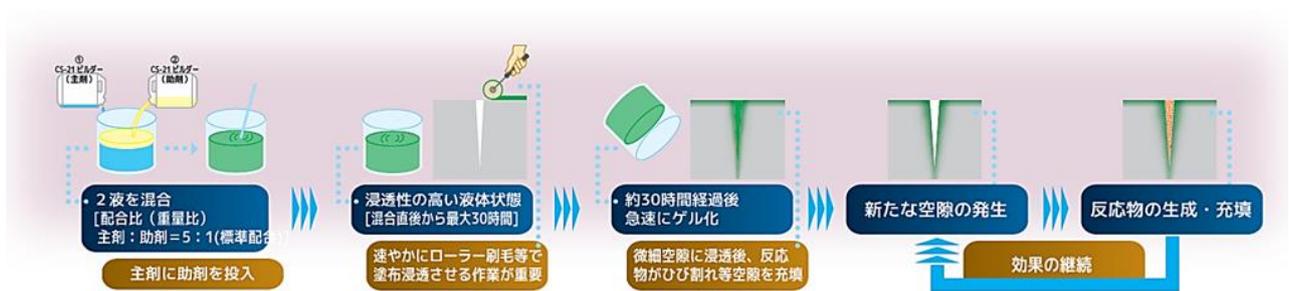


図2 CS-21 ビルダ－概要図

### CS-21 ビルダ－の特徴

- 躯体に水酸化カルシウムを補給するため、既設の表面保護に最適
- 浸透性に優れ、材料塗布前後の散水が不要なため、施工性が良好
- 浸透した空隙内でゲル化し滞留、反応は継続し密実性が向上

CS-21 ビルダ－主剤と助剤 混合後の粘度変化測定例を図3に示す。混合から一定時間、流動性を保ち、ゲル化が始まると急速に粘度が上昇し、ゲル化する。

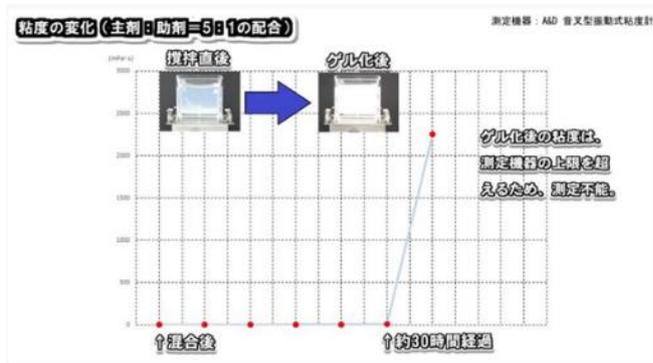


図3 CS-21 ビルダ－主剤と助剤の混合後の粘度変化測定例

↓ 反応性実験動画 ↓



【YouTube】aston cs21

### 3. CS-21 ビルダ－の性能

#### 3.1 CS-21 ビルダ－の性能確認試験結果

CS-21 ビルダ－の性能試験結果を表2に示す。

表 2 CS-21 ビルダ－の性能確認試験結果

試験方法	試験項目	試験結果
JSCE-K572 けい酸塩系 表面含浸材 の試験方法 (案)	1) 反応性確認試験	反応性あり
	2) 乾燥固形分率試験	26.7%
	3) 種類判定試験	反応型けい酸塩系表面含浸材
	4) 含浸深さ試験	4.4mm
	5) 外観観察試験	外観変化なし
	6) 吸水率試験	吸水比 69% (抑制率 31%)
	7) 中性化に対する抵抗性試験	中性化深さ比 77% (抑制率 23%)
	8) 塩化物イオンの浸透に対する抵抗性試験	塩化物イオン浸透深さ比 78% (抑制率 22%)
	9) スケーリングに対する抵抗性試験	質量損失比 50% (抑制率 50%)
	10) ひび割れ透水性試験	ひび割れ透水量比 7% (抑制率 93%)
打継部の中性化に対する抵抗性試験		打継ぎ部の中性化深さ比 57% (抑制率 43%)
施工効果確認試験 (非破壊原位置試験)	表層透気試験	透気係数比 51% (抑制率 49%)
	表面吸水試験	表面吸水速度比 38% (抑制率 62%)

試験の結果、CS-21 ビルダ－は、

- 助剤によりカルシウム付与性を付加しても、反応型けい酸塩系表面含浸材としての反応性を有し、従来技術【CS-21】に比べ、浸透性に優れること
- 施工後の外観変化はなく、塗布後もコンクリートを直接目視可能なこと
- 既設構造物の表層部が中性化したコンクリート表面から塗布し浸透させることで、ひび割れ・打継目等の空隙を含む表層部を緻密化し、凍害・塩害・中性化・水の浸透に対する抵抗性向上させる性能（鋼材腐食の要因となる水や酸素などの浸透を抑制する性能）を有すること

が確認された。

### 3.2 JSCE-K572 けい酸塩系表面含浸材の試験方法（案）

#### 3.2.1 試験概要

CS-21 ビルダ－主剤と助剤の混合による反応性・浸透性への影響、および CS-21 ビルダ－塗布による表面保護（劣化抑制）効果を確認するため、表3に示す土木学会規準試験：JSCE-K572 けい酸塩系表面含浸材の試験方法（案）を、岡山大学に依頼し実施した。

表 3 試験概要

試験名	試験規格*	試験体の種類**
1) 反応性確認試験	6.1	セメントペースト試験体
2) 乾燥固形分率試験	6.2	—
3) 種類判定試験	6.3	セメントペースト試験体
4) 含浸深さ試験	6.5	Type I
5) 外観観察試験	6.4	
6) 吸水率試験	6.7	
7) 中性化に対する抵抗性試験	6.8	
8) 塩化物イオン浸透に対する抵抗性試験	6.9	
9) スケーリングに対する抵抗性試験	6.10	Type II
10) ひび割れ透水性試験	6.11	

\* 試験規格は、JSCE-K572 の適用箇条を示す。

\*\* 試験体 Type を図4に示す。

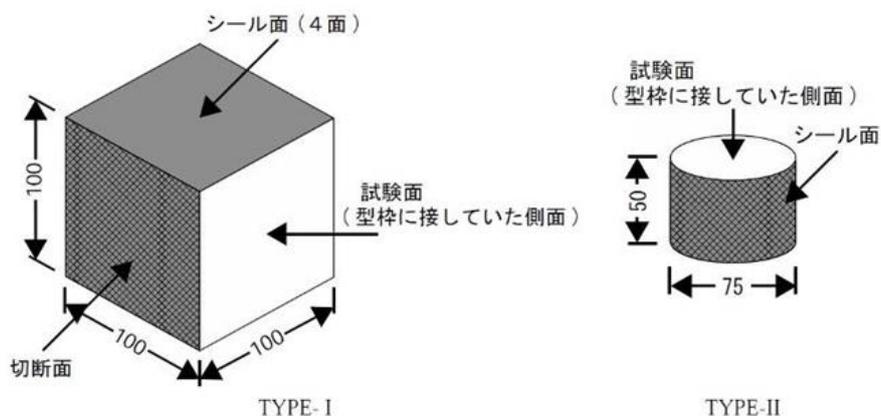


図4 試験体（Type I・II）概要図

### 3.2.2 試料概要

試験に使用したセメントペースト試験体に関する事項を表4に、基板（試験体 Type I・II）に関する事項を表5に、塗布材（CS-21 ビルダール）の概要および施工仕様に関する事項を表6に示す。

表 4 セメントペースト試験体に関する事項

セメント種類	普通ポルトランドセメント
水セメント比	50%
形状	セメントペースト円柱供試体（Φ50mm×h100mm）を、粉碎あるいは乾式で切り出し、目開き 4.75mmのふるいを通して、2.36mmのふるいに留まるセメントペースト片

表 5 基板に関する事項

基板の種類	モルタル基板
セメント種類	普通ポルトランドセメント
水セメント比	55%
砂セメント比	3
準拠規格	JSCE-F505

表 6 塗布材の概要および施工仕様

名称	CS-21 ビルダール
主成分	主剤：けい酸ナトリウム、助剤：水酸化カルシウム
塗布前のモルタル基板の含水率	5.3%（ケット HI-520）
配合比	主剤：助剤＝5：1（重量比）
塗布方法	刷毛塗り
塗布回数	2回
塗り重ね間隔	1時間
塗布量	2回塗布合計：300 g/m <sup>2</sup> ・1回目：200 g/m <sup>2</sup> , 2回目：100 g/m <sup>2</sup>
塗布量中の乾燥固形分量	80.1 g/m <sup>2</sup> （乾燥固形分率 25.7%）
含浸後の養生方法	温度 20±2°C 相対湿度 80%以上 14 日間、その後、相対湿度 60%±5%14 日間

