



Orsted

Studstrup 木質ペレットサイロ火災

2022年9月

チーフスペシャリスト
Jens Kai Holm



火災前の Studstrup 木質ペレットサイロ

- 容積: 100.000 m³
- 木質ペレット貯蔵能力: 65.000 tons
- 2015年建設のサイロ。コンサルタントの推奨するベストプラクティスに基づいた検知システムを設置。

一次防止バリア

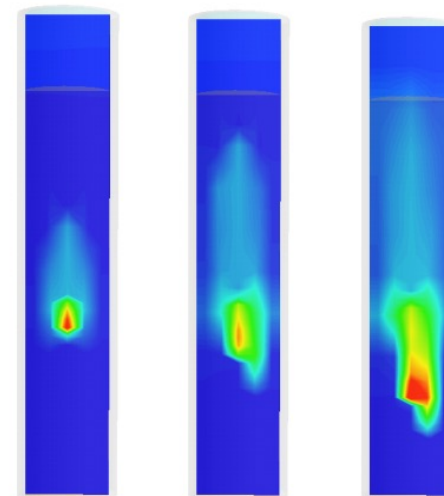
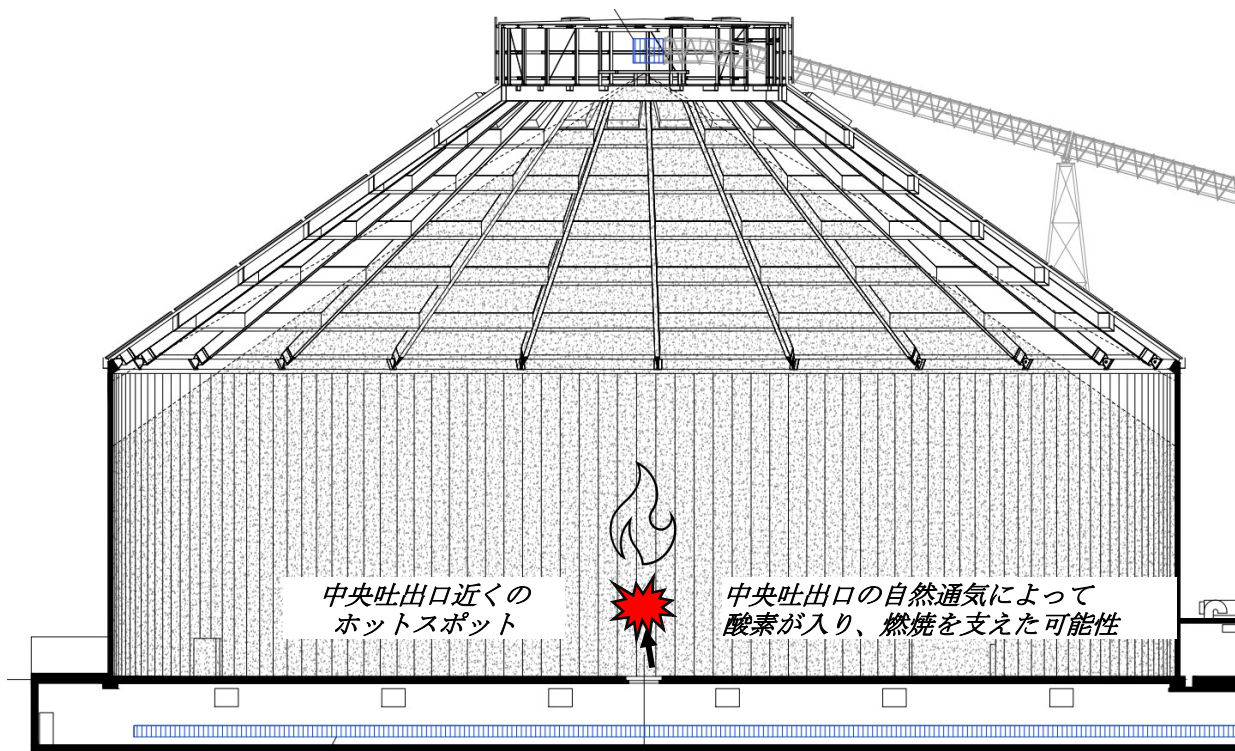
- サイロのヘッドスペースに、無炎燃焼検知器4台
- 表面温度の監視に赤外線カメラ4台
- バルク温度の監視に熱電対ケーブル6本
- サイロ床下の搬出部に火花検出システム

