

(197) 非浸漬型超音波振動印加法による凝固組織の微細化

川崎製鉄 技術研究所 ○戸村寿孝, 垣生泰弘, 河西悟郎, 江見俊彦
千葉製鉄所 反町健一, 福井良夫, 平松輝男
水島製鉄所 児玉正範, 加藤安功

1. 緒言 溶鋼の凝固過程に超音波振動を印加し, 結晶粒を微細化する報告は多数ある¹⁾が, 従来の超音波 casting は超音波振動伝達ホーンを溶湯に直接浸漬する方法のため, ホーンのエロージョンおよび冷却, ホーンと溶湯のなじみ等に問題があり, 生産工程に適用されていない。今回, 連铸への適用を想定し, 連铸機ガイドロールを伝達ホーンとした非浸漬型超音波振動印加実験を実施したので以下に報告する。

2. 実験装置および方法 装置の概要を図1に示す。振動子はBLT電歪型, 振動方向変換体はLL方式である。伝達ホーンは242 ϕ × 356 mmのロールであり, 鋼塊寸法は150 × 300 × 300 mmである。大気誘導溶解した100 kgの溶鋼を分割鑄型に鑄込み, 所定厚の凝固殻形成後, 鑄型片面を除き, 熱塊表面をスプレー冷却しつつ, 伝達ホーンを約50 kg荷重で熱塊に押しつけ, 熱塊表面から間接的に超音波振動を印加し, 実験を行なった。伝達ホーンと鋼塊の接

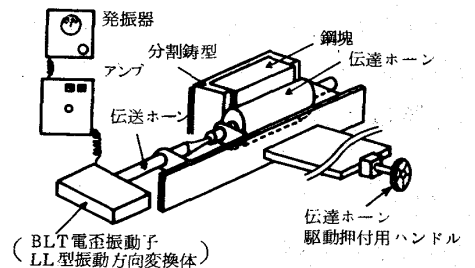


図1 非浸漬型超音波 casting 装置概要

触位置は鋼塊高さ中心で, 鋼塊高さ方向接触長はホーンのくいこみにより約35 mmである。鋼種は, 厚板向50キロ鋼および珪素鋼であり, 溶鋼過熱度は各々 $\leq 110^{\circ}\text{C}$, 130°C である。超音波振動発振周波数は15 KHz, 出力は0.6 ~ 1.5 KWであり, 出力1.5 KWは伝達ホーン表面径方向振幅約20 μpp に相当する。

3. 実験結果 3.1 水モデル実験 伝達ホーンから30 ~ 50 mm厚ステンレス製モデル凝固殻を通して間接的に水中へ超音波振動を印加した場合, モデル凝固殻前面に多数のキャビテーションが発生するが, 大きな流れが惹起されることはなく, キャビテーション付近の局所的な渦流が特徴的である。

3.2 超音波 casting 実験 伝達ホーン表面径方向振幅と両鋼種の等軸晶化率(超音波振動印加開始時の残溶鋼がすべて等軸晶化した場合100%)の関係をまとめて図2に示す。振幅の増加とともに等軸晶化率は増大し, 厚板向50キロ鋼では約14 μpp 以上, 珪素鋼では約16 μpp ではほぼ100%等軸晶化する。同振幅では写真1の超音波振動印加材に示すように, 振動印加と同時に柱状晶成長は抑制され, 以後の振動印加により等軸晶化する。写真2に珪素鋼の比較材および振動印加材の凝固組織の例を示す。鋼塊底部柱状晶の抑制状況から結晶の沈降現象が推測できた。結晶微細化機構は, 水

モデル実験で認められた渦流に基づく粘性摩擦力によるデンドライトの分断であると推測される。1) 例えば, オ・ベ・アブラモフ; 「超音波場内の金属の凝固」

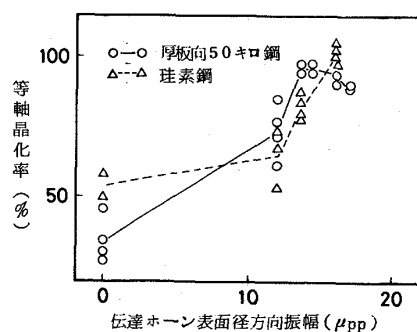


図2 伝達ホーン表面径方向振幅と等軸晶化率の関係

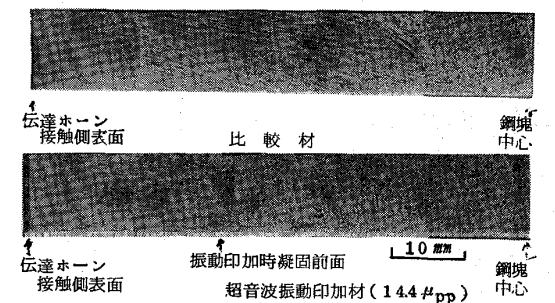


写真1 厚板向50キロ鋼縦断面の伝達ホーン接触位置付近凝固組織

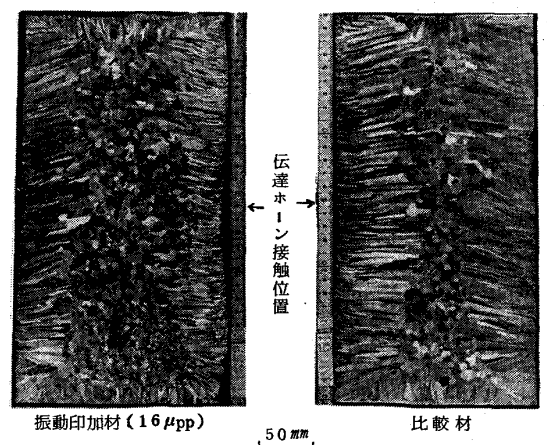


写真2 珪素鋼縦断面の凝固組織