



Cement Burner Pipes:

セメント工場におけるバーナ
ーパイプの長寿命化

■ Contents

イントロダクション.....	2
製品/サービス/冶金学.....	3
SpeedCells® vs V anchors.....	4
インストレーション.....	6
経済的利点.....	8
まとめ.....	9

Patents – Protective design

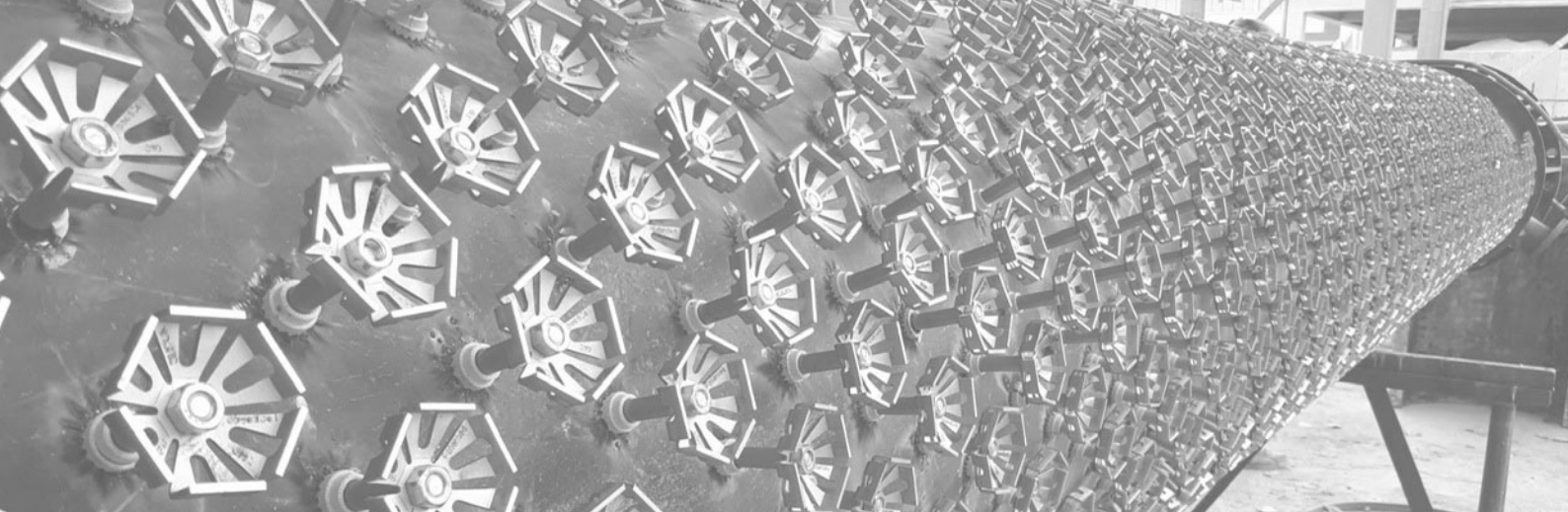
SpeedCell® 2G + SpeedCell® 3G

The Netherlands: 1036914

Europe: 2425192

United States of America: 9,127,890

Brasil: PI1016125-2



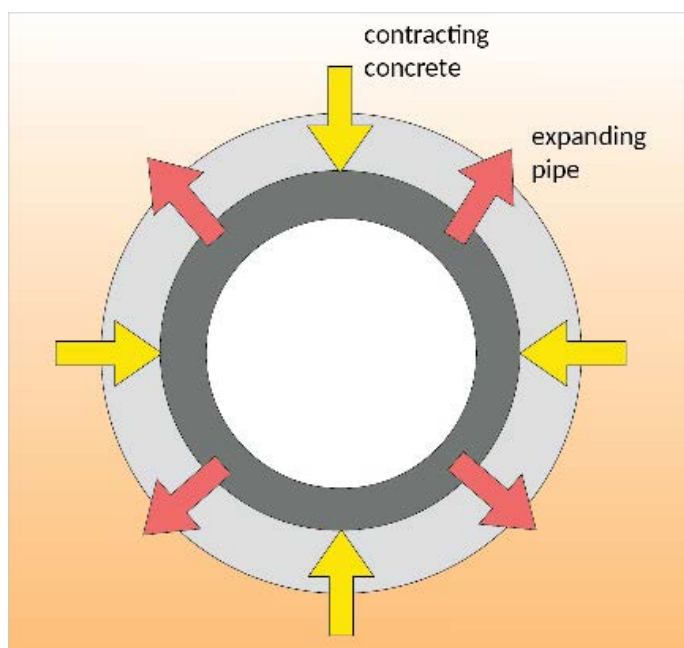
■ イントロダクション

ほとんどのセメント製造工場では、窯を加熱するバーナーパイプは、損傷を受け、劣化して修理や交換が必要になるまでの寿命は3～12ヶ月です。本誌では、これらのバーナーパイプの寿命を左右する要因を検討し、バーナーパイプの寿命を大幅に延ばすために業界が採用できる方法があることをご紹介します。

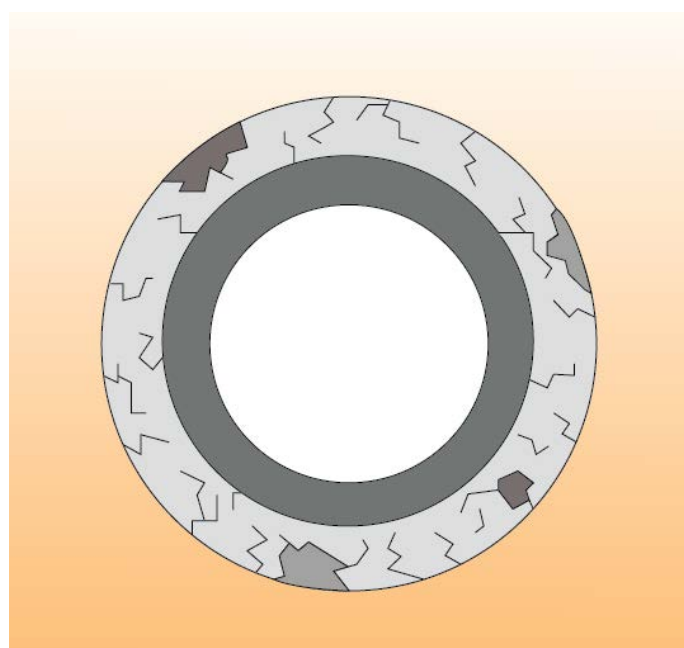
まず、バーナーパイプの劣化の主な理由を見てみましょう。

