

低添加型コンクリート用膨張材

デンカパワーCSA

国土交通省新技術情報検索システム(NETIS)登録済

登録番号 KT-040018-V (タイプ S・タイプ R)

KT-130059-A (タイプ T)



写真：ららぽーと新三郷（協力：ららぽーとマネジメント株式会社）



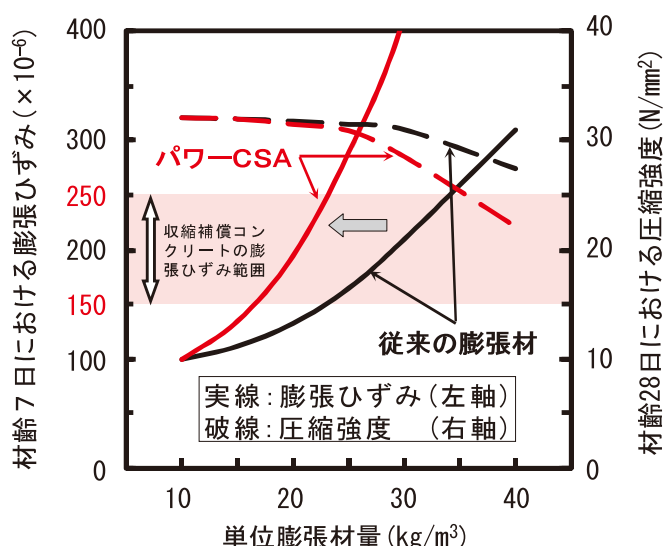
Denka

コンクリート構造物のひび割れへの挑戦

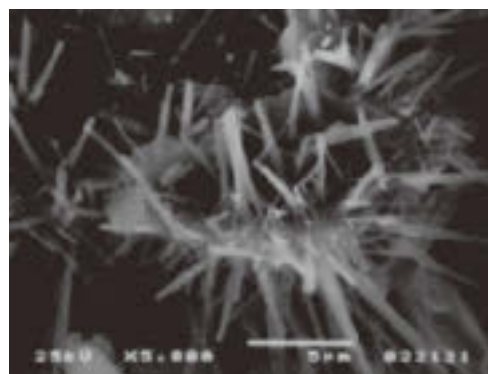
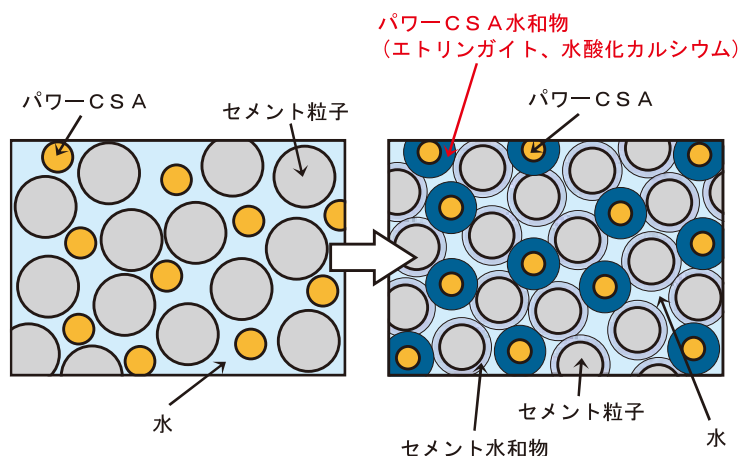
コンクリート構造物のひび割れによる弊害は、ひび割れからの水の進入などでコンクリート内部鉄筋が劣化することによる耐久性の低下やひび割れによりコンクリートの外観を損ねるといったものです。最近では従来の仕様規定型の設計体系から、性能照査型の設計体系への移行に伴い、ひび割れが耐久性に与える影響についても定量的に検討されるようになってきました。そこで膨張材「デンカパワーCSA」はひび割れ低減や曲げ耐力の向上の観点から性能照査の材料として注目されています。

デンカは膨張材のエキスパートです

当社は1964年より膨張材「デンカCSA」(エトリンガイト系)を開発・販売を開始して以来、45年以上の長年に渡る実績を積み重ねてきました。しかし、その歴史に慢心することなく、デンカの膨張性をもたらすエトリンガイト生成コントロール技術の確立とともに、遊離石灰の反応コントロール技術を高めてきた結果、それらの技術を集約する事により次世代低添加型膨張材「デンカパワーCSA」(エトリンガイト・石灰複合系)を2001年に開発・販売を開始しました。これにより低添加で従来の膨張材と同等の効果が得られ、コスト削減を実現し、より多くの方にご使用頂く事となりました。



パワーCSAが膨張する概念図



パワーCSAの水和生成物の1つである「エトリンガイト」のSEM画像です。このエトリンガイトと水酸化カルシウムが生成されることでコンクリートを膨張させ、収縮補償を行います。

パワーCSAの組成

パワーCSAの鉱物組成(測定例)は以下のようになっています。

	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	SO ₃	合計	f-CaO
デンカパワーCSA	1.0%	0.8%	7.2%	70.6%	18.5%	98.1%	49.8%

【測定例】

パワーCSAの種類と概要

デンカパワーCSAタイプS (JIS A 6202 適合品)



冬期塗床仕上げのコンクリートにも問題なくご使用頂けます。

標準使用量

標準はセメントと置換（内割）して $20\text{kg}/\text{m}^3$ を使用して下さい。
※膨張材の調（配）合は単位セメント量や単位結合材量（セメントと膨張材を合わせた量）を考慮して決定します。

用途

一般建築・土木構造物の体積変化によるひび割れの低減
・乾燥収縮ひび割れの低減
・自己収縮ひび割れの低減

適用例

土間、合成スラブ、デッキスラブ、壁、柱梁、床版、高欄、橋脚、橋台、地覆ボックスカルバート、舗装用コンクリート覆工コンクリート、上下水道、地下ピット耐震補強、高流動コンクリート自己充填コンクリート、高強度コンクリート

荷姿

20kg 紙袋、1t フレコン、バラ



【施工例】

デンカパワーCSAタイプR



標準使用量

標準はセメントと置換（内割）して $20\text{kg}/\text{m}^3$ を使用して下さい。
※膨張材の調（配）合は単位セメント量や単位結合材量（セメントと膨張材を合わせた量）を考慮して決定します。

