

コンクリート改質剤

CS-21TM

写真で見る材料特性

Version 2.5



コンクリート改質剤CS-21は、コンクリート構造物に塗布または散布により施工を行いますが、表面に膜を造る材料ではありません。また、撥水（はっすい）性の付与や表面強化を目的とした材料でもありません。

硬化したコンクリートに浸透させ、コンクリート中の未水和セメントやカルシウムなどと反応して安定したCSH系の結晶を生成させ、微細な空隙を充填して表層を緻密化することを目的とした材料です。

漏水補修工事における注入止水材として開発され、現在ではコンクリート構造物の躯体防水、表面保護、ひび割れ補修、断面修復、打継ぎ部処理、木コン部処理などに適用されています。

目的の効果を発揮させるためには、材料の反応特性を理解し、現地のコンクリートの状態や環境にあわせて適切な工法を選択し施工を行うことが重要となります。反応条件が整わなければ効果を発揮しない材料であるため、開発会社であり製造販売を行う(株)アストンと全国の特約店・特約施工店と共にアストン協会を設立し、管理者を育成するなど技術の向上に努め、アストン協会による責任施工または技術指導による施工体制を実施しています。

アストン協会では、材料の反応特性を熟知し、特性を生かす方法を身につけたアストン技士・技能士の技術と共に品質をお届けしています。

本資料では、写真でCS-21の材料特性をご紹介します。

目次

1) 荷姿と物性.....	2
2) 乾燥湿潤に伴う物性変化.....	2
3) 通過する空隙の大きさ.....	2
4) 反応試験 ①濃度変化による反応経過.....	3
5) 反応試験 ②反応物の電子顕微鏡写真.....	4
反応試験 ③再反応性.....	5
6) 中性化したコンクリートとの反応.....	6
7) コンクリートの中性化による反応速度の変化.....	7
8) コンクリートのひび割れ幅と自閉効果.....	8
9) 微細ひび割れ浸透深さ確認試験.....	9
10) 微細ひび割れ透水試験.....	10
11) 微細ひび割れ透気試験.....	11
12) 打継ぎ処理材としての効果.....	12
13) 鉄筋とコンクリートの付着に与える影響.....	13
14) 施工効果確認試験例① 表層透気試験（トレント法）.....	14
施工効果確認試験例② 表面吸水試験・その他.....	15
15) コンクリートのライフサイクルコストを考える.....	16

1. 荷姿と物性

CS-21 荷姿：5kg/ポリ缶

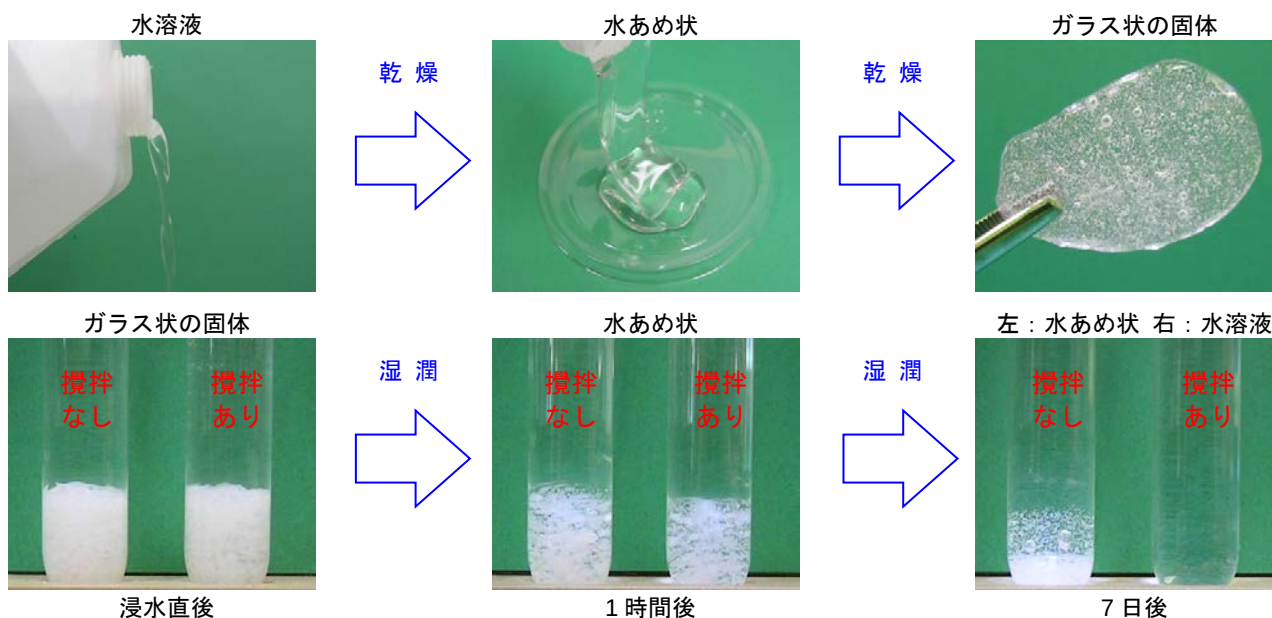


CS-21 の物性

主成分	けい酸ナトリウム
外 観	無色透明水溶液
臭 気	無し
p H 値	11.3~12.3
融 点	-2℃以下
沸 点	約 101℃
引火点	不燃性
比 重（密 度）	1.240~1.280 (g/cm ³)
乾燥固形分率	31.5~33.5%
動粘度	5.70mm ² /s 以下

2. 乾燥湿潤に伴う物性変化

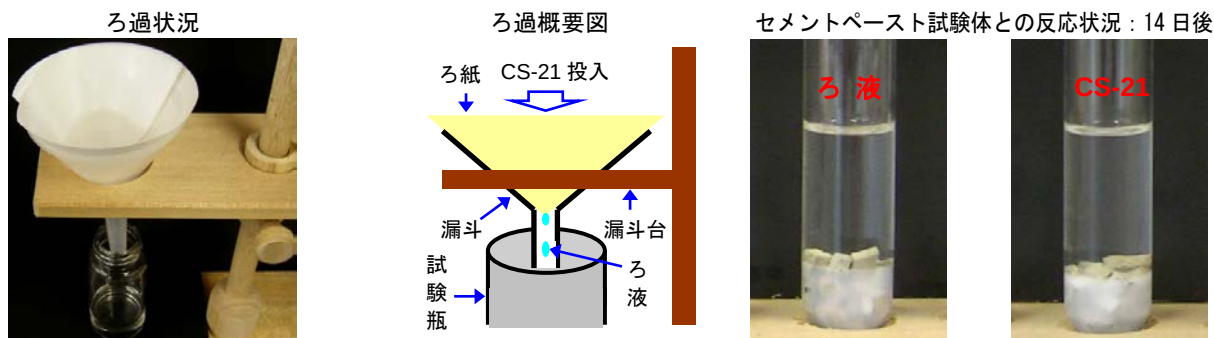
CS-21 は乾燥により水分が蒸発すると水あめ状になり、更に乾燥するとガラス状の固体となる。ガラス状の固体を水に浸けると吸水・膨潤して水あめ状となり、水に触れた部分から徐々に溶解する性質がある。水あめ状の状態から攪拌することで再び水溶液となるが、攪拌しない場合には溶解速度が緩慢となる。コンクリート表層部に浸透したCS-21のうち未反応のものは、ガラス状の固体または水あめ状で存在し、雨水・朝露などの水分供給とひび割れ発生などによるカルシウム分の供給により反応物を生成する。



3. 通過する空隙の大きさ

CS-21 がコンクリートの微細な空隙に浸透することを確認するため、CS-21 をろ紙 (JIS P3801 5 種 C: 粒子保持能 1μm, アドバンテック株式会社製: 円形定量ろ紙 No. 5C) によりろ過し、ろ液とCS-21 をそれぞれセメントペースト試験体 (W/C = 50%) と試験管内で混合し、反応確認試験を行った。

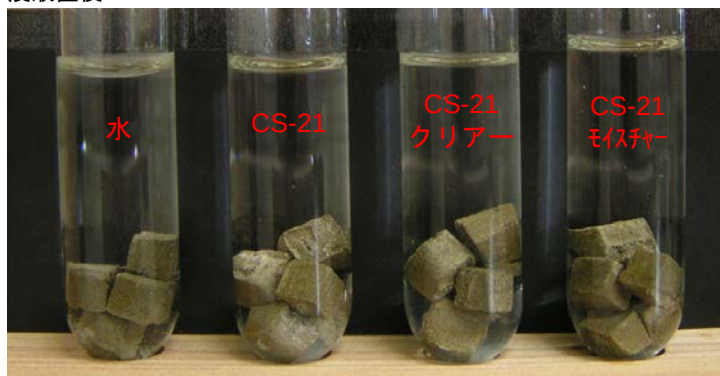
試験の結果、ろ液とCS-21 の反応状況に大きな差は見られないことから、CS-21 は 1μm の微細な空隙を通過することが確認された。



