

-15°Cから適用可能な無機系注入式アンカー

「セメフォースアンカー（防凍専用水）」

# 2021年5月24日 第17回南極設営シンポジウム

飛島建設株式会社

住友大阪セメント株式会社

○阿部 隆英  
折田 現太  
安藤 重裕  
兼吉 征孝



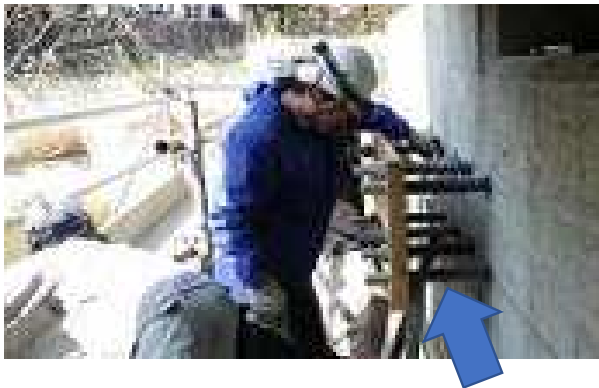
## あと施工アンカーについて

### あと施工アンカーとは

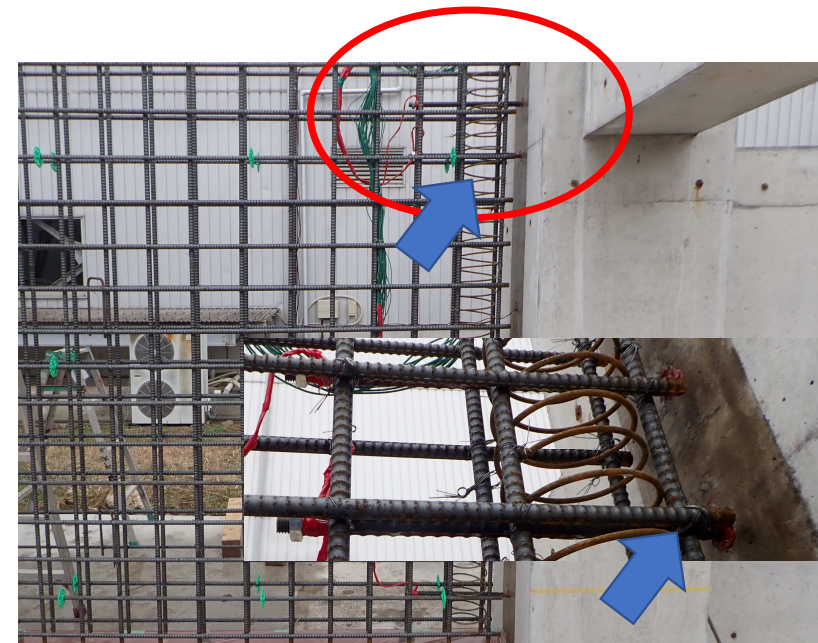
コンクリートの硬化後，所定の位置に穿孔などを行い固着させるアンカーのことで建築物・土木構造物・工作物などに多く用いられています。

### 例えば・・・

- 設備機器取付（空調機器，配管，電灯，手摺など）
- 耐震補強工事（鉄骨ブレース，耐震壁など）
- 鉄骨・鋼材取付（鉄骨柱，ブラケットなど）
- コンクリート増し打ち（堤防嵩上げ，基礎拡幅など）