一次対応バリア

- 液体窒素を使った窒素パージ設備
- 表面火災に対する泡消火システム
- ペレットの緊急搬出用ゲート：本ゲート1、小さめの補助ゲート2

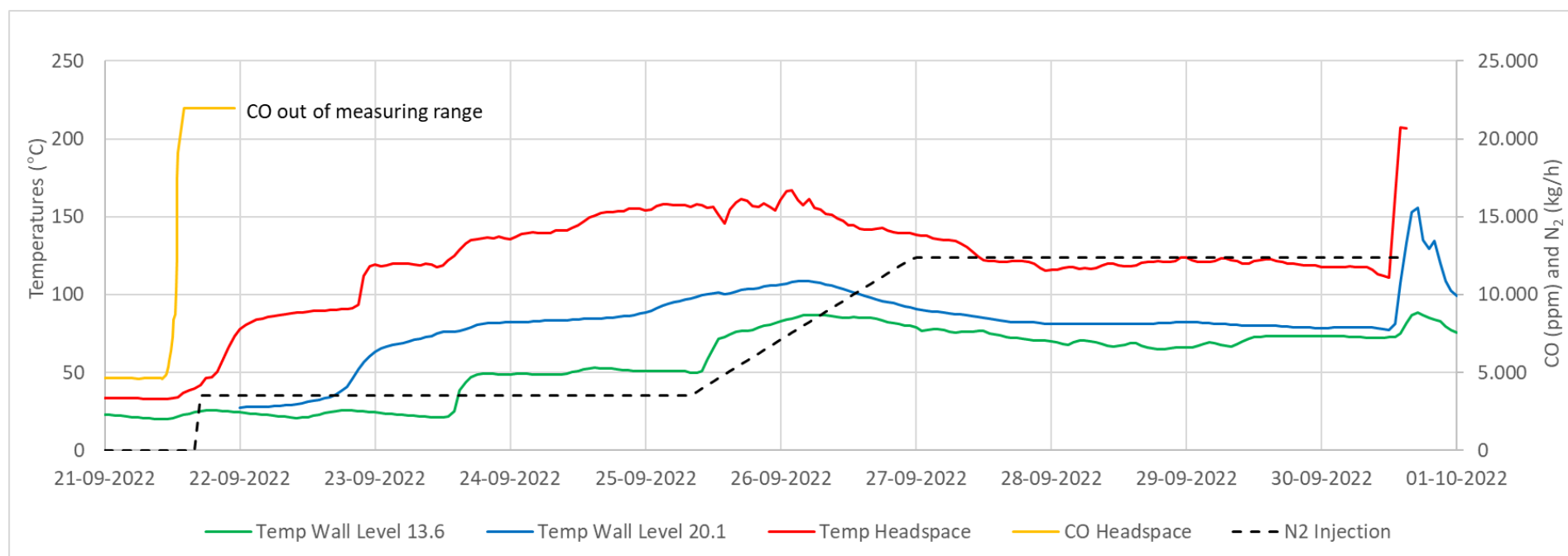


根本原因: 自然発熱が危険段階に達して深部に無炎燃焼ホットスポット発生、検出が遅れる



Time : 10h Time : 20h Time : 30h
サイロ火災報告書* (Henry Persson)

