

技 術 資 料

CS－21

品質確認試験

表面保護工法設計施工指針（案）・JSCE-K571 関連

Version 1.0



目 次

1. CS-21とは	2
2. CS-21の特徴	3
3. CS-21の品質	4
3.1 CS-21の品質試験結果	4
3.2 表面含浸材の共通試験（JSCE-K571）	5
3.2.1 試験概要	5
3.2.2 試料概要	6
3.2.3 1) 外観観察試験の結果	7
3.2.4 2) 透水量試験の結果	8
3.2.5 3) 吸水率試験の結果	10
3.2.6 4) 中性化に対する抵抗性試験の結果	12
3.2.7 5) 塩化物イオンの浸透に対する抵抗性試験の結果	14
3.2.8 6) 透湿度試験の結果	16
3.2.9 JSCE-K571 試験の評価基準による品質確認	17
3.3 寒冷地域にて使用する表面含浸材の耐久性能試験	18

1. CS-21とは

CS-21は、写真1・表1に示す液体材料をコンクリート表面から塗布または散布、あるいは注入し、浸透させることで、コンクリートの躯体防水・表面保護・打継ぎ部処理、ひび割れ補修、止水などを行う材料である。



写真1 CS-21 (5kgポリ缶)

表1 CS-21の物性

項目	CS-21
外 観	無色透明液体
主成分	けい酸ナトリウム
比 重（密度 g/cm ³ ）	1.24～1.28
pH値	11.3～12.3
乾燥固形分率（%）	31.5～33.5
粘度（mPa・s）	5.0～15.0

土木学会の「表面保護工法 設計施工指針（案）」では、表面含浸材を図1のように分類しており、CS-21は、主成分から「けい酸ナトリウム系表面含浸材」、施工仕様から「防水を目的とする場合」に該当する。

【最新の指針「けい酸塩系表面含浸工法の設計施工指針（案）」では、反応型けい酸塩系表面含浸材に該当】

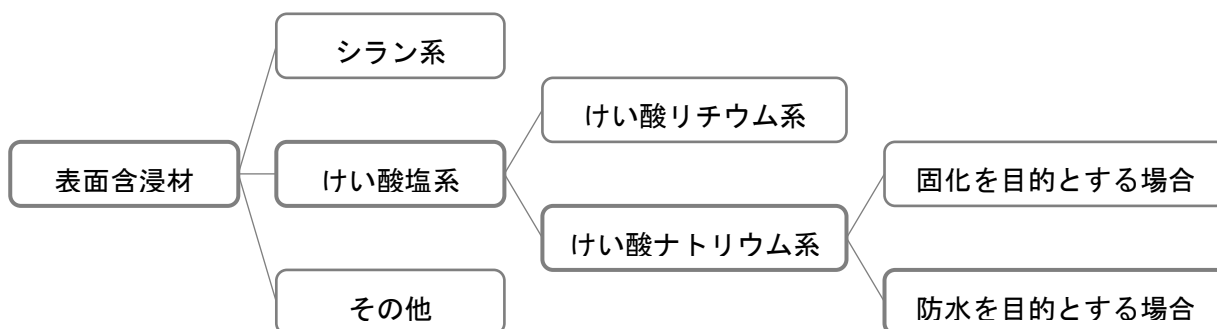


図1 表面保護工法設計施工指針（案）における表面含浸材の分類

本資料では、CS-21シリーズ製品：CS-21の概要を紹介する。

2. CS-21の特徴

CS-21は、図2・写真2～4に示すように、硬化したコンクリート表面に塗布し浸透(含浸)させることで、乾燥固化物(未反応成分)、およびコンクリート中のカルシウム成分等と反応し生成される安定した反応物(CSH系結晶)により、微細ひび割れ等の空隙を充填する。

浸透後に未反応のまま残った主成分は、乾燥固化後も水分の供給により溶解し安定した反応物(CSH系結晶)を生成して、施工後新たに発生する微細ひび割れ等の空隙を充填する。

これらの反応により、ひび割れ深部を含む表層部の空隙を緻密化して、水や各種劣化因子の侵入(鋼材腐食)を長期にわたり抑制する。

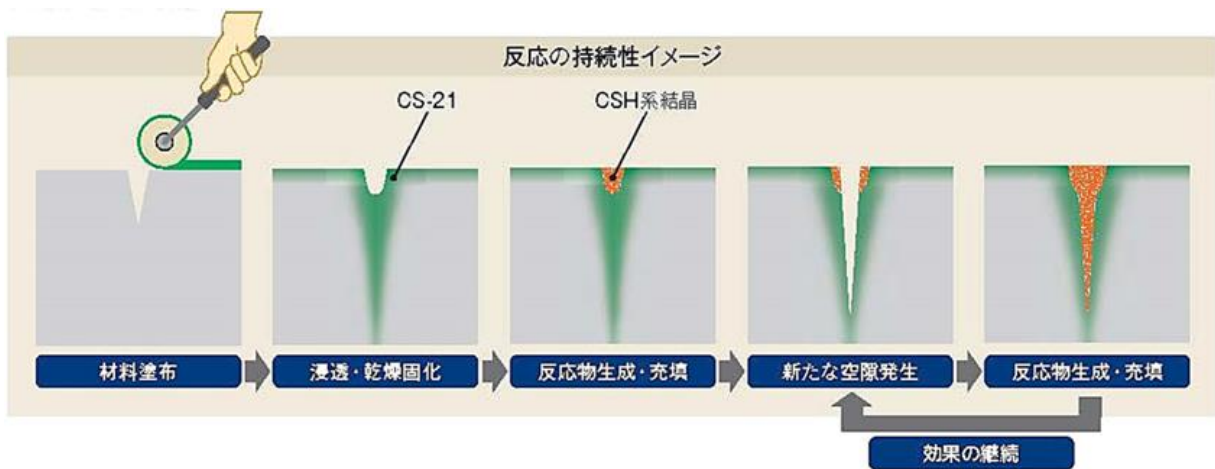


図2 CS-21 概要図



写真2 下向き塗布



写真3 横向き塗布



写真4 上向き塗布

CS-21の特徴

- 空隙の充填率を高めるため、高濃度の材料を希釈せず原液のまま使用
- コンクリート構造物(駐車場・屋上・地下・水槽等)の躯体防水が可能
- 開発1993年、施工実績の追跡調査により15年以上の効果持続性が確認済