用途

一般建築・土木構造物の体積変化によるひび割れの低減
・温度ひび割れの低減
・乾燥収縮ひび割れの低減
・自己収縮ひび割れの低減

適用例

大型上下水道、地下ピット、機械基礎橋脚、橋台、ボックスカルバート高流動コンクリート、高強度コンクリートマッシュなコンクリート全般

荷姿

20kg 紙袋、1t フレコン、バラ



【施工例】

デンカパワーCSAタイプT



標準使用量

単位セメント量に関わらず、セメント外割（通常、細骨材置換）で $20\text{kg}/\text{m}^3$ を使用して下さい。

用途

トンネル覆工コンクリートの体積変化によるひび割れの低減
・温度ひび割れの低減
・乾燥収縮ひび割れの低減
・自己収縮ひび割れの低減

適用例

トンネル覆工コンクリート

荷姿

20kg 紙袋、1t フレコン、バラ

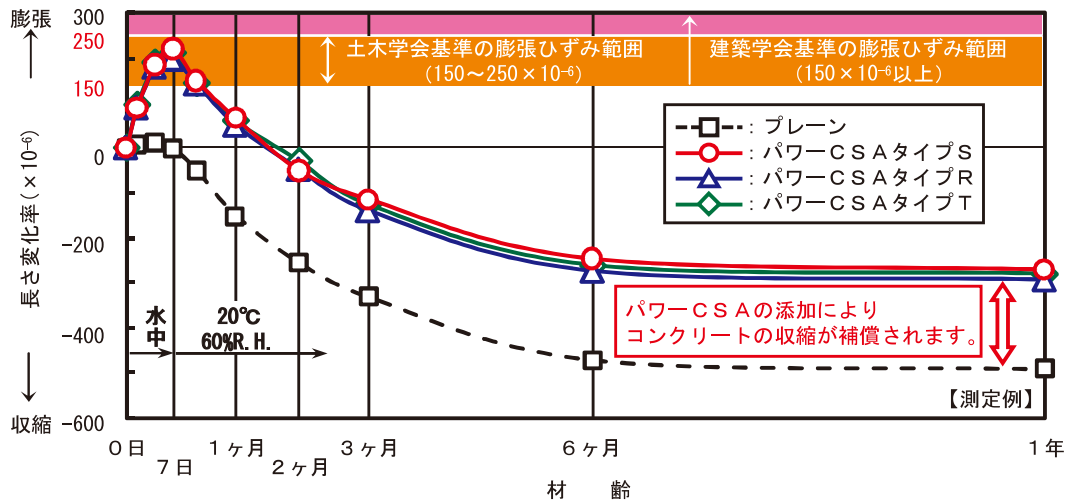


【施工例】

パワーCSAの物性（硬化性状）

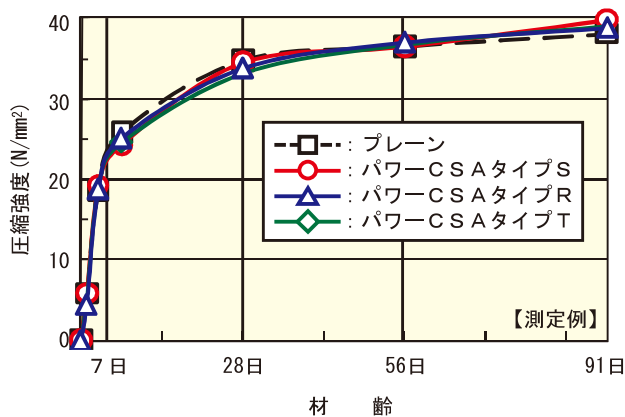
◆ 長さ変化率（JIS A 6202：1997 附属書2 B法に準拠）

パワーCSAを混和することにより、コンクリートの収縮が補償され、ひび割れ低減に効果を発揮します。パワーCSAの種類によって、その収縮補償効果は変わりません。

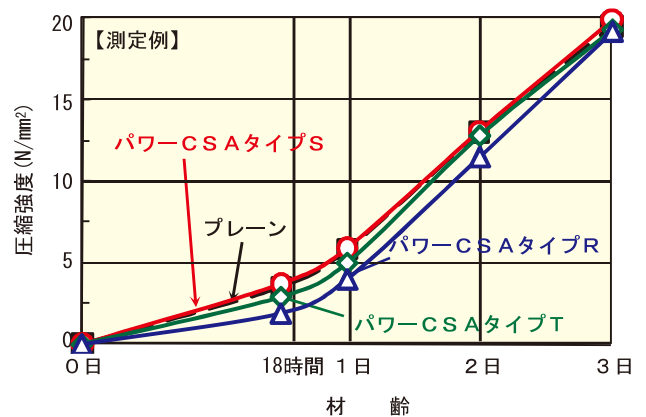


◆ 圧縮強度（JIS A 1108：2006 に準拠）

パワーCSAを混和することによる圧縮強度への影響はありません。ただし、パワーCSAタイプTを混和した場合は材齢1日程度まで、パワーCSAタイプRを混和した場合は材齢3日程度まで、プレーンよりも強度発現が低くなる傾向があります。この現象はこれらのタイプに水和抑制剤が添加されているため、長期的な圧縮強度への影響はありません。