ヘッドスペースのCO濃度が急上昇。危険段階自然発熱の最初の兆候



熱分解が急速進行



表面燃焼の炎がペントハウスに見える



リモコン操作機材でサイロの緊急搬出を実施



当該 Studstrup ペレットサイロ火災の主たる学習点

- 火災発見が遅すぎて制御対応できる段階を過ぎていた。
- ペレットのバルク部内の温度計測設備が不十分で、熱暴走が検知されていなかった。
- まだ対応に間に合う時点では、無炎燃焼ガス検知装置が明瞭かつ誤解しようのない警報を出さなかった。
- ヘッドスペースと屋根構造の温度を制御できるだけのシステムが入っていなかった。
- 表面に凹凸があるために、泡消火設備が表面火災に有効ではなかった。
- ホイールローダーを送り込めるゲートがひとつだけだった。

改良防災戦略：監視システムの高度化と先回りの早期防止

一次バリア改良点

- **温度監視:** 熱電対ケーブルを 6 本(垂れ下げ式) から 65 本(固定式) (~2,000 測定)に。
- **ガス監視:** CO, CO₂,及び O₂ のプローブでヘッドスペースからガスを抽出 (無炎燃焼検知器を置換)
- **窒素パージ:** 連続パージで酸素を低減、同時にヘッドスペースへのガス拡散を促進
- **水噴霧 (ヘッドスペース):** 区画化したシステムでヘッドスペース温度を制御 (消火を目的としない)
- **コンベヤのレトロフィット:** 中央コンベヤとサイドコンベヤに水噴霧装置と温度センサ(複数)を設置
- **アクセス:** ホイールローダーで緊急搬出を効率的に実施するためにゲートを2か所追加
- **ホイールローダー:** オーステッドのサイト全体で、ATEX認定のリモート操作ホイールローダー3台を共有
- **屋根監視:** 屋根構造に高温センサ(複数) を設置

