

I-47 英国型原子炉の炉心支持法に関する二、三の考察

京都大学工学研究所 正員 丹羽 義次
 京都大学工学部 正員 後藤 尚男
 京都大学工学部 正員 ○ 森 忠次

1. 序

現在運転中のものから建設中または計画中のものまで加えると、動力用原子炉は多種多様にわたっているが、わが国では、まず英国型（炭酸ガス冷却黒鉛減速天然ウラン原子炉）の動力用原子炉を輸入する気運にある。しかしながらこの型式の原子炉の耐寒性が大問題となり、各方面で研究ならびに討論が盛んに行われている。ここでは Calder Hall 改良型として 1961 年までに英国で完成予定の、電

表-1

電気出力	150 MW
圧力容器直径	15m (球型)
黒鉛積層体容積	直径15×高9m
炉心全重量	2400 ton
燃料孔ピッチ	20 cm
燃料孔直径	8 cm
冷却ガス入気温度	200 °C
冷却ガス排気温度	420 °C
冷却ガス圧力	10 kg/cm ²

2. Diagrid について

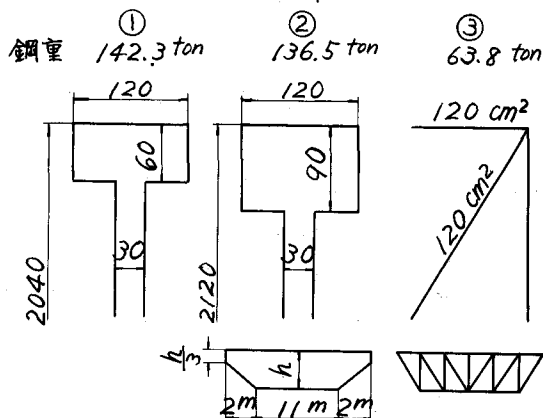
2400 ton の重量が直径 15 m の円上に載荷されるときには、13.6 ton/m² の荷重強度となり、橋と比較すれば 1 桁大きい荷重強度となる。これを支持する板は冷却ガスを下から上に通す必要上必然的に格子状構造となり、Diagrid と呼ばれている。この Diagrid を表-2 に示す条件によって、① 高さの等しい格子桁、② 周辺部で高さを小さくした格子桁、③ トラス組み、の3種の構造形式について必要断面を求めたとおり、図-1 に示すような断面および鋼重となった。

表-2

許容応力 $\sigma_a = 900 \text{ kg/cm}^2$
許容応力 $\tau_a = 650 \text{ kg/cm}^2$
$E = 1.9 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$
最大許容撓み = 1 cm
格子間隔 = 180 cm
フランジ幅 = 12 cm
ウェブ厚さ = 3 cm

この結果より ① と ② では鋼重には大差ないが、下方からの通気に障害のないかぎり炉心をなるべく低くして安定をよくするため、また圧力容器を小さくするため、Diagrid としては変断面の格子桁組みとすべきことがわかる。③ では鋼重が若しく減じ、炉心は低位置となり、通気の支障ともならないから、かかゝ観美からは推奨すべき形式と考えられる。円板を中肉で支持すれば、格子桁としても鋼重 57.8 ton で済み、高さも小さくなるが、安定上その他について問題が存在する。いずれにしても図-1 では所要断面積

図-1



を示したにすぎず、このような大断面の部材の構成、溶接などについて非常に多くの問題がある。

3. 炉心の免震構造について

地震に対して炉心の黒鉛積層体の安全を確保するために、免震構造とするのが一つの有力な手段と考えられる。図-2に示すように、上下、左右から炉心をバネで支えた場合の振動特性を簡単に計算した結果を以下に示す。 $E=2.0 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ とし、 125 cm^2 の断面を有する円柱24本で吊り（炉心重量による軸張力は 800 kg/cm^2 となる）、表-3に示す6種類の場合についてまず定常状態の解析を行った。

図-3には計算結果の1例を示してあるが、固有周期が長いので地震に対する黒鉛積層体の絶対加速度比は極めて小さくなるが、相対振幅の比が大きくなる。炉心の重心より少し上の $l=70 \text{ m}$ において支えるとするとき、地震周期 $T_p=2.0 \text{ sec}$ 以下において ① の場合に

絶対加速度比を11%以下におさえることができる。地震加速度 $0.6g$ としても黒鉛には $0.067g$ 以下の加速度となるから、特別な補強の必要はないと

考えられる。しかしながら問題は相対変位である。地震 $0.6g$ のとき、 $T_p=1.0 \text{ sec}$ および 2.0 sec に対して、定常振動時における相対振幅は 15.8 cm および 66.6 cm となる。余弦波1波のみが作用した過渡状態のときには相対変位は約 30 cm となる。制振器をつけた場合についても検討を行った。

以上のように免震構造とするには、制振棒、燃料棒などの挿入方法の考案に待つことが大きい。

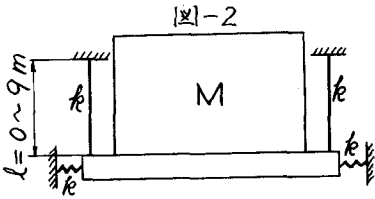


表-3

NO.	板バネ条件	水平バネ	バネ定数=24k(kg/cm)	固有周期(sec)
①	両端固定	アリ	$\infty \sim 6450$	$0 \sim 9.4$
①		ナシ	$\infty \sim 12900$	$0 \sim 6.6$
②	1端固定	アリ	$\infty \sim 277$	$0 \sim 18.5$
②	他端ヒンジ	ナシ	$\infty \sim 555$	$0 \sim 13.1$
③	両端ヒンジ	アリ		$0 \sim 6.0$
③		ナシ		$0 \sim 4.2$