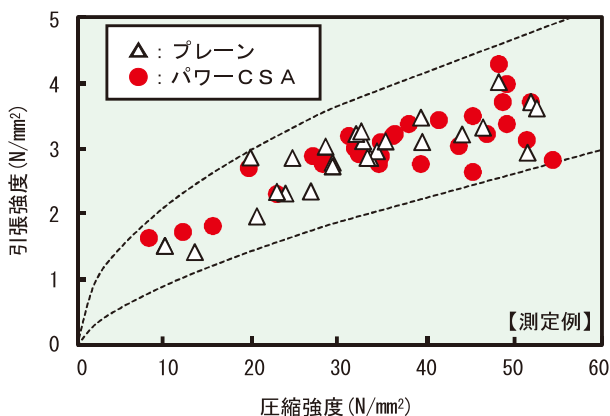


材 齢 3 日
ま での 詳 細



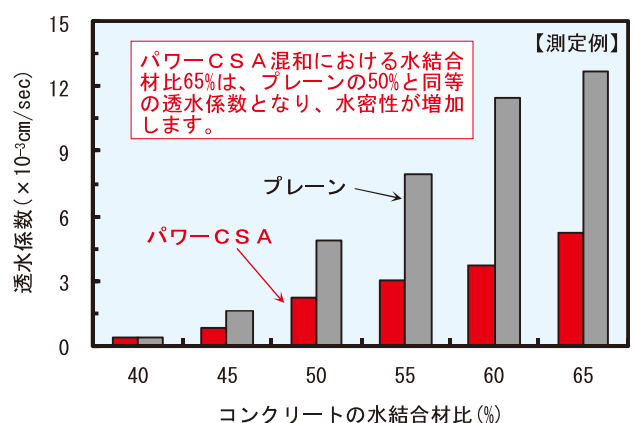
◆ 引張強度（JIS A 1113：2006 に準拠）

パワーCSAを混和することによる引張強度への影響はありません。



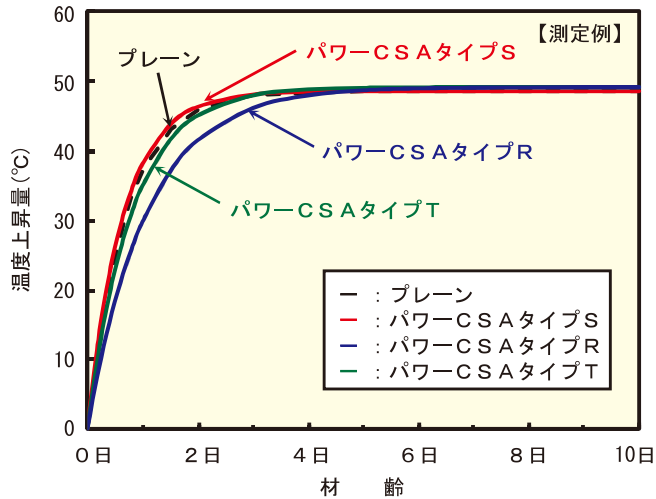
◆ 水密性（アウトプット法）

パワーCSAを混和することにより水密性が向上します。



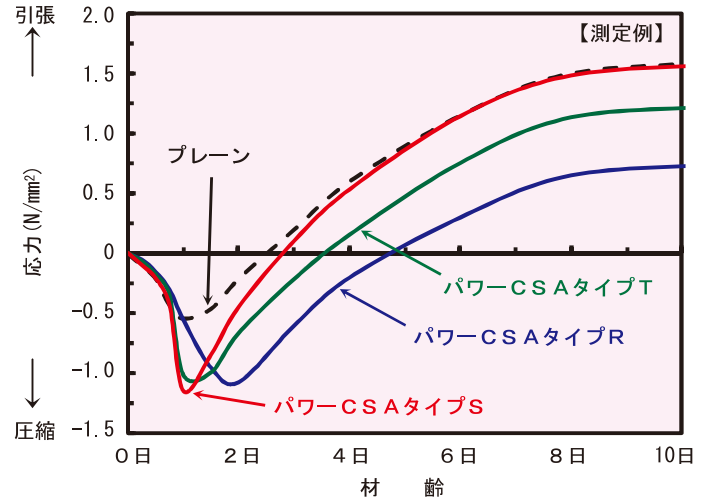
◆ 断熱温度上昇特性

パワーCSAを混和することにより、終局断熱温度上昇量は変化がありませんが、パワーCSAタイプRおよびタイプTを混和した場合はプレーンに比べ温度上昇速度が緩やかになり、マスコンクリートの水和熱抑制に効果を発揮します。



◆ 温度応力

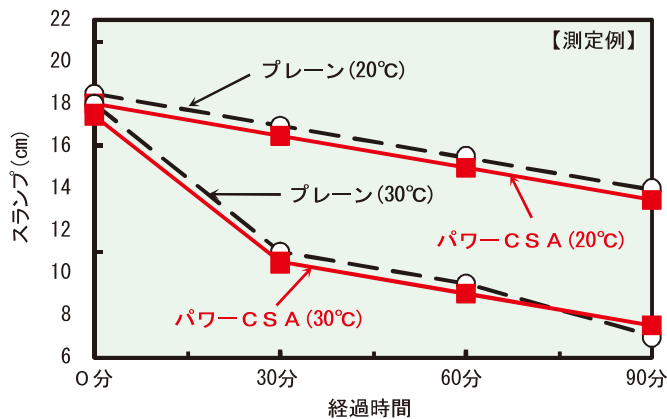
パワーCSAを混和することにより、プレーンに比べ水和初期に圧縮応力を導入します。さらに、パワーCSAタイプRおよびタイプTを混和した場合は温度低下時に効果的に膨張ひずみを導入することで、引張応力を緩和します。



パワーCSAの物性 (フレッシュ性状)

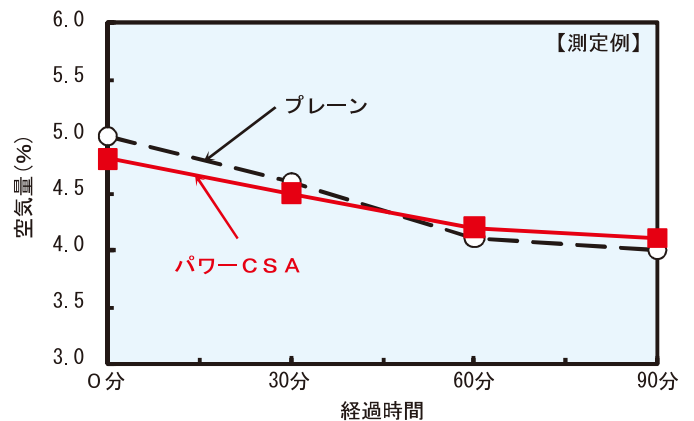
◆ スランプ (JIS A 1101 : 2005 に準拠)

パワーCSAを混和することにより、スランプへの影響はありません。



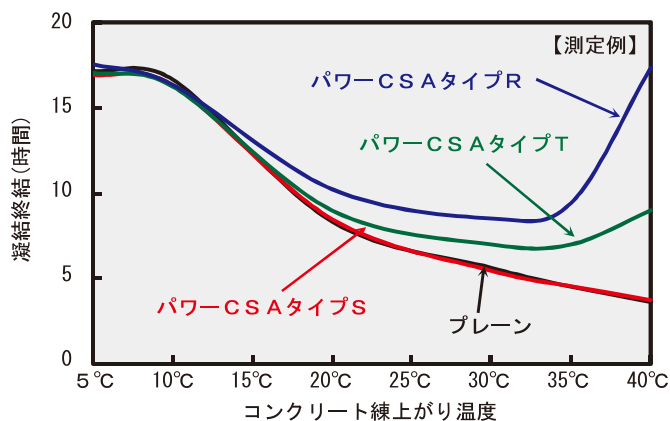
◆ 空気量 (JIS A 1128 : 2005 に準拠)

