ニチアス技術時報
2010年1号 NO.355

〈新工法紹介〉

非吸水性断熱材「Pyrogel™ XT」/「Cryogel™ Z」を用いた新断熱工法

［特許出願中］※1

工事事業本部　技術部　工法開発チーム

1. はじめに

「Pyrogel™ XT」（保温用）/「Cryogel™ Z」（保冷用）は，米国Aspen Aerogels社が開発した新しいタイプの超低熱伝導，はっ水性，フレキシブル断熱材です。

「Pyrogel™ XT」/「Cryogel™ Z」の熱伝導率は，従来の断熱材の中で最も低く，けい酸カルシウム保温材等に比べ，施工厚さを約1/2～1/4程度に低減できます。また，水を完全にシャットアウトするはっ水性を有していながら水蒸気は透過するというユニークな特長を持っています。さらに，加工が容易であり，フレキシブルな材質のため，施工対象の形状に制約されない施工が可能です。

当社では，2007年10月にAspen Aerogels社と国内代理店契約を取り交わし，現在，「Pyrogel™ XT」/「Cryogel™ Z」の各分野への応用開発及び拡販を推進しています。本報では，各種プラントにおける配管への保温（保冷）施工例として，従来の断熱材とは異なる優れた特性を生かした新しい断熱工法をご紹介します。

＊「Pyrogel」，「Cryogel」は，Aspen Aerogels社の商標です。

＊「e'-AIM®（エコ-エイム）」「増し保温®」は，ニチアスの登録商標です。

※1 特願2008-162609号，特願2008-162611号，特願2009-173107号

2. 製品概要

「Pyrogel™ XT」および「Cryogel™ Z」は，フェルト状の基材にナノポーラスシリカジェル（超微粒シリカ）を含浸させたシート状断熱材であり，超低熱伝導，はっ水性，フレキシブルという特長を合わせ持っています。

表1　Pyrogel™ XTおよびCryogel™ Zの基本特性

製品名	Pyrogel™ XT（保温用）	Cryogel™ Z（保冷用）
主用途	常温～高温用	低温用［片面防湿層（アルミ箔）付］
製品厚さ（mm）	5，10	5，10
使用温度（℃）	－40～650	－273～90
色調	ベージュ	白／銀（アルミ箔）
かさ密度（g/cm³）	0.18	0.13
熱伝導率＊（W/mK）	0℃：0.020 300℃：0.035 600℃：0.089	－150℃：0.0114 0℃：0.0138 50℃：0.0155
はっ水性	あり	あり

＊ASTM C177によるメーカー実測値であり規定値ではありません。

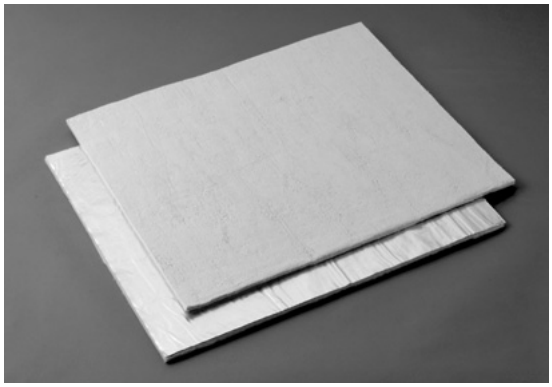


写真1　製品外観（Pyrogel™ XT（上）およびCryogel™ Z（下））

各材料の基本特性を**表1**に，外観を**写真1**に示します。

3. 特　性

3.1　断熱性

「Pyrogel™ XT」/「Cryogel™ Z」と従来の各断熱材の熱伝導率を比較すると**図1**のようになります。

図1の「Pyrogel™ XT」/「Cryogel™ Z」と従来断熱材の熱伝導率比較より，「Pyrogel™ XT」/「Cryogel™ Z」は，従来の断熱材に比べおよそ1/2～1/4程度の低い熱伝導率を示していることがわかります。

