

MOX燃料が輸送中に臨界事故を起こすーこの危険性への疑義は払拭されていない

2009年2月20日 美浜の会

九州・四国・中部電力のMOX燃料が一緒に2隻の船で運ばれようとしている。そこには約1.8トンものプルトニウムが含まれている。九州・四国電力のMOX燃料はいつでも出航できる状態にあるが、中部電力の輸入燃料体検査補正申請書は1月30日に国に提出された。審査に30日間かかるので、3社分を積んだ船は3月初め以降にフランスを出航し、5月ごろに日本に到着すると予想されている。

しかし、そのMOX燃料には、輸送中に臨界事故を起こす危険性のあることが新たに浮上している。2007年10月の輸送に関する国際シンポジウム PATRAM2007でのファリントン氏の論文でそのことが提起された。日本の事業者は急遽試験と解析をやり直したが、そのことによって逆に、それまでのすでに承認を得ている解析の前提に重大な欠陥のあることが明るみにでた。

ところが、事業者は以前の申請書の解析をやり直すこともなく、結論だけを書いたきわめておざなりな「報告書」を提出しただけである。国土交通省はそれでよしとしてスケジュールを優先させようとしている。

しかしまだ肝心な問題が残っており、臨界事故の疑義は払拭されていない。事業者が意図的に低い数値を出しているかも知れないが、国土交通省はそのクロスチェックをせず、ただ事業者のいうことを認めるだけである。クロスチェックまでいかなくても、ファリントンが提起している数値に比べて、日本の事業者の数値がなぜ低いのかに疑問をもつべきだ。ところが、ファリントンがどのような前提で計算したのか、MOX燃料の富化度や同位体組成をどう採って計算したのかさえ国土交通省は把握していないという。これでは、日本の事業者が出した計算結果との比較ができない。結局、ファリントンが提起した臨界事故の危険性について、そのようなことが起こらないということが具体的に示されたとは言えないのである。

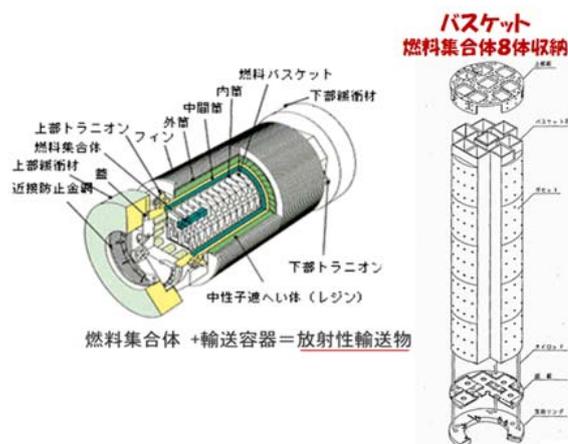
市民は昨年12月24日と今年2月13日に国土交通省に直接疑問を呈してきた。その結果も踏まえて、これら疑問点について以下で順を追って検討していこう。

1. 今回のMOX輸送物ー全Pu約1.8トン

輸送容器+燃料集合体は輸送物と呼ばれている。図のバスケットに8体の燃料集合体が入り、それが輸送容器の中心部に置かれる。輸送される燃料集合体数は公表されていないが、製造体数そのまま輸送体数となると考えられる。その場合に輸送される推定プルトニウム量は下表のようになる。

つまり全プルトニウムで約1.8トンが輸送船に乗ることになる。核分裂性プルトニウムが6～8kgあれば核爆弾が作れることからすれば、約150個の核爆弾が作れるほどのプルトニウム量である。

	九州	四国	中部	合計
燃料集合体数	16	21	28	
Pu-核分裂性(kg)	450	590	140	1180
Pu-全(kg)	670	880	200	1750



2. 輸送物の安全性確認規定

国土交通省規則第81条第2号(告示第14号、告示別記第10、5、9条)の要求では次のようになっている。

5. 事業者による急遽の試験と解析

2007年10月のPATRAM2007に驚いたのか、事業者は急遽その年の12月から翌年の3月にかけて右図のような試験と解析を行った。試験と解析はPWR5社と原燃輸送によって実施されたという。

