

超高強度混和材

デンカ Σ 2000

—技術資料 No.1—

(高流動・超高強度コンクリート)

デンカ株式会社

－ 目 次 －

	ページ
1. はじめに	1
2. デンカΣ2000の強度発現機構	1
3. デンカΣ2000の特徴と用途	1
(1) デンカΣ2000の特徴	
(2) デンカΣ2000の用途	
4. デンカΣ2000の物理化学的性質	2
5. デンカΣ2000の使用方法	2
(1)混和量	
(2)練混ぜ方法	
a.試験練り	
b.プラントでの練混ぜ	
(3)運搬方法	
(4)打設方法	
(5)養生方法	
6. デンカΣ2000混和コンクリートの諸物性(測定例)	3
(1)コンクリート調(配)合	
(2)コンクリートの調(配)合例と圧縮強度の発現性状	
(3)空気量と圧縮強度の関係	
(4)養生方法を変えた供試体強度と模擬柱のコア強度の比較	
(5)圧縮強度と静弾性係数の関係	
(6)圧縮強度と曲げ強度の関係	
(7)圧縮強度と引張強度の関係	
(8)長さ変化	
7. 凍結融解抵抗性	7
8. 使用上の注意点	8
9. 取り扱い上の注意点	8

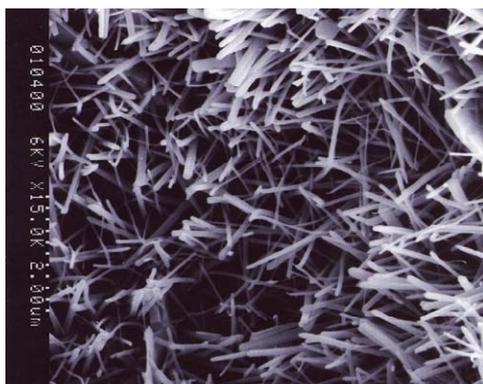
1. はじめに

デンカΣ2000は、旧建設省総合技術開発プロジェクト「鉄筋コンクリート造建築物の超軽量・超高層化技術の開発(New RC プロジェクト)」の一環として(社)建築研究振興協会内に「高強度コンクリート用混和材研究委員会」を設置して学識経験者・専門家などにより品質・性能評価を受けて開発された超高強度コンクリート用の混和材を、より使い易く改良した混和材です。デンカΣ2000は、設計基準強度の100N/mm²以上の現場打ちや蒸気養生を行うプレキャスト製品の高流動・超高強度混和材として利用できるだけでなく、遠心力成型製品にも適用できます。

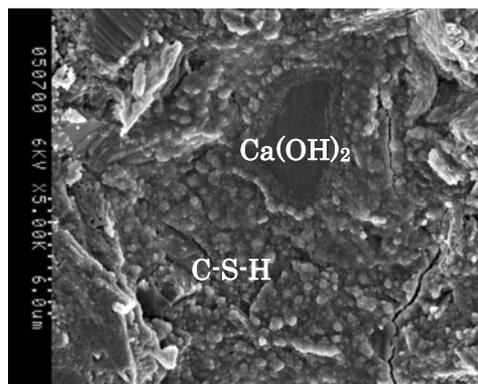
本技術資料は高流動・超高強度コンクリート用として作成したものです。

2. デンカΣ2000の強度発現機構

デンカΣ2000は、基本的にはエトリンガイト (AFt, $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot3\text{CaSO}_4\cdot32\text{H}_2\text{O}$)生成系の混和材であり、Σ2000から生成するAFtは空隙充填能力が高く硬化体の密実化を促します。加えて微粉技術により、高強度領域では脆弱点となる板状結晶のポルトランドイト($\text{Ca}(\text{OH})_2$)と反応させることによって、より高強度が得られるように設計されています。