問題点

パイプは鋼製で、高温耐火材料で覆われています。これら2つの材料の問題は 鋼は熱にさらされると膨張する傾向があり、耐火材は硬化中に収縮する傾向があります。必然的に耐火物が、バーナーパイプの周りに引き締まり、亀裂の発生率を増加させる圧力を作り出すことである。理論的には、運転前の乾燥プロセスはこの効果を最小限に抑えるべきですが、それにもかかわらず、耐火材は持続的な熱にさらされるため、より大きなストレスを受けます。次のページでは耐火材とパイプの負荷の様子を説明しています。



‘温度が上昇するにつれ耐火材は縮んで行きますがパイプは膨張してゆきます。’



最終的にはストレスがたまり耐火材に割れが生じパイプの腐食、損傷につながります。

■ バーナーパイプの腐食

私たちの研究と経験は、損傷パターンが時間の経過とともに一貫していることを明らかにします。バーナーパイプの熱い端部は常に耐火物への損傷が最も激しくバーナー自体から遠ざかるにつれて割れの発生率はあまり顕著にならない。多くの場合、亀裂が非常に大きくなり、熱が亀裂を貫通し、耐火材を保持するアンカーを攻撃し、アンカーと耐火材料の指数関数的な不良を引き起こします。

定期改修中にバーナーパイプを検査すると、大きな耐火材の塊が壊れ落ち、鋼管が1250° Cの高い温度に曝露していることがよく分かります。損傷した耐火材をすべて取り除くと、アンカーは交換しなければならない程度に焼かれたり酸化していたりします。