JISに基づいて4B配管/内部温度150℃/外気温20℃/表面熱伝達率12W/m²Kの場合の経済的保温厚さを「Pyrogel™ XT」と従来の断熱材で比較すると**図2**のようになります。

3.2　製品形状

「Pyrogel™ XT」/「Cryogel™ Z」は**写真2**に示すように幅約1500mmのロール状で梱包されています。製品は，柔軟性のあるシート状であり，様々な形状のものにフィットします。製品厚さは，「Pyrogel™ XT」,「Cryogel™ Z」ともに5，10mmの2種類があり，組み合わせによって施工厚さを調整できます。

3.3　はっ水性

「Pyrogel™ XT」/「Cryogel™ Z」は，水蒸気を透過します（**写真3**）が，水は完全にシャットアウト

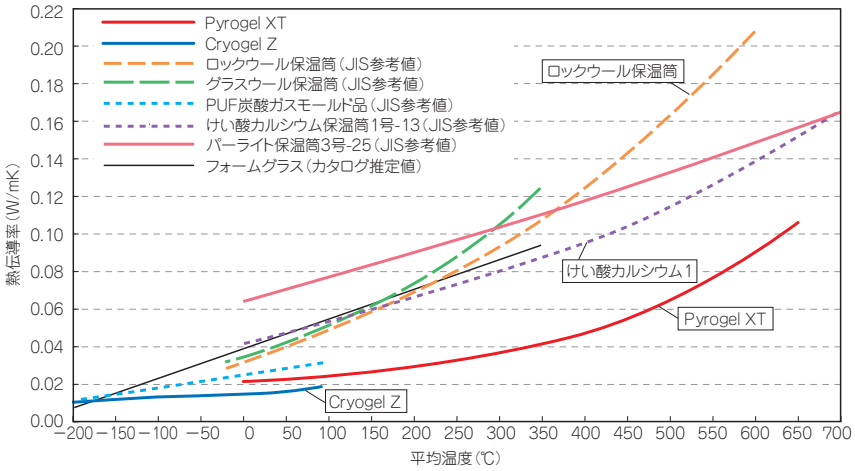
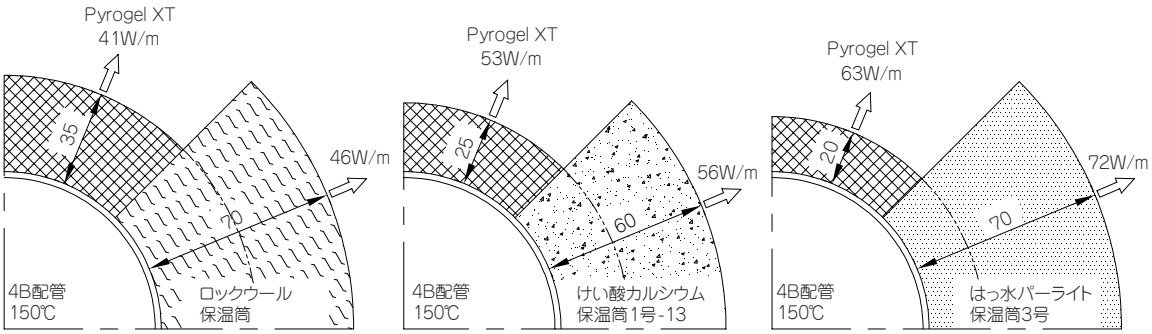


