

ISO 20657 による安全な強化ガラスの生産

(ガラス分析技術ラボラトリー) ○酒井千尋

Production of safe tempered glass by ISO 20657 / C. Sakai (Glass Analysis Laboratory) / In the Heat Soak Test, the optimization of process conditions (heating rate, holding temperature and time) is very important as shown in ISO 20657. 1) Slow heating rate. Heating rate is very important for beta-phase transformation. 2) Holding temperature. The most suitable heating under 280°C based on the Nickel-Sulfur phase diagram transforms all of dangerous alpha-phases into the beta-phases. Holding phase commences when the temperature of all glass surfaces has reached a temperature of 260°C (+/-10°C). 3) Periodic check and proofreading. We must examine the temperature distribution in the furnace and proofread it. We must optimize the operating-temperature and holding-time. 問合せ先: QYJ06173@fifty.com

1. はじめに (背景と課題)

硫化ニッケル異物による強化ガラスの自然破損を回避するために、2017年に制定された ISO 20657 に従ってヒートソーク試験(オフラインとインラインのヒートソーク試験)が全世界で多くの企業によって実施されている。本質的には、ニッケル-硫黄の2成分系の状態図に基づいた温度での加熱が重要であるが、オフライン・ヒートソーク試験では昇温速度の最適化、炉内温度の均熱化とその対策、加熱後の保持時間の設定と温度管理、そしてヒートソーク炉の検定と校正など、強化ガラスに含まれる硫化ニッケル異物の全ての α 相を β 相に相転移させるための対策が必要である。

2. 調査結果

Fig.1 は、オフライン・ヒートソーク試験における昇温速度と硫化ニッケルの β 相転移との関係を示す。この調査ではガラス製品中の硫化ニッケル異物を α 相に相転移させたサンプルを用いて、高温顕微鏡下で β 相転移に伴って発生する体積膨張によって生じる干渉色の变化を詳細に調べた。

β 相の安定な温度域(●)は昇温速度の違いによって大きく変化することがわかる。この図から、ISO 20657 で示された 3°C/min 以下の昇温速度が妥当であることがわかる。

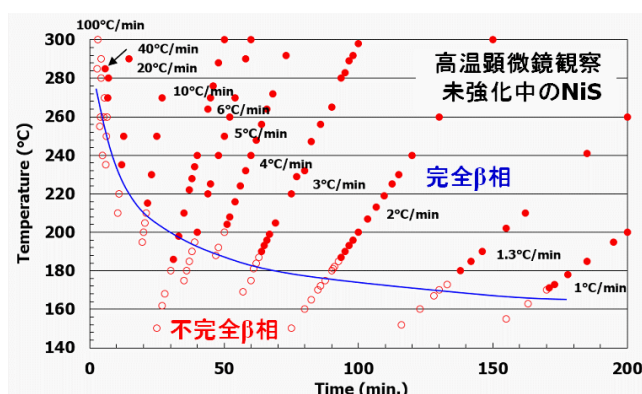


Fig.1 Relationships between heating rate and beta-phase transformation in the off-line HST

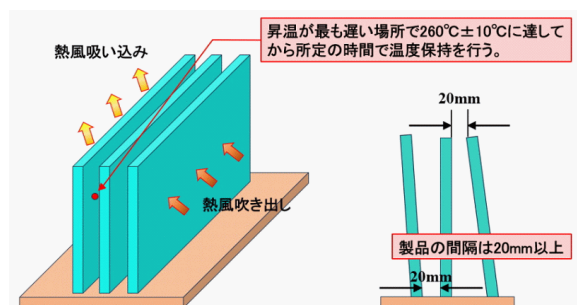


Fig.2 Recommended separation between glass plates in ISO20657_2017.

ヒートソーク試験では、最適な温度と時間の条件で強化ガラスに含まれる硫化ニッケル異物の全てを α 相から β 相に相転移させることができるが、異物径や含まれる場所の違いによって全てを除去することができない(Kikuta and Sakai (2001)は 24 μ m 以上、また Kasper (2017)は 50 μ m 以上を除去可能と述べた)。異物が微小な場合にはヒートソーク試験で主要なクラックが発生してもガラスの破壊を引き起こすクラックの急速な伸展が起こらない。Kikuta and Sakai (2001)は完全な β 相転移後のヒートソーク試験の硫化ニッケル異物の除去の信頼性は 97.5%であると計算した。

発表では、2017年に制定された ISO 20657 に従ってオフライン・ヒートソーク試験を実施することの重要性和、それを実施するためのヒートソーク炉の炉内温度分布や処理方法の最適化また検定と校正について報告する。

3. 文献

- 1) ISO 20657 “Glass in building - Heat soaked tempered safety glass” 51p, 2017.
- 2) Kikuta and Sakai “Effective temperature conditions in Heat Soak Tests for heat strengthened and tempered glass” Glass Processing Days 2001.