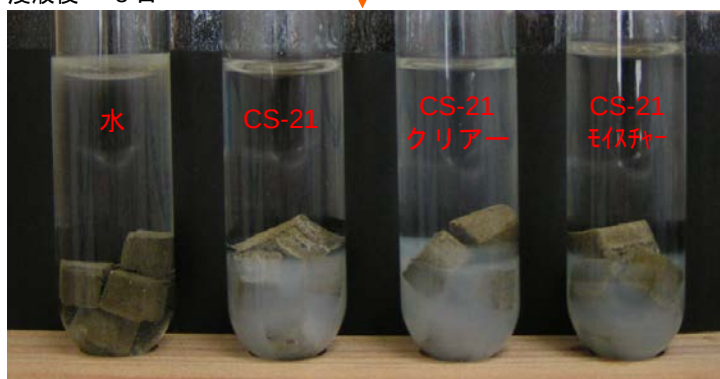
4. 反応試験 ①濃度変化による反応経過

CS-21がコンクリート内部に浸透し、微細な空隙を反応物により埋めていく様子を、試験管内に再現するため、セメントペーストにより試験体を作製し、CS-21浸液後の反応状況経過を確認した。

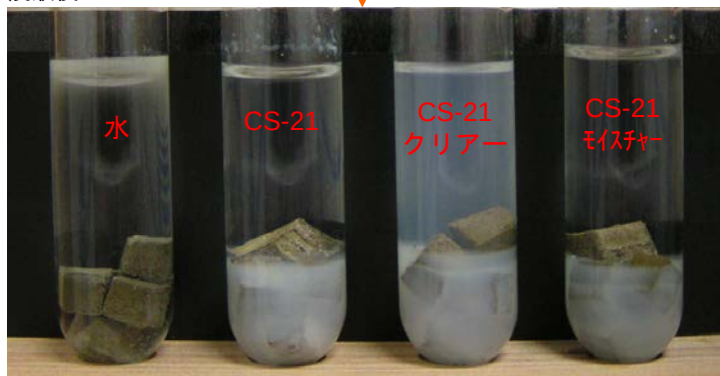
浸液直後



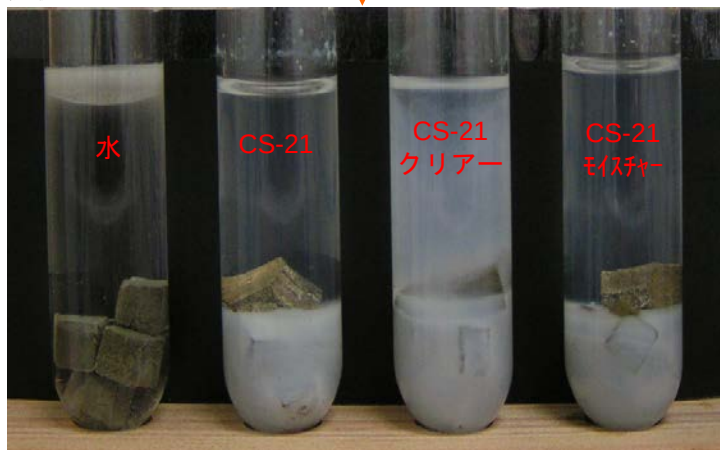
浸液後 3日



浸液後 7日



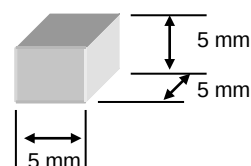
浸液後 14日



● セメントペースト試験体の仕様

セメントの種類	普通ポルトランドセメント
水セメント比 W/C	50%
形状	5×5×5 (mm)
試験管内の個数	5個
浸液までの材齢	7日間
浸液までの養生	材齢1日で脱枠後水中養生

● セメントペースト試験体の形状



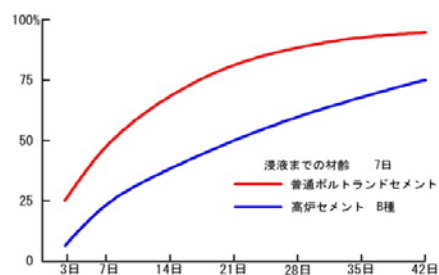
● 試験結果

水の場合、溶け出した水酸化カルシウムが炭酸ガスと反応した炭酸カルシウムの層が水面付近に見られる。
CS-21の場合、濃度が薄いほど反応物が拡散し、高いとセメント付近に集結する。

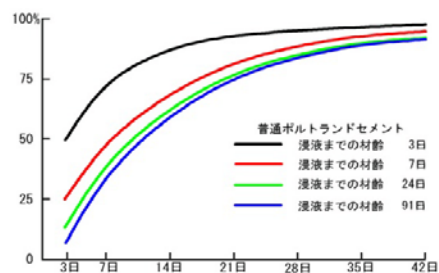
薄 CS-21 クリアー < CS-21 < CS-21 モイスター 濃

● セメントの種類と材齢による特性

セメントの種類による反応特性



セメントの材齢による反応特性

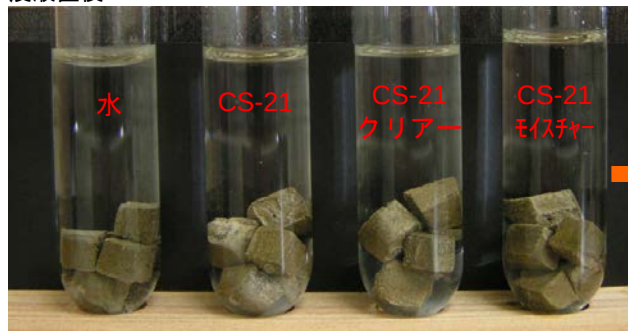


※ 普通ポルトランドセメントペースト材齢 7 日を CS-21 浸液後 91 日後の反応を 100% として比較

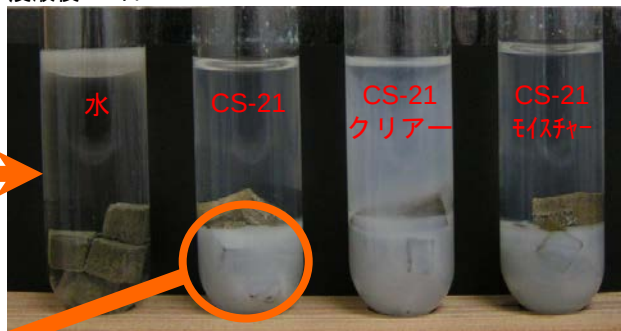
4. 反応試験 ②反応物の電子顕微鏡撮影

CS-21 浸液 28 日後、試験管から試験体を取り出し、3 日間清水に浸けて溶解物を取り除き、1 日間屋内にて自然乾燥を行った（写真：不溶性の結晶）後、試験機関に依頼し反応物の電子顕微鏡撮影を行った。