鋼板ブラケット取り付け例



鉄筋コンクリート壁の取り付け例

# あと施工アンカーについて

## あと施工アンカーとは

コンクリートの硬化後，所定の位置に穿孔などを行い固着させるアンカーのことで建築物・土木構造物・工作物などに多く用いられています。

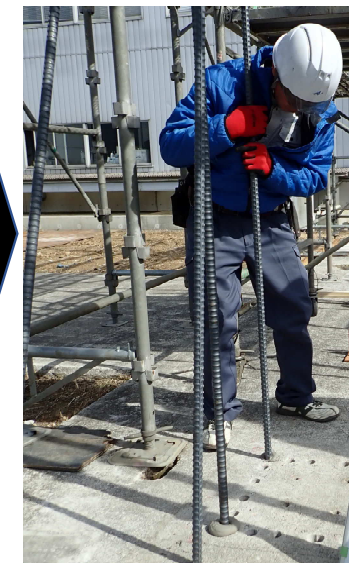
## 施工事例（実験） 鉄筋コンクリートの柱の施工例



穿孔



セメフォース  
アンカー注入

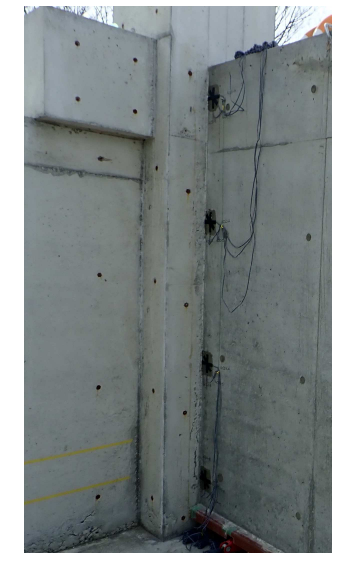


鉄筋挿入

セメフォース  
アンカー硬化後



型枠・配筋



コンクリート  
打設

# あと施工アンカーについて

## 接着系アンカー

主に建築・土木のコンクリート増設，耐震補強等に使用

### 接着系アンカー

カプセル方式

回転・打撃型

打ち込み型

注入方式

カートリッジ型

現場調合型

ミキシングノズル式

プレ混合式

有機系接着剤

無機系接着剤



セメフォース  
アンカー注入

アンカー筋挿入・定着

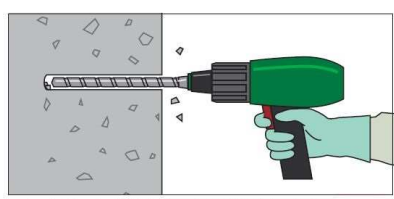
セメフォースアンカーによる施工状況

あと施工アンカーのアンカーの種類

※ 日本建築あと施工アンカー協会 (JCAA) HP参照

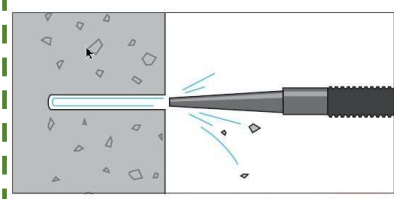
# 無機系接着剤「セメフォースアンカー」の施工手順

## 無機系接着剤「セメフォースアンカー」 施工方法



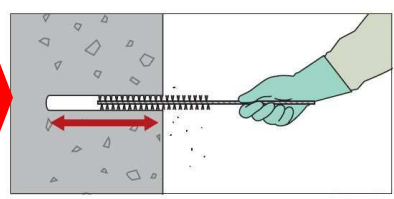
コンクリートドリルかコアで穿孔します。

アンカー孔穿孔

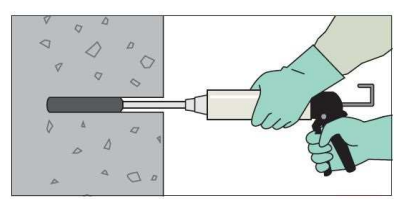


ブロアーや掃除機で丁寧に切粉を除去します。

アンカー孔清掃

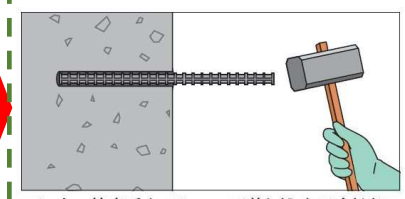


ブラシを併用し、孔側面の切粉も取り除いてください。



セメフォースアンカーを奥から充填します。

アンカー材注入



アンカー筋を手かハンマーで差し込んでください。太いアンカー筋、15d以上の穿孔長の場合、ハンマードリルの打撃モードによる挿入をお勧めします。

アンカー筋挿入

## セメフォースアンカー混練



①空振り

水を入れる前にカートリッジを5~6回空振りし、セメントの塊がないことを目視で確認してください。



②注水

専用水を全量投入してください。次に注入口を専用キャップで締めてください。



③攪拌

セメフォースを横にして5~6回、大きく振って専用水とセメント材料をしっかりと混ぜ合わせてください。



④梱包材剥離

攪拌完了後、底部の透明フィルムをはがしてください。



⑦打設準備

※写真は150ml用  
専用ハンドガン（別売）にセットし、ノズルを取り付け。



⑥押上

セメフォースアンカー空押しスタンド（別売）を用いて、材料をノズル口まで押し上げます。



⑤混練

