

特許申請中

【完全無機材 白華防止セメント】

つげセメント



【使用例】大阪梅田駅北口ヤード 設計=(株)日建設計様
エフロ(白華)の出ないセメントとして4種類のテストの結果、日建設計様より「つげセメント」をご指定いただきました。



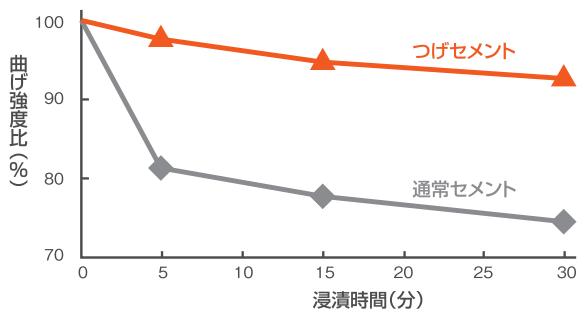
つげ石材株式会社

1 つげセメントの特徴

つげセメントの特徴

1. 酸に強い
2. カルシウム(CaO)が元々少ないセメント
3. 溶け出る CaO(炭酸カルシウム)をセメント内部で補強する
4. カルシウムの移動経路を遮断する
5. 無収縮セメントのように収縮変化が少ない

つげセメントの耐酸性試験



塩酸(塩化水素 12mol)に 30 分セメントを浸した試験体の曲げ強度比 (中部大学調べ)

テスト方法 コンクリートの溶解抵抗性を検討するために、4×40×140mm の薄い供試体を作成し、酸性溶液に浸された供試体の曲げ強度で評価することにより溶解抵抗性を検討しました。本研究では塩化水素 12mol の塩酸を用いることにより、促進養生条件としました。溶解試験では塩酸に浸漬する時間を 0 から 30 分としました。浸漬後は 20℃60% RH で 24hr 気中養生した後、曲げ強度試験に供しました。

結論 つげセメントは、通常セメントに比べて、耐酸性で 16.5 倍強いことがわかりました。

壁面の従来比較



(壁) 従来セメントの場合 (施工 6 ヶ月後)



(壁) 従来のエフロカット材混入の場合 (施工 4 ヶ月後)



(壁) **つげセメント**の場合
(施工 6 ヶ月後)

床面の従来比較



(床) 従来のセメントの場合 (施工 6 ヶ月後)



(床) **つげセメント**の場合
(施工 6 ヶ月後)

2 つげセメントの白華防止実験を下記の様に行いました

様々な調合条件を考慮し、
最適な白華防止セメントを
開発しました

壁上部から毎日散水することで、
白華の発生しやすい
劣悪環境を再現しました

劣悪環境下であっても、
つげセメントではほとんど白華が
生じないことを実証しました



実験条件

項目	内容	備考
使用石材	コバ積み	セメント目地が多く、目地モルタルも粗いため白華が発生しやすい
散水方法	朝晩2回 30分づつ散水	乾湿繰り返しが生じ白華を生じさせやすいため、施工翌日から実施
比較対象	従来技術（無処理のプレーンモルタル）、既存のエフロカット材、つげセメント	

実験結果

施工方法	白華発生日	観察結果
従来技術 (無処理のプレーンモルタル)	施工5日目に発生	
既存のエフロカット材	施工10日目に発生	施工直後はよく水をはじいた
つげセメント	—	施工6ヶ月後でもほとんど白華が目視できない



