

60万kWe級プラントの設計研究成果報告書

－経済性評価及び図面集－

1992年11月

動力炉・核燃料開発事業団

大洗工学センター

複製又はこの資料の入手については、下記にお問い合わせください。

〒311-13 茨城県東茨城郡大洗町成田町4002

動力炉・核燃料開発事業団

大洗工学センター システム開発推進部・技術管理室

Enquires about copyright and reproduction should be addressed to: Technology Management Section O-arai Engineering Center, Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation 4002 Narita-cho, O-arai-machi, Higashi-Ibaraki, Ibaraki-ken, 311-13, Japan

動力炉・核燃料開発事業団 (Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation)

60万kWe級プラントの設計研究成果報告書

－ 経済性評価及び図面集 －

一宮 正和*、 林 秀行*、 石川 眞*
中大路道彦*、 黒木修二*、 山岡光明*
山下 芳興*

要 旨

大洗工学センターのプラント工学室では、平成2年度から、実用高速炉としてほぼ下限の出力と想定される60万kWe級プラントを対象として、「大型炉設計研究」を、大洗工学センター関連部課室の参加・協力を得て全所的展開の中で実施してきた。これらに関する平成3年度末までの成果は「大型高速炉設計研究成果報告書－60万kWe級プラントの設計研究－」として取りまとめられている。本書は、同報告書を追補するものとして、経済性に関する検討及び同大型高速炉関連図面を取りまとめたものである。

* 技術開発部 プラント工学室

Progress Report of the Design Study
on a 600MWe Class Plant

-- Evaluation of Construction Cost and Summary of Drawings --

M. Ichimiya*, H. Hayashi*, M. Ishikawa*
M. Nakaoji*, S. Kuroki*, M. Yamaoka*
Y. Yamashita*

abstract

A design study on a large scale fast reactor was performed at OEC about 600MWe class plant which might be the lowest power scale as a commercial one. Results of the design study till the end of JFY1991 were summarized in a previous progress report of the design study on a large scale reactor (PNC ZN9410 92-137).

In this report, the evaluation results of the construction cost of the 600MWe class plant are described and also the drawings of their various parts are summarized.

* : Plant Engineering Office, Technology Development Division, OEC, PNC

目 次

I 経済性評価	1
1.1 緒言	2
1.2 ARES-CC CODEによる評価	4
1.3 SCES-FBRコードによる評価	19
1.4 コマンドコストコードによる建設コスト評価	44
1.5 結言	67
II 図面集	68

I . 經濟性評價

1.1 緒言

ヘッドアクセス方式ループ型炉60万kWeについては、平成3年度にARES-CC (Advanced Reactor Economy Estimation System-Capital Cost)CODE(以下Ⅰ.とする)による建設費評価を実施した。本評価は、設計研究の進捗と平行して実施することにより、適宜経済性(建設コスト)の観点からプラント設計を検討することを狙ったものである。

次に、平成4年度上期にヘッドアクセス方式ループ型炉60万kWeについて、その時点までの設計研究成果(Ⅰ)を反映して、動力炉開発推進本部・技術開発室において、本社建設費評価コードSCES-FBR(Simplified Cost Estimation System for FBR)CODE(以下Ⅱ.とする)によって建設費を評価した。また、F実証炉関連課題検討の一つとして、別途日本原子力発電(株)においても、動燃事業団からの提供データによりコマンドコストコード(以下Ⅲ.とする)を用いて同炉の建設費が評価された。

これらの複数の異なる建設費評価コードによる結果をまとめて表1.1に示す。ヘッドアクセス方式ループ型炉60万kWeの建設費については、Ⅰ.において物量合理化を反映した粗い評価が得られ、また、軽水炉100万kWeの建設費を100としたときの比率(出力換算をしない絶対比較)で、Ⅱ.では128(初号機の場合)及び109(習熟効果を見込んだ複数号機目)、Ⅲ.では126との評価がなされた。これら複数の異なる建設費評価コードによる結果より、ヘッドアクセス方式ループ型炉60万kWeは近未来の大型炉の目標とされている経済性を備えていることが客観的に示されたと考えられる。

本資料は、これらの建設費評価方法について説明すると共に、同評価結果の内容及びこれに対する検討と分析結果について記すものである。

表1.1 ヘッドアクセス方式ループ型60万kWe建設費評価の相互比較

評価コード	物量データ	FBR特有機器の単価		建設費評価結果
		FBR特性係数	習熟効果	
ARES-CC CODE	設計進捗と平行 してデータ収集 (もんじゅ型構造) を仮定	1	。1985年当時の 軽水炉実績を そのまま使用	。100万kWe軽水炉 コストを下回る 。同規模の軽水炉 の約1.2~1.3倍
SCES-FBR CODE	平成3年度末の 設計データ	考慮	。初号機	。FOAK: 同時期の 100万kWe軽水炉 の1.28倍
		もんじゅによる確性データ		
		考慮	。2基目(n=2) ($\alpha = 0.2$)	。NOAK: 同時期の 100万kWe軽水炉 の1.09倍
		もんじゅによる確性データ		
COMMAND COST CODE	同上	(考慮)	(初号機)	。同時期の100万 kWe 軽水炉の 1.26倍
		(CRBRP等のコストを反映)		

1.2 ARES-CC CODEによる評価

1. ARES-CC CODE

ARES-CC CODEは、動燃事業団がFBRプラントの建設費を評価するために開発したコードである。同コードでは、原子炉及び付属設備、機械装置についてコストに影響すると考えられる因子を抽出し、これと対応づけた軽水炉の設備コストデータベースを基に、FBRと軽水炉のシステム、設計の相違を考慮して、FBRプラントの建設費を評価するものである。ARES-CCコードでは、FBRプラントの建設費を構成する費目を階層的に分類し、それら費目ごとに算出された価格を最下層から順次集計し、建設費を求めるようになっている。

2. 経済性評価対象

評価対象は平成3年度末時点の60万kWeヘッドアクセス方式ループ型炉設計である。本設計の系統、機器構造及び建物配置は図面等に掲載する。

3. ARES-CC CODEによる主要設備の価格評価

ARES-CCモデルのコストデータは1985年当時の値である。ARES-CCの評価では基本となった製作加工及び素材に関する単価は昭和60年代初期の軽水炉の実績に基づいたものであり、一方設計等に関する単価はむしろ初号機に関するものと考えられる。また、本評価では、FBR特性係数は1.0としている。

(1)建屋

原子炉建屋及び原子炉補助建屋は、延べ床面積をそれぞれ1,610m²及び37,200m²と算定した。また、延べ床面積単価はそれぞれ、780[千円/m²]及び600[千円/m²]とした。

(2)原子炉設備

原子炉容器、炉内構造物、遮蔽プラグ、原子炉容器ガードベッセルについて製品重量を見積り、表2.1のように価格を計算した。ここで、素材単価及び製作加工単価は100万kWeレファレンスプラントにおける既評価結果を参考に設定した。また、炉心構成要素についてはARES-CC簡易モデルを用いて表2.2のように計算した。

(3)主冷却系設備

i. 1次系

1次主循環ポンプ設備、中間熱交換器及び1次循環ポンプ・中間熱交換器共用ガードベッセルについて製品重量を見積り、表2.3のように価格を計算し

た。ここで、素材単価及び製品加工単価は100万kWeレファレンスプラントにおける既評価結果を参考にして設定した。また、1次系主配管については、ARES-CC詳細モデルを用いて表2.4のように計算した。

ii. 2次系

2次主循環ポンプ設備、蒸気発生器及び2次系主配管の価格は、i. 1次系の場合と同様して計算した。これらをそれぞれ表2.5, 表2.6に示す。

(4)原子炉格納施設

原子炉格納容器については、外径、全高、板厚より円筒近似で重量を見積り、表2.7のように価格を計算した。ここで、素材単価及び製品加工単価は100万kWeレファレンスプラントにおける既評価結果を参考にして設定した。

(5)その他設備及び費目の価格評価

その他設備については、大部分をスケール則により100万kWeの既評価結果からの内挿により価格を計算した。内挿は電気出力をパラメータとして下記のスケール則を適用した。

①建屋、構築物	0.5
②原子炉及び付属設備	0.6
③タービン設備及び復水冷却設備	0.8
④電気、計装設備	0.4
⑤発電所諸設備	0.3

また、諸費用(建設用施設、保険、工場エンジニアリング費、現場エンジニアリング費及びプラント所有関連費)は、軽水炉の場合を参考にして10%の比率を仮定して算出した。

4. 評価結果

以上の価格計算結果を集計して、表2.8のように60万kWeヘッドアクセス方式ループ型炉の建設費を評価した。これは、エスカレーション率5%/年で補正して1991年に外挿した値である。その結果、60万kWeヘッドアクセス方式ループ型炉の推定建設費は約4040億円であった。この推定建設費は同時期の軽水炉100万kWeの推定建設費を下回り、同規模の軽水炉の推定建設費(約3000億円)*の約1.3倍程度**であった。前述したように、本評価では、製作加工及び素材に関する単価は昭和60年代初期の軽水炉の実績に基づいたものであり、一方設計、現場管理費に関する単価はむしろ初号機に近いと考えられること、また、FBR特性係数は1.0としていることから、本建設費推定結果はもんじゅ型FBRプラ

ントが多数基建設されている状況下を想定したとき、新たにヘッドアクセス方式ループ型炉という新概念のFBRプラントを建設した場合の推定建設費に対応したものと解釈される。

*平成元年度運開の軽水炉約60万kWeの推定建設費(502千円/kW)。

**1985年の推定建設費はヘッドアクセス方式ループ型炉60万kWeの場合約3150億円であり、一方軽水炉60万kWeは116万kWeの推定建設費約4200億円から2/3乗則で内挿推定値約2700億円である。これより、1985年の推定建設費に基づくとヘッドアクセス方式ループ型炉60万kWeの推定建設費は軽水炉60万kWeのその約1.2倍である。

表2.1 ARES-CCによる原子炉設備の価格評価

価格 (内訳と合計)		原子炉容器	炉内構造物	遮蔽プラグ	原子炉容器 ガードベッセル
製品重量	[ton]	350	304	600	100
(1) 素材費	[千円]	1,011,800	621,236	268,211	159,242
(2) 製作加工費		306,535	788,935	193,105	62,340
(3) 溶接費		30,255	33,655	158,927	19,069
(4) 組立費		22,680	19,699	38,880	6,486
(5) 一般作業員費		53,291	126,344	58,637	13,184
(6) 熱処理費		70,000	60,800	119,998	20,018
(7) 消耗品及び雑材料費	(1)~(6)の合計の3%	44,856	49,520	25,133	8,410
(8) 機械器具損料費	(2)~(7)の合計の30%	158,474	323,686	178,404	38,852
(9) 試験検査費	(1)~(8)の合計の5%	84,926	101,194	52,065	16,380
				(9)' 重コンクリート費 430[ton]*14.5[千円/ton]	
				6,235	
(10) 機器据付費	(1)~(9)の合計の20%	356,689	425,014	219,919	68,796
(11) 運搬費	(1)~(9)の合計の3%	53,503	45,124	32,988	10,319
(12) 設計費	(1)~(8)の合計の12%	203,823	168,353	124,956	39,312
(13) 現場経費	(1)~(12)の合計の15%	359,619	321,394	220,684	69,361
(14) 諸経費及び一般管理費	(1)~(13)の合計の20%	551,416	492,804	338,381	106,354
合 計	[千円]	3,308,497	3,577,758	2,030,288	638,124

表2.2 ARES-CC簡易モデルによる炉心構成要素の価格評価

S1	主炉停止系制御棒	FBR特性係数	1	
		ピン単価 [千円/ピン]	150	
		集合体ピン数 [ピン]	37	
		集合体数	13	72,150 [千円]
S2	後備炉停止系制御棒	FBR特性係数	1	
		ピン単価 [千円/ピン]	150	
		集合体ピン数 [ピン]	37	
		集合体数	6	33,300
S3	SUS遮蔽体	FBR特性係数	1	
		遮蔽体単価 [千円/体]	56	
		集合体数	126	7,056
S4	B4C遮蔽体	FBR特性係数	1	
		遮蔽体単価 [千円/体]	196	
		集合体数	150	29,400
			小 計	141,906
S6	機器据付費	S1~S4の20%		28,381
S7	設計費	S1~S4の20%		28,381
S8	現場経費	S1~S7の15%		29,800
S9	諸経費及び一般管理費	S1~S8の20%		45,694
			合 計	274,162 [千円]

表2.3 ARES-CCによる1次系設備の価格評価

価格 (内訳と合計)		1次循環ポンプ設備	中間熱交換器	ガードベッセル
製品重量	[ton]	120	103	40
(1) 素材費 (本体)	[千円]	203,036	胴部素材費 33,061 伝熱管素材費 51,733 素材費合計 387,794	71,056
(2) 製作加工費 (溶接費を含む)		260,792	964,315	29,997
(3) 溶接費		0	133,838	5,463
(4) 組立費		21,600	7,427	2,592
(5) 一般作業員費		52,412	165,837	5,708
(6) 熱処理費		0	22,923	8,000
(7) 消耗品及び雑材料費	(1)~(6)の合計の3%	16,135	50,464	3,684
(8) 機械器具損料費	(2)~(7)の合計の30%	105,282	403,411	16,633
(9) 試験検査費	(1)~(8)の合計の5%	32,963	106,802	7,157
		(9)' 電動機 電動機出力1.747[kW] 流量 ; 1000ton/h 25,937		
(10) 機器据付費	(1)~(9)'の合計の20%	143,631	448,568	30,058
(11) 運搬費	(1)~(9)'の合計の3%	21,545	67,285	4,509
(12) 設計費	(1)~(8)の合計の12%	79,111	256,325	17,176
(13) 現場経費	(1)~(12)の合計の15%	140,476	452,253	30,305
(14) 諸経費及び一般管理費	(1)~(13)の合計の20%	215,397	693,454	46,468

表2.3 ARES-CCによる1次系設備の価格評価

価格 (内訳と合計)		1次循環ポンプ設備	中間熱交換器	ガードベッセル
1基当たり建設費合計	[千円]	1,292,380	4,160,726	278,807
3基合計		3,877,139	12,482,178	836,420

表2.4 ARES-CC 詳細モデルによる1次系主配管の価格評価

S1	ホットレグ配管 (RV~IHX)	D 口径 [B]	32.00	70,046
		W 配管重量 [ton]	4.70	
		fm 素材歩留まり係数	1.30	
S2	ミドルレグ配管 (IHX~PUMP)	D 口径 [B]	30.00	87,320
		W 配管重量 [ton]	5.55	
		fm 素材歩留まり係数	1.30	
S3	コールドレグ配管 (PUMP~RV)	D 口径 [B]	30.00	122,181
		W 配管重量 [ton]	7.77	
		fm 素材歩留まり係数	1.30	
<p>・600MWプラントのループ当たり配管重量は54ton/3ループ=18ton 各Wは、1000MWプラントの重量比で配分 $Si = fm * W * 10 * 10^{(3.434 - 0.0117 * D)}$</p>				
S4	逆止弁	f FBR特性係数	1.00	58,331
		D 弁口径 (B)	30.00	
		N 弁基数 (基/ループ)	1	
S5	流量計	f FBR特性係数	1.00	6,000
		C 流量計コスト(千円/台)	2,000.00	
		N 流量計台数(台/ループ)	3	
S6	配管(防振器・支持具)	f FBR特性係数	1.00	11,600
		C 単価(千円/個)	2,900.00	
		N 個数(個/ループ)	4	
			小 計	355,478
S7	機器据付費	S1~S6の20%		71,096
S8	設 計 費	S1~S6の20%		71,096
S9	現場経費	S1~S8の15%		74,650
S10	諸経費及び一般管理費	S1~S9の20%		114,464
			1ループ当たり合計	686,783
			3ループ合計	2,060,350
				[千円]

表2.5 ARES-CCによる2次系設備の価格評価

価格(内訳と合計)		2次主循環 ポンプ設備	蒸気発生器設備
製品重量	[ton]	100	229
(1) 素材費(本体)	[千円]	169,196	544,477
(2) 製作加工費(溶接費を含む)		217,327	430,867
(3) 溶接費		0	113,542
(4) 組立費		18,000	14,853
(5) 一般作業員費		43,677	83,890
(6) 熱処理費		0	45,842
(7) 消耗品及び雑材料費	(1)~(6)の合計の3%	13,446	37,004
(8) 機械器具損料費	(2)~(7)の合計の30%	87,735	217,799
(9) 試験検査費	(1)~(8)の合計の5%	27,469	74,414
		(9)' 電動機 電動機出力 1.467[kW] 流量; 8.460ton/h	
		24,264	
(10) 機器据付費	(1)~(9)の合計の20%	120,223	312,538
(11) 運搬費	(1)~(9)の合計の3%	18,033	46,881
(12) 設計費	(1)~(8)の合計の12%	65,926	178,593
(13) 現場経費	(1)~(12)の合計の15%	117,155	315,105
(14) 諸経費及び一般管理費	(1)~(13)の合計の20%	179,637	483,161
1基当たり建設費合計		1,077,824	2,898,964
3基合計		3,233,473	8,696,892

表2.6 ARES-CC 詳細モデルによる2次系主配管の価格評価

S1	ホットレグ配管 (IHX~SG)	D 口径 [B]	28	210,934 [千円]
		W 配管重量 [ton]	12.70	
		fm 素材歩留まり係数	1.30	
S2	ミドルレグ及び コールドレグ配管 (SG~IHX)	D 口径 [B]	26	222,611
		W 配管重量 [ton]	12.70	
		fm 素材歩留まり係数	1.30	
S3	ナトリウム弁	f FBR特性係数	1.00	54,653
		D 弁口径 (B)	28.00	
		N 弁基数 (基/ループ)	3	
S4	流量計	f FBR特性係数	1.00	0
		C 流量計コスト(千円/台)	2,000.00	
		N 流量計台数(台/ループ)	0	
S5	配管(防振器・支持具)	f FBR特性係数	1.00	46,400
		C 単価(千円/個)	2,900.00	
		N 個数(個/ループ)	16.00	
			小 計	534,598
S6	機器据付費	S1~S5の20%		106,920
S7	設 計 費	S1~S5の20%		106,9120
S8	現場経費	S1~S7の15%		112,266
S9	諸経費及び一般管理費	S1~S8の20%		172,141
		1ループ当たり建設費 合計		1,032,844
		3ループ合計		3,098,533

[千円]

表2.7 ARES-CCによる原子炉格納容器の価格評価

製品重量		2,397 [ton]
		外径;32m、全高70.8m、 板厚 35mm
(1) 素材費		592,510 [千円]
(2) 製作加工費		781,034
(3) 溶接費		1,245,777
(4) 組立費		1,299,174
(5) 一般作業員費		498,898
(6) 熱処理費		711,289
(7) 消耗品及び雑材料費	(1)~(6)の合計の 3%	153,859
(8) 機械器具損料費	(2)~(7)の合計の 30%	1,406,991
(9) 試験検査費	(1)~(8)の合計の 5%	334,474
(9)' その他機器費		1,422,790
・機器搬出入口		128,300
・パーソナルエアロック		42,000
・配管・電線ペネトレーション		212,490
・ライナー(400ton)	2,600 [千円/ton]と仮定	1,040,000
(10) 機器据付費	(1)~(9)の合計の 20%	1,689,347
(11) 運搬費	(1)~(9)の合計の 3%	253,402
(12) 設計費	(1)~(8)の合計の 12%	802,737
(13) 現場経費	(1)~(12)の合計の 15%	1,678,833
(14) 諸経費及び一般管理費	(1)~(13)の合計の 20%	2,574,211
	建設費合計	15,445,267 [千円]