### 3.2.3 1) 反応性確認試験の結果

#### (1) 試験概要

セメントペースト試験体と、CS-21 ビルダー（標準配合・主剤：助剤＝5：1 [重量比]）、比較用の純水をそれぞれ試験管内に投入し、その後、セメントペーストから溶出する水酸化カルシウムと CS-21 ビルダーとの反応による白濁が確認されるまで、7日経過ごとに目視観察を行う。

観察の結果、白濁が確認された場合には、「反応性あり」と判定し、けい酸塩系表面含浸材に該当する材料と判定する。白濁が確認できない場合には、「反応性なし」と判定し、けい酸塩系表面含浸材には該当しない材料と判定する。

#### (2) 試験結果

反応性確認試験の結果を写真2に示す。

試験の結果、CS-21 ビルダーは、主剤と助剤との反応物（CSH系結晶）が含まれるため、混合直後から白濁しているものの、比較用の純水では変化が見られないが、CS-21 ビルダーは試験開始から14日後時点で、下部のセメントペースト部分の白濁が濃くなる変化が確認され、「反応性あり」と判定された。

この結果から、助剤との混合後もけい酸塩系表面含浸材としての反応性を有することが確認された。

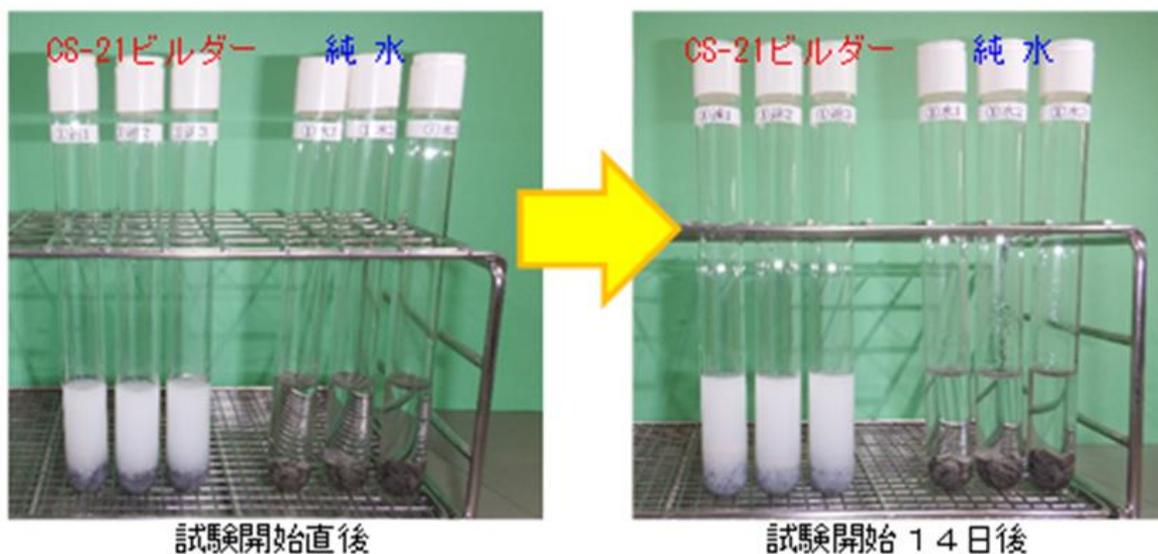


写真2 反応試験状況

### 3.2.4 2) 乾燥固形分率試験の結果

#### (1) 試験概要

CS-21 ビルダール（標準配合・主剤：助剤＝5：1 [重量比]）を投入した容器を、デシケーター（温度 105 ±5℃）内に入れ、乾燥させ、液体（CS-21 ビルダール）中に含まれる乾燥固形分量を測定し、その割合を求める。

#### (2) 試験結果

乾燥固形分率試験の結果を表7に示す。

試験の結果、CS-21 ビルダールの乾燥固形分率は 26.7%であった。

表 7 乾燥固形分率試験の結果

材料名	乾燥固形分率 (%)
CS-21 ビルダール	26.7

### 3.2.5 3) 種類判定試験の結果

#### (1) 試験概要

乾燥固形分率試験で得られた CS-21 ビルダールの乾燥固化物を粉碎し、目開き 2.36mmのふるいを通過し、1.0mmのふるいに留まるものを試料とする。

写真3に示すように、乾燥固化物の溶解処理として、試料と純水を試験管内に投入し、72 時間静置後にろ過し、ろ液（CS-21 ビルダールの乾燥固化物の溶解液）を採取する。

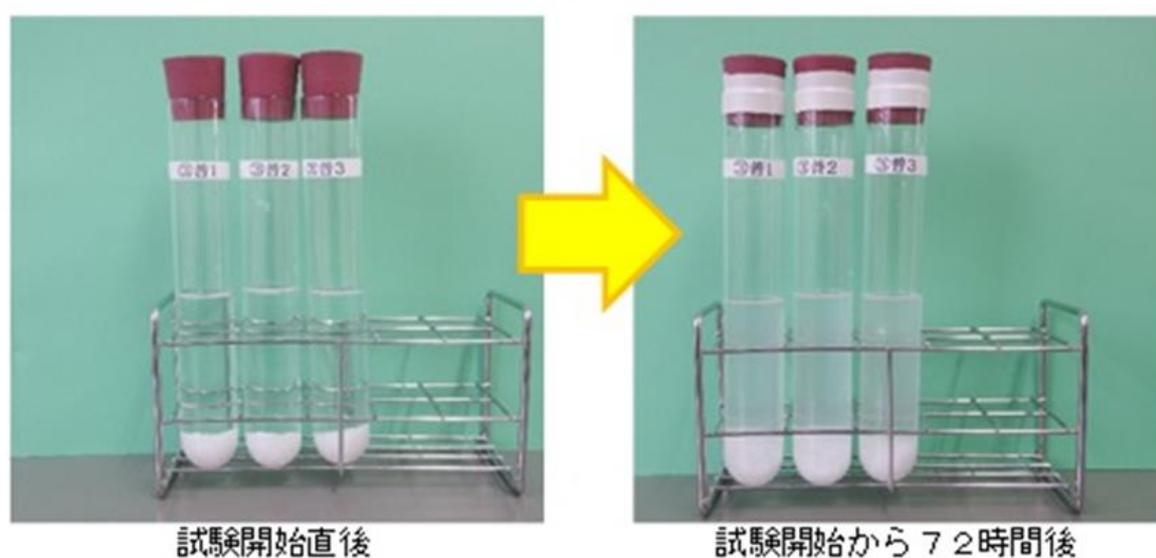


写真3 乾燥固化物の溶解処理状況

ろ液と比較用の純水を、反応性確認試験と同様の手順で作製したセメントペースト試験体と、それぞれ試験管内に投入し、その後、反応による白濁が確認されるまで、7日経過ごとに目視観察を行う。

観察の結果、白濁が確認された場合には、「反応性あり」と判定し、『反応型けい酸塩系表面含浸材』\*に該当する材料とする。白濁が確認できない場合には、「反応性なし」と判定し、『固化型けい酸塩系表面含浸材』\*\*とする。

#### \* 反応型けい酸塩系表面含浸材

浸透（含浸）の初期段階で主成分の一部が水酸化カルシウムと反応した後、残りの主成分（未反応成分）が乾燥ともなって可溶性の固化物となって空隙を充填するとともに、未反応成分が、水酸化カルシウムとの反応を繰り返すことにより、長期的に空隙を充填することを期待した材料。

#### \*\* 固化型けい酸塩系表面含浸材

浸透（含浸）の初期段階で主成分の一部が水酸化カルシウムと反応した後、残りの主成分が乾燥ともなって難溶性の固化物となって空隙を充填することを主として期待した材料。

### (2) 試験結果

種類判定試験の結果を写真4に示す。

試験の結果、比較用の純水では変化が見られないが、CS-21 ビルダ―は試験開始から14日後時点で白濁が確認され、「反応性あり【反応型けい酸塩系表面含浸材】」と判定された。

この結果から、CS-21 ビルダ―は、助剤との混合後も『反応型けい酸塩系表面含浸材』としての性能を有し、コンクリートに浸透後も、水分の供給下において、反応が持続し、反応物生成による継続的な空隙充填性を有することが確認された。



写真4 種類判定試験（ろ液の反応性確認）

### (3) 促進中性化処理したセメントペースト試験体による種類判定試験

(1) のセメントペースト試験体を促進中性化処理（二酸化炭素濃度 5%、28 日間）したものを使用し、種類判定試験（ろ液と比較用の純水による反応性確認試験）もあわせて実施した。

促進中性化処理したセメントペースト試験体の中性化確認状況を写真 5 に、種類判定試験の結果を写真 6 に示す。

試験の結果、比較用の純水では変化が見られないが、CS-21 ビルダークは試験開始から 28 日後時点で白濁が確認され、促進中性化処理したセメントペースト試験体に対しても「反応性あり」と判定された。

この結果から、CS-21 ビルダークは、表層部の中性化した既設コンクリートに塗布・浸透後も、水分の供給下において、反応が持続し、反応物生成による継続的な空隙充填性を有することが確認された。

