

主 論 文 要 旨

報告番号	㊦乙	第	号	氏 名	因幡 和晃
主 論 文 題 目： Numerical Study on the Dynamics of Cellular Structures in Gaseous Detonations (気相爆轟波におけるセル構造の物理機構に関する数値解析)					
(内容の要旨)					
<p>爆轟とは、燃烧面が衝撃波を伴いながら可燃性混合気中を超音速(2000～3000m/s)で伝播する現象である。爆轟波の発生により、波面直後では初期圧力の30倍近い高圧が発生することが知られている。本論文では、爆轟波の有効利用と抑制の見地に立ち、近年化石燃料に代わる新しい燃料として期待される気体水素燃料における爆轟波の数値解析を行なった。過去に行なわれた実験から、爆轟波の伝播には、セル構造が重要な役割を果たすことが報告されている。矩形管内を左から右へと伝播する爆轟波のセル構造は、先頭衝撃波と波面に水平な方向(鉛直および奥行き)へと伝播する横波により形成される。また、横波の影響のない一次元数値解析でも、先頭衝撃波と反応面による一次元縦振動が観察される。セル構造は、古くより煤膜模様(管内に煤膜を塗布し爆轟波を伝播させ、後に残る模様)により観察されてきたが、煤膜模様の生成機構は未だ解明されていない。本論文の目的は、「セル構造の物理機構」と「セル構造の観察に用いられる煤膜模様の生成機構」を数値解析により解明することにある。</p> <p>第1章では、爆轟波に関する過去の研究を紹介し、本論文の工学的意義と目的を示した。</p> <p>第2章では、簡略化反応モデルを用いた一次元・二次元数値解析を行い、セル構造の周期に関する考察を行なった。二次元数値解析においては、チャンネル内を伝播する先頭衝撃波と鉛直方向の横波とでセル構造が形成される。一次元数値解析から、衝撃波圧力の一次元縦振動の周期を明らかにした。また二次元数値解析から、セル構造の中心軸上における衝撃波圧力の振動周期が、チャンネル幅の増加に伴い長くなる傾向を示した。チャンネル幅が大きくなると、爆轟波面に新たに三重点が生成し、振動の周期は短くなる。二次元振動で観察された最長の周期と、一次元縦振動で観察された周期が、同じオーダーの振動として観察されることを示した。</p> <p>第3章では、窒素もしくはアルゴンで希釈した酸水素爆轟波の二次元数値解析を、素反応を考慮して行なった。流れ場で観察された二次元セル構造において各混合気における横波の伝播特性を明らかにし、過去に行なわれた実験結果と比較した。また、波面近傍の流れ場を観察し、横波構造には衝撃波背後の反応特性(反応誘起距離と温度上昇分布)が重要であり、衝撃波背後の音速が横波伝播速度の目安となることから、セル長さや幅のアスペクト比を評価する指標として横波強さを提案した。</p> <p>第4章では、爆轟波の観察に用いられる煤膜法において、煤膜に作用するせん断応力による生成機構を新たに提唱した。衝撃波管内に楔を設置し、衝撃波と干渉させることにより爆轟波面の横波構造を再現し、煤膜模様の生成実験を行なった。また三次元粘性数値解析により同様の流れ場を再現し、煤膜に働くせん断応力を特定した。煤膜をモデル化し、せん断応力履歴を用いて煤膜に関する数値解析を行い、実験の煤膜模様との比較から提唱した生成機構の妥当性を検討した。</p> <p>第5章では、本論文の結論を示した。</p>					