3. CS-21の品質

3.1 CS-21の品質試験結果

CS-21の品質試験結果を表2に示す。

表2 CS-21の品質試験結果（JSCE-K571）

試験項目	試験体の種類*	試験結果
1) 外観観察試験	①モルタル	①：著しい外観変化なし（濡れ色を呈する程度の変化）
2) 透水量試験	①モルタル	①：透水比 27%（抑制率 73%）
3) 吸水率試験	①モルタル ②コンクリート W/C=55%	①：吸水比 50%（抑制率 50%） ②：吸水比 29%（抑制率 71%）
4) 中性化に対する抵抗性試験	①モルタル ②コンクリート W/C=55%	①：中性化深さ比 49%（抑制率 51%） ②：中性化深さ比 60%（抑制率 40%）
5) 塩化物イオン浸透に対する抵抗性試験	①モルタル ②コンクリート W/C=55%	①：塩化物イオン浸透深さ比 82%（抑制率 18%） ②：塩化物イオン浸透深さ比 76%（抑制率 24%）
6) 透湿度試験	①モルタル	①：透湿度比 77%**
凍結融解試験***	②コンクリート W/C=55%	②：無塗布に比べ、凍結融解抵抗性向上

* 試験体の種類：①は、表面含浸材の共通試験のうち、試験標準であるモルタル基板（試験体）の結果。②は、寒冷地域にて使用する表面含浸材の耐久性能試験より、コンクリート基板（試験体）の結果。

** 透湿度試験は、水蒸気透過性を阻害しないことを確認する試験であるため、抑制率の記載なし。

*** 凍結融解試験は、JSCE-K571 では規定されていないが、寒冷地域にて使用する表面含浸材の耐久性能試験において、JSCE-K571 とあわせて実施されたため掲載。

試験の結果、CS-21は、

- 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
- コンクリート表面から塗布し浸透させることで、表層部を緻密化し、水蒸気透過性を阻害することなく、塩害・中性化・水の浸透・凍結融解に対する抵抗性を向上させる性能を有すること
- けい酸ナトリウム系表面含浸材の評価基準以上の品質であること

が確認された。

3.2 表面含浸材の共通試験（JSCE-K571）

3.2.1 試験概要

C S - 2 1 塗布による表面保護（劣化抑制）効果を確認するため、土木学会 コンクリート委員会 表面保護工法研究小委員会が実施した表面含浸材の共通試験*に参加し、表 3 に示す土木学会規準試験：JSCE-K571 表面含浸材の試験方法（案）を行った。

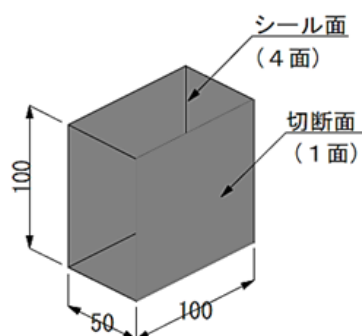
* 土木学会：表面保護工法 設計施工指針（案） P203～236 参照：共通試験の分類：けい酸塩系表面含浸材／けい酸ナトリウム系／銘柄：『G』＝C S - 2 1

表 3 試験概要

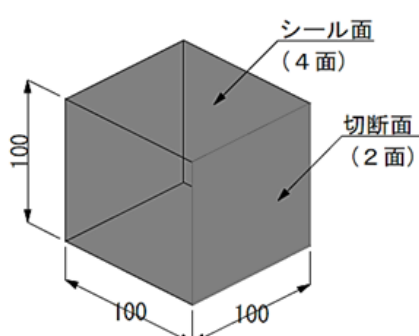
試験名	試験規格*	試験体の種類**
1) 外観観察試験	6.1	Type I
2) 透水量試験	6.3	Type II
3) 吸水率試験	6.4	
4) 中性化に対する抵抗性試験	6.6	
5) 塩化物イオン浸透に対する抵抗性試験	6.7	
6) 透湿度試験	6.5	Type III

* 試験規格は、JSCE-K571 の適用箇条を示す。 ** 試験体 Type を図 3 に示す。

Type I



Type II



Type III

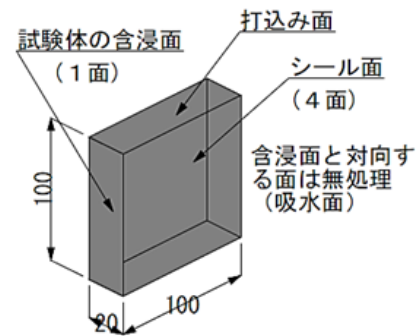


図 3 試験体（Type I・II・III）概要図

3.2.2 試料概要

試験に使用した基板（試験体 Type I・II・III）のうち、モルタルに関する事項を表4に、コンクリートに関する事項を表5に、塗布材（CS-21）の概要および施工仕様に関する事項を表6に示す。

表4 モルタル基板に関する事項

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%
砂セメント比	3

表5 コンクリート基板に関する事項

セメント種類	普通ポルトランドセメント
水セメント比	55%（単位水量 176kg/m ³ ・セメント量 320kg/m ³ ） 65%（単位水量 176kg/m ³ ・セメント量 271kg/m ³ ）
細骨材比	46.1%（W/C=55%） 48.1%（W/C=65%）

表6 塗布材の概要および施工仕様

名称	CS-21
主成分	けい酸ナトリウム
塗布面の含水率（塗布前）	約6%（散水後、指触乾燥確認後に塗布）
塗布方法	刷毛塗り
塗布回数	2回
塗り重ね間隔	2.5時間（塗布材乾燥後の湿潤散水を含む）
塗布量	200g/m ² （150g/m ² +50g/m ² ）
含浸後の養生方法	温度 23±2℃・湿布養生 14日間

3.2.3 1) 外観観察試験の結果

(1) 試験概要

試験体 (type I : 100×100×50mm・モルタル) の試験面 (切断面、1 面) に、CS－21 を塗布する。
無塗布 (原状試験体) は別途作製する。