従来技術（1：3モルタル）で施工した壁
施工5日後に白華を確認



既存のエフロカット材を使用した壁
施工10日後に白華を確認



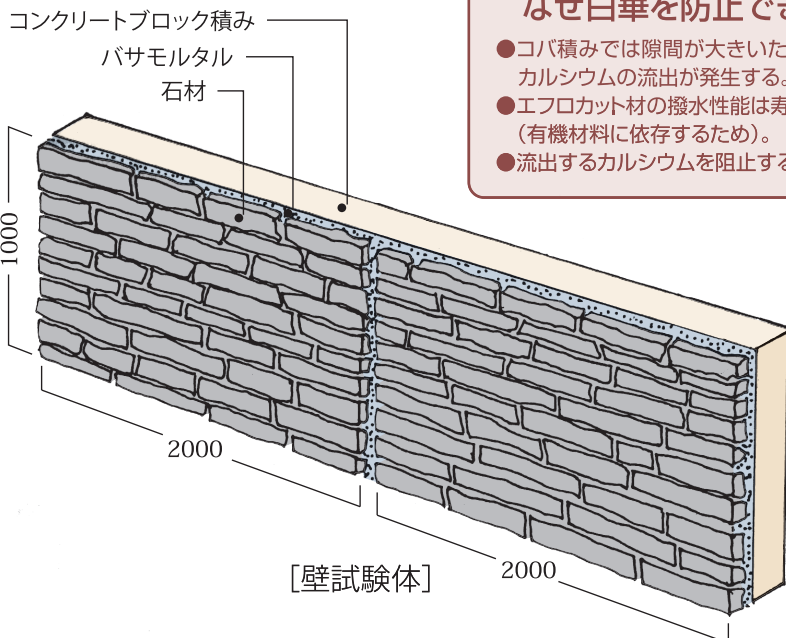
つげセメントで施工した壁
施工6ヶ月後でもほとんど白華が見られない

従来技術やエフロカット材は なぜ白華を防止できないか？

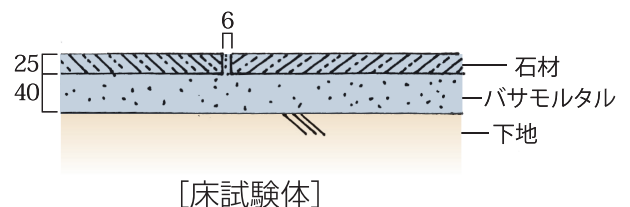
- コバ積みでは隙間が大きいので従来方法ではカルシウムの流出が発生する。
- エフロカット材の撥水性能は寿命が短い（有機材料に依存するため）。
- 流出するカルシウムを阻止する手だてがない。

つげセメントはなぜ 白華を防止できるのか？

- 無機材料で構成するため、耐久性が高い（特許技術）
- カルシウムが溶出する経路を遮断し瑕疵を作らない（特許技術）
- 溶出するカルシウムを制御している（特許技術）



※注）つげセメントと他のセメントと混ぜて使った場合は、白華現象防止効果はありません。



2 つげセメントの白華防止実験を下記の様に进行了

様々な調合条件を考慮し、最適な白華防止セメントを開発しました

壁上部から毎日散水することで、白華の発生しやすい劣悪環境を再現しました

劣悪環境下であっても、つげセメントではほとんど白華が生じないことを実証しました



実験条件

項目	内容	備考
使用石材	コバ積み	セメント目地が多く、目地モルタルも粗いため白華が発生しやすい
散水方法	朝晩2回 30分づつ散水	乾湿繰り返しが生じやすく白華を生じさせやすいため、施工翌日から実施
比較対象	従来技術（無処理のプレーンモルタル）、既存のエフロカット材、つげセメント	

実験結果

施工方法	白華発生日	観察結果
従来技術（無処理のプレーンモルタル）	施工5日目に発生	
既存のエフロカット材	施工10日目に発生	施工直後はよく水をはじいた
つげセメント	—	施工6ヶ月後でもほとんど白華が目視できない