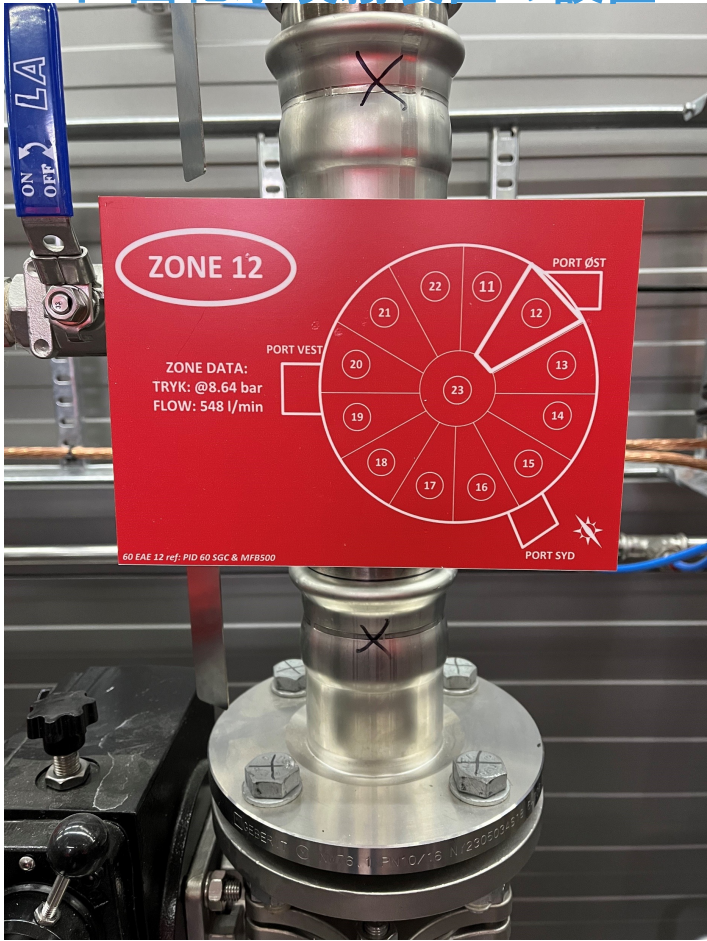


再建したサイロ

窒素製造棟

液体窒素貯蔵タンク

区画化水噴霧装置の設置



水噴霧システムの区画試験



ATEX 認定、リモート操作のホイールローダー

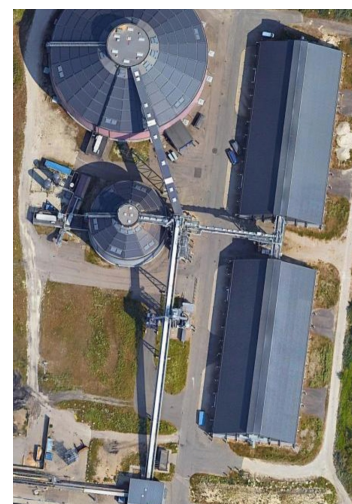


2023年10月

Avedore 木質ペレットばら積み火災

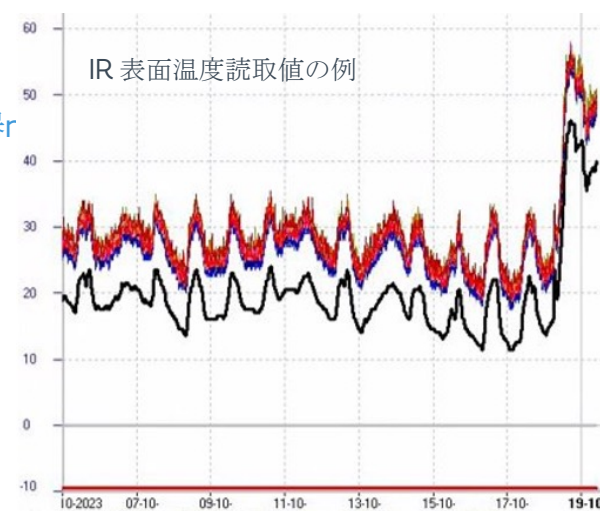
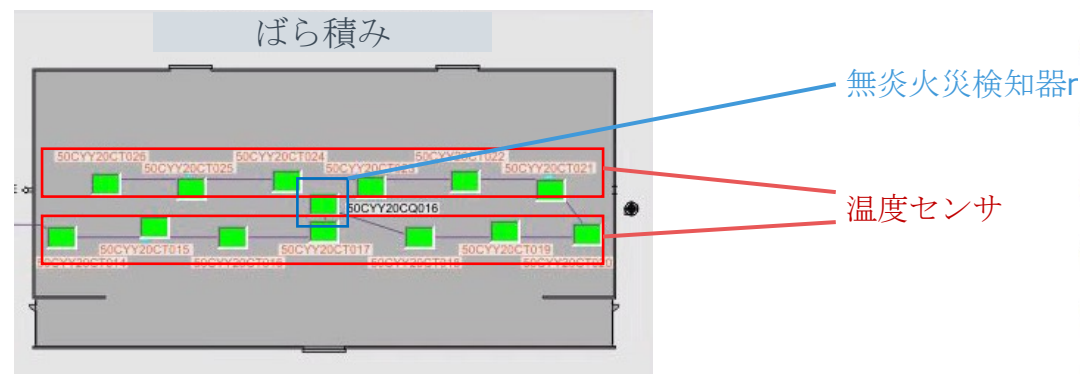