セメフォースミキサー  
ミキサー攪拌時間  
500 30~45秒  
電動ドリル  
空押しスタンド

## 使用工具



ハンドガン



セメフォースミキサー



空押しスタンド

# 「セメフォースアンカー + 防凍専用水」

無機系注入式アンカー材「セメフォースアンカー」と防凍専用水

- ① 最低環境温度 $-15^{\circ}\text{C}$ 以上（日平均気温 $-10^{\circ}\text{C}$ 以上）でも採暖不要です。 （施工効率の向上）
- ② コンクリートと同等の耐火性に優れています。 （安全性に配慮）
- ③ 湿潤面での施工が可能（安定した付着力を発揮）です。 （施工効率の向上）
- ④ 環境性能が高く VOC（揮発性有機化合物）の発生がありません。 （環境性に配慮）
- ⑤ 横向き・上向き施工が容易で、粘度が高いため、たれ落ちしない材料です。

主剤が超速硬系セメントであるため、  
現行のものは、 $5^{\circ}\text{C}$ 以下だと初期凍害を受ける可能性があり  
採暖が必要。



練り混ぜ水に防凍成分（亜硝酸塩系）を配合したことで  
最低環境温度 $-15^{\circ}\text{C}$ 以上（日平均気温 $-10^{\circ}\text{C}$ 以上）でも採暖不要  
凝固点が $-15^{\circ}\text{C}$ のため、初期凍害を受けない

※ あと施工アンカーの無機系接着剤では **世界初**（当社調べ）



# 南極での施工を想定

## 南極での施工を想定したメリット

### 【施工効率の向上】

- ・ 最低環境温度 $-15^{\circ}\text{C}$ 以上（日平均気温 $-10^{\circ}\text{C}$ 以上）でも採暖不要
- 通常は $+5^{\circ}\text{C}$ 以上に養生
- ・ 環境温度から硬化までの時間が推定可能

### 【環境に配慮】

- ・ セメントの洗いが非常に少ない。  
（工具使用後の洗い水程度）
- ・ 使用する電気は、電動ドリルのバッテリーのみ。  
（施工時の直接的な電源不要）
- ・ 養生時の燃料（電気や灯油等）が不要になる。
- ・ VOC（揮発性有機化合物）が発生しないため、大気汚染を抑制できる。

従来：アンカー養生



ストーブによる養生



セメフォースアンカー養生不要

投光器による養生

このような条件下でも、あと施工アンカーとしての構造性能を確保

# ①恒湿槽を用いた定温養生付着実験

+10°C～-10°Cの環境下で付着試験・圧縮強度試験を実施

母材コンクリート・アンカー筋  
：付着実験時まで  
所定温度で養生

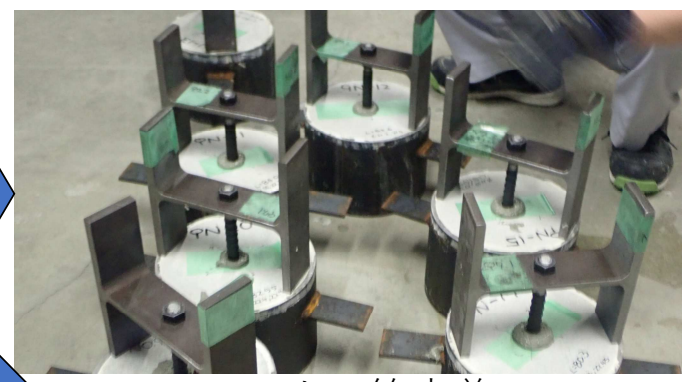
セメフォースアンカー・  
防凍専用  
：+5°C程度で養生

チャンバーにて  
所定温度・材令まで養生

**防凍専用を使用した  
セメフォースアンカーの凝固点  
-15度**



セメフォースアンカー注入



アンカー筋定着



養生 (+10°C～-10°C)