従来技術（1：3モルタル）で施工した壁
施工5日後に白華を確認



既存のエフロカット材を使用した壁
施工10日後に白華を確認



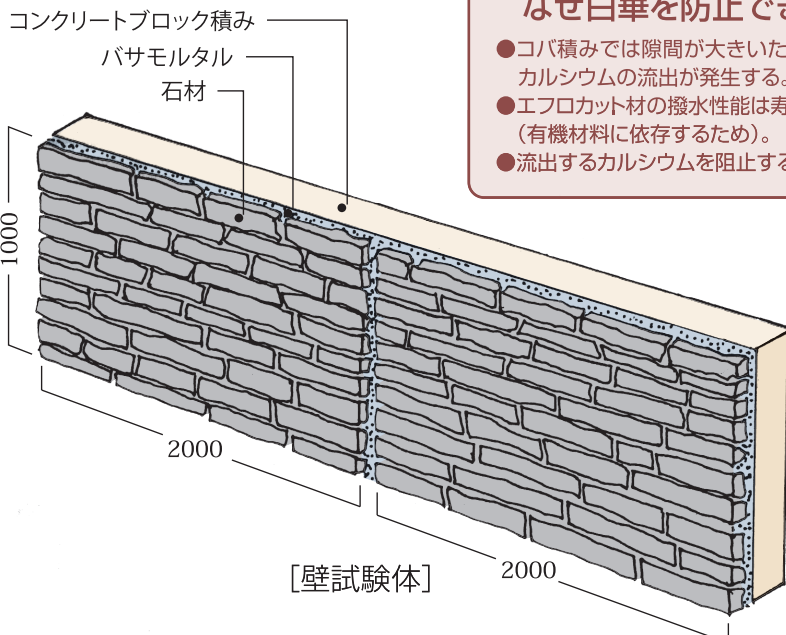
つげセメントで施工した壁
施工6ヶ月後でもほとんど白華が見られない

従来技術やエフロカット材はなぜ白華を防止できないか？

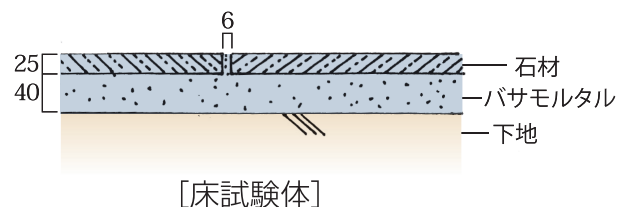
- コバ積みでは隙間が大きいため従来方法ではカルシウムの流出が発生する。
- エフロカット材の撥水性能は寿命が短い（有機材料に依存するため）。
- 流出するカルシウムを阻止する手だてがない。

つげセメントはなぜ白華を防止できるのか？

- 無機材料で構成するため、耐久性が高い（特許技術）
- カルシウムが溶出する経路を遮断し瑕疵を作らない（特許技術）
- 溶出するカルシウムを制御している（特許技術）



※注）つげセメントと他のセメントと混ぜて使った場合は、白華現象防止効果はありません。



3 つげセメントの原理

1. カルシウムの移動経路を遮断する

バサモルタル（コンクリート）中の微細なひび割れを浸潤した水に乗ってカルシウムは移動します。バサモルタルの空隙率（8%程度）は、普通のコンクリート（4%程度）よりも大きいことから、さらにカルシウムが移動しやすくなります。そこでつげセメントでは、カルシウムが移動する経路を遮断するために、以下の4つの手法をとりました（いずれも特許技術）。

- (1) 微細なひび割れや空隙への水の侵入を防ぐ
- (2) バサモルタルに生じる微細なひび割れを防止する
- (3) 微細なひび割れが連続しないよう分散させる
- (4) バサモルタル特有の空隙量は減らさず分散させる

2. カルシウム総量を減らす

バサモルタル中のセメント分は普通のコンクリートよりは少ないのですが、それでも白華の原因となるには十分な量があります。カルシウムは普通ポルトランドセメント中に含まれていることから、この普通ポルトランドセメントの使用量を減らすことでカルシウムの総量を減らしました。ただし、ペースト量を確保するために潜在水硬性を持つ高炉スラグ微粉末を相当量加えております。つげセメントでは、微粉末の種類（ブレン値・成分）や添加量を独自の理論で絶妙にブレンドすることで、従来品と同等程度の作業性や仕上げ性を確保しました。それでも、若干凝結や初期強度の発現が遅くなりますので、従来品に比べて以下の4点の注意が必要です。