Figure 1. バーナー端部のライニングが完全に侵食され、アンカーは消滅している。

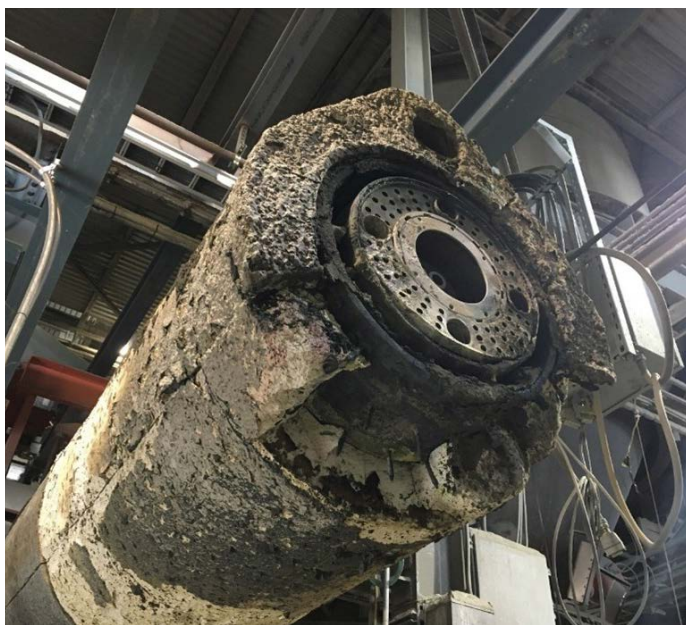


Figure 2. 最悪の被害はバーナー端部の下側に発生しました。Vアンカーが露出しバーナー 端部から2メートル以上損傷が進行していました。

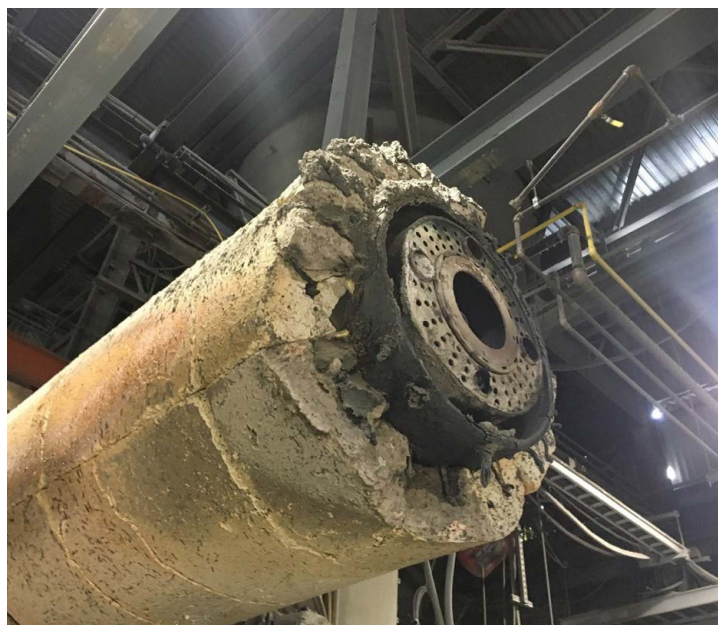


Figure 3. これらのバーナー端部の損傷は通常のV(Y)アンカーの性能が耐火材をあるべき場所に保持する性能が劣っている事を表しています。

正しいアンカーの設計

バーナーエンドほどひどく損傷した場所はありませんが、バーナーパイプの残りの3分の2もまた更新する必要があります。我々は、特に割れパターンに関連して耐火アンカーの設計を再検討する事により、この損傷を是正する最善の方法を研究しました。一般的なアンカー方法は、Vアンカー(図4参照)を使用し、ケーシングに直接溶接するか、またはワッシャーを通してタック溶接によって可動させることです。いずれにせよ、V字型の形は、耐火材を保持する目的で最も一般的な選択です。

しかし、この方法はしばしば耐火材を次回の定期改修まで持続することができないことが判明しており、早期交換が頻繁に必要とされます。熱サイクルは耐火材料の亀裂を伝播する傾向がありセメント製造工程には有益ではない。Vアンカーは、耐火材をユニットの外側に一緒に保持することはほとんどできません。Vアンカーは水平または縦の位置で内径または平らな表面の使用のために適している。



Figure 4: 典型的なVアンカーが施工されたバーナーパイプ

正しい材料の選定

性能を向上させるには、バーナーパイプの長さ全体の温度勾配を理解する必要があります(図5参照)。これにより、アンカーが機能することが期待される正確な熱条件に適した合金を選定することができます。当社の専門の冶金知識と現場での経験のおかげで、AISI 330は、インコネル601、インコロイ800、253MA、310、304などの他の商業用合金と比べて 高い融点と強度において最も効果的な合金であることを理解しています。Incoloy DSはAISI 330と非常によく似た組成を有し、その特性は、同様の極端な温度操作に適しています。



Figure 5. The above illustration depicts the recommended alloys for the burner pipe based on their high temperature properties and availability.