浸液直後



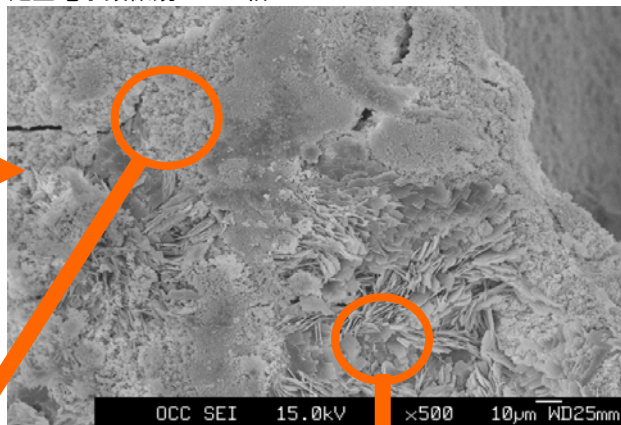
浸液後 14 日



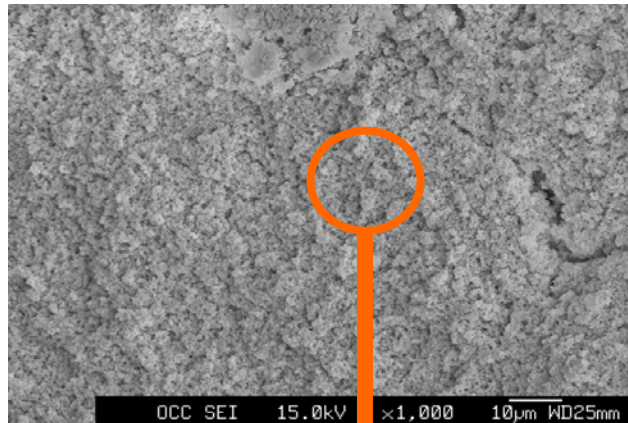
不溶性の結晶



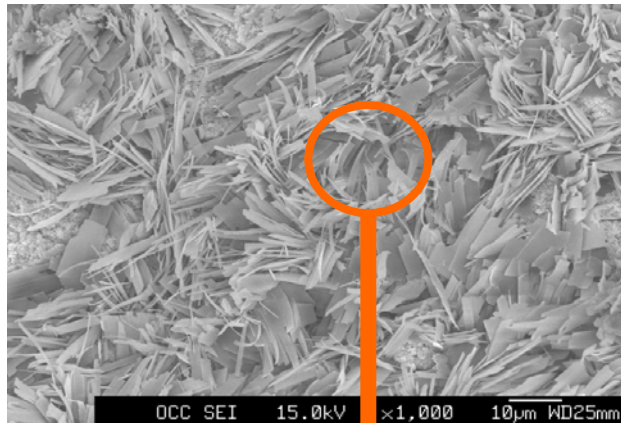
走査電子顕微鏡：500 倍



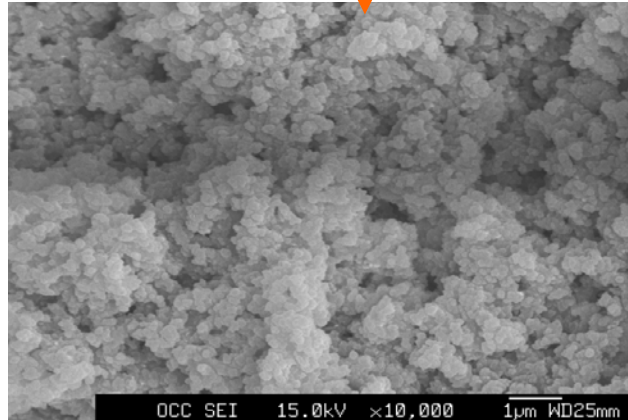
走査電子顕微鏡：1,000 倍



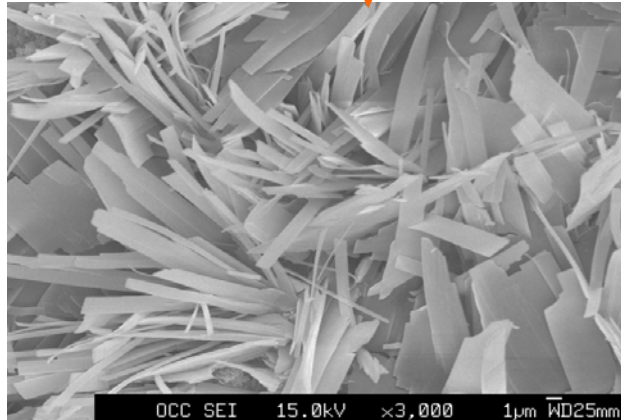
走査電子顕微鏡：1,000 倍



走査電子顕微鏡：10,000 倍



走査電子顕微鏡：3,000 倍



4. 反応試験 ③再反応性

コンクリート表層部の空隙内に浸透したCS-21ビルダーの反応性を確認するため、ゲル化したCS-21ビルダー【実験1】、および乾燥固化したCS-21ビルダー【実験2】を、それぞれ水酸化カルシウム溶液と混合し、経過観察を行った。実験の結果、CS-21ビルダーは、ゲル化後および乾燥固化後も、水酸化カルシウムとの反応性を有しており、コンクリート表層部の空隙内に浸透後も、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。

● 実験概要

主剤および助剤を標準配合（主剤：助剤＝5：1[重量比]）となるよう計量し、容器内で混合・攪拌。（本実験では、実験1・2を区別するため、それぞれ異なる色に着色している）

試料の作製（混合・攪拌後、約33時間経過後）

試料1（実験1）



試料2（実験2）

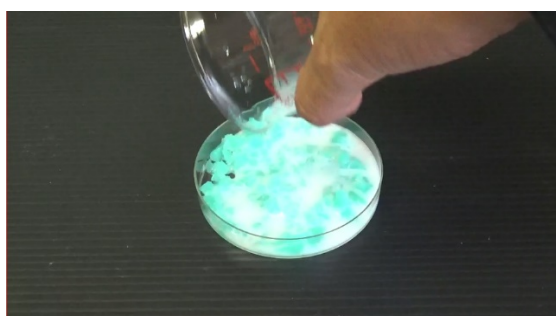


混合・攪拌後、室内に静置し、30時間以上経過後、ゲル化を確認。
・砕いたゲル→【実験1】
・約1ヶ月後、砕いた乾燥固化物→【実験2】

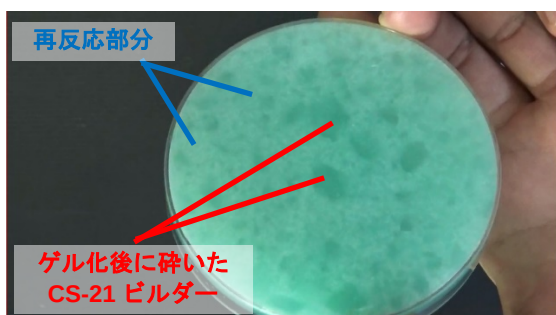
【実験1】



ゲル化したCS-21ビルダーを砕く

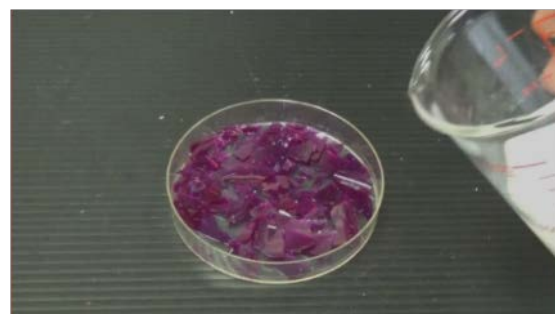


水酸化カルシウム溶液を投入



反応により、ゲル化（約48時間後）

【実験2】



ゲル化後、乾燥固化したCS-21ビルダーを砕く



水酸化カルシウム溶液を投入



反応により、ゲル化（約72時間後）

5. 中性化したコンクリートとの反応

CS-21は水和反応活性成分の添加により、コンクリートの材齢を問わず効果を発揮する。中性化したコンクリートでの反応を試験管内に再現するため、炭酸カルシウム（石灰石）をCS-21に浸液させ反応状況の経過を観察し、反応物の確認を行った。

