

004 UTR-Bにおける燃料要素の配置による 反応度変化について

(昭和37年8月3日 受理)

中村勝一 志水秀文 田中浩史 丹羽健夫

Geometrical Effect of Fuel Element Location

Katsuichi NAKAMURA, Hidebumi SHIMIZU, Hiroshi TANAKA and Takeo NIWA

Core-Tank of UTR-B is separated in six sections. Each section has a dimension of 83. 3 mm for East-West direction, and holds a fuel element which has a dimension of 76. 2 mm for the same East-West direction.

It is assumed that the reactivity of this reactor should change, if each fuel element is shifted towards the center line of the Core-Tank or in the opposite direction.

We examined this point, and obtained the following results; When each fuel element is shifted toward the center line of the Core-Tank, the reactivity of the reactor increases and the Critical-Mass decreases. When each fuel element is shifted outward the opposite direction, the reactivity of the reactor decreases and the Critical-Mass increases.

要 旨

UTR-B の Core Tank は 6 個の部屋に仕切られており、その各部屋の東西方向のデイメンションは約83.3mmである。この中に燃料要素が保持されるのであるが、その東西方向のデイメンションは約76.2mmである。従って燃料要素を各部屋内で Core Tank の中心線方向に押しつけて位置させるか、あるいはその反対に押しつけて位置させるかによって、炉の反応度が変化する事が考えられる。

われわれはこの点について追求し、次の結果を得た。

各燃料要素を Core Tank の中心線方向に押しつけて位置させると、炉の反応度は増し、従って臨界質量は減少する。逆に Core Tank の中心線の反応方向に押しつけて位置させると、反応度は低下し、臨界質量は増加する。

緒 言

UTR-B の炉心タンクは、Fig. 1. に示すように 6 個の部屋に分割せられ、その各部屋に 1 個の燃料要素が収められるようになっている。各部屋の大きさは、Fig. 1. に記入されている通りである。一方燃料要素の大きさは、Fig. 2. に示す通りであるので、これを炉心タンク内に装荷した場合、燃料要素は固定されず、その位置の、少しの移動によっても、反応度が変化することが考えられ、また実験的にもたしかめられた。

われわれはこの点について追求してみた。

Fig. 1 Core Tank (horizontal view)
North one

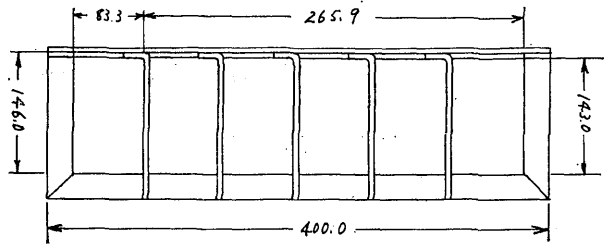
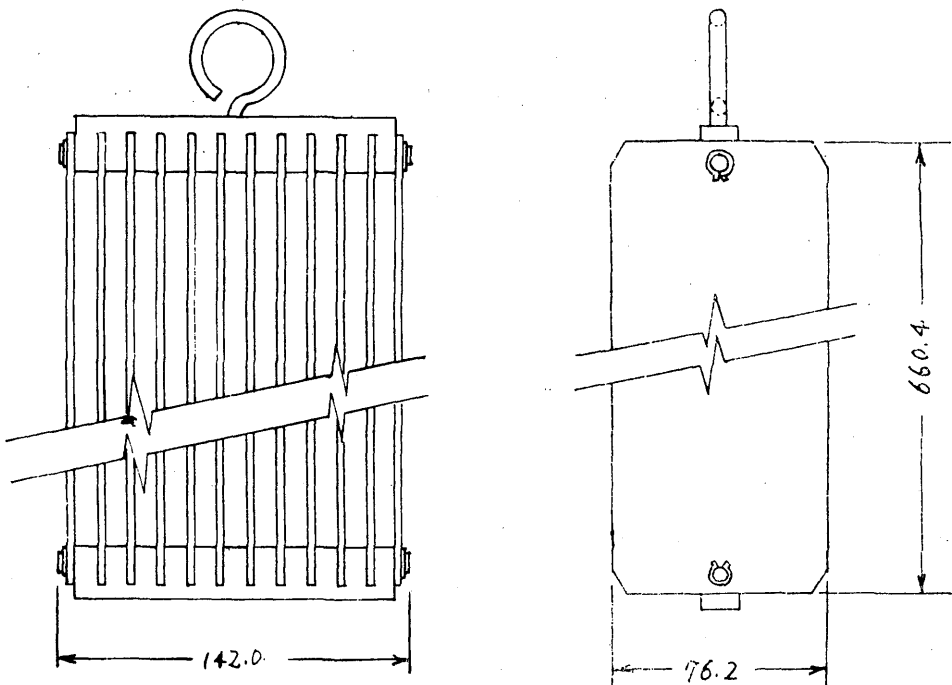