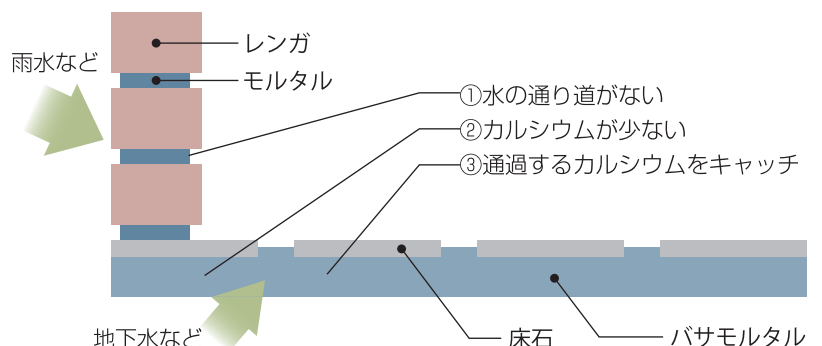
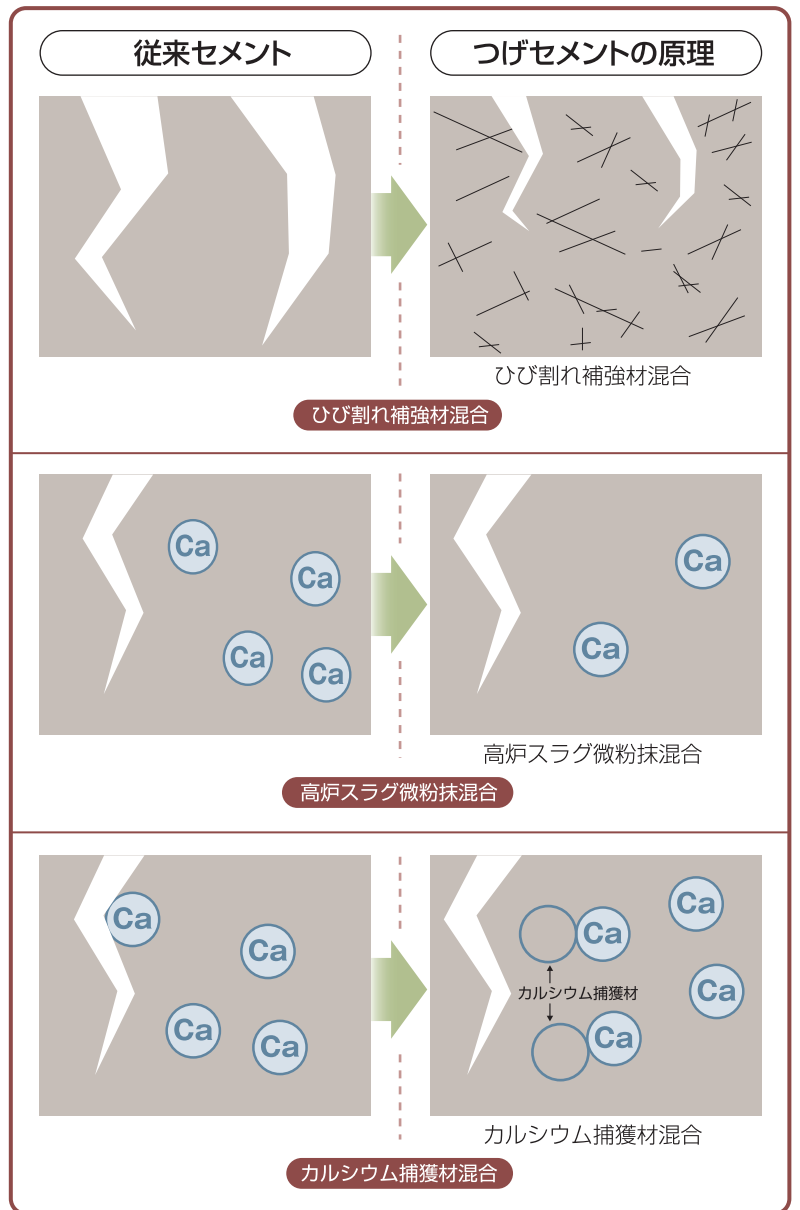
- (1) 下地の大きな不陸や異物はあらかじめ取り除く
- (2) 垂直部位では、一度に積上げる高さを従来の8割以下とする
- (3) 水平部の場合は、薄ベニヤなどで養生しながら施工し、施工直後は過大な荷重を掛けない
- (4) 施工終了後に2日以上養生期間をおく（荷重を掛けない）

3. カルシウムを捕獲する

上記2つの対策をしても、それでも若干のカルシウムが流出してしまいます。わずかに流れ出る水溶カルシウムを、外に出る前、すなわちバサモルタル躯体の中を移動している間に捕獲する捕獲材料を導入しました。これを大量に添加すると、本来水和反応すべきカルシウムまで捕獲して強度発現しなくなってしまうので、つげセメントでは、十数種類あるカルシウム捕獲素材を厳選し、コンクリートの凝結や強度発現に悪影響を及ぼさない範囲で捕獲能力が最大限に発揮できるブレンドを検討しました。それでも、若干凝結や初期強度の発現が遅くなりますので、上記の注意事項をお守り下さい。