試験の結果、CS-21はごく緩やかではあるが、炭酸カルシウム（石灰石）とも反応する性能を有していることが確認された。

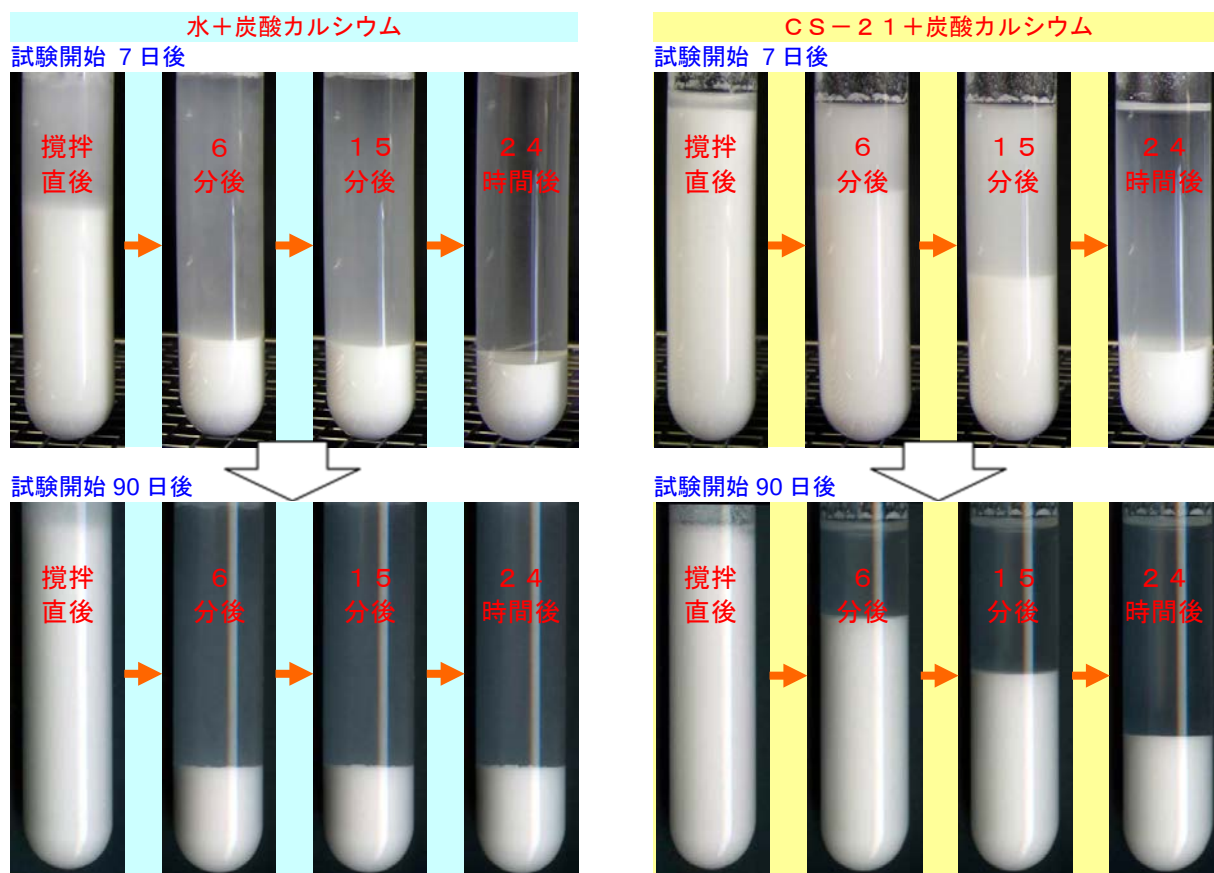
● 試験方法

水（10ml）＋炭酸カルシウム（3g）とCS-21（10ml）＋炭酸カルシウム（3g）混合試験体を作製。1週間に1回試験管を攪拌し、沈殿状況の確認を行った。浸液90日経過時点で、試験管内の炭酸カルシウムを取り出し、清水に3日間浸けて溶解物を取り除き、試験機関に依頼して電子顕微鏡撮影を行った。

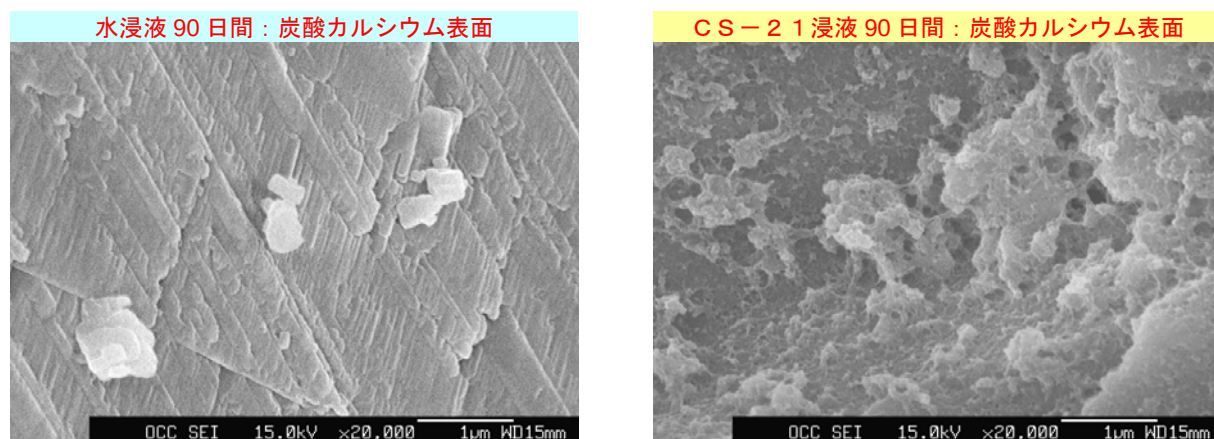
● 試験結果

水に浸液した炭酸カルシウムでは変化は見られなかったが、CS-21に浸液したものは試験開始から上澄み部分の濁りが徐々に薄くなり、90日経過時点では濁りもほとんど消え、沈殿速度が試験開始7日後に比べ遅くなり、攪拌24時間後の沈殿状況では見かけ体積が増え、明確な差が確認できた。

電子顕微鏡撮影の結果、水浸液後では炭酸カルシウムの微粉末が付着しているものの反応物は確認できなかったが、CS-21浸液後では表面に反応物が生成されている様子が確認された。



● 浸液90日経過後の炭酸カルシウム電子顕微鏡写真（20,000倍）



6. コンクリートの中性化による反応速度の変化

CS-21を新設構造物と既設構造物に適用した場合における反応速度の差を確認するため試験を行った。

試験管内に中性化状況の異なるコンクリートでの反応を再現するため、セメントペーストにより2種類の試験体を作製し、それぞれCS-21に浸液させ反応状況の経過を確認した。

試験の結果、新設構造物を想定した試験体Aおよび既設構造物を想定した試験体Bともに試験開始より徐々に反応が始まり、セメントペースト試験体の周りに反応生成物による白い濁りが観察された。

このことから、CS-21はコンクリートの材齢を問わず反応することが確認された。

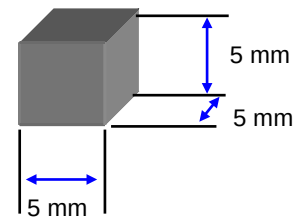
試験管内の変化がなくなり反応が収束したと考えられるまでの期間は、試験体Aでは14日間、試験体Bでは63日間であった。

試験概要

● セメントペースト試験体の仕様

セメントの種類	普通ポルトランドセメント
水セメント比 W/C	50%
形 状	5×5×5 (mm)
試験管内の個数	5個

● セメントペースト試験体の形状

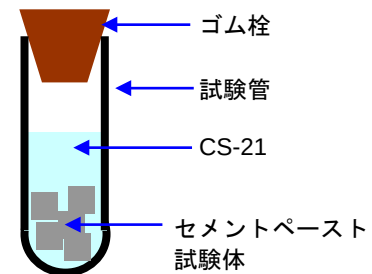


● セメントペースト試験体の養生方法

試験体 A : ①打設翌日に脱型→②脱型後、水中養生5日間
→③気中養生1日間

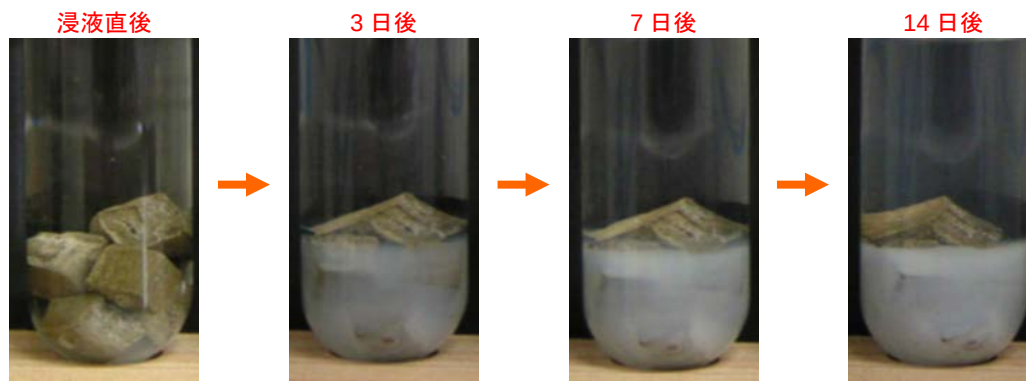
試験体 B : ①打設翌日に脱型→②脱型後、気中養生1日間
→③促進中性化7日間（炭酸ガス濃度5%）
→④気中養生5日間

● 試験概要図

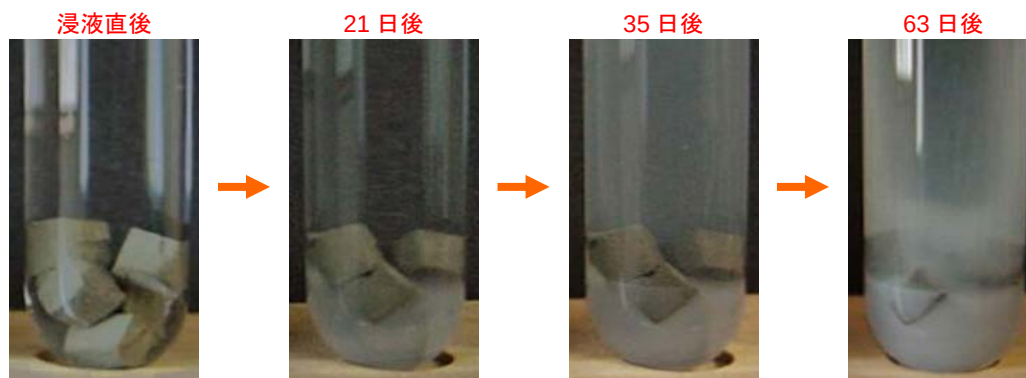


試験写真

試験体 A (中性化処理無し)