図1　Pyrogel™ XT/Cryogel™ Zと従来断熱材の熱伝導率比較



＊外気温度20℃，表面熱伝達率12W/m²K。Pyrogel XTの熱伝導率は10％の安全率を見込んでいます。

図2　Pyrogel™ XTと従来保温材断熱厚さ比較

写真２　製品の形状（Pyrogel™ XT）

写真３　Pyrogel™ XT の水蒸気透過性

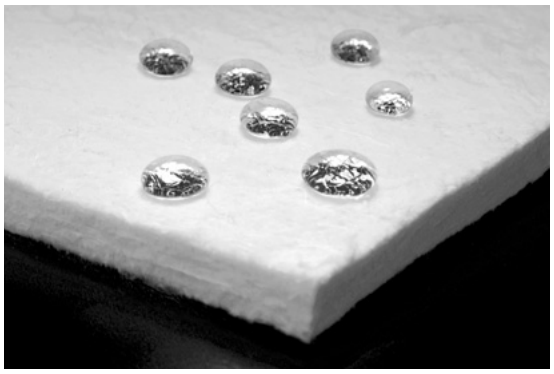


写真４　Pyrogel™ XT のはっ水性

します（**写真４**）。従来の断熱材（保温材）は，水を吸いやすく配管腐食の原因となっていましたが，「Pyrogel™ XT」/「Cryogel™ Z」の優れたはっ水性により配管腐食の危険性が低減されます。
（結露防止施工等では防湿材の施工が必要です）

表２　可溶性成分の測定結果

可溶性成分（ppm）	Pyrogel XT	Cryogel Z
Cl^-	3	13
F^-	＜1	＜3
Na^+	＜5	280
SiO_3^{2-}	160	570

（（株）分析センター分析値）

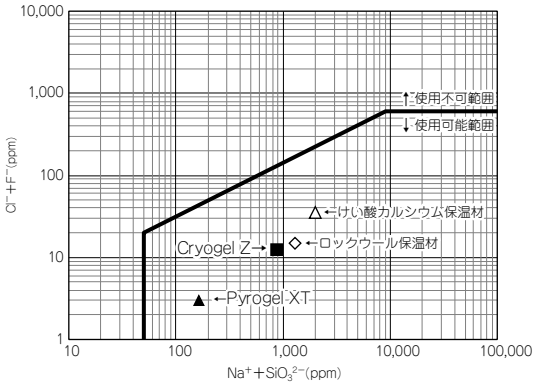


図３　ASTM C795による保温材の使用範囲

3.4　腐食性

ASTM C871-04に準拠した可溶性成分の測定結果を**表２**に示します。また，ASTM C795に示された保温材使用範囲図に測定結果をプロットしたものを**図３**に示します。

これによると「Pyrogel™ XT」/「Cryogel™ Z」は，可溶性塩素の含有量が少なく，ステンレス配管に対する応力腐食割れの心配はありません。

4.　Pyrogel™ XT/Cryogel™ Z の施工例

「Pyrogel™ XT」は保温用，「Cryogel™ Z」は保冷用に用途は分かれていますが，基本的な施工手順は同じです。ここでは，「Pyrogel™ XT」を用いた配管への施工例をご紹介致します。
（保冷施工では，従来の断熱材同様に防湿材を施工して下さい。保冷施工の詳細推奨仕様は，お問い合わせ下さい）

4.1　配管直管部への施工例

・直管部は，所定の厚さになるまで「Pyrogel™ XT」を積層巻きし，鋼線等の緊縛材で固定します。
・施工仕様は，**図４**，**５**及びこれらの組み合わせ