4. 総合的な作用

つげセメントでは、独立空隙を有するバサモルタルを形成し、微細なひび割れを減少・分散させることで、水の侵入を防ぎます。これらによりカルシウムが水溶し溶け出すのを防ぎます。カルシウムの使用量を従来品よりも減らしており、さらに万が一、漏れ出ようとしたカルシウムも捕獲材でキャッチすることにより、白華の原因物質を仕上げ表面に出さない工夫をしています。



共同研究者

渡辺 健治 ●Kenji Watanabe

中部大学教授／工学博士／一級建築士

経歴

名古屋大学大学院修了
大成建設 技術研究所勤務
現在に至る

完全無機材 白華防止セメント つげセメント
岐阜県中小企業技術開発促進補助金を受けて実施した事業

4 エフロの出ないセメントの選定実験（大阪梅田駅での選定実験方法）

1. 試験の目的

セメントの選定

壁及び床の石裏に詰める裏込め敷きモルタルからのエフロ発生の確認をする為に各種材料の比較をし、材料の選定をします。

2. 試験体について

○セメントの選定試験に使用する試験体

サイズ：厚 100mm 縦 300mm 横 300mm

バサモルタルの配合

セメント：砂：水=1：4：握って団子になる程度（床敷石を想定）

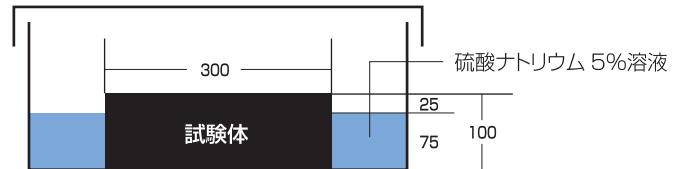
水量を統一し、5日養生、脱型後一週間で試験開始

【使用材料】

番号	セメント	メーカー	砂	水
①	普通ポルトランド	—	川砂	水道水
②	普通ポルトランド+エフロカット	—	川砂	水道水
③	高炉セメント	—	川砂	水道水
④	つげセメント	つげ石材株式会社	川砂	水道水

3. 試験方法について

エフロ促進を速めるために試験体を硫酸ナトリウム 5% 溶液に浸し放置し、3 週間～4 週間後バサモルタルのエフロ状態を観測します。



エフロ発生量を目視確認後つげセメント採用決定!

5 石材の変色に対する「つげセメント」の裏面処理効果

石材の変色の原因

①石には、磁硫化鉄鋼が鉱物として微量に含まれますが、これが石材の変色の原因です。

②どのように変色するか…

- 石材の中の雲母・方解石・黄鉄鉱（磁硫化鉄鋼物）の結晶の微量なひびが、水分の浸透を起こします。
- この水分がセメントのアルカリ性質を低下させるとともに、水分自体が酸化され、その結果磁硫化鉄鋼（FeS）や黄銅鉄（CuFeS₂）のような磁鉄鋼（Fe₃O₄）を酸化させて、石材の表面にサビ等変色の黄褐色を出します。
- これらの鉱物は、0.5 ミクロン以下の微小な鉱物で、現代の分析器でもなかなか見つけにくくなっています。
- 地中深く石材が存在する場合は、酸化還元作用が起こりにくく、地上で原石を割って機械で切断した時、この酸化還元作用が発生し、黄変等の変色を起こし易い環境になっています。

石材の裏面処理とは？

①石材変色の原因の水分を遮断して、石材を保護するのが目的です。

②石材裏面処理の欠点…

- 現在の処理剤は、石の微小なヒビ等にも浸透するように、フッ素樹脂やシリコン化合物等の混合体で作られているが、これらは有機物であるため経年変化には耐えられません。従って長期使用では、効果無くなってしまいます。
- 施工時のセメントモルタルとの接着性は相当悪く、床などでは目地で石材を支えるかたちで、床石が浮いた状態になります。
- また、水分を遮断するための裏面処理なら、石の小口にも塗布しない限り、裏面だけでは不十分であるが、現実には施工時に石材をカットして施工しなければならないため、石材の小口塗布には無理があります。

