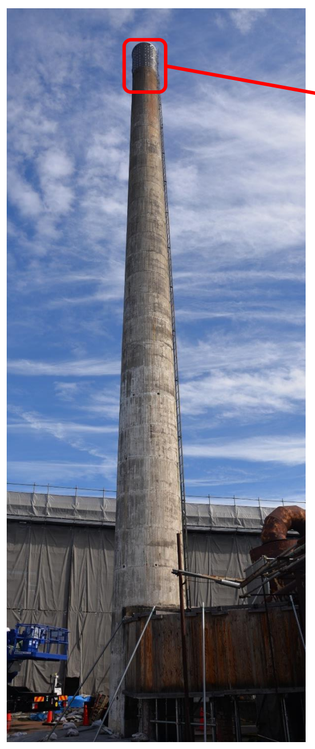
富岡製糸場内の鉄筋コンクリート造煙突の劣化調査

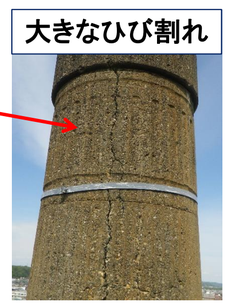
井野　黎來

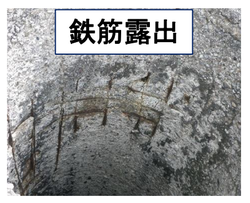
研究背景

○富岡製糸場概要

1872年　明治政府によって設立
1987年　操業停止
2006年　主な建造物が重要文化財
2014年　世界文化遺産







劣化が激しく、
安全性が危惧されている

煙突の劣化状況を把握し保存・補修方法を検討するデータを得ることを目的に調査を行った。

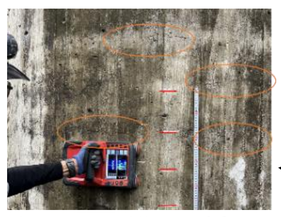
○対象構造物概要

- 1939年に4代目の煙突として建設
- ボイラー(主に重油と石炭を燃料)の排煙を目的とした設備
- 煙突高さ：37.5m
- 耐火煉瓦高さ：12.1m

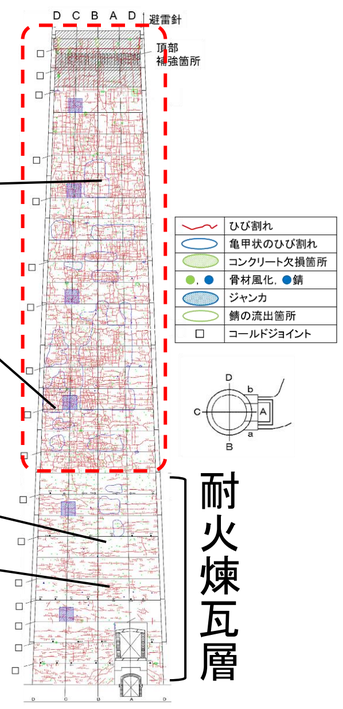
表面劣化状況

亀甲状のひび割れ

豆板(継ぎ目)


等間隔な横ひび割れ

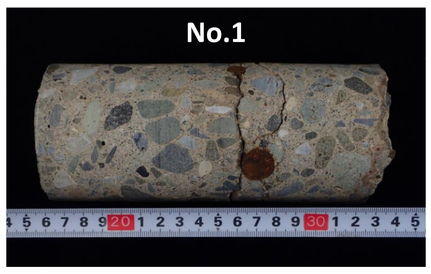
ポップアウト



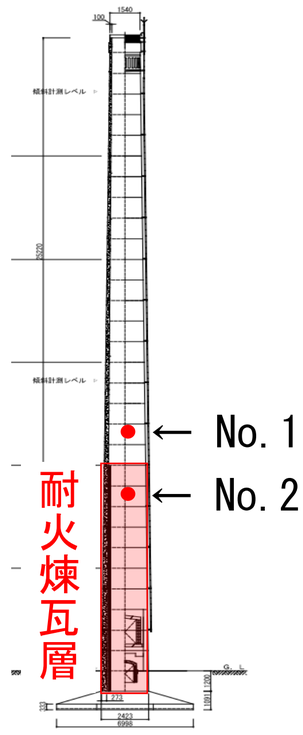
煙突外側表面のひび割れ数は、
耐火レンガ層によって減少している

供試体概要

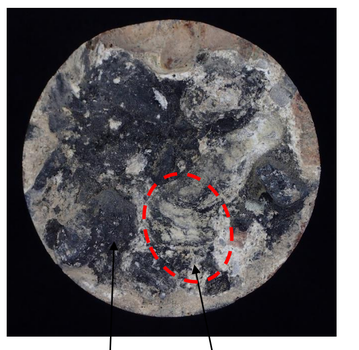
▶コア供試体No. 1
- 高さ14. 4m地点のコア
- 耐火煉瓦層のない部分

