

資源エネルギー学講座
資源エネルギープロセス学分野

加熱固体平板に衝突するカーテン状水膜噴流の熱伝達特性

カーテン状水膜噴流は衝突点近傍において高い熱伝達率を有することから、鉄鋼製造プロセスの圧延工程における制御冷却に用いられている。これまでにカーテン状水膜噴流と加熱固体面との熱伝達特性を実験的に研究した例は多く存在するが、水を冷却媒体とした低レイノルズ数 ($Re < 10^4$) 条件下での知見が現状では不足している。そこで、加熱固体平板に衝突する水膜噴流の熱伝達特性を解明することを目的とし、実験によって研究を行い、熱伝達特性を予測する整理式を提案した。実験では、厚さに対して幅が十分大きい断面形状のノズルから鉛直下方に噴出するカーテン状水膜噴流を、通電加熱したインコネル板に衝突させ、衝突点近傍におけるインコネル板の温度分布を熱電対で計測した。実験はインコネル板と噴流の衝突角、流量、ノズル出口-加熱固体平板間距離を変化させることで行った。垂直衝突では、衝突点においてヌッセルト数はピークをとり、そこから離れるに従い減少する。一方斜め衝突では、ヌッセルト数の分布は左右非対称になる。垂直衝突、斜め衝突両方において、今回提案した整理式は実験におけるヌッセルト数のピーク値と良好に一致した。

(梅田 太一, 現: パナソニック株)

高温固体面に衝突する微小水液滴内の沸騰現象

鉄鋼業では連続鋳造プロセスにおける二次冷却帯にスプレー冷却が用いられている。スプレーの冷却特性を高精度に予測するためには、個々の液滴と高温固体面の衝突現象を詳細に解明する必要がある。液滴衝突に関する実験はそれなりに存在するが、微小液滴の衝突現象は時間的・空間的スケールが小さく、知見が不足している。本研究は写真観察実験による液滴衝突時の沸騰現象の解明を目的とした。まず、衝突液滴を二方向から同期撮影する観察手法を確立した。次に、供試液体として室温の精製水を、供試固体にインコネル 625 を使用し液滴衝突実験を実施した。衝突条件は液滴直径を約 0.6 mm、衝突速度 1.7~4.1 m/s、固体表面温度 170~500℃ と変化させた。一次元非定常熱伝導問題から推算される接触面温度が液体の加熱限界温度 (本条件では約 300℃) よりも低い場合は、固液界面で蒸気気泡が発生し、高い場合には液体と固体の間に蒸気膜が形成されることが明らかになった。

(奥 洋介, 現: 住友金属工業株)

高張力鋼管の用途拡大から、電縫鋼管のロール成形工程の見直しが必要となっている。これまで鋼管のロール成形に関しては、プレス成形などの分野に比べて、その計算領域の大きさもあって、有限要素シミュレーションが必ずしも積極的に行われてこなかった。著者らは、高張力電縫鋼管のロール成形の有限要素シミュレーション法を確立するため、まず、種々のシミュレーションソフトの比較を行った。その結果、静的陰解法ソフト Marc が適していることがわかった。本研究では、Marc を用いて最初の 3 段のロールスタンドでの板の 3 次元変形をシミュレーションし、板幅端部の応力・ひずみに焦点を当て、計算板長さ、摩擦条件およびロール径が計算結果に与える影響を調べた。得られた結果は以下のである。(1) 計算板長さは、板が 3 段に噛まれている長さであれば十分である。(2) 摩擦条件の影響は無視できるほど小さい。(3) 板幅端部の長手方向ひずみはロール径の増加とともに減少する。この影響は初段において顕著である。

(辻川 敬祐, 現: 関西電力株)

角筒絞り対向液圧成形における圧力媒体流出挙動

対向液圧成形は深絞り加工法の一つであり、従来のプレス成形における下型を液圧で代替した成形法である。従来のプレス成形に比べて製品の寸法精度や深絞り性の向上が実現できることから、さまざまな産業分野での適用が期待されている。対向液圧成形では成形中に圧力媒体が上型と下型の間隙から流出する場合があります。材料の成形性に大きな影響を及ぼす。圧力媒体の流出は材料の変形に伴って成形中に大きく変化するが、その特性は十分明らかにされていない。本研究では、対向液圧角筒絞り成形中の圧力媒体流出特性と材料の変形との関連性を明らかにすることを目的に実験研究を行った。実験では金型の各部位で成形中に生じる液圧を測定し、その推移を調査した。その結果、ダイ肩部近傍における逆張り出し変形の発生および消滅、また材料のダイ肩部へのなじみが流出特性に大きな影響を及ぼすことが明らかとなった。その一方で、流出中にダイ面上で生じる液圧は、流出量に依らずほぼブランクホルダ力で決定され、液圧室内の液圧とは大きく異なることが明らかとなった。

(松嶋 啓太, 現: 新日本製鐵株)

教授 宅田 裕彦
准教授 藤本 仁
助教 浜 孝之