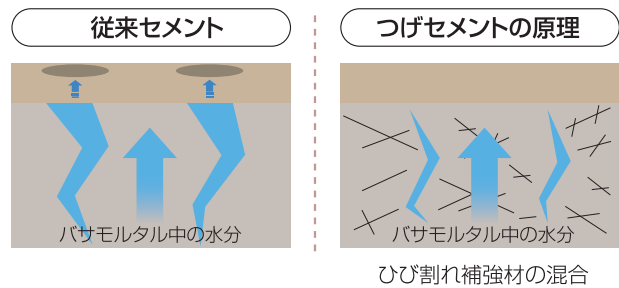
つげセメントの裏面効果とは？

- ①石材の黄変の原因のひとつ＝水が、従来のセメントに比して、つげセメントは水の通り道を遮断しています。
また、ブリーチング試験の結果セメントから分離する水分量は、「従来のセメントのブリーチング率＝24.5%」
「つげセメントのブリーチング率＝14.5%」と、約3倍の水の分離率の低減をしていることがわかり、明確に水による黄変原因に効果があります。
 - ②セメントのアルカリ性質を、従来のセメントは経年変化とともに低下していきませんが、つげセメントは元々アルカリ性質自体少なく、かつ水分によってアルカリ性質を溶解させにくい性質を持つため、磁鉄鉱等を酸化させにくく、その結果石材の黄変等に効果が見られます。
- 以下の手法により、従来のセメントを用いたバサモルよりも水の移動を防ぐ効果があります。

1. ひび割れ補強材混合により、ひび割れを防ぎ、水の通り道を防ぐ

石材の変色までの流れ

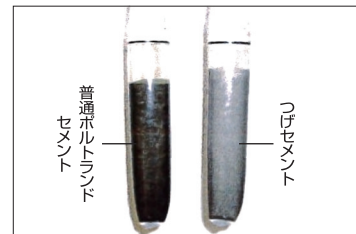
- ①バサモルタル中の水分が、ひび割れを通して石材へ移動
- ②石材の裏面から水が石材へ移動
- ③石材中の鉱物や組織が水を含むことで酸化・溶解が助長され、変色



ひび割れ補強材を混合することで、ひび割れによる水の通り道が減り、変色軽減に繋がります。

2. 施工時、水の分離を防ぐ

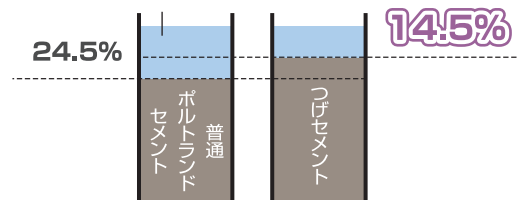
ブリーディング試験内容
… JSCE-F 522-1999



材料の配合と実際のブリーディング率

材 料	配 合		ブリーディング率
	セメント量	水量	
つげセメント	100	80	14.5%
普通ポルトランドセメント	100	80	24.5%

ブリーディング水（材料から分離した水）



つげセメントは普通ポルトランドセメントに比べ、水が分離しにくく、施工時に発生する余分な水分が石材へ侵入するのを軽減してします。

上記のように、つげセメントは石材表面の変色に起因する石材裏面への水の移動を防ぐことで、石材の変色が発生しにくい材料仕様になっています。

結論 以上の結果から、つげセメントの利用価値は、

①元々、白華防止セメント

②裏面処理の必要が無いいため、そのコストが削減できる

以上の特徴を持っています。

6 白華現象(エフロエッセンス)とは?

コンクリートやモルタルは水酸化カルシウムなどの結合により堅固な構造を成しています。このカルシウム分がコンクリートやタイル・石など仕上げ表面に染み出して固まると、白い花が咲いたように見えることから、白華現象といいます。英語ではエフロレッセンス(Efflorescence)といいます。溶け出すカルシウム量は体積的にわずかであることから、白華現象が生じても躯体の構造力学的には問題は無いのですが、意匠・美観上の問題となります。

中部大学内で採取したエフロレッセンスの成分分析結果を下図に示します。わずかに不純物が混ざっていますが、その主成分は炭酸カルシウム(CaO)ということが分かります。これは塩酸を含むトイレ用洗剤などで洗い落とすことができますが、発生する原因を突き止めて修繕しない限り、時間経過とともに再び発生することになります。できることならば、白華現象が生じないような施工をすることが一番です。