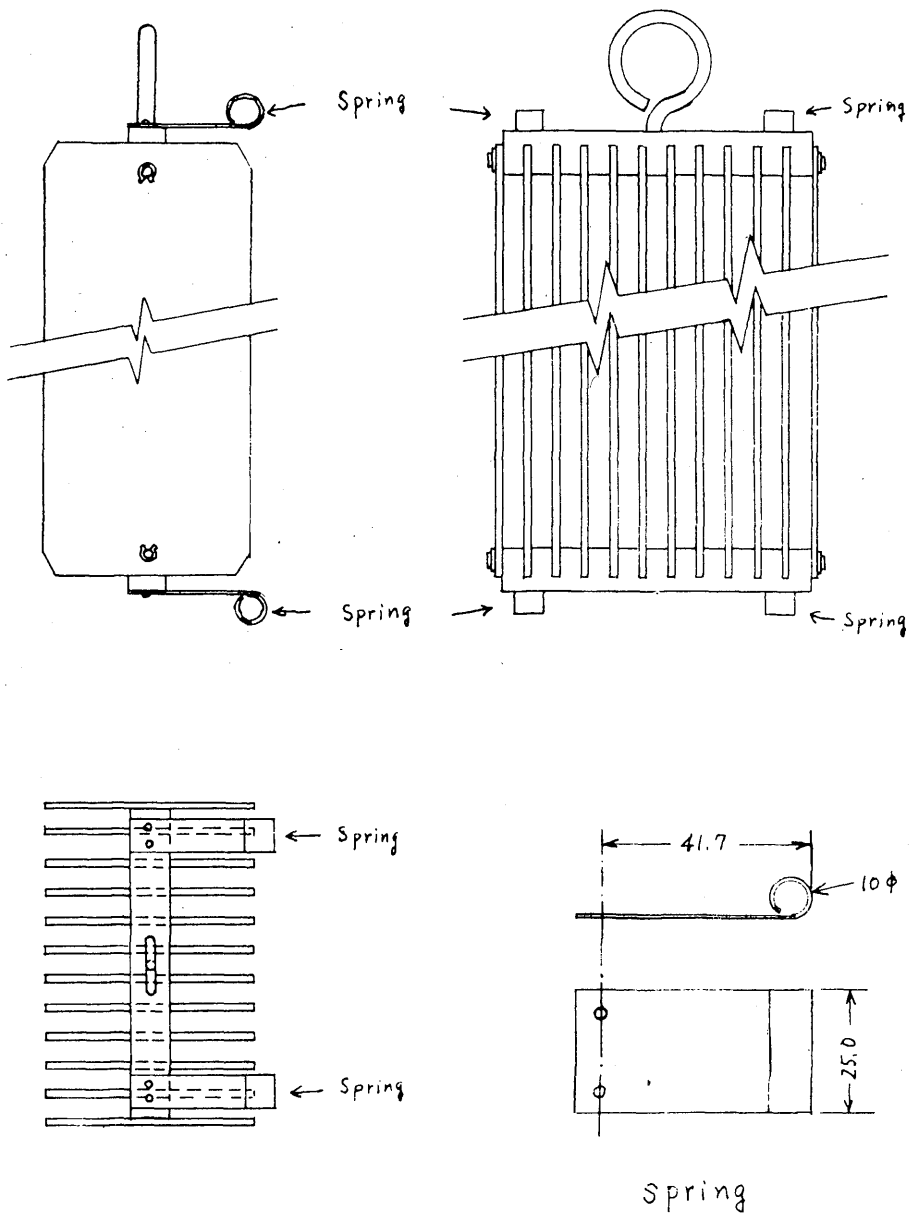
Fig. 2. Fuel element



1 ガ タ 止 め

燃料要素の少しのずれにより、反応度が変化することは、炉の特性に影響を及ぼすので不都合である。

Fig. 3. Spring and its location.