表 2.8 60万kWe級プラントの建設費集計結果(1/4)

費目分類	設備費の構成 [百万円]	
1. 土地		3,681
2. 構築物		18,570
3. 建屋		39,732
1. 原子炉建屋	1,683	
2. 原子炉補助建屋	29,911	
3. タービン建屋	3,834	
4. ディーゼル発電機建屋	4,304	
4. 原子炉設備		200,612
1. 原子炉容器設備		18,039
[1] 原子炉容器	4,433	
[2] 炉内構造物	4,795	
[3] 遮蔽プラグ	2,720	
[4] 制御棒駆動機構	2,850	
[5] 炉心構成要素	641	
[6] 原子炉容器ガードベッセル	142	
[7] 保温材	818	
[8] 計測制御設備	1,640	
2. 主冷却設備		68,442
(1) 1次系	25,788	
[1] 1次循環ポンプ設備	5,196	
[2] 主配管	2,745	
[3] 中間熱交換器	16,727	
[4] 配管レストレイント設備		[2] 主配管に含む
[5] ガードベッセル	1,120	
(2) 2次系	8,486	
[1] 2次循環ポンプ設備	4,333	
[2] 主配管	4,153	
[3] 配管レストレイント設備		[2] 主配管に含む
(3) 蒸気系	13,356	
[1] 蒸気発生器設備	11,655	
[2] Na・水反応生成物収納設備	1,493	
[3] Na・水反応防護設備	208	
(4) 冷却系補助設備	14,590	
[1] Arガス系	3,712	
[2] 予熱保温設備	1,152	
[3] Na充填・ドレン系	3,956	
[4] Na純化系	641	
[5] Naリーク検出系	5,129	
(5) 計測制御設備	6,222	
3. 補助冷却設備		7,783
[1] IRACS	6,935	
[2] メンテナンス冷却系	848	

表2.8 60万kW級プラントの建設費集計結果(2/4)

費目分類	設備費の構成[百万円]
4. 放射性廃棄物処理設備	7,152
[1] 気体廃棄物処理系	1,790
[2] 液体廃棄物処理系	1,051
[3] 固体廃棄物処理系	2,034
[4] 共通保修設備	1,085
[5] 固体廃棄物貯蔵プール設備	542
[6] 計測制御設備	650
5. 燃料取扱貯蔵設備	8,213
[1] 燃料交換設備	143
[2] 燃料出入設備	3,071
[3] 燃料移送設備	1,722
[4] 燃料検査設備	23
[5] 燃料洗浄設備	180
[6] 燃料缶詰設備	122
[7] 使用済燃料貯蔵設備	1,440
[8] 新燃料受入貯蔵設備	765
[9] 計測制御設備	747
6. 原子炉補助設備	19,597
[1] 原子炉補助機冷却系	4,180
[2] 原子炉補助機冷却海水系	6,688
[3] Arガス供給系	208
[4] N2ガス供給系	139
[5] Na貯蔵供給系	98
[6] メンテナンス機器	50
[7] サンプリング設備	10
[8] 炉上部機構取扱設備	6,442
[9] 計測制御設備	1,782
7. 原子炉格納施設	20,698
[1] 原子炉格納容器	20,698
[2] アニユラス循環排気装置	9. [1] 格納施設空調設備に含める
[3] ライナ	7. [1] 原子炉格納容器に含める
8. 計測制御設備	16,927
[1] 中央制御室計測制御設備	16,762
[2] 燃取系制御室計測制御設備	165
9. 換気空調設備	33,761
[1] 格納施設空調設備	1,111
[2] 格納施設窒素雰囲気調節設備	[1]に含める
[3] 原子炉補助建屋管理区域空調設備	18,958
[4] 原子炉補助建屋非管理区域空調設備	[3]に含める
[5] 燃料取扱室空調設備	3,362
[6] 中央制御室空調設備	2,548
[7] 空調用冷却水系	1,387
[8] 主排気風導	6,333
[9] タービン建屋空調設備	32
[10] ディーゼル建屋空調設備	30

表 2.8 60万kWe級プラントの建設費集計結果(3/4)

費 目 分 類	設 備 費 の 構 成 [百万円]	
10. 放射線監視設備	6.発電所諸設備に含める	
[1] プロセスモニタリング設備		
[2] エリアモニタリング設備		
[3] 放射線サーベイ設備		
5. 機械装置		48,762
1. タービン発電機		35,691
[1] タービン発電機	16,463	
[2] 循環水設備	2,424	
[3] 復水設備	13,559	
[4] 給水加熱設備	[3] 復水設備に含まれる	
[5] 諸設備	[3] 復水設備に含まれる	
[6] 計測制御設備	3,245	
2. 電気設備		13,071
[1] 開閉設備	3,448	
[2] 所内給電用設備	9,405	
[3] 配電盤	[2] 所内給電用設備に含まれる	
[4] 火災報知設備	218	
[5] 電気関係構築物	[2] 所内給電用設備に含まれる	
6. 発電所諸設備		7,565
1. 輸送・荷役設備		
[1] クレーン・ホイスト		
2. 空気・水・蒸気供給設備		
[1] 空気供給設備		
[2] 水供給設備		
[3] 補助蒸気系		
3. 消火設備		
[1] Na火災用		
[2] 一般火災用		
4. 通信設備		
5. 排水処理設備		
6. PP設備		
7. 洗濯設備		

表 2.8 60万kW級プラントの建設費集計結果(4/4)

費目分類	設備費の構成 [百万円]	
7. 特殊材料		5,990
1. 冷却材	2,613	
[1] Na	2,613	
2. 希ガス等	3,377	
[1] Ar	2,814	
[2] N2	563	
	(1.~7. 合計)	324,912
8. 諸費用		32,491
1. 建設用施設		
[1] 仮施設		
[2] 建設用工具・設備		
2. 保険		
3. 工場エンジニアリング費		
[1] 事務所費用		
[2] QA費用		
[3] 管理費		
4. 現場エンジニアリング費		
[1] 事務所費用		
[2] 現場管理・監督費用		
[3] QA/QC費用		
5. プラント所有関連費		
[1] 管理・QA		
[2] 税金・保険		
[3] スペアパーツ		
[4] 運転員訓練費		
[5] 諸費用		
	(1.~8. 合計)	357,403
9. 建中利子 (建設工期5年、年利5%、工期中央一括払い)		46,365
	建設費合計	403,768

1.3 SCES-FBRコードによる評価

1.概要

高速増殖炉の実証炉の設計に関しては、電気事業者(日本原子力発電(株))において、トップエントリー配管方式ループ型炉の設計研究が行なわれている。当事業団においても、「もんじゅ」までの設計・建設・運転経験や大型高速増殖炉の設計研究を通して得られた技術的成果の実証炉への反映などを目的にした原子炉容器上部流出入配管方式ループ型炉の設計研究が実施されてきた。

これらの設計研究については、当事業団と日本原子力発電(株)との共同で、評価・検討作業が始められ、その一環として両設計研究によるプラントの建設費についても日本原子力発電(株)が評価を行なっている。この作業の当事業団内部検討用として、当事業団が整備を行なってきた高速増殖原型炉「もんじゅ」の建設費データを基にして大型FBRの建設費を評価するSCES-FBRコード(Simplified Cost Estimation System for FBR)を用いて、上記の2プラントの主要設備(下記参照)の建設費を試算し、比較した。

・建設費を試算した範囲、

- (1) 建物及び格納設備
- (2) 原子炉構造設備
- (3) 1次主冷却系設備
- (4) 2次主冷却系設備
- (5) 崩壊熱除去系

試算結果の比較から建設費の内訳に関し、1)トップエントリー型炉の建屋一体型格納設備の建物及び格納設備の建設費低減への寄与が大きく、上部流出入型炉の同設備建設費を大きく下回る、2)原子炉構造設備、1次主冷却系設備、崩壊熱除去系設備では、上部流出入型炉が物量が少ないことなどを反映して、トップエントリー型炉の当該建設費を下回る、という特徴があるといえる。

上記主要設備の建設費の積算(単位出力当たりの建設費)では、炉容器上部流出入型炉 28.6万円/KWe、トップエントリー型炉 31.2万円/KWeという試算結果となった。

2.プラント概念等

両プラントの主要仕様の比較を表3.1に示す。

3.建設費試算について

3.1評価手法

建設費を試算した系統に対する基本的な評価手法は、機器毎に材料費、製作・加工・組立費、設計費、据付費などを積算する方式によるものである。本手法の特徴

は、製作・加工・組立費、設計費、据付費に対して、軽水炉の建設費データを基にした従来の手法とは異なり、軽水炉と高速増殖炉の機器製作技術などの相違による建設費の差を補正するためのFBR特性係数が、「もんじゅ」の建設費データを基に設定されていることである。建設費評価の計算モデル例と、「もんじゅ」のデータを基に設定されたFBR特性係数をそれぞれ表3.2と表3.3に示した。

「もんじゅ」主要機器コストをこの型のFBRの初号機コスト(FOAKコスト: FIRST OF A KIND)と考え、この場合の機器据付費、設計費に対するFBR特性係数を1.5と暫定的に定め、製作・加工・組立費に対するFBR特性係数を設定した。NOAK(N-th OF A KIND)コストについても、FBR主要機器は複数基建設による習熟効果によりコストが低減する割合が大きいと考え、この割合を考慮してFBR特性係数を設定した。すなわち、FBR特性係数に関し、「もんじゅ」の経験が反映できると考えられるものについては、複数基建設による習熟効果*が以下の式のように取り入れられている。今回の試算では習熟効果係数20%、基数は「もんじゅ」から数えて2基目とした。

$$f = f_{\text{NOAK}} + (f_{\text{FOAK}} - f_{\text{NOAK}}) \times (1 - \alpha)^{(n-1)}$$

f	:	FBR特性係数
f_{NOAK}	:	NOAKコストに対し求めたFBR特性係数
f_{FOAK}	:	FOAKコストに対し求めたFBR特性係数
α	:	習熟効果係数
n	:	「もんじゅ」から数えた基数

*FBR特有の機器・設備については、製作経験が少ないため、同型機器を複数基製作することにより経験が蓄積され、これを反映して、製作工程の簡素化等が図られ、コストが低減することが期待できる。習熟効果を取り入れるのはFBR特有機器であり、軽水炉や、一般工業界の技術が採用されていると判断される機器・設備についてはこれを取り入れない。

3.2建設費試算の概要

(1)建物及び格納施設

試算に用いた物量及び試算結果を表3.4及び図3.1に示す。

建物については、両プラントとも建屋体積を基に建設費が計算される。

トップエントリー型炉のディーゼル建物及びメンテ建物&廃棄物建物の廃棄物処理施設が原子炉及び補助建物に含まれる設計となっているので、当該建物費用は、炉容器上部流出入型炉(「もんじゅ」と同程度とした)に比べて約1/4である。

格納施設に関しては、炉容器上部流出入型炉が「もんじゅ」の延長上の概念で、格納容器重量を基にした積算モデルで試算されたのに対し、トップエントリー型炉では、ライナ設備のみが計上された。トップエントリー型炉の格納施設概念に係る建設費評価方法については検討の余地が残っていると考えられる。

建物及び格納設備の積算では、トップエントリー型炉が炉容器上部流出入型炉を大幅に下回る結果となっている。

(2)原子炉構造設備

試算に用いた物量及び試算結果を表3.5及び図3.2に示す。

これらは、いずれも積算モデルで評価された。但し、B₄C遮蔽体に関しては「もんじゅ」のデータがないため、1体当たりSUS遮蔽体の3倍として評価した。トップエントリー型炉はB₄C遮蔽体が多いためこの費用が原子炉構造建設費が多く評価される一つの要因となっている。これ以外の設備でも、トップエントリー型炉の物量が炉容器上部流出入型炉の物量を少しづつ上まわっている。

以上により、原子炉構造設備の建設費の比較では、炉容器上部流出入型炉が低くなる結果となった。

(3)1次主冷却系設備

試算に用いた物量及び試算結果を表3.6及び図3.3に示す。

トップエントリー型炉の中間熱交換器、ポンプはそれぞれタンクを設け、その中に本体が設置される構造となっている。したがって、タンク重量を胴部重量として物量を求め、両プラントとも同じモデルで試算した。トップエントリー型炉の中間熱交換器物量が炉容器上部流出入型炉を大幅に上回り、設備費用が増大する要因となっている。

(4)2次主冷却系設備

試算に用いた物量及び試算結果を表3.7及び図3.4に示す。

蒸気発生器、ポンプについては、両プラントともトップエントリー型炉の物量を用いて試算した。このため、費用については差がでていない。比較結果を図4に示した。

(5)崩壊熱除去系設備

試算に用いた物量及び試算結果を表3.8及び図3.5に示した。

「もんじゅ」の補助炉心冷却系、メンテナンス冷却系設備の費用データを基に、除熱量によるスケール係数処理で費用を計算した。「もんじゅ」の場合、メンテナンス冷却系設備の単位除熱量当たりの費用は、補助炉心冷却系設備の単位除熱量当たりの費用よりもかなり高い値(約4倍)となっているため、補助炉心冷却系設備に関してはトップエントリー型炉の方が建設費が高いと評価された。

(6)主要設備建設費の積算

以上の設備の建設費を単位出力当たりに換算して積算した結果を図3.6に示す。同図には「もんじゅ」の当該設備の建設費を同様に単位出力当たりに換算し、出力60万KWeに2/3乗則でスケールアップした場合の結果も示してある。

この結果では、両プラントとも「もんじゅ」に比べて大幅な建設費低減を達成している。また、両プラント間の比較では、炉容器上部流出入型炉が単位出力当たりで約3万円低い結果となった。

(7)総建設費の評価

ヘッドアクセス方式ループ型炉60万kWeの総建設費の評価結果を表3.9及び図3.7に、又その内訳についてFOAKを表3.10に、NOAKを表3.11に示す。本評価で用いられている単価は昭和61年当時と考えてよい。推定総建設費FOAK;4981億円、NOAK;4262億円を同時期の軽水炉100万kWeの推定建設費(約3800億円)*に対する比率で表現すると、FOAK;1.28、NOAK;1.09である。

ヘッドアクセス方式ループ型炉60万kWeの総建設費(FOAK)とトップエントリー型炉60万kWeの総建設費(FOAK)の比較を表3.12及び図3.8に示す。なお、ここで、評価したトップエントリー型炉60万kWeの推定総建設費5124億円の内訳を表3.13に示す。両者の推定総建設費を同時期の軽水炉100万kWeの推定建設費(約3800億円)*に対する比率で表現すると、ヘッドアクセス方式ループ型炉60万kWe(FOAK);1.28、トップエントリー型炉60万kWe(FOAK);1.35である。

*軽水炉116万kWeの推定建設費約4200億円から2/3乗則で内挿した値

表3.1 主要仕様の比較

項目		「もんじゅ」	大型炉設計研究	予備的概念設計研究
基本仕様	炉型	ループ型炉 (高所水平引廻し方式)	ループ型炉 (炉容器上部流出入方式)	ループ型炉 (トップエントリー方式)
	熱出力/電気出力	714 MWt / 28 万KWe	約1600 MWt / 60 万KWe	約1600 MWt / 60 万KWe
その他の主要仕様	ループ数	3 ループ	3 ループ	3 ループ
	原子炉出口温度	529℃	530℃	550℃
	主蒸気温度/圧力	483℃ / 12.7 atg	483℃ / 15.4 atg	495℃ / 16.9 atg
	炉心型式	均質2領域炉心	均質2領域炉心	均質2領域炉心
	燃料	Pu・U混合酸化物燃料	Pu・U混合酸化物中空燃料	Pu・U混合酸化物燃料
	燃焼度(取出平均)	約8万 MWd/t	約9万 MWd/t	約9万 MWd/t / 約15万 MWd/t
	増殖比	約1.2	約1.2(ブランケット有)/1.05(同 無)	約1.2(ブランケット有)/1.05(同 無)
	炉心支持方式	側部支持	側部支持	側部支持
	炉壁保護方式	熱遮蔽板+2液位制御	起動時液位変動抑制+熱遮蔽板	低温Na循環方式
	炉心上部機構	単円筒型	単円筒型(燃交時引抜)	一体型
	中間熱交換器	管内2次 無液面	管内1次 無液面	管内1次 / 管外1次
	1次ポンプ	単段片吸込み	単段片吸込み	単段片吸込み
	蒸気発生器	有液面ヘリカルコイル分離貫流型	ヘリカルコイル一体貫流型	ヘリカルコイル一体貫流型
	原子炉停止系	独立2系統(SASS無)	独立2系統(SASS無)	独立2系統
	崩壊熱除去系統	IRACS メンテナンス冷却系	IRACS メンテナンス冷却系	DRACS
	原子炉格納施設	鋼製格納容器	鋼製筒型格納容器(アニュラス付)	正圧型(円筒型矩形コンクリート格納施設+非常用ガス処理系)
燃料交換方式	単回転プラグ・固定7-1/2インチ方式	UIS引抜型燃料交換方式	2重回転プラグ・中継式(伸縮7-1/2)	
燃料出入方式	炉内中継機構・走行台車方式	可搬式直動型出入機	回転バルブ・3-1式	
使用済燃料貯蔵方式	炉外貯蔵+水プール	炉外貯蔵(空冷保持筒内)	炉内貯蔵方式	
使用済燃料洗浄方式	湿式(蒸気洗浄+水浸漬)	乾式(高温Arガス洗浄)	乾式(高温Arガス洗浄)	
原子炉建屋	耐震建屋	耐震建屋	耐震建屋(岩盤埋込み)	

表 3.2 積算モデルの例及び主要な変更点

〔経済性評価モデルの例 (1. 原子炉設備)〕

(1) 原子炉容器設備

費用内訳	コスト算出式	物量・単価・ファクタ等	数値	費用 (K¥)	備考
A1 原子炉容器材料費	$A1=f1*M1*W1*Fw$	f1 FBR特性係数	1.00	—	
		M1 素材単価 (K¥/ton)			
		W1 原子炉容器重量 (ton)			
		Fw 素材歩留り係数	1.43		
A2 その他付属品	$A2=f2*K*A1$	f2 FBR特性係数	1.00	—	
		K 付属品比率			
A3 同上製作、加工、組立費	$A3=f3*M2*(1+K)*W1$	f3 FBR特性係数	3.31	—	
		M2 製作、加工単価 (K¥/ton)			
A4 機器据付費	$A4=f4*K1*\sum(Ai), i=1..3$	f4 FBR特性係数		—	
		K1 機器据付比率	0.20		
A5 設計費	$A5=f5*K2*\sum(Ai), i=1..4$	f5 FBR特性係数		—	
		K2 設計費の比率	0.10		
A6 一般諸経費等	$A6=K3*\sum(Ai), i=1..4$	K3 一般諸経費等の比率	0.20	—	