屋根から白い煙が出て、ばら積み貯蔵の無炎火災に気づく。

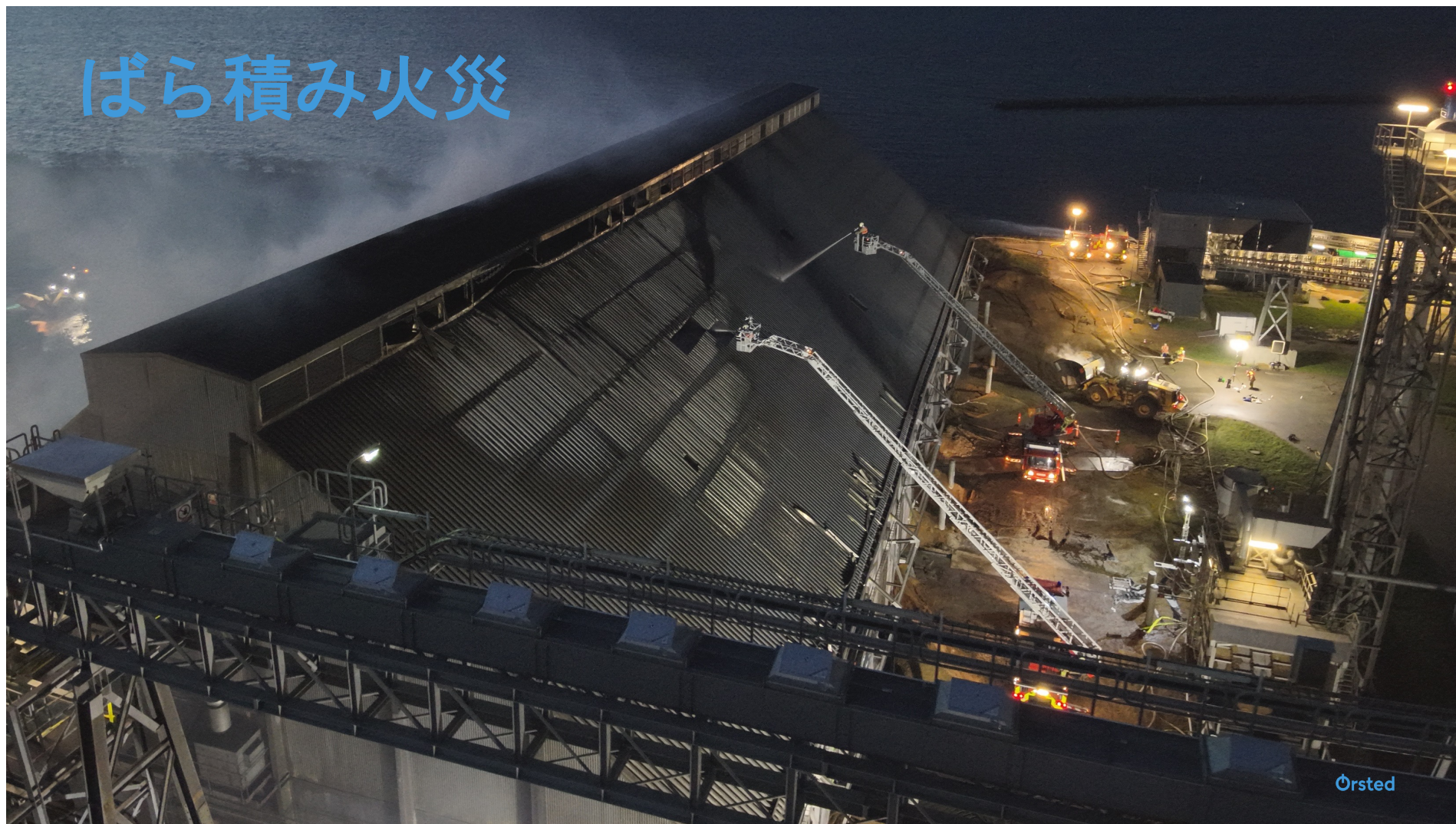


根本原因: 監視システムが無炎火災を検知できず、制御対応ができなかった。

一次バリヤ	注
無炎燃焼ガス検知器	はっきりした警報なし、ガス絶対濃度のデータ不足
IR 表面温度センサ	2023年10月19日以前は45℃を超えた温度検知ができなかった。
携帯 IR カメラで2週毎に検査	2023年10月19日以前は45℃を超えた温度検知ができなかった。



ばら積み火災



ばら積み火災



ばら積み火災



Thank you

ご質問は？

 Orsted
Love your home

