

無機系注入式アンカー

# セメフォースミルク

## — 技術資料 —

2017 年 12 月



住友大阪セメント株式会社  
建材事業部

# － 目次 －

|                          |       |
|--------------------------|-------|
| 1. セメフォースミルクの特徴          | ・・・1  |
| 2. 内容量、消費期限              | ・・・2  |
| 3. 物性                    | ・・・3  |
| 3. 1 材料のフレッシュ性状          | ・・・3  |
| 3. 1. 1 可使時間             | ・・・3  |
| 3. 1. 2 コンシステンシー         | ・・・4  |
| 3. 1. 3 単位容積質量(比重)       | ・・・5  |
| 3. 2 材料の硬化体物性            | ・・・6  |
| 3. 2. 1 硬化体物性            | ・・・6  |
| 3. 2. 2 圧縮強度             | ・・・6  |
| 3. 2. 3 1 日以内の強度発現性      | ・・・7  |
| 3. 3 アンカーの基本物性           | ・・・8  |
| 3. 3. 1 引張試験             | ・・・8  |
| 3. 3. 2 せん断試験            | ・・・10 |
| 3. 3. 3 平均付着強度           | ・・・12 |
| 3. 3. 4 異形鉄筋と全ネジボルトの付着強度 | ・・・14 |
| 3. 4 耐久性                 | ・・・22 |
| 3. 4. 1 クリープ特性           | ・・・24 |
| 3. 4. 2 耐熱性              | ・・・27 |
| 4. セメフォースミルク関係 投稿論文一覧    | ・・・29 |
| 5. 取り扱いの注意               | ・・・30 |
| 6. 問い合わせ先                | ・・・30 |

## 1. セメフォースミルクの特徴

セメフォースミルクは、超速硬セメントを主成分とした粉体と専用水をカートリッジ内で混合して使用する無機系注入式あと施工アンカーであり、以下の特長を持つ。

### (1) 均質な材料

予め計量されたプレミックス粉体と専用水との混合であるため、水セメント比は一定となり、均質な材料の注入が可能である。

### (2) 上向き施工

高い粘性を有しており、上向き施工においても注入した材料のタレ落ちが生じ難い。

### (3) 高い耐熱性

セメント系モルタルであるため、コンクリートと同等の耐熱性能がある。

### (4) 高い環境性能

シックハウスの原因物質である有害化学物質等を含まず、VOC ガスの発生がないため、高い環境性能を有する。

### (5) 湿潤面施工

コンクリートの状態にかかわらず施工が可能であり、水中、湿潤状態においても安定した付着力を発揮する。

### (6) 高い注入性能

粉体に含まれる骨材粒径が小さく、先注入施工だけでなく、あと注入施工も可能である。

## 2. 内容量、消費期限

セメフォースミルクの種類を表 2-1 に示す。セメフォースミルク 500 の 1 種類がある。カートリッジ内容物と専用水の消費期限は、製造日より 2 年である。

表 2-1 セメフォースミルク

| 種類            | 粉体内容量(g) | 専用水(g) | 練りあがり容量(ml) |
|---------------|----------|--------|-------------|
| セメフォースミルク 500 | 833      | 227    | 500         |

### 3. 物性

#### 3. 1 材料のフレッシュ性状

##### 3. 1. 1 可使時間

###### 【試験方法】

温度 0～35℃の室内に、セメフォースミルクのカートリッジに専用水を 24 時間以上保管した後に、セメフォースミルクのカートリッジに専用水を加え攪拌し、その後カートリッジをハンドガンに取り付け、ハンドガンから排出可能な時間を測定した。

###### 【試験結果】

表 3－1 セメフォースミルクの可使時間

| 温度   | 0℃    | 5℃    | 10℃  | 15℃  | 20℃  | 25℃  | 30℃  | 35℃  |
|------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|
| 可使時間 | 120 分 | 100 分 | 80 分 | 65 分 | 45 分 | 30 分 | 20 分 | 10 分 |

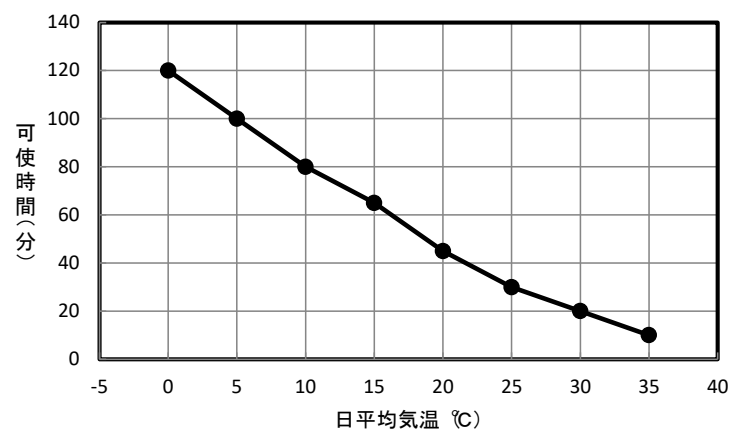


図 3－1 セメフォースミルクの可使時間

###### 【まとめ】

カートリッジからのセメフォースミルクの排出可能時間(可使時間)は上記の通り、35℃において 10 分程度であり、25℃以下では 30 分以上であった。

### 3. 1. 2 コンシステンシー

#### 【試験方法】

カートリッジと専用水を規定時間混合した後、ロングノズルを取り付けロングノズル先端から材料が少量あふれさせ、先端をナイフでかき取り平らにした後に、ロングノズルを下向きに 5 秒間保持しロングノズル先端からのセメフォースミルク落下量を測定した(図 3-2)。その後、内径 30mm 高さ 30mm の塩化ビニル製パイプ内にセメフォースミルクを充填し、パイプを 3 秒以上かけてゆっくり引き上げ、材料の広がりとしてフロー値を測定した(図 3-3)。

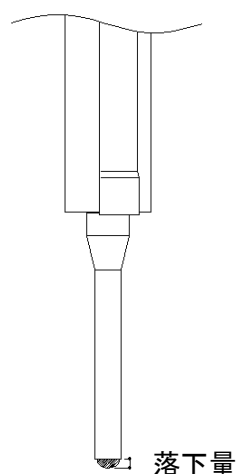


図 3-2 落下量測定

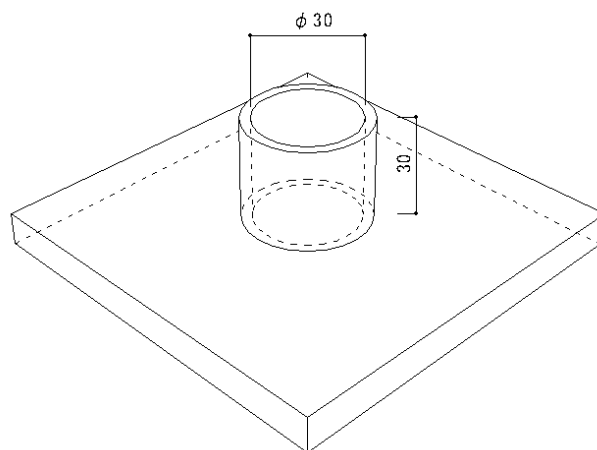


図 3-3 フロー測定

#### 【試験結果】

表 3-2 ノズル先端からの落下量とフロー値

|      | ノズル先端からの<br>落下量<br>(mm) | フロー値<br>(mm) |
|------|-------------------------|--------------|
| ①    | 3                       | 35           |
| ②    | 5                       | 35           |
| ③    | 2                       | 36           |
| ④    | 5                       | 38           |
| ⑤    | 7                       | 38           |
| ⑥    | 2                       | 34           |
| ⑦    | 4                       | 36           |
| ⑧    | 1                       | 34           |
| 平均   | 3.6                     | 35.8         |
| 標準偏差 | 1.9                     | 1.5          |