合計	—
----	---

〔昭和61年度モデルからの主要な変更点〕

1. 昭和61年度モデルの「現場経費」の項目を削除した。
2. 設計費の比率は経験的に20%から10%に変更した。
3. 機器据付費、設計費にもFBR特性係数を適用した。
この場合の特性係数は暫定的にNOAKコストに対して1.5、FOAKコストに対して1.0とした。
4. 製作、加工、組立費のFBR特性係数は上記3項の機器据付費、設計費の特性係数を暫定した後に、「もんじゅ」の当該機器のコストデータをもとに設定した。

表3.3 「もんじゅ」主要機器製作・加工・組立費のFBR特性係数(1/2)

機器・装置名	物量 (ton)	百分率 コスト (%)	素材 歩留まり 係数	製作・加工 組立費単価 (千円/ton)	FBR特性係数 FOAK NOAK(30/40)
〔原子炉及び付属設備〕					
1. 原子炉設備					
(1) 原子炉容器設備	284	2.6	SUSF304 1.23	4,140	4.29 2.92/2.39
(2) 炉容器カートベッセル	470	1.3	SUS304 1.24	1,949	2.29 1.68/1.34
(3) 遮蔽プラグ設備	607	2.3	SUS304 1.32	1,430	5.44 4.12/3.40
(4) 炉容器内構造物	炉心上部機構 151	0.5	SUS304 1.32	5,156	1.27 0.95/0.78
	炉内構造物 370	1.2	SUSF304 1.29		
2. 原子炉格納設備					
(1) 原子炉格納容器	格納容器本体 4489	7.4	SGV49 1.11	2,631	1.39 1.08/0.91
	コックリト 2320		重コックリト 1.1	(含材料費) 7.5	-----
3. 1次主冷却系設備					
(1) 中間熱交換器設備	伝熱管 12.5/基	(3基分) 2.2	SUSTB 1.56	4,200	3.39 2.60/2.16
	胴部・他 97.5/基		SUSF304 1.43		
(2) IHXカートベッセル	120/基	(3基分) 0.7	SUS304 1.23	2,094	1.60 1.14/1.00
(3) 1次主循環ポンプ	85.3/基	(3基分) 2.2	SUS304 1.26	4,061	4.21 3.16/2.61
(4) ポンプカートベッセル	120/基	(3基分) 1.4	SUS304 1.24	2,121	3.79 2.87/2.37
(5) 主配管設備	70.5	1.8	SUS304 ----	----	4.34 3.30/2.79

注) NOAKのFBR特性係数は習熟効果30%/40%の場合を示す。

表 3.3 「もんじゅ」主要機器製作・加工・組立費のFBR特性係数(2/2)

機器・装置名	物量 (ton)	百分率 コスト (%)	素材 歩留まり 係数	製作・加工 組立費単価 (千円/ton)	FBR特性係数 FOAK NOAK(30/40)
〔原子炉及び付属設備〕 4. 2次主冷却系設備 (1) 蒸気発生器 (蒸発器)	伝熱管 32/基	(3基分) 1.94	STBA22 1.20	4,647	1.95 1.45/1.18
	胴部・他 108/基		SFVA 1.21		
(2) 蒸気発生器 (過熱器)	伝熱管 15/基	(3基分) 1.7	SUSTB 1.20	4,769	2.39 1.82/1.50
	胴部・他 88/基		SUS321 1.21		
(3) 2次主循環ポンプ	19/基	(3基分) 1.46	SUS304 1.26	4,061	13.87 10.59/8.87
(4) 主配管設備	113/基	1.8	SUS304 ----	----	3.16 2.48/2.10

注) NOAKのFBR特性係数は習熟効果30%/40%の場合を示す。

表3.4 建物建設費の比較

金額：単位 百万円

設備名	プラント名			
	炉容器上部流出入型炉		トップエントリー型炉	
	物量	金額	物量	金額
原子炉及び補助建物	245200 m3	13,626	204400 m3	11,359
タービン建物	125000 m3	3,560	125000 m3	3,560
ディーゼル建物	34060 m3	1,472	0 m3	0
メンテナンス&廃棄物建物	147800 m3	5,860	53000 m3	2,101
諸建屋	比率 8%	1,961	比率 8%	1,362
原子炉格納設備	2400 ton	15,580	6200 m2	3,720

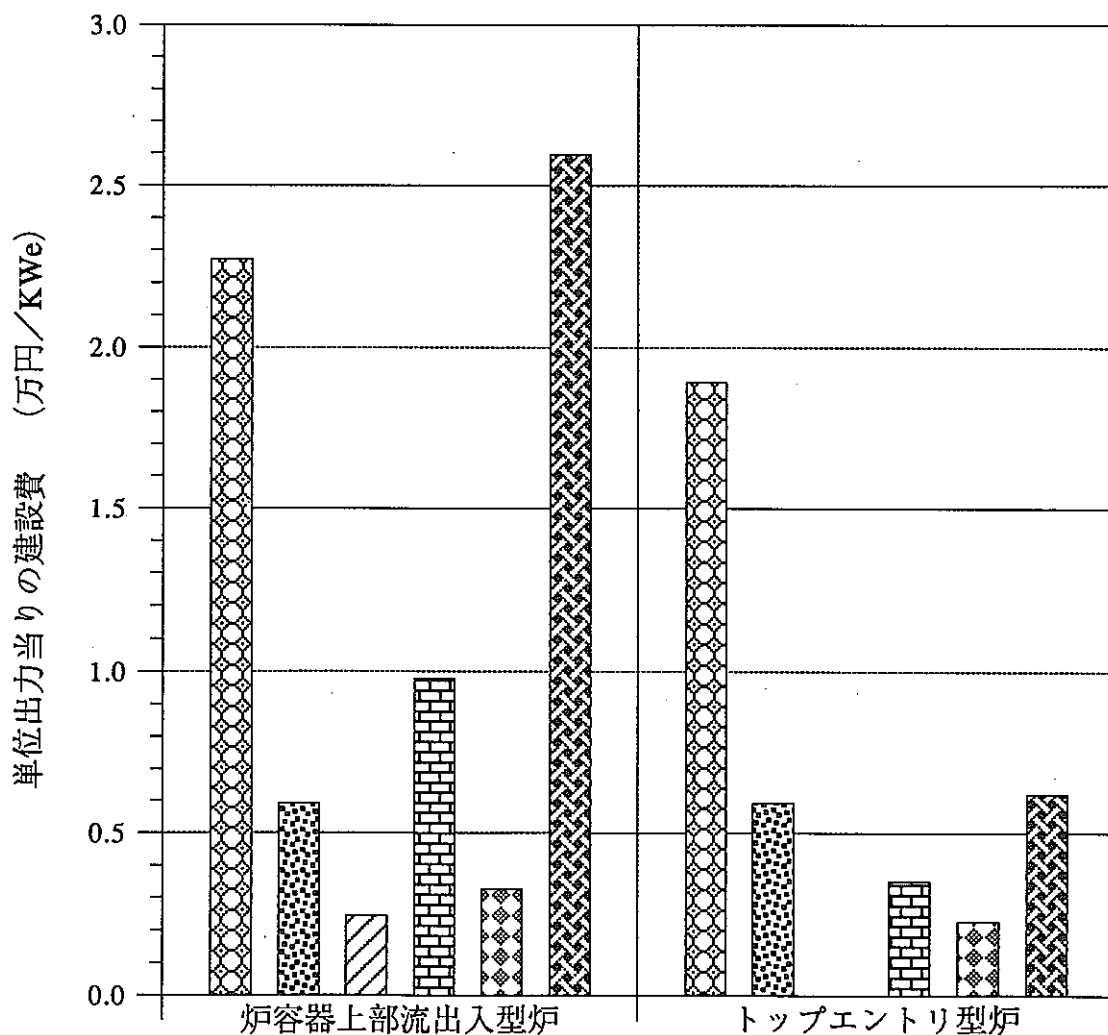
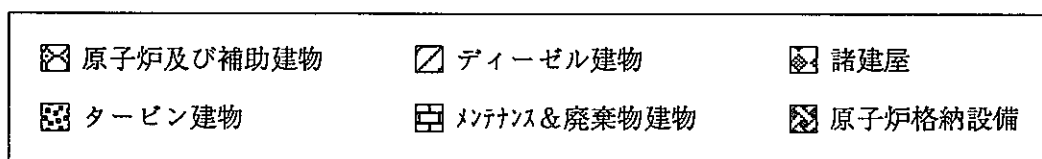


図3.1 建物建設費（単位出力あたり）の比較

表 3.5 原子炉構造設備建設費の比較

金額：単位 百万円

設備名	プラント名			
	炉容器上部流出入型炉		トップエントリー型炉	
	物量	金額	物量	金額
原子炉容器	346 ton	12,324	450 ton	16,029
炉容器ガードベッセル	118 ton	1,288	181 ton	1,975
遮蔽プラグ設備		7,413		10,052
固定プラグ	430 ton		414 ton	
熱遮蔽体	60 ton		44 ton	
回転/引抜プラグ	50 ton		248 ton	
炉内構造物		5,555		6,991
炉心上部機構	39 ton		32 ton	
炉内構造物	371 ton		484 ton	
炉心構成要素		10,619		21,081
制御棒	19 体		30 体	
SUS遮蔽体	126 体		78 体	
B4C遮蔽体	150 体		372 体	
炉上部機構取扱設備	一式	7,322	該当なし	0

	原子炉容器		遮蔽プラグ		炉心構成要素		計測制御・他
	ガードベッセル		炉内構造物		制御棒駆動機構		炉上部機構取扱設備

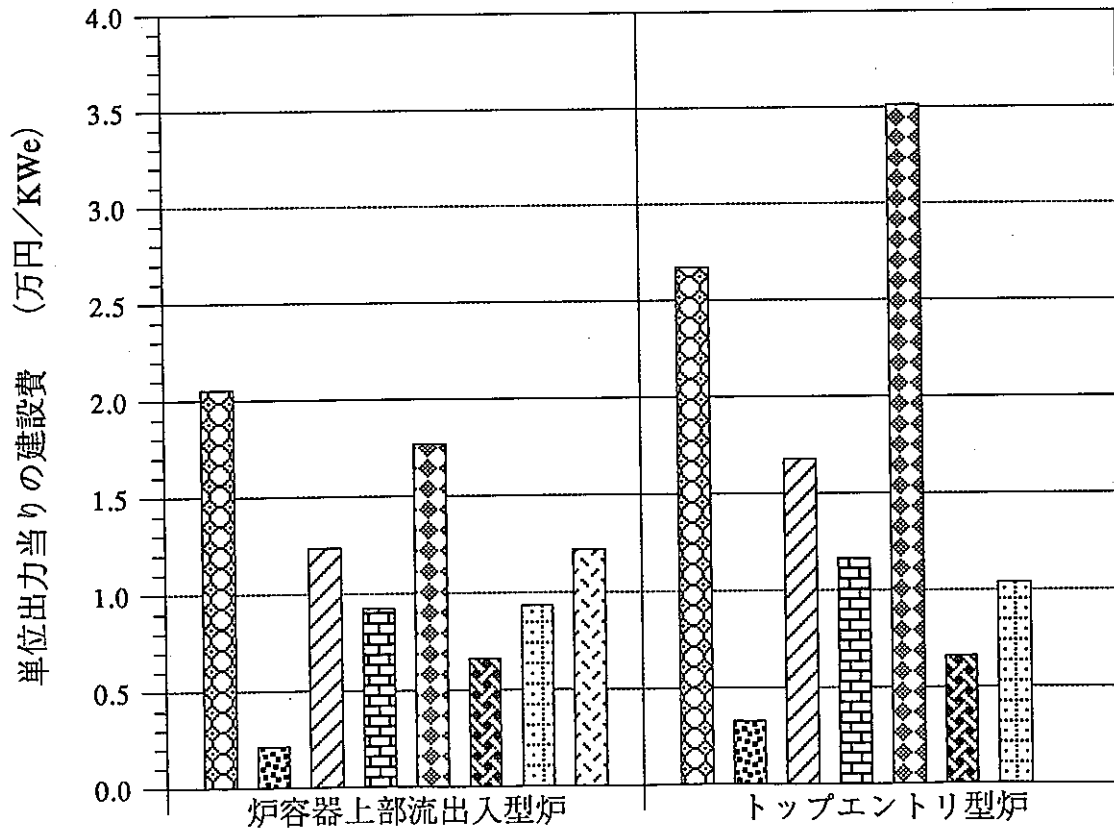


図 3.2 原子炉構造設備建設費 (単位出力あたり) の比較

表 3. 6 1次主冷却系設備建設費の比較

金額：単位 百万円

設備名	プラント名			
	炉容器上部流出入型炉		トップエントリー型炉	
	物量	金額	物量	金額
中間熱交換器		6,910		21,135
本体	74 ton		262 ton	
伝熱管	13 ton		12 ton	
IHXガードバツセル	42 ton	1,005	47 ton	1,083
1次主ポンプ		11,616		14,428
本体	120 ton		150 ton	
電動機	3000 KW		3500 KW	
ポンプガードバツセル	0 ton	0	39 ton	1,786
主配管		7,914		6,478
逆止弁	32B * 3		該当なし	
ホットレグ	15.2 m/ルーフ		20 m/ルーフ	
クロスオーバーレグ	15 m/ルーフ		22.3 m/ルーフ	
コールドレグ	34.7 m/ルーフ		27 m/ルーフ	

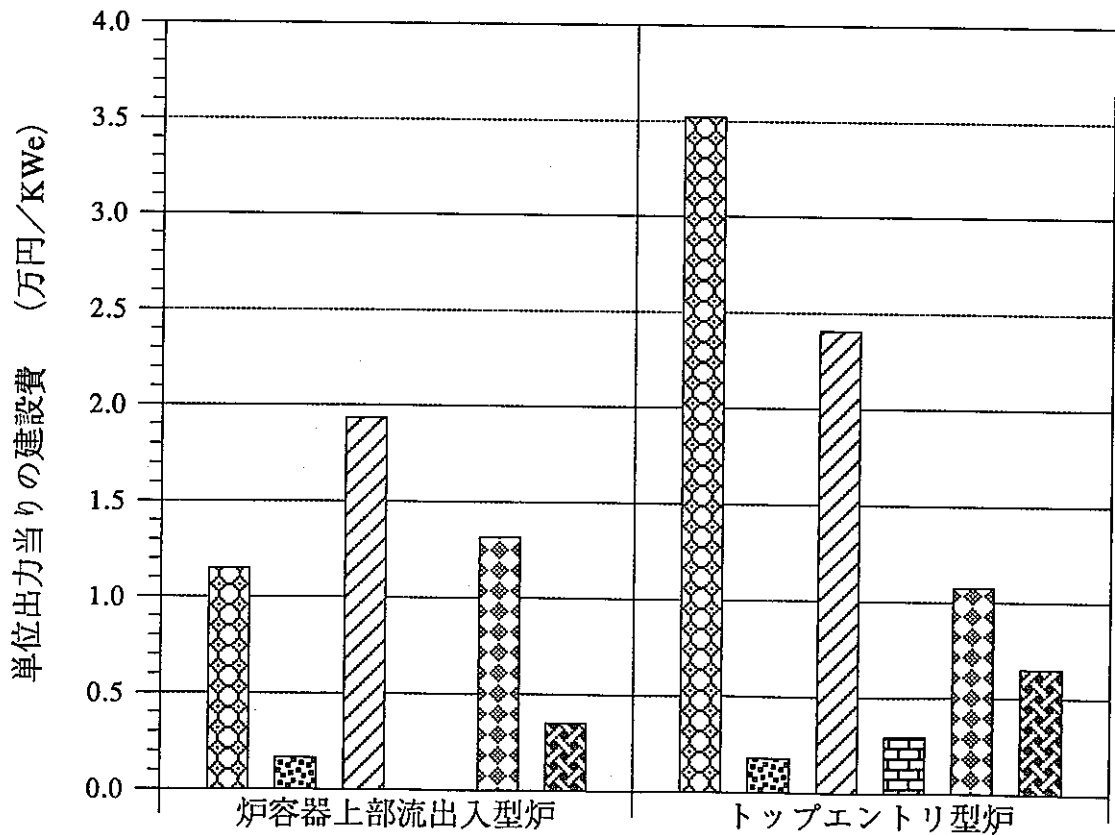
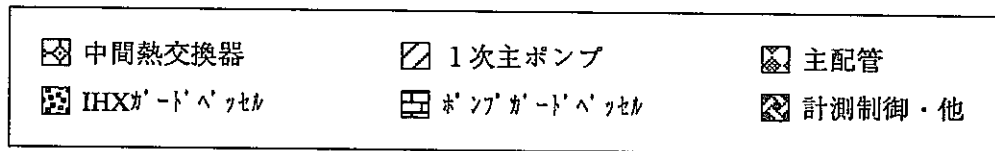


図 3. 3 1次主冷却系設備建設費（大気出力当たり）の比較

表 3. 7 2次主冷却系設備建設費の比較

金額：単位 百万円

設備名	プラント名			
	炉容器上部流出入型炉		トップエントリー型炉	
	物量	金額	物量	金額
蒸気発生器		17,324		17,324
本体	229.7 ton		229.7 ton	
伝熱管	87.9 ton		87.9 ton	
2次主ポンプ		7,779		7,779
本体	26 ton		26 ton	
電動機	1200 KW		1200 KW	
主配管	89 m/レベル	5,957	100 m/レベル	6,377