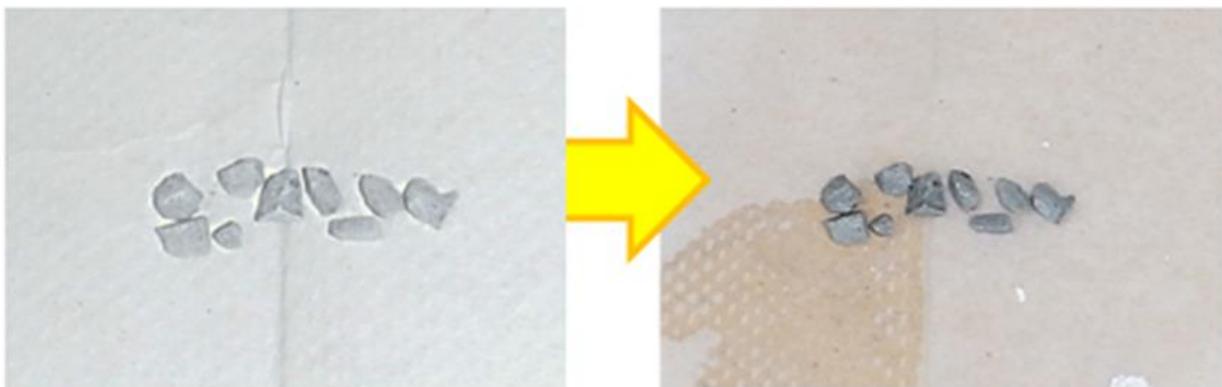


写真 5 促進中性化処理試験体のフェノールフタレイン噴霧前（左）と後（右）

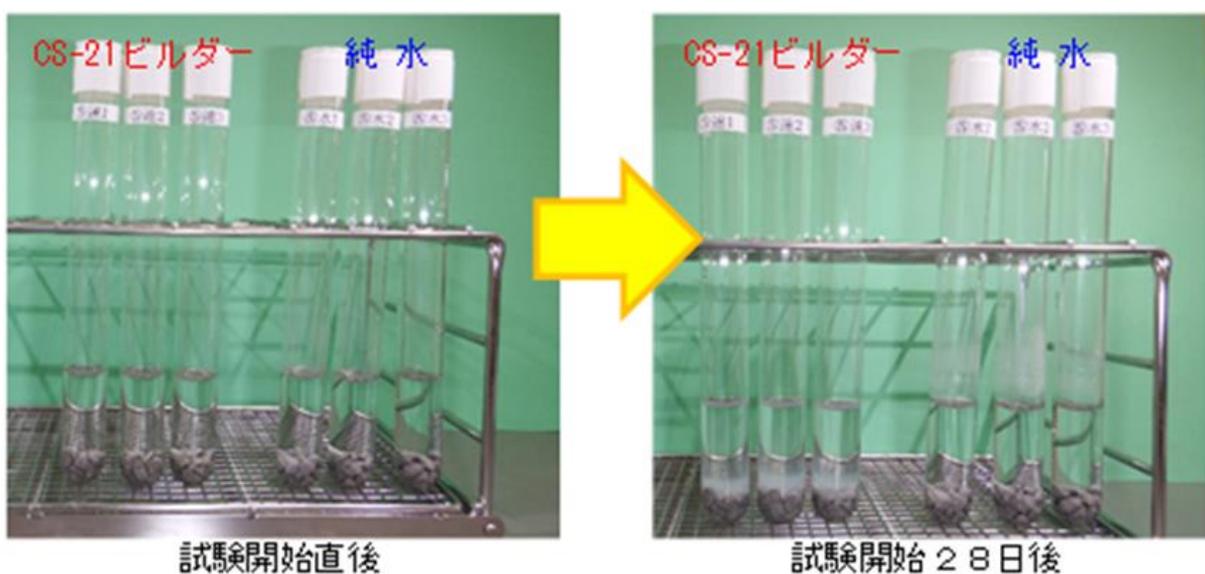


写真 6 促進中性化処理セメントペーストによる種類判定試験（ろ液の反応性確認）

### 3.2.6 4) 含浸深さ試験の結果

#### (1) 試験概要

土木学会規準試験：JSCE-K572 けい酸塩系表面含浸材の試験方法（案）に準拠し、作製した試験体（type I：100mm角・モルタル）の試験面（型枠に接していた面）に、CS-21 ビルダーク（標準配合・主剤：助剤＝5：1 [重量比]）を塗布する。

28 日間の気中養生後、試験面の 3 箇所から、マイクロドリルまたはマイクロワインダー等用いて、表面からおよそ 2mm の深さごとに粉体試料を採取し、これらを純粋と混合して得られた液体試料に含有されるアルカリ金属イオンをイオンクロマト等の分析機器によって測定する。

測定結果から、CS-21 ビルダークに含まれるアルカリ金属イオン（ナトリウムイオン）量が、無塗布（原状試験体）と比較し、30%以上増加した範囲を含浸深さとする。

#### (2) 試験結果

含浸深さ試験の結果を表 8、図 5 に示す。

試験の結果、CS-21 ビルダークの含浸深さは 4.4mm であった。

この結果から、CS-21 ビルダークは、従来技術【CS-21】に比べ、浸透性に優れることが確認された。

表 8 含浸深さ試験の結果

技術名	浸透（含浸）深さ測定結果（mm）
CS-21 ビルダーク	4.4
従来技術【CS-21】	1.8

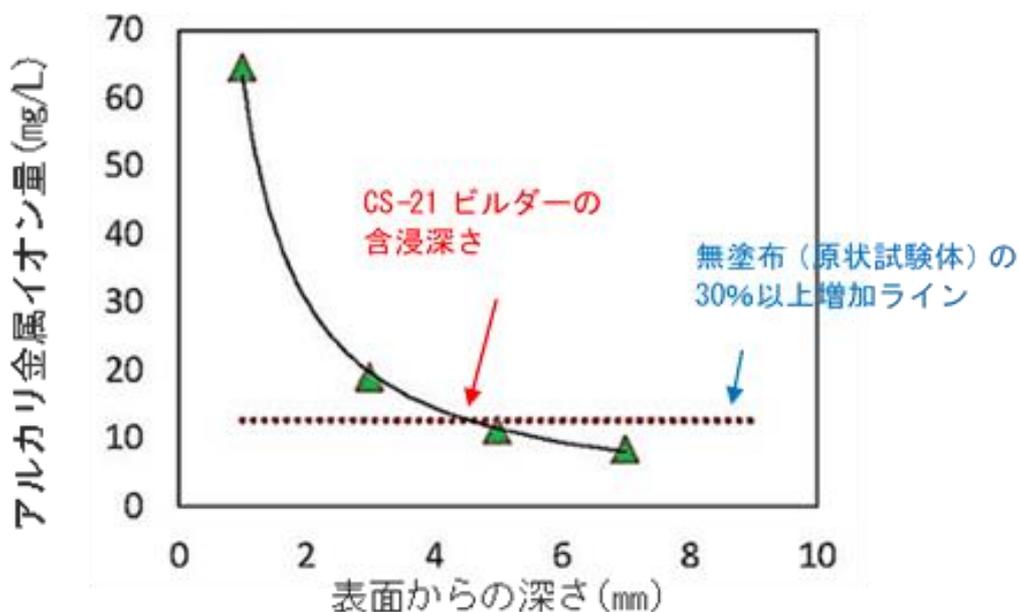


図 5 含浸深さ測定結果グラフ

### 3.2.7 5) 外観観察試験の結果

#### (1) 試験概要

試験体 (type I : 100mm角・モルタル) の試験面 (型枠に接していた面) に、GS-21 ビルダール (標準配合・主剤 : 助剤 = 5 : 1 [重量比]) を塗布し、28 日間の気中養生後に、外観変化の有無について目視で確認を行う。

#### (2) 試験結果

外観観察試験の結果を写真 7・8 に示す。

観察の結果、GS-21 ビルダールと、無塗布 (原状試験体) の外観に大きな差は見られず、外観の変化は確認されなかった。

この結果から、GS-21 ビルダールの塗布・浸透後もコンクリートの外観変化はなく、施工後の点検等の際に、コンクリートを直接目視可能なことが確認された。

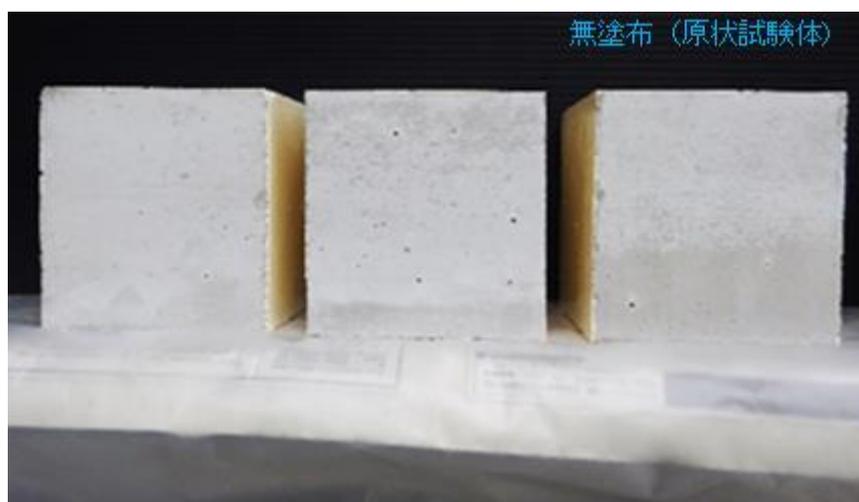


写真 7 外観観察試験結果、無塗布 (原状試験体)