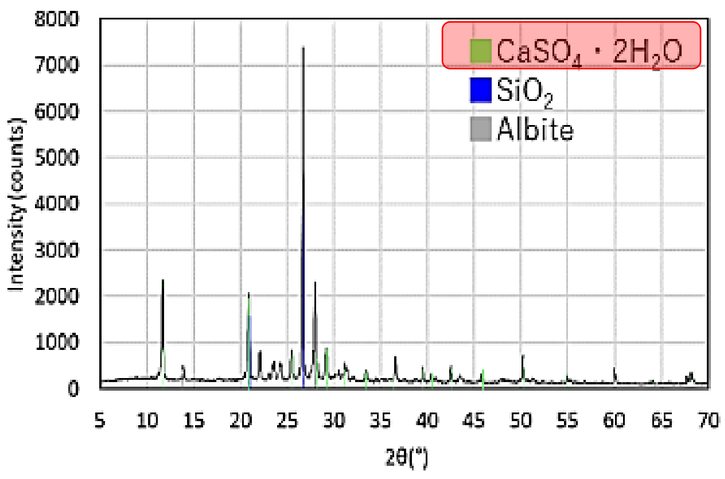


▶コア供試体No. 2
- 高さ10. 6m地点のコア
- 耐火煉瓦層のある部分



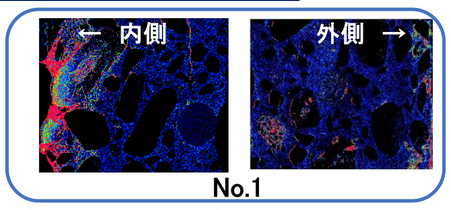
XRD分析

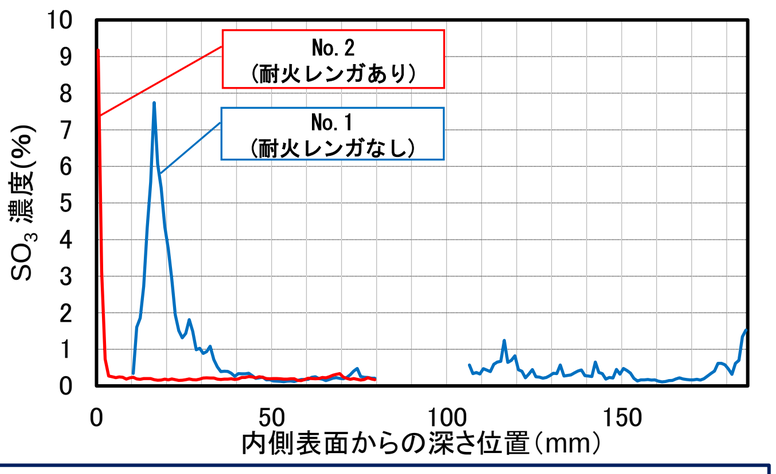




白色物質から二水石膏が検出された

EPMA分析





- 煙突内外表面から硫黄成分が浸透している
- 耐火煉瓦による硫黄成分の浸透抑制効果が確認された

硫酸・硫酸塩による劣化のメカニズム

○二水石膏生成メカニズム

$$SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$$

排煙に含まれる硫黄成分 ＋ 雨水 → 硫酸

$$Ca(OH)_2 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 \cdot 2H_2O$$

二水石膏

○外側表面の劣化

二水石膏生成時の結晶成長圧によって表面からスケーリングが生じた。

○内側表面の劣化

コンクリート内部に浸透した硫酸によってセメント部分が溶け、剥落が生じた。

まとめ

- 煙突頂部に近くなるほど損傷が顕著で、耐火煉瓦層部分である煙突下部では比較的劣化が緩やかであった。
- ボイラー稼働時の排煙に含まれる硫黄成分による硫酸塩劣化による劣化現象が生じている可能性が示唆された。
- 現在も煙突の内外表層は雨水の影響などを受け、硫黄成分が浸透していることから、今後、これ以上硫酸塩劣化を進行させないためにコンクリートへの水の供給を阻む必要がある。

➡ 現在、頂部に炭素繊維シートカバーが設置されており、劣化進行防止策になっている。