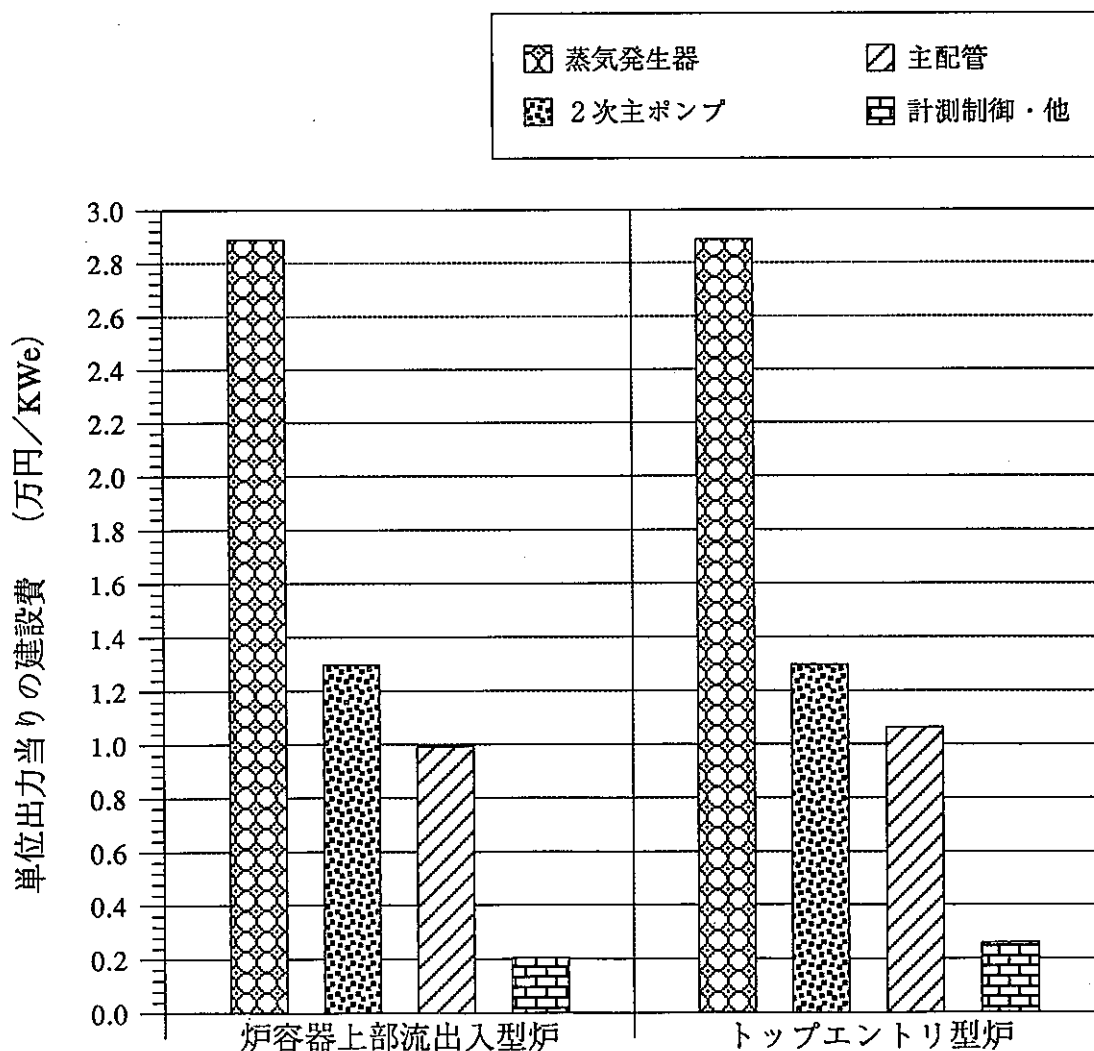


図 3. 4 2次主冷却系設備建設費（単位出力当たり）の比較

表 3.8 崩壊熱除去系設備建設費の比較

金額：単位 百万円

設 備 名	プ ラ ン ト 名			
	炉容器上部流出入型炉		トップエントリー型炉	
	物 量	金 額	物 量	金 額
補助炉心冷却系 型 式 除熱量 系統数	8,664		16,652	
	IRACS 20 MW/系 3		DRACS 14 MW/系 4	
メンテナンス冷却系 型 式 除熱量 系統数	4,751		0	
	DRACS 7 MW/系 1		該当なし	

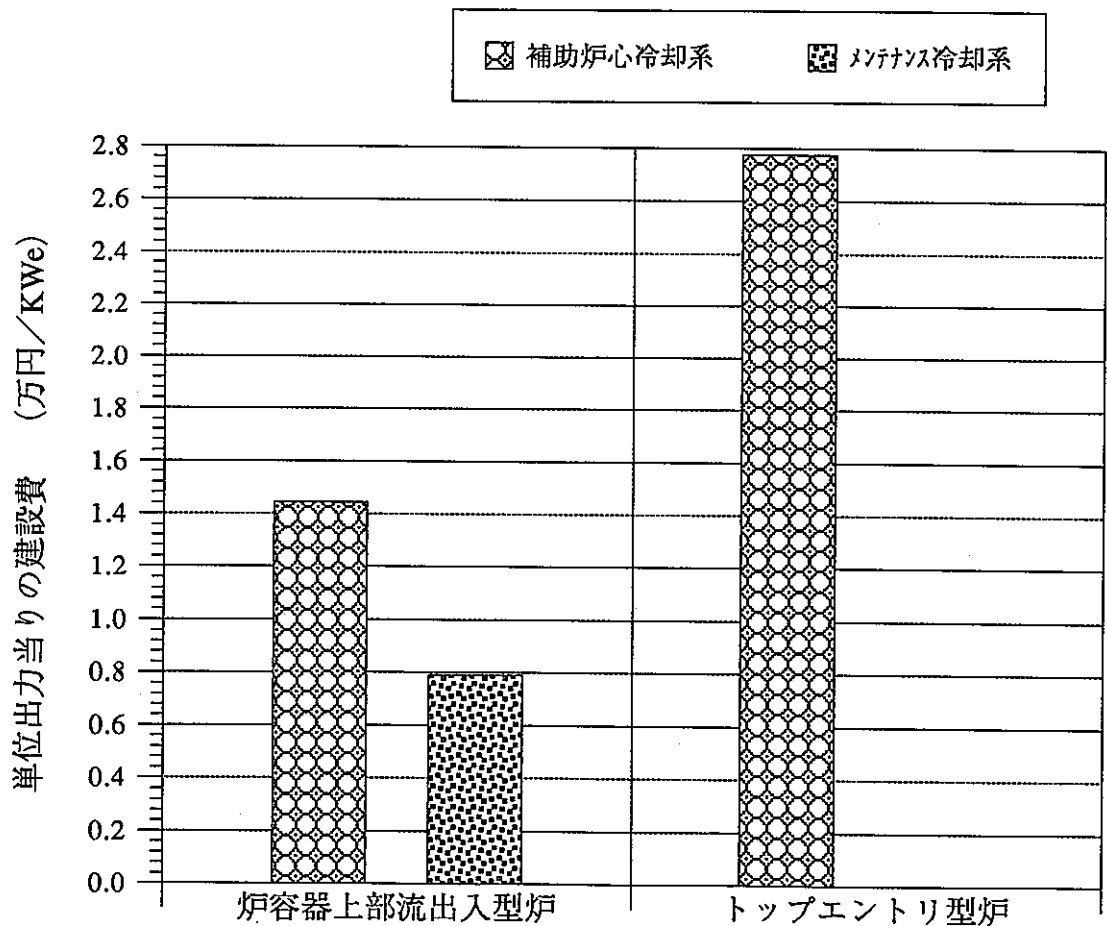


図 3.5 崩壊熱除去系設備建設費（単位出力あたり）の比較

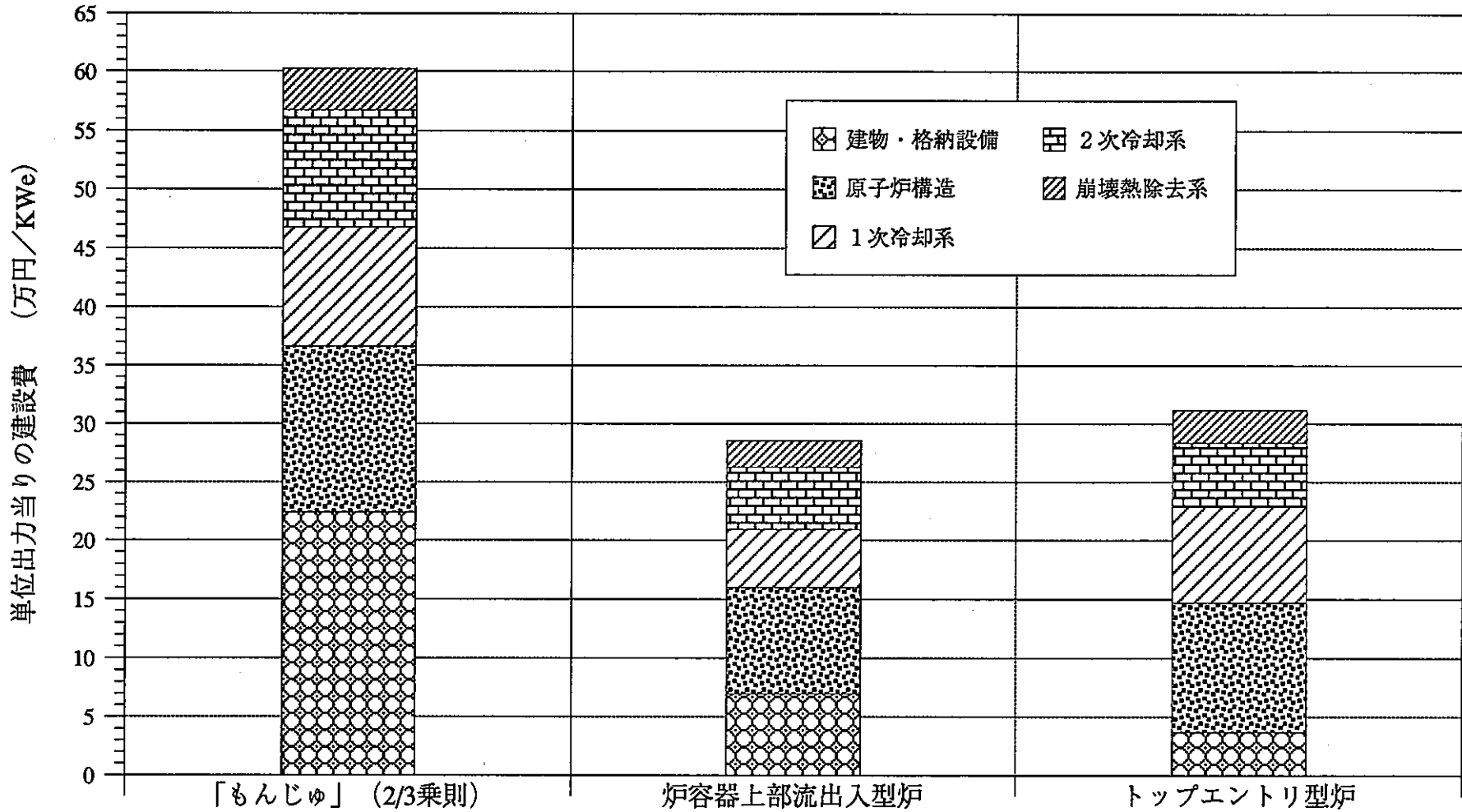


図 3.6 主要設備建設費（単位出力当たり）の比較

表 3.9 総建設費の構成(600MW e プラント)

項 目	FOAK		NOAK		備 考
	金 額 (百万円)	構成比率 (%)	金 額 (百万円)	構成比率 (%)	
(1) 土地	4307.56	0.89	4307.56	1.04	費用入力
(2) 建物	26479.19	5.44	26479.19	6.39	積算
(3) 構築物	20728.69	4.26	20728.69	5.00	費用入力
(4) 原子炉及び附属設備	246019.47	50.59	193805.53	46.77	積算
(5) 機械装置	64018.73	13.16	64018.73	15.45	積算
(6) 諸経費	62007.64	12.75	51564.85	12.44	注) 1
(7) 建設利子	62749.26	12.90	53466.86	12.90	年利率4.4%、工期77月
費用合計	486310.53	100.00	414371.40	100.00	

注) 1 ; ATR実証炉を参考とし、項目(4)及び(5)の費用の20%と推定した。

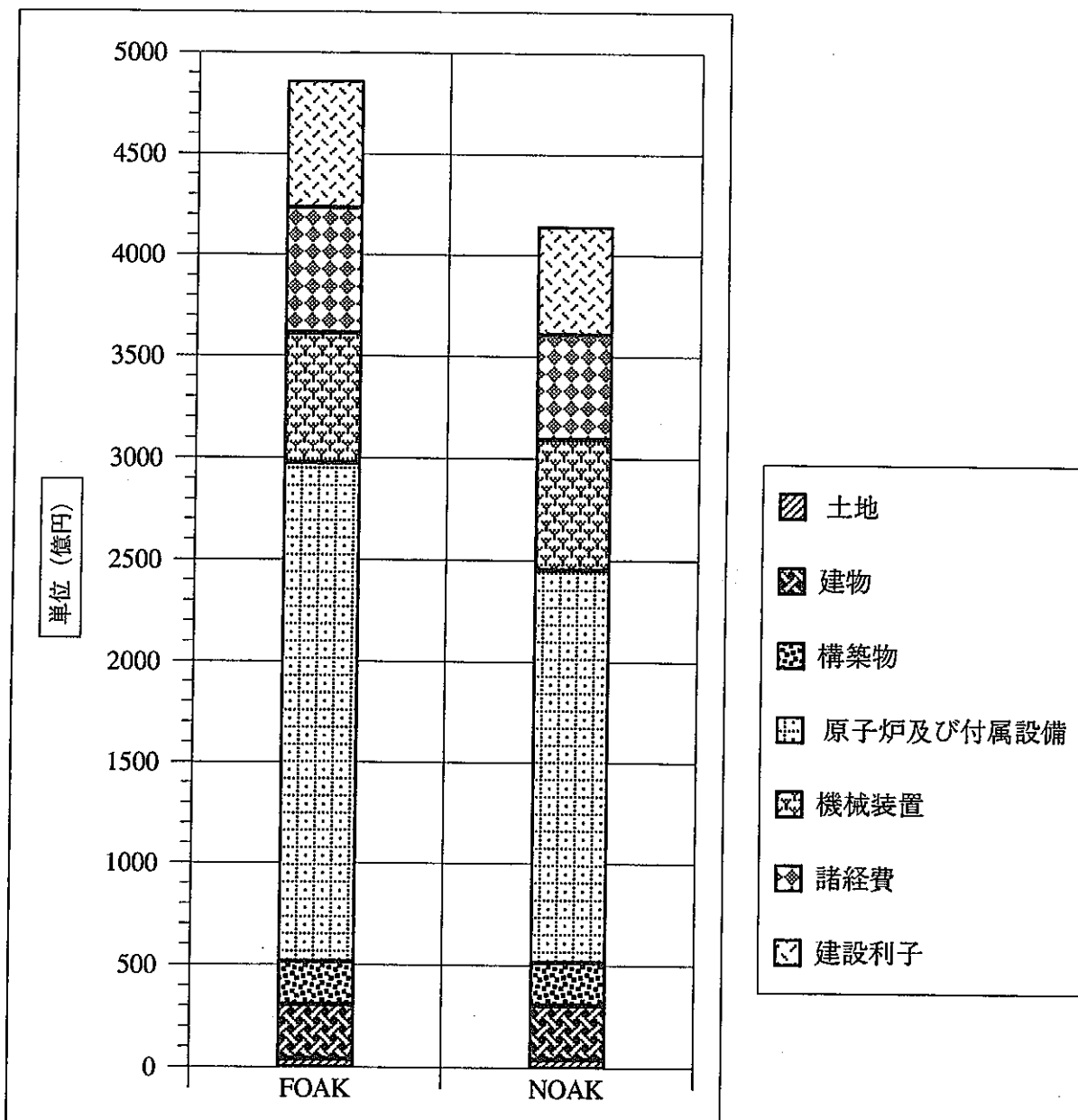


図 3.7 総建設費の構成

表3.10 FBR大型炉(600MWeプラント)建設費内訳(1/3)

FOAK

構成項目		算定金額	
区分	項目	(千円)	%コスト
1. 土地 (費用入力)	区分小計	4,307,556	1.19
	(1) 土地買収代		0.00
	(2) 立木保証		0.00
	(3) 整地費		0.00
	(4) 土捨場工事		0.00
	(5) 社宅等土地代		0.00
2. 建物 (体積による評価)	区分小計	26,479,188	7.32
	(1) 原子炉及び原子炉補助建屋	13,625,764	3.77
	(2) 燃料取扱建物	0	0.00
	(3) 制御建物	0	0.00
	(4) タービン建物	3,560,000	0.98
	(5) ディーゼル建物	1,471,733	0.41
	(6) メンテナンス建物及び 廃棄物処理建物	5,860,270	1.62
	(7) 諸建物	1,961,421	0.54
3. 構築物 (費用入力)	区分小計	20,728,688	5.73
	(1) 港湾設備		
	(2) 原水施設		
	(3) 復水器冷却用施設		
	(4) 廃棄塔設備		
	(5) 雑設備		
	(6) その他		
4. 原子炉及び付属機器 (積算モデル及び スケールアップ 係数により評価)	区分小計	246,019,470	68.05
	(1) 原子炉設備	54,132,651	14.97
	a) 原子炉容器設備	12,324,376	3.41
	b) ガードベッセル	1,287,618	0.36
	c) 遮蔽プラグ設備	7,412,654	2.05
	d) 原子炉容器内構造物	5,554,793	1.54
	e) 炉心構成要素	10,619,307	2.94
	f) 制御棒駆動機構	3,973,414	1.10
	g) 計測制御設備	1,268,157	0.35
	h) 原子炉容器ISI設備	4,370,000	1.21
	i) 炉上部機構取扱設備	7,322,332	2.03
	(2) 原子炉格納設備	15,580,393	4.31
	(3) 1次主冷却系設備	30,139,223	8.34
	a) 中間熱交換器設備	6,879,699	1.90
	b) 主循環ポンプ設備	11,615,623	3.21
	c) ガードベッセル	1,005,253	0.28
	d) 弁及び主配管設備	8,522,942	2.36
	e) 計測制御設備	840,706	0.23
	f) 1次系装荷ナトリウム	1,275,000	0.35

表 3.10 FBR大型炉(600MWeプラント)建設費内訳(2/3)

		FOAK	
構成項目		算定金額	
区分	項目	(千円)	%コスト
4. 原子炉及び付属機器	(4) 1次冷却系補助設備	4,929,469	1.36
	a) 1次ナトリウム純化系	1,192,044	0.33
	b) 1次Na充填ドレン系	2,174,226	0.60
	c) 1次Arガス系	987,722	0.27
	d) 1次冷却計補修設備	431,900	0.12
	e) 計測制御設備	143,577	0.04
	(5) 2次主冷却系設備	32,290,659	8.93
	a) 蒸気発生器	17,323,573	4.79
	b) 主循環ポンプ設備	7,778,534	2.15
	c) 弁及び主配管設備	5,956,785	1.65
	e) 計測制御設備	931,767	0.26
	f) 2次系装荷ナトリウム	300,000	0.08
	(6) 2次冷却系補助設備	7,194,676	1.99
	a) 2次ナトリウム純化系	2,567,364	0.71
	b) 2次Na充填ドレン系	2,650,104	0.73
	c) 2次Arガス系	823,102	0.23
	d) Na-水反応物収納設備	905,976	0.25
	e) 2次冷却系補修設備	39,734	0.01
	f) 計測制御設備	208,396	0.06
	(7) 補助炉心冷却系設備	13,034,977	3.61
	a) 補助炉心冷却系設備	8,664,210	2.40
	b) メンテナンス冷却系設備	4,370,767	1.21
	(8) 原子炉補助設備	22,962,826	6.35
	a) 原子炉補機冷却系	3,799,962	1.05
	b) 原子炉補機冷却海水系	3,799,962	1.05
	c) 1次系室漏洩Na処理設備	4,065,768	1.12
	d) 2次系室漏洩Na処理設備	5,082,210	1.41
	e) 制御用空気圧縮系設備	2,714,258	0.75
	f) Arガス供給系	1,085,703	0.30
	g) 窒素ガス供給系	1,085,703	0.30
	h) Na供給設備	660,440	0.18
	i) 計測制御設備	668,820	0.18
	(9) 燃料取扱及び貯蔵設備	13,067,725	3.61
a) 燃料交換装置	119,156	0.03	
b) 燃料出入設備	1,876,989	0.52	
c) 燃料移送設備	5,692,981	1.57	
d) 燃料検査設備	15,208	0.00	
e) 燃料洗浄設備	319,378	0.09	
f) 燃料缶詰設備	306,000	0.08	