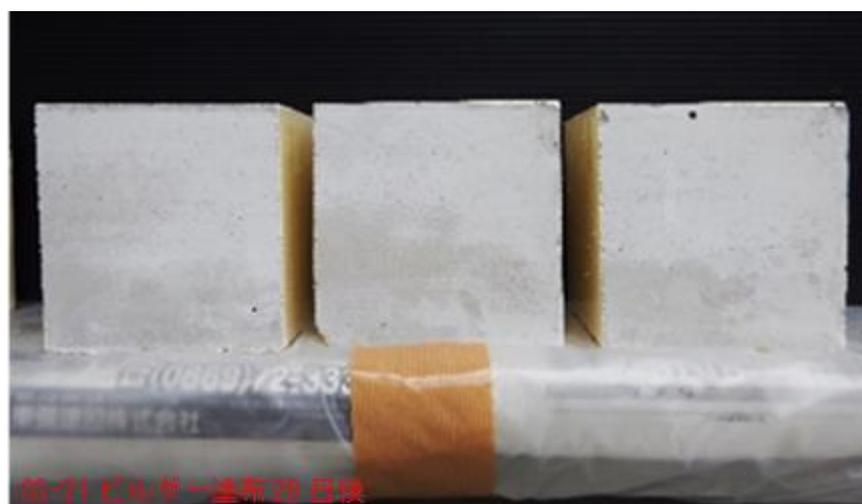


写真 8 外観観察試験結果、GS-21 ビルダール塗布 (塗布から 28 日後)

### 3.2.8 6) 吸水率試験の結果

#### (1) 試験概要

試験体 (type I : 100mm角・モルタル) の試験面 (型枠に接していた面、2面) に、CS-21 ビルダール (標準配合・主剤 : 助剤 = 5 : 1 [重量比]) を塗布する。無塗布 (原状試験体) は別途作製する。

28 日間の気中養生後、試験体の質量を測定し、図 6 に示すように、試験面が側面となるよう、水中に浸漬する。試験開始 7 日後に、試験体を取り出し、湿布を用いて表面の水分を除去した後、質量を測定する。

試験開始前と試験後の質量から吸水率を求め、無塗布 (原状試験体) と比較する。

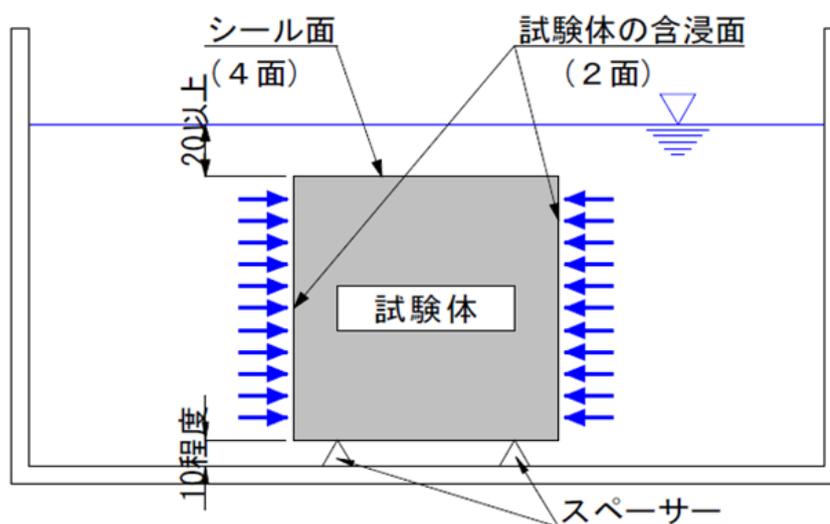


図 6 試験容器と吸水率試験の例

#### (2) 試験結果

吸水率試験の結果を表 9 に示す。

試験の結果、CS-21 ビルダールを塗布・浸透させた試験体の吸水率は 0.42% であり、無塗布 0.61% に対し、吸水比 69% (抑制率 31%) であった。

この結果から、CS-21 ビルダールは、コンクリート表面から塗布することで、水の浸透に対する抵抗性を向上させることが確認された。

表 9 吸水率試験の結果

試験体種類	吸水率 (%)	吸水比 (%)	抑制率 (%)
無塗布 (原状試験体)	0.61	—	—
CS-21 ビルダール	0.42	69	31

### 3.2.9 7) 中性化に対する抵抗性試験の結果

#### (1) 試験概要

試験体 (type I : 100mm角・モルタル) の試験面 (型枠に接していた面、1面) に、CS-21 ビルダ― (標準配合・主剤 : 助剤 = 5 : 1 [重量比]) を塗布する。無塗布 (原状試験体) は、CS-21 ビルダ―塗布面に対向する型枠に接していた面とする。

28 日間の気中養生後、JIS A1153 に準拠し、二酸化炭素濃度  $5 \pm 0.2\%$  の条件下で、28 日間の促進中性化を行う。促進中性化完了後、試験面を 2 分割するように割裂して、割裂面の中性化深さ、CS-21 ビルダ―塗布面側と無塗布側をそれぞれ測定し比較する。

#### (2) 試験結果

中性化に対する抵抗性試験の結果を表 10 および写真 9 に示す。

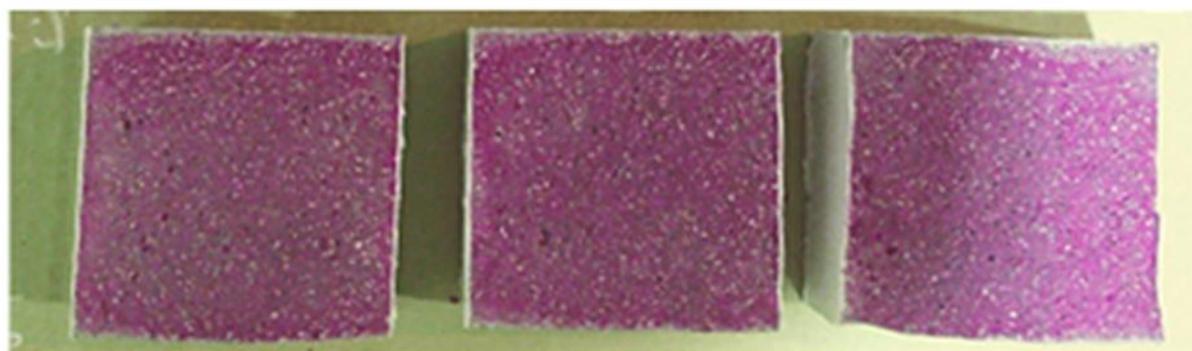
試験の結果、CS-21 ビルダ―を塗布・浸透させた試験体の中性化深さは 1.22mm であり、無塗布 1.59mm に対し、中性化深さ比 77% (抑制率 23%) であった。

この結果から、CS-21 ビルダ―は、コンクリート表面から塗布することで、中性化に対する抵抗性を向上させることが確認された。

表 10 中性化に対する抵抗性試験の結果

試験体種類	中性化深さ (mm)	中性化深さ比 (%)	抑制率 (%)
無塗布 (原状試験体)	1.59	—	—
CS-21 ビルダ―	1.22	77	23

上側 : 無塗布 (原状試験体)



下側 : CS-21 ビルダ―塗布

写真 9 中性化に対する抵抗性試験、割裂断面 (試薬噴霧後)

### 3.2.10 8) 塩化物イオンの浸透に対する抵抗性試験の結果

#### (1) 試験概要

試験体 (type I : 100mm角・モルタル) の試験面 (型枠に接していた面、1面) に、CS-21 ビルダーク (標準配合・主剤 : 助剤 = 5 : 1 [重量比]) を塗布する。無塗布 (原状試験体) は、CS-21 ビルダーク塗布面に対向する型枠に接していた面とする。

28 日間の気中養生後、試験面が側面となるよう、塩水 (濃度  $3 \pm 0.3\%$  の塩化ナトリウム水溶液) 中に浸漬する。試験開始 63 日後に、試験体を取り出し、試験面を 2 分割するように割裂して、割裂面の塩化物イオン浸透深さ、CS-21 ビルダーク塗布面側と無塗布側をそれぞれ測定し比較する。