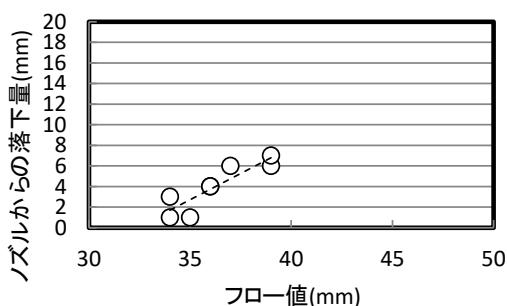


図 3-4 ノズル先端からの落下量とフローの関係

#### 【まとめ】

ノズル先端からの落下量が 10mm 以下であれば、正しく混合されていると判断される。

### 3. 1. 3 単位容積質量(比重)

#### 【試験方法】

温度 20℃の室内において、カートリッジ内でセメフォースミルクを混練し、φ50×100 の型枠に注入ガンを用いて成型し、注入した材料の質量を測定し、単位容積質量を算出した。

#### 【試験結果】

表 3-3 練り上がり直後のセメフォースミルクの単位容積質量

| 試験体  | 試験体重量<br>(g) | 単位容積質量<br>(g/cm <sup>3</sup> ) |         |
|------|--------------|--------------------------------|---------|
|      |              |                                | Average |
| No.1 | 387.0        | 1.97                           | 1.98    |
| No.2 | 388.5        | 1.98                           |         |
| No.3 | 388.1        | 1.98                           |         |
| No.4 | 389.1        | 1.98                           |         |
| No.5 | 387.4        | 1.97                           |         |

#### 【まとめ】

セメフォースミルクの練り上がり直後の単位容積質量(比重)は、1.98g/cm<sup>3</sup> である。

## 3. 2 材料の硬化体物性

### 3. 2. 1 硬化体物性

セメフォースミルクの硬化体物性の試験値を表 3-4 に示す

表 3-4 セメフォースミルクの硬化体物性

| 試験項目                    | 試験条件                    | 単位                | 試験値(一例)              | 規格値                |
|-------------------------|-------------------------|-------------------|----------------------|--------------------|
| ブリーディング                 | JSCE-F542-1999<br>に準ずる  | %                 | 0                    | 0                  |
| 圧縮強度 1 日<br>28 日        | JSCE-G505-1999<br>に準ずる  | N/mm <sup>2</sup> | 36.6<br>58.0         | 25.0 以上<br>50.0 以上 |
| 曲げ強度 1 日<br>28 日        | JIS R 5201-1997<br>に準ずる | N/mm <sup>2</sup> | 6.5<br>11.0          | 3.5 以上<br>7.0 以上   |
| 膨張収縮率 1 日<br>3 日<br>7 日 | JSCE-F542-1999<br>に準ずる  | %                 | 0.08<br>0.08<br>0.08 | 7 日で収縮せず           |

#### 【まとめ】

セメフォースミルクの硬化体物性は、「各種合成構造設計指針・同解説」に示される無機系接着剤の規格値を満足する。JR 東日本「土木工事標準仕様書」の規格値を満足する。



### 3. 2. 2 圧縮強度

#### 【試験方法】

予め温度 5℃、20℃の室内に材料を 24 時間以上静置し、室内と同温度とした後、各温度の室内で、セメフォースミルクをφ50×100 の型枠に注入ガンを用いて打設し、各温度で所定の材齢まで養生したものを強度試験に用いた。

#### 【試験結果】

表 3－5 材齢と圧縮強度

| 材 齢  | 圧縮強度(N/mm <sup>2</sup> ) |      |
|------|--------------------------|------|
|      | 5℃                       | 20℃  |
| 1 日  | 35.1                     | 35.7 |
| 3 日  | 45.6                     | 44.8 |
| 7 日  | 50.8                     | 51.6 |
| 28 日 | 61.2                     | 59.2 |

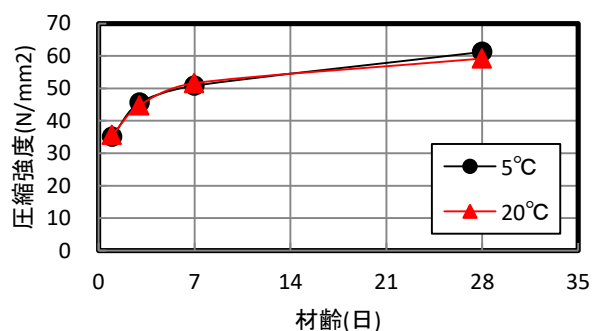


図 3－5 材齢と圧縮強度

#### 【まとめ】

セメフォースミルクの圧縮強度は、材齢 1 日で 30N/mm<sup>2</sup> 以上、材齢 28 日では 55N/mm<sup>2</sup> 以上であり、「各種合成構造設計指針・同解説」に示される接着剤の規格値の「50N/mm<sup>2</sup> 以上（無機系）」を満足する。

### 3. 2. 3 1 日以内の強度発現性

#### 【試験方法】

予め温度 5℃、20℃の室内と同温度とした材料を、各温度の室内で、セメフォースミルクを  $\phi 50 \times 100$  の型枠に注入し、所定時間の 30 分前に止水材によりキャッピングを行い、所定時間で強度測定を行った。

#### 【試験結果】

表 3-6 養生温度と時間強度

| 材 齢  | 圧縮強度(N/mm <sup>2</sup> ) |      |
|------|--------------------------|------|
|      | 5℃                       | 20℃  |
| 2hr  | 13.2                     | 21.3 |
| 3hr  | 20.0                     | 24.1 |
| 6hr  | 27.1                     | 28.1 |
| 24hr | 35.1                     | 35.7 |