表3.10 FBR大型炉(600MWeプラント)建設費内訳(3/3)

		FOAK		
構成項目		算定金額		
区分	項目	(千円)	%コスト	
4. 原子炉及び付属機器	g) 使用済燃料貯蔵設備	3,496,779	0.97	
	h) 新燃料受入貯蔵設備	860,621	0.24	
	i) 計測制御設備	380,613	0.11	
	(10) 放射性廃棄物処理設備	17,569,216	4.86	
	a) 気体廃棄物処理系	3,411,530	0.94	
	b) 液体廃棄物処理系	10,234,431	2.83	
	c) 固体廃棄物処理系	3,411,530	0.94	
	d) 計測制御設備	511,725	0.14	
	(11) 換気空調設備	29,259,330	8.09	
	(12) 諸設備	5,858,325	1.62	
	5. 機械装置	区分小計	64,018,726	17.71
		(1) タービン設備	40,129,349	11.10
(2) 電気設備		23,889,377	6.61	
a) 発電機設備		3,222,079	0.89	
b) その他電気設備		11,130,817	3.08	
c) 補助電気設備		9,536,481	2.64	
合 計		361,553,628	100.00	

表 3.11 FBR大型炉(600MWeプラント)建設費内訳(1/3)

		NOAK	
構成項目		算定金額	
区分	項目	(千円)	%コスト
1. 土地 (費用入力)	区分小計	4,307,556	1.39
	(1) 土地買収代		
	(2) 立木保証		
	(3) 整地費		
	(4) 土捨場工事		
	(5) 社宅等土地代		
2. 建物 (体積による評価)	区分小計	26,479,188	8.56
	(1) 原子炉及び原子炉補助建屋	13,625,764	4.40
	(2) 燃料取扱建物	0	0.00
	(3) 制御建物	0	0.00
	(4) タービン建物	3,560,000	1.15
	(5) ディーゼル建物	1,471,733	0.48
	(6) メンテナンス建物及び 廃棄物処理建物	5,860,270	1.89
	(7) 諸建物	1,961,421	0.63
3. 構築物 (費用入力)	区分小計	20,728,688	6.70
	(1) 港湾設備		
	(2) 原水施設		
	(3) 復水器冷却用施設		
	(4) 廃棄塔設備		
	(5) 雑設備		
	(6) その他		
4. 原子炉及び付属機器 (積算モデル及び スケールアップ 係数により評価)	区分小計	193,805,526	62.65
	(1) 原子炉設備	37,717,905	12.19
	a) 原子炉容器設備	7,657,624	2.48
	b) ガードベッセル	853,713	0.28
	c) 遮蔽プラグ設備	4,958,614	1.60
	d) 原子炉容器内構造物	3,678,293	1.19
	e) 炉心構成要素	9,245,908	2.99
	f) 制御棒駆動機構	2,616,254	0.85
	g) 計測制御設備	903,304	0.29
	h) 原子炉容器ISI設備	2,877,382	0.93
	i) 炉上部機構取扱設備	4,926,813	1.59
	(2) 原子炉格納設備	10,341,690	3.34
	(3) 1次主冷却系設備	20,630,488	6.67
	a) 中間熱交換器設備	4,554,033	1.47
	b) 主循環ポンプ設備	7,687,894	2.49
	c) ガードベッセル	713,688	0.23
	d) 弁及び主配管設備	5,836,121	1.89
e) 計測制御設備	563,752	0.18	
f) 1次系装荷ナトリウム	1,275,000	0.41	

表3.11 FBR大型炉(600MWeプラント)建設費内訳(2/3)

		NOAK	
構成項目		算定金額	
区分	項目	(千円)	%コスト
4. 原子炉及び付属機器	(4) 1次冷却系補助設備	3,222,325	1.04
	a) 1次ナトリウム純化系	784,889	0.25
	b) 1次Na充填ドレン系	1,431,597	0.46
	c) 1次Arガス系	650,355	0.21
	d) 1次冷却系補修設備	261,630	0.08
	e) 計測制御設備	93,854	0.03
	(5) 2次主冷却系設備	21,619,823	6.99
	a) 蒸気発生器	11,450,314	3.70
	b) 主循環ポンプ設備	5,118,622	1.65
	c) 弁及び主配管設備	4,129,921	1.34
	e) 計測制御設備	620,966	0.20
	f) 2次系装荷ナトリウム	300,000	0.10
	(6) 2次冷却系補助設備	4,737,259	1.53
	a) 2次ナトリウム純化系	1,690,454	0.55
	b) 2次Na充填ドレン系	1,744,934	0.56
	c) 2次Arガス系	541,963	0.18
	d) Na-水反応物収納設備	596,530	0.19
	e) 2次冷却系補修設備	26,162	0.01
	f) 計測制御設備	137,216	0.04
	(7) 補助炉心冷却系設備	8,582,748	2.77
	a) 補助炉心冷却系設備	5,704,861	1.84
	b) メンテナンス冷却系設備	2,877,887	0.93
	(8) 原子炉補助設備	22,730,479	7.35
	a) 原子炉補機冷却系	3,799,962	1.23
	b) 原子炉補機冷却海水系	3,799,962	1.23
	c) 1次系室漏洩Na処理設備	4,065,768	1.31
	d) 2次系室漏洩Na処理設備	5,082,210	1.64
	e) 制御用空気圧縮系設備	2,714,258	0.88
	f) Arガス供給系	1,085,703	0.35
	g) 窒素ガス供給系	1,085,703	0.35
	h) Na供給設備	434,860	0.14
	i) 計測制御設備	662,053	0.21
(9) 燃料取扱及び貯蔵設備	11,535,938	3.73	
a) 燃料交換装置	107,760	0.03	
b) 燃料出入設備	1,701,087	0.55	
c) 燃料移送設備	5,159,463	1.67	
d) 燃料検査設備	14,274	0.00	
e) 燃料洗浄設備	267,107	0.09	
f) 燃料缶詰設備	306,000	0.10	

表 3.11 FBR大型炉(600MWeプラント)建設費内訳(3/3)

		NOAK		
構成項目		算定金額		
区分	項目	(千円)	%コスト	
4. 原子炉及び付属機器	g) 使用済燃料貯蔵設備	2,924,481	0.95	
	h) 新燃料受入貯蔵設備	719,768	0.23	
	i) 計測制御設備	335,998	0.11	
	(10) 放射性廃棄物処理設備	17,569,216	5.68	
	a) 気体廃棄物処理系	3,411,530	1.10	
	b) 液体廃棄物処理系	10,234,431	3.31	
	c) 固体廃棄物処理系	3,411,530	1.10	
	d) 計測制御設備	511,725	0.17	
	(11) 換気空調設備	29,259,330	9.46	
	(12) 諸設備	5,858,325	1.89	
	5. 機械装置	区分小計	64,018,726	20.70
		(1) タービン設備	40,129,349	12.97
(2) 電気設備		23,889,377	7.72	
a) 発電機設備		3,222,079	1.04	
b) その他電気設備		11,130,817	3.60	
	c) 補助電気設備	9,536,481	3.08	
合 計		309,339,684	100.00	

表3.12 ヘッドアクセス型炉とトップエントリー型炉の建設費の比較

項目	ヘッドアクセス		トップエントリー		備考
	金額 (百万円)	構成比率 (%)	金額 (百万円)	構成比率 (%)	
(1) 土地	4307.56	0.89	4307.56	0.84	費用入力
(2) 建物	26479.19	5.44	18381.56	3.59	積算
(3) 構築物	20728.69	4.26	20728.69	4.05	費用入力
(4) 原子炉及び付属設備	246019.47	50.59	271719.19	53.03	積算
(5) 機械装置	64018.73	13.16	64018.73	12.49	積算
(6) 諸経費	62007.64	12.75	67147.58	13.10	注) 1
(7) 建設利子	62749.26	12.90	66118.42	12.90	年利率4.4%、工期77月
費用合計	486310.53	100.00	512421.72	100.00	

注) 1 ; ATR実証炉を参考とし、項目(4)及び(5)の費用の20%と推定した。

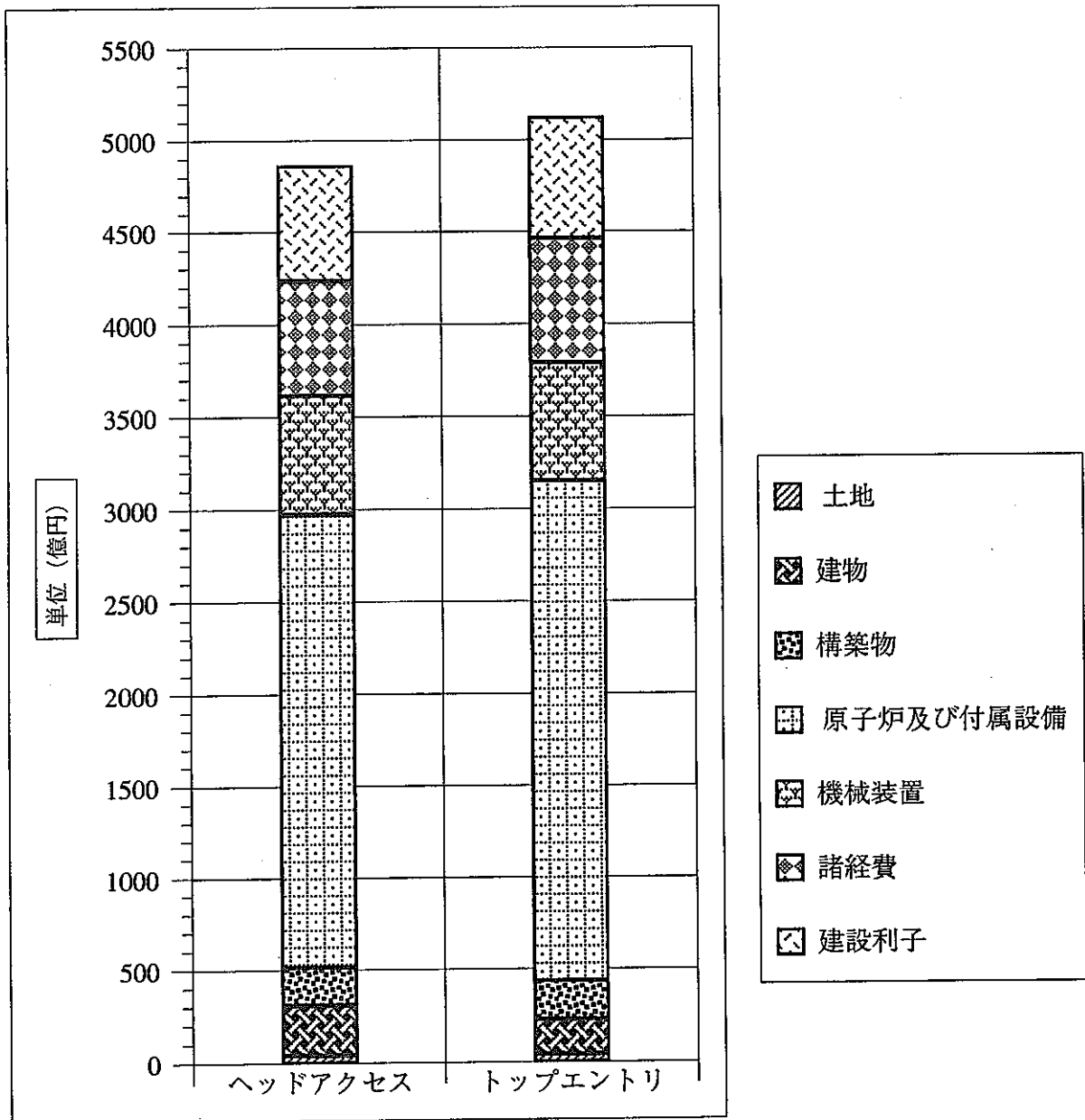


図3.8 ヘッドアクセス型炉とトップエントリー型炉の建設費の比較

表3.13 トップエントリ型炉(600MWeプラント)建設費内訳(1/3)

		FOAK	
構成項目		算定金額	
区分	項目	(千円)	%コスト
1. 土地 (費用入力)	区分小計	4,307,556	1.14
	(1) 土地買収代		
	(2) 立木保証		
	(3) 整地費		
	(4) 土捨場工事		
	(5) 社宅等土地代		
2. 建物 (体積による評価)	区分小計	18,381,555	4.85
	(1) 原子炉及び原子炉補助建屋	11,358,508	3.00
	(2) 燃料取扱建物	0	0.00
	(3) 制御建物	0	0.00
	(4) タービン建物	3,560,000	0.94
	(5) ディーゼル建物	0	0.00
	(6) メンテナンス建物及び 廃棄物処理建物	2,101,450	0.55
	(7) 諸建物	1,361,597	0.36
3. 構築物 (費用入力)	区分小計	20,728,688	5.47
	(1) 港湾設備		
	(2) 原水施設		
	(3) 復水器冷却用施設		
	(4) 廃棄塔設備		
	(5) 雑設備		
	(6) その他		
4. 原子炉及び付属機器 (積算モデル及び スケールアップ 係数により評価)	区分小計	271,719,190	71.66
	(1) 原子炉設備	68,643,615	18.10
	a) 原子炉容器設備	16,028,813	4.23
	b) ガードベッセル	1,975,075	0.52
	c) 遮蔽プラグ設備	10,051,747	2.65
	d) 原子炉容器内構造物	6,990,910	1.84
	e) 炉心構成要素	21,081,212	5.56
	f) 制御棒駆動機構	6,273,811	1.65
	g) 計測制御設備	1,872,047	0.49
	h) 原子炉容器ISI設備	4,370,000	1.15
	i) 炉上部機構取扱設備	0	0.00
	(2) 原子炉格納設備	3,720,000	0.98
	(3) 1次主冷却系設備	48,814,939	12.87
	a) 中間熱交換器設備	21,135,420	5.57
	b) 主循環ポンプ設備	14,427,821	3.81
	c) ガードベッセル	2,869,175	0.76
	d) 弁及び主配管設備	6,477,719	1.71
e) 計測制御設備	1,347,304	0.36	
f) 1次系装荷ナトリウム	2,557,500	0.67	

表3.13 トップエントリ型炉(600MWeプラント)建設費内訳(2/3)

		FOAK	
構成項目		算定金額	
区分	項目	(千円)	%コスト
4. 原子炉及び付属機器	(4) 1次冷却系補助設備	4,929,469	1.30
	a) 1次ナトリウム純化系	1,192,044	0.31
	b) 1次Na充填ドレン系	2,174,226	0.57
	c) 1次Arガス系	987,722	0.26
	d) 1次冷却系補修設備	431,900	0.11
	e) 計測制御設備	143,577	0.04
	(5) 2次主冷却系設備	33,047,522	8.72
	a) 蒸気発生器	17,323,573	4.57
	b) 主循環ポンプ設備	7,778,534	2.05
	c) 弁及び主配管設備	6,376,895	1.68
	e) 計測制御設備	944,370	0.25
	f) 2次系装荷ナトリウム	624,150	0.16
	(6) 2次冷却系補助設備	7,194,676	1.90
	a) 2次ナトリウム純化系	2,567,364	0.68
	b) 2次Na充填ドレン系	2,650,104	0.70
	c) 2次Arガス系	823,102	0.22
	d) Na-水反応物収納設備	905,976	0.24
	e) 2次冷却系補修設備	39,734	0.01
	f) 計測制御設備	208,396	0.05
	(7) 補助炉心冷却系設備	16,651,547	4.39
	a) 補助炉心冷却系設備	16,651,547	4.39
	b) メンテナンス冷却系設備	0	0.00
	(8) 原子炉補助設備	22,962,826	6.06
	a) 原子炉補機冷却系	3,799,962	1.00
	b) 原子炉補機冷却海水系	3,799,962	1.00
	c) 1次系室漏洩Na処理設備	4,065,768	1.07
	d) 2次系室漏洩Na処理設備	5,082,210	1.34
	e) 制御用空気圧縮系設備	2,714,258	0.72
	f) Arガス供給系	1,085,703	0.29
	g) 窒素ガス供給系	1,085,703	0.29
	h) Na供給設備	660,440	0.17
	i) 計測制御設備	668,820	0.18
	(9) 燃料取扱及び貯蔵設備	13,067,725	3.45
	a) 燃料交換装置	119,156	0.03
	b) 燃料出入設備	1,876,989	0.50
	c) 燃料移送設備	5,692,981	1.50
	d) 燃料検査設備	15,208	0.00
	e) 燃料洗浄設備	319,378	0.08
	f) 燃料缶詰設備	306,000	0.08

表 3.13 トップエントリー型炉(600MW e プラント) 建設費内訳 (3 / 3)

FOAK

構成項目		算定金額		
区分	項目	(千円)	%コスト	
4. 原子炉及び付属機器	g) 使用済燃料貯蔵設備	3,496,779	0.92	
	h) 新燃料受入貯蔵設備	860,621	0.23	
	i) 計測制御設備	380,613	0.10	
	(10) 放射性廃棄物処理設備	17,569,216	4.63	
	a) 気体廃棄物処理系	3,411,530	0.90	
	b) 液体廃棄物処理系	10,234,431	2.70	
	c) 固体廃棄物処理系	3,411,530	0.90	
	d) 計測制御設備	511,725	0.13	
	(11) 換気空調設備	29,259,330	7.72	
	(12) 諸設備	5,858,325	1.55	
	5. 機械装置	区分小計	64,018,726	16.88
		(1) タービン設備	40,129,349	10.58
(2) 電気設備		23,889,377	6.30	
a) 発電機設備		3,222,079	0.85	
b) その他電気設備		11,130,817	2.94	
c) 補助電気設備		9,536,481	2.52	
合 計		379,155,715	100.00	

1.4 コマンドコストコードによる建設コスト評価

1.まえがき

平成4年度上期にF実証炉関連課題検討の一つとして、コマンドコストコードによってヘッドアクセス方式ループ型炉60万kWeの建設コスト(建設期間中の利子を含むプラント建設コスト)が評価された。同評価は日本原子力発電(株)が実施した。建設コストは物量と単価の積算である。この設備単価については、コマンドコストコードの固有データである。平成4年度上期時点ではヘッドアクセス方式ループ型炉60万kWeの設計研究は主としてNSSSに止まっており、大部分のBOPについては具体的設計を実施していないため、この未設計部分については暫定的にトップエントリー炉と同一の設備価格として評価されている。このようにして評価されたヘッドアクセス方式ループ型炉60万kWeの建設コストは軽水炉100万kWeの建設費を100としたときの比率で126.0であった。