空隙中に生成したAFt



ポゾラン反応

写真-1 硬化体のSEM写真

3. デンカΣ2000の特徴と用途

(1)デンカΣ2000の特徴

- ①混和材ですので、混和量を任意に変えることができ、経済的な配合設計ができます。
- ②現場打ちにも蒸気養生にも適用できます。
- ③設計基準強度 100N/mm²以上に対応でき、高い耐久性も得られます。

(2)デンカΣ2000の用途

- ①設計基準強度 100N/mm²以上の柱、梁、桁、超大型分割ヒューム管、防火水槽、ボックスカルバート、セグメント、その他の振動成型製品への適用。
- ②設計基準強度 130N/mm²以上の高耐久性埋設型枠などモルタル成型製品への適用。
- ③高耐久被覆への適用。

4. デンカΣ2000の物理化学的性質

デンカΣ2000の物理化学的性質を表1に示します。

表1 物理化学的性質(測定例)

物理的性質		化学的性質(wt.%)		
密度(g/cm ³)	63μふるい残分%	SO ₃	R ₂ O	塩素
2.45	1.0	11.8	0.70	0.04

5. デンカΣ2000の使用方法

(1)混和量

デンカΣ2000は混和量を多くして行くと流動性も強度も増大しますが、セメントに対して15wt.%(外割)以下で使用して下さい。

(2)練混ぜ方法

a.試験練り

セメント、デンカΣ2000、細骨材を20秒程度空練りしてから水と減水剤を投入し、先にモルタルを練り混ぜ（この際、モルタルが練り上がるまでの時間を把握する）てから、粗骨材を投入してから更に1～2分行って下さい。

b.プラントでの練混ぜ

試験練り時の練混ぜ方法を基本として、練り混ぜて下さい。

(3)運搬方法

現場打ちではアジテータ車で行って下さい。製品工場では社内の管理基準に従って下さい。

(4)打設方法

土木・建築学会の標準示方書施工編や社内の管理基準などに準じて行って下さい。なお、高流動・超高強度コンクリートは、粘性も流動性も高くなりますので、型枠はパンクやペースト漏れがないように堅固に組んで下さい。

(5)初期養生方法

ブリーディングが発生しませんので、打設面は乾燥によりプラスチックひび割れが入ります。打設後、直ぐに水を噴霧して濡れた養生マットなどで乾燥防止措置を採り、そのまま自然に空気泡が抜ける2時間以上養生して下さい。その後、コテ仕上げをして、養生剤の散布やポリエチレンシートを密着させるなどの乾燥防止措置を行って、硬化するまで養生して下さい。

6. デンカΣ2000混和コンクリートの諸物性(測定例)

(1)コンクリートの調(配)合

水結合材比(W/B)とセメントの種類を変えた調(配)合例を表2に示します。

表2を参考にして経済的な配合設計を行って下さい。

表2 W/Bとセメントの種類を変えた調(配)合例

Gmax (mm)	SL-Flow (cm)	air (%)	s/a (%)	W/B (%)	単位量 (kg/m ³)					
					W	C	S	G	Σ 2000	Sp.
20	65±5	2±1	48.6	28	150	486(O)	786	950	50	6.43
20	65±5	2±1	45.6	23	150	602(O)	714	925	50	12.46
20	70±5	2±1	40.0	18	150	783(O)	589	900	50	24.99
20	65±5	2±1	45.7	23	150	602(M)	717	925	50	11.08
20	65±5	2±1	44.7	23	150	602(BB)	698	925	50	10.43
20	65±5	2±1	44.8	23	150	602(FB)	675	925	50	11.21
—	75±5	4±1	—	20	194	880(O)	1210	—	88	19.36

(註) N : 普通ポルトランドセメント(N) M: 中庸熟ポルトランドセメント(M)
 BB: 高炉スラグセメント(B種, BB) F : フライアッシュセメント(B種, FB)
 B : 結合材(セメント+ Σ 2000) Sp.: グレースケミカルズ社製Sp1000N