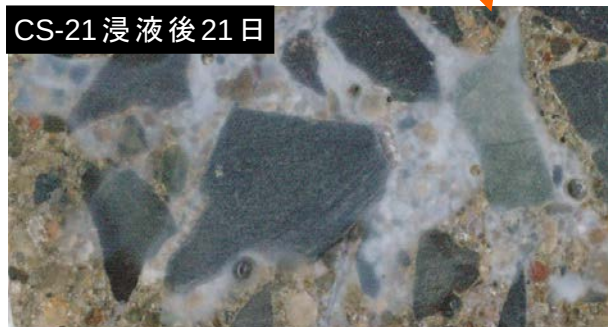
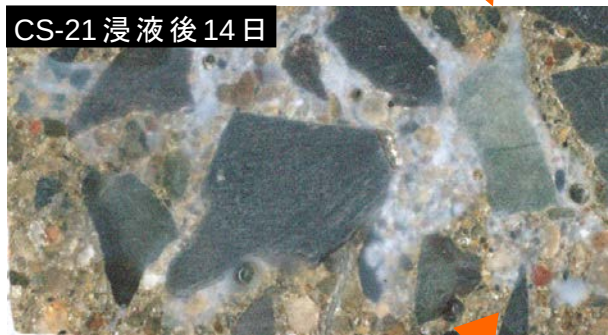
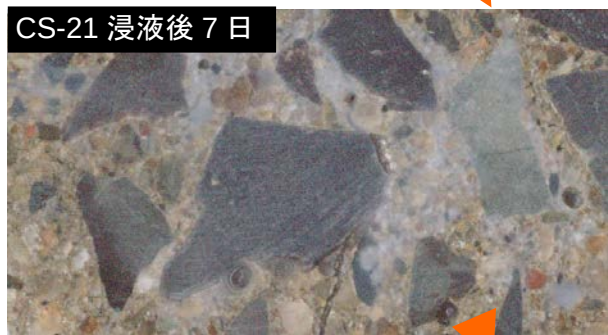
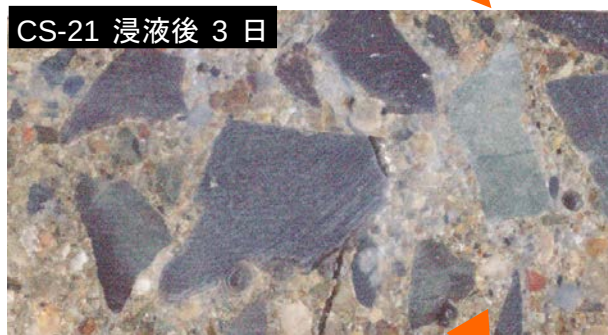
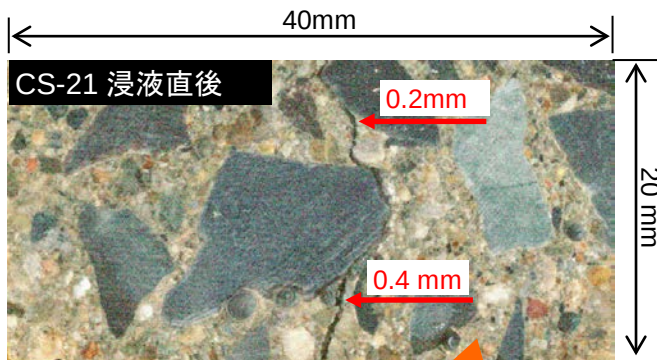


試験体 B (中性化処理有り)



7. コンクリートのひび割れ幅と自閉効果

CS-21は、硬化したコンクリート中の未水和セメントやカルシウム成分などと反応し、微細な空隙を反応生成物により充填し自閉させる効果がある。コンクリートの材齢や配合により反応速度や反応生成物の量は異なるが、以下に反応過程の一例を示す。



● コンクリート試験体概要

配合強度	28N/mm ²
セメントの種類	普通ポルトランドセメント
粗骨材の最大寸法	20mm
スランプ	15cm
空気量	5%
試験体寸法	100×30×10 (mm)
浸液までの材齢	7日間

● 試験方法

コンクリート試験体中央部付近にひび割れを作製後、プラスチック容器内のCS-21に浸液させ、下面から撮影・観察を行った。

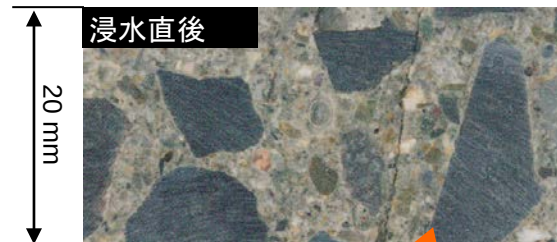
● 試験概要図



● 観察結果

CS-21浸液3日後頃からゲル化した生成物が観測され始め、その後結晶が成長する過程が確認できる。水の場合、変化は確認できない。

● 同条件で水に浸けた試験体の経過



8. 微細ひび割れ浸透深さ確認試験

CS-21 をコンクリート構造物に塗布した場合におけるひび割れ部への浸透深さを確認するため、表面の中性化した幅 0.1mm の貫通ひび割れを有する試験体により、浸透深さ確認試験を行った。

CS-21 は pH11.3 以上のアルカリ性水溶液であり、中性化部の浸透箇所がアルカリ性を示す。この性質を利用し、中性化させた試験体表面より CS-21 を塗布後、JIS A 1152（コンクリートの中性化深さの測定方法）に準じて、ひび割れ面のアルカリ性範囲を測定することで、浸透深さを確認することができる。

試験の結果、CS-21 を表面に塗布することにより、横向きで 13.5cm、上向きで 7.5cm の浸透が確認された。

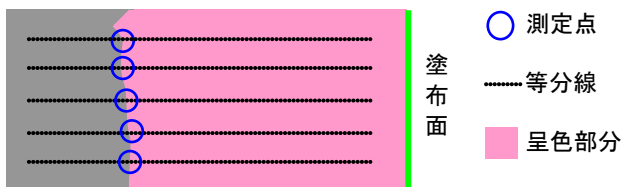
● コンクリート試験体概要

セメントの種類	普通ポルトランドセメント
呼び強度	21N/mm ²
スランプ	8cm
粗骨材の最大寸法	20mm
水セメント比 W/C	58%
空気量	4.5%
型 枠	塩ビ管 VU75
型枠寸法	Φ83×h250mm
試験体寸法	Φ83×h200mm

● 試験方法概要

- ① 型枠内にコンクリート打設後、気中養生。
- ② 上下端部を切断し、高さ 200mm とした。
- ③ 幅 0.1mm の貫通ひび割れを作製。
- ④ 14 日間の促進中性化（炭酸ガス濃度 5%）により、ひび割れ面を中性化させた。
- ⑤ 横向きおよび上向きに、CS-21 を塗布した。
- ⑥ 脱型し、ひび割れ面にて割裂した。
- ⑦ ひび割れ面にフェノールフタレイン 1% 溶液を噴霧し、塗布面からの浸透深さを測定した。

● 浸透深さ測定概要図



● CS-21 塗布方法（CSI 工法）

- ① 水塗布（150g/m²）
- ② CS-21 塗布（200g/m²）
- ③ 水塗布（150g/m²）

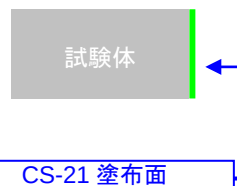
※ 水・CS-21 共に刷毛塗り

試験写真

横向き塗布：塗布完了状況



横向き塗布概要図



横向き塗布：浸透深さ測定状況



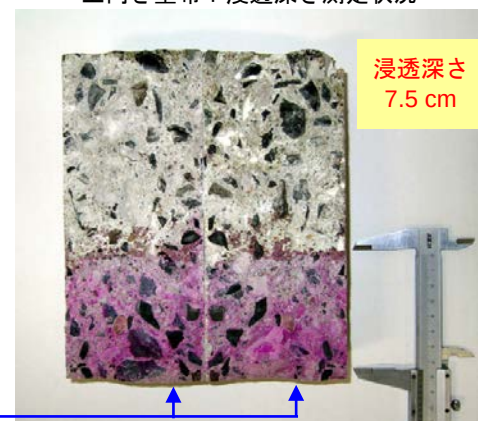
上向き塗布：塗布完了状況



上向き塗布概要図



上向き塗布：浸透深さ測定状況



9. 微細ひび割れ透水試験

CS-21 塗布によるひび割れ補修効果を確認するため、表面の中性化した幅 0.1mm の貫通ひび割れを有する試験体により加压透水試験を行った。試験の結果、無処理では漏水は止まらなかったが、CS-21 処理では漏水が止まり、流出面のにじみも消え表面が乾燥した状態となった。

また、透水試験終了後に試験体の切断面を観察した結果、無処理ではひび割れが貫通している様子が観察されたが、CS-21 処理では空隙が反応物により充填され、判別し難くなっていた。

