

耐火物のかほり(2)

3. 最初の発明、珪石れんが

ルネッサンスから宗教と科学の分離が提唱され、科学が著しく進展した。16世紀に、地動説（コペルニクス）、17世紀には運動法則（ニュートン）が確立された。そして、18世紀になると熱工学の研究も進み、ウエッジウッドによって焼成温度を管理する科学的な方法も考案された。

また、産業界では水車の登場から生産の機械化がはじまっていた。18世紀にワットによる蒸気機関の改良発明がなされると産業の発展が一段と加速された。そしてこの頃に誕生、成長した産業の多くは高熱を必要としていた。

このような社会環境のなか、1820年にW.W.ヤングによって珪石焼成れんがが発明された。珪石の化学組成は SiO_2 （シリカ）で示されるが、結晶構造には石英、トリジマイト、クリストバライトの鉱物が存在し、さらにそれぞれの鉱物に低温型（ α 相）・高温型（ β 相）がある（図1参照）¹⁾。シリカ鉱物間の転移、 $\alpha - \beta$ 型転移には異常膨張が伴う。こうしたシリカの鉱物・結晶相の多様性の由に、それまで珪石焼成れんがの製造は不可能とされていたのである。このシリカの変態挙動を制御してれんがの亀裂発生を抑えた秘訣は、少量の石灰（CaO）を添加して、徐々に昇温し、1400～1470℃で十分焼成することであった。

珪石れんがの主原料は石英結晶からなる天然の珪岩である。焼成によって石英結晶の大部分はトリジマイト、クリストバライトに転移する。少量の石灰の添加は、比較的低温で融液を生成し、液相を介しての溶解-析出反応によって相転移と焼結を促す。しかもシリカ

の融点に至るまで液相生成量が極めて少ない優れた焼結助剤である（図2）²⁾。

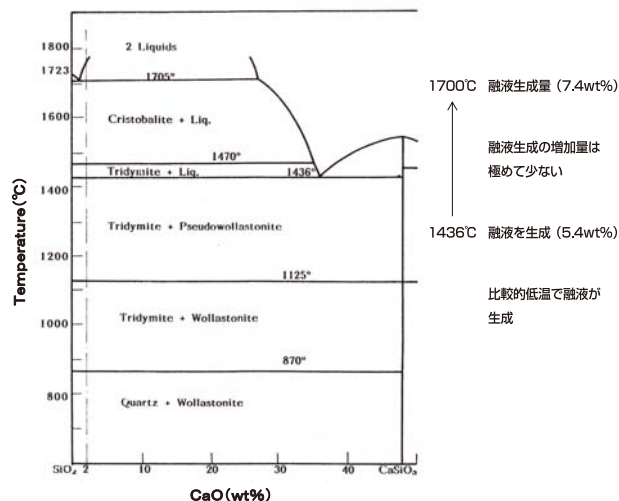


図2 CaO-SiO₂系相平衡状態図
(98wt%SiO₂-2wt%CaO組成物の検討)

1856年英国ニース工場で珪石れんがの製造が開始された。珪石れんがは600℃以上では容積変化が小さく、高温でも荷重によるクリープ変形が少ないなど優れた熱間特性を有している。このため、当時開発されたばかりのガスレトルト、ベッセマー転炉、平炉、ガラス溶解炉などに、粘土質耐火れんがを超える材質として急速に普及していった。現在でもコークス炉には不可欠の耐火物として使用されている³⁾。

古代土器が進化した粘土質れんがが主体であった当時、科学との出会いと交流で誕生した珪石れんがは新しく発明された最初の耐火物と言われている。

4. プロセス開発の主役、タードロマイイトれんが

14～15世紀ころに木炭高炉が出現した。やがて木炭から石炭に変わり、18世紀初頭にコークス高炉が考案された。高炉は、降下物（粒塊状固体）と上昇高温ガスの対向流接触による効率のよい熱交換・化学反応装置で、天才的な大発明である。そして18世紀後半にはパドル炉が考案され、「製鉄-製鋼-圧延」の鉄鋼一貫作業製鉄所の原型ができた。その後も新しい製鉄法の考案が相次いで鉄の時代が始まった（表1参照）。

19世紀前半に熱風による高炉操業法、蒸気ハンマーが考案されると製鉄と圧延の効率が著しく上がり、製鋼

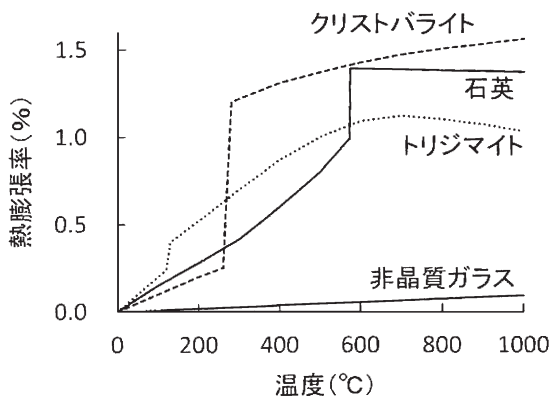


図1 シリカ鉱物の熱膨張率