

# 水素の爆発危険性について

金佑勁（広島大学大学院先進理工系科学研究科）

## Explosion hazards of hydrogen

Wookyung Kim (Graduate School of Advanced Science and Engineering, Hiroshima University)

化学産業のプラント、高圧ガス貯蔵施設などの事業所など水素を取り扱う場所においては水素爆発事故発生の危険が存在する。水素爆発事故は、ひとたび発生すると瞬間的に被害が広範囲におよび、重大事故となる可能性が高い。そのため、爆発発生条件を検討して爆発事故の未然防止、万が一爆発が発生した場合の対策や被害の極小化の検討が必要不可欠である。水素爆発事故の被害を最小限にとどめるためには、事故の発生確率や被害影響度を評価し、的確なリスク対策を実施することが重要である。

水素爆発の影響度評価においては、発生する爆風圧を的確に把握することが必要である。水素爆発時の爆風圧は火炎伝播挙動に強く依存する。水素爆発は火炎伝播を伴う現象であり、水素と空気の混合気が何らかの原因で着火すると着火源から火炎が伝播する。このように伝播する火炎は、はじめ滑らかに層流燃焼速度  $S_L$  で伝播する。水素/空気混合気の層流燃焼速度を Fig.1 に示す。水素/空気混合気の層流燃焼速度はメタンやプロパンなど炭化水素/空気混合気より速いことがわかる（例えば水素/空気混合気の層流燃焼速度の最大値は約 3 m/s で、メタンは約 0.4 m/s である）。ところが、火炎が大きくなると、火炎面の乱れが発達し、火炎面積が増大して見た目の火炎伝播速度が高まる。これは燃料と酸化剤の拡散速度の差による熱・拡散的不安定性、火炎における気体の膨張による Darrieus-Landau 不安定性によるものである。爆風圧は火炎の不安定性による火炎伝播の加速現象の影響を強く受けるため、火炎伝播加速現象を考慮することで水素爆発から発生する爆風圧を高い精度で予測できる (Fig.2)。

水素は爆発範囲が広く、燃焼速度が速いことから爆風圧も高い。さらに最小着火エネルギーも低いため、水素を気球に利用する場合は水素爆発特性を理解し、的確なリスク対策を実施する必要がある。ヒンデンブルク号爆発事故を参考に水素シャボン玉を作り、着火させると、シャボン玉中の水素と周囲の空気が別々に供給され燃焼する拡散燃焼的な挙動を示しており、予混合燃焼である水素/空気混合気の爆発に比べて弱い爆風圧が発生した (Fig.3)。

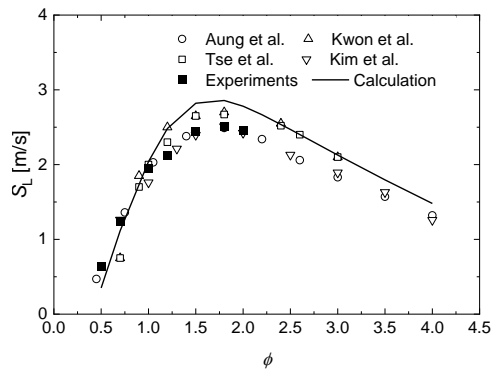


Figure 1. Laminar burning velocity of hydrogen-air mixtures.

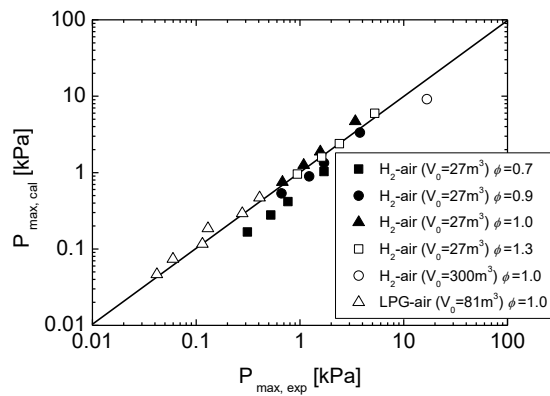


Figure 2. Comparison between the experimental and calculated maximum overpressures for various combustible mixtures.

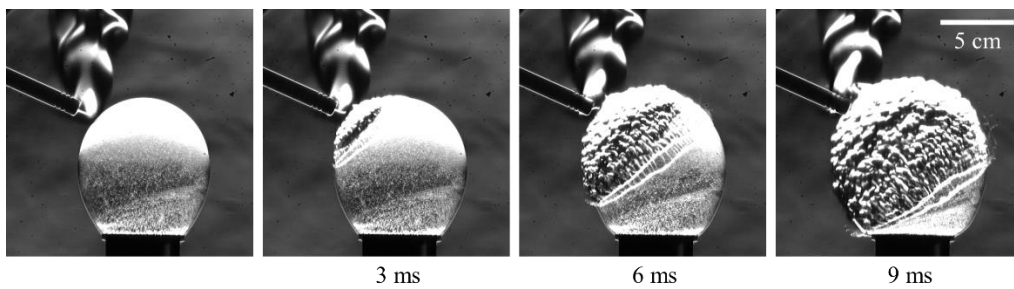


Figure 3. Hydrogen bubble explosion.

Reference

1. W. Kim, et al., J Loss Prev Process Ind, 26 (2013) 1501-1505.
2. W. Kim, et al., Int. J. Hydrog. Energy, 40 (2015) 11087-11092
3. W. Kim, et al., Int. J. Hydrog. Energy, 43 (2018) 12556-15564.