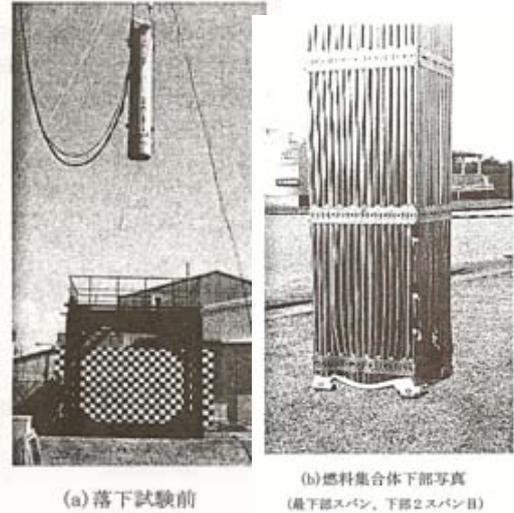
- ◆試験：鉛+アンチモン製の燃料を入れた集合体1体容器に入れて9m高さから落下。
→1本当たり平均0.5mmの変形が生じた。

- ◆解析：九電と四電の実際のMOX燃料を想定し、最下区分で1本当たり1mmの変形を仮定（0.5mmの変形に、約300℃の温度による材料の弱りを考慮すると0.7mm変形となるが、これをさらに安全側に見て1mm変形にしたと、2月13日に国土交通省の森課長は説明）。

解析結果：中性子増倍率（ $K_{eff}+3\sigma$ ）

	1mm変形	変形なし	倍率
九州電力	0.864	0.850	1.016
四国電力	0.862	0.846	1.019

事業者（PWR5社と原燃輸送）による試験（2007年12月～2008年3月）



(a) 落下試験前

(b) 燃料集合体下部写真
(最下部スパン、下部2スパン目)

6. 事業者の試験と解析の意義

事業者の試験の結果、9m落下によって燃料棒に変形が起こることが実際に確かめられた。その変形の仕方はまさにファリントンの指摘したとおりであった。この試験結果は、それまで事業者が変形なしと頭から決めつけてきた立場を自ら否定したことになる。つまり、2006年に提出して国の承認を受けた設計承認申請書の安全解析の前提を自ら否定したことを意味している。

そうすると当然、事業者は設計承認申請書の安全解析をやり直して再提出し、国土交通省はその審査をやり直すべきである。特に、ファリントンによる1mm変形でも日本原子力学会の基準を超えるという指摘との整合性が具体的に問題になる。

7. 国土交通省の審査姿勢に対する批判

事業者はファリントンの指摘を受けて急遽試験と解析を行ったが、その目的は2006年の申請書の前提が崩れていないことを確認するためだったことが、結果から明らかである。国土交通省はこのなし崩し的な手続きを当然のように容認しているが、それには以下のような問題がある。

- (1) 今回の試験と解析について事業者から報告書が出されているが、それは正式な申請書の補足であると森課長は2月13日に述べた。ところが、その報告書には提出者も日付も書かれていない。それが行政文書として公開されたが、いったい誰がこの文書内容に責任をもっているのか、一般人にはまったく分からないようなしるものである。国土交通省の役人だけが責任の所在を知っているという無責任がまかり通っているのだ。
- (2) その報告書はきわめて簡単なもので、ほとんど結果が書かれているだけに等しい。これでは国土交通省の担当者にも何をしたのか分かるはずがない。それ以外の詳しい報告は受けていないということだった。
- (3) その報告書について国土交通省は、急遽1月16日に臨時の輸送物技術顧問会を開き、1月22日にも定例会議を開いたという。そこで委員から質問が出て、それに事業者が口頭で答えたことによって多少は詳しい内容が分かったということだが、そのような内容や資料は一般には公開されていない。公開された報告には、出席者も資料も誰が説明したかなど何も書かれていない（後の資料参照）。
- (4) 結局、今回の報告書は申請書の補足だというもの、詳細が書かれていないものである。技術

顧問会でもそれについて委員から出た質問に事業者が口頭で答えてだけで済ませている。これまでの安全解析と審査に欠陥があったことが明らかになったのに、このようなおざなりな審査で済まそうとしているのである。

8. 具体的な疑問点

国土交通省の態度は、今回急遽事業者が実施した試験と解析の結果によって、前に提出した申請書の安全解析の前提は崩れていないので審査・承認は生きているということである。しかし、それには具体的に以下のような疑問がある。

(1) 試験で用いたのは実際の「輸送物と同一のもの」にはほど遠い

国土交通省の告示第14条第3号では、「当該核分裂性輸送物と同一のものであって別記第10に掲げる条件に置いたものを・・・」となっている。別記第10では9m落下させることが規定されているので、「輸送物と同一のもの」を9m落下させると読みとれる。

