

ヒーティングジャケットの高性能化による 省エネ・コスト削減提案

～次世代断熱材エアロゲルと低放射表面材の導

排気配管向け次世代ヒーティングジャケット

放熱ロス▲51%・表面温度40°C台
・年間約22万円

対象: 工場内 100A配管 (計24m)

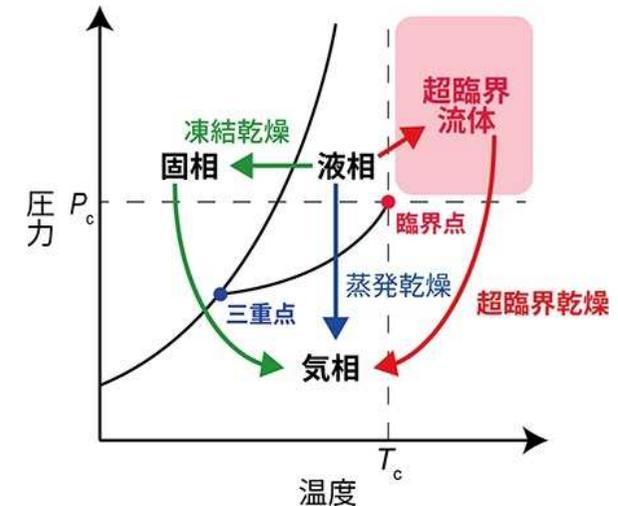


エアロゲルとは？

- エアロゲル熱伝導率 $0.017 \sim 0.02 \text{W/m}\cdot\text{K}$
優れた断熱性能

ガラスフェルト $0.035 \sim 0.045 \text{W/m}\cdot\text{K}$

- シリカ (SiO_2) のナノ ($1/1000000\text{mm}$) 粒子
1000°Cの耐熱で構成された断熱材
- パイプライン、鉄鋼の断熱材としては有名
- 縫製が困難 ⇒ 縫製を克服
- 飛散防止を実現 テフロンコートガラスクロス
で包む ⇒ 飛散防止



現状の課題と改善コンセプト

「断熱の厚み」から「断熱の質」への転換

- **現状の問題点（ガラスフェルト 20mm）**

表面温度が約60°Cに達し、放熱ロスが大きい。

接触火傷のリスクおよび夏場の空調負荷増大。

- **改善のコンセプト：ハイブリッド多層構造**

コア層: エアロゲル（18mm）を搭載。圧倒的な低熱伝導率（0.02W/m・K）で熱を封じ込める。

保護層: 内外にガラスフェルト（各5mm）を配置。緩衝材としてエアロゲルを保護。

- **表面層:** 光沢アルミ仕上げ。放射率を下げ、赤外線による熱逃げを遮断。

断面図と断熱性能比較

厚み1.4倍、断熱性能は約2倍へ

構造比較	現行：ガラスフェルト(GF)	提案：エアロゲル(AG)ハイブリッド
断面構成	配管 - [GF 20mm] - 表面	配管 - [GF 5mm / AG 18mm / GF 5mm] - [アルミ]
合計厚み	20mm	28mm
熱抵抗値(\$R\$)	\$0.57 \text{ ¥, m}^2\text{¥} \cdot \text{K/W}\$	\$1.19 \text{ ¥, m}^2\text{¥} \cdot \text{K/W}\$ (約2倍)
表面温度	約59.3°C	約43.0°C (-16°C)



表面アルミ化による「放射熱」の抑制 見えない「熱の放射」を90%カット

- 放射率の劇的低下:** 通常の布 (0.9) から光沢アルミ (0.05) へ変更。
- メカニズム:** 表面から赤外線として逃げる熱を鏡のように反射して閉じ込めます。
- 省エネの上乗せ効果:**
 - 断熱層 (エアロゲル) の効果に加え、さらに**約13%の放熱抑制 (省エネ3%)** を上乗せ。
 - 周囲への輻射熱が抑えられるため、夏場の工場内温度上昇を防ぎ、空調費も削減。



期待される経済効果 年間 約18万円のコスト削減

- 配管100A × 24m (内部150°C / 24時間稼働想定 / 25円/kWh)
- 年間消費電力量:
 - 現行: 18890.4 kWh
 - 提案: 8,000 kWh (▲9784.3 kWh)
 - エネルギーロス49%に (51%削減)**
- 年間電気代削減額:
 - 約 225,038円 / 年
- 安全・環境付加価値:
 - 接触火傷の防止: 表面温度40°C台を維持。
 - 脱炭素: CO2排出量を年間 約3.0トン削減。

樹脂射出成型機のシリンダーカバー外にアルシールM15を貼った場合

Q:単位時間当たりの熱損失 (W)
 σ : Stefan-Boltzmann定数 5.67051×10^{-8} (W/(m²·K⁴))
 ϵ : 表面の放射率
 h : 対流熱伝達率 (W/(m²·K)) (室内=7~10、野外強風=50)
 A : 表面積 (m²)
 $T_{表面}$: 表面温度 (°C)
 $T_{周囲}$: 周囲の温度 (°C)
 対流熱損失: QF $QF = h \cdot A \cdot (T_{表面} + 237.15) - (T_{周囲} + 237.15)$
 放射熱損失: QG $QG = \sigma \cdot \epsilon \cdot A \cdot ((T_{表面} + 237.15)^4 - (T_{周囲} + 237.15)^4)$
 熱損失: Q = QF + QG