(2)コンクリートの調(配)合例と圧縮強度の発現性状

表2の調(配)合例による、標準養生における強度測定結果を表3に、その強度発現曲線を図1に、それぞれ示します。

普通セメントを使用してW/Bを変えた場合の28日強度は、W/B28%で約130N/mm²、W/B24%で140N/mm²、W/B18%では150N/mm²の値が示され、材齢91日では20N/mm²前後の強度の伸びが示されます。

また、材齢91日では、普通セメントと比較して、中庸熟と高炉セメントの方が強度は高くなり、フライアッシュセメントは同等の強度となります。

モルタルの場合は粗骨材の影響を受けないのでコンクリートよりも容易に高強度が得られます。

表3 強度測定結果

コンクリートの種類		圧縮強度 (N/mm ²)			
		1day	7days	28days	91days
N	W/B 28%	38.9	86.7	128.0	144.0
N	W/B 23%	48.4	100.1	137.1	160.7
N	W/B 18%	49.4	118.2	153.9	175.2
FB	W/B 23%	40.1	91.0	129.0	160.3
BB	W/B 23%	30.9	86.1	124.8	164.8
M	W/B 23%	20.7	93.0	140.0	165.1
W/B20%のモルタル		51.6	112.1	150.4	178.9

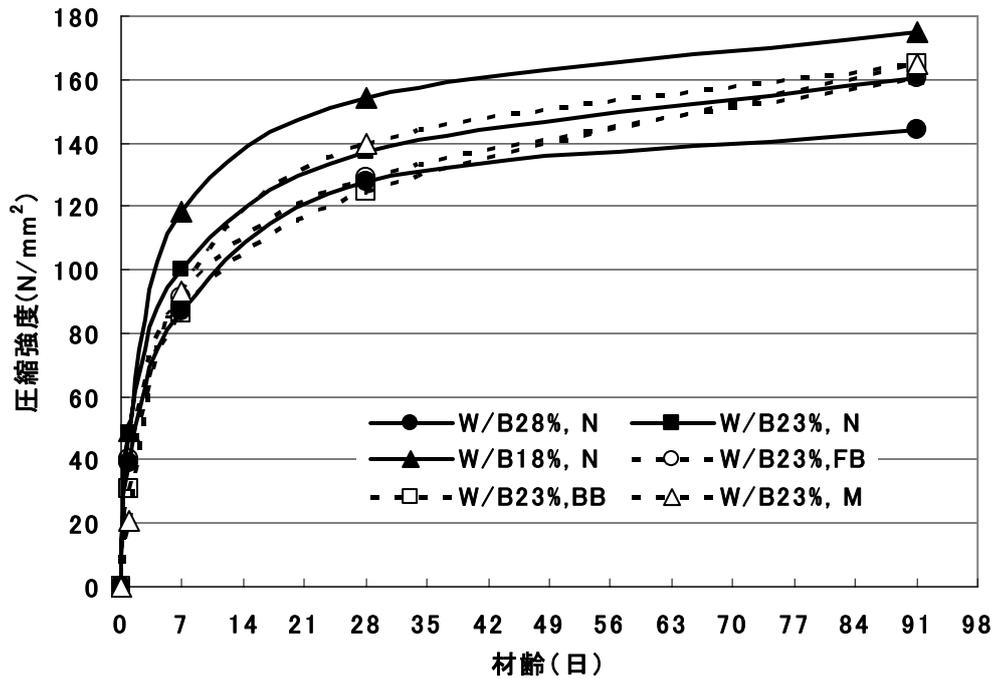


図1 強度発現性状(標準養生)