本資料では、このヘッドアクセス方式ループ型炉60万kWeの建設コスト評価について記録に留めるとともに、トップエントリー炉のそれとの比較を通じて建設コストの観点からヘッドアクセス方式ループ型炉60万kWeの特徴の抽出とコストの分析を行うものである。

2.コマンドコストコードによる建設コスト評価方法

(1)対象プラント

高速増殖炉タンク型炉、トップエントリーループ型炉を対象として設備単価のデータが整備されている。ヘッドアクセス方式ループ型炉についてはUIS引き抜き方式、燃料取扱いシステムに係る設備単価のデータが未整備であるので、類似設備の価格により評価されている。

(2)費用の範囲

建設期間中の利子を含むプラント建設コストが評価される。初装荷燃料費、燃料サイクル費、運転費、メンテナンス費は含まれない。

(3)設備の範囲

主変圧器手前の動力母線までの発電設備と発電所敷地内の付帯設備。

(4)前提条件

建設コスト算定に用いる設備単価はすべてロックエル・インターナショナル社が新たに作成したものであり、Na系についてはCRBRP及びLSPBのコストに、Na系以外については軽水炉、一般産業用データに基づくものであり、1985年9月時点のものである。SAFRの建設コスト評価にも使用されたと言われている。本算定ではその後のインフレーションは考慮されていない。レートは1ドル=217

円である。なお、軽水炉100万kWeの建設費は1985年当時のロックエル・インターナショナル社の調査価格である3592.7億円が用いられている。

(5)算定方法

建設コストは機器コスト、建物コスト及び間接費より構成されている。前二者は $\text{設備費用} = \text{物量} \times \text{単価}$ (設備単価はコマンドコストコードの固有データベース) として算定される。間接費については①建設用施設、機器及びサービス(プラント建設のための仮設建物、仮設施設及び搬送機器、治具等の費用)、②工場のエンジニアリング(プラント建設受注者の計画管理、工場の維持管理費用、工務、資材等の非生産部門の費用及びプラント全体の解析評価、許認可、安全審査等の費用)、③現地のエンジニアリング(現地事務所運営、現場管理、現地品質保証、機能試験及び試運転費用)、④所有者費用、⑤建設期間中の利子の5項目が $\text{費用} = \text{設備費用} \times \text{比率}$ (比率はコマンドコストコードの固有データベース) として算定されている。①、②及び③は我が国のメーカ設備分類では設備費用として計上されるので、改めてこれらが直接費に割り振られて提示されている。なお、④及び⑤は間接費として計上されている。

①、②及び③の各勘定項目への割り振り法については、次の二つの考え方があり、当初Aで評価していたが、途中Bに変更された。変更時の考え方に関するメモを以下に掲載する。

「①、②及び③の費用を各勘定項目に割り振る場合には以下の2つの考え方があります。

A.直接費に比例して間接費を割り振る方法(図4.1A参照)

B.直接費に関係なく一定割合を各項目に割り振る方法(図4.1B参照)

プラント間の建設費比較では、Aの方法は、ある勘定項目の直接費が両プラントで同額であっても、全建設コストが低額なプラントに対しては、直接費の合計に対するその勘定項目の直接費比率が大きくなるため、間接費の割り振り額が大きくなり、同一の設計であって、直接費が同額であっても、メーカ設備分類では建設費に差異が生じることとなります。

また、あるプラントの全建設コストが同額の場合に、ある勘定項目の直接費が低額な場合には、直接費の差以上に建設コストに差があるように計算されます。

そこで、実証炉の場合には、従来プラントとの設計変更による建設費の変化、すなわち直接費の変化が明瞭になるように、Bの方法とし、間接費の一定割合を、各勘定項目に割り振ることとしています。このことにより、両者の差が直接費(設計、物量)の相違に直接対応する形となります。」

3.ヘッドアクセス方式ループ型炉60万kWeの建設コスト評価について

3.1コマンドコストコードによる建設コスト評価結果

コマンドコストコードによるヘッドアクセス方式ループ型炉60万kWeの建設コスト(直接費分)の評価結果を表4.1に示す。同表では、直接費評価における物量、設備単価も併せて示している。平成4年度上期時点ではヘッドアクセス方式ループ型炉60万kWeの設計研究は主としてNSSSに止まっており、大部分のBOPについては具体的設計を実施していないため、この未設計部分については暫定的にトップエントリー炉と同一の設備価格として評価されている。表4.1の備考には、上記評価に対するコメントを各項目について示している。

一方、間接費①～⑤は直接費のある比率として別途算定される。そして、2.(5)「 」の記述に従ってメーカ設備分類ベースで再編成された建設コスト内訳が図4.2である。同図に示されているようにヘッドアクセス方式ループ型炉60万kWeの建設コストは軽水炉100万kWeの建設費を100としたときの比率で126.0と評価された。

図4.2より次のことが言える。

- (1)ヘッドアクセス方式ループ型炉60万kWeでは、原子炉構造及び1次冷却系の物量合理化が徹底している。
- (2)一方、UIS引き抜き方式及び燃料取扱いシステムに関連した諸設備のコストが増えている。
- (3)ヘッドアクセス方式ループ型炉60万kWeでは、建物・構築物の合理化が不徹底に終わっている様に見える。

以下にヘッドアクセス方式ループ型炉60万kWeの建設コスト評価について、トップエントリー炉のそれとの比較を通じて特徴を抽出し、コストの分析を行うこととする。

3.2原子炉構造及び1次冷却系の合理化について

ヘッドアクセス方式ループ型炉60万kWeの原子炉構造及び1次冷却系の合理化において顕著なものは次の通りである。

- (1)IVSとしていないこと、及びDRACSでないためその放射化を懸念する必要がないため中性子遮蔽層が少ない。また、運転サイクル期間がトップエントリー炉の15ヶ月に比べ12ヶ月と短いため燃料集合体総数が少ないので、制御棒本数が少なく*、制御棒駆動機構の物量が少ないこと。

*通常制御棒本数は炉心集合体数の8%程度

- (2)UIS引き抜き方式のため、原子炉容器の寸法が回転プラグ径に支配されず炉心寸法より決定されるので、上記(1)のコンパクトな炉心を反映して原子炉容器がコンパクト化され、ひいては炉内構造物、遮蔽プラグのコンパクト化、物量低減に寄与していること。

- (3)逆L字の上部流出入方式の1次系配管引き回しを採用することにより、原子炉熱出力をもんじゅの2倍以上としているにもかかわらず、配管長を約1/2(約

58m/ループ)、炉外配管に限定すれば約1/3(約31m/ループ)に短縮され、トップエントリー炉の1次系配管引き回し(69.3m/ループ)よりコンパクトとなっている。また、原子炉格納容器は内径;約32m、高さ;約71mとなっている。

(4)多液面システムとしていないことによりIHX、ポンプに容器が無いこと、管内1次方式IHXのコンパクト化をより直接的に物量低減に反映できること。

(5)上記(2),(3)及び(4)はガードベッセル、保温材、ナトリウム漏洩検出設備等の物量合理化に繋がっている。

なお、崩壊熱除去系については、IRACSはメンテナンス冷却系を含めても、DRACSより炉内熱交換器分だけ物量少であり、これは2次系安全系を考慮しても建設コスト面では合理的と評価されるように見える。

3.3 UIS引き抜き方式及び燃料取扱いシステムに関連した諸設備のコスト

UIS引き抜き方式及び燃料取扱いシステムに関連した諸設備のコストを、トップエントリー炉回転プラグ方式と比較して評価した結果を表4.2及び図4.3に示す。UIS引き抜き方式に関連した物量は炉上部構造、遮蔽プラグ、UISキャスク、UISピット、ドアバルブ及び取扱いクレーン(UIS及びキャスクの移動用ポーラクレーン)から構成されている。UIS引き抜き方式では、炉上部構造、遮蔽プラグの物量が小さいもののドアバルブのコストが大きく、結果として全コストは炉上部構造、遮蔽プラグから構成される回転プラグ方式(トップエントリー炉)をやや上回っている。但し、ドアバルブのコストについては、単価を上部デッキと同一としているので、ドアバルブの遮蔽材も構造材並みに見積られて7.3億円過大になっていることに注意する必要がある。ドアバルブのコストを適正に評価すれば、全コストは回転プラグ方式(トップエントリー炉)と同等と見られる。

燃料取扱いシステムについては、燃料取扱機(インセルクレーン)6基がコストを高いものにしていているとの評価結果になっている。

3.4 建物・構築物のコストについて

ヘッドアクセス方式ループ型炉60万kWeにおける建物・構築物のコストがトップエントリー炉のそれと比較して増大している様に見えるのは主として次の3点による。

- (1) 原子炉格納容器鋼板の物量及び同格納容器回りの高単価の曲面壁の物量がコストを押し上げていること。この効果が次の(2)より大きいと評価されている。
 なお、曲面壁は①原子炉格納容器内円筒壁:2190m³、②外部遮蔽壁:4300m³、③格納容器下部の運転床までの埋め込み部:8910m³からなる。③に対し曲面壁の単価を用いることは過大評価と考えられる。
- (2) 原子炉建物、原子炉補助建物が大きいこと。例えば、両者は、平面寸法63m×75m、高さ73m、容積約19万m³、総重量約25.8万トンであるが、トッ

プエントリー炉のそれらは平面寸法57m×58m、高さ約65m、容積約18万m³、総重量約22.0万トンである。

- (3) ディーゼル発電機建物、搬出待貯蔵建物があること。ディーゼル発電機を原子炉補助建物に入れる場合は、GLに近い階とし他の計装機器に振動を及ぼさない様にディーゼル発電機室を縁切りする等の制約が生じている。ヘッドアクセス方式ループ型炉60万kWeでは原子炉補助建物に1/3バッチ分の使用済燃料貯蔵セルがあり、搬出待貯蔵建物では1バッチ分の使用済燃料の貯蔵ができるものとして(トップエントリー炉の貯蔵容量に合せた)コスト評価している。

格納施設については、貫通部等重要な部分の漏洩率試験及び検査ができかつ所定の漏洩率を担保できる鋼製ライナーのコスト上のデメリットを睨んだとき寸法が過大にならない場合には鋼製容器の方が好ましく、また3ループで1次、2次系を均等分散に配置することを狙うと格納施設(容器)形状は円筒型が効率的であることから鋼製格納容器を選択した。コマンドコストコードでは、ライナ張矩形コンクリート格納施設の評価において、所定の漏洩率を担保できる鋼製ライナーやハッチ(機器ハッチはボックスシェル構造・内部遮蔽コンクリート充填の大ハッチと7個のRC造の小ハッチで構成されている)の単価が補助建物の炭素鋼ライナー並みとしているので、上記(1)についてはこれら鋼製ライナーやハッチのコスト過小評価に対する相対評価と見られる。

3.5 その他

コマンドコストコードによるヘッドアクセス方式ループ型炉60万kWeの建設コスト評価について、その他のコメントを以下にまとめる。

- ① ヘッドアクセス方式ループ型炉60万kWeでは蒸気条件の設定にあたってABWR等での非再熱サイクル、再熱サイクルのコスト比較を行い、非再熱サイクルが建設コストミニマムの観点で好ましいとし、高圧タービンを出た後の蒸気に対して特段の処置を要しない限度(排気湿り度15.3%)である蒸気温度483°C、蒸気圧力127kg/cm²gとした。今回の評価では、湿分分離器、再熱器の物量に関する本見解が反映されていない。
 - ② 設備単価については、UIS引き抜きでのドアバルブを床デッキと同等にしていること、同駆動機構を機器搬出入エアロックと同等にしていること、FHMの着脱式遮蔽プラグを通常の遮蔽プラグ等に行っていることは過大評価と考えられる。
 - ③ 炉内構造物の入口モジュールについては、ヘッドアクセス方式ループ型炉60万kWeでは連結管のみであり、流量調節は燃料集合体側で行う。この点、流量調節を永久構造物側で行う方式とコスト面でも差異があると考えられる。
 - ④ ヘッドアクセス方式ループ型炉60万kWeでは2次系が安全系となるが、この効果がこのコスト評価では明確でない。
- その他各項目評価の細部に対するコメントは表4.1備考に記す。

表4.1 ヘッドアクセス方式ループ型炉60万kWeの設備価格評価

項 目	単位価格	ヘッドアクセス方式 ループ型炉		備 考	トップエント リの価格と入 力値
		入力値	価 格		
[土地および土地権]	(千円)		(億円)		(億円)
(土地および土地権の取得)					
<u>土地(面積)</u>	2949/ヘクタール	227ヘクタール	<u>6.69</u>	米国CODEの為 米国地価で評価	<u>6.69</u> 227ヘクタール
[構築物および土地改良工事]					
(現地改良工事および施設)			<u>67.19</u>		<u>65.78</u>
サイト準備	—	—	32.27		(33.53)
土壌掘削	2.27/m ³	144350m ³	3.28		10100m ³
岩盤掘削	5.68/m ³	98600m ³	15.60		69000m ³
港湾施設	—	—	8.68		同左
防波堤	—	—	17.36		同左
(原子炉格納施設)					
<u>建物の基本構造物</u>			<u>85.94</u>		<u>45.85</u>
設計・エンジニアリング	9/hr	600hr	0.05		400hr
床のコンクリート	112.39/m ³	2550m ³	2.87		6300m ³
曲面壁のコンクリート	255.44/m ³	15400m ³	39.34	曲面壁が多いの でコスト高	2700m ³
直立壁のコンクリート	198.68/m ³	1800m ³	3.58		8360m ³
ドームのコンクリート	255.44/m ³	763m ³	1.95		0m ³
炭素鋼ライナ	84.09/m ²	1680m ² (6mm ^t)	1.39		5500m ² (6 ^t)
格納容器鋼板	292.00/m ²	8730m ² (38mm ^t)	20.27		0m ²
ハッチ	10015/ケ	13ケ	1.30	入力ミス	13ケ
機器搬出入プラグ	21031/ケ	1ケ	2.10		0ケ
パーソナルエアロック	30271/ケ	2ケ	0.61		2ケ
鋼製遮蔽体	478/ton	403ton	1.93		403ton(B ₄ C16.5t on追加要)
全重量	40/ton	2810ton	1.08	輸送コストに相 当	2310ton
現地労働	5/hr	186200hr	9.50		116900hr
<u>建物のサービス設備</u>			<u>1.4</u>		<u>1.59</u>
非常用雰囲気調整設備	—	3000m ³ /min×1基	0.24		1400×1基
常用雰囲気調整設備	—	600m ³ /min×1基	0.21		1500×3基
非常用ローカルクーラ設備	—	12200m ³ /min×1基	0.35		1400×3基
現地労働	5/hr	12000hr	0.61		13700hr

項 目	単位価格	ヘッドアクセス方式 ループ型炉		備 考	トップエント リの価格と入 力値
		入力値	価 格		
(原子炉補助建物)	(千円)		(億円)		(億円)
<u>建物の基本構造物</u>			<u>214.42</u>		<u>194.20</u>
設計・エンジニアリング	9/hr	1300hr	0.11		1200hr
ベースマットのコンクリート	112.39/m ³	9270m ³	10.42	建物体積が効い ている。トップ エントリ炉の 1.21倍	17500m ³
床のコンクリート	112.39/m ³	22400m ³	25.18		15700m ³
直立壁のコンクリート	198.68/m ³	31340m ³	62.27		27600m ³
炭素鋼ライナ	84.09/m ²	4150m ² ×6mm ^t	3.43		700m ² ×6 ^t
ハッチ数	10015/ケ	10ケ	1.0		31ケ
建物構造物鋼材	358.80/ton	5200ton	18.66		4300ton
建物サイディング鋼材	16.80/ton	3330ton	0.56		2930ton
全重量	40/ton	5280ton	2.07		4360ton
現地労働	5/hr	1780000hr	90.77		1582000hr
<u>建物のサービス設備</u>			<u>22.81</u>		
設計・エンジニアリング	9/hr	500hr	0.04		400hr
非常用ローカルクーラ設備		94m ³ /min×6基	0.07		94×6基
常用雰囲気調整設備	—	2840m ³ /min×8基	2.32		2040×10基
常用ローカルクーラ設備	—	306m ³ /min×4基	0.06		306×4基
ダクト	2990/ton	165ton	4.93		165ton
空気雰囲気セル	1.53/m ³	248700m ³	3.81		198000m ³
不活性雰囲気セル	19.92/m ³	6000m ³	1.20		320m ³
全重量	40/ton	211.75ton	0.08	設備重量	175ton
現地労働	5/hr	196800hr	10.04		173400hr
(タービン建物)	28.36/m ³	125000m ³	<u>35.93</u>		<u>35.93</u>
(ディーゼル発電機建物)	170./m ³	5430m ³	<u>9.23</u>	DG容量はトッ プエントリ並み	<u>0</u>
(放射性廃棄物建物)	101/m ³	26500m ³	<u>26.80</u>		<u>26.80</u>
(NI保守・補修建物)	33/m ³	26500m ³	<u>9.83</u>		<u>8.83</u>
(その他の諸設備建物)	46.43/m ³	8000m ³	<u>3.67</u>	搬出待貯蔵建物 (1バッチ分)	<u>0</u>
(スタック)					
スタック構造(高さ×平均径)	1028/m ²	120×4m ²	<u>4.93</u>		<u>4.93</u>

項 目	単位価格	ヘッドアクセス方式 ループ型炉		備 考	トップエント リの価格と入 力値
		入力値	価 格		
炉心支持構造物	(千円)		(億円)		(億円)
炉心支持構造物(上・下部炉心 支持板、放射ウエップ等)	8,700/ton	82.1ton	7.08		82ton
隔壁構造					
平板重量	8,200/ton	22.7ton	1.86		67ton
鍛造品	26,000/ton	0.8ton	0.21		1.0ton
熱遮蔽板	13,000/ton	27.2ton	3.58		19(+インコネル 2)ton
炉内貯蔵槽					
炉内貯蔵ラック	56,800/ton	3.2ton	1.82		2.0ton
全重量	38/ton	413ton	0.16		518ton
現地労働	5/hr	388200hr	19.8		483600hr
<u>固定遮蔽体および可動遮蔽体</u>			<u>42.62</u>		<u>60.92</u>
設計・エンジニアリング	9/hr	42,800hr	3.72		61,200hr
可動遮蔽体(中性子遮蔽体)					
SUS遮蔽体	11.48/kg	470kg×126体	6.80		580kg×78体
B ₄ C遮蔽体	35.59/kg	290kg×150体	17.72	トップエントリ B ₄ C価格(45.66)	310kg×372体
固定遮蔽体 - 非円筒型					
B ₄ C遮蔽体	23.92/kg	60,000kg	14.35	1次系配管回り の遮蔽+UIS上 部着脱式遮蔽体	16,800kg
全重量	40/ton	163ton	0.06		177ton
現地労働	5/hr	9200hr	0.47		13200hr
<u>遮蔽プラグ</u>			<u>44.71</u>		<u>59.29</u>
設計・エンジニアリング	9/hr	53900hr	4.68		53900hr
上部デッキ					
平板 ①	4,100/ton	16ton (100mm ^t)	0.67	①~④の価格合 計16.69	157ton (160 ^t)
②	4,400/ton	128ton (60mm ^t)	5.66		58ton (38 ^t)
③	4,800/ton	60ton (38mm ^t)	2.87		10ton (10 ^t)
④	4,300/ton	60ton (75mm ^t)	2.58		
ロール加工板	4,700/ton	118ton (38mm ^t)	5.58		124ton (38 ^t)そ の他65ton
鍛造品	5,400/ton	47ton	2.54	炭素鋼	18ton
熱遮蔽板	18,900/ton	60ton	11.34	SUS304	44ton

