

再処理工場における放射線分解による水素爆発発生時の燃焼挙動の調査 (15) 水平接続大型円筒槽における水素爆発の水素濃度依存性

Study on the combustion behavior of radiolytically generated hydrogen explosion in vessels at the reprocessing plant

(15) Hydrogen Concentration dependence of hydrogen explosion in simulated horizontal connected two large cylindrical vessels

*工藤 達矢¹, 赤松 裕基¹, 玉内 義一¹, 中野 正直¹, 坂上 直哉¹, 大竹 弘平¹, 荒井 宣之¹
戴 文斌², 境原 基浩², 兼平 修²

¹日本原燃株式会社, ²三菱マテリアル株式会社

六ヶ所再処理工場の水素爆発を想定する機器において水素爆発が発生した場合の燃焼挙動、機器健全性等の把握を目的とした網羅的な解析・試験を実施している。水平に接続された大型円筒槽において発生する水素爆発の水素濃度依存性についての試験結果を報告する。

キーワード：水素爆発、水素爆発試験、燃焼解析、構造解析、六ヶ所再処理工場

1. 緒言

機器内で発生する水素爆発の燃焼挙動の調査として、内部構造物をもつ2つの大型円筒槽が水平に接続された系内を複数の異なる水素濃度の水素-空気予混合気で満たした後に着火した結果を報告する。

2. 試験結果

2-1. 圧力

内部構造物をもつ2つの大型円筒槽（円筒槽 A、円筒槽 B）がオーバーフロー配管により水平方向に接続された系内を 8、12、15、20、30vol% の水素-空気予混合気で満たした後に、円筒槽 A で着火した時の各領域における最大圧力を図 1 に示す。図 1 から水素濃度が高くなるにつれて、系内で発生する圧力も高くなることが分かった。特に、20vol% 以上の水素濃度では、オーバーフロー配管内で 2MPa 程度の急激な圧力上昇を示したことから爆ごうに遷移したと考えられる。オーバーフロー配管内で爆ごうに遷移した後に、円筒槽 B に伝播することで、圧力が緩和され一時的な圧力低下が見られるものの、伝播後に再度圧力が上昇する様子が確認された。一方で 15vol% 以下の水素濃度では、伝播経路の全領域において急激な圧力上昇は発生せず、最も高い圧力を示したオーバーフロー配管内においても 0.5MPa 未満と小さいことから、爆燃領域で燃焼が進行したと考えられる。

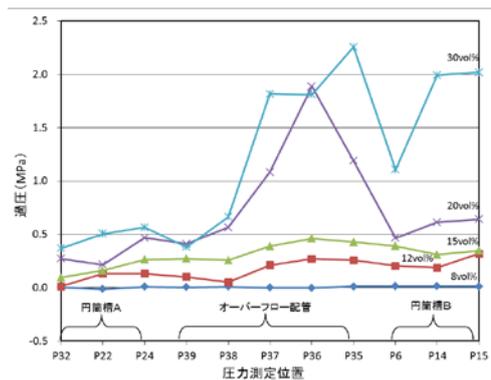


図 1. 水素爆発による発生圧力の水素濃度依存性

オーバーフロー配管内で爆ごうに遷移した後に、円筒槽 B に伝播することで、圧力が緩和され一時的な圧力低下が見られるものの、伝播後に再度圧力が上昇する様子が確認された。一方で 15vol% 以下の水素濃度では、伝播経路の全領域において急激な圧力上昇は発生せず、最も高い圧力を示したオーバーフロー配管内においても 0.5MPa 未満と小さいことから、爆燃領域で燃焼が進行したと考えられる。

2-2. 健全性

反応当量比から水素濃度 30vol% は最も激しい水素爆発が発生することが予測され、上記の通り圧力も最も高くなることが確認できた。しかし、いずれの水素濃度においても発生したひずみは全て弾性域の範囲であった。このことから、本体系では、水素爆発が発生しても機器の健全性が維持されることを確認した。

3. 結論

水素爆発により発生する圧力は水素濃度の上昇に伴い高くなる傾向が確認された。最も高い圧力が確認された水素濃度 30vol% の爆発であっても、ひずみは弾性域の範囲に留まり、機器は健全である。

* Tatsuya Kudo¹, Yuki Akamatsu¹, Yoshikazu Tamauchi¹, Masanao Nakano¹, Naoya Sakagami¹, Kouhei Ootake¹, Nobuyuki Arai¹, Wenbin Dai², Motohiro Sakaihar², Osamu Kanehira²

¹Japan Nuclear Fuel Limited, ²Mitsubishi Materials Corporation.