#### (2) 試験結果

塩化物イオンの浸透に対する抵抗性試験の結果を表 11 および写真 10 に示す。

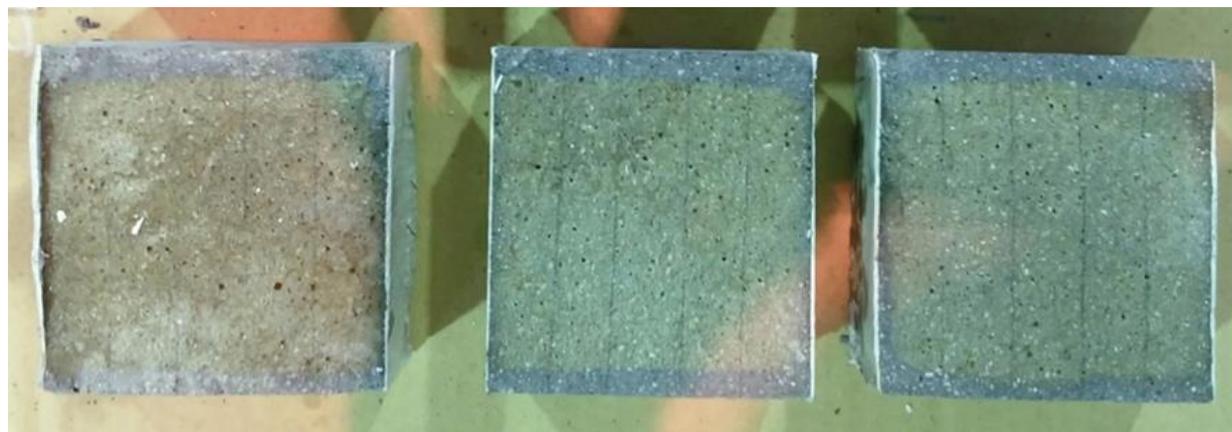
試験の結果、CS-21 ビルダークを塗布・浸透させた試験体の塩化物イオン浸透深さは 7.18mm であり、無塗布 9.21mm に対し、塩化物イオン浸透深さ比 78% (抑制率 22%) であった。

この結果から、CS-21 ビルダークは、コンクリート表面から塗布することで、塩化物イオンの浸透に対する抵抗性を向上させることが確認された。

表 11 塩化物イオンの浸透に対する抵抗性試験の結果

試験体種類	塩化物イオン 浸透深さ (mm)	塩化物イオン 浸透深さ比 (%)	抑制率 (%)
無塗布 (原状試験体)	9.21	—	—
CS-21 ビルダーク	7.18	78	22

上側 : 無塗布 (原状試験体)



下側 : CS-21 ビルダーク塗布

写真 10 塩化物イオンの浸透に対する抵抗性試験、割裂断面 (試薬噴霧後)

### 3.2.11 9) スケーリングに対する抵抗性試験の結果

#### (1) 試験概要

試験体 (type I : 100mm角・モルタル) の試験面 (型枠に接していた面、1面) に、CS-21 ビルダ― (標準配合・主剤 : 助剤 = 5 : 1 [重量比]) を塗布する。無塗布 (原状試験体) は別途作製する。

28 日間の気中養生後、図 7 に示すように、試験体の一部を塩水 (濃度  $3 \pm 0.3\%$  の塩化ナトリウム水溶液) 中に浸漬し、所定の凍結融解サイクル\* で試験体表面にスケーリングを生じさせ、試験面より剥離したスケーリング片の質量 (スケーリング量) を測定する。

\*  $20^{\circ}\text{C} \rightarrow -20^{\circ}\text{C}$  [4 時間]、 $-20^{\circ}\text{C}$  保持 [3 時間]、 $-20^{\circ}\text{C} \rightarrow 20^{\circ}\text{C}$  [4 時間]、 $20^{\circ}\text{C}$  保持 [1 時間] の計 12 時間を 1 サイクルとし、60 サイクルまで繰り返す。

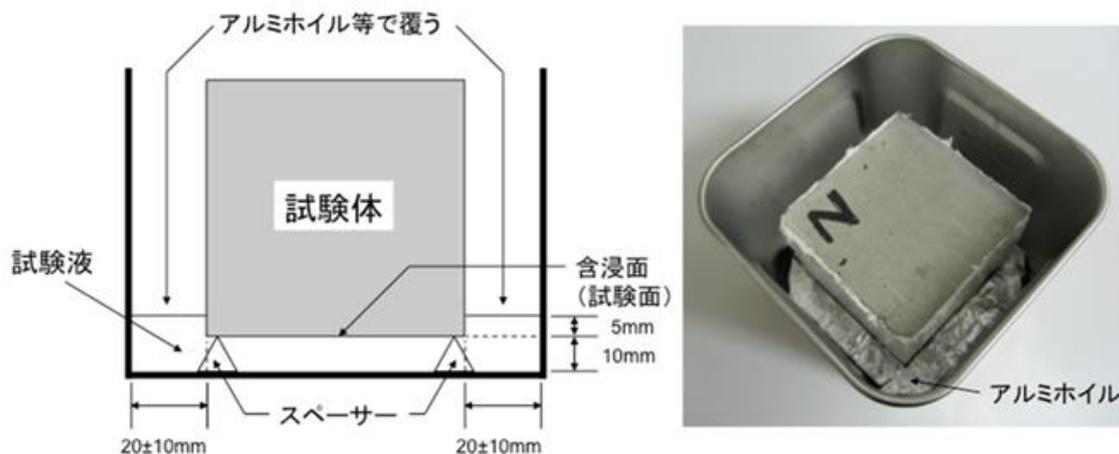


図 7 試験容器とスケーリングに対する抵抗性試験の例

#### (2) 試験結果

スケーリングに対する抵抗性試験の結果を表 12 および写真 11 に示す。

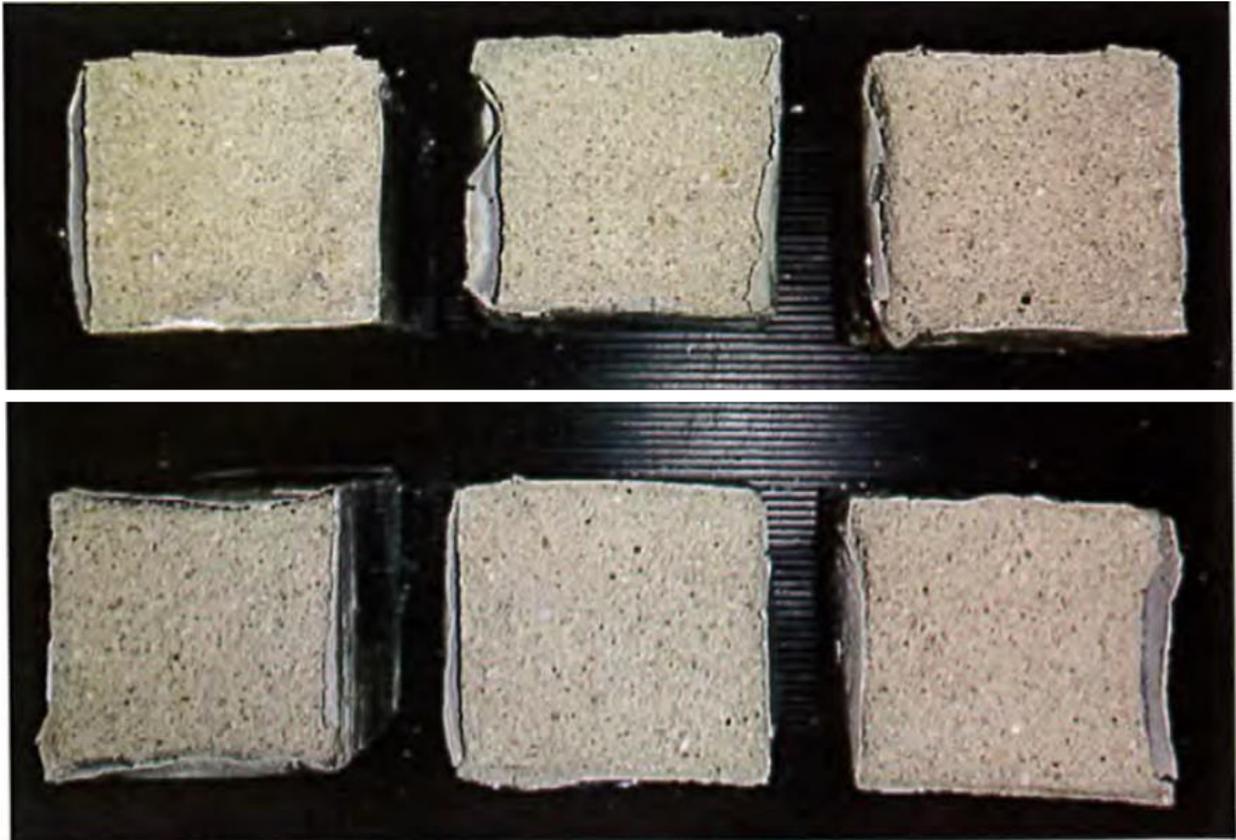
試験の結果、CS-21 ビルダ―を塗布・浸透させた試験体の平均累計スケーリング量は  $26,387 \text{ g/m}^2$  であり、無塗布  $52,793 \text{ g/m}^2$  に対し、質量損失比 50% (抑制率 50%) であった。