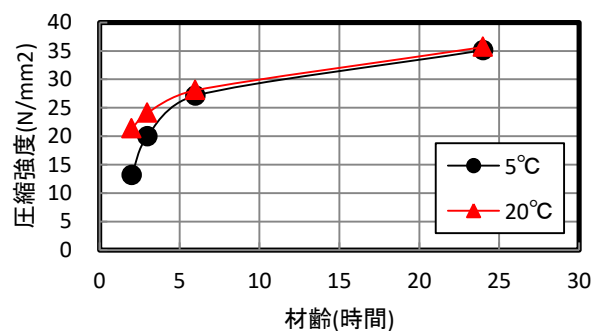


図 3-6 養生温度と 24 時間以内の圧縮強度

#### 【まとめ】

5℃においても 3 時間で 15N/mm<sup>2</sup>、24 時間では 30N/mm<sup>2</sup> 以上の強度発現であった。

#### 【備考】

セメフォースアンカーは 15 N/mm<sup>2</sup> 以上の強度があれば、あと施工アンカーとしての強度が確保でき、台直し、ねじ本締めなど次工程に進むことができる。

### 3. 3 アンカーの基本物性

#### 3. 3. 1 引張試験

##### 【試験方法】

引張試験は、JCAA が定めた「あと施工アンカー標準試験法・同解説」の「4. 引張試験」に準拠して行った。呼び径がD13、D16、D19の2種類の異形鉄筋をセメフォースミルクで定着し、図3-7に示す装置を用い、各5本ずつ引張試験を行った。

材質はD13とD16がSD295A、D19がSD345とし、鉄筋の先端は寸切りのものを使用した。引張試験に用いた使用鉄筋と有効埋込み長さを表3-7に示す。

表 3-7 使用鉄筋と設計有効埋込み長さ

| アンカー筋の種類 | アンカー筋 | 設計有効埋込み長さ<br>鉄筋径比 | コンクリート強度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) |
|----------|-------|-------------------|----------------------------------|
| SD295A   | D13   | 7d <sub>a</sub>   | 28.0                             |
| SD295A   | D16   | 5d <sub>a</sub>   |                                  |
|          |       | 7d <sub>a</sub>   |                                  |
|          |       | 10d <sub>a</sub>  |                                  |
|          |       | 12d <sub>a</sub>  |                                  |
| SD345    | D19   | 7d <sub>a</sub>   |                                  |

d<sub>a</sub>: アンカー筋の公称直径

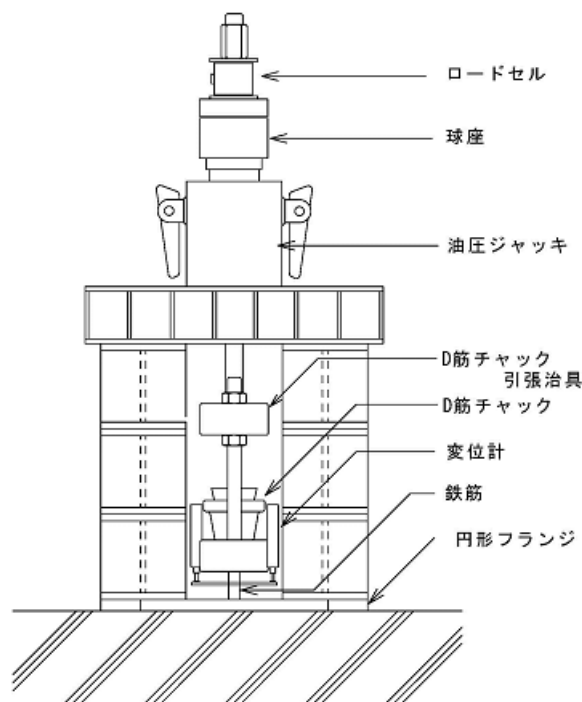


図 3-7 引張試験装置

## 【試験結果】

表 3-8 引張試験結果

| アンカー筋 | 設計有効<br>埋込み深さ<br>鉄筋径比 | 有効埋込み<br>長さ<br>(mm) | 公称断面積<br>$a_0$<br>(mm <sup>2</sup> ) | 規格降伏点<br>$\sigma_y$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 降伏点<br>$a_0 \times \sigma_y$<br>(kN) | 最大荷重<br>(kN) | 最大荷重時<br>の変位<br>(mm) | 破壊形式                 |
|-------|-----------------------|---------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------|--------------|----------------------|----------------------|
| D13   | 7d <sub>s</sub>       | 95.8                | 126.7                                | 295                                         | 37.4                                 | 64.5         | 4.4                  | 鉄筋の降伏後、コーン状破壊を伴う付着破壊 |
| D16   | 5d <sub>s</sub>       | 86.9                | 198.6                                | 295                                         | 58.6                                 | 62.9         | 0.4                  | コーン状破壊を伴う付着破壊        |
|       | 7d <sub>s</sub>       | 119.4               | 198.6                                | 295                                         | 58.6                                 | 105.5        | 2.4                  | 鉄筋の降伏後、コーン状破壊を伴う付着破壊 |
|       | 10d <sub>s</sub>      | 168.0               | 198.6                                | 295                                         | 58.6                                 | 116.2        | 5.3                  | 鉄筋の降伏後、鉄筋破断          |
|       | 12d <sub>s</sub>      | 196.6               | 198.6                                | 295                                         | 58.6                                 | 116.4        | 5.2                  | 鉄筋の降伏後、鉄筋破断          |
| D19   | 7d <sub>s</sub>       | 138.7               | 286.5                                | 345                                         | 98.8                                 | 128.6        | 1.2                  | 鉄筋の降伏後、コーン状破壊を伴う付着破壊 |

※全ての条件で各 5 本の試験を行い、平均値を記載

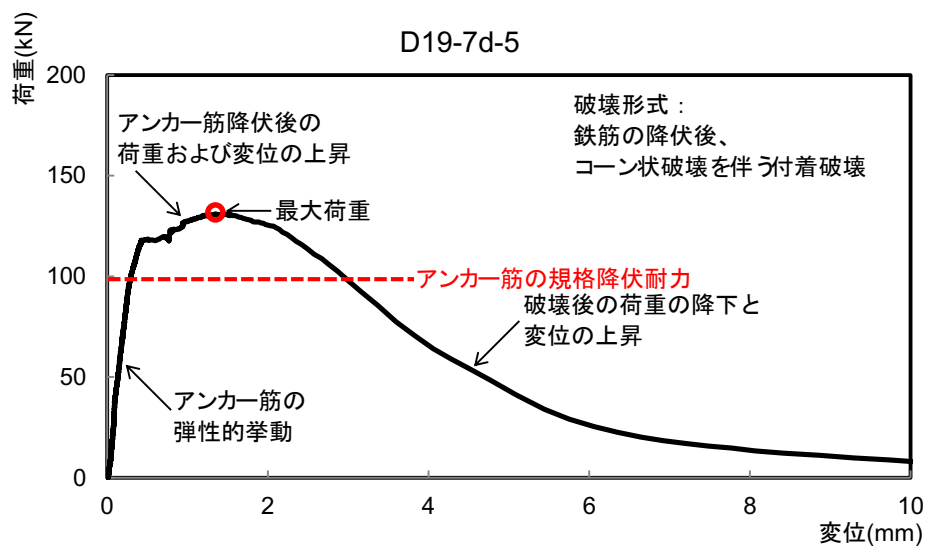


図 3-8 引張試験時の荷重変位曲線 (例)