(3)空気量と圧縮強度の関係

空気量と圧縮強度の関係を図2示します。

材齢28日強度では空気量1 vol. %の増加に対して約2 N/mm²の強度低下が示され、91日材齢では約3.5 N/mm²低下します。

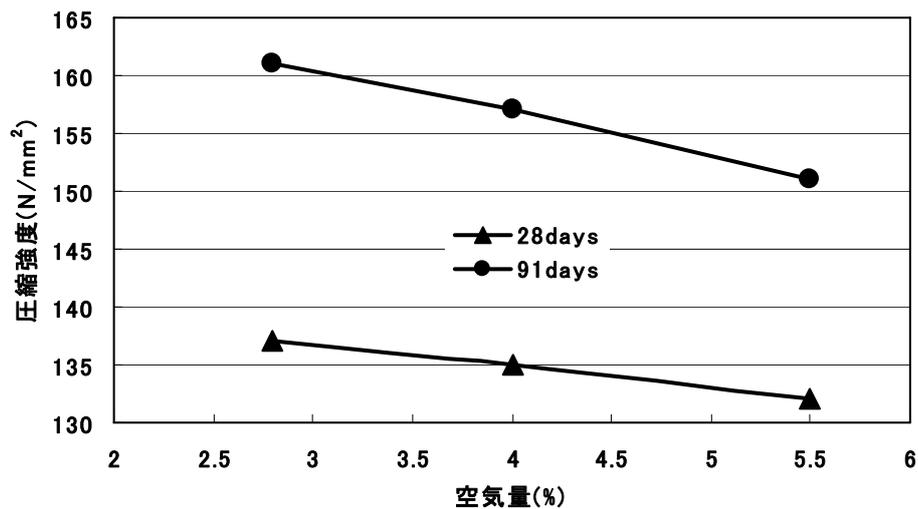


図2 空気量と圧縮強度の関係(N, Σ 2000 50kg/m³ W/B23%)

(4)養生方法を変えた供試体強度と模擬柱(1×1×1m)のコア強度の比較

実機試験で行った、普通セメントを使用してデンカΣ2000 50kg/m³配合した W/B24%, 20%のコンクリートの養生方法別供試体強度と温度履歴を受けた模擬柱中心部のコア強度の比較例を図3に示します。