この結果から、CS-21 ビルダ―は、コンクリート表面から塗布することで、スケーリングに対する抵抗性を向上させることが確認された。

表 12 スケーリングに対する抵抗性試験の結果

試験体種類	平均累計スケーリング量 (g/m <sup>2</sup> )	質量損失比 (%)	抑制率 (%)
無塗布 (原状試験体)	52,793	—	—
CS-21 ビルダ―	26,387	50	50

上側：無塗布（原状試験体）



下側：GS-21 ビルダー塗布

写真 11 スケーリングに対する抵抗性、60 サイクル後の試験体状況

### 3.2.12 10) ひび割れ透水性試験の結果

#### (1) 試験概要

試験体 (type II :  $\Phi 75\text{mm} \times h 50\text{mm}$  ・幅 0.2mm以下の貫通ひび割れを導入したモルタル) を試験装置 (図 8・9) に取り付け、初期のひび割れ透水量を測定する。

その後、水の流出面に、CS-21 ビルダー (標準配合・主剤 : 助剤 = 5 : 1 [重量比]) を塗布する。

28 日間の気中養生後に、CS-21 ビルダーを塗布した面の反対側が加圧面となるよう試験装置に取り付け、14 日間試験を実施し、14 日目の 1 日間のひび割れ透水量を、初期のひび割れ透水量 (無塗布 [原状試験体]) のひび割れ透水量と比較する。

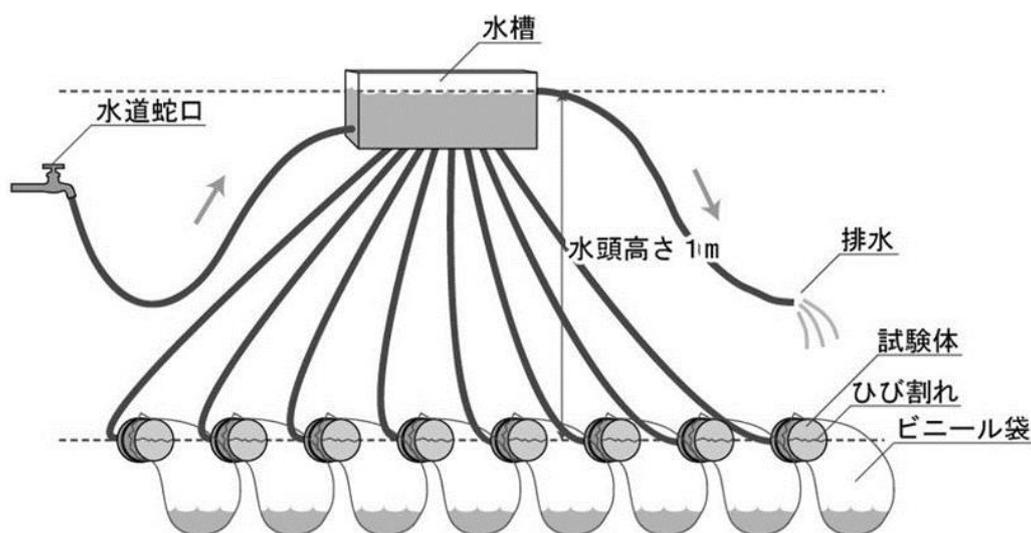


図 8 ひび割れ透水性試験装置の概要図

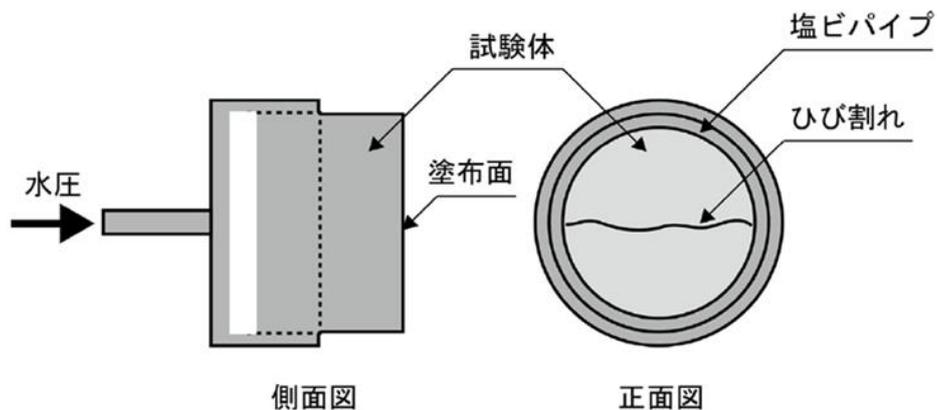


図 9 ひび割れ透水性試験装置の概要図、試験体加圧部

(2) 試験結果

ひび割れ透水性試験の結果を表 13 および写真 12 に示す。

試験の結果、CS-21 ビルダークを塗布・浸透させた試験体のひび割れ透水量は 529.2 g/day であり、無塗布 7,432.8 g/day に対し、ひび割れ透水量比 7% (抑制率 93%) であった。

この結果から、CS-21 ビルダークは、コンクリート表面から塗布することで、ひび割れ部に浸透して空隙を充填し、ひび割れのない健全部に比べ、劣化因子の侵入し易いひび割れ部の耐久性を向上させることが確認された。

表 13 ひび割れ透水性試験の結果

試験体種類	透水量 (g/day)	ひび割れ透水比 (%)	抑制率 (%)
無塗布 (原状試験体)	7,432.8	—	—
CS-21 ビルダーク	529.2	7	93

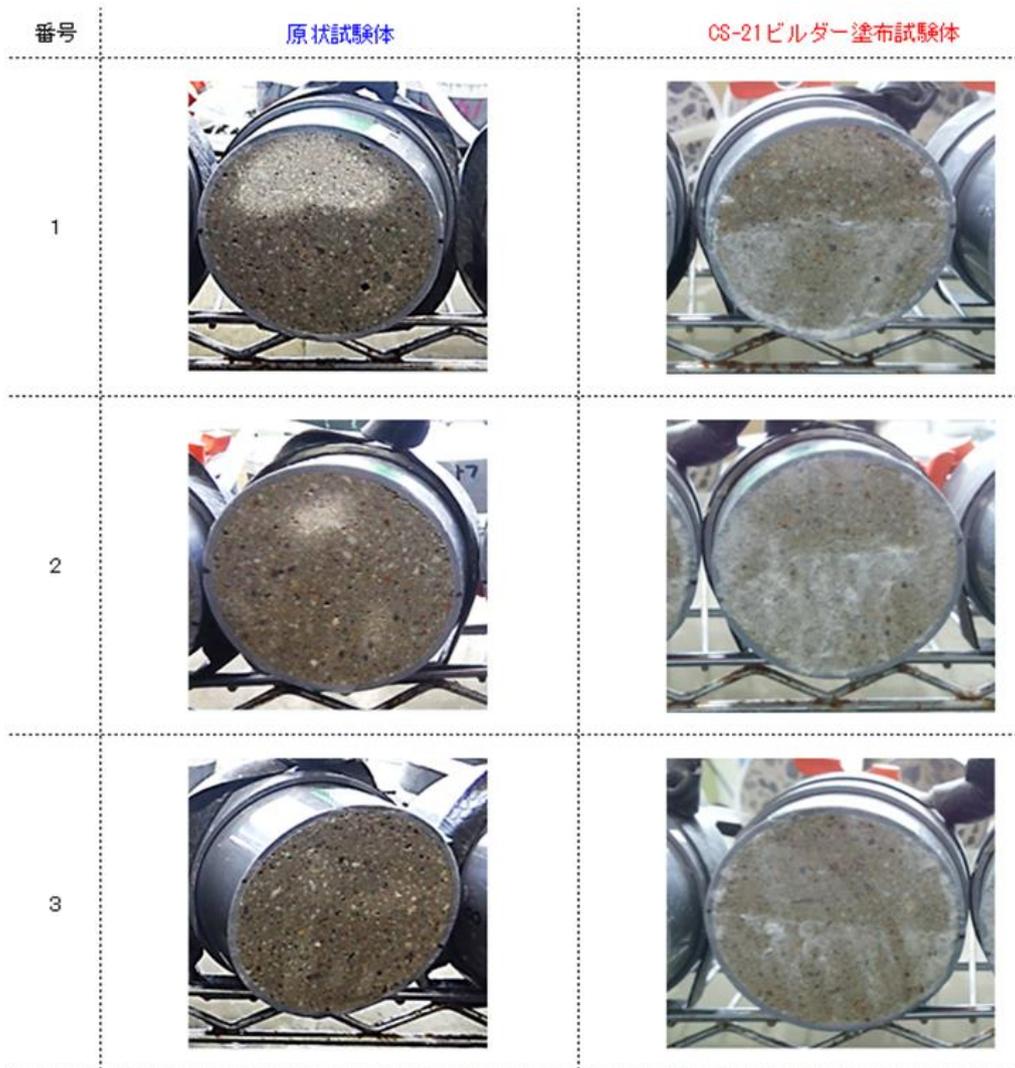


写真 12 ひび割れ透水性試験、測定完了時

### 3.3 打継部の中性化に対する抵抗性試験

#### (1) 試験概要

CS-21 ビルダーク塗布による微細空隙へ浸透性、および空隙充填性を確認するため、打継目を有するコンクリート試験体を作製し、促進中性化試験\*により、無塗布とCS-21 ビルダーク塗布の打継部の中性化深さ測定を実施した。