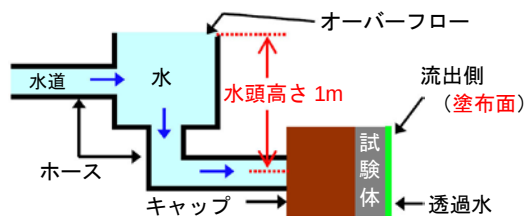
● コンクリート試験体概要

セメントの種類	普通ポルトランドセメント
呼び強度	21N/mm ²
スランプ	8cm
粗骨材の最大寸法	20mm
水セメント比 W/C	58%
空気量	4.5%
型 枠	塩ビ管 VU75
型枠寸法	Φ83×h250mm
試験体寸法	Φ83×h50mm

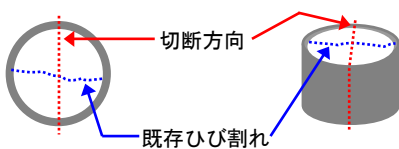
● 試験方法概要

- ① 型枠内にコンクリート打設・養生後、上下端部を切断し、高さ 50mm とした。
- ② 幅 0.1mm の貫通ひび割れを作製し、**促進中性化処理**を行った。
- ③ 透水試験装置にセットし、水頭高さ 1m の水压を加圧面から加え、流出面からの透過水量を 60 分間測定した。（初期透水量）
- ④ ③より透過水量測定結果の近い試験体を選定し、一方の流出面を CS-21 処理（300g/m² 塗布）、もう一方を無処理とした。
- ⑤ 無処理と CS-21 処理試験体を③の方法で連続して加圧し、1 日 1 回の透過水量測定を行った。

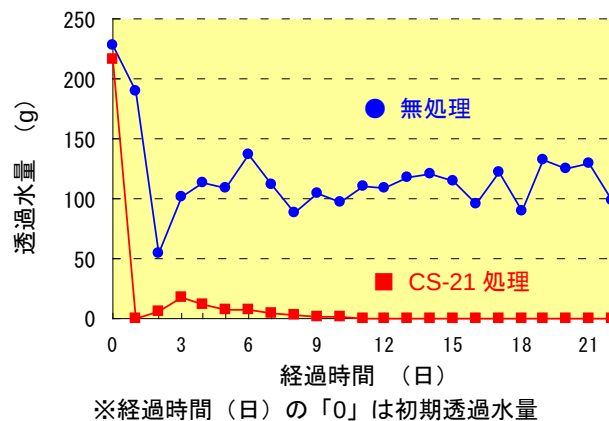
● 透水試験概要図



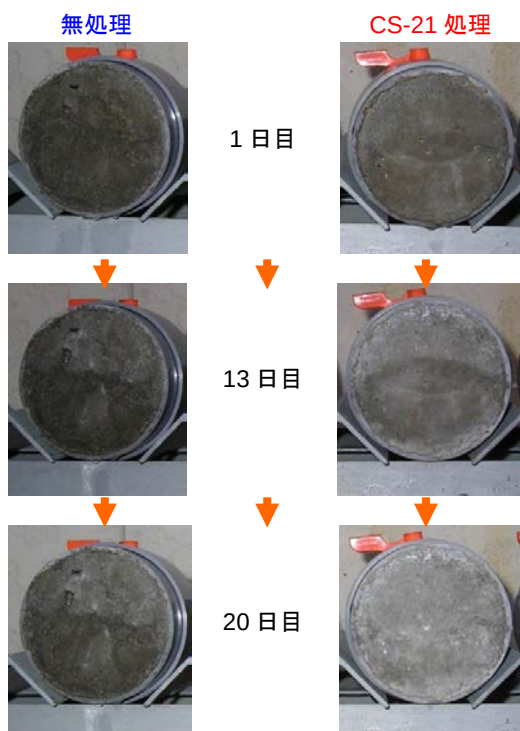
● 試験体切断概要図



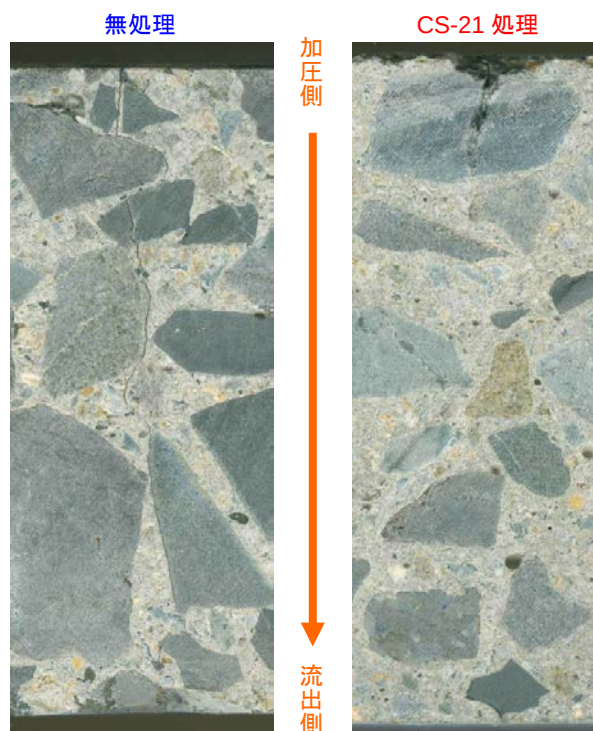
● 透水試験結果グラフ



● 透水試験状況写真（流出面）



● 試験体切断面拡大写真



10. 微細ひび割れ透気試験

CS-21 塗布によるひび割れ補修効果を確認するため、幅 0.1mm の貫通ひび割れを有する試験体による透気試験を行った。試験の結果、無処理（1 回目）と比べ水のみ塗布した場合にはほとんど変化は見られなかったが、CS-21 を塗布した場合 1 回塗布で約半減、2 回塗布で 1/5 まで減少した。また CS-21 塗布後に繰返し散水養生を行った場合には、無処理との比 4% にまで減少した。

● コンクリート試験体概要

セメントの種類	普通ポルトランドセメント
呼び強度	21N/mm ²
スランプ	8cm
粗骨材の最大寸法	20mm
水セメント比 W/C	58%
空気量	4.5%
型 枠	塩ビ管 VU75
型枠寸法	Φ83×h250mm
試験体寸法	Φ83×h50mm

● 試験方法概要

- ① 型枠内にコンクリート打設・養生後、上下端部を切断し、高さ 50mm とした。
- ② 幅 0.1mm の貫通ひび割れを作製した。
- ③ 透気試験装置にセットし、0.05MPa の圧力を加圧面より加え、流出面からの透過空気量を測定した。（1 回目）
- ④ ③より透過空気量測定結果の近い試験体を選定し、A～C グループに分け、それぞれ流出面に処理を行った。
- ⑤ 処理後、③の方法で 2 回目の測定を行った。
- ⑥ B グループのみ繰返し散水後に、3 回目の測定を行った。

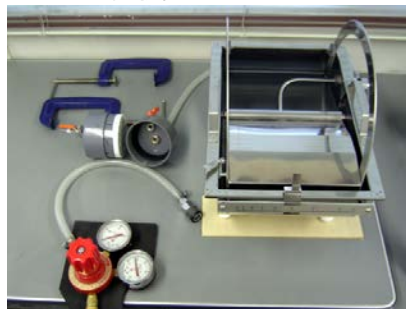
● 透気試験装置



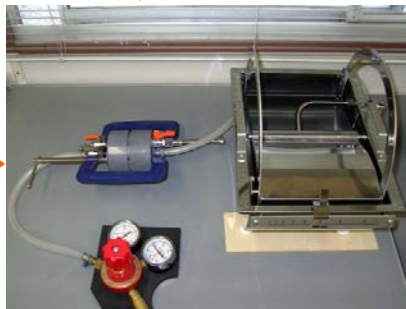
● 流出面処理方法

グループ A 水塗布	1. 水塗布 (150g/m ²) 2. 水塗布 (200g/m ²) 3. 水塗布 (150g/m ²) → 2 回目
グループ B CS-21 1 回塗布	1. 水塗布 (150g/m ²) 2. CS-21 塗布 (200g/m ²) 3. 水塗布 (150g/m ²) → 2 回目 1 日 2 回 (午前・午後) 12 日間 水塗布 (150g/m ²) → 3 回目
グループ C CS-21 2 回塗布	1. 水塗布 (150g/m ²) 2. CS-21 塗布 (150g/m ²) 3. 水塗布 (150g/m ²) 4. CS-21 塗布 (150g/m ²) 5. 水塗布 (150g/m ²) → 2 回目