100A配管に巻く
24mの面積m2
 Before 4.98 断熱層20mm
 After 8.56 断熱層28mm

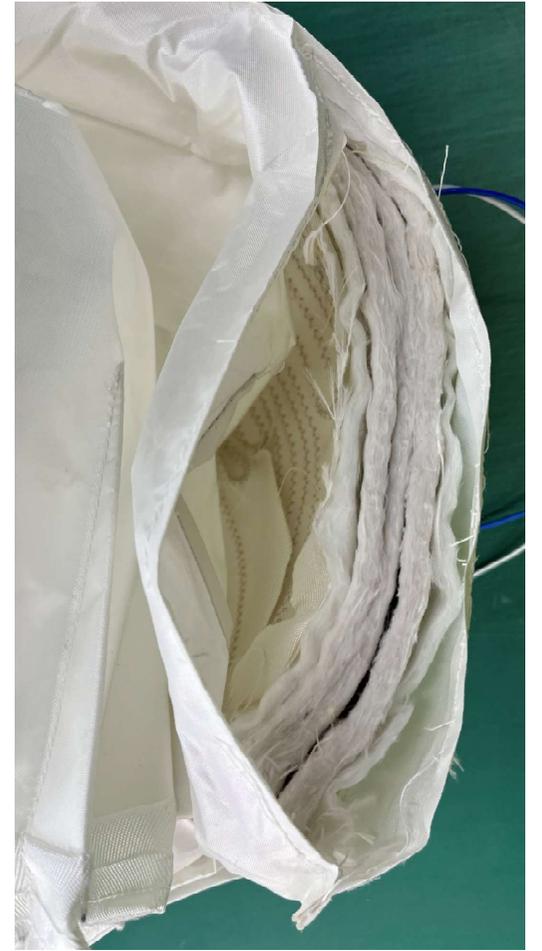
Before		After	
乾燥炉 模式図 幅1.31X長さ4.08X高さ1.7m(炉部) 表面60°Cの部分が多い。 内部は170°C、エネルギー源は電気		アルシールE15X10枚を使い、マグネットで取付け。所定の大きさへのカットはお客様にて。	
条件入力1:		条件入力2:	
$\sigma =$	5.671E-08	$\sigma =$	5.671E-08
$\epsilon_1 =$	0.9 (シリコンコートガラスクロス)	$\epsilon_2 =$	0.05 (光沢7%ニッケル e=0.05)
$h =$	7	$h =$	7
$A_1 =$	4.98	$A_2 =$	8.56
$T_{表面1} =$	60 (°C)	$T_{表面2} =$	43 (°C)
$T_{周囲2} =$	25 (°C)	$T_{周囲2} =$	25 (°C)
$QF_1 =$	1220.1	$QF_2 =$	1078.6
$QG_1 =$	1122.5	$QG_2 =$	50.7
$Q_1 =$	2342.6	$Q_2 =$	1129.2
	333.2 (K)		316.2 (K)
	298.2 (K)		298.2 (K)

ケース1 週5日X12hr稼働

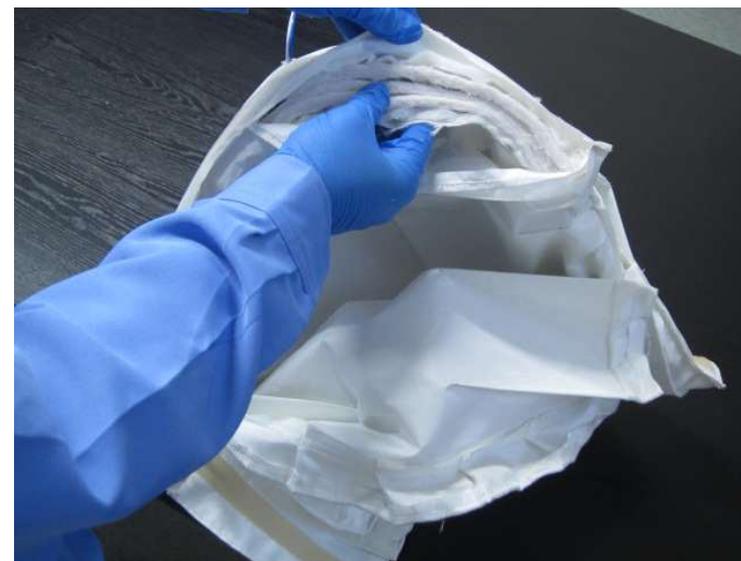
Before		After		省エネ効果		CO2換算	
年間熱損失 ₁	18890.4 (kWh)	年間熱損失 ₂	9106.2 (kWh)	▲9784.3 (kWh)	▲3914.0 Kg	▲3.9 t	
X168hr/週X4週X12ヶ月 =	8064	X168hr/週X4週X12ヶ月 =	8064	おおよそ	49 %	省エネ率	
電気料金 ₁	23 (円/kWh)	電気料金 ₂	23 (円/kWh)				
年間損失料金 ₁	434,480 (円)	年間損失料金 ₂	209,442 (円)	▲225,038 (円)			

注: 冷房エアコンの電気料金は考慮していない

エアロゲル 困難な縫製を克服！！



内部構造 飛散防止を工夫



「エアロゲルは断熱性能は抜群、
実は“割れる・粉が出る・縫えない”ので、
ほとんどの会社はボード用途でしか使えていません。
当社はこれをガラスフェルトで挟み、テフロンコートガラスクロスで封止し、
独自の縫製で“柔らかいジャケット形状”にしました。
ここが他社には真似しづらいポイントです。」