パワーCSAを混和することにより、空気量への影響はありません。



◆ 凝結 (JIS A 1147 : 2007 に準拠)

パワーCSAタイプRもしくはタイプTを混和した場合、コンクリートの練上がり温度が20°C以上ではプレーンに比べ凝結終結時間が遅くなる傾向があります。



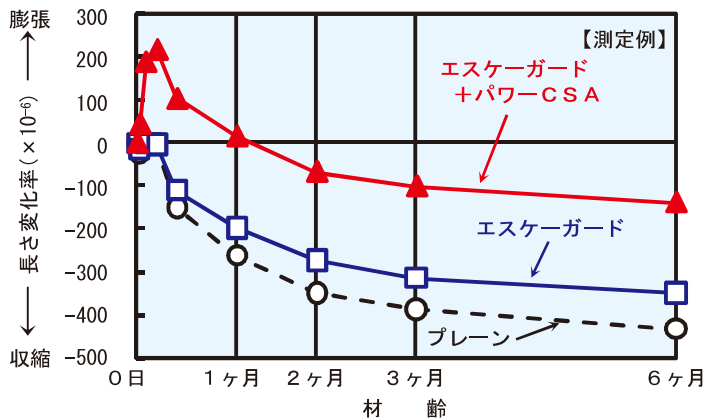
パワーCSAと他の混和材（剤）との併用

収縮低減剤「デンカエスケーガード」との併用

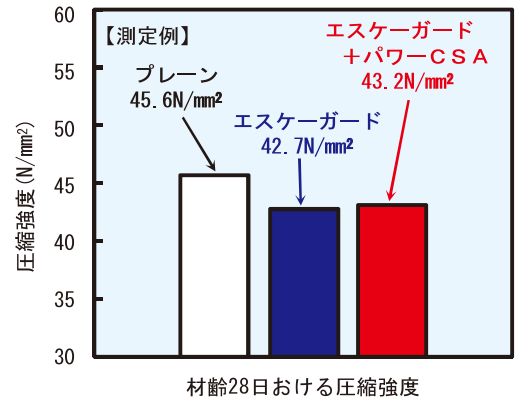
収縮低減剤「デンカエスケーガード」を使用したコンクリートにパワーCSAを併用した場合でも、スランプ、空気量などのフレッシュ性状やパワーCSAの収縮補償効果および圧縮強度などの硬化性状に対してほとんど影響はありません。ただし、収縮低減剤「デンカエスケーガード」をコンクリートに混和すると、スランプや空気量に影響が出ることがあります。また、圧縮強度も若干低下する傾向がありますので、ご使用の際は試験練り等で性状の確認をお願いします。



●長さ変化率（JIS A 6202：1997 B法に準拠）



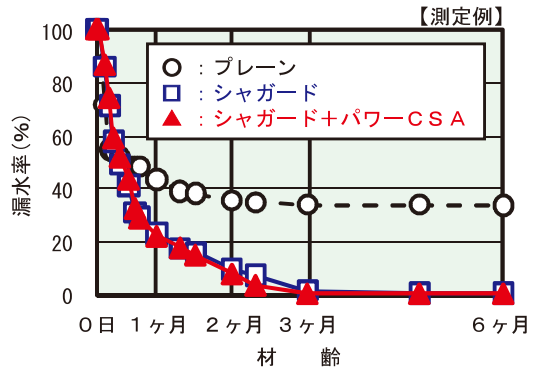
●圧縮強度（JIS A 1108：2006 に準拠）



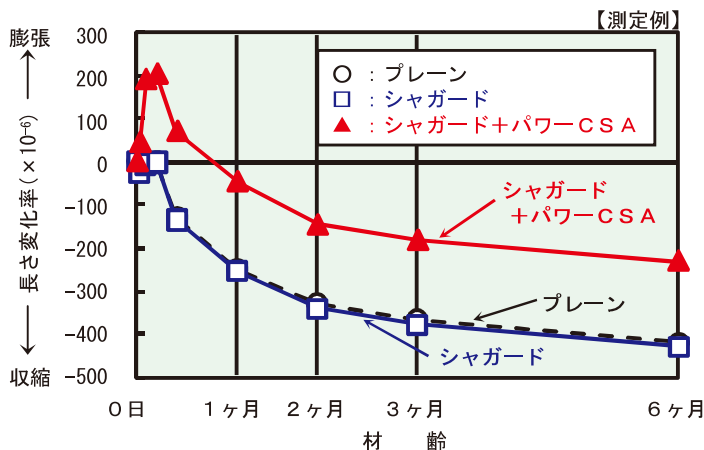
躯体防水材「デンカシャガード」との併用

躯体防水材「デンカシャガード」を使用したコンクリートにパワーCSAを併用した場合でも、スランプ、空気量などのフレッシュ性状やパワーCSAの収縮補償効果および圧縮強度などの硬化性状に対してほとんど影響はありません。また、躯体防水材「デンカシャガード」の止水効果に対しても影響はほとんどありません。