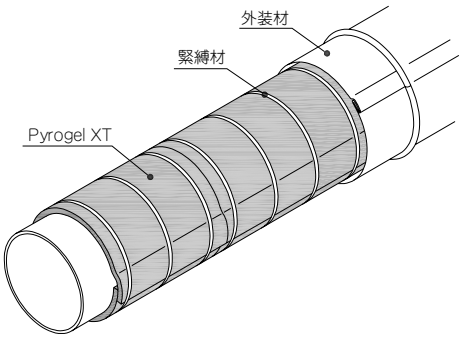


図4　単層巻きの施工例

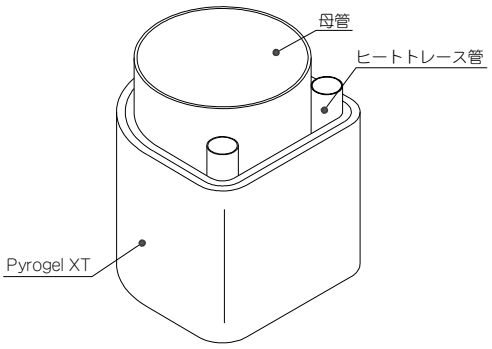


図6　ヒートトレース配管へのPyrogel™ XTの施工

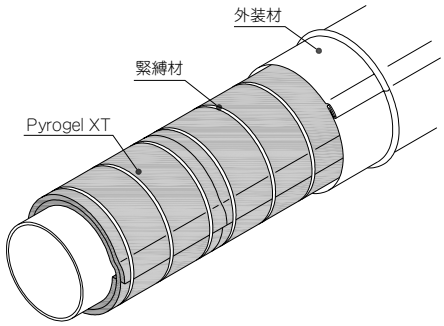


図5　連続積層巻きの施工例

が基本的なものとなります。

・外装材は，従来の保温材と同様の仕様で施工します。

4.2　配管エルボ部への施工例

・エルボの形状に合わせ，「Pyrogel™ XT」を“サカナ”または，“ホネ”形状にカットします（**写真5**参照）。

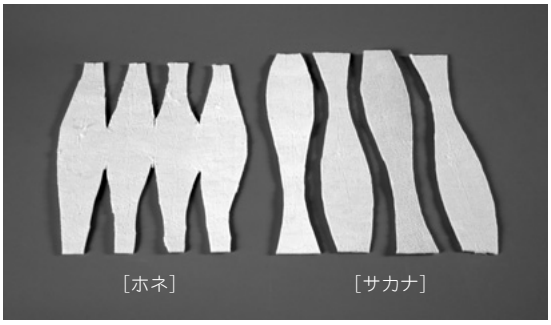


写真5　エルボ部のPyrogel™ XTカット形状例

・「Pyrogel™ XT」を施工対象に巻きつけ鋼線等の緊縛材で緊縛します。目地部には隙間ができないように施工してください。従来の断熱材と同様に外装材を施工して仕上げます。

その他，フランジ，バルブ，T字部，レデューサー部，タンク等の機器への施工例については弊社工事事業本部へお問い合わせください。

4.3　ヒートトレース配管への保温

ヒーター配管を隣接させたヒートトレース配管へ施工する場合，従来の定形断熱材では加工が必要であり，施工が困難な上にサイズアップを伴うものでした。「Pyrogel™ XT」であれば**図6**に示すように形状に合わせて巻付けるだけで簡単に施工でき，省スペース化にもつながります。

4.4　新メンテナンス工法：e'-AIM®（エコ-エイム）工法（以下，増し保温®工法）による既設劣化断熱材の機能回復

屋外で断熱材が施工されている場合，外装材の隙間や腐食箇所から雨水が浸入し，断熱材が含水する場合があります。断熱材が含水すると，断熱性能が著しく低下するとともに，配管腐食の危険性が高まります。通常，断熱材の補修は，既設外装材，既設断熱材を撤去し，新たな断熱材と外装材を施工します。

「Pyrogel™ XT」による増し保温は，**図7**のように既設外装材の上に「Pyrogel™ XT」と新規外装材を追加施工し，含水した保温材を乾燥・機能回復させる補修方法です。従来の補修方法と比較して，既設断熱材/外装材の撤去処理費用が不要

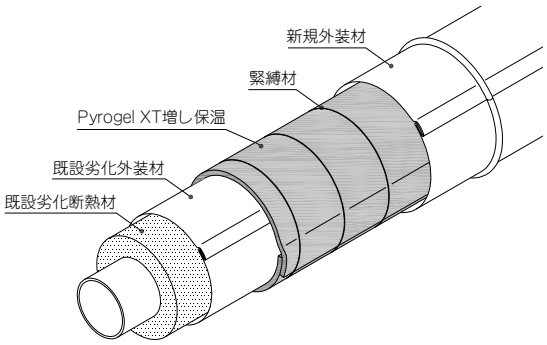


図7　Pyrogel™ XTによるe'-AIM®工法（増し保温®工法）概略図

となり，補修費用を大幅に削減できます。

水蒸気は，加熱時に「Pyrogel™ XT」を透過して外部へ逃げますが，「Pyrogel™ XT」のはっ水性により，既設保温材が再含水しにくくなります。更に，「Pyrogel™ XT」の断熱性能が付加されることによって，既設断熱材の性能回復後の省エネルギー化が期待できます。