## 【まとめ】

引張試験のすべての測定において、最大荷重はアンカー筋の降伏点（計算値）を上回った。  
また、破壊形式はアンカー筋の有効埋込み長さによって変化した。

### 3. 3. 2 セン断試験

#### 【試験方法】

せん断試験は、JCAA が定めた「あと施工アンカー標準試験法・同解説」の「5. セン断試験」に準拠して行った。呼び径が D13、D16、D19 の 3 種類の異形鉄筋をセメフォースミルクで定着し、図 3-9 に示す装置を用いせん断試験を行った。

材質は D13 と D16 が SD295A、D19 が SD345 とし、鉄筋の先端は寸切りのものを使用した。せん断試験に用いた使用鉄筋と有効埋込み長さを表 3-9 に示す。

表 3-9 使用鉄筋と設計有効埋込み長さ

| アンカー筋の種類 | アンカー筋 | 設計有効埋込み長さ<br>鉄筋径比 | コンクリート強度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) |
|----------|-------|-------------------|----------------------------------|
| SD295A   | D13   | 7d <sub>a</sub>   | 28.0                             |
| SD295A   | D16   | 7d <sub>a</sub>   |                                  |
| SD345    | D19   | 7d <sub>a</sub>   |                                  |

d<sub>a</sub>: アンカー筋の公称直径

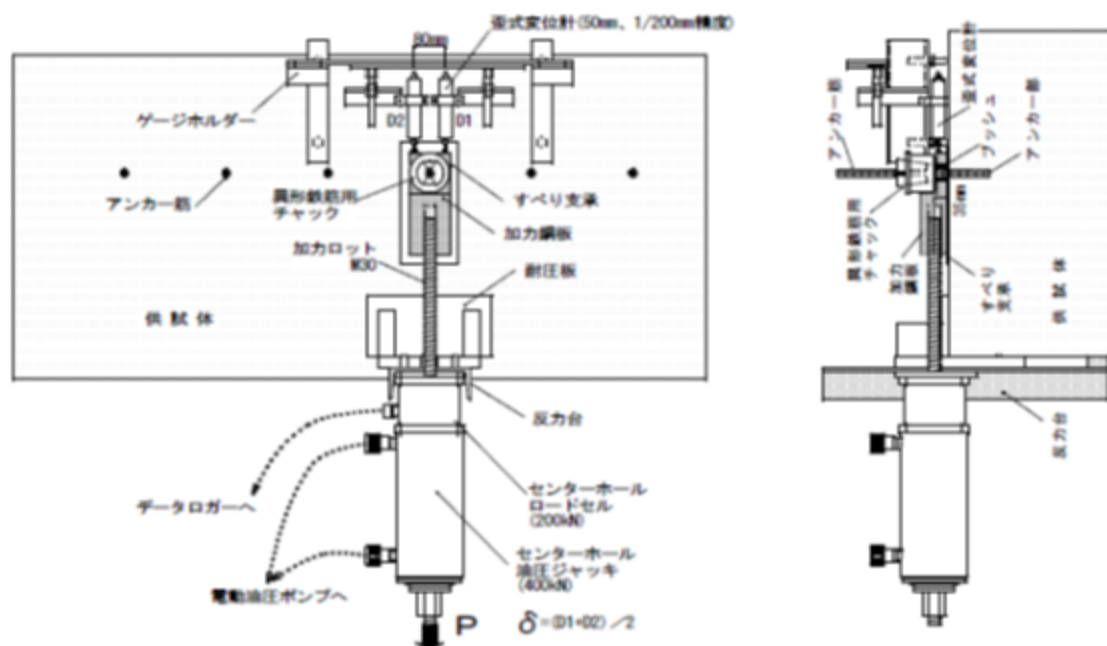


図 3-9 セン断試験装置

【試験結果】

表 3-10 セン断試験結果

| アンカー筋 | 設計有効<br>埋込み深さ<br>鉄筋径比 | 有効埋込み<br>長さ<br>(mm) | 公称断面積<br>$a_0$<br>(mm <sup>2</sup> ) | 規格降伏点<br>$\sigma_u$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | せん断耐力<br>$\sigma_u/\sqrt{3} \times a_0$<br>(kN) | 最大荷重<br>(kN) | 最大荷重時<br>の変位<br>(mm) | 破壊形式        |
|-------|-----------------------|---------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------|----------------------|-------------|
| D13   | 7da                   | 96.5                | 126.7                                | 440                                         | 32.2                                            | 53.8         | 19.4                 | アンカー筋のせん断破壊 |
| D16   | 7da                   | 120.0               | 198.6                                | 440                                         | 50.5                                            | 92.4         | 22.4                 | アンカー筋のせん断破壊 |
| D19   | 7da                   | 140.1               | 286.5                                | 490                                         | 81.1                                            | 126.5        | 27.9                 | アンカー筋のせん断破壊 |

※全ての条件で各 5 本の試験を行い、平均値を記載

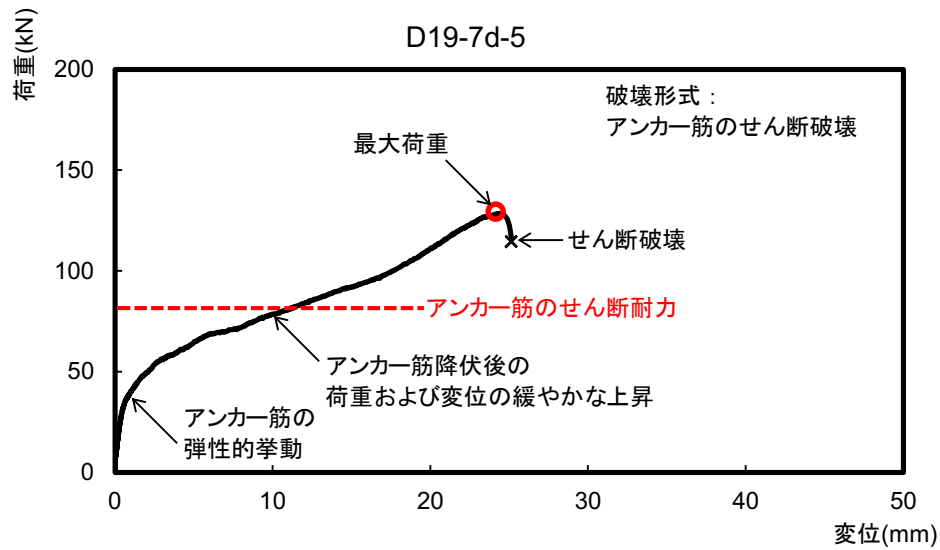


図 3-10 セン断試験時の荷重変位曲線(例)

