

# 論文の要旨

題目        デトネーションの発生と伝播に障害物が与える影響に関する実験的研究  
(Influences of Obstacles on the Detonation Onset and Propagation)

氏名        関 陽 子

デトネーションとは、衝撃波と発熱領域が一体となって超音速（2-3km）で伝播する現象である。デトネーションの特徴は、定圧的な燃焼と比べ、伝播が速く、既燃ガスが高温・高圧である。このような特徴を活かすための応用研究とデトネーションの発生を防止するための安全工学的研究がなされている。

デトネーションの発生過程では、火炎加速と衝撃波が発熱反応を誘起してカップルすることが重要である。そのため、数十 mJ 程度の点火エネルギーでは点火と同時にデトネーションは発生せず、通常の火炎（デフラグレーション）からデトネーションへ遷移する助走距離が必要である。助走距離を短縮するためには、管内に障害物を設置して火炎面の乱れを促進させることが多い。本研究では、デトネーションを積極的に応用する立場から、短距離でデトネーションが発生するための障害物条件を調べた。

デトネーションは、ひとたび伝播し始めると反応物がある限り伝播し続ける。そのため、安全工学の観点からデトネーションの伝播特性を理解することも重要である。ある管内を伝播してきたデトネーションがその数倍の直径をもつ別の管に伝播する際、デトネーションは希薄波の影響によって一度減衰するが、側壁近傍での微小爆発がトリガーとなってデトネーションの再起爆が起こる。本研究では、デトネーションの特性長であるセル幅と同程度（数 mm）の小さな単一の障害物が定常伝播するデトネーションの波面構造に与える影響を調べた。そして、その発展として軸対称の連続する障害物が定常伝播するデトネーションの伝播速度および波面構造に与える影響を調べた。

本論文は5章より構成される。第1章は緒論であり、研究対象であるデトネーションの特性および気体力学理論について述べた。そして、デトネーションの発生および伝播に関する研究背景について述べ、本研究の意義および目的を示した。

第2章では、障害棒を用いたデフラグレーションからデトネーションへの遷移（DDT）促進について述べた。障害棒の本数、挿入間隔、閉塞率（Blockage Ratio:  $BR$ ）を変化させたときに、DDT 助走距離が短くなる障害棒条件を調べた結果、当量比  $\phi=0.8-1.2$  の水素・空気混合気において、 $BR=0.32$  の障害棒を用い、①間隔  $l=10$  mm の場合、挿入本数 19 本で、DDT 助走距離は約 280 mm、②間隔  $l=20$  mm の場合、挿入本数 14 本で、DDT 助走距離は約 400 mm であった。また、障害棒による DDT 助走距離の短縮能力と火炎加速の促進能力について述べ、

最後にデトネーション発現のための基準について述べた。

第3章では、単一の障害物が定常伝播するデトネーションの波面構造に与える影響について述べた。 $2\text{H}_2+\text{O}_2+4.5\text{Ar}$ ,  $\text{C}_3\text{H}_8+5\text{O}_2+2\text{N}_2$  どちらのガス組成においても、前向き障害物(前向きステップと前向きスロープ)は、デトネーションの波面構造に大きな影響を与えないことを示した。次に、後ろ向き障害物(後ろ向きステップと後ろ向きスロープ)の下流では側壁付近で再活性化が起こり、後ろ向きステップから再活性化が起こった位置までの距離はステップ高さ $h$ とセル幅 $\lambda$ を用いた経験式に表すことができた。さらに、この経験式は様々な混合気が用いられた過去の実験結果ともよく一致した。

第4章では、連続した障害物が定常伝播するデトネーションの伝播速度と波面構造に与える影響について述べた。 $2\text{H}_2+\text{O}_2+4.5\text{Ar}$ ,  $\text{C}_3\text{H}_8+5\text{O}_2+2\text{N}_2$  どちらのガス組成においても、障害物領域中での平均伝播速度はセル幅が大きくなるほど低下し、その伝播速度は、同程度の  $BR$  のオリフィスプレートを用いた過去の実験結果と概ね一致した。また、障害物下流でのデトネーションの再起爆は、回折した衝撃波の側壁上でのマッハ反射が誘発しているというメカニズムによって理解されてきたが、それとは異なるオリフィスプレート背面の縁付近で再起爆が起こる可能性を示した。

第5章は結論であり、本研究の総括を行い、主要な成果についてまとめた。