



〈技術レポート〉

## ファイバーキャスト-Pによる注入施工法

工業製品第二事業部 MD部 セラミックファイバーチーム 田中 秀雄

### 1. はじめに

近年，地球温暖化が騒がれる一方，最近の景気低迷により工事費用の増大をもたらす炉の全面改修が困難な状況にある。

今回紹介するファイバーキャスト-Pによる注入工法は，炉壁の亀裂，目地開きなどに対しポンプ注入することにより断熱施工を行う工法であり，省エネルギー及び炉壁の延命に有効で効率良い補修方法として脚光を浴びつつある。

従来のファイバーキャストはセラミックファイ

バーと無機バインダー等を湿式混合したペースト状の不定形耐火物であり，補修材として長い歴史と多くの実績がある。今回開発したファイバーキャスト-Pは，流動特性を向上させポンプ圧送可能とした製品である。

以下ファイバーキャスト-Pを使用した注入施工法について紹介する。

### 2. ファイバーキャスト-Pの基本物性

表1にファイバーキャスト-Pの基本物性を示す。

表1 基本物性

品名		単位	250-P	400-P
最高使用温度			1300	1400
密度	常態 (wet)	{ kg/cm <sup>3</sup> }	1.05	1.16
	110 乾燥後		0.25	0.40
	1300 焼成後		0.27	0.44
曲げ強さ	300 焼成後	Pa { kg/cm <sup>2</sup> }	20.6 × 10 <sup>4</sup> { 2.1 }	81.4 × 10 <sup>4</sup> { 8.3 }
圧縮強さ	1300 焼成後	Pa { kg/cm <sup>2</sup> }	24.5 × 10 <sup>4</sup> { 2.5 }	70.6 × 10 <sup>4</sup> { 7.2 }
線収縮率	1200 焼成後	%	3.10	2.00
	1300		4.10	3.10
	1400		—	3.50
化学成分	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	55	75
	SiO <sub>2</sub>		45	25
熱伝導率	600	W/m・K { kcal/m・h }	0.15 { 0.13 }	0.13 { 0.11 }
	800		0.19 { 0.16 }	0.17 { 0.15 }
	1000		0.28 { 0.23 }	0.23 { 0.20 }
	1200		0.34 { 0.29 }	0.31 { 0.27 }
用途			バックアップ隙間部 (ケーシング間)への充填。	ファイバーブロック及び一般耐火物の目地開き部への充填。

### 3. 施工方法および施工手順

施工範囲，施工量，施工目的により3種類の施工方法がある。

#### 3.1 ポンプによる注入施工

圧送ポンプにより直接ファイバーキャストを圧送し，弊社考案の特殊ノズルを用いて注入施工を行う方法で，施工速度が早く材料コストも安いので，特に施工量の多い場合に有効である。

##### 3.1.1 スラリーポンプ

注入圧送するスラリーポンプの定格は次の通りである。なお，外形寸法を図1に，外観を写真1に示す。

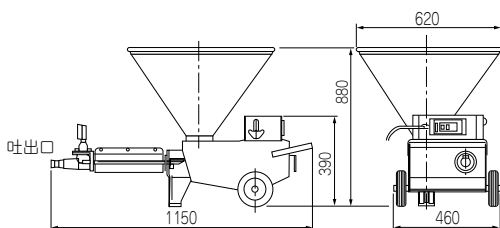


図1 ポンプ外形寸法



写真1 ポンプ外観

ポンプ方式：スネーク方式  
動力：0.75KW（単相100V）  
吐出量：1～5kg/min  
最大圧力：25kg/cm<sup>2</sup>  
圧送距離：水平30m  
重量：65kg

##### 3.1.2 特殊注入ノズル

特殊注入ノズルの構成を図2に，外観を写真2に示す。

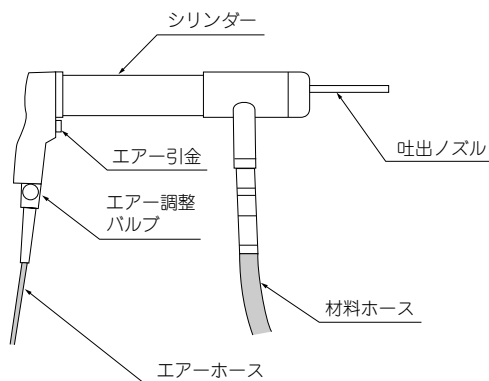


図2 特殊ノズル構成



写真2 特殊ノズル外観

##### 3.1.3 施工手順

- ①圧送ポンプにマテリアルホースを接続し，初期圧送時はファイバーキャスト-Pが圧送されやすいように予め水を流す。その後，ホッパーにファイバーキャスト-Pを入れ圧送されるか確認する。
- ②注入ノズルにエアーホースを接続し，押出しエアー圧力を約3kg/cm<sup>2</sup>に調整する。
- ③圧送ポンプにより，ノズルシリンダー内にファイバーキャスト-Pを充填し，充填完了後，手元リモコンスイッチにより圧送ポンプを停止させる。（図3，写真3）
- ④エアー引き金レバーを引くことによりファイバーキャスト-Pはノズルより吐出される。（図4，写真4）