ところが、今回事業者が実施したのは、ただ1個の燃料集合体を簡単な容器に入れただけである。また、燃料ペレットは鉛+アンチモンで作ったということだから実物と違って熱も出さない。実際のMOX燃料集合体は約300℃になり材料強度が落ちるのだが、それとは著しく条件が異なっている。これでは、「輸送物と同一のもの」を落下させたことにならないのではないか。

(2) 今回の報告書は申請書の補足なのに、申請書の対象について解析していない

これまでの申請書では、MOX燃料の核分裂性富化度と同位体組成について7通りのケースが想定され、それぞれの中性子増倍率が書かれている。ただしそれらは燃料棒変形なしの場合である。今回の報告書が申請書の補足であるのなら、当然この7通りのケースについて、1mm変形となった場合の中性子増倍率の計算結果を提出するべきだ。このことは技術顧問会でも指摘されたそうだが、事業者は第7番目のケースについてだけ、変形なしで0.929(申請書)だったのが0.943(今回解析)になると答えたという。当然すべてのケースについて計算結果を提示すべきであると我々は要求した。

(3) 事業者の数値はファリントンより著しく低いのに、ファリントンの前提を調べてさえいない

今回の報告書には1mm変形の場合の中性子増倍率が書かれている。それらと同じ1mm変形の場合の他の数値と比べておこう。九電・四電の結果が申請書ケース第7の場合より相当に低いのは、MOX燃料として実物の同位体組成をとったからだという。

燃料棒当り1mm変形の場合の中性子増倍率 $K_{eff}+3\sigma$

事業者による今回の解析結果			ファリントンの結果
九州電力	四国電力	申請書ケース第7	
0.864	0.862	0.943	0.96以上

ところが、同じ1mm変形でもファリントンの場合は0.96を超えている。この違いについて国交省に質問すると、「よく知らないがおそらくMOX燃料の同位体組成が違うからだろう」と述べた。しかし、ファリントンの値は国際シンポジウムで提起された数値で、それを契機に事業者は試験と解析まで行っている。それなのに、なぜ値が違うのかさえ調べていないのは納得できない。もし、富化度と同位体組成が同程度なのに日本では低い値が出ているとすれば、意図的な解析が行われた結果かも知れない。この点はファリントンの想定を調べて回答するよう国土交通省に要求している。

もし中性子増倍率がファリントンのように0.96を超えるならば、日本原子力学界の基準0.95を超えるので、事実上臨界に到達すると見なすべきである。最近では学協会基準を法的に取り入れるのが一般的になっているという傾向について、国土交通省は2月13日に事実上認めた。

9. 結論

国土交通省は事業者に対してきわめて甘い態度をとっている。ファリントンの問題提起を真剣に受け止めて、正規の詳細な説明の入った申請書を改めて提出するよう事業者を指導すべきである。技術顧問会も、具体的な資料の検討もせずに結論を出すのでは、本来の任務を放棄していることになる。

少なくとも前記の具体的な疑問点についてはまだ明らかになっていない。これらが明らかになる前にMOX燃料の輸送を許すことは断じてすべきではない。

参考：申請書に書かれた7ケースの中性子増倍率

(美浜の会作成 2009.2)

関電97 = 1997年10月16日設計承認申請

関四06 = 2006年6月28日設計承認申請 (関電)、8月21日設計承認 (四電)

表1. 申請書におけるMOX燃料7つのケースと臨界解析結果の中性子増倍率($K_{eff}+3\sigma$)

ケース	事業者 申請年	Puf 富化度	U同位体組成(wt%)		Pu同位体組成(wt%)				臨界解析結果 $K_{eff}+3\sigma$
			U-235	U-238	Pu-239	Pu-240	Pu-241	Pu-242	
1	関電97	6.0	0.35	99.65	73	17	10	0	0.945
	関四06	6.1	0.4	99.6	71	17	11	1	0.928
2	関電97	7.2	0.35	99.65	66	21	12	1	0.942
	関四06	7.2	0.4	99.6	66	21	12	1	0.925
3	関電97	7.5	0.35	99.65	62	22	14	2	0.946
	関四06	7.5	0.4	99.6	62	22	14	2	0.926
4	関電97	8.3	0.35	99.65	59	22	14	5	0.944
	関四06	8.3	0.4	99.6	59	22	14	5	0.927
5	関電97	8.5	0.35	99.65	65	23	10	2	0.943
	関四06	8.5	0.4	99.6	65	23	10	2	0.922
6	関電97	8.7	0.35	99.65	64	24	11	1	0.947
	関四06	8.7	0.4	99.6	64	24	11	1	0.925
7	関電97	10.0	0.35	99.65	64	25	10	1	0.946
	関四06	10.0	0.4	99.6	64	25	10	1	0.929

