

# 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

## (18) 本プロジェクトの総括

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

(18) Summary of this project

\*玉内義一<sup>1</sup>、工藤達矢<sup>1</sup>、中野正直<sup>1</sup>、坂上直哉<sup>1</sup>、大竹弘平<sup>1</sup>、荒井宣之<sup>1</sup>

戴文斌<sup>2</sup>、境原基浩<sup>2</sup>、兼平修<sup>2</sup>

<sup>1</sup>日本原燃(株)、<sup>2</sup>三菱マテリアル(株)

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。本報告では、プロジェクト全体の成果について、今後の課題を含めて説明する。

**キーワード**：水素爆発、水素爆発試験、水素燃焼解析、六ヶ所再処理工場

### 1. 緒言

機器内の障害物等の影響を考慮した燃焼挙動の調査として、代表的な機器を対象として解析・試験を実施した。本成果から得られた燃焼挙動の特徴について報告し、今後の課題を紹介する。

### 2. 水素爆発試験・解析の結果概要

表1に示す機器を対象に水素爆発試験及び解析を実施した。表1中の Deflagration to Detonation Transition (DDT)を判断する方法として、試験装置内に煤膜を設置し、爆発後に煤が示す網目構造を確認することが一般的であるが、本試験ではセンサ最大過圧が Chapman-Jouguet (CJ) 圧力以上を示すかどうかを判断基準とした。解析結果が試験結果を再現していることを確認した上で、試験対象以外の機器の解析を行い、重大事故対策実施時に想定されうる水素濃度における水素爆発では機器の健全性に影響を及ぼさないことを確認した。

表1 主な試験・解析の結果

分類	形状	換気系の境界条件 (試験/解析)	H <sub>2</sub> 濃度 (vol%) <sup>※1</sup>	水の液位	容器内の障害物	試験		解析	
						センサ最大過圧 (MPa)	DDT	センサ最大過圧 (MPa)	DDT
小型	環状型 (換気系接続)	安全弁で開放 /安全弁位置開放	30	最高液位	設計通り <sup>※2</sup>	3	○	2	○
小型	板状型 (換気系接続)	安全弁で開放 /安全弁位置開放	30	最高液位	設計通り <sup>※2</sup>	3	○	3	○
大型	円筒型 (換気系接続)	密閉/密閉	12	最高液位	設計通り	1.5	○	1.5	○
			15	最高液位	設計通り	1.5	○	-	-
			20	最高液位	設計通り	1.5	○	-	-
			30	最高液位	設計通り	3	○	-	-
大型	円筒型 (水平配管接続)	密閉/密閉	8	最高液位	設計通り	0.02	×	-	-
			12	最高液位	設計通り	0.4	×	0.5	×
			15	最高液位	設計通り	0.5	×	-	-
			20	最高液位	設計通り	2	○	-	-
			30	最高液位	設計通り	2	○	-	-
大型	環状型 (換気系接続)	密閉/密閉	12	最高液位	設計通り	0.2	×	0.9	×
			15	最高液位	設計通り	1	○	-	-
			20	最高液位	設計通り	2	○	-	-
			30	最高液位	設計通り	2	○	3	○
			12	液無し <sup>※3</sup>		0.4	×	0.7	×
			12	液位50% <sup>※3</sup>		0.3	×	0.3	×
			12	最高液位	-	-	-	-	0.1
大型	円筒型(直径約4m)	-/換気系開放 <sup>※4</sup>	12	最高液位	設計通り	-	-	0.1	×
大型	円筒型(直径約7m)	-/換気系開放 <sup>※4</sup>	12	最高液位	設計通り	-	-	0.1	×
大型	環状型(直径約5m)	-/換気系開放 <sup>※4</sup>	12	最高液位	設計通り	-	-	1	×
大型	環状型(直径約3m)	-/換気系開放 <sup>※4</sup>	12	最高液位	設計通り	-	-	1	×

※1 空気との混合気体の水素濃度を示す。

※2 障害物の影響を確認するため、設計通り、障害物無し、設計より密な配管配置の3通りの容器を製作している。

※3 最高液位の気相部を実機と同様になるように製作したため、下部は障害物は省略してある。

※4 塔種類廃ガス処理系の洗浄塔、フィルタ、廃ガスポットをモデル化し、廃ガスポット及びフィルタ後段で開放。

### 3. 成果

機器内の障害物は水素の燃焼に影響を与えることを確認した。障害物の影響により火炎が乱れ圧力は高くなる傾向であるが、水素爆発時の過圧が最も厳しい水素濃度 30vol%においても機器は健全であることを試験及び解析から確認した。また、解析から保守的な結果を得られること、液位や水素濃度をパラメータとして燃焼現象をおおよそ再現できることを確認した。

### 4. 今後の課題

水素濃度 8~12vol%における解析精度の向上、水素濃度分布が燃焼に与える影響の確認（今回の試験・解析は均一濃度としている）等が課題として挙げられる。これらに取り組むことで、重大事故等への対処の時間余裕の計算に用いる機器内の水素濃度の現実的な設定等に資することが可能であると考えられる。

\*Yoshikazu Tamauchi<sup>1</sup>, Tatsuya Kudo<sup>1</sup>, Masanao Nakano<sup>1</sup>, Naoya Sakagami<sup>1</sup>, Kohei Otake<sup>1</sup>, Nobuyuki Arai<sup>1</sup>, Wenbin Dai<sup>2</sup>, Motohiro Sakaiharu<sup>2</sup>, Osamu Kanehira<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Japan Nuclear Fuel Limited, <sup>2</sup>Mitsubishi Materials Corporation