W/Bや材齢に関係なく、標準養生よりも気乾養生、コア強度の順に高くなっています。

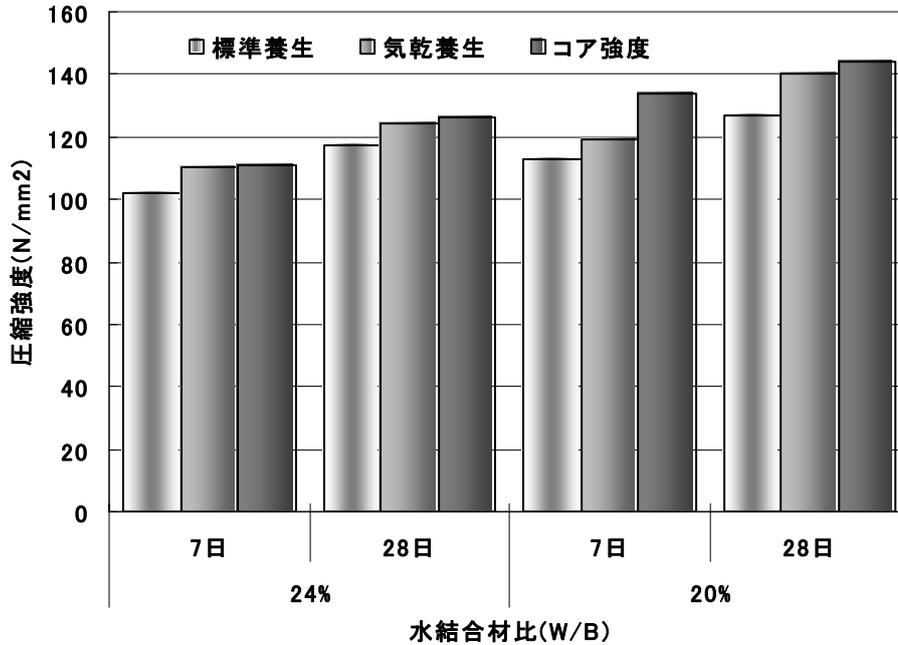


図3 標準養生、気乾養生、コア強度の比較

(5)圧縮強度と静弾性係数の関係

デンカΣ2000を混和し、W/Bとセメントの種類を変えた場合の圧縮強度と静弾性係数の関係を図4に示します。

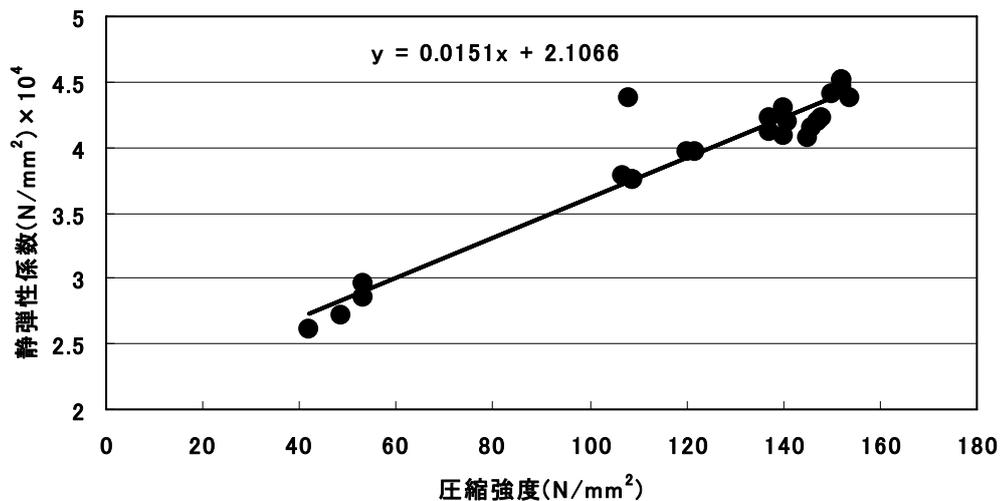


図4 圧縮強度と静弾性係数の関係

(6) 圧縮強度と曲げ強度の関係

デンカΣ2000を混和し、W/Bとセメントの種類を変えた場合の圧縮強度と曲げ度の関係を図5に示します。

低強度領域では、曲げ強度は圧縮強度の1/8、超高強度領域の150N/mm²付近では1/11の比率となっています。

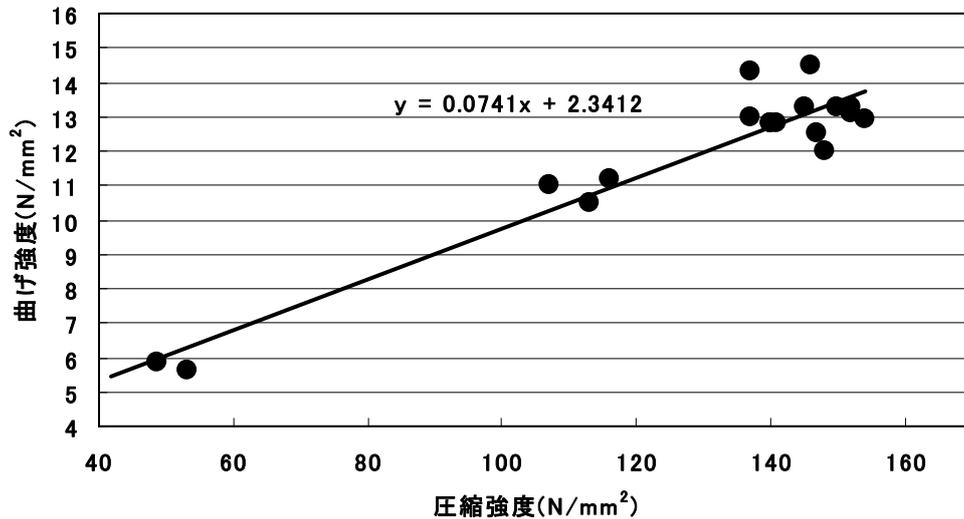


図5 圧縮強度と曲げ強度の関係

(7) 圧縮強度と引張強度の関係

デンカΣ2000を混和し、W/Bとセメントの種類を変えた場合の圧縮強度と引張強度の関係を図6に示します。