試験体セット状況



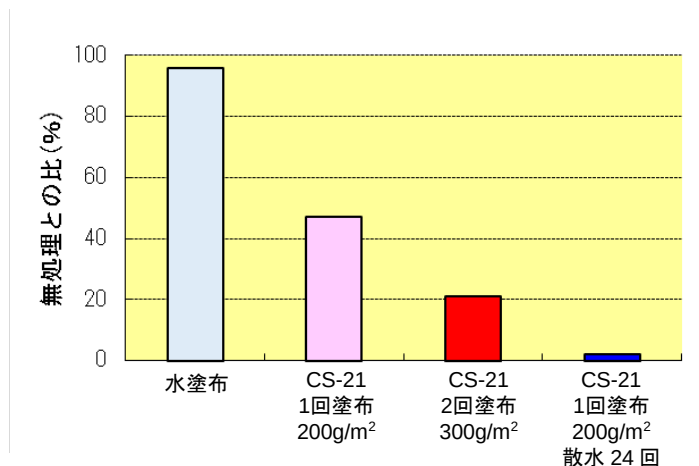
試験体セット完了状況



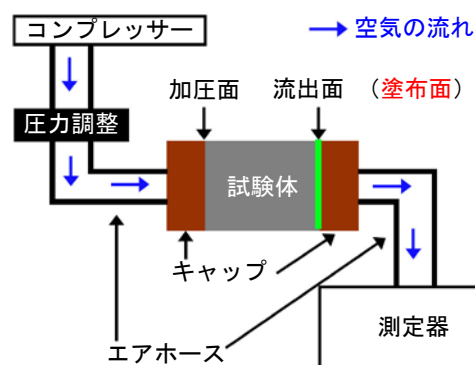
透過空気量測定状況



● 透気試験結果グラフ



● 透気試験概要図



11. 打継ぎ処理材としての効果

CS-21の打継ぎ処理材としての効果を確認するため試験を行った。試験の結果、適量を塗布することにより、ベースコンクリートを緻密化し、後から打ち継ぐコンクリートの付着力を有効に発揮させ一体化を促進することで、打継ぎ面の影響を小さくすることが確認された。

● 試験状況写真

- ① 半分の高さに1層目打設 ② 高圧洗浄



- ③ CS-21塗布



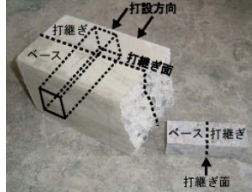
- ④ 2層目打設



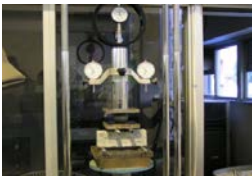
- ⑤ 曲げ強度試験 (i)



- ⑥ 角柱試験体切り出し



- ⑦ 曲げ強度試験 (ii)

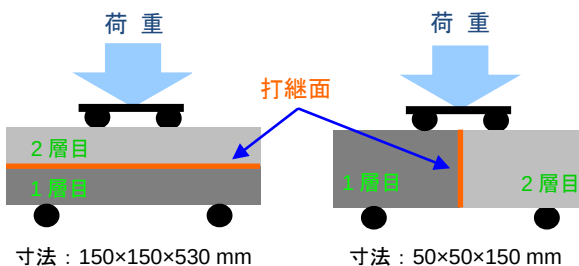


- ⑧ 供試体破断面



● 曲げ強度試験概略図 (JIS A1106 準拠)

- ⑤ 曲げ強度試験 (i) ⑦ 曲げ強度試験 (ii)



● 曲げ試験 (ii) 後の供試体写真

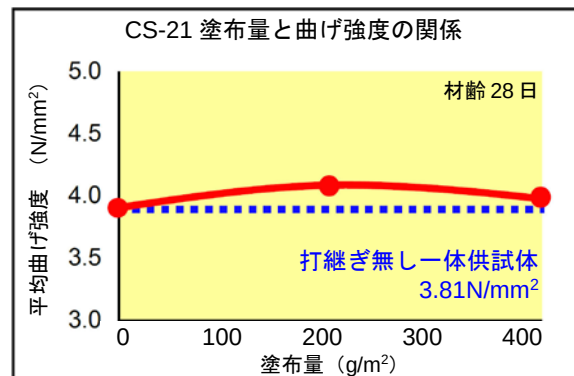


CS-21: 200g/m²塗布供試体の打継ぎ面以外での破断面状況

● 試験概要

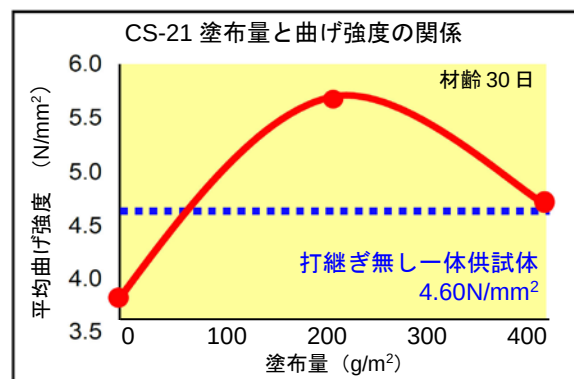
- ① 型枠 (150×150×530 mm) 半分の高さにベースコンクリート (1層目) を打設、併せて一体供試体を作製
 - ② 1層目打設 24 時間後、高圧洗浄によりレイタンス除去・目粗しを実施
 - ③ 高圧洗浄後、打継ぎ面の処理を実施 (CS-21: 200g/m²塗布、CS-21: 400g/m²塗布、無塗布)
 - ④ 1層目打設 7 日後、打継ぎコンクリート (2層目) を打設し、打継ぎ有り供試体を作製
 - ⑤ 2層目打設 28 日後、曲げ強度試験を実施
 - ⑥ ⑤後の供試体から、JIS A1114 に準じて角柱供試体 (50×50×150 mm) を切り出し
 - ⑦ 切り出した供試体の曲げ強度試験を実施 (⑤と同数)
- ※ コンクリートの配合 (1・2層目共通)
28-15-20 N, W/C=60%, s/a=45%
- ※ 曲げ強度試験用供試体の種類 (4種×n3)
一体、無塗布 [0 g/m²]、200g/m²塗布、400g/m²塗布

● 曲げ試験 (i) 結果 [写真・図⑤]



打継ぎ面に直交した曲げ試験では、CS-21 の塗布量が、曲げ強度におよぼす影響は小さい。

● 曲げ試験 (ii) 結果 [写真・図⑦]



打継ぎ面に沿った曲げ試験では、打継ぎ無し一体供試体と比べ、無塗布では曲げ強度が低下しているが、CS-21:200g/m²塗布では曲げ強度が向上している。400g/m²塗布では、200g/m²塗布に比べ曲げ強度が低下している。

※この試験結果は、付着力や接着力を保証するものではありません。

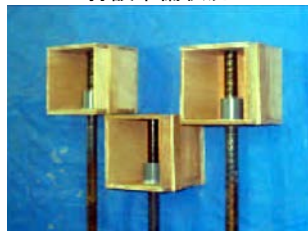
12. 鉄筋とコンクリートの付着に与える影響

CS-21が鉄筋に付着した場合における鉄筋とコンクリートとの付着力に与える影響について確認試験を行った。

試験の結果、鉄筋にCS-21（200g/m²：刷毛塗り）処理した場合においても無処理と同程度の付着力であることから、通常の施工においてCS-21が鉄筋に付着した場合には、鉄筋とコンクリートの付着を阻害しないことが確認された。

● 試験状況写真

打設準備状況



打設状況



破壊状況（無処理）



CS-21塗布状況



引抜き試験状況



破壊状況（CS-21処理）



● 試験結果

円柱供試体コンクリート圧縮強度試験結果

No.	最大荷重 (KN)	圧縮強度 (N/mm ²)	コンクリートの 圧縮強度に 対する 補正係数 α
1	272.5	34.7	0.86
2	285.0	36.3	
3	268.0	34.1	
平均	—	35.0	

※ 対応する付着強度特性値：3.0（N/mm²）
コンクリート標準示方書【設計編】より

● 準拠規格

土木学会規準

「引抜き試験による鉄筋とコンクリートの付着強度試験方法（案）JSCE-G 503-1988」

● 使用材料・機器

鉄筋

異形棒鋼 SD345 D25
（鉄筋直径 D = 25.5mm）

変位計

東京測器製 CDP-25
（計測精度 1/500mm）

● 試験手順

- ① 打設前日に、鉄筋表面の錆および汚れを除去し、CS-21（200g/m²：刷毛塗り）処理と無処理を各3体作製した。
- ② 試験体および圧縮試験用の円柱供試体を打設後、28日間の気中養生を行った。
- ③ 気中養生終了後、万能試験機により載荷を実施し、鉄筋のすべり量を変位計により測定した。

● 付着応力度計算式

$$\tau = \frac{P}{4\pi D^2} \times \alpha$$

τ : 付着応力度

P : 引張荷重

D : 鉄筋の直径 (mm)

α : コンクリートの圧縮強度に対する補正係数

$$\alpha = 30/f'_c$$

f'_c : 同時に作製した円柱供試体の材齢 28 日における圧縮強度

付着強度試験結果

試験体種類	すべり量 0.002D 時 荷重 (KN)	最大荷重 (KN)	付着応力度 (N/mm ²)	最大 付着応力度 (N/mm ²)	平均 付着応力度 (N/mm ²)	平均最大 付着応力度 (N/mm ²)
無処理	48.0	100.4	5.03	10.53	5.16	9.80
	47.6	97.0	4.99	10.17		
	52.0	83.0	5.45	8.70		
CS-21 処理	42.4	102.2	4.45	10.72	5.18	10.02
	48.2	100.4	5.05	10.53		
	57.6	84.2	6.04	8.83		