\* 論文「表面含浸材を適用したコンクリート打継部の中性化抑制に関する検討」、とびしま技報, No.67, 2019 参照：論文中の含浸材 C=CS-21 ビルダーク

#### (2) 試験結果

打継部の中性化に対する抵抗性試験（促進中性化 56 日間）の結果を図 10・表 14 に示す。

試験の結果、CS-21 ビルダークを塗布した試験体の打継部の中性化深さは 10.1mm であり、無塗布：17.6 mm に対し 43% 抑制する結果となった。

この結果から、CS-21 ビルダークは、コンクリート表面から塗布することで、打継部の微細な空隙にも浸透して充填し、打継のない一般部に比べ、劣化因子が侵入し易い打継部の耐久性を向上させることが確認された。

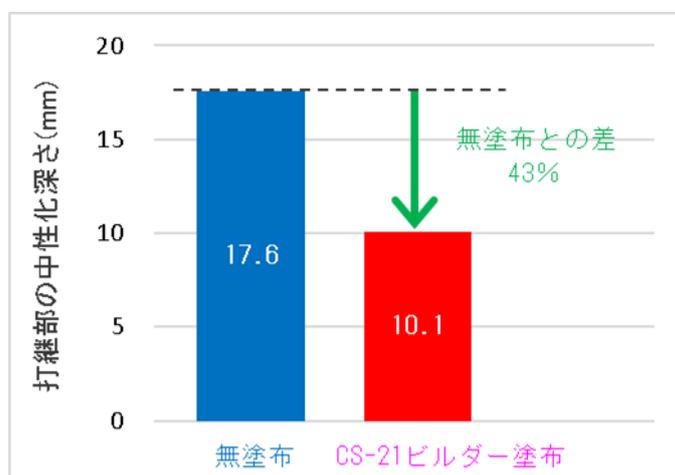


図 10 打継部の中性化深さ測定結果グラフ

表 14 中性化に対する抵抗性試験の結果

処理方法	打継部の中性化深さ (mm)	無塗布との比 (%)	抑制率 (%)
無塗布	17.6	—	—
CS-21 ビルダーク	10.1	57	43

### 3.4 施工効果確認試験

#### 3.4.1 表層透気試験

##### (1) 試験概要

実構造物におけるCS-21 ビルダーの表面保護（劣化抑制）効果を確認するため、既設コンクリート構造物において、CS-21 ビルダー塗布前と塗布後に同一箇所での表層透気試験を実施した。

##### (2) 試験装置概要

表層透気試験\*は、透気試験機を用いてコンクリート表層部の透気係数を測定し、表層部の緻密化による改質効果を判定することを目的とした試験である。

透気試験機は、図11に示すように、コンクリート表面に接触する部品（チャンバーセル）が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。

本試験では、上記条件を満たすパーマ・ツール（エフティール社）を使用。

\*土木学会：けい酸塩系表面含浸工法の設計施工指針（案）P206～ 参考資料編 7.2.4 表層透気試験参照

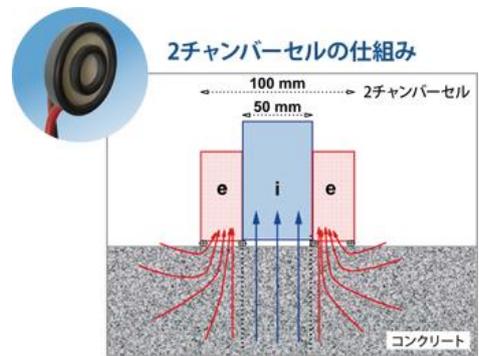


図11 二重構造チャンバーセルの仕組み

##### (3) 試験手順

###### ①透気係数測定（1回目）

既設コンクリート擁壁（材齢：約3年）から測定箇所を選定。表面を清掃後、透気係数を測定（写真13）し、測定箇所をマーキング

###### ②CS-21 ビルダー塗布

1回目の測定後、測定箇所の半数に、CS-21 ビルダーを塗布（標準配合…主剤：助剤＝5：1 [重量比]、塗布量 300 g/m<sup>2</sup> [1回目 200 g/m<sup>2</sup>+2回目 100 g/m<sup>2</sup>])

###### ③透気係数測定（2回目）

CS-21 ビルダー塗布後、曝露状態で9 1日間の養生期間経過後に、無塗布およびCS-21 ビルダーを塗布したマーキング箇所（1回目の測定と同一箇所）の透気係数を測定

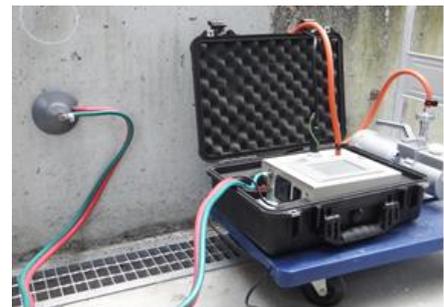


写真13 透気係数測定状況

(4) 試験結果

表層透気試験の結果を図12・表15に示す。

試験の結果、無塗布では測定1回目と2回目の透気係数に大きな差はないが、CS-21 ビルダーク塗布後の透気係数（測定2回目）は  $0.35 \times 10^{-16} \text{m}^2$  であり、塗布前（測定1回目）： $0.68 \times 10^{-16} \text{m}^2$  に対し48%抑制する結果となった。

この結果から、CS-21 ビルダークは、表層部の中性化した既設コンクリート表面から塗布することで、表層部を緻密化し、物質移動抵抗性を向上させ、鋼材腐食の要因となる水や酸素などの劣化因子の侵入を抑制（耐久性が向上）することが確認された。

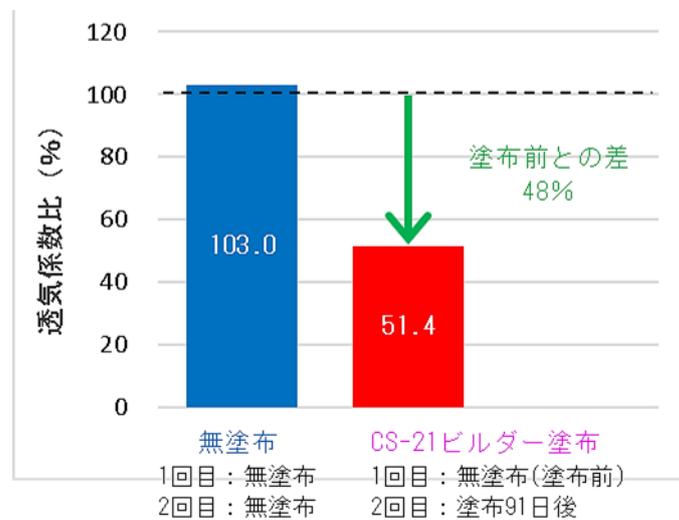


図12 透気係数測定結果グラフ

表15 表層透気試験の結果

処理方法	透気係数 $k_T$ ( $\times 10^{-16} \text{m}^2$ )		透気係数比** (%)	抑制率 (%)
	測定1回目*	測定2回目*		
無塗布	0.121	0.124	103.0	—
CS-21ビルダーク	0.682	0.351	51.4	48.6

\* 測定1回目…処理方法：「無塗布」、「CS-21 ビルダーク」ともに無塗布

測定2回目…測定1回目と同一箇所を91日後に測定、処理方法：「無塗布」は無塗布のまま、「CS-21 ビルダーク」は1回目測定後にCS-21 ビルダークを塗布

\*\* 透気係数比…測定2回目÷測定1回目、処理方法：「CS-21 ビルダーク」は塗布前と塗布後の比較

### 3.4.2 表面吸水試験

#### (1) 試験概要

実構造物における CS-21 ビルダ－の表面保護（劣化抑制）効果を確認するため、既設コンクリート構造物において、CS-21 ビルダ－塗布前と塗布後に同一箇所での表面吸水試験を実施した。

#### (2) 試験装置概要

表面吸水試験は、写真 14・図 13 に示す吸水カップをコンクリート表面に密着させ、吸水カップに水を満たした直後から、コンクリート表面における吸水速度を時々刻々算出する試験である。

本試験では、国土交通省 東北地方整備局：コンクリート構造物の品質確保の手引き（案）（橋脚、橋台、函渠、擁壁編）：緻密性の評価に使用する非破壊試験手法 に掲載の SWAT（横浜国立大学）を使用。