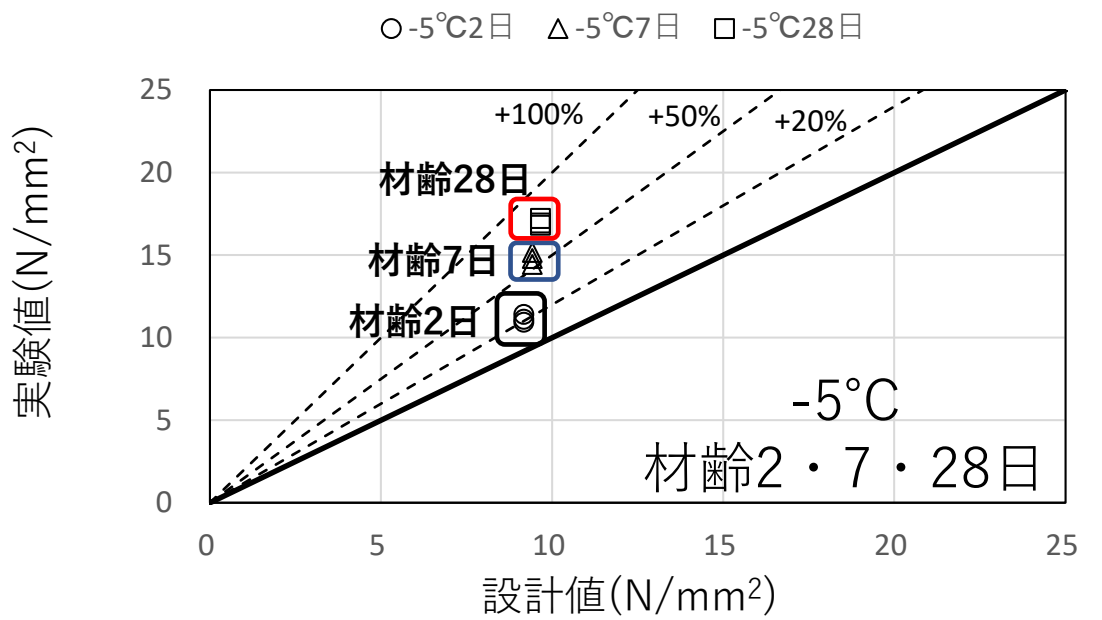
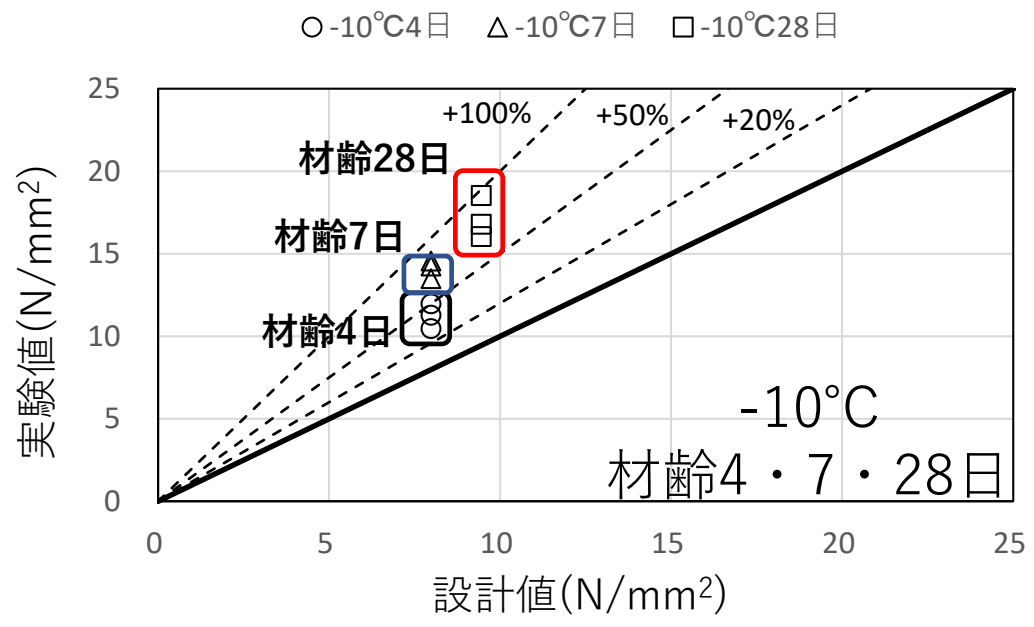