燃料要素を固定する方法が種々検討せられ、Fig. 3 に示す如きガタ止めを燃料板保持ブロックにつけ加えて、燃料要素を炉心タンクの各部屋の片側に押しつけるように固定した。

このようなガタ止めをつけ加えた結果、燃料要素は Fig. 4a, Fig. 4b あるいは、例えば N_3 と N_4 を入れかえた如き、これらの中間の形等が考えられる。

Fig. 4a Location of fuel elements in north slab (1)

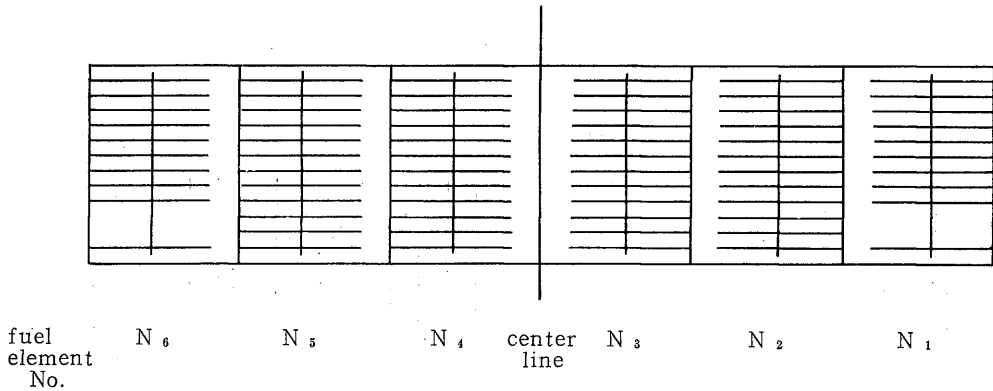
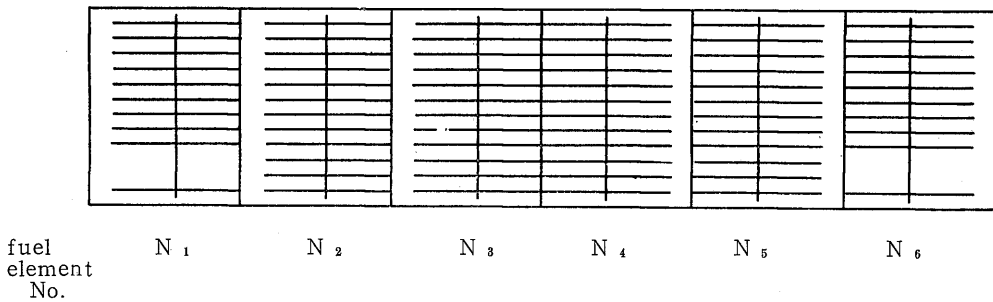


Fig. 4b Location of fuel elements in north slab (2)



ガタ止めは2SHのアルミニウム板を使用した。これを炉内に持込んだための反応度への影響は無視できる程小さかった。

2. 実験と結果

i 最初燃料要素の配置を、Fig. 4aの如くして炉の余剰反応度を測定した。この時の燃料の配置はTable 1に示す通りである。

Table 1 Arrangement of fuel plates in north slab
(in weight of ²³⁵U)

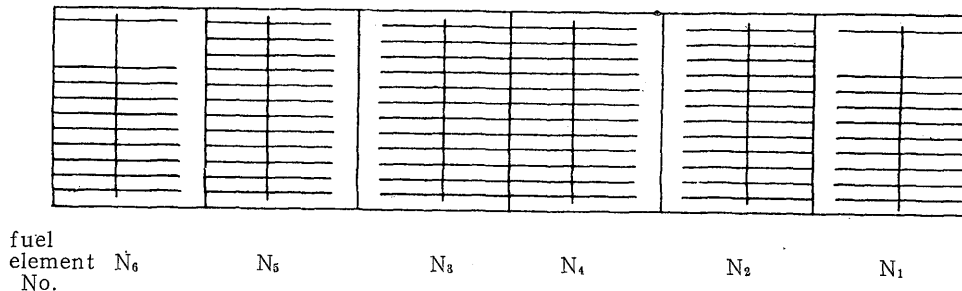
21.67	21.99	22.45	22.44	22.01	21.66
	22.04	22.45	22.46	22.02	
21.73	22.06	22.46	22.49	22.06	
21.74	22.07	22.51	22.50	22.08	21.74
21.76	22.10	22.54	22.53	22.18	21.76
21.77	22.27	22.58	22.58	22.22	21.78
21.83	22.31	22.61	22.62	22.30	21.80
21.87	22.33	22.65	22.66	22.34	21.86
21.87	22.35	22.70	22.70	22.38	21.89
21.91	22.39	22.78	22.71	22.38	21.93
21.94	22.42	22.78	22.79	22.41	21.93
21.98	22.44	22.92	22.96	22.44	21.97
N ₆	N ₅	N ₄	N ₃	N ₂	N ₁