項目	単位価格	ヘッドアクセス方式 ループ型炉		備考	トップエントリ の価格と入 力値
		入力値	価格		
遮蔽体(上部デッキ)	(千円)		(億円)		(億円)
重コンクリート	200/m ³	198m ³	0.39	トップエントリ の価格13.44億	52m ³ (+鋼/鉛/B ₄ C50ton/127ton/14t on)
着脱式プラグ					回転プラグ97ton
鍛造品	5,400/ton	31.1ton	1.68		
熱遮蔽板	18,900/ton	2.5ton	0.47		17ton
遮蔽体(着脱式プラグ)				簡易回転プラグ+固定点伸縮 アームFHMで評 価(8mの入力ミ ス)、固定プラグ+伸縮アーム FHMなら4.71億 円は不要。	32.3m
着脱式プラグ円周長(ベアリング及びシール)	58,400/m	12m	4.71		
全重量		1317ton	0.5		1122ton
現地労働	5/hr	20200hr	1.03		25800hr
<u>制御棒駆動機構</u>			<u>54.91</u>		<u>86.79</u>
主炉停止棒駆動機構	289,803/体	13体	37.67		24体
後備炉停止棒駆動機構	287,308/体	6体	17.24		6体
<u>原子炉容器ガードベッセル および保温材</u>			<u>9.55</u>		<u>14.45</u>
設計・エンジニアリング	9hr	4100hr	0.36		6000hr
原子炉容器ガードベッセル					
ロール加工板(胴部)	4,740/ton	75.400ton	3.28	SUS304, 30mmt	122ton
プレス加工板(下鏡部)	12,820/ton	21.500ton	2.49	SUS304, 30mmt	33ton
フランジ	13,000/ton	21.2ton	2.68	リング鍛造、 GV径=9m	26ton
保温材	113/m ²	412m ²	0.46		700m ²
全重量	40/ton	118ton	0.05		181ton
現地労働時間	5/hr	4700	0.24		6800
[主冷却設備]					
(1次主冷却設備)					
<u>1次主循環ポンプ、駆動装置 およびガードベッセル</u>			<u>6.08/基</u>		<u>19.96/基</u>
設計・エンジニアリング	9/hr	5,600hr	0.49	設計・エンジニア リング費は1基 分でよい。GV はIHXに組み入 れる。	16000hr
1次主循環ポンプ					
ポンプ	16,100/m ³	ポンプ長=6.8m ポンプ径=1.5m	2.49	ポンプ長はトッ プエントリ並み ポンプ揚程 =80mNa	ポンプ長/径 6.8m/1.42m 揚程 80mNa等 ポンプ容器 (GV)=10.04(0. 87)億
モータ	30/hp	備考	1.19	流量 =195m ³ /min 効率=75% ポンプ回転数 =743rpm	
ドライブ	5/hp		1.51		230ton
その他	7/hp		0.26		
全重量	38/ton	35ton	0.01		
現地労働時間	5/hr	4300hr	0.22		32700hr

項目	単位価格	ヘッドアクセス方式 ループ型炉		備考	トップエントリ の価格と入 力値
		入力値	価格		
コールドレグ逆止弁	(千円) 344/mm	736.6mmφ(内径)	(億円) 2.62/ヶ	3ループ分 7.86(3ヶ分)	(億円) 該当設備なし
中間熱交換器および ガードベッセル			19.18/基	設計・エンジニア リング費は1基 分	37.32/基
設計・エンジニアリング	5hr	17200hr	1.49		31500hr
中間熱交換器				SUS316FR	
伝熱管	15/m	4920本×6m	4.43		4392本×5.5m
管板	10,700/ton	6.8ton×2体	1.46		7.3ton×2体
スパーサ	16/kg	100kg×9枚	0.14		100kg×9枚
2次側下降管	14,200/ton	8.8ton	1.25		下降管18.7ton
シュラウド	8,900/ton	3.5ton	0.31		8.7ton
入口プレナム胴,2次側上昇管	10,200/ton	24.2ton	2.47		吊胴16.2ton
鏡板	11,900/ton	2.1ton	0.25		3.4ton
ノズル	11,600/ton	0.51ton	0.06		4.5ton×2体
支持構造物(サポート胴)	8,600/ton	18.7ton	1.60		16.1ton
ガードベッセル					
フランジ	7,400/ton	28ton	2.06		IHX容器+隔 壁等=15.17億
胴・ロール加工板	4,200/ton	36.4ton×10mm ^t	1.53		
プレス加工板	2,886/ton	5.5ton×10mm ^t	0.16	熱処理:0.01億円	GV=1.62億
支持台					
支持台	4,100/ton	29.6ton×200mm ^t	1.21		支持台 2ton×50 ^t 0.13億
全重量	0.04/ton	227ton	0.09		400ton
現地労働時間	5	13000hr	0.066		95600hr
1次主冷却配管および支持装置			6.28	1ループあたり の価格で表示	19.10
設計・エンジニアリング	9/hr	5100/hr	0.44		8000/hr
ホットレグ配管				SUS316	
配管	683/m/m	配管径/長(/loop) =1.1m/10.2m	0.08		配管径/長 0.97m/20m
エルボ	208/ヶ	1ヶ/loop	0.00		2ヶ/loop
外筒	2,300/m/m	1.15mφ×3m	0.03		デッキシール 1.17mφ×11m
ベローズ①(バウンダリ)	31,100/m	1.55mφ×1ヶ	0.48		ベロー 1.4mφ×2ヶ
②(バックアップ)	31,100/m	1.8mφ×1ヶ	0.56	IHX用ベロー	0.5mφ×2ヶ
③(IHX胴用)	31,100/m	2.65mφ×1ヶ	0.82	?	0.05mφ×1ヶ
サポート(レストレイント)	107/ヶ	2ヶ	0.13	マイクロサーモ	1ヶ
断熱材	122/m ²	31.2m ²	0.04		41m ²

項目	単価価格	ヘッドアクセス方式 ループ型炉		備考	トップエント リーの価格と 入力値
		入力値	価格		
<u>ミドルレグ配管</u>	(千円)		(億円)		
配管	493/m/m	配管径=0.76m 配管長=11.4m	0.04		配管径/長 0.97m/22.3m エルボ2ヶ/loop デッキシール 1.17mφ×6m ベローズ 1.4mφ×2ヶ等 サポート1ヶ 断熱材41m ²
エルボ	164/ヶ	2ヶ	0.00		
サポート	107/ヶ	2ヶ	0.00		
断熱材	122/m ²	27.6m ²	0.03		
<u>コールドレグ配管</u>					
配管	493/m/m	配管径=0.76m 配管長=23.7m	0.09		配管径/長 0.76m/27m エルボ2ヶ/loop デッキシール 0.97mφ×14m ベローズ 1.2mφ×2ヶ等 サポート1ヶ 断熱材31m ²
エルボ	164/ヶ	3ヶ	0.00		
ベローズ①	21,400/m	1.5mφ	0.32		
②	21,400/m	1.25mφ	0.27		
サポート	107/ヶ	4ヶ	0.25		
断熱材	122/m ²	40m ²	0.05		
全重量	38/ton	55ton	0.02		66ton
現地労働時間	5/hr	67300hr	3.43		105800hr
(2次主冷却設備)					
<u>2次主循環ポンプ及び駆動装置</u>			<u>15.71</u>	3基分の価格で表 示している。	<u>15.71</u>
設計・エンジニアリング	9/hr	10,000hr	0.87		10,000hr
<u>2次主循環ポンプ</u>					
ポンプ	16093/m ³	ポンプ長=7.95m ポンプ径=1.63m	9.83	ポンプ長の根拠 は不明	ポンプ長/径 7.95m/1.8m
モータ	34.93/kW	} 備考	1.20	ポンプ揚程35(見 積り40)mNa 流量=160m ³ /min ポンプ効率 =80% ポンプ回転数 =1650rpm	ポンプ揚程40mNa 流量=210m ³ /min 回転数1460rpm
ドライブ	37.67/m·kg		0.76		
その他	7.28/kW		0.25		
全重量	40/ton	26ton	0.03		26ton
現地労働	5/hr	18100	2.77		21700
<u>2次主冷却系配管、支持装置</u>			<u>3.05/基</u>	<u>3基分=7.92</u>	<u>3.05/基</u>
<u>および膨張タンク</u>					
設計・エンジニアリング	9/hr	7,200hr	0.62		7,200hr
配管	420/m/m	0.66mφ×96m	0.30		0.71φm×100m
エルボ	3500/ヶ	4ヶ	0.14		4ヶ
膨張タンク	3,830/ton	2基×21.8ton	1.67		2基×21.8ton
ガード配管	7,180/ton	4.3ton	0.31		4.3ton
全重量	40/ton	30.7ton	0.01		30.7ton

項目	単価価格	ヘッドアクセス方式 ループ型炉		備考	トップエント リーの価格と 入力値
		入力値	価格		
(蒸気発生器設備)	(千円)		(億円)		(億円)
<u>蒸気発生器</u>			<u>69.88/基</u>	<u>3基分</u> <u>=190.78</u>	<u>68.3/基</u>
設計・エンジニアリング	9hr	108700hr	9.44		107900hr
伝熱管	73.9/m	97.2m×361本	25.93	伝熱管肉厚は 3.5mm。一方 トップエントリ の肉厚は3.8mm 伝熱管長の相違 は伝熱面積差 (3505/3300m ²)	91.5m×361本
管板	20,900/ton	5.7ton×4体	4.78		5.7ton×4体
スパーサ	31,200/ton	27.4ton	8.55		27.4ton
上部鏡板	8,100/ton	6.2ton	0.5		6.2ton
胴	9,900/ton	76.4ton	7.60		76.4ton
下部鏡板	8,100/ton	6.4ton	0.52	材料はMod.9Cr- 1Mo	6.4ton
ノズル	8,100/ton	0.6ton	0.05		0.6ton
下降管	10,100/ton	3.9ton	0.39		3.9ton
シュラウド	7,504/ton	12.3ton	0.92	} SUS304	12.3ton
熱遮蔽板	8,900/ton	0.2ton	0.02		0.2ton
ライナ	9,900/ton	3.6ton	0.36	Mod.9Cr-1Mo	3.6ton
ヘッダ	10,500/ton	0.9ton	0.09		0.9ton
内部配管	6,800/ton	0.3ton	0.02		0.3ton
内部支持構造物	8,400/ton	41.3ton	3.46	主蒸気圧力条件 が低いのでSGの 重量はトップエ ントリより小の はず。	41.3ton
支持構造物	7,200/ton	27.4ton	1.97		27.4ton
全重量	38/ton	765ton	0.29		765ton
現地労働	5/hr	97800hr	4.99		97100hr
<u>ナトリウム-水反応生成物収納 設備</u>			<u>2.09</u>	3基分で表示	<u>2.09</u>
ナトリウム-水反応生成物収 納設備(SWRPS)容器、スタッ クおよびセパレータタンク	2,000/ton	5ton	0.10	放出系配管口径 30Bの準定 圧=7.5kg/cm ² (3 DEG)	5ton
ラブチャーディスク	—	1	0.10		1
放出系配管	2070/m/m	30B(0.76mφ)×40m ×3ループ	1.90	放出系管台設計 20B×2ヶ	30B×40m×3ルー プ
<u>補助炉心冷却設備</u>			<u>21.17</u>	IRACS3基分及び メンテナンス冷 却系を計上	<u>34.17/DRACS4基</u>
設計・エンジニアリング	9/hr	1000hr	0.09	メンテレ系IHX が計上されてい ない。	17600hr
Na-空気熱交換器	149/m ²	1910×3基+140m ²	9.15		Na-Na51m ²
Na配管	1,710/m/m	0.267mφ×200m× 3ループ	2.75		Na-空気1720 0.267φ×200m ×4ループ
ガード配管	7,200/ton	4ton	0.86	IRACSの設計 14B(0.356mφ)×6 0m×3ループ	4ton
電磁ポンプ	69936/m ³ /m	3.7m ³ /min×3基	7.76		3.7m ³ /m×4基
全重量	40/ton	102ton/基	0.04	メンテレ系電磁 ポンプにしては 大きい	102ton/基
現地労働時間	5/hr	8700hr/基	0.44		5270hr/基

項目	単位価格	ヘッドアクセス方式 ループ型炉		備考	トップエント リーの価格と 入力値
		入力値	価格		
(放射性廃棄物処理設備)	(千円)		(億円)	具体的な設計をしていないため、暫定的にトップエントリ炉の設計並みとして見積もった。	(億円)
液体廃棄物処理設備	19,490/m ³ /hr	1.6m ³ /hr	0.31		1.6m ³ /hr
気体廃棄物処理設備			2.46		
気体廃棄物処理	21,712/Nm ³ /hr	8Nm ³ /hr	2.40		8Nm ³ /hr
ガス系配管 ①	—	0.025mφ×100m	0.02		0.025φ×100m
②	—	0.051mφ×100m	0.04		0.051φ×100m
固体廃棄物処理設備	813/ton/yr	9ton/yr	0.07		9ton/yr
(燃料取扱および貯蔵設備)			118.62		45.33
燃料受入、貯蔵および搬出設備					
設計・エンジニアリング	9/hr	155,800hr	13.52		UCSキャスクの単価は鋼製遮蔽体と同等
UISキャスク	650/ton	400ton	2.60	ドアバルブの単価は上部デッキと同等(→遮蔽材も構造材の単価694万円/tonで評価) / 駆動機構の単価は機器搬入エアロックと同等。	燃料移送セル (0.98億)
UISピットライナ	186.5/m ²	120m ²	0.22		
ドアバルブ					
① 原子炉床ドアバルブ	6940/ton	360ton(構250,遮110)	24.98 (20.52)		
② UISピット床ドアバルブ	6940/ton	200ton(構130,遮70)	13.88 (11.04)		
③ 駆動機構	201,800/基	2基	4.04		
燃料取扱セル				インセルクレーン基数;新燃料用1+ 使用済用1+貯蔵用4基	1基
燃料取扱機(インセルクレーン)	425,754/基	6基	25.55		1基
缶詰装置	25,606/基	1基	0.26		1基
缶詰貯蔵ラック	118,916/基	1基	1.19		1基
新燃料貯蔵ラック	118,916/基	1基	1.19	燃料取扱セル、乾式貯蔵、洗浄設備、FHMコントロールシステム	1基
新燃料検査装置	163,401/式	2式	3.27	の合計47.89億	2式
新燃料予熱装置	17,360/式	1式	0.17		2式
燃料昇降機	390,600/台	1台	3.91	トップエントリー炉の対応設備コスト36.42億	1台
ガスロック	85,715/ヶ	2ヶ	1.71		2ヶ
パワーマニピュレータ	199,857/基	1基	2.00		1基
乾式貯蔵				インセルクレーン6基のコストが高い	該当施設なし
保持筒	2,038/体	180体	3.67		
移送ポット及び貯蔵ポット	7.7/ton	86ton	0.01		
洗浄設備					湿式貯蔵 洗浄槽2基
洗浄槽	243,908/基	1基	2.44		湿式貯蔵637体
FHMコントロールシステム			2.52		水中移送機/水処理設備:1台/1基
現地労働時間	5/hr	280,800hr	14.32		74,800hr

項目	単位価格	ヘッドアクセス方式 ループ型炉		備考	トップエント リーの価格と 入力値
		入力値	価格		
<u>格納容器内燃料取扱設備</u>	(千円)		<u>32.85</u>		<u>35.15(億円)</u>
設計・エンジニアリング	9/hr	34,400hr	2.99		35,100hr
プラグ駆動装置	72,912/基	1基(FHM用)	0.73		2基
単段伸縮アーム型燃料交換機	1,047,676/基	1基	10.48		1基/直動式燃 料交換機1基
燃料移送セル監視窓	10,850/ヶ	1ヶ	0.11		1ヶ
ドアバルブ周辺支持構造 +UISキャスク内機構	335,265	1式	3.35		回転チェンバ 方式燃料出入 機 1式
燃料移送セル遮蔽体重量 炭素鋼	2870/ton	430ton	12.34		鉛155ton
全重量			0.72		151.5ton
現地労働時間	5/hr	42,000hr	2.14		42,800hr
(その他原子炉プラント設備)					
<u>不活性ガス受入及び処理設備</u>			<u>13.77</u>		<u>13.77</u>
カバーガス流量	728,008	0.22m ³ /min	1.57		0.22m ³ /min
カバーガス配管					
1次アルゴンガス配管 ①	4230/m/m	0.076m ϕ ×177m	0.57	1次アルゴンガス 配管設計はトップ エントリ炉より 簡素(見積りに は反映していな い)	0.076 ϕ ×177m
②	386/m/m	0.089m ϕ ×124m	0.43		0.089 ϕ ×124m
2次アルゴンガス配管	4620/m/m	0.051m ϕ ×800m	1.88		0.051 ϕ ×800m
窒素ガス流量	268,213	—	9.22		—
窒素ガス配管	0.65/m/m	0.076m ϕ ×200m	0.1		0.076 ϕ ×200m
<u>予熱保温設備</u>					
予熱保温設備	126/m ²	1000m ²	<u>1.26</u>		3720m ²
<u>冷却材受入、貯蔵、充填</u>			<u>66.73</u>	トップエントリ 炉とはエコノマ イザ分だけ異なる 評価。	<u>57.80</u>
<u>および純化設備</u>					
設計・エンジニアリング	9/hr	62,300	5.41		62,300
配管	2.85/m/m	0.106m ϕ ×10000m	30.26		0.106 ϕ ×10000
貯蔵タンク重量	3640/ton	200ton	7.27		200ton
バイパートラップ等	—	—	3.68	「等」とは崩壊 熱除去系等の純 化ループ	—
電磁ポンプ	69936/m ³ /min	0.11m ³ /min	0.08		0.11m ³ /min
1次系炉外コールドトラップ	—	2基	0		3基(浸せき型)
2次系コールドトラップ	—	5基	0.67		5基
エコノマイザ	—	4基(1次系:1基 2次系:3基)	8.93		該当設備なし
ナトリウム弁	21,000/m/ヶ	0.1m ϕ ×52ヶ	1.18		0.1m ϕ ×52ヶ
全重量	40	1588	0.61		1588
現地労働時間	5/hr	169,600	8.65		169,600