付着試験

付着実験状況



# ①恒湿槽を用いた定温養生付着実験



付着強度の実験値と計算値の比較 ( $\sigma_B = 13 \sim 20 \text{ N/mm}^2$ 程度)

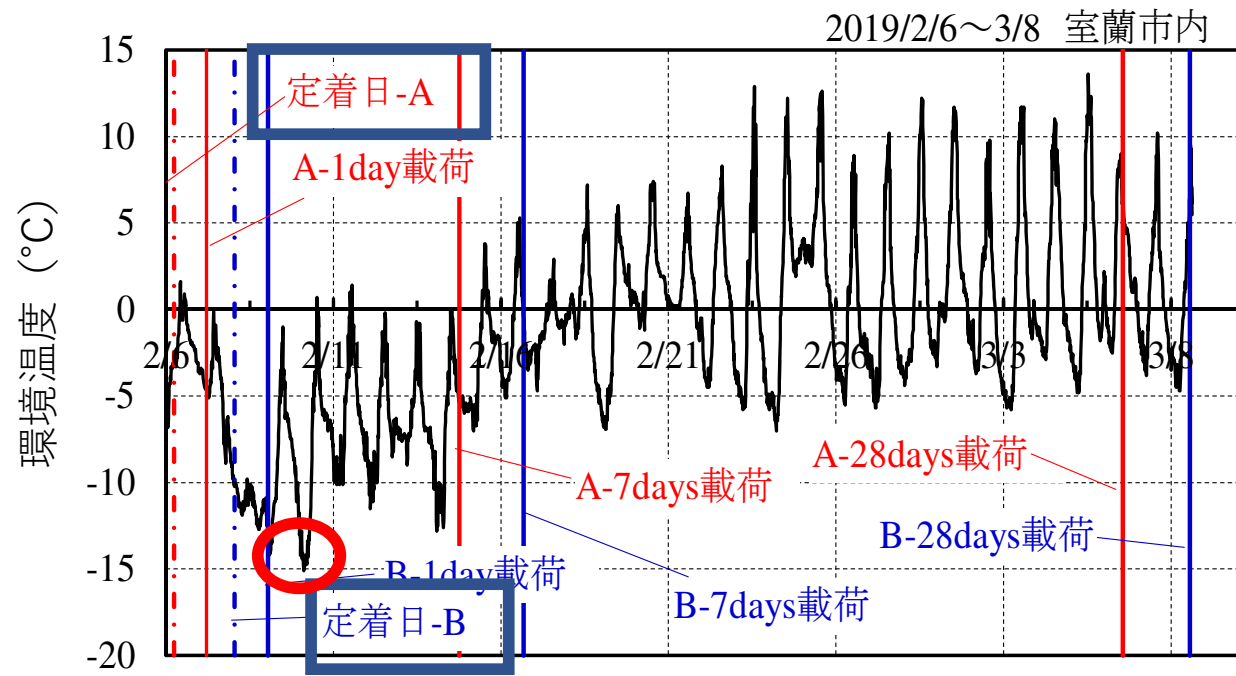
■ -10°Cの一定環境温度でも，設計強度を1.5倍以上確保

参考

付着強度の算定式  $\tau = 10\sqrt{(\sigma_B/21)}$

$\tau$  : アンカー筋の平均付着強度(N/mm<sup>2</sup>)  
 $\sigma_B$  : 既存部コンクリート強度(N/mm<sup>2</sup>)  
 (実験時では，+5~30°C程度内の気中温度での養生した圧縮強度を用いて算定)

