

氏名(本籍)	芹澤 良洋(東京都)
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	乙 第 146 号
学位記授与年月日	平成 27 年 3 月 15 日
学位の授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
研究科・専攻の名称	玉川大学大学院工学研究科 システム科学専攻博士課程後期
学位論文題目名	板上水を伴う鋼材の冷却不安定現象の解明と制御冷却技術の 開発
論文審査委員(主査)	教授 大久保 英敏
論文審査委員(副査)	教授 川森 重弘 教授 相馬 正宜 宇高 義郎(横浜国立大学大学院工学研究院シス テムの創生部門教授)

論文の概要

論文題目 板上水を伴う鋼材の冷却不安定現象の解明と制御冷却技術の開発

氏名 芹澤 良洋

本論文は「板上水を伴う鋼材の冷却不安定現象の解明と制御冷却技術の開発」と題し、6章から成っており、鉄鋼における熱処理において重要なスプレー冷却に関して、冷却不安定の原因の一つである、冷媒に水を用いた際の沸騰現象における冷却面姿勢の影響に関し、基礎的な静止状態でのスプレー冷却試験と移動状態でのスプレー試験によりその特性を明らかにするとともに、実際の冷却装置の開発までを取り扱ったものである。

第1章では、序論として、鉄鋼業における冷却技術の重要性、鋼材冷却における不安定現象の種類と実際の冷却時に与える影響に関して説明し、特に冷却面姿勢の影響因子について述べている。そして、従来研究について概説し、本研究の目的について述べている。

第2章では、冷却面姿勢の影響因子の解明と姿勢の影響の解消を狙った開発に用いた試験装置について述べている。基礎的な静止実験に関しては、伝熱特性に影響を与えるスプレー時の噴霧特性の評価方法、噴霧後の液体が構成する液膜状態の観察方法、そして、伝

熱特性の評価方法について述べている。特に、本論文では、発表例が少ない鋼材の移動状態における伝熱特性の調査を行っており、その試験装置、試験方法について述べている。

第3章では、基礎的静止実験の結果とその考察に関して述べている。具体的には、静止実験系において、上向き平面、下向き平面、鉛直平面を伝熱面として噴霧冷却を行い、噴霧中心近傍および中心からの距離がスプレー領域半値幅の2倍以上までを測定可能とするために従来に比較して大きい伝熱面を用いた実験の結果について述べている。また、その結果を考察するために液膜挙動をそれぞれの姿勢に関して観察定量化し、伝熱特性との関連について述べている。そして、噴霧中心近傍での伝熱特性に関しては、高温の膜沸騰域では姿勢の影響は少ないが、噴霧中心から離れた地点においては、伝熱面過熱度が300K近傍の限界熱流束域で姿勢の影響が現れることを明らかにした。

第4章では、実際の鋼材冷却設備を想定した鋼板が移動する系での上下面の伝熱実験を行い、下向き面の高温域では冷却が噴流衝突域近傍に限定されることを示した。また、同様に上向き面では、下向き面に比較し、水量が少ない場合でも冷却能力が高いことを示し、板上水の影響であることを推定している。さらに上面においては、幅広鋼板の場合、板上水深が増加することを考慮した実験を行い、大きく冷却能力が増加することを示した。





一方、下向き面に関しては、上向き面との同様の冷却を行うことを考慮して、冷却水量としては同一であるが、下向き冷却面に対して噴霧面積を拡大して冷却する実験を行った結果、上向き面の冷却形態に近付けることが可能であることを示すとともに、冷却能力における面積効果について考察している。

第5章では、これまでの結果を踏まえて、新たな冷却装置の開発を行い、上下面での伝熱特性を調査した結果を述べている。ここでは、冷却能力増加の観点から、冷却全面をスプレーで覆うことを意図した配置としており、その開発の考え方について述べている、また、冷却装置を製造プロセスで使用する際に多くみられる冷却能力調整のための通板速度変化、水量変化時が伝熱特性に与える影響について調査し、上下面冷却の均一性を達成するための基礎データの提示を行っている。

第6章は、本論文の結論を述べている。

平成 26 年度 学位論文（博士）審査票

玉川大学大学院工学研究科

論文題目	板上水を伴う鋼材の冷却不安定現象の解明と制御冷却技術の開発		
氏名	芹澤 良洋		
審査要旨	<p>本研究は、鋼材の冷却制御によって機械的特性を制御することを目的として、実際の製鉄所におけるライン工程で鋼材の冷却を均一にする条件を実験的に検討し、制御冷却技術の開発に摘要した成果をまとめている。冷却不安定現象とは、鋼材が冷却ゾーンを通過する際の冷却曲線と呼ばれる温度履歴に再現性が無く、冷却停止温度を一定にすることができない事象である。</p> <p>鋼材の制御冷却技術を発展させるための重要課題である冷却不安定現象の解明は、既存研究によって冷却面側因子および冷却媒体側因子の影響が無視できないことが明らかになっている。しかし、実際のライン工程で制御冷却を実現するためには、①鋼材の姿勢によって異なる冷却性能を把握すること、②鋼材表面上に滞在する板上水と呼ばれる液膜流の影響を把握すること、③移動する鋼材の通板速度が冷却不安定現象に及ぼす影響の検討が必要である。本研究は、これらの課題を基礎的に解明し、明らかになった研究成果に基づき熱伝達特性を予測する整理式を作成するとともに、スプレーノズルの構造および配置を検討し、鋼材表面上に形成される液膜流を制御することによって制御冷却を実現することに成功した。</p> <p>以上のように、本研究は鋼材の制御冷却技術の開発に貢献できる多くの研究成果を提示しており、博士論文として十分な内容を備えた論文であることを評価し、博士論文の価値を有すると判断する。</p>		
審査委員	主査	大久保 英敏	
	副査	川森 重弘	
	副査	宇高 義郎	
	副査	相馬 正宜	
	副査		