14 日後、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 5 に示す。

観察の結果、CS－21 塗布面に、光沢や変色などの著しい外観変化はなかった。湿布養生後であるため、わずかに変化 (濡れ色を呈する程度の変化) と判定された。

この結果から、CS－21 の塗布・浸透後の点検等の際にも、コンクリートを直接目視可能なことが確認された。

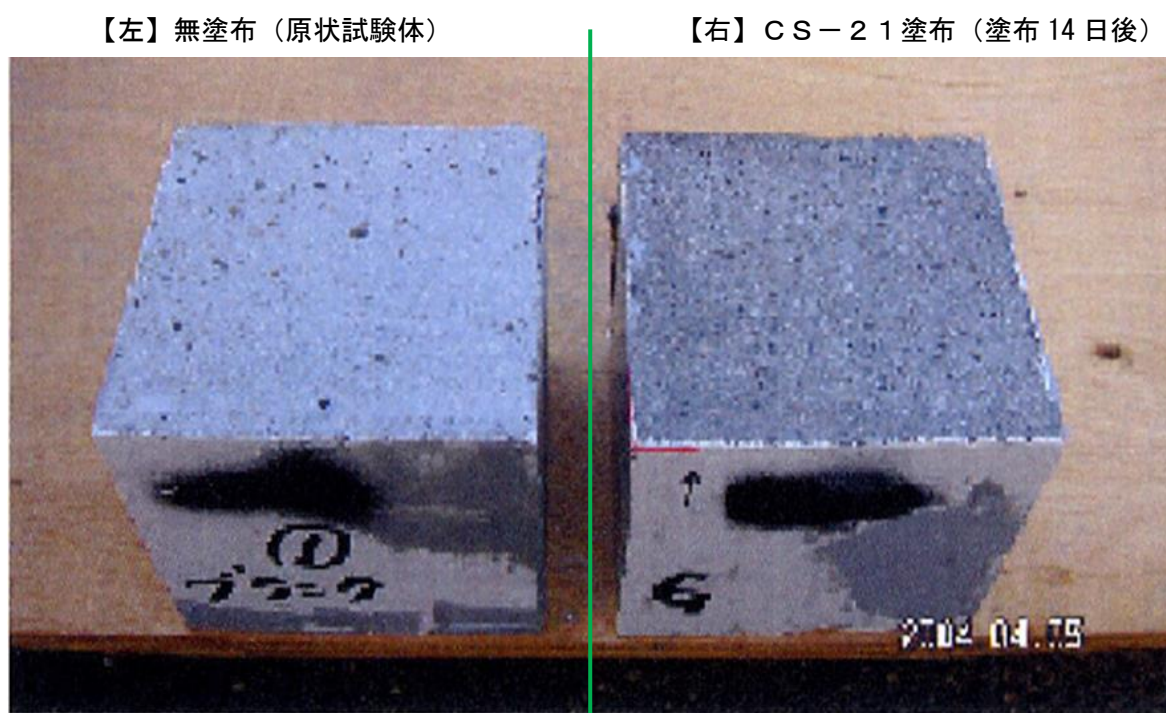


写真 5 外観観察試験結果

3.2.4 2) 透水量試験の結果

(1) 試験概要

試験体（typeⅡ：100mm角）の試験面（切断面、1面）に、CS－21を塗布する。無塗布（原状試験体）は別途作製する。

14日後、JIS A 6909 の 7.13（透水試験B法）に準じて、図4に示すように、試験面に透水試験器具を止め付けて、透水量試験を行う。なお、試験水が蒸発しないよう、パラフィン等をたらして試験する。

試験開始時から7日後の水頭の高さを読み取り、試験開始時の高さとの差から、透水量を算出し、無塗布（原状試験体）と比較する。

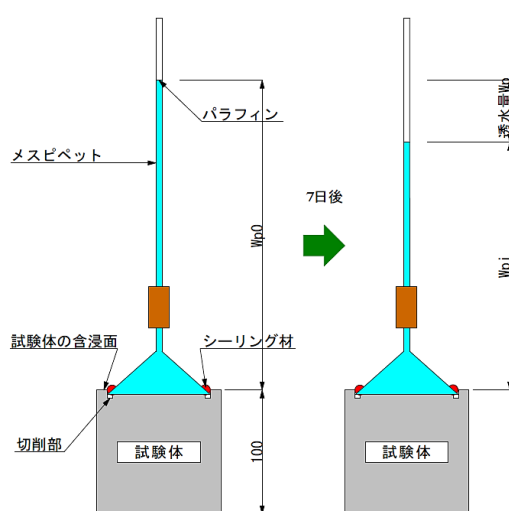


図4 透水試験器具と透水量試験の例

(2) 試験結果

透水量試験の結果（モルタル試験体）を表7に示す。

試験の結果、CS－21を塗布・浸透させた試験体の透水量は1.10m lであり、無塗布4.13m lに対し、透水比27%（抑制率73%）であった。

この結果から、CS－21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7 透水量試験の結果

試験体種類	透水量 (m l)	透水比 (%)	抑制率 (%)
無塗布（原状試験体）	4.13	—	—
CS－21	1.10	27	73

(3) けい酸塩系表面含浸材の透水量試験結果

前述の 表面含浸材の共通試験 のうち、けい酸塩系表面含浸材の透水量試験結果（試験基準よりも長い透水期間 63 日の結果）*を図 5～7 に示す。

* 土木学会：表面保護工法 設計施工指針（案） P212～217 4.3 表面含浸材の透水量試験 参照：資料中の表面含浸材 G・H・I・J＝けい酸塩系表面含浸材、『G』＝CS－21

