

# 次世代燃焼エンジンの研究

埼玉大学大学院理工学研究科  
 人間支援・生産科学部門熱工学研究室

## 燃焼の基礎的研究→次世代エンジンの研究 爆発安全工学→衝撃波と燃焼波の干渉

爆ごう波(Detonation Wave)とは音速より速い燃焼波です。  
 水素, アセチレンなど燃えやすいガスが滞留して着火すると爆ごう波が発生し, 高圧の衝撃波が生じます。この研究では, 爆ごう波を見ることにしました。

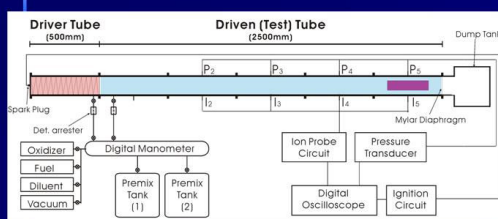


図1: 実験装置

この図のような長いステンレスの管の中に可燃性ガスと酸素を入れます。この管の内壁には圧力や燃焼を検知するセンサーが付いていて燃焼波の圧力や伝ば速度を測定できます。また、図の右ほうにガラス窓がついていて中の様子をカメラで撮影できます。爆ごう波は毎秒3000m/s(時速10,800km)ほどの速さで伝ばしますので高速度カメラが必要です。

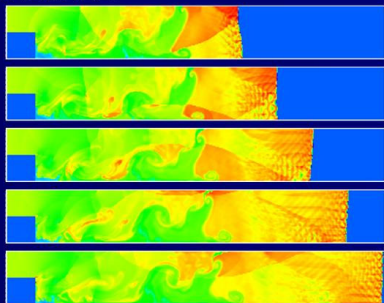


図4: 爆ごう波の数値シミュレーション

大型計算機を用いて熱流体数値シミュレーションをした結果の図です。障害物を乗り越えて伝ばする爆ごう波の様子を示します。色は温度の違いを示します。

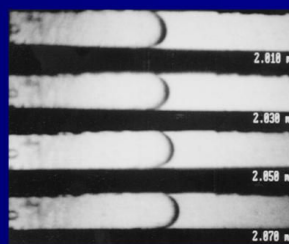


図2: 亜音速燃焼波の写真

特殊な高速度カメラで撮影した燃焼波の写真です。上から時間が経過し、間隔は20マイクロ秒です。火炎は左から右へ伝ばしていますが、毎秒数メートルの速さなのでほとんど止まって見えます。

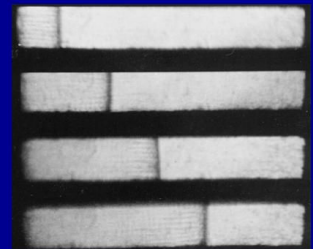


図3: 爆ごう波の写真

爆ごう波は1マイクロ秒で約3ミリメートル動きます。亜音速燃焼波の場合と違って壁への熱損失の影響が少なくほとんど平面的な形をしています。



図5: 爆ごう波を利用したエンジン(PDE)

パルスデトネーションエンジン(PDE)という次世代のエンジンは、航空宇宙用に注目されており、その開発研究も行っています。

エンジンといっても自動車用, 航空機用, 船舶用, そのほか産業機械用など色々なものがあります。ガソリンエンジンではガソリンと空気の混合気体で満たされた燃焼室内を火炎が亜音速で伝ばします。その様子を観察するため、モデル的な燃焼容器を製作し、火炎を瞬間写真で見ることにしました。

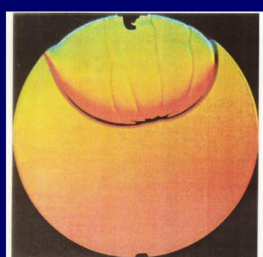


図6: 静止した可燃性気体中を伝ばする火炎

直径10cm, 厚み3cmの円筒容器内を伝ばする亜音速燃焼波です。写真は人為的に色をつけてありますが燃焼による密度変化を可視化したものです。

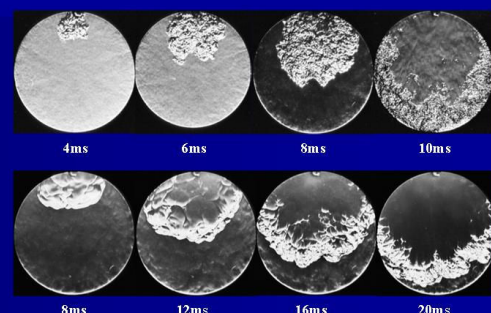


図7: 乱れた気体中を伝ばする火炎(上; 強い乱れ, 下; 弱い乱れ)

実際のエンジン内の気体は静止してはいないので乱れを起こして観察した結果です。乱れが強いと燃焼時間が短くなることが分かります。