# ②寒冷地における現地付着試験



現地付着試験の気温推移

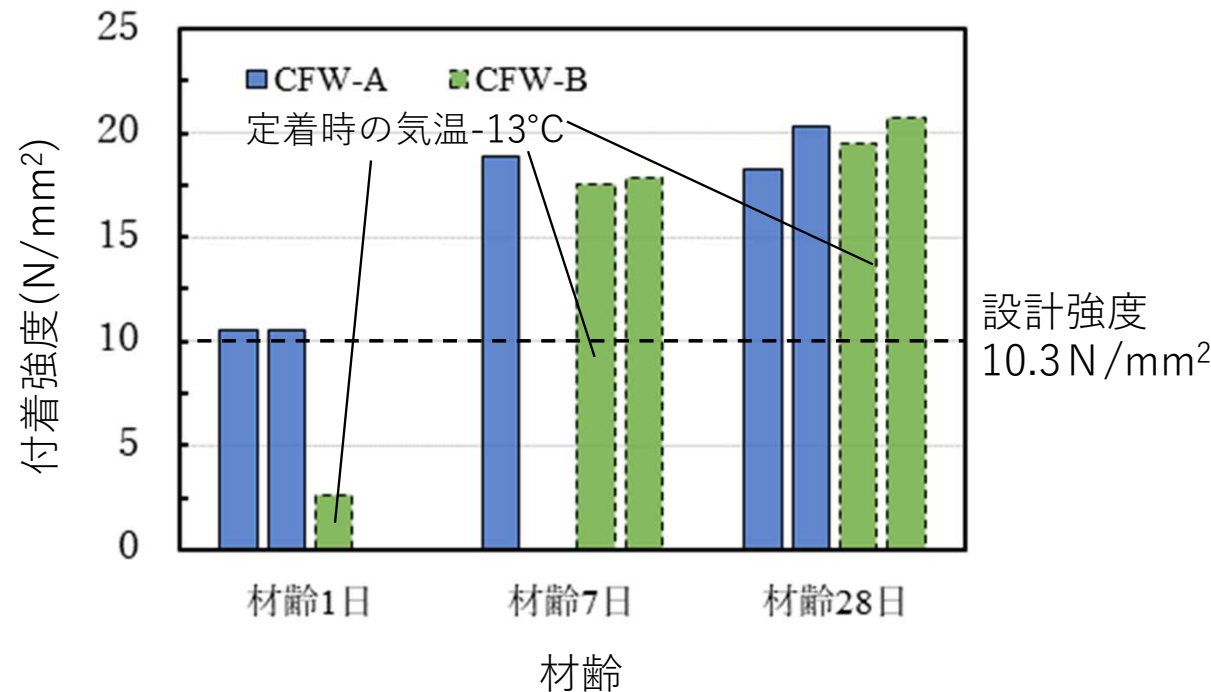
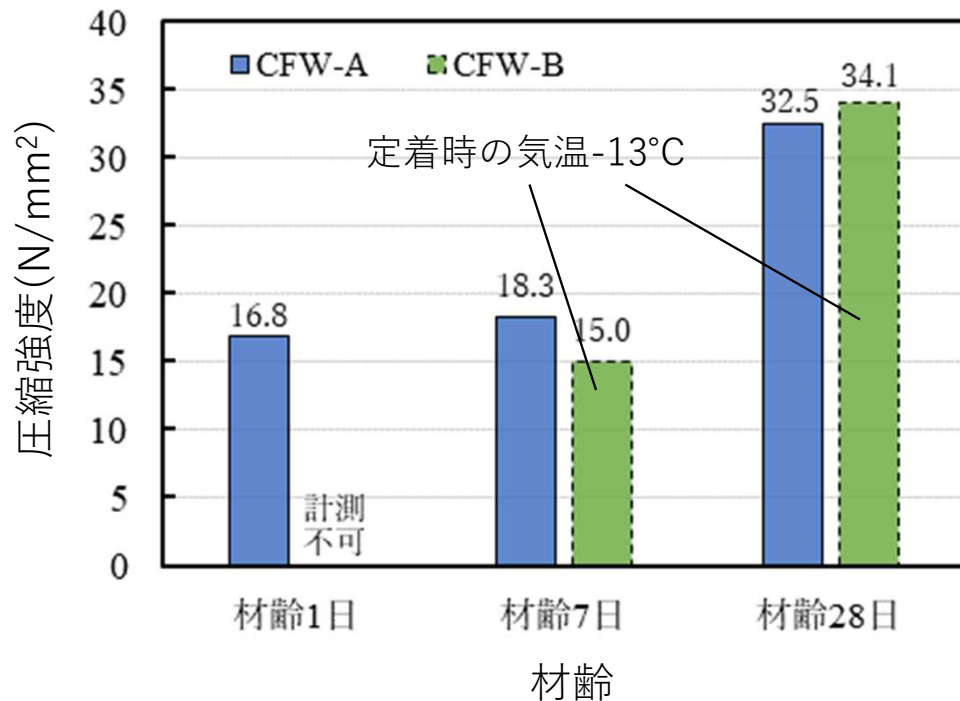
試験開始日 : 2019年2月6日 (定着日A) ・ 2月8日 (定着日B)