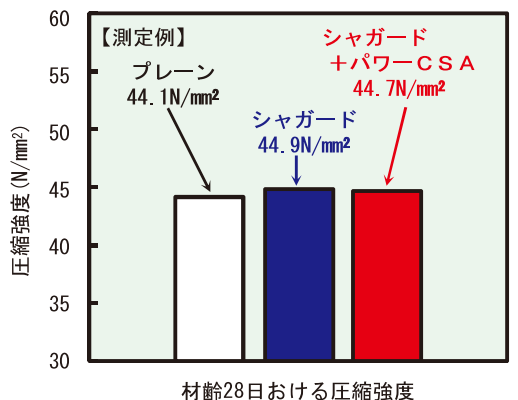
●止水効果測定



●長さ変化率（JIS A 6202:1997 B法に準拠）



●圧縮強度（JIS A 1108：2006 に準拠）



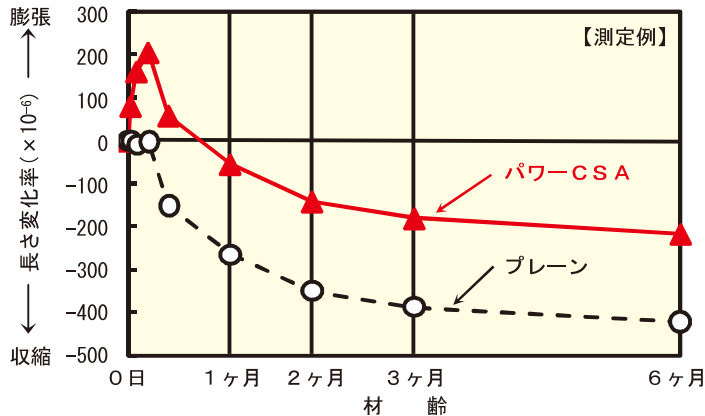
高性能 A E 減水剤との併用

高性能 A E 減水剤を使用したコンクリートにパワー C S A を混和した場合でも、スランプ、空気量などのフレッシュ性状やパワー C S A の収縮補償効果および圧縮強度などの硬化性状に対してほとんど影響はありません。

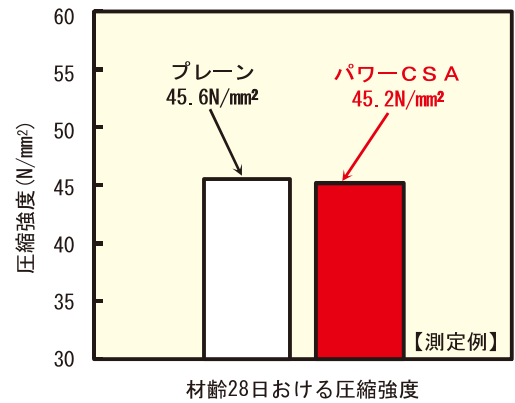
ここでは、長さ変化率および圧縮強度の測定例について記載しました。



●長さ変化率 (JIS A 6202:1997 B法に準拠)



●圧縮強度 (JIS A 1108:2006 に準拠)

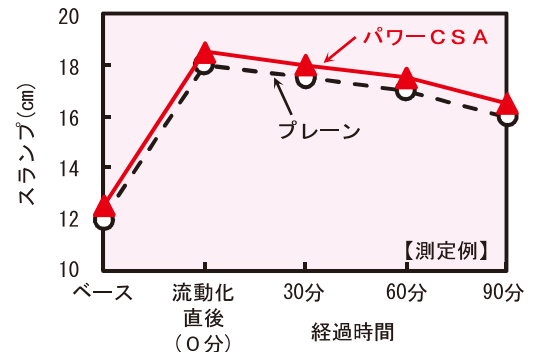


流動化剤との併用

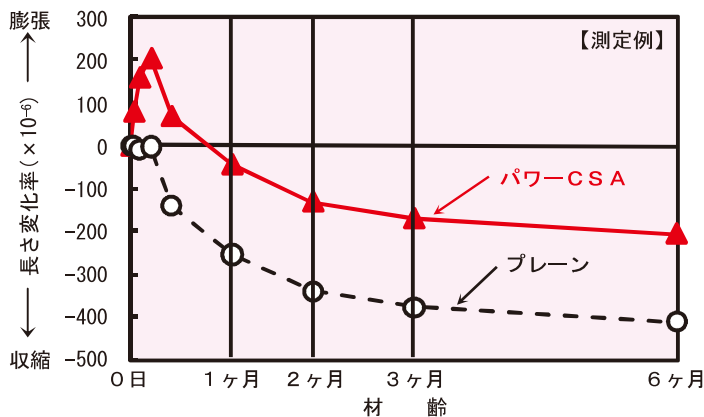
パワー C S A を混和したコンクリートに流動化剤を添加した場合、流動化への影響はほとんどありません。また、空気量などのフレッシュ性状やパワー C S A の収縮補償効果および圧縮強度などの硬化性状に対してもほとんど影響はありません。

ここでは、流動化した際のスランプ経時変化、長さ変化率および圧縮強度の測定例について記載しました。

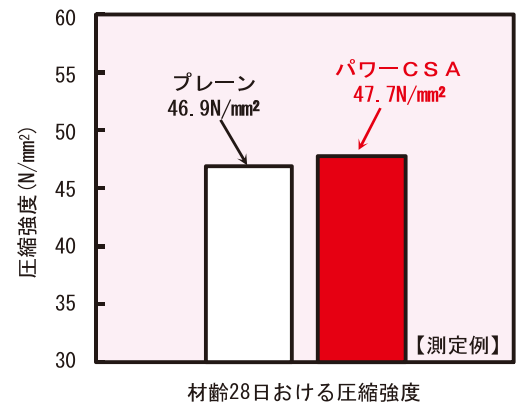
●スランプ (JIS A 1101:2005 に準拠)



●長さ変化率 (JIS A 6202:1997 B法に準拠)



●圧縮強度 (JIS A 1108:2006 に準拠)



その他の混和材料との併用

各種繊維 (スチール、ビニロン、 P P) や収縮低減型減水剤と併用した場合でも性状にほとんど影響はありません。

パワーCSAの実構造物適用事例（乾燥収縮ひび割れ対策）

◆ 概 要

物流倉庫におけるスラブコンクリートのひび割れ対策に**デンカパワーCSAタイプS**を使用しました。その効果を確認するために、2階部分の合成スラブにて普通コンクリートとの比較を行いました。確認方法は埋込型ひずみ計によるコンクリートの実ひずみの計測および目視によるひび割れ観察としました。より正確な比較を行うために、コンクリートの打込みはポンプ車2台を用いて同日に行い、仕上がり時間も同時刻となるようにしました。

◆ コンクリート調合

使用したコンクリートの呼び方は「24-15-20N」であり、調合は以下の通りです。

	単位量 (kg/m ³)					混和剤 (kg/m ³)
	水	セメント	膨張材	細骨材	粗骨材	
普通コンクリート	174	300	0	855	978	3.000
膨張コンクリート	174	280	20	855	978	3.000