エフロの組成分析結果

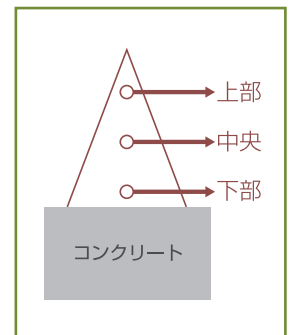
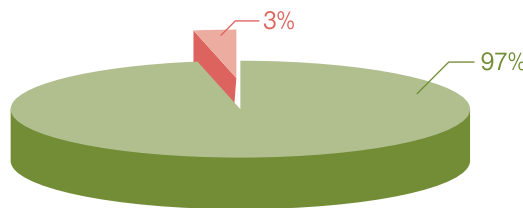
(エフロレッセンスの組織データ)

	上部	中央	下部
CaO	97.9	98.3	94.7
MgO	0.59	0.28	0.52
SiO ₂	0.45	0.42	2.33
SrO	0.22	0.31	0.67
Al ₂ O ₃	0.22	0.22	0.73
Na ₂ O	0.17	0.17	0.31
Fe ₂ O ₃	0.13	0.15	0.39

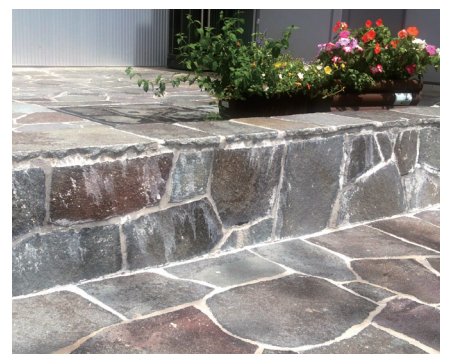
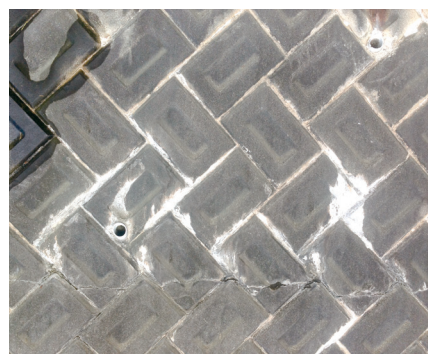
	CaO	MgO	SiO ₂	SrO	AL2O3	Na2O	Fe2O3
内訳	96.97	0.46	1.07	0.40	0.39	0.22	0.22

	CaO	その他
内訳	97.0	3.0

■ CaO ■ その他

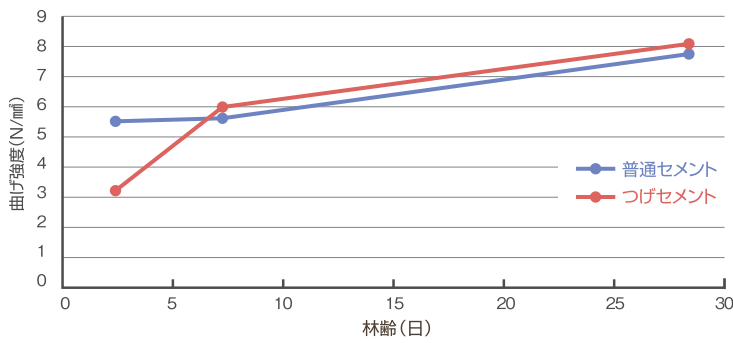


【白華現象の例】



7 つげセメントの試験結果

曲げ強度試験結果

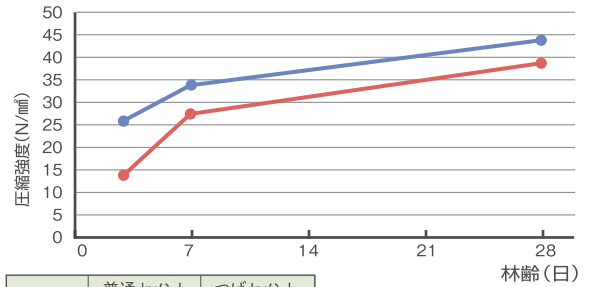


	普通セメント	つげセメント
3日後	5.63 N/mm ²	3.25 N/mm ²
7日後	5.76 N/mm ²	5.91 N/mm ²
28日後	7.91 N/mm ²	8.21 N/mm ²