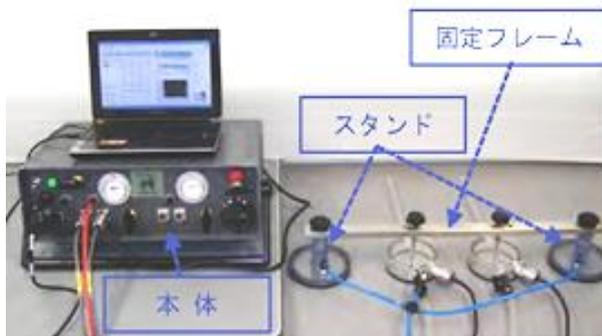


写真 14 表面吸水試験装置

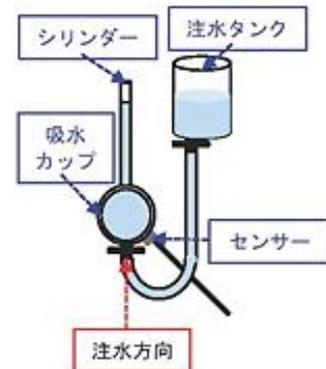


図 13 表面吸水速度測定 概要図

#### (3) 試験手順

##### ①表面吸水速度測定（1回目）

竣工から約 30 年経過した RC 造ビル内の壁面、コンクリート（21-15-20N）打ち放し仕上げ面から測定箇所を選定。表面を清掃後、表面吸水速度を測定し、測定箇所をマーキング

##### ②CS-21 ビルダ－塗布

1 回目の表面吸水速度測定後、表面乾燥状態で CS-21 ビルダ－を塗布（標準配合…主剤：助剤＝5：1 [重量比]、塗布量 200 g/m<sup>2</sup> [200 g/m<sup>2</sup>×1 回])

##### ③表面吸水速度測定（2回目）

CS-21 ビルダ－塗布後、28 日間の気中養生を行い、CS-21 ビルダ－を塗布したマーキング箇所（1 回目の測定と同一箇所）について、2 回目の表面吸水速度を測定

※CS-21 ビルダ－の塗布状況を写真 15 に、表面吸水速度の測定状況を写真 16 に示す。



写真 15 CS-21 ビルダ―塗布状況



写真 16 表面吸水速度測定状況

#### (4) 試験結果

表面吸水試験の結果を図 14・表 16 に示す。

試験の結果、CS-21 ビルダ―塗布後の 10min WAF（10 分時点での表面吸水速度）は 0.120 ml/m<sup>2</sup>/s であり、塗布前：0.319 ml/m<sup>2</sup>/s に対し 62% 抑制する結果となった。

この結果から、CS-21 ビルダ―は、表層部の中性化した既設コンクリートの表面から塗布することで、表層部を緻密化し、水の浸透に対する抵抗性を向上させることが確認された。

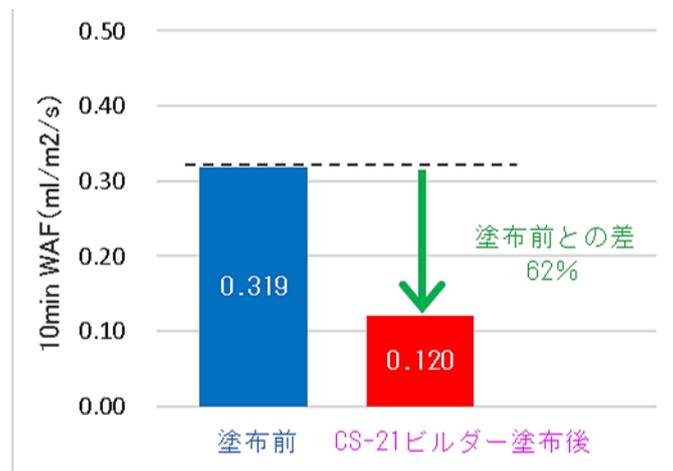


図 14 表面吸水速度測定結果グラフ

表 16 表面吸水試験の結果

処理方法	10min WAF* (ml/m <sup>2</sup> /s)	塗布前との比 (%)	抑制率 (%)
塗布前	0.319	—	—
CS-21 ビルダ―塗布後	0.120	37.6	62.4

\*10min WAF：10 分時点での表面吸水速度

# 4. CS-21ビルダーの安全性

## (1) 試験概要

CS-21ビルダーの安全性を確認するため、水道法：水道施設の技術的基準を定める省令に基づく浸出試験（JWWA Z108）を、千葉県薬剤師会検査センターに依頼し実施した。

## (2) 試験結果

浸出試験の結果（浸出液の分析結果報告書）を図15に示す。

試験の結果、CS-21ビルダーは、「水道施設の技術的基準を定める省令（平成12年厚生省令第15号別表第2）に示す評価基準」全てに適合した。

この結果から、CS-21ビルダーは、主剤・助剤ともに有害物質を含まず、水道施設の上水道水（飲用水）が直接触れるコンクリートに適用可能な安全性が確認された。

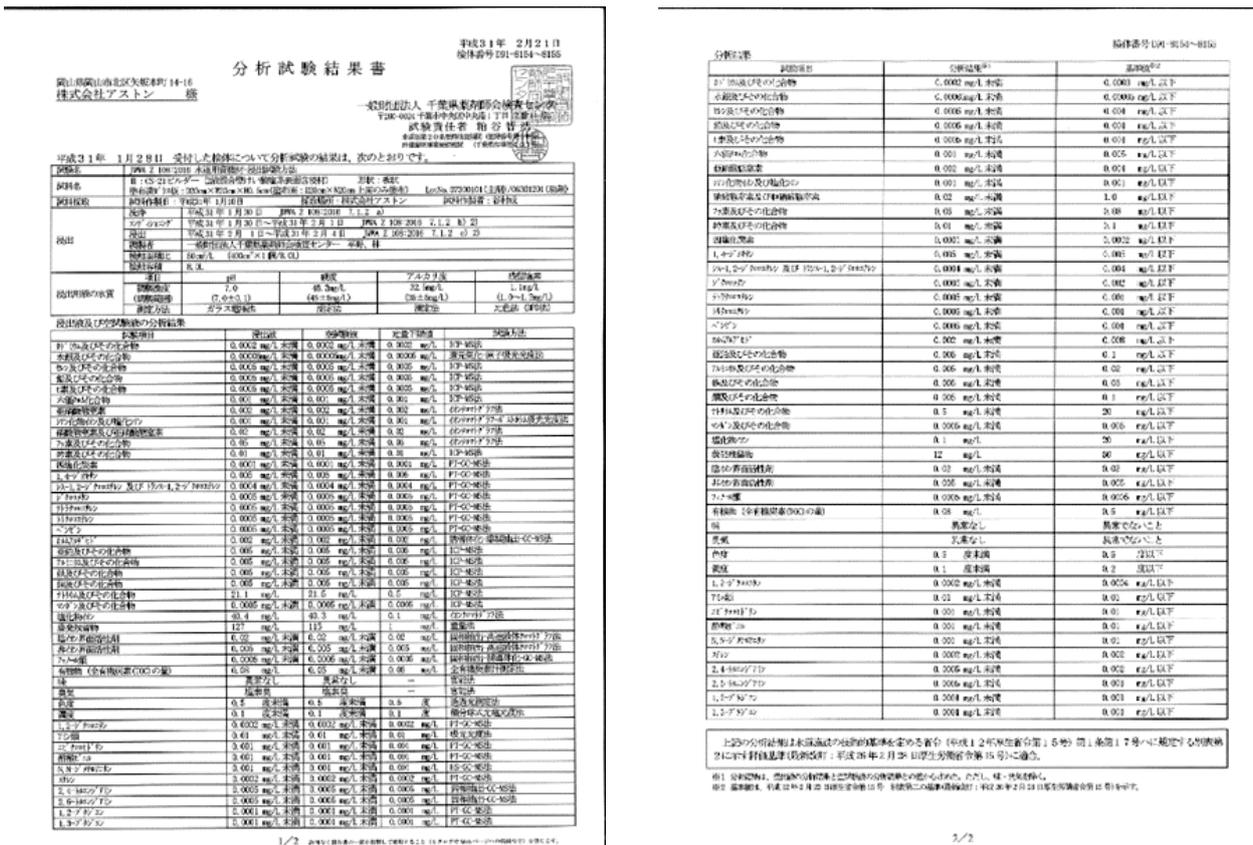


図 15 JWWA Z108 分析結果報告書

## 5. CS-21ビルダーの施工事例

### 事例(1) 橋梁耐震補強工事



地覆：CS-21ビルダー塗布状況



橋台：CS-21ビルダー塗布状況

### 事例(2) 橋梁補強補修工事



床版下面：CS-21ビルダー塗布状況



床版下面：CS-21ビルダー塗布状況

### 事例(3) 橋梁補修工事



桁：CS-21ビルダー塗布状況



桁：CS-21ビルダー塗布状況