◆ コンクリート養生

養生期間：5日間

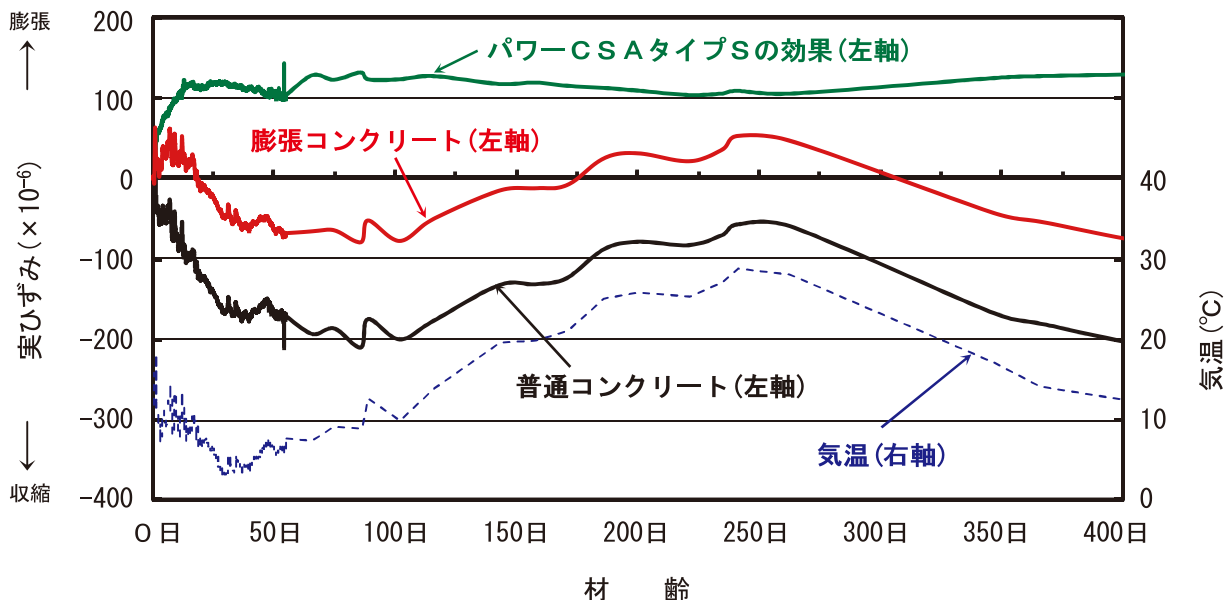
養生方法：散水+ポリシート被覆



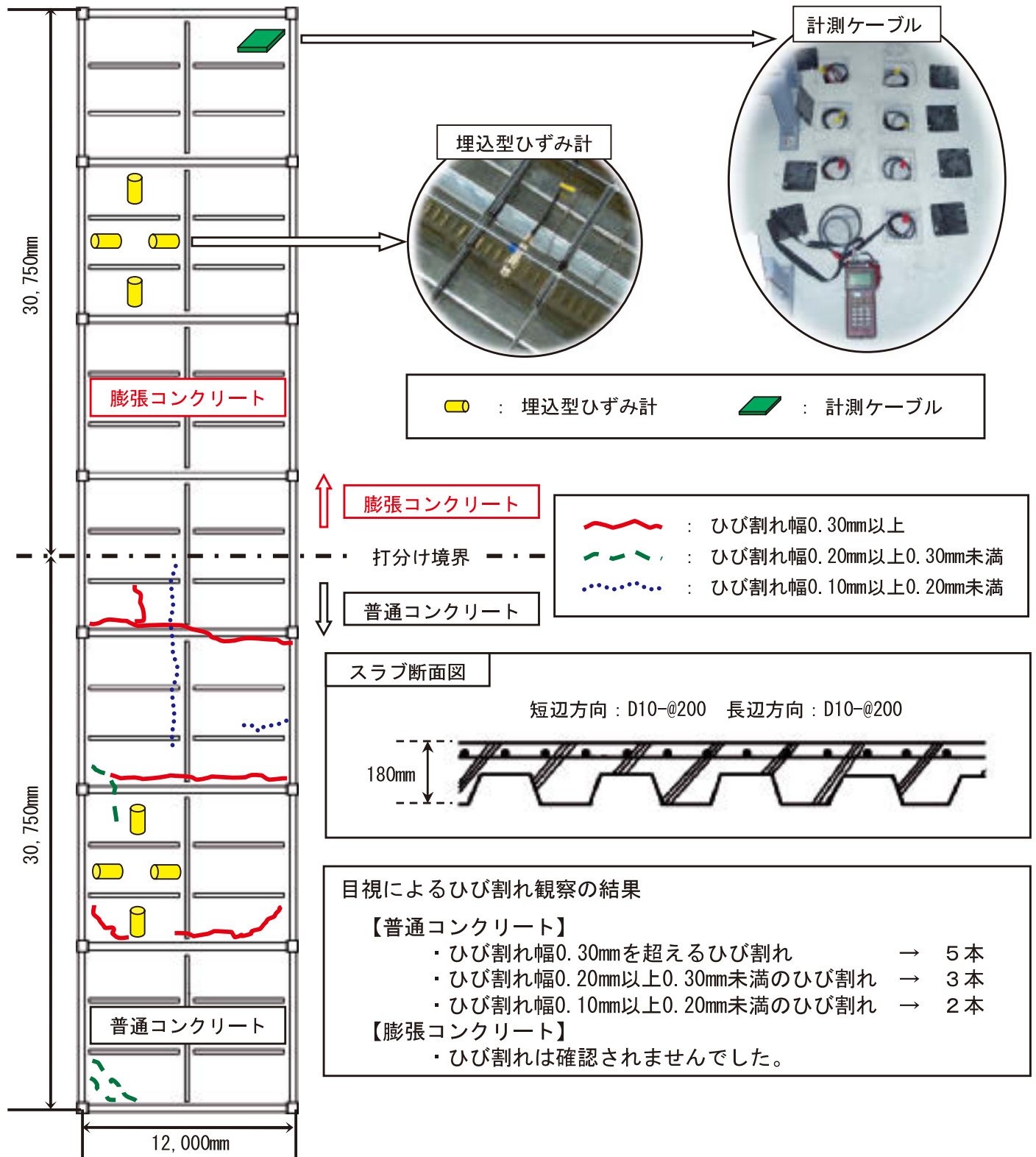
◆ 埋込型ひずみ計によるコンクリートの計測結果

埋込型ひずみ計による各コンクリートの計測結果を以下に示します。

これより、普通コンクリートは養生終了後から乾燥により収縮していますが、膨張コンクリートは**デンカパワーCSAタイプS**の膨張効果により養生終了後も膨張側でひずみが推移しています。その後は普通コンクリートと同様に収縮しますが、初期の段階で導入された膨張効果は材齢1年においてもしっかりと残っています。今回の計測における**デンカパワーCSAタイプS**の効果は、 130×10^{-6} 程度（1メートルで0.13ミリ程度）となっています。