試験期間時最低気温 : -15°C



試験状況

## ②寒冷地における現地付着試験



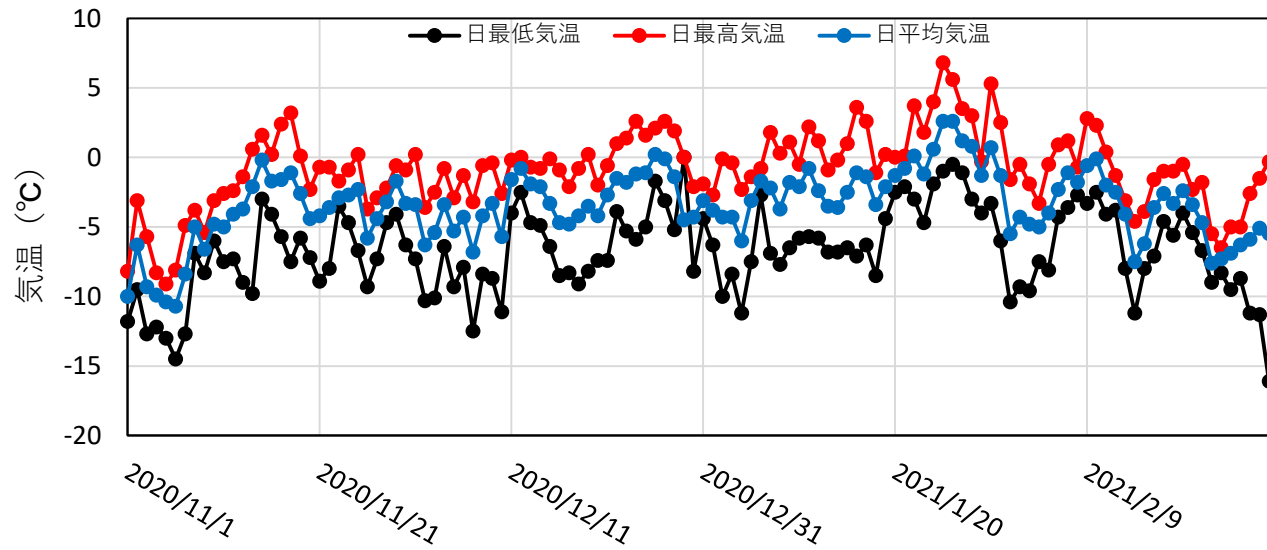
セメフォースアンカーの圧縮強度と材齢の関係    あと施工アンカーの付着強度と材齢の関係

- ・ 定着B：材齢1日では、圧縮強度・付着強度小さかったが  
**凍害を受けていないため**、材齢28日では**設計強度の1.83倍**まで強度が増進しました。