【まとめ】

全てのせん断試験において、最大荷重はアンカー筋のせん断耐力(計算値)を上回った。

また、破壊形態は全ての条件でアンカー筋のせん断破壊であった。

### 3.3.3 平均付着強度

#### 【試験方法】

セメフォースミルクの付着強度を測定するために、図 3-11 に示す試験体および図 3-12 の測定装置を使用し、付着強度の測定を行った。

また、付着試験には高強度鉄筋(D13はMK785、D19はUSD685A)を使用した。

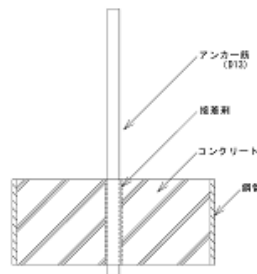


図 3-11 試験体形状

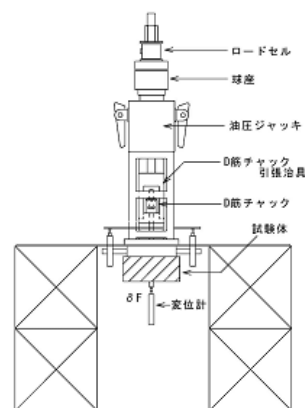


図 3-12 測定装置

#### 【試験結果】

表 3-11 付着強度試験結果

| 試験体名 | コンクリート強度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 径               |            | 有効<br>埋込み長さ<br>(mm) | 最大耐力<br>(kN) | 付着強度*2<br>(N/mm <sup>2</sup> ) |
|------|----------------------------------|-----------------|------------|---------------------|--------------|--------------------------------|
|      |                                  | アンカー筋*1<br>(mm) | 穿孔<br>(mm) |                     |              |                                |
|      |                                  | $d_{a1}$        | $d_{a2}$   | $l_b$               | $P_{max}$    | $\tau_{b1}$                    |
| D13  | 28.0                             | 12.7            | 18         | 91                  | 96           | 26.4                           |
| D19  |                                  | 19.1            | 24         | 133                 | 150          | 18.8                           |

\*1: アンカー筋公称径

\*2:  $\tau_{b1} = P_{max} / (\pi \times d_{a1} \times l_b)$

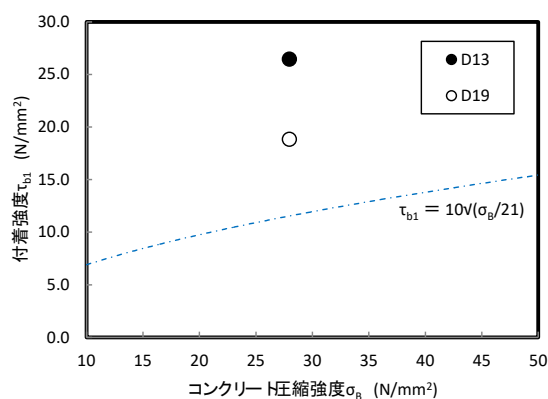


図 3-13 付着強度とコンクリート圧縮強度の関係

#### 【まとめ】

アンカー筋の表面積から求められる付着強度は 18N/mm<sup>2</sup> 以上であり、付着強度設計値  $\tau_b = 10\sqrt{(\sigma_B/21)} = 11.5$  の 1.6 倍以上の値であった。

### 3. 3. 4 異形鉄筋と全ネジボルトの付着強度

#### 【試験方法】

アンカー筋の種類が付着強度へ及ぼす影響を調べる為に、異形鉄筋と全ネジボルトの付着強度を測定した。試験体はコンクリート割裂防止のため鋼管で拘束したコンクリートを用い、埋込み長さは  $7d_a$  ( $d_a$ : アンカー筋の径)とした。アンカー筋として異形鉄筋 D13 と全ネジボルト M12 を用いた。付着試験は反力板を用いて行い、万能試験機により加力を行い、最大耐力とクロスヘッドのストロークを測定した。試験条件を表 3-12 に示す。

表 3-12 付着強度試験条件

| アンカー筋      | M12 (SNB7)             | D13 (MK785) |
|------------|------------------------|-------------|
| 穿孔径        | $\phi 16$              | $\phi 18$   |
| 埋込み長さ      | $7d_a$                 |             |
| 母材コンクリート強度 | 33.2 N/mm <sup>2</sup> |             |

#### 【試験結果】

表 3-13 付着強度試験結果

| アンカー筋 | 埋込み長さ<br>$l_b$<br>(mm) | 最大耐力<br>$P_{max}$<br>(kN) | アンカー筋径<br>$d_a$<br>(mm) | 付着強度*1<br>$\tau_b$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) |
|-------|------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------------------------|
| M12   | 85.4                   | 85.3                      | 12.0                    | 26.5                                       |
| D13   | 92.6                   | 89.3                      | 12.7                    | 24.1                                       |

※全ての条件で各 5 本の試験を行い、平均値を記載

\*1:  $\tau_b = P_{max} / (\pi \times d_a \times l_b)$

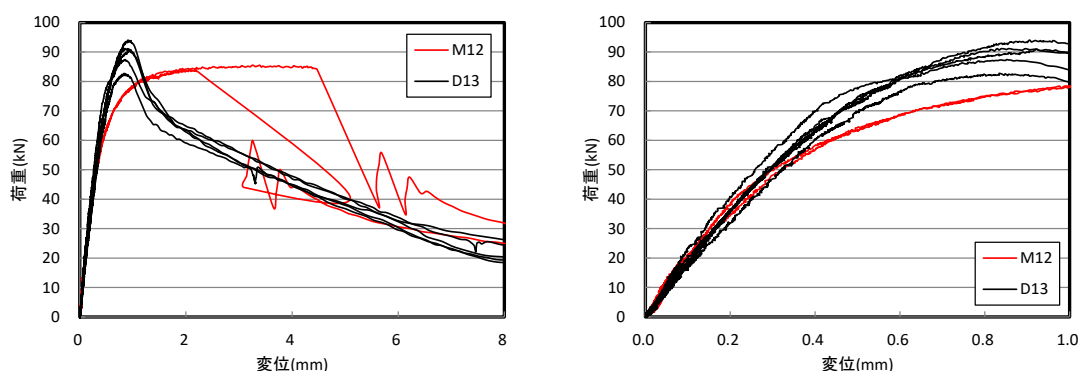


図 3-14 全ネジボルトと異形鉄筋の荷重変位曲線

#### 【まとめ】

異形鉄筋と全ネジボルトで付着強度には大きな差が認められず、いずれも 24N/mm<sup>2</sup> 以上の高い付着強度となり、剛性においても顕著な差異は認められない。