余剰反応度は Positive Period Method により測定せられ、 $0.085\% \Delta k/k$ であった。

ii 次に N_3 と N_4 の要素を入れかえた。Table 1 からわかる通り、このように入れかえても ^{235}U の配置には大差なく、これによる反応度への影響は無視し得ると考えられる。

この入れかえにより Fig.5 に示す如く N_3 と N_4 は互いに接近した配置となる。i と同様に Positive Period Method により余剰反応度を測定した結果は $0.085\% \Delta k/k$ であり、i と変りはなかった。

Fig. 5. Location of fuel elements in north slab (3)

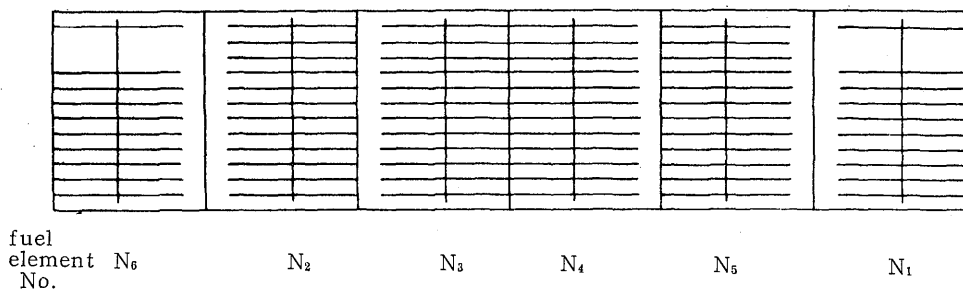


iii 次に更に N_2 と N_5 を入れかえた。

燃料要素の配置は Fig. 6 に示す通りである。

この時の余剰反応度は $0.26\% \Delta k/k$ となり、i, ii に比し、急激に大きくなった。

Fig. 6. Location of fuel elements in north slab (4)



iv 更に N_1 と N_6 をも入れかえた。この状態ではすべての燃料要素は炉心タンクを中心線方向に押しつけられた形となった。

この場合、Positive Period Method により余剰反応度を測定することは、Period が短くなりすぎ困難と思われたので、制御棒を iii の場合の Critical Point まで引揚げ、その等価反応度を測定して iii の余剰反応度に加えて、この場合の余剰反応度と考えた。結果は約 $0.35\% \Delta k/k$ であった。

3. 結 果 の 考 察

実験結果をまとめると Table 2 の如くなる。

Table 2. Results of Experiments

Experiment No	i	ii	iii	iv
Fuel elements arrangement	$N_6N_5N_4N_3N_2N_1$	$N_6N_5N_3N_4N_2N_1$	$N_6N_2N_5N_4N_5R_1$	$N_1N_2N_3N_4N_5N_6$
Rod Position	shim Rod	$14''\frac{1}{2}$	$14''\frac{1}{2}$	11"
	Reg Rod	9"	9"	$2''\frac{3}{4}$
Excess Reactivity	0.085%Δk/k	0.085%Δk/k	0.26%Δk/k	0.35%Δk/k

この結果から明らかな如く、Fig. 4 a のように、各燃料要素を炉心タンクの中心線より外向きに押しつけた配置で反応度は最も小さく、反対に Fig. 4 b のように、中心線向きに押しつけた配置で、反応度は最も大きい。炉内余剰反応度としては、その最大の点でおさえるべきであるから、われわれは装荷燃料を減らし、Fig. 4 b の如く燃料要素を炉心タンクの中心線向けにおしつけた配置をとるようになった。かくすることにより、今後若し燃料要素のずれがおこっても、必らず反応度は低下するであらう。

4. 結 語

以上に見た如く、UTR-B は燃料要素の配置如何により、その反応度に大きな影響を受けることが明らかとなった。しかし、 N_2 と N_5 の入れかえにおいて急激に反応度が大となった点など未だ明らかにされない点もある。おそらく中性子束分布に大きな関係を有すると思われるが、この点に関しては今後明らかにする予定である。