注) 水セメント比 50% JIS R 5201 準拠

ひび割れ補強材が入るため、曲げ強度は普通と同等程度に向上します。

圧縮強度試験結果

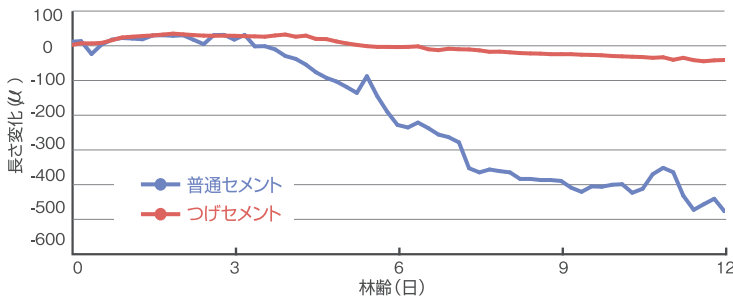


	普通セメント	つげセメント
3日後	26.0 N/mm ²	14.1 N/mm ²
7日後	34.9 N/mm ²	27.7 N/mm ²
28日後	44.7 N/mm ²	38.5 N/mm ²

注) 水セメント比 50% JIS R 5201 準拠

普通ポルトランドセメントが減るため、圧縮強度は若干低くなります。

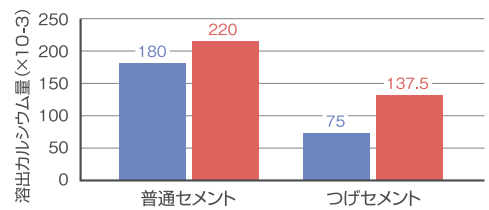
長さ変化試験



注) 埋め込みゲージ法(供試体寸法φ5×10cm)

普通ポルトランドセメントに比べて緩やかな乾燥収縮です。

カルシウム溶出試験結果



	普通セメント	つげセメント
1日目	180	75.0
3日目	220	137.5

注) φ5×10cm 供試体を水中に浸けた時に溶出するカルシウム量を計測
普通に比べてカルシウムの溶け出るスピードが遅くなります。

Q&A

Q1 タイルの白華防止にも使えますか？

A1 タイルの白華はコンクリート下地躯体の動きやひび割れが原因である場合が多いので、白華防止とならない場合があります。

Q2 有害物質が流出したり土壌汚染の危険はありますか？

A2 使われている材料のほとんどはコンクリート製品で使われているものばかりです。一般のコンクリートに使われていない素材もありますが、これらは無機系で結合力の強い(耐久性の高い)素材を使用しており、土壌汚染の心配は有りません。

Q3 夏期や冬期での施工で注意点はありますか？

A3 凝結速度が通常のバサモルタルよりも 1~2 割程度遅くなります。気温の低い冬期は凝結がさらに遅くなりますので、十分な養生期間が取れない場合は使用しないで下さい。夏期は通常の施工と同様な取り扱いで構いません。

Q4 破断面に緑色の物質が見えますが何ですか？

A4 高炉スラグ微粉末中の鉄分(2 価)とカルシウム捕獲材の化学反応です。空気に触れると化学反応が進んで、灰白色の普通の色になります。有害物質ではありません。

Q5 断面欠損したコンクリート躯体の補修用に使えますか？

A5 セメントの組成は高炉セメント B 種(BB) に似ていますが、補強材やカルシウム捕獲材などを混合しているため、凝結性や強度発現性では

Q6 天然温泉などの風呂場に使えますか？耐久性はどうですか？

A6 温泉などに含まれる硫化物などに侵されにくい設計をしております。施工後の養生期間を通常よりも 2~4 日程度長い設定して下さい。

【総代理店】



つげ石材株式会社

(岐阜県経営革新計画県知事承認企業)

本社・工場 / 〒509-8301 岐阜県中津川市蛭川 3288 番地 21
TEL 0573-46-0001(代) FAX 0573-45-2041
E-mail : info@tsuge-sekizai.co.jp
URL http://www.tsuge-sekizai.co.jp
東京支店 / 〒144-0051 東京都大田区西蒲田 7-5-3 大明ビル
TEL 03-6424-8571 FAX 03-3736-8196
E-mail : cig53800@syd.odn.ne.jp

【発売元】