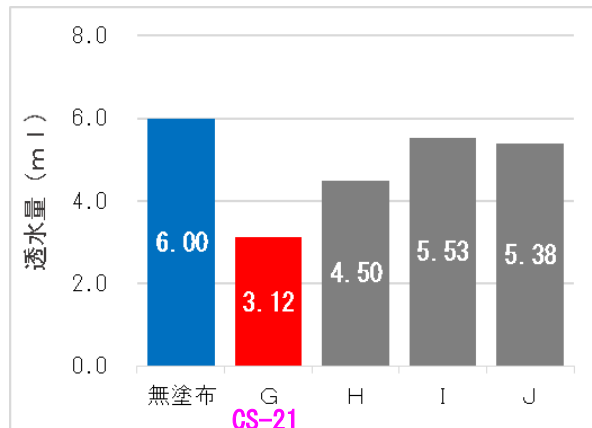


図 5 透水量試験結果グラフ（モルタル）

透水量試験

CS－21（記号 G）の
モルタル試験体の結果

透水比：52%

抑制率：48%

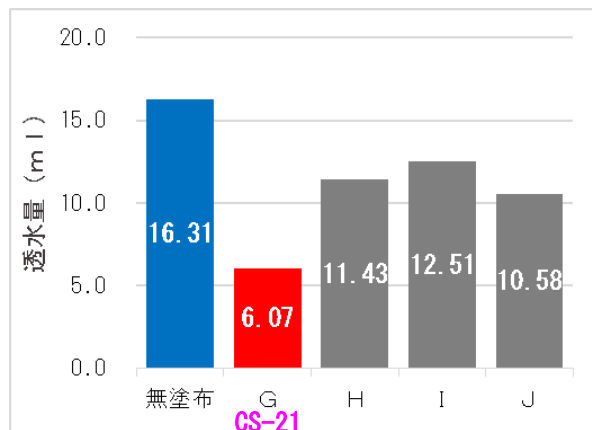


図 6 透水量試験結果グラフ（コンクリート W/C=55%）

透水量試験

CS－21（記号 G）の
W/C=55%コンクリート
試験体の結果

透水比：37%

抑制率：63%

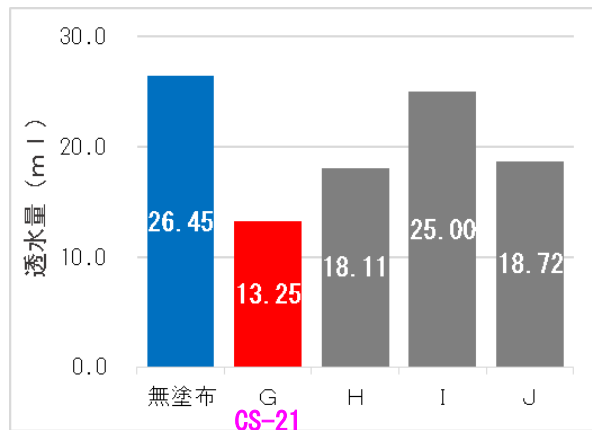


図 7 透水量試験結果グラフ（コンクリート W/C=65%）

透水量試験

CS－21（記号 G）の
W/C=65%コンクリート
試験体の結果

透水比：50%

抑制率：50%

3.2.5 3) 吸水率試験の結果

(1) 試験概要

試験体（typeⅡ：100mm角）の試験面（切断面、2面）に、CS－21を塗布する。無塗布（原状試験体）は別途作製する。

14日後、試験体の質量を測定し、図8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。

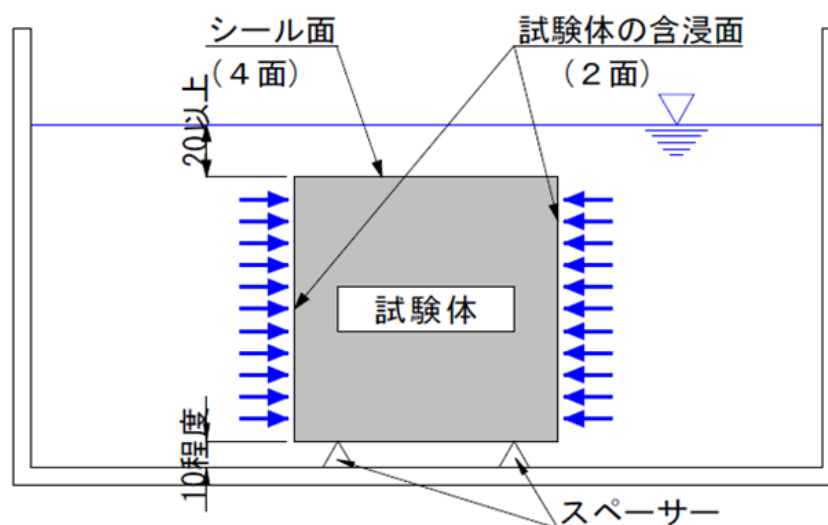


図8 試験容器と吸水率試験の例

(2) 試験結果

吸水率試験の結果（モルタル試験体）を表8に示す。

試験の結果、CS－21を塗布・浸透させた試験体の吸水率は0.61%であり、無塗布1.22%に対し、吸水比50%（抑制率50%）であった。

この結果から、CS－21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8 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）	1.22	—	—
CS－21	0.61	50	50

(3) けい酸塩系表面含浸材の吸水率試験結果

前述の 表面含浸材の共通試験 のうち、けい酸塩系表面含浸材の吸水率試験結果（試験基準よりも長い吸水期間 63 日の結果）*を図 9～11 に示す。

* 土木学会：表面保護工法 設計施工指針（案） P218～233 4.4 表面含浸材の吸水率試験 参照：資料中の表面含浸材 G・H・I・J＝けい酸塩系表面含浸材、『G』＝CS-21