低強度領域では、引張強度は圧縮強度の1/11、超高強度領域の150N/mm²付近では約1/20の比率となっています。

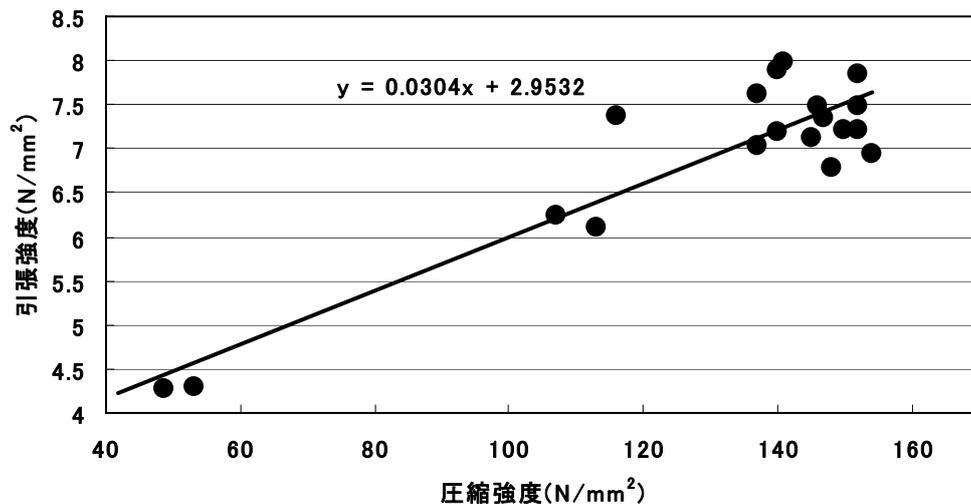


図6 圧縮強度と引張強度の関係

(8)長さ変化

JIS A 1127 に準じて行った、普通セメントを使用してデンカΣ2000を50kg/m³配合したW/B 28%, 23%, 18%のコンクリートの長さ変化を図7に示します。

Σ2000を混和したコンクリートの乾燥収縮はW/Bが小さくなるほど小さくなり、W/B28%で660×10⁻⁶、25%では550×10⁻⁶、18%で350×10⁻⁶程度です。

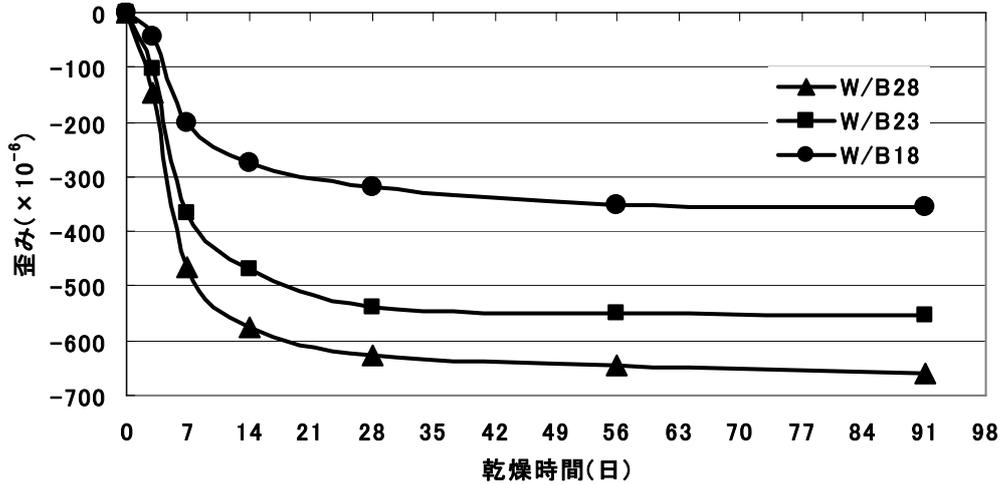


図7 長さ変化

7.凍結融解抵抗性

普通セメントを使用してデンカΣ2000を50kg/m³配合した W/B 23%のコンクリート(空気量は2.8vol.%)の急速水中凍結・水中融解試験方法による相対動弾性係数の変化を図8に示します。