表2. 臨界計算フローチャート (孤立系：燃料集合体領域に水が存在)

	中性子束の算出 燃料集合体領域の反応断面積	集合体領域以外の領域	K_{eff} の計算
関電 97	XSDRNPMコードを用いて中 性子束を算出し、燃料集合体領 域の123群の中性子反応断面積 を作成	集合体領域以外の領域の123 群の中性子反応断面積を GAM-THERMOSライブラ リより得る。	KENO-Vaコードに より K_{eff} を求める。
関四 06	XSDRNPMコードを用いて中 性子束を算出し、燃料集合体領 域の238群の中性子反応断面積 を作成	集合体領域以外の領域の238 群の中性子反応断面積を ENDF/B-V238群ライブラ リより得る。	KENO-Vaコードに より K_{eff} を求める。

第48回輸送物技術顧問会議事要旨

1. 日 時：平成21年1月16日（金）10：00～11：30
2. 場 所：中央合同庁舎3号館（国土交通省）11階特別会議室
3. 出席者：有富会長、小田野顧問、甲斐顧問、木倉顧問、倉上顧問、戸澤顧問、森顧問、
巨顧問
4. 議 題：
 - ① 9m 落下試験時の燃料集合体の挙動（変形）を考慮した臨界解析について
 - ② その他
5. 議 事
〔9m 落下試験時の燃料集合体の挙動（変形）を考慮した臨界解析について〕
 - 9m 落下試験時の燃料集合体の挙動（変形）を考慮した臨界解析について説明の後、以下について質疑・応答が行われ、本議題については、次回顧問会にて再度、審議されることとされた。
 - ✓ 燃料棒の間隔と実効増倍係数について
 - ✓ 臨界解析条件について
 - ✓ 落下時の加速度、加速度測定方法について
 - ✓ 燃料集合体の落下時挙動の解析方法について
 - ✓ 燃料集合体の幅と燃料格子の幅について 等

なお、本技術顧問会に関する情報公開については、核物質防護等の観点から議事要旨に留めることとした。

以上

第 49 回輸送物技術顧問会議事要旨

1. 日 時：平成21年1月22日（木）13：30～16：30
2. 場 所：中央合同庁舎3号館（国土交通省）1階共用会議室
3. 出席者：有富会長、奥野顧問、小田野顧問、木倉顧問、倉上顧問、戸澤顧問、森顧問、矢川顧問、巨顧問

4. 議 題：

- ① MX-6 型輸送物の設計変更について
- ② TN-12P（M）型輸送物の特別の試験条件における臨界評価について
- ③ 使用済燃料の中間貯蔵後輸送の安全確保について
- ④ その他

5. 議 事

〔MX-6 型輸送物の設計変更について〕

MX-6 型輸送物の設計変更について説明の後、以下について質疑・応答が行われ、本輸送物の設計変更は承認された。

- ✓ ハンドリングベルトに取り付けられるライナーの効果について
- ✓ ハンドリングベルト取り付けに係る輸送物重量の裕度について 等

〔TN-12P（M）型輸送物の特別の試験条件における臨界評価について〕

TN-12P（M）型輸送物の特別の試験条件における臨界評価について説明の後、以下について質疑・応答が行われ、設計承認の有効性及び実輸送物の安全性が確認された。

- ✓ 模擬燃料集合体落下試験結果に関する考察について 等

〔使用済燃料の中間貯蔵後輸送の安全確保について〕

使用済燃料の中間貯蔵後輸送の安全確保について説明の後、以下について質疑・応答が行われ、本件については、引き続き議論されることとなった。

- ✓ 使用済燃料の長期健全性に関する基本的考え方について
- ✓ 金属キャスク構成部材の経年変化について 等

なお、本技術顧問会に関する情報公開については、核物質防護等の観点から議事要旨に留めることとした。

以上