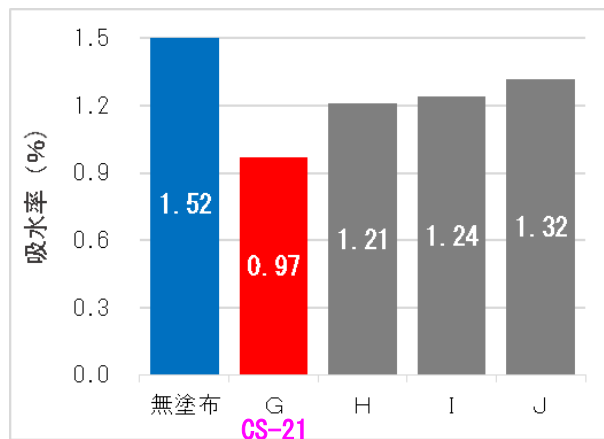


図 9 吸水率試験結果グラフ（モルタル）

吸水率試験

CS-21（記号 G）の
モルタル試験体の結果

吸水比：64%

抑制率：36%

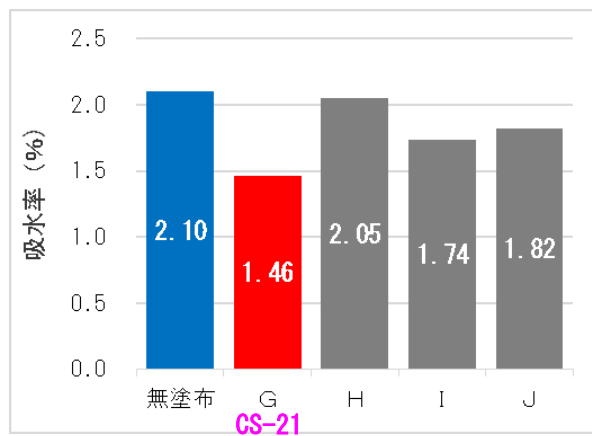


図 10 吸水率試験結果グラフ（コンクリート W/C=55%）

吸水率試験

CS-21（記号 G）の
W/C=55%コンクリート
試験体の結果

吸水比：70%

抑制率：30%

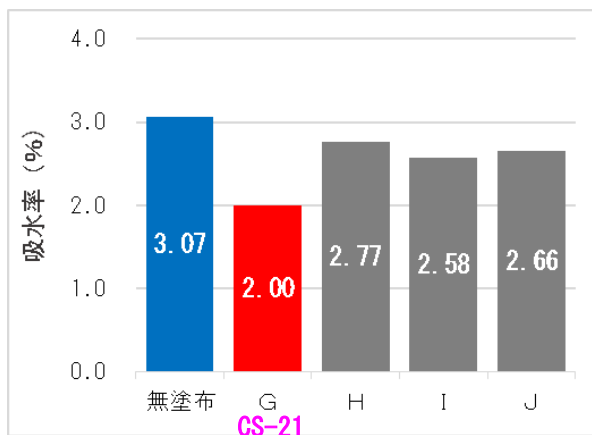


図 11 吸水率試験結果グラフ（コンクリート W/C=65%）

吸水率試験

CS-21（記号 G）の
W/C=65%コンクリート
試験体の結果

吸水比：65%

抑制率：35%

3.2.6 4) 中性化に対する抵抗性試験の結果

(1) 試験概要

試験体（typeⅡ：100mm角）の試験面（切断面、1面）に、CS－21を塗布する。無塗布（原状試験体）は、CS－21塗布面に対向する型枠に接していた面とする。

14日後、JIS A1153に準拠し、二酸化炭素濃度 $5\pm0.2\%$ 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、図12に示すように、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塗布面側と無塗布側をそれぞれ測定し比較する。

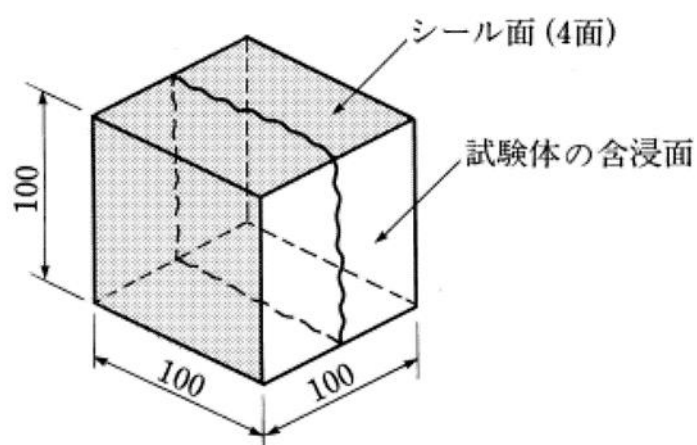


図12 試験面を2分割する割裂の例

(2) 試験結果

中性化に対する抵抗性試験の結果（モルタル試験体）を表9に示す。

試験の結果、CS－21を塗布・浸透させた試験体の中性化深さは2.87mmであり、無塗布5.86mmに対し、中性化深さ比49%（抑制率51%）であった。

この結果から、CS－21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9 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）	5.86	—	—
CS－21	2.87	49	51

(3) けい酸塩系表面含浸材の中性化に対する抵抗性試験結果

前述の 表面含浸材の共通試験 のうち、けい酸塩系表面含浸材の中性化に対する抵抗性試験結果（試験基準よりも長い促進期間 56 日の結果）*を図 13～15 に示す。

* 土木学会：表面保護工法 設計施工指針（案） P224 資料 図-23 表面含浸材の中性化深さ 参照：図中の材料種別 G・H・I・J＝けい酸塩系表面含浸材、『G』＝CS-21