試験開始時(材齢14日)の強度は130N/mm²であり、4400サイクルにおいても96%以上の相対動弾性係数を保持し、高耐久性が得られます。

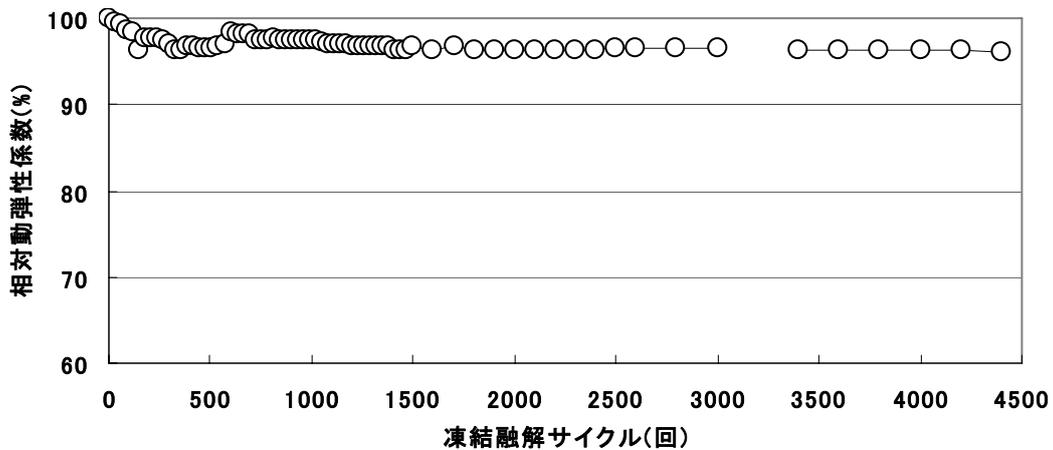


図8 凍結融解耐久性

8.デンカΣ2000の使用上の注意点

デンカΣ2000を使用するしないに拘わらず、高流動・超高強度コンクリートを扱うに際して、以下の点に注意が必要です。

- ①コンクリートは高強度になるほど、骨材の最大寸法や粒形、堅牢度、付着力に影響を受けますので、試験練りで強度を確認してからコンクリート配合を決定して下さい。なお、最大寸法は20mm以下、好ましくは13mm以下の砕石が望ましい。
- ②高流動コンクリートは、最大寸法だけでなく粗骨材の粒形も流動性や材料分離に影響しますのでs/aも検討して下さい。
- ③供試体を成形するときは、成型後、直ちに表面に霧を吹いて濡らし、ラップをして乾燥防止措置を採って下さい。乾燥すると空気泡が抜けないことと、乾燥した部分は強度低下しますので、供試体強度が低くなります。
- ④キャッピングは、必ず供試体の両端を研磨して下さい。

9.取り扱い上の注意点

デンカΣ2000の取り扱いに際しては、以下の点に注意して下さい。

- ①開袋投入等の作業を行う場合は、防塵マスク、ゴーグル、ゴム手袋などの保護具を必ず着用して下さい。
- ②アルカリ性ですので、皮膚などに付いたら水で速やかに洗浄して下さい。
- ③誤って目に入った場合は綺麗な水で充分(15分以上)洗浄してから、医師の診察を受けて下さい。
- ④子供に触れさせないで下さい。
- ⑤開封したものはビニール袋に入れて開口部を紐で縛り、乾燥した場所で保管して下さい。

超高強度混和材

デンカ 2000 技術資料 No. 1

初版：2007年3月

デンカ株式会社
特殊混和材部

東京都中央区日本橋室町2-1-1日本橋三井タワービル8F

TEL 03-5290-5358

FAX 03-5290-5058

本技術資料は、予告なく変更することがあります。