石油化学業界での以前の経験から、SpeedCells® は、同様のクラッキング特性を示した薄い裏地を固定するためにうまく使用できることを知っています。SpeedCells® の形状とレイアウトは、それぞれが島の効果を作成し、その周囲の領域を直接押さえるということです。テストは1平方メートルあたり180-200 SpeedCells® が取付けられたとき、この保持力が最適であることを明らかにした。

これらの実用的な知見により、バーナーパイプアプリケーションでも同様のアプローチを取ることができます。合金特性やバーナーの長さ全体の熱勾配に関する知識を持つ各合金タイプを正確に下方まで適用できるのかを正確に推定できます。テストでは、最初の1.5メートルが最高気温にさらされていることがわかりました - 耐火物の熱い面に最大1300 deg は、バーナーのバックエンド

SpeedCell® vs V anchors

チューリップ形のSpeedCell® は高性能耐火アンカーとして働くように設計されている。ねじスタッド上に位置するSpeedCell® は、熱がスチールライナーに到達する経路を見つけないことができない上に、固定システムを損傷するような程度にひび割れた耐火材を固定します。その形状のおかげで、SpeedCell® は設計によって実際の耐火壁を形成します。標準的なVアンカーとは異なり、スピードセル® 耐火材を「抱きしめる」。耐火材料は、セルの開いたパターンを通して自分自身を広げ、外れることができず、固く所定位置に保持されます。バーナー操作で発生する高振動にも耐える事が出来ます。この振動現象は、耐火材の損傷源として見過ごされることが多いが、実際には単純なVアンカーを使用した場合の耐火材の分解の主な原因である。

次の図は、SpeedCell® システムが耐火ライニングを保持する方法を示しています。

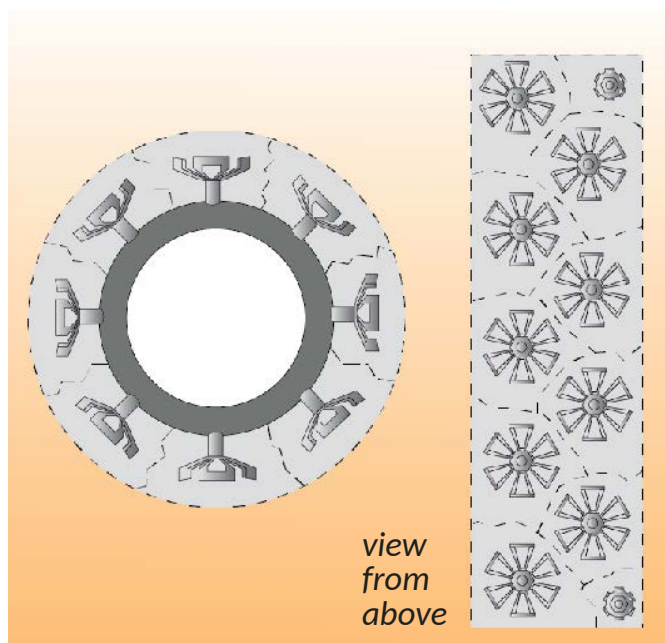


Fig 6 : たとえ耐火材にひびが入ってもSpeedCellのデザインのおかげで所定のポジションに保持します。



Fig 7 : このように SpeedCell® は運転時に全ての振動を吸収し耐火材全体を保持することが出来ます。

■ インストレーション

SpeedCell® 2G システムはラピッドアーク溶接(RAW)と呼ばれる特別な溶接技術を使って溶接されます。これらは0.5以内に各スタッドを溶接する高速溶接技術です。溶接はスタッドの中心から開始され、スタッドの下部を溶かし、亀裂や割れ目は残しません。スタッドがスチールケーシングに溶接された後、SpeedCell® はしっかりとねじ込まれています。バーナー全体が完全に溶接されたら、図8に示すように特別な金型で鑄造することができます。



