

競争的な水素サプライチェーン構築に向けた技術開発事業／総合調査研究／ソーダ石灰ガラス溶融の熱源として酸素水素燃焼炎を活用するための研究開発

団体名：東洋ガラス株式会社

発表日：2024年7月19日

■ 研究の背景

- ガラス容器や板ガラスとして多く採用されているソーダ石灰ガラスでは、原料をガラス化するためにガラス溶融案内で大量の化石燃料を燃焼させている。
- 将来的なカーボンニュートラルに向けて、ガラス製造業界では化石燃料から水素への転換が検討されている。このため、①ガラス品質への影響・②伝熱効率の変化、を把握しておく必要があった。

■ 目標

- 高水蒸気雰囲気下で溶融したガラスの物性を分析して、酸素水素燃焼を導入する際に必要なガラス組成の調整や、製造プロセスの変更内容を特定する。
- 酸素水素燃焼の放射スペクトル特性を把握して、化石燃料の燃焼から転換した際に溶融ガラスの温度がどの程度変化するかを算出する。
- 研究結果をもとに、実際のガラス溶融窯へ酸素水素燃焼を導入する際の課題と、その解決方法を具体化する。

■ 成果 ①

ガラス品質への影響

- 酸素水素燃焼を想定した雰囲気下で溶融したガラスでは、ガラスに含まれる水分量が 300ppm → 1300ppm 程度まで増加することが確認できた。
- 水分量の増加に伴って粘性曲線・ビッカース硬度が低下することが分かったが、**ガラス製品の強度（主に割れやすさ）には影響しないことが分かった。**
- また水分量の増加によってアルカリ溶出量が増加することを懸念していたが、これは水分量が数%以上で発生する現象であり、**ガラス溶融窯で想定される水分量の増加では発生しないことが分かった。**

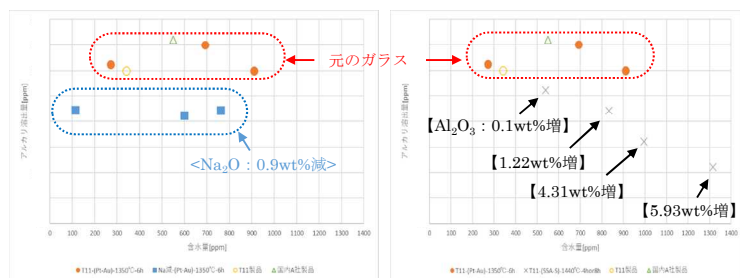


図1 ガラスの含水量とアルカリ溶出量の関係

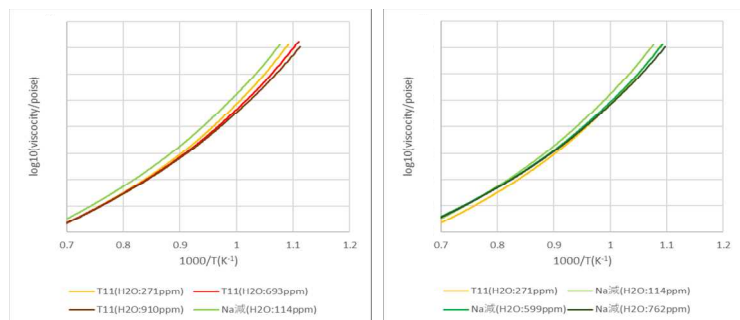


図2 ガラスの温度と粘度の関係

■ 成果 ②

伝熱効率の変化

- 酸素水素燃焼の火炎は可視光領域の放射が顕著に低下する一方、水蒸気分圧の増加によって近赤外線領域の放射が増大するため、**全体としてはそれほど放射伝熱量が低下しないことが確認できた。**

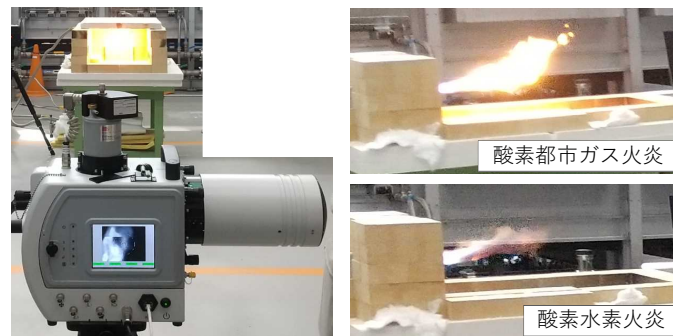


図3 火炎を対向位置から測定している分光器（左）と火炎外観（右）

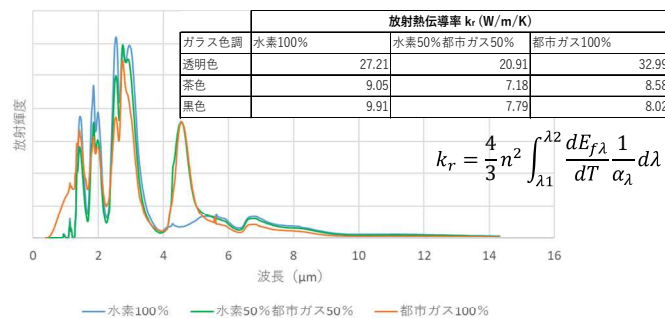


図4 火炎の放射スペクトルおよび放射熱伝導率

■ 実用化に向けた課題と解決方法

① ガラス品質への影響

- 酸素水素燃焼下のガラスで同じ粘度を維持するためには、製造プロセスの温度を 24~36°C 程度低下させる必要がある。ここまでの温度変化になると粘度以外の物性にも影響が出る可能性があるため、**化石燃料から水素への転換は段階的に実施する必要がある。**
- ビッカース硬度の低下が割れやすさに繋がらないことは判明したものの、割れないかどうかは別問題である。別途「クラックの入りやすさ」のような評価方法を考案して、物性調査を行う必要がある。

② 伝熱効率の変化

- 水素燃焼では、助燃材を空気にすると水蒸気分圧が大幅に低下して赤外線放射が低下する。**ガラス溶融窯で水素燃焼を行う場合は高純度酸素を助燃材とする必要がある。**
- このため水素と共に酸素の供給体制も構築する必要がある。
- 水素サプライチェーンの最上流である再エネ発電施設から、最下流である「水素ユーザの製品を購入する企業」までが一体となって、実現可能な水素供給・使用体制を構築する必要がある。