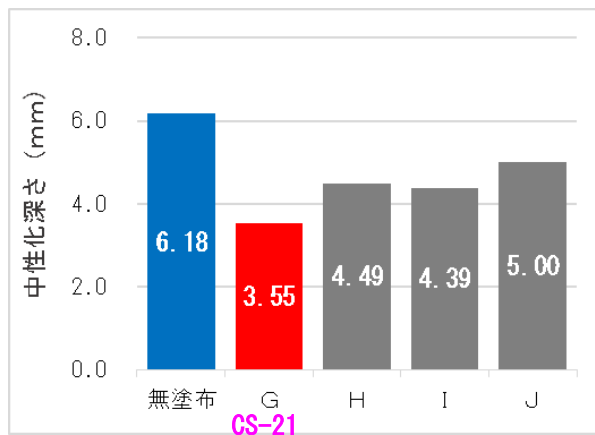


図 13 中性化に対する抵抗性試験結果グラフ（モルタル）

中性化に対する抵抗性試験

CS-21（記号 G）のモルタル試験体の結果

中性化深さ比：57%

抑制率：43%

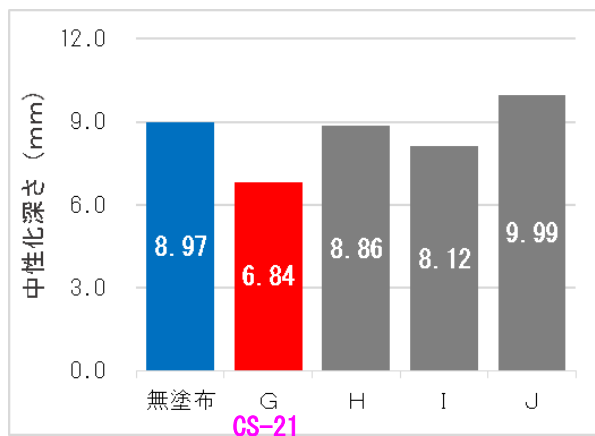


図 14 中性化に対する抵抗性試験結果グラフ（コンクリート W/C=55%）

中性化に対する抵抗性試験

CS-21（記号 G）の W/C=55% コンクリート試験体の結果

中性化深さ比：76%

抑制率：24%

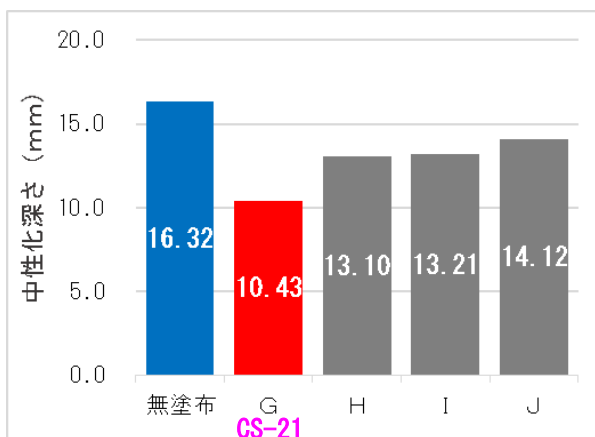


図 15 中性化に対する抵抗性試験結果グラフ（コンクリート W/C=65%）

中性化に対する抵抗性試験

CS-21（記号 G）の W/C=65% コンクリート試験体の結果

中性化深さ比：64%

抑制率：36%

3.2.7 5) 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（typeⅡ：100mm角）の試験面（切断面、1面）に、CS－21を塗布する。無塗布（原状試験体）は、CS－21塗布面に対向する型枠に接していた面とする。

14日後、図16に示すように、試験面が側面となるよう、塩水（濃度 $3\pm0.3\%$ 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塗布面側と無塗布側をそれぞれ測定し比較する。

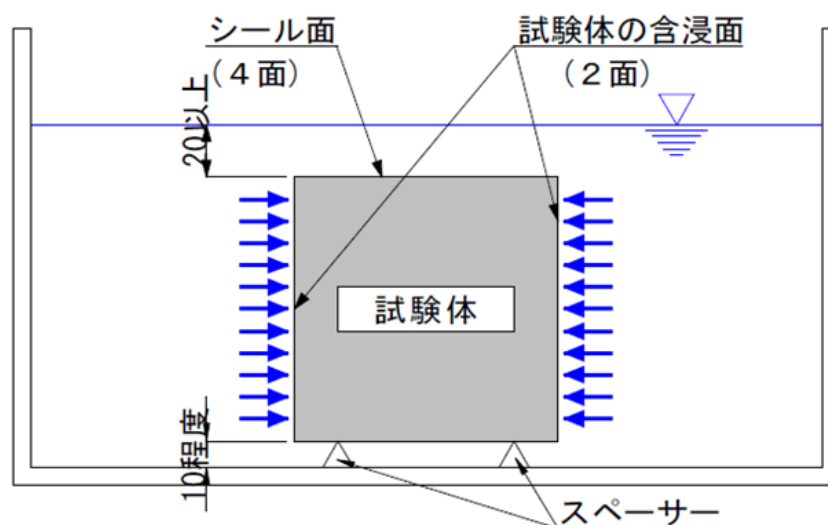


図 16 試験容器と塩化物イオンの浸透に対する抵抗性試験の例

(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（モルタル試験体）を表10に示す。

試験の結果、CS－21を塗布・浸透させた試験体の塩化物イオン浸透深さは10.4mmであり、無塗布12.7mmに対し、塩化物イオン浸透深さ比82%（抑制率18%）であった。

この結果から、CS－21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 10 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）	12.7	—	—
CS－21	10.4	82	18

(3) けい酸塩系表面含浸材の塩化物イオンの浸透に対する抵抗性試験結果

前述の 表面含浸材の共通試験 のうち、けい酸塩系表面含浸材の塩化物イオンの浸透に対する抵抗性試験結果（浸漬 63 日）*を 図 17～19 に示す。

* 土木学会：表面保護工法 設計施工指針（案） P225 資料 図-24 塩化物イオン浸透深さ 参照：図中の材料種別 G・H・I・J＝けい酸塩系表面含浸材、『G』＝CS-21

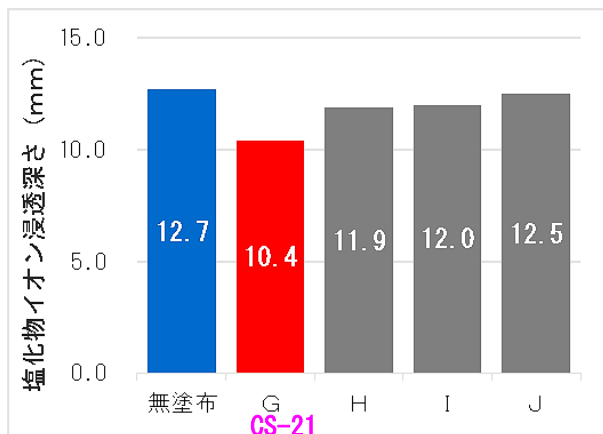


図 17 塩化物イオンの浸透に対する抵抗性試験結果グラフ
(モルタル)