◆ コンクリート材齢 4 ヶ月におけるひび割れの目視調査結果



以上のことからデンカパワーCSAタイプSは乾燥収縮ひび割れ低減に非常に効果を発揮することが確認されました。

パワーCSAの実構造物適用事例（温度ひび割れ対策）

◆ 概 要

浄水場の壁コンクリートの温度ひび割れ対策に**デンカパワーCSAタイプR**を使用しました。その効果を確認するために、同条件の普通コンクリートとの比較を行いました。確認方法は埋込型ひずみ計によるコンクリートの実ひずみの計測および目視によるひび割れ観察としました。

◆ コンクリート調合

使用したコンクリートの呼び方は「24-8-20BB」であり、配合は以下の通りです。

	単位量 (kg/m ³)					混和剤 (kg/m ³)
	水	セメント	膨張材	細骨材	粗骨材	
普通コンクリート	163	292	0	888	1004	2.920
膨張コンクリート	163	272	20	888	1004	2.920

◆ コンクリート養生

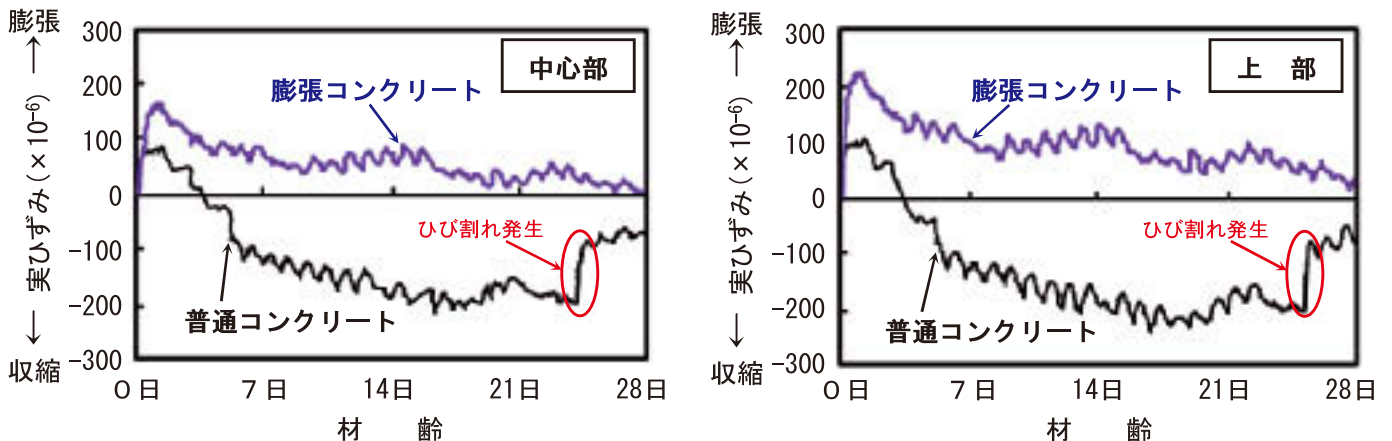
養生期間：3日間（型枠存置期間）

養生方法：合板型枠

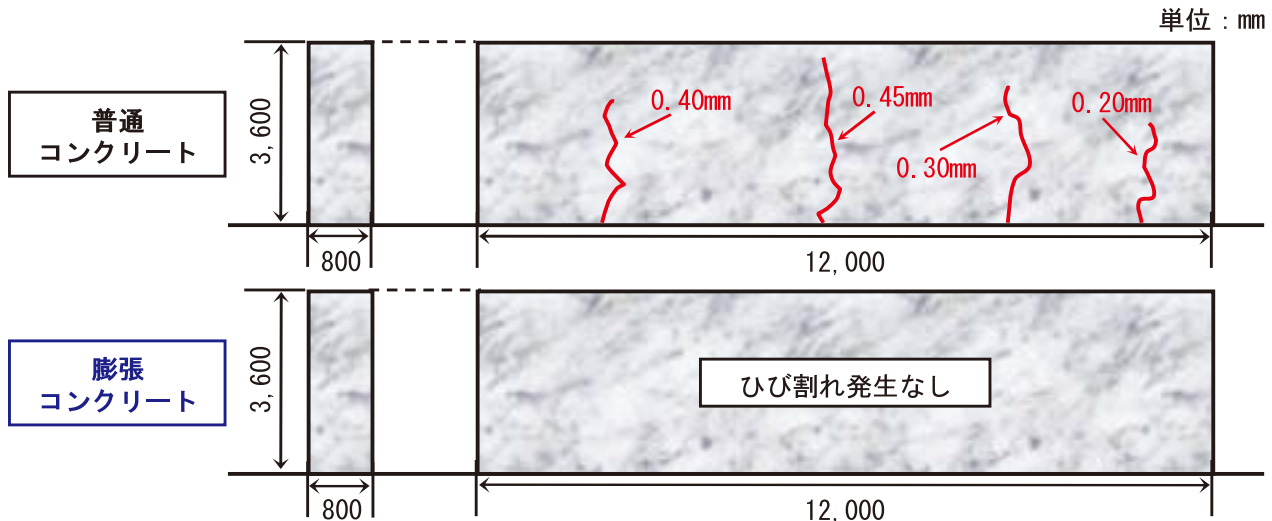
◆ 埋込型ひずみ計によるコンクリートの計測結果

埋込型ひずみ計による各コンクリートの計測結果を以下に示します。

これより、普通コンクリートは温度降下により急激に収縮していますが、膨張コンクリートは**デンカパワーCSAタイプR**の温度降下時における効果的な膨張ひずみの導入により収縮が小さくなっています。また、普通コンクリートは中心部で材齢24日、上部で材齢25日で収縮ひずみが解放されています。これはひび割れ発生によるものです。