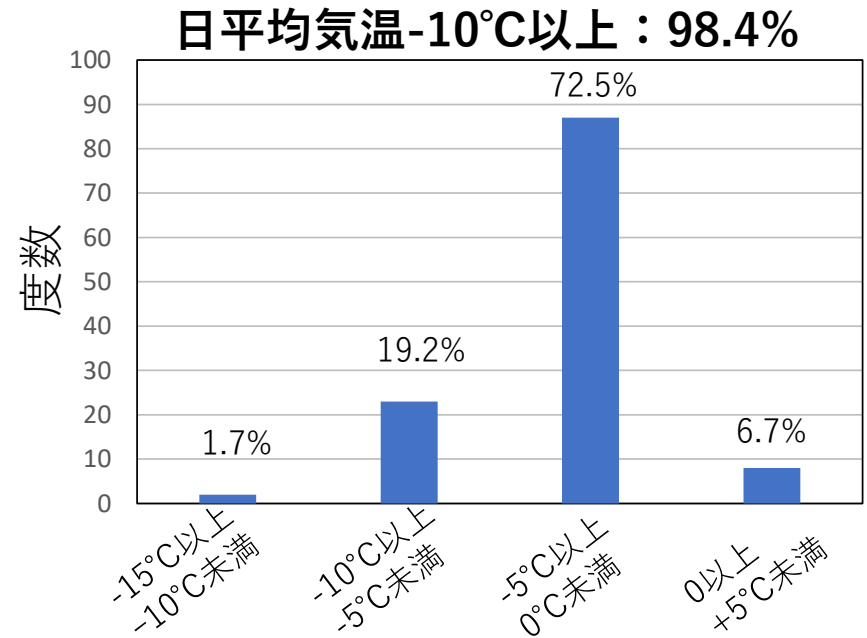
## ■昭和基地の気温と養生期間について

第62次南極地域観測時の昭和基地における，日平均気温を参考に養生期間を算定しました。  
昭和基地の日平均気温は，気象庁のホームページを引用しています。

第62次南極地域観測 施工日：2020年12月19日～2021年1月20日  
検討期間：2020年11月1日～2021年2月28日



昭和基地の気温の推移  
(2020年11月1日～2021年2月28日)



昭和基地の平均気温の分布  
(2020年11月1日～2021年2月28日)

## ■昭和基地の気温と養生期間について

・用途別に養生期間を3段階設定しています。

- ① 接触可能時間・・・硬化が始まり，手で触れることができるまでの期間
- ② 次工程可能時間・・・次の工程に入ることができるまでの期間（配筋・鋼材取り付け可能期間）
- ③ 設計強度到達時間・・・設計付着強度に達するまでの期間

・各用途に対するセメフォースアンカー（防凍専用水使用時）の圧縮強度と付着強度は以下のように設定しています。

### 各用途とセメフォースアンカー（防凍専用水使用時）の圧縮強度・付着強度の関係

時間	圧縮強度(N/mm <sup>2</sup> )	付着強度(N/mm <sup>2</sup> )
① 接触可能時間	5	2.5
② 次工程可能時間	15	7.5
③ 設計強度到達時間	20	10

### 各用途における日平均気温に対する養生期間

時間	日平均気温		
	-10℃以上-5℃未満	-5℃以上0℃未満	0℃以上
① 接触可能時間	16時間以上	16時間以上	16時間以上
② 次工程可能時間	64時間以上	48時間以上	40時間以上
③ 設計強度到達時間	120時間以上	88時間以上	72時間以上

日平均気温-10℃以上：98.4%

日平均気温-5℃以上：79.2%

## ■昭和基地の気温と養生期間について

日平均気温の変化が大きい場合、養生期間は日平均気温の積算温度を用いて算定することができます。

$$\Delta t = \frac{M_M}{T_{M.ave} + 25}$$

- $M_M$  : 日平均気温の積算温度 (D・° D)  
 $T_{M.ave}$  : 日平均気温の平均値 (°C)  
 $\Delta t$  : 最低養生期間 (日)

各用途における日平均気温の積算温度


時間	$M_M$ (D・° D)
① 接触可能時間	8.6
② 次工程可能時間	35.3
③ 設計強度到達時間	72.0

## 算定例

日平均気温の推移：打設日 -10°C, 打設翌日 -3°C

目標用途 : 次工程可能時間

$$\Delta t = \frac{M_M}{T_{M.ave} + 25} = \frac{35.3}{\frac{-10-3}{2} + 25} = 1.71(\text{日})$$


**1.91(日) × 24(時間) = 45.8(時間)**