

粉体圧縮法による照射済み燃料ペレットのセル内高温高圧試験技術の開発

Application of powder compression in the development of in-cell high temperature pressure testing method of spent fuel pellet

*中司 雅文¹ 樋口 徹²

¹ジルコテクノロジー, ²日本核燃料開発

LOCA 時燃料破砕挙動に関する新試験技術として、粉体を用いた圧縮試験装置を提案した。これにより、ペレットサイズの試料について、機械拘束力の個別影響に着目した高精度の燃料破砕データを得ることが可能となる。

キーワード : LOCA, 燃料破砕, FP ガス, 粉体圧縮法, セル内試験

1. 緒言

LOCA 条件における燃料破砕は、ペレットが受ける拘束力によって抑制されることが示唆されている^[1]。拘束力の影響を調査する手段として、試料サイズが 1 mm 角程度であれば、高圧ガスによる熱間等方圧加圧法 (HIP 法) 等を用いることが可能であるが^[2]、ペレットサイズ試料の場合、セル内での高圧ガス装置に対する安全管理面での制約から適用が現実的ではなかった。そこで、セル内において高圧ガスを使用せずに拘束力 (機械拘束力) の個別影響について調査可能な高精度試験技術を開発することを目的とした。

2. 試験装置の概念設計と試作

容器内に耐熱性粒子を充填し、ペレットを埋め込んで、上部から粒子を圧縮することにより圧縮力を負荷する機構と、ペレットを収納した容器を高温まで加熱する加熱系と容器内にガスを流す雰囲気調整系を付属した装置から構成された外圧負荷機構を試作^[3]した。

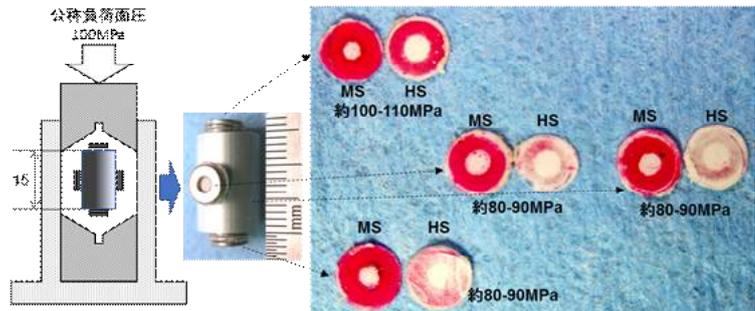


図1 ペレット圧縮模擬装置の概念図と面圧の例

3. 予備試験と成立性の検討

上記容器内での粉体 (ZrO_2 , 粒径 0.1 mm) の圧縮圧力の発生状況を把握するために、図1に示すように圧力測定子 (感圧紙の測定圧力範囲: <50MPa/MS, 50-130MPa/HS) を外表面に取り付けた模擬ペレットを試料とし、室温にて 100MPa の公称面圧 (圧縮荷重/容器断面積) で圧縮させ、容器内径および押し棒断面形状をパラメータにした一連の予備試験を行った。その結果を基に、燃料ペレットの拘束力の影響について調査可能な、高圧ガス設備を必要としない新型のセル内燃料破砕試験装置の成立性を確認し、次の結論を得た。(1)垂直方向には負荷した公称面圧と同等の面圧が、水平方向には約 80-90%程度の面圧がそれぞれ発生する。(2)製作の容易さと内圧特性の両面から容器内径 25 mm が適していた。(3)容器の内圧解放時の円周方向ひずみ計測では、約 300 ms で解放前からの半減値に到達した。今後は、粒子挙動の詳細解析から面圧のさらなる均一化を目指すとともに、セル内装置での最適試験条件を探る。

参考文献

- [1] Nuclear Safety, NEA/CSNI/R(2016)16, July 2016
 [2] S.Kashibe, K.Une, Journal of Nuclear Materials, 247 (1997) 138-146.
 [3] 平井,水迫,坂本,鈴木,樋口,中司, 特願 2018-206315

*Masafumi Nakatsuka¹, Toru Higuchi²

¹Zircotechnology, ²Nippon Nuclear Fuel Development