含水した保温材を「Pyrogel™ XT」で増し保温した場合の含水率の推移を**図8**に示します。

実験条件は次の通りです。

・保温材：けい酸カルシウム保温材1号
・保温材厚さ：40mm
・保温材長さ：610mm
・保温材初期含水率：約70vol%
・配管サイズ：100A
・配管温度：100℃－常温を繰り返した（図8参照）
・外気温度：20℃
・外部からの給水：0kg（0～約1400時間，約1800時間～約1900時間）
　合計約3.8kg（約1400時間～約1800時間）を上部から滴下

図8に示すように増し保温を施工していないけい酸カルシウム保温材は，1000時間以上経過しても下側は25vol%程度までしか乾燥が進まず，更に上部から再吸水させるとはっ水性がないため再度含水率が急激に上昇しました。

これに対して「Pyrogel™ XT」を周囲に巻きつけた増し保温仕様では，「Pyrogel™ XT」の優れた断熱性により内部の含水したけい酸カルシウム保温材が上下共に400時間程度でほぼ完全に乾燥し，上部から水分を供給しても「Pyrogel™ XT」のはっ水性によりけい酸カルシウム保温材の再含水を抑制している様子が分かります。これにより既設断熱材の断熱機能が回復し，再劣化しないことが可能となります。

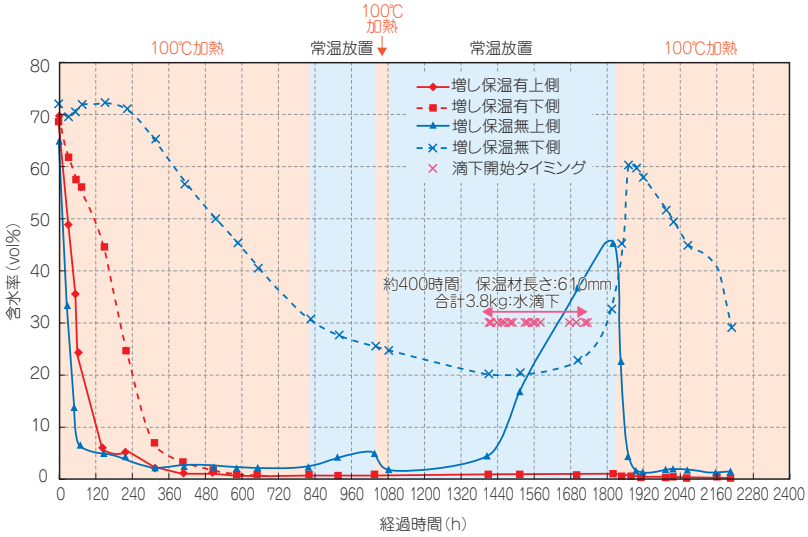


図8　e'-AIM®工法によるけい酸カルシウム保温材の含水率推移

5. おわりに

「Pyrogel™ XT」/「Cryogel™ Z」は，現在各方面のお客さまへの試験的な断熱施工を通じてその優れた断熱性と施工性が確認されております。

今後も従来，施工が困難であった狭い場所や形状が複雑な箇所への断熱施工も含めて，この新しい断熱材の施工技術を改善改良させてゆき，お客さまのニーズにお応えしてゆく所存です。

詳細につきましては，工事事業本部エアロジェル拡販プロジェクト（TEL：03-3433-7825）までお問い合わせください。