Figure 8. Rapid Arc Welding - Attaching a stud within 0.5 secs

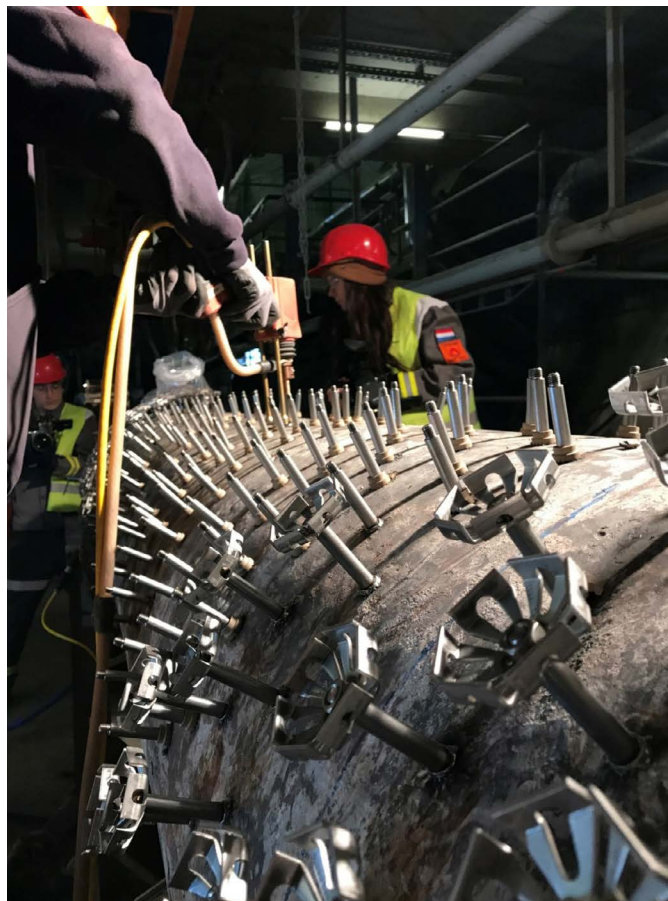


Figure 9. Commonly 180-200 SpeedCells® are applied per M2.



下の図は、スタッドとプレート間に完全な均質性をもって溶接され一体化したスタッドを示しています。

SpeedCells®がマウントされると、パイプが耐火材料をキャストする型に配置されます。拡張ジョイントは、裏地で発生する極端な緊張を避けるのに役立ちます。

また、耐火物の品質と適用方法にも注意を払う必要があります。組成と硬化技術自体もバーナーパイプの寿命に影響します。耐火アンカーは、改善された裏地寿命に寄与するだけであるが、バーナー動作、炎方向および熱などのプロセスの等の側面はすべて、耐火物の寿命を決定する上で大きな役割を果たします。

SpeedCells®が実際にすべての場面に適しています。操作手順の設計または保守主義のために変更することが困難な他の一般的な条件を強化し、バーナーが完全なターンアラウンドサイクルを持続するというエンドユーザーの信頼を提供することです。



Figure 10. A fully welded pipe with SpeedCells® ready for refractory casting.

Click [here](#) or on [the picture](#) to watch a more in dept explanation of the process and find out what is so unique about the SpeedCell® system (Heidelberg Geseke Jobsite).

Benefits

このシステムの原価計算の例は、単純なVアンカーの適用と比較して、より長いアプリケーションの寿命を除いて興味深い利点を明らかにする。

例: 6 メーター パイプ, 直径800 mm。 合計表面積 15,072 m² 100 mm Lライニング

V アンカー、m²64 本 直径 8 mm - 高さ75 mm - 金属 AISI 310. EUR1=JPY131.