塩化物イオンの浸透に対する抵抗性試験
CS-21（記号 G）のモルタル試験体の結果

塩化物イオン浸透深さ比：
82%
抑制率：18%

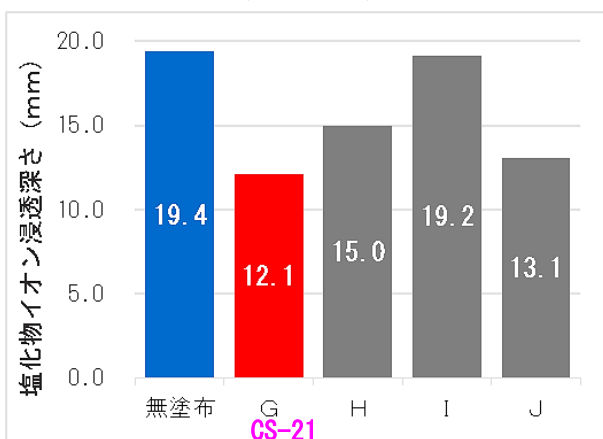


図 18 塩化物イオンの浸透に対する抵抗性試験結果グラフ
(コンクリート W/C=55%)

塩化物イオンの浸透に対する抵抗性試験
CS-21（記号 G）の W/C=55% コンクリート試験体の結果

塩化物イオン浸透深さ比：
62%
抑制率：38%

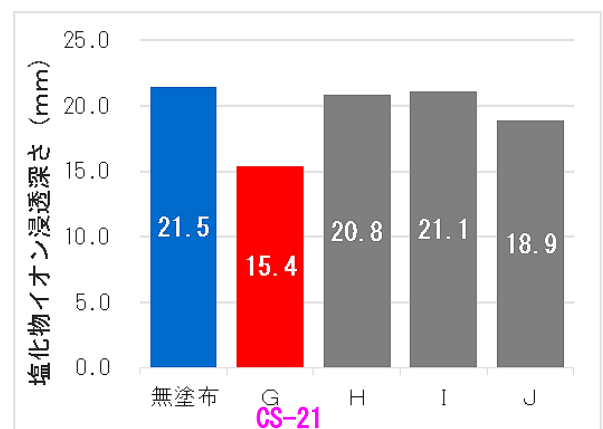


図 19 塩化物イオンの浸透に対する抵抗性試験結果グラフ
(コンクリート W/C=65%)

塩化物イオンの浸透に対する抵抗性試験
CS-21（記号 G）の W/C=65% コンクリート試験体の結果

塩化物イオン浸透深さ比：
72%
抑制率：28%

3.2.8 6) 透湿度試験の結果

(1) 試験概要

試験体（typeⅢ：100×100×20mm・モルタル）の試験面（型枠に接していた側面、1面）に、CS－21を塗布する。無塗布（原状試験体）は別途作製する。

14日後、図20に示すように、試験面が水面より10mm程度高くなるように水中に浸せきし、試験面に対向する面（吸水面）から、72時間吸水させる。吸水完了後、直ちに試験体を取り出し、吸水面をシールし、試験体の質量を測定する。その後、温度 $23\pm2^{\circ}\text{C}$ ・相対湿度 $(50\pm5)\%$ 環境下で、試験面を上にして7日間静置し、再度、試験体の質量を測定する。

試験開始前と試験後の質量から透湿量を求め、無塗布（原状試験体）と比較する。

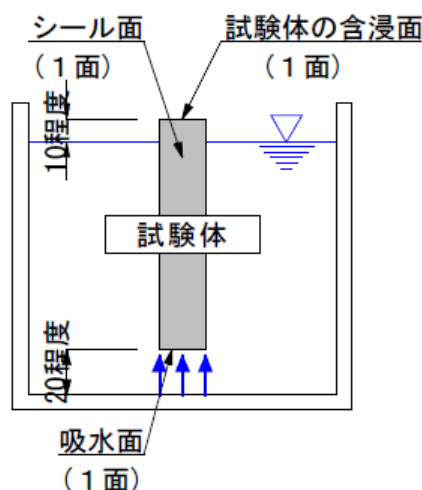


図 20 試験容器と透湿度試験の例

(2) 試験結果

透湿度試験の結果を表11に示す。

試験の結果、CS－21を塗布・浸透させた試験体の透湿量は0.20gであり、無塗布0.26gに対し、透湿比77%であった。

この結果から、CS－21を塗布・浸透させたコンクリート表層部は、透湿性を有していることが確認された。

表 11 透湿度試験の結果

試験体種類	透湿量 (g)	透湿比 (%)
無塗布（原状試験体）	0.26	—
CS－21	0.20	77

3.2.9 JSCE-K571 試験の評価基準による品質確認

土木学会：表面保護工法 設計施工指針（案）には、土木学会規準試験：JSCE-K571 表面含浸材の試験方法（案）の結果から、表面含浸材の品質を確認するための「評価基準*」があり、本指針（案）における材料分類、シラン系・けい酸リチウム系・けい酸ナトリウム系について、それぞれの評価基準が掲載されている。

* 土木学会：表面保護工法 設計施工指針（案） 工種別マニュアル編 表面含浸工マニュアル P165～167 参照

シラン系・けい酸リチウム系・けい酸ナトリウム系表面含浸材は、それぞれの効果発現メカニズムが異なるため、同一試験での性能比較は困難である。そのため、材料の種類ごとに評価基準が設定されている。

CS-21が該当する「けい酸ナトリウム系表面含浸材」の評価基準と、CS-21のJSCE-K571試験結果との品質確認結果を表12に示す。

表12 けい酸ナトリウム系表面含浸材の評価基準と、CS-21のJSCE-K571試験結果

評価項目		評価基準 グレード	CS-21* グレード／試験値		グレード 評価値
中性化に対する抵抗性	中性化抑制率	B	A	51%	A：30%以上 B：30～10% C：10%以下
塩化物イオン浸透抵抗性	塩化物イオン浸透抑制率	C	C	18%	A：80%以上 B：80～60% C：60%以下
透水に対する抵抗性	透水抑制率	C	B	73%	
吸水に対する抵抗性	吸水抑制率	C	C	50%	
透湿性	透湿比	B	B	77%	

* 試験標準であるモルタル基板（試験体）によるJSCE-K571試験結果

品質確認の結果、中性化に対する抵抗性、および透水に対する抵抗性については評価基準を上回っており、塩化物イオン浸透抵抗性・吸水に対する抵抗性・透湿性については評価基準を満たしていた。