13. 施工効果確認試験事例①

CS-21の施工効果確認試験として、現位置非破壊試験（A表層透気試験とB表面吸水試験）を行った。試験の結果、施工前に比べ施工後には透気係数・吸水速度が低減したことから、CS-21塗布による改質効果（表層部の緻密化による水および劣化因子の侵入抑制効果）が確認された。

CS-21は、けい酸塩系表面含浸材（水溶液）であるため、表面被覆材のように被覆材の付着強さあるいは塗膜の膜厚などのような、材料自体の物性試験は適用できないが、CS-21塗布前後に施工効果確認試験を実施し、対象コンクリートの物性値変化を調べることで、施工効果を確認することができる。

（参照：けい酸塩系表面含浸工法の設計施工指針（案）＞本編6章および参考資料編7章）

コンクリート構造物の表層品質は、同一配合のコンクリートを打設した部材内でも測定箇所によりバラツキがあるため、施工効果確認試験は、施工前後に同一箇所でも実施可能な現位置非破壊試験を基本とする。施工前後に近傍箇所でも実施する試験についても、表層品質のバラツキの影響を受けにくい測定箇所を選定し、複数箇所でも試験を実施することが必要となる。

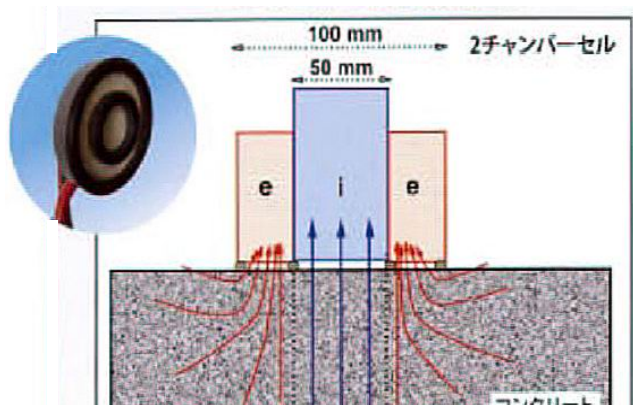
A. 表層透気試験（トレント法）

●試験方法概要

表層透気試験は、透気試験機により、同一箇所の表層透気係数を施工前後に測定した。

表層部の緻密化による改質効果を、施工前後の透気係数の差により、確認することができる。

試験に使用する透気試験機は、チャンバーが二重構造（2チャンバーセル）となっており、横方向からの空気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した。



2チャンバーセルの仕組み

●測定機器

透気試験機 Permea-TORR（パーマ・トル）

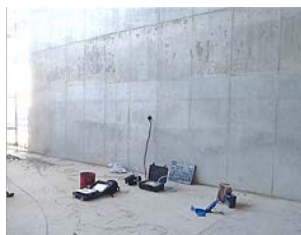
●測定箇所の選定

局所的な欠陥（ひび割れ、あばた、骨材露出等）のない健全部から任意に選定した。

●準拠規格・指針

- ・ SIA 262
- ・ けい酸塩系表面含浸工法の設計施工指針（案）

●試験事例：新設（水道施設配水池）

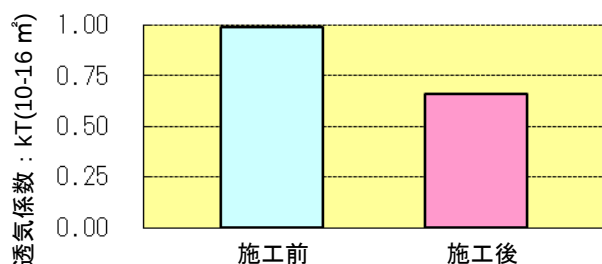


施工箇所：外周壁および導流壁内面・柱・天井内面

施工方法：CS II工法（CS-21・150g/m²×2回塗布）

試験時期：施工前および施工約2ヶ月後

測定結果（外周壁内側・東西南北面12箇所平均）



●試験事例：既設（道路橋）

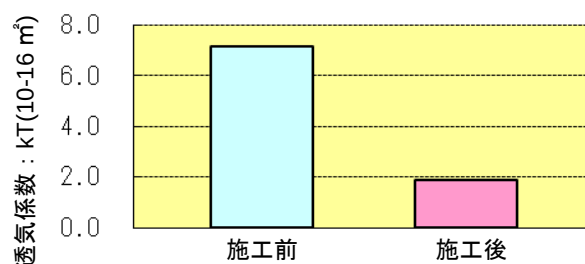


施工箇所：床版上面および地覆部

施工方法：CS II工法（CS-21・150g/m²×2回塗布）

試験時期：施工前および施工約1ヶ月後

測定結果（床版上面6箇所平均）



13. 施工効果確認試験事例②

B. 表面吸水試験

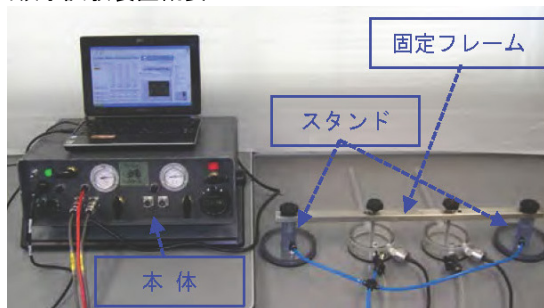
●試験方法概要

表面吸水試験は、表面吸水試験装置により、同一箇所の表面からの吸水速度を施工前後に測定した。

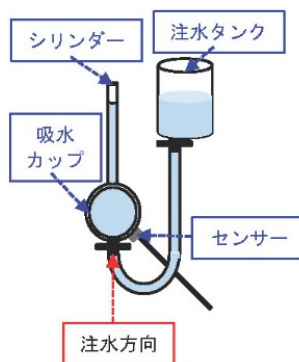
表層部の緻密化による改質効果を、施工前後の吸水速度の差により、確認することができる。

試験に使用する表面吸水試験装置は、小型真空ポンプによりコンクリート面に吸着させる固定装置を有し、吸水速度を自動的に測定し記録する仕組みのものを使用した。

●表面吸水試験装置概要



装置全景



表面吸水試験概要図

●試験状況写真



測定状況

●試験対象

コンクリート試験体 (45×180×30 c m : W/C55%)
打設後約7年間屋外暴露

●施工概要

施工箇所：側面(型枠面)
施工方法：CSⅡ工法 (CS-21・150g/m²×2回塗布)

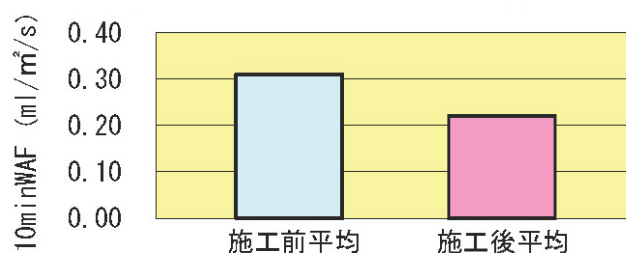
●測定機器

表面吸水試験装置 (SWAT : 横浜国立大学)

●測定概要

試験体中央部側面より、局所的な欠陥(ひび割れ、あばた、骨材露出等)のない表面を任意に4箇所選定し、施工前後に同一箇所でも測定した。
(塗布後28日後に、施工後の測定を実施)

●測定結果 (10分時点での表面吸水速度)

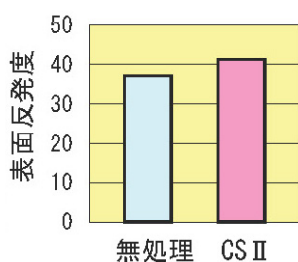


その他の施工効果確認試験例

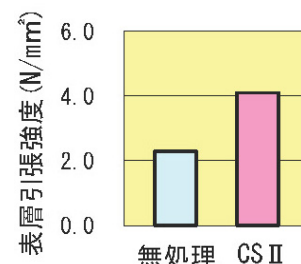
材齢10年以上経過したコンクリート構造物(高架橋防音壁)に、CSⅡ工法(CS-21・150g/m²×2回塗布)施工後、1年6ヶ月経過後に施工効果確認試験(表面反発度試験、表層引張強度試験)を行った。試験の結果、無処理箇所に比べ、CSⅡ工法箇所の表面反発度・表層引張強度が向上していることが確認されたため、表層の中性化したコンクリートでのCS-21塗布による改質効果が確認された。



表面反発度 測定状況



表層引張強度 測定状況



コンクリートのライフサイクルコストを考える