項目	単位価格	ヘッドアクセス方式 ループ型炉		備考	トップエント リーの価格と 入力値	
		入力値	価格			
<u>ナトリウム漏洩検出設備</u>	(千円)		<u>10.25</u>		<u>20.01(億円)</u>	
設計・エンジニアリング	9/hr	2100hr	0.18		4000hr	
1次主冷却系配管用	43/m	配管長172m	0.07		237m	
2次主冷却系配管用	39/m	配管長270m	0.11		391m	
補助ナトリウム系配管用	38/m	配管長10000m	3.77		10000m	
被監視容器用	46.72/m ²	表面積510m ²	0.24	原子炉容器、1次配管、1次D/T、エコノマイザ、燃料処理の表面積、セル容積	5500m ²	
被監視セル用	21.07/m ³	体積8640m ³	1.82		25800m ³	
全重量	40/ton	70ton	0.03		65ton	
現地労働時間	5/hr	79100hr	4.03		149200hr	
(原子炉設備補助冷却設備)					具体的な設計をしていないため、暫定的にトップエントリ炉の設計並みとして見積もった。	
<u>非常用冷却水設備</u>			<u>12.59</u>			<u>12.59</u>
設計・エンジニアリング	9/hr	100	0.01			100
補機冷却海水系	—	7m ³ /min	0.30			7m ³ /min
補機冷却水系統	—	3.9m ³ /min	0.50	3.9m ³ /min		
チラー水系	—	2系統×2.2m ³ /min	4.44	2×2.2m ³ /min		
補機冷却海水用配管	655/m/m	0.267m ϕ ×200m	0.35	0.267 ϕ ×200m		
補機冷却水用配管	660/m/m	0.216m ϕ ×2000m	2.86	0.216 ϕ ×2000		
チラー水配管	655/m/m	0.356m ϕ ×1000m	2.31	0.356 ϕ ×1000		
全重量	40/ton	410	0.16	410		
現地労働時間	5/hr	32800	1.67	32800		
<u>窒素雰囲気ガス冷却設備</u>			<u>0.49</u>	<u>0.49</u>		
設計・エンジニアリング	9/hr	100	0.01	100		
非常用冷却器・ブロウユニット	—	85m ³ /min×2基	0.02	85m ³ /min×2		
非常用配管						
配管	290/m/m	0.508m ϕ ×124m	0.19	0.508 ϕ ×124m		
エルボ	—	20ヶ	0.08	20ヶ		
支持装置	—	13ヶ	0.05	13ヶ		
全重量	40/ton	62ton	0.02	62ton		
現地労働時間	5/hr	2500hr	0.13	2500hr		
<u>保守・補修設備</u>				具体的な設計をしていないため、暫定的にトップエントリ炉の設計並みとして見積もった。		
保守・点検設備	—	一式	<u>56.44</u>		<u>56.44</u>	
<u>ナトリウム除去及び除染装置</u>	—	除染槽容積160m ³	<u>19.50</u>		<u>19.50</u>	

項 目	単位価格	ヘッドアクセス方式 ループ型炉		備 考	トップエント リーの価格と 入力値
		入力値	価 格		
(計測制御設備)	(千円)		(億円)		(億円)
原子炉制御設備		原子炉容器廻計測, 破損燃料検出等	15.62		15.62
熱輸送系制御設備	106,330	3系統×(1次系+2次系)	6.38		6.38
SG系制御設備	106,330	3系統	3.19		3.19
プロセス計測設備			49.12		56.44
プラント制御設備および 安全保護系			36.46		36.46
制御棒本数	66,619/体	19体	12.66		30体(19.99)
データ処理表示設備			4.94		4.94
運転員操作室	10850/ケ	3/ケ	0.33		3/ケ
アナログ入力点	22	6900	1.50		6900
アナログ出力点	81	1000	0.81		1000
デジタル入出力点	15	2000	0.30		2000
放射線監視設備					
放射線監視装置設置部屋	83111	16	13.30		13.30
[タービン発電機設備]				主蒸気条件	
(タービン発電機)				483°C	
タービン発電機および付属品	—	640MWe	125.27	154kg/cm ² g	タービンに湿分 分離器を設置す る
基 礎	—	4460m ³	8.61		8.61
主および補助蒸気設備			4.92		トップエントリ の主蒸気条件
設計・エンジニアリング	9hr	900hr	0.08	495°C	900hr
主蒸気設備	—	2590ton/hr	2.13	169kg/cm ² g	2590ton/hr
主蒸気配管				タービンに蒸気 再熱器を設置す る	
配管	600/m/m	0.356mφ×370m	0.79		0.356φ×370m
エルボ	—	34ケ	0.14		34ケ
サポート	—	42ケ	0.19		42ケ
全重量	40/ton	107ton	0.04		107ton
現地労働時間	5/hr	30400hr	1.55		30400hr
循環水設備			73.56		73.56
循環水流量	493/m ³ /min	2255m ³ /min	11.12		2255m ³ /min
循環水配管	982/m	834m	8.19		834m
海水配管	—	—	54.25	循環水設備、復 水設備は電気出 力比で評価せず	—
復水設備	890/(ton/hr)	2090ton/hr	21.13		21.13

項目	単位価格	ヘッドアクセス方式 ループ型炉		備考	トップエントリ の価格と入 力値
		入力値	価 格		
<u>給水加熱設備</u>	(千円)		<u>27.12</u>	給水加熱設備は 電気出力比で評 価せずトップエ ントリ炉の設計 並みとして見積 もる。	<u>27.12(億円)</u>
設計・エンジニアリング	9hr	2800hr	0.24		2800hr
給水設備	720/(ton/hr)	2973ton/hr	21.33		2973ton/hr
給水配管					
配管	200/m/m	0.55φm×410m	0.41		0.55φ×410m
エルボ	—	50ヶ	0.23		50ヶ
サポート	—	37ヶ	0.09		37ヶ
全重量	40/ton	109ton	0.04		109ton
現地労働時間	5hr	93,000hr	4.74		93,000hr
<u>他のタービン設備</u>	—	—	<u>45.51</u>		<u>45.51</u>
<u>タービン関係計測制御設備</u>	—	—	<u>5.64</u>	<u>5.64</u>	
[付属電気設備] (開閉設備)	—	—	<u>16.03</u>	電気出力により 評価	<u>16.13</u>
(所内給電用設備) <u>所内給電用</u>			<u>8.33</u>	所内給電用設備 は電気出力比で 評価せずトップ エントリ炉の設 計並みとして見 積もる。	<u>8.33</u>
<u>および起動用変圧設備</u>					
変圧器	136,167/ヶ	3ヶ	4.09		3ヶ
母線	605/m	550m	3.33		550m
基礎	153/m ³	600m ³	0.92		600m ³
<u>ユニットサブステーション</u>			<u>3.00</u>		<u>3.00</u>
開閉器	16,318/ヶ	12ヶ	1.96	12ヶ	
変圧器	8,680/ヶ	12ヶ	1.04	12ヶ	
<u>補助電力設備</u>			<u>22.29</u>		<u>22.29</u>
バッテリー設備 ①	—	2000Ah×6系統	6.35	2000Ah×6系	
②	—	4000Ah×6系統		4000Ah×6系	
ディーゼル発電設備 ①	—	3200kW×2系統	14.47	3200kW×2系	
②	—	2000kW×1系統		2000kW×1系	
インバータ ①		10kVA×6系統	1.47	10kVA×6系統	
②		50kVA×6系統		50kVA×6系統	
③		150kVA×2系統		150kVA×2系	
(配電盤) 制御盤	16,362/面	130面	<u>21.97</u>	トップエントリ 炉の設計並みと して見積もる。	<u>21.97</u>
補助電力および信号盤	6,922/面	100面	<u>6.92</u>		<u>6.92</u>

項 目	単位価格	ヘッドアクセス方式 ループ型炉		備 考	トップエント リの価格と入 力値	
		入力値	価 格			
(防護設備)	122,627/式	5式	<u>6.13</u>		<u>6.13</u> (億円)	
(電気関係構築物および 配線収納設備)						
地下配線用ダクト	7/m	920m	<u>0.07</u>		<u>0.07</u>	
ケーブルトレイ	50/m	15,700m	<u>7.82</u>		<u>7.82</u>	
コンジット	21/m	46,200m	<u>9.89</u>		<u>9.89</u>	
(動力用および制御用配線)						
発電機回路用配線	—	—	<u>5.60</u>		<u>5.60</u>	
所内給電用配線			<u>64.72</u>		<u>64.72</u>	
所内給電用動力配線	8.54/m	550,000m	46.99		550,000m	
制御および計装用配線	2/m	830,000m	17.73		830,000m	
[発電用雑設備]						
(輸送、荷役設備)						
クレーンおよびホイスト			<u>15.29</u>		<u>11.33</u>	
一般グレードクレーン ①	—	100ton×38m		トップエントリ 炉との差は耐震 グレードクレー ン①(UIS+キャ スク移動用ポー ラクレーン)によ る。トップエン トリ炉の①はブ リジクレーン(補 修時にはフック を強化)	100ton×38m	
②	—	100ton×24m	3.51		100ton×24m	
③	—	50ton×15m			50ton×15m	
耐震グレードクレーン ①	—	560ton×32m	(6.56)		250ton×34m	
②	—	100ton×27m	11.57		100ton×27m	
③	—	100ton×21m			100ton×21m	
ホイスト①		60ton	0.22		60ton	
②		120ton			120ton	
輸送、荷役雑設備	—	—	<u>1.08</u>			<u>1.08</u>
(空気・水・蒸気供給設備)						
圧縮空気供給設備			<u>0.60</u>		<u>0.60</u>	
コンプレッサー	14,105/ヶ	3ヶ	0.42		3ヶ	
配 管	590/m/m	0.102mφ×300m	0.18		0.102φ×300m	

項 目	単位価格	ヘッドアクセス方式 ループ型炉		備 考	トップエント リの価格と入 力値
		入力値	価 格		
<u>プラントサービス水設備</u>	(千円)		<u>6.43</u>		<u>6.43</u> (億円)
機 器	14,105/ケ	13ケ	1.83		13ケ
配 管 ①	470/m/m	0.267m ϕ ×100m	0.13		0.267 ϕ ×100m
②	440/m/m	0.406m ϕ ×2500m	4.47		0.406 ϕ ×2500
<u>通常消火設備</u>			<u>15.61</u>		<u>15.61</u>
機 器	14,105/ケ	3ケ			3ケ
配 管 ①	650/m/m	0.076m ϕ ×13000m	6.44		0.076 ϕ ×13000
②	510/m/m	0.152m ϕ ×4000m	3.11		0.152 ϕ ×4000
③	460/m/m	0.305m ϕ ×4000m	5.64		0.305 ϕ ×4000
<u>補助蒸気設備</u>			<u>12.51</u>		<u>12.51</u>
機 器	14,105/ケ	22ケ	3.10		22ケ
配 管 ①	840/m/m	0.076m ϕ ×4300m	2.75		0.076 ϕ m4300m
②	2400/m/m	0.076m ϕ ×1800m	3.29		0.076 ϕ ×1800
③	2010/m/m	0.152m ϕ ×1100m	3.37		0.152 ϕ ×1100
<u>ナトリウム消火設備</u>			<u>23.88</u>		<u>38.80</u>
2次主冷却設備および SG据付最下室床面積	1717/m ²	1391m ²	23.88		2260m ²
[特殊材料]					
<u>1次冷却材ナトリウム</u>	410/ton	700ton	<u>2.85</u>		<u>6.94</u>
<u>2次冷却材ナトリウム</u>	410/ton	200ton	<u>0.81</u>		<u>1.69</u>
				Na以外の特殊材 料として、IHX、 ポンプG/Vの充填 材が評価されて いない。	

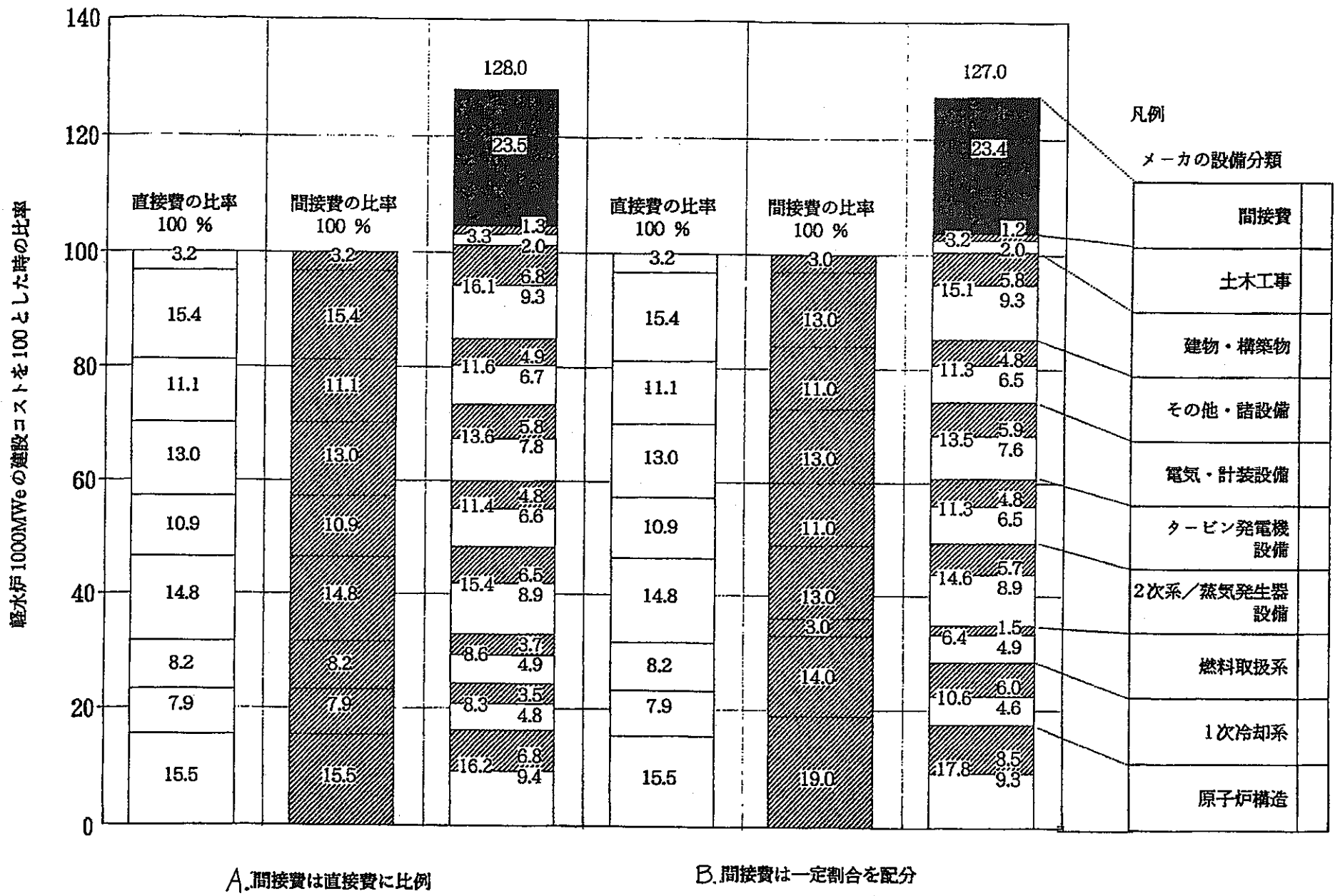


図4.1 間接費の配分方法

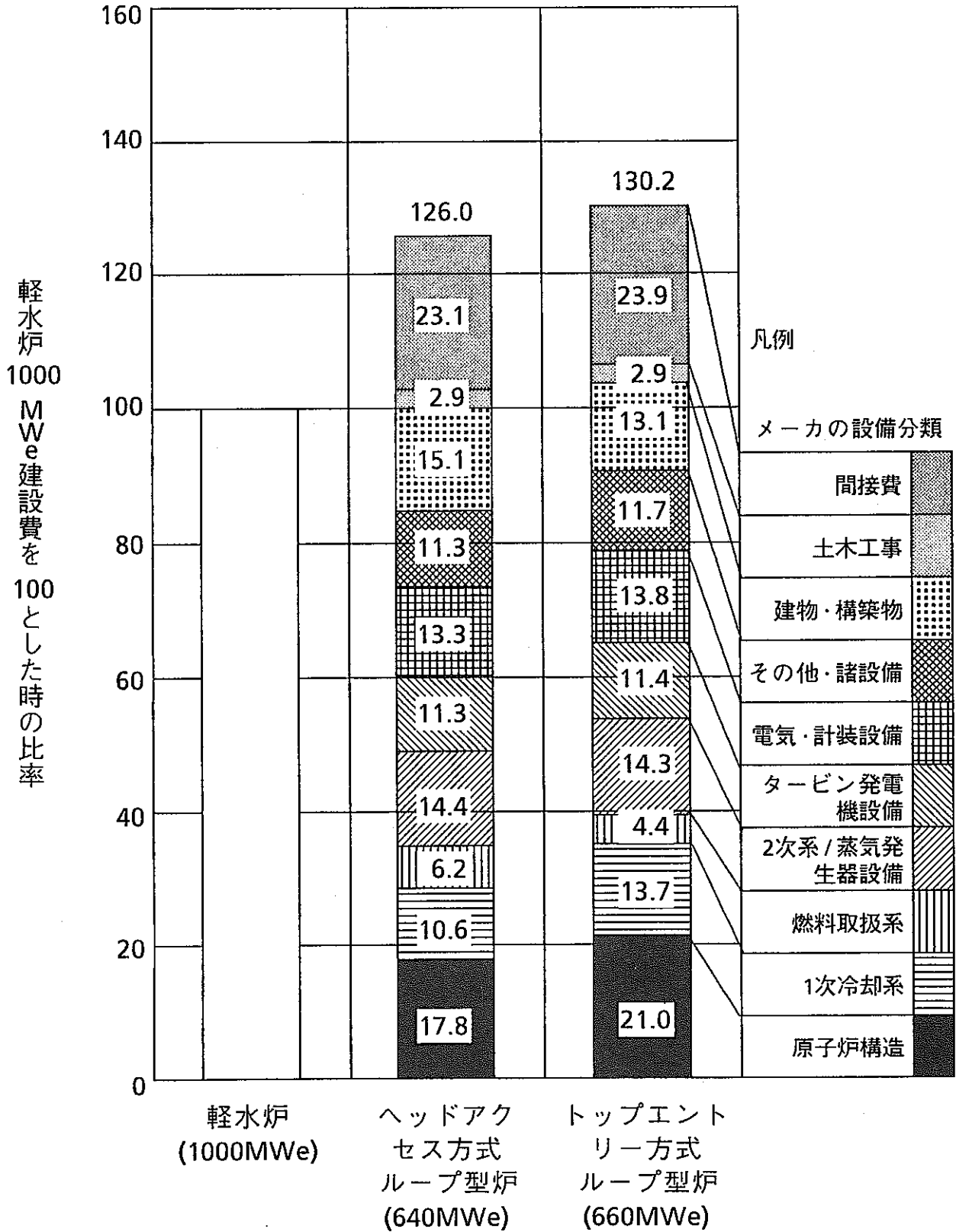


図4.2 建設コストの内訳