合計 964 pcs @ JPY 190/pc	= 183,160
溶接棒 400 pcs @ JPY 86.-	= 34,400
溶接工/マーキング 時間数 56 @ JPY 9,825	= 550,200
合計	= 767,760

SpeedCells® m²180 本、高さ 75 mm

合計 2700 pcs @ JPY 426/pc	= 1,150,200
溶接棒必要なし	= 0,00
溶接工/マーキング時間数 18 @ JPY 9,825	= 176,850
合計	= 1,327,050

これは、SpeedCells®が破損したアンカーより高価である可能性を示しています。しかし私たちのシステムは少なくともあなたのバーナーの寿命を2倍にするのでダウンタイムをなくす事での節約および1回以上の改修分を節約でき、新しい耐火材の事を考えるとSpeedCell® はセメントプラントにとって最良の選択であることは言うまでも無い事です。非常に多くの場合、修理はバーナーのホットセクションのみとなり、後部は改修まで更に2~3サイクルの運手を許容します。

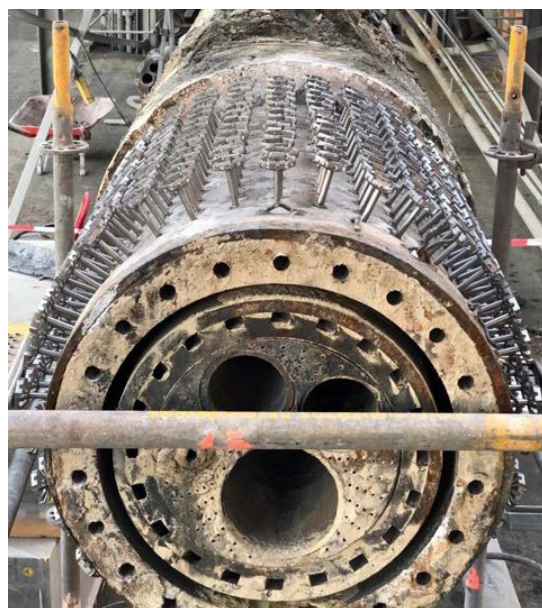
要約すると、SpeedCells®少なくとも 2 倍の寿命がありますので、この例の実際の合計は次のようになります。

2 x 767,760	= 1,535,520
解体および下準備コスト 20 man hours @ 9,825	= 196,500
合計	= 1,732,020

NB: バーナーパイプの交換が必要な期間の生産損失のコストは含まれません。

推定	= 9,825,000
----	--------------------

今まで長年培ってきた手法を大きく方向転換し、新しいテクノロジーの利点を把握することは困難な場合があります。既存の方法論に固執する方が常に簡単な事だからです。しかし、人々が新しいアイデアを試してみたいと思わない限り、私たちの誰も進歩を達成しません。エンドユーザーは、新しいアイデアの技術的およびコスト面のメリットを十分に理解することが重要であると認識しています。エンドユーザーは、新しいアイデアの技術的およびコスト面のメリットを十分に理解することが重要であると認識しています。耐火アンカーの技術と運営条件を理解している企業はほとんどありません。当社は、長い経験と当社製品の性能向上に向けた固い決意に裏打ちされた、この狭い分野のエキスパートです。私の考えでは、常に信頼を維持できるように、小さなステップで前進することが重要です。私たちは、お客様と業界全体にとって信頼できる技術リソースであることに誇りを持っています。



まとめ

- ・ 耐火材料の性能はアンカー設計によって高めることができる
- ・ 完全な改修までの サイクルを取得することも、1 回の修復でより長く運転を続けることも可能です。
- ・ スピードセル®システムは、明確なポジティブな投資収益率を提供します
- ・ バーナーパイプ性能向上による信頼性と予測可能性の向上
- ・ ほとんどの耐火材料に適用可能。低コストの耐火物を試すことができます
- ・ 高速インストール
- ・ 容易に利用できる

当社のスピードセル®システムは、これらすべての基準を満たしています。それは、お客様(セメックスやハイデルベルクなど)を驚かせ、感動させ続け、数十万ドル/ユーロを節約する実績のあるシステムです。

The author



Wouter Garot
CEO SILICON

SILICON Headquarters
Monsterseweg 2
2291 PB Wateringen
The Netherlands
T +31 (0) 174-225522
info@silicon.nu

**SILICON Rapid Arc Welding
Contracting and Services**
25702 Aldine Westfield Road,
Unit 701
Spring, TX 77373, USA
T +1(832) 762 50 66
info@silicon-usa.com

SILICON Asia Co. Ltd.
5-29-8 Higashiogu,
Arakawa-Ku.
Tokyo, Japan 116-0012
T +81-70-8383-9253
info@silicon-asia.com