◆ コンクリート材齢28日におけるひび割れの目視調査結果



以上のことから**デンカパワーCSAタイプR**は温度ひび割れ低減に非常に効果を発揮することが確認されました。

使用上の注意点

配（調）合計算と練混ぜ

- 本質的にはセメントではありませんが、コンクリート・モルタルの配合計算に当たっては、セメントと同様な取扱いとして下さい。
- 膨張材の使用量については、日本建築学会並びに土木学会「設計施工指針（案）」に基づいて検討をお願いします。
- 用途に応じた規定配合以上の量を添加すると過剰な膨張を生じ、強度が低下することがありますからご注意ください。
- コンクリートの練混ぜにおいては、セメントと同時に「デンカパワーCSA」をミキサに投入して下さい。この際、投入のタイミングが遅れないように注意するとともに、**材料投入後は規定時間より強制二軸ミキサで10秒以上、傾胴ミキサで30秒以上長く練混ぜを行って下さい。**また、手練りは避けて下さい。混合が不均一の場合は部分的に膨張することがあります。なお、投入の際は保護メガネ、防塵マスク、長手のゴム手袋を着用願います。
- 「デンカパワーCSAタイプR」を混和することで、コンクリートの凝結が遅れることがあり、この傾向は高温時（30℃以上）に顕著になります。そのため、こて仕上げ等の時期には充分ご注意ください。
- 低発熱ポルトランドセメントと膨張材との併用は非常に有効です。ただし日常管理用の試験体（JIS A 1132に準じて作製し、JIS A 1108に準じて養生を行う試験体）においては、型枠の存置期間を延長する（脱型を遅らせる）などの対処をお願い致します。型枠の存置期間が短いと、強度低下を生じることがあります。詳しくは技術資料をご参照下さい。
- 水結合材比30%以下の配（調）合で膨張材を使用される場合はあらかじめご相談下さい。

養生

- 急速に乾燥するような気象条件では、水不足が原因で「デンカパワーCSA」の反応が不十分となり、効果が十分に発揮されないことがあります。したがって、コンクリート施工後は5日以上表面が乾燥しないような養生（スラブ・土間などでは散水や養生マットなど、壁体では型枠存置養生など）を施すか、養生剤を使用して下さい。
- 型枠の種類としては、化粧型枠やメタル型枠をおすすめ致します。これ以外の型枠を用いると、型枠の脱型面が荒れることがあります。

各種混和剤・混和材との相性

- 「デンカパワーCSAタイプR」もしくは「デンカパワーCSAタイプT」と遅延型減水剤（AE減水剤遅延型・高性能AE減水剤遅延型）との併用は基本的に避けて下さい。ご使用の場合はあらかじめ試験練り等にてご確認ください。
- 急結剤として塩化カルシウムを使用すると、膨張を小さくするので併用を避けて下さい。
- 大部分の混和剤と併用できますが、混和剤の種類が多いため、未試験のものもありますので、ご不明な点はお近くの弊社支店・営業所にお問い合わせ下さい。
- コンクリートと「デンカパワーCSA」モルタルとの付着は極めて強固ですが、排水性・被膜性防水施工及びアスファルト施工の上に「デンカパワーCSA」モルタルを施工すると付着性が失われ、膨張により剥離することがありますから、このような施工は避けて下さい。

保管方法

- 「デンカパワーCSA」は防湿クラフト紙袋包装ですが、セメントと同様に吸湿しやすい材料ですので出来るだけ乾燥した場所に保管して下さい。
- 一たん開袋・破袋した「デンカパワーCSA」はその日之内にご使用下さい。
- 万一、袋の中に「デンカパワーCSA」の固化物があつた時は使用しないで下さい。

本社
東京都中央区日本橋室町2-1-1(日本橋三井タワー) 〒103-8338
電話03-5290-5363

大阪支店
大阪市北区角田町8-1(梅田阪急ビル) 〒530-0017
電話06-7176-7456

名古屋支店
名古屋市中村区名駅南1-24-20(名古屋三井ビルディング新館) 〒450-0003
電話052-571-4535

福岡支店
福岡市博多区冷泉町5-35(福岡祇園第一生命ビル) 〒812-0039
電話092-263-0841

新潟支店
新潟市中央区東大通1-3-10(三井生命ビル) 〒950-0087
電話025-243-4121

北陸支店
富山市桜橋通2-25(富山第一生命ビル) 〒930-0004
電話076-433-1441

札幌支店
札幌市中央区南2条西2-18-1(NBF札幌南二条ビル) 〒060-0062
電話011-281-2301

東北支店
仙台市青葉区本町1-10-3(仙台新和ビル) 〒980-0014
電話022-223-9191

長野営業所
長野市緑町1605-14(長野ダイヤモンドビル) 〒380-0813
電話0262-26-4281

広島営業所
広島市中区三川町2-10(愛媛ビル広島) 〒730-0029
電話082-249-7369

四国営業所
香川県高松市天神前10-12(香川天神前ビル) 〒760-0018
電話087-833-6511

インフラソリューション開発研究所
東京都町田市旭町3-5-1 〒194-8560
電話042-721-3660

青海工場 セメント・特混研究部
新潟県糸魚川市大字青海2209 〒949-0393
電話025-562-6312



● 本	社
● 支	店
● 営	業
● 研	究
■ 工	場

データ等記載内容についてのご注意

- 本書記載のデータ等記載内容は、代表的な実験値や調査に基づくもので、その記載内容についていかなる保証をなすものではありません。
- ご使用に際しては、必ず貴社にて事前にテストを行い、使用目的に適合するかどうかおよび安全性については、貴社の責任においてご確認ください。
- 本書記載の当社製品およびこれらを使用した製品を廃棄する場合は、法令に従って廃棄してください。
- ご使用になる前に、詳しい使用方法や注意事項等を技術資料・製品安全データシートで確認してください。
- これらの資料は、当社の担当部門にご用意してありますので、お申しつけください。
- 本書の記載内容は、新しい知見により断りなく変更する場合がありますので、ご了承ください。

警告		●水や汗・涙等の水分と接触すると強いアルカリ性になり、皮膚、目、呼吸器等を刺激したり、粘膜に炎症を起こします。
		●目に入れないこと。入った場合は、直ちによく洗浄し、専門医の診断を受けること。●皮膚に付けないこと。
		●鼻や口に入れないこと。●保護メガネ、防塵マスク、ゴム手袋を着用すること。●子供に触れさせないこと。

デンカ株式会社 特殊混和材部

本社：東京都中央区日本橋室町2-1-1 電話03-5290-5363