

自己評価報告書

平成23年3月31日現在

機関番号：32612

研究種目：基盤研究（A）

研究期間：2008～2011

課題番号：20241040

研究課題名（和文） 管内爆発の物理：安全評価のための実験的及び解析的研究

研究課題名（英文） Experimental and numerical investigation on explosion in tube

研究代表者

松尾 亜紀子 (MATSUO AKIKO)

慶應義塾大学・理工学部・教授

研究者番号：70276418

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：社会・安全システム科学，社会システム工学・安全システム

キーワード：衝撃波，爆発，燃焼，火災，自然火災

1. 研究計画の概要

安全工学を念頭に置いた爆燃/爆轟の爆発現象に関する研究例は少なく、今後その一層の充実が必要である。この問題の困難さは、爆発現象そのものが予見できない事故であることや規模が大きく、対象とする場が様々な意味で理想的ではないことに起因している。また、爆発現象を考えると、閉鎖的空間と開放的空間において生じる燃焼形態や爆発現象の時間的发展について違いがある。

本研究課題では、閉鎖的空間、その中でも管内における爆発現象に着目して研究をすすめる。これは、原子力発電所や水素貯蔵施設など燃料の漏洩を嫌い気密性が重要とされる施設の事故において、配管内部における爆発発生により施設に多大なる損害が生じたと事故報告がなされているからである。

期間内に取り組む研究内容：以下に、本研究課題で取り扱う「管内における爆発」に関する研究内容を示す。

- (1) 曲がり管内の曲がり部における衝撃波/爆轟波の伝播過程の解明
- (2) 曲がり管内の曲がり部における衝撃波/爆轟波の管壁への荷重過程の解明
- (3) 管内における衝撃波の液相入射に伴う干渉過程の解明、及び管壁への荷重過程の解明

(4) 管内における爆轟波の液相入射に伴う干渉過程の解明、及び管壁への荷重過程の解明

上記の研究内容は、大きく2つのテーマに分けられる。1つめは、曲がり管内における爆発波（爆風/燃焼波）の問題である。施設内の配管は直管部が主であるが必ず曲がり部を有している。そしてそのことが配管内部における爆発発生時において多大なる圧力負荷がかかることとなり配管破断に陥り、施設に多大なる被害を及ぼすこととなる。2つめは、事故発生時の被害予測として不明な点が多い爆轟波と液相との干渉である。配管内部に滞留している液相（水など）に爆轟波が入射した場合には、反射と透過が起こり、反射による管壁への圧力増大と液相との干渉による相変化などが予想される。これらの内容については、実験と数値解析において条件を合わせるにより、現象の細部にわたる比較検討を行い、爆発現象とその被害発生を科学的に取り扱うことを目指す。そして、数値解析技術により、現象再現の可能性を明らかにすることを目的とする。

2. 研究の進捗状況

曲がり管内の曲がり部における爆轟波の伝播過程について、数値実験及び物理実験から多くの知見を得ており、順調に研究成果を得ている。実験と数値解析では対象とするスケールが異なることから、それぞれが相手の領域を補完するこ

ととなり現象理解と解明にとって、すぐれた研究体制を確立していると考えている。また、爆轟波発生機構についても同様に検討を行い、管内における直接起爆と反射による起爆形態に関して検討を行っている。また、液相との干渉については、数値解析コードを完成させ、今後解析を進めるところである。

3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している。

(理由)

研究計画に記載した大きな4つの研究課題については、曲がり管内の曲がり部における衝撃波/爆轟波については実験及び解析ともに順調な達成を示している。液相との干渉については、実験は予備実験を完了し、数値解析においても解析コードをほぼ完成させている。

4. 今後の研究の推進方策

これまでの研究成果を踏まえ、曲がり管における現象解明については更なる検討を続けることが必要である。これは、これまでの成果が極めて順調であることから、研究成果の完成度を高め新たな成果を世界に発信する必要性を感じたからである。また、それと同時に液相との干渉に関しても実験及び解析準備は整っており、平行して実験と数値解析を進める予定である。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 7 件)

- ① Yageta, J., Shimada, S., Matsuoka, K., Kasahara, J., and Matsuo, A., "Combustion Wave Propagation and Detonation Initiation in the Vicinity of Closed-Tube End Walls", *Proceedings of the Combustion Institute*, Vol.33, pp.2303-2310, 2011 (査読有)
- ② Sugiyama, Y., and Matsuo, A., "On the Characteristics of Two-dimensional Double Cellular Detonations with Two Successive Reactions Model", *Proceedings of the Combustion Institute*, Vol.33, pp.2227-2233, 2011 (査読有)
- ③ Maeda, S., Kasahara, J., Matsuo, A., and Endo, T., "Analysis on Thermal Efficiency of

Non-Compressor Type Pulse Detonation Turbine Engines", *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences*, Vol.53, No.181, pp.192-206, 2010 (査読有)

- ④ Sugiyama, Y., and Matsuo, A., "Numerical Investigation on Propagation Mechanism of Spinning Detonation in a Circular Tube", *Proceedings of the Combustion Institute*, Vol.32, pp.2331-2337, 2009 (査読有)
- ⑤ Kasahara, J., Hirano M., Matsuo, A., Daimon, Y., and Endo, T., "Thrust Measurement of a Multicycle Partially Filled Pulse Detonation Rocket Engine", *Journal of Propulsion and Power*, Vol.25, No.6, pp.1281-1290, 2009 (査読有)

[学会発表] (計 60 件)

- ① Miura, H., "Numerical Investigation for Pressure Mitigation Effects of Dike on Blast Wave", 8th International Symposium on Hazards, Prevention, and Mitigation of Industrial Explosions, Yokohama, Japan, 2010 年 9 月 9 日
- ② Kudo, K., "Oblique Detonation Waves Stabilized in Rectangular-Cross -Section Bent Tubes", The 33rd International Symposium on Combustion, Beijing, China, 2010 年 8 月 3 日
- ③ Takeuchi, S., "Net Impulse Measurements of Pulse Detonation Tube by Using Fuel-Air Mixture", AIAA 2010-0148, 48th AIAA Aerospace Sciences Meeting Including The New Horizons Forum and Aerospace Exposition, Orlando, USA, 2010 年 1 月 4 日
- ④ Kawane, K., "The Influence of Heat-Transfer and Friction on the Impulse of a Single-Cycle Pulse Detonation Tube", 22nd International Colloquium on the Dynamics of Explosions and Reactive Systems, Minsk, Belarus, 2009 年 7 月 27 日
- ⑤ Miura, H., "Numerical Investigation of Terrain Effects on Blast Wave from Hemispherical Surface Burst", 7th International Symposium on Hazards, Prevention, and Mitigation of Industrial Explosions, St. Petersburg, Russia, 2008 年 7 月 8 日