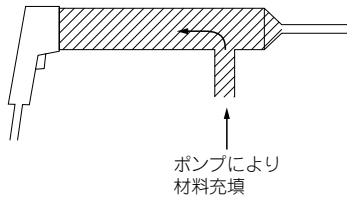


図3 ノズル内への充填



写真3 ノズル内への充填

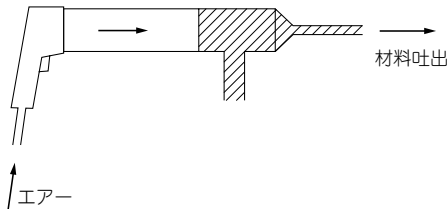


図4 材料の吐出



写真4 特殊ノズルによる施工

隙間へ充填する際は、吐出ノズル先端を50mm程度挿入し充填する。また、充填速度、吐出圧力の微調整はエア引金レバーの引き方により調整する。

⑤ ③④の作業を繰り返し充填施工を行う。

### 3.2 エアー式コーキングガンによる注入施工

ファイバーキャスト材をポリ袋に予め充填したカセットを専用のエアー式コーキングガンに装着して注入施工する方法で、特に施工場所が点在している場合や中量の施工に有効である。

エアー式コーキングガンおよびファイバーキャスト材充填カセットの外観を写真5に示す。



写真5 コーキングガン及びカセット

#### 施工手順

- ①後部ピストンレバーを引き、ファイバーキャスト-P (カセット) をエアー式コーキングガンに装着する。
- ②ポリ袋先端をハサミで裁断し先端キャップを装着する。
- ③エア引金レバーによりピストンを押しノズルより材料を吐出させ充填施工する。(図5、写真6)

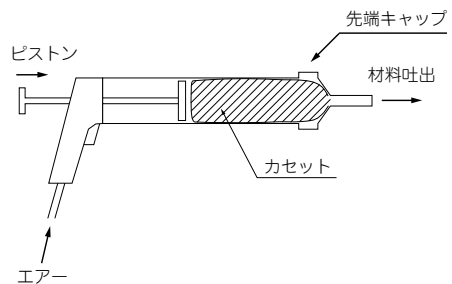


図5 コーキングガンの構造



写真6 コーキングガンによる充填

- ④ 充填完了後キャップを取外し、使用後のカセットを除去する。(写真7)



写真7 使用後カセット

- ⑤ ①～④の作業を繰り返し充填施工を行う。

### 3.3 カートリッジによる注入施工

極少量の場合には一般的な手動式コーキングガンを用いたカートリッジによる施工を行う。

## 4. 施工例

ケーシング外壁側より注入する場合と炉内内部より断熱材亀裂目地に注入充填する場合の施工例について説明する。

### 4.1 外壁からの充填注入施工

炉壁ホットスポット箇所のケーシングに注入孔を設け、断熱材とケーシングの隙間を注入補修する。なお、緊急の場合は炉稼働中に施工を行うケ

ースもあるが、通常は停止後に施工する。(写真8, 9)



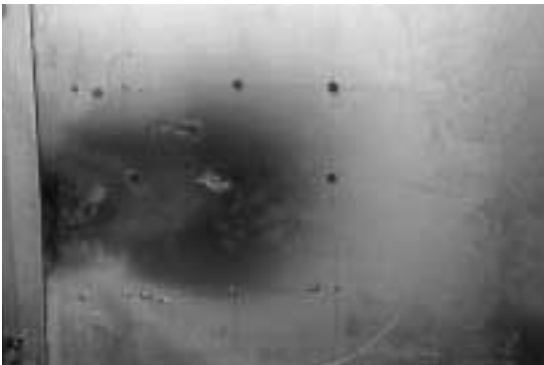


写真8 テスト注入状況

#### 4.1.1 テスト注入

前面アクリル板ケース（300×300）隙間10mmに注入

- 1) ホットスポット箇所へ注入孔を設ける。



- 2) 注入孔よりファイバーキャスト-Pを注入する。



- 3) 注入終了後。



写真9 実炉への注入施工

#### 4.2 炉内からの目地注入施工

炉の定修時、炉内内部より断熱部の亀裂、目地開き箇所の充填を行う。

ファイバーブロック炉壁目地開き部への注入施工例を写真10、11に示す。



写真10 側壁部への施工



写真11 扉部への施工

## 5. 注入施工による省エネ効果

鍛造加熱炉に施工した省エネ効果の一例を示す。

使用内部温度 1290℃

外気温度 20℃

### 5.1 省エネ効果計算例

$$\text{省エネ効果} = \frac{\text{低下放散熱量} \times \text{施工面積} \times \text{時間}}{\text{ガス発熱量}} \times \text{ガス価格} = \boxed{38,000\text{円/月}}$$

計算条件

低下放散熱量 (kcal/m <sup>2</sup> h) :	177
施工面積 (m <sup>2</sup> ) :	100
使用時間 (h/月) :	720
ブタンガス発熱量 (kcal/m <sup>3</sup> ) :	28,000
ブタンガス価格 (円/m <sup>3</sup> ) :	83

表2 測定温度及び放散熱量

	外壁測定温度 ( )	放散熱量 (kcal/m <sup>2</sup> h)
注入前	92	918
目地注入後	81	741
低下(効果)	- 11	- 177

## 6. 炉壁の延命効果

ブロック目地部にファイバーキャスト-Pを充填することにより、ブロックの緩みを固定し、熱リークを制御して炉壁の耐久性を向上させることが可能である。

## 7. おわりに

今回紹介したファイバーキャスト-Pによる注入工法は、地球温暖化防止が叫ばれる中、省エネルギーに貢献し作業環境の改善にも有効な工法として期待されている。今後、ユーザー各位の御要求に応えるべく更に改良、開発を進めて行く所存である。

なお、炉・プラント等の断熱構造の劣化状態(熱診断)を弊社、A・E事業本部熱診断チームで実施しているので併せて御利用頂ければ幸いです。

### 筆者紹介



田中 秀雄

工業製品第二事業部 MD部  
セラミックファイバーチーム  
リーダー