この結果から、CS-21は、けい酸ナトリウム系表面含浸材の品質を確認するための「評価基準」以上の品質であることが確認された。

3.3 寒冷地域にて使用する表面含浸材の耐久性能試験

(1) 試験概要

寒冷地域にて使用する表面含浸材の耐久性能試験*〔表 13 に示すコンクリート試験体による土木学会規準試験：JSCE-K571 表面含浸材の試験方法（案）および凍結融解試験〕において、試験材料の一つに選定されたCS-21の結果を以下に示す。

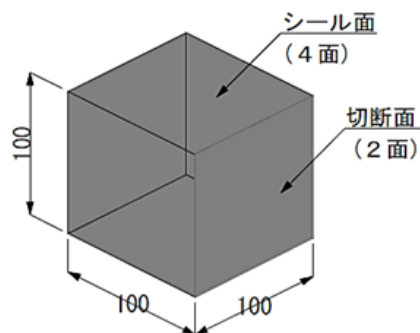
* 論文「寒冷地域にて使用する表面含浸材の耐久性能試験」，コンクリート工学年次論文集，Vol. 29，No. 2，2007 参照：論文中の表面含浸材 A=CS-21

表 13 試験概要

試験名	試験規格	試験体の種類*
吸水率試験	JSCE-K571	Type II
中性化に対する抵抗性試験		
塩化物イオン浸透に対する抵抗性試験		
凍結融解試験（水中凍結融解試験法 A 法）	JIS A 1148	Type IV

* 試験体 Type を図 21 に示す。

Type II



Type IV

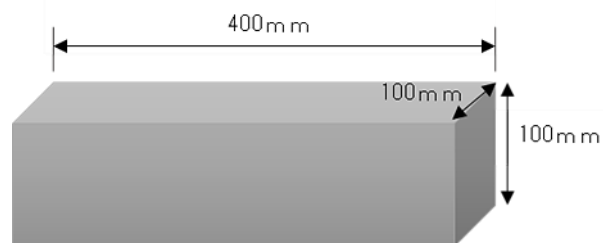


図 21 試験体（Type II・IV）概要図

(2) 試験体概要

試験に使用したコンクリートに関する事項を表 14 に、塗布材（CS-21）の概要および施工仕様に関する事項を表 15 に示す。

表 14 コンクリー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	55%（単位水量 154kg/m ³ ・セメント量 280kg/m ³ ）
細骨材率	45.5%

表 15 塗布材の概要および施工仕様

名称	C S - 2 1
主成分	けい酸ナトリウム
塗布面の含水率（塗布前）	約 6%（散水後、指触乾燥確認後に塗布）
塗布方法	刷毛塗り
塗布回数	2 回
塗り重ね間隔	2 時間（塗布材乾燥後の湿潤散水を含む）
塗布量	300 g / m ² （150 g / m ² × 2 回）
含浸後の養生方法	温度 23±2℃・相対湿度 60%±5%14 日間
準拠規格	JSCE-K571-2005 表面含浸材の試験方法（案）

(3) JSCE-K571 試験結果

コンクリート試験体による JSCE-K571 試験の結果を表 1 6 ～ 1 8 に示す。

試験の結果、C S - 2 1 を塗布・浸透させた試験体の吸水率は 0.32% であり、無塗布 1.12% に対し、吸水比 29%（抑制率 71%）、中性化深さは 5.1mm であり、無塗布 8.5mm に対し、中性化深さ比 60%（抑制率 40%）、塩化物イオン浸透深さは 7.4mm であり、無塗布 9.8mm に対し、塩化物イオン浸透深さ比 76%（抑制率 24%）であった。

この結果から、C S - 2 1 は、コンクリート表面から塗布することで、水・炭酸ガス・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 16 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）	1.12	—	—
C S - 2 1	0.32	28.5	71.5

表 17 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）	8.5	—	—
C S - 2 1	5.1	60.4	39.6

表 18 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）	9.8	—	—
C S - 2 1	7.4	75.5	24.5

(4) 凍結融解試験

①試験概要

試験体（typeⅣ：100×100×400mm）の全面（6面）に、CS－21を塗布する。無塗布（原状試験体）は別途作製する。

CS－21塗布後、13日間の気中養生後、24時間の水中養生を行い、JIS A1148に準拠し、所定の凍結融解サイクル*で凍結融解試験を実施した。

* +5℃ → -18℃ → +5℃ の1凍結サイクルを4時間とし、300サイクルまで繰り返し。

②試験結果

コンクリート試験体による凍結融解試験の結果を写真6・7、図22・23、表19に示す。

試験の結果、CS－21を塗布・浸透させた試験体は、300サイクル完了時点での外観観察、質量減少率・相対動弾性係数の測定結果から、無塗布に比べ、凍結融解抵抗性が向上することが確認された。



写真6 無処理：300 サイクル終了時



写真7 CS－21：300 サイクル終了時

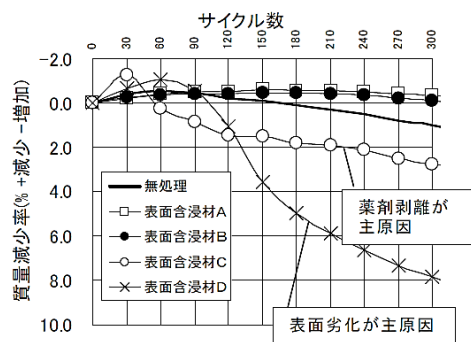


図22 質量変化図

(表面含浸材A=CS－21)

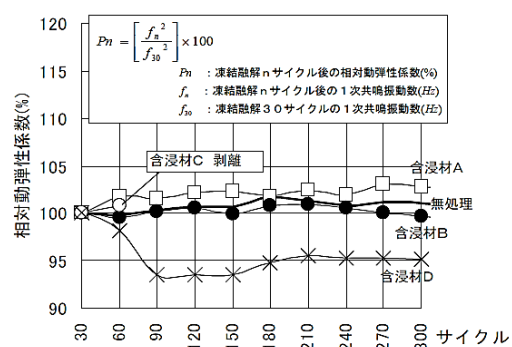


図23 相対動弾性係数変化図

(含浸材A=CS－21)

表19 凍結融解試験の結果

試験体種類	質量減少率 (%)	相対動弾性係数 (%)
無塗布（原状試験体）	0.99	101.1
CS－21	-0.35	102.8