### 3. 4 長期耐久性

#### 3. 4. 1 クリープ特性

##### 【試験方法】

長期載荷荷重による影響を調べるため、バネ式のクリープ試験装置を使用しセメフォースミルクのクリープ特性を調べた。

試験体はコンクリート割裂防止のため鋼管で拘束し、図 3-15 のように D13 アンカー筋の埋込み深さを  $7d_a$  ( $d_a$ : アンカー筋の呼び径) とした。クリープ試験装置を図 3-16 に示す。20°C60%R.H.の恒温室内で、試験体は装置上部に設置し、コイルバネにより載荷した。予め付着試験を行い(最大耐力は 96kN)、クリープ試験の載荷荷重を最大耐力の 0.33~0.79 倍とした。

また、長期的なクリープ変形量を推定するため、EOTA ETAG 001 Part5 に従い、式(1)の定数  $a$ 、 $b$  を求め、長期におけるクリープ変形量を推定した。また、比較として注入式エポキシ樹脂系アンカーについてもクリープ変形量を測定した。

$$S(t) = S_0 + a \cdot t^b \quad (1)$$

$S_0$  : 初期変形量

$t$  : 時間

$a$ ,  $b$  : 定数

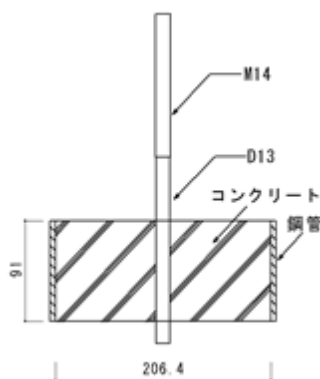


図 3-15 試験体形状

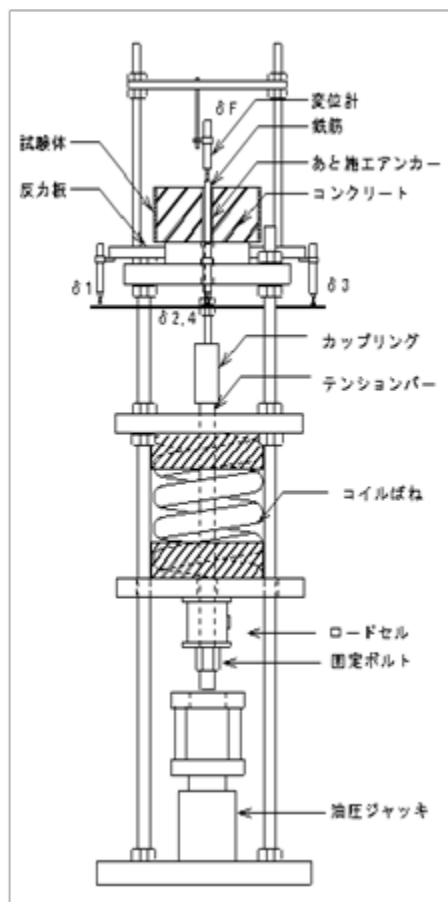


図 3-16 クリープ試験装置

## 【試験結果】

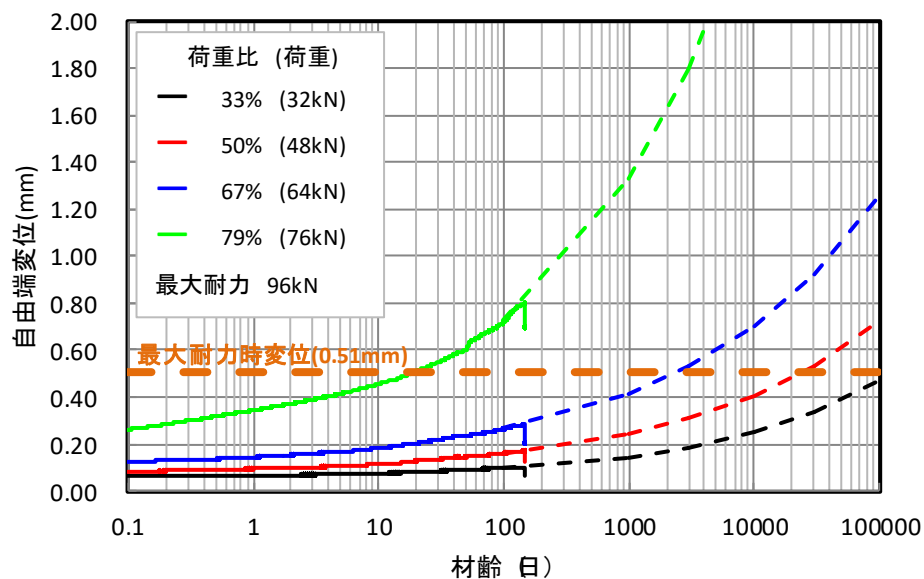


図 3-17 セメフォースミルクの載荷時間と自由端変位

図 3-17 において、実線が実測値、破線が式(1)より求めた予測値を示す。

予め行った付着試験での最大耐力時の自由端変位は 0.51mm であった。また、荷重比 79%では、自由端変位が 0.51mm に達してもクリープ破壊を起こすことはなかった。よって、載荷荷重 32kN(最大耐力に対する荷重比 0.33)の載荷では、100 年経過後のクリープ変形量は 0.35mm 程度と予測されることから、クリープ破壊には至らないものと推測される。

コンクリート強度より計算されるアンカー筋の設計付着強度  $\tau = 10\sqrt{(\sigma_B/21)}$  より、コンクリート強度  $28\text{N/mm}^2$  では、アンカー筋の付着強度は  $11.5\text{N/mm}^2$  と計算される。アンカー筋 D13  $7d_s$  において、設計付着力は 42kN となるため、設計付着力の 1/3 荷重である 14kN(本実験では載荷比 15%に当たる)の載荷では、殆どアンカー筋の拔出しは、発生しないものと推測される。

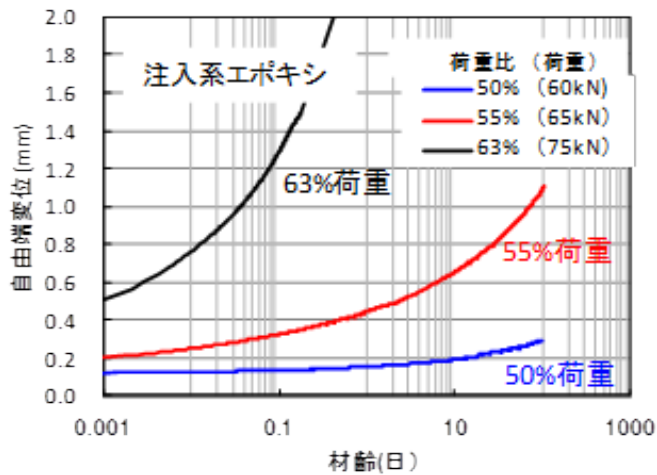


図 3-19 注入系エポキシの載荷時間と自由端変位

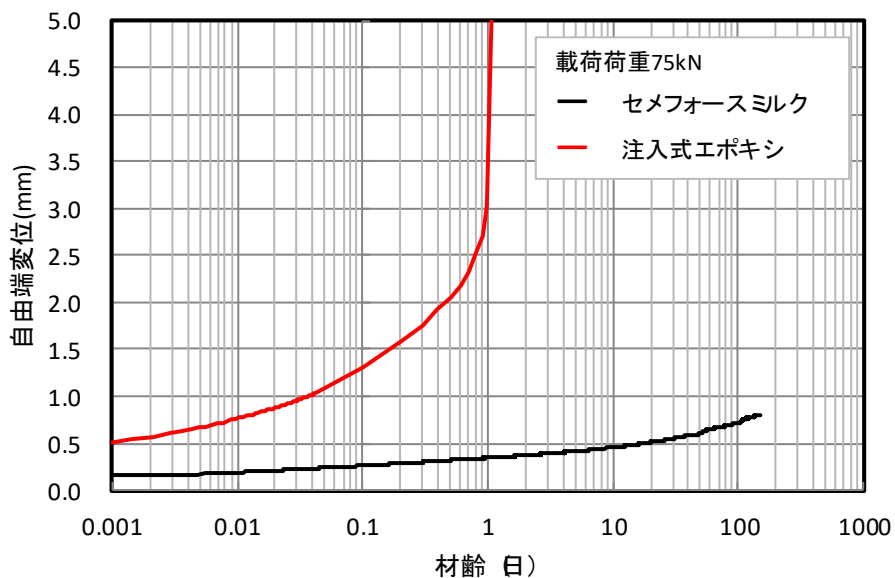


図 3-20 セメフォースミルクと注入系エポキシでの自由端変位比較

エポキシ樹脂系材料との比較を図 3-20 に示す。

載荷荷重 75kN において、エポキシ樹脂系アンカーでは 1 日程度でクリープ破壊を起こしたが、セメフォースミルクでは 150 日経過後もクリープ破壊せず、破壊時期に大きな差が認められ、同荷重での自由端変位にも大きな差が見られた。

#### 【まとめ】

設計付着力値  $\tau = 10\sqrt{(\sigma_B/21)}$  の 1/3 荷重では、アンカー筋の抜出しはほとんど発生せず、100 年の長期載荷荷重下において、クリープ破壊は発生しないものと考えられる。

### 3. 4. 2 耐熱性

#### 【試験方法】

セメフォースミルクの耐熱性を調べるため、高温環境下に試験体を設置し、高温環境下で付着試験を実施した。

図 3-21 に試験体形状を示す。試験体はコンクリート割裂防止のため鋼管で拘束し、埋込み長さは  $6d_a$  ( $d_a$ : アンカー筋の径)とした。図 3-22 に示す恒温槽付き万能試験機により実施した。試験体を所定温度に設定した恒温槽内に 14～18 時間静置し、万能試験機により試験体に引張力を導入した。測定は荷重およびクロスヘッドストロークとした。恒温槽温度、試験温度は 20～200℃とし、引張速度は  $1\text{N/mm}^2/\text{s}$  とした。比較として、エポキシ樹脂系アンカーについても試験を行った。耐熱試験の試験条件を表 3-14 に示す。

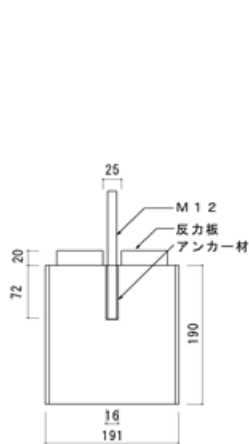


図 3-21 試験体形状

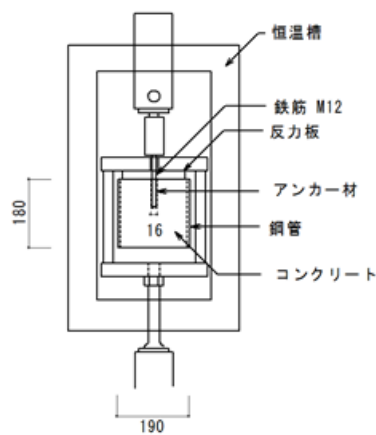


図 3-22 恒温槽内引張試験装置



表 3-14 耐熱性試験 試験条件

|            |                                                                    |
|------------|--------------------------------------------------------------------|
| アンカー筋      | M12 (SNB7)                                                         |
| 穿孔径        | $\phi 16\text{mm}$                                                 |
| 埋込み長さ      | $6d_a$                                                             |
| 母材コンクリート強度 | セメフォースミルク $32.0\text{ N/mm}^2$<br>エポキシ樹脂系アンカー $29.4\text{ N/mm}^2$ |
| 試験温度       | 20、40、60、80、100、150、200℃                                           |

## 【試験結果】

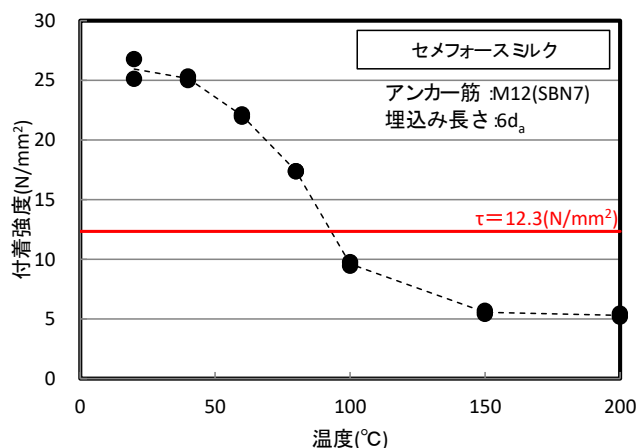


図 3-23 セメフォースミルクの環境温度と付着強度

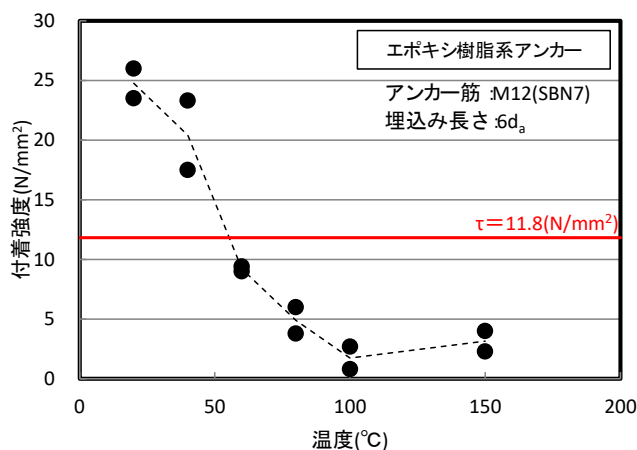


図 3-24 エポキシ樹脂系アンカーの環境温度と付着強度

屋外環境下の直射日光をうけるコンクリート表面の最高温度は 70℃以下と推定され、一般的な環境下において、セメフォースミルクは環境温度により大きな強度低下は発生しないものと推定される。また、コンクリートが火災等を受ける場合、かぶり厚さが 100mm 以上では、コンクリートの内部温度は 200℃以下と推定されており、火災時においてもかぶり厚さが 100mm 以上の場所への適用であれば、セメフォースミルクは火災時においても、設計付着強度  $\tau = 10\sqrt{(\sigma_B/21)} = 12.3$  以上であると考えられる。

## 【まとめ】

セメフォースミルクの付着強度は 60℃程度で低下するものの、80℃においても、設計付着強度 ( $\tau = 10\sqrt{(\sigma_B/21)} = 12.3$ ) 以上であった。

一方、エポキシ樹脂系アンカーは、40℃程度から付着強度は低下し始め、60℃程度で設計付着強度を下回る可能性があることが分かった。

#### 4. セメフォースミルク関係 投稿論文 一覧

| 学会                        | 年                                      | タイトル                                                  | 著者名   |                                                |
|---------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------|------------------------------------------------|
| 日本建築学会大会<br>学術講演梗概集       | 構造Ⅳ,<br>pp.201-202,<br>2012.09         | 超速硬セメント系注入式あと施工アンカーの付着特性                              | ○安藤重裕 | 中野克彦、渡辺一弘、<br>中川博光、田沼毅彦、<br>矢幡秀介、榊原弘幸、<br>赤坂哲司 |
| 日本建築学会大会<br>学術講演梗概集       | 構造Ⅳ,<br>pp.77-78,<br>2013.08           | 超速硬セメント系注入式あと施工アンカーの付着特性<br>その2 養生条件および下地の乾燥条件による影響   | ○武藤貴彦 | 中野克彦、渡辺一弘、<br>中川博光、田沼毅彦、<br>矢幡秀介、安藤重裕、<br>川上明大 |
| 日本建築学会大会<br>学術講演梗概集       | 構造Ⅳ,<br>pp.79-80,<br>2013.08           | 超速硬セメント系注入式あと施工アンカーの付着特性<br>その3 埋込み長さ、穿孔径および穿孔深さによる影響 | ○川上明大 | 中野克彦、渡辺一弘、<br>中川博光、田沼毅彦、<br>矢幡秀介、安藤重裕、<br>武藤貴彦 |
| 日本建築学会大会<br>学術講演梗概集       | 構造Ⅳ,<br>pp.81-82,<br>2013.08           | 超速硬セメント系注入式あと施工アンカーの付着特性<br>その4 高温下における付着強度           | ○安藤重裕 | 中野克彦、渡辺一弘、<br>中川博光、田沼毅彦、<br>矢幡秀介、川上明大、<br>武藤貴彦 |
| 日本建築学会大会<br>学術講演梗概集       | 構造Ⅳ,<br>pp.659-660,<br>2014.09         | 超速硬セメント系注入式あと施工アンカーの付着特性<br>その5 疲労耐久性                 | ○安藤重裕 | 中野克彦、渡辺一弘、<br>中川博光、田沼毅彦、<br>矢幡秀介、兼吉孝征、<br>山田宏  |
| 日本建築学会大会<br>学術講演梗概集       | 構造Ⅳ,<br>pp.661-662,<br>2014.09         | 超速硬セメント系注入式あと施工アンカーの付着特性<br>その6 クリープ特性                | ○兼吉孝征 | 中野克彦、渡辺一弘、<br>中川博光、田沼毅彦、<br>矢幡秀介、安藤重裕、<br>山田宏  |
| 日本建築学会大会<br>学術講演梗概集       | 構造Ⅳ,<br>pp.649-650,<br>2014.09         | コンクリートのひび割れによるアンカー引抜耐力の低減率に関する検討                      | ○山田宏  | 中野克彦、渡辺一弘、<br>田沼毅彦、矢幡秀介、<br>兼吉孝征、安藤重裕、<br>川上明大 |
| コンクリート工学<br>論文集           | Vol35, No.2,<br>pp.535-540,<br>2013    | 超速硬セメント系注入式あと施工アンカーの環境および施工条件が付着強度に及ぼす影響に関する実験的研究     | ○安藤重裕 | 中野克彦、渡辺一弘                                      |
| コンクリート工学<br>論文集           | Vol36, No.1,<br>pp.550-555,<br>2014    | 超速硬セメント系注入式あと施工アンカーのクリープ特性                            | ○安藤重裕 | 中野克彦、渡辺一弘、<br>山田宏                              |
| コンクリート工学<br>論文集           | Vol36, No.1,<br>pp.1894-<br>1899, 2014 | 超速硬セメント系注入式あと施工アンカーの引抜き耐力に及ぼすひび割れの影響                  | ○川上明大 | 中野克彦、渡辺一弘、<br>安藤重裕                             |
| 土木学会第69回<br>年次学術講演会       | 第V部門,<br>pp.481-482,<br>2014.09        | 超速硬セメント系注入式あと施工アンカーの付着クリープ特性                          | ○山田宏  | 中野克彦、渡辺一弘、<br>田沼毅彦、安藤重裕、<br>兼吉孝征               |
| 土木学会第69回<br>年次学術講演会       | 第V部門,<br>pp.479-480,<br>2014.09        | 大口径および太径アンカー筋に対するセメント系あと施工アンカーの付着強度特性                 | ○安藤重裕 | 中野克彦、渡辺一弘、<br>田沼毅彦、兼吉孝征、<br>山田宏                |
| 材料学会<br>アップグレードシンポ<br>ジウム | Vol13,<br>pp.349-356,<br>2013.11       | 超速硬セメント系あと施工アンカーの定着機構に関する検討                           | ○山田宏  | 安藤重裕、中野克彦、<br>渡辺一弘                             |
| 日本建築学会<br>技術報告集           | 第21巻 第47<br>号, pp.7-10,<br>2015.02     | あと施工アンカーのクリープ試験方法                                     | ○安藤重裕 | 中野克彦、渡辺一弘                                      |

## 5. 取り扱いの注意

- ・保管は直射日光を避け、冷暗所に安置してください
- ・本製品は強いアルカリ性を示し、目、鼻、皮膚等を刺激し、粘膜に炎症を起こすことがあります。
- ・作業時には、手袋、防塵マスク、防護めがねを必ず着用してください。
- ・目に入った場合は、きれいな水で十分に洗浄し、直ちに専門医の診察を受けてください
- ・皮膚に付着した場合はきれいな水で十分に洗い流してください。

## 6. 問い合わせ先

住友大阪セメント株式会社 建材事業部

東京 〒102-8465 東京都千代田区六番町 6 番地 28 TEL 03-5211-4752

大阪 〒530-0004 大阪市北区堂島浜 1-4-4 アクア堂島東館 TEL 06-6342-7704