



Title	超音波による耐火構造物の非破壊評価
Author(s)	山口, 久雄
Citation	大阪大学, 1985, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/34958
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 大阪大学の博士論文について

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名・(本籍)	山 口 久 雄
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 6991 号
学位授与の日付	昭和 60 年 9 月 13 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当
学位論文題目	超音波による耐火構造物の非破壊評価
論文審査委員	(主査) 教授 福岡 秀和 (副査) 教授 林 卓夫 教授 角谷 典彦 教授 小倉 敬二 教授 濑口 靖幸

論文内容の要旨

製鉄所の象徴としての高炉は、大量の溶銑を安定供給する必要から大型化と高能率化が強力に推進され、さらに設備の信頼性向上と長寿命化が一段と要求されるようになった。特に高炉には大量の耐火物が炉の内張り材として使用されており、圧縮強度、曲げ強度が高く、気孔率が低く、かつ耐溶銑浸透性も高く、内部に亀裂のない健全なレンガが要求される。不健全なレンガを使用すると、亀裂をとうして溶銑が浸透し、炉底破壊に至る重大事故につながる恐れがあり、カーボンレンガの定量的な内質評価法の開発が強く要望されている。

また高炉の付帯設備である熱風炉は、高炉に大量に吹込む空気を加熱する設備であり、効率の良い熱交換が行なえるように、高温特性の良い珪石ギッタレンガを使用しているが、低温での変態による容積変化が激しく、使用下限温度は安全上 800 °C とされている。この下限温度をさらに下げるこ出來れば熱効率の大巾な向上が期待される。

そこで本論文に於いては、粗造な耐火物であるカーボンレンガに対し、欠陥検出能の優れた低周波超音波パルス透過法による定量的な内質評価方法を確立し、高炉用カーボンレンガの全数検査に適用することができた。また珪石レンガの物性を評価するために熱サイクル負荷装置を開発し、アコースティクエミッション (AE) により、各種温度域での基本的なデータを得た。

以上、本論文では、高炉用カーボンレンガの内質評価法を確立し、数基の高炉に適用した結果、今迄に重大事故の発生は皆無であり、高炉の長寿命化に多大に寄与した。また珪石ギッタレンガの熱負荷時の挙動、さらに各種温度域での熱サイクル挙動に関する基礎的知見から使用下限温度を 500 °C に下げることができ、熱風炉操業条件の改善および燃料費の低減等に役立てることができた。

論文の審査結果の要旨

本論文は高炉用カーボンレンガの定量的な内質評価法を確立すること、および、熱風炉用の硅石ギツタレンガの熱サイクル負荷のもとにおける強度評価を、いずれも、超音波を用いて行ったものである。

第1章の緒論では本論文の目的を述べ、第2章では本論文において用いた超音波による非破壊評価技術について述べている。第3章はカーボンレンガの内質の非破壊評価を透過法による超音波探傷で行ったものである。先づ予備実験の結果、通常の金属材料の欠陥検出に用いる MH_2 領域の超音波では減衰が大きく使用には不適当であって、レンガに対しては $100 - 150\text{ KHz}$ の周波数の超音波を用いることが最も適していることを確認し、新たに低周波探傷器と探触子とを開発した。内部に存在する欠陥による超音波の減衰を回折波の影響を取り除いて評価することにより、透過パルスの強さが実際の欠陥状況とよく対応することを見出し、定量的な内質評価法を確立した。また、レンガの音速測定により圧縮強度が高い程音速が大きいという関係が存在することを見出した。第4章は硅石ギツタレンガの評価を AE (アコースティック・エミッション) の計測により行ったものである。硅石ギツタレンガはトリジマイト、クリストバライト、水晶の結晶として存在するが、これらの結晶は低温域で $\alpha \rightleftharpoons \beta$ 形変態を起こすため、硅石ギツタレンガは低温域で不安定になる。ここでは、まず硅石ギツタレンガの試験片に種々の昇温、冷却条件での AE 発生状況を調べ、X線回折結果と比較することにより、昇温時 $300\text{ }^\circ\text{C}$ 附近の AE はクリストバライトの $\alpha \rightarrow \beta$ 変態に起因すること、冷却時における $180\text{ }^\circ\text{C}$ 附近の AE 発生はクリストバライトの $\beta \rightarrow \alpha$ 変態に起因することを確かめた。さらに、試験片に、各種温度域での熱サイクル負荷を与える、その間の AE 計測を行い $200\text{ }^\circ\text{C} \sim 400\text{ }^\circ\text{C}$ の熱サイクルにおいて AE の発生が最も顕著であるを見出した。また熱サイクル後の試験片を曲げ試験により強度評価するとともに、曲げ試験中の AE 計測を行い割れは急激な大振巾 AE の発生により検出可能であり、変態による AE とは区別できることがわかった。

以上のように、本論文で得られた高炉用カーボンレンガの内質評価法を数基の高炉に適用した結果、今までに事故の発生は皆無であり、高炉の長寿命化に貢献した。また、硅石ギツタレンガの熱負荷時の特性および各種温度域での熱サイクル挙動に関する基礎的知見から、従来 $800\text{ }^\circ\text{C}$ であった使用下限温度を $500\text{ }^\circ\text{C}$ に下げることができ、熱風炉操業条件の改善および省エネルギーに大いに寄与した。このように本論文は工学的および工業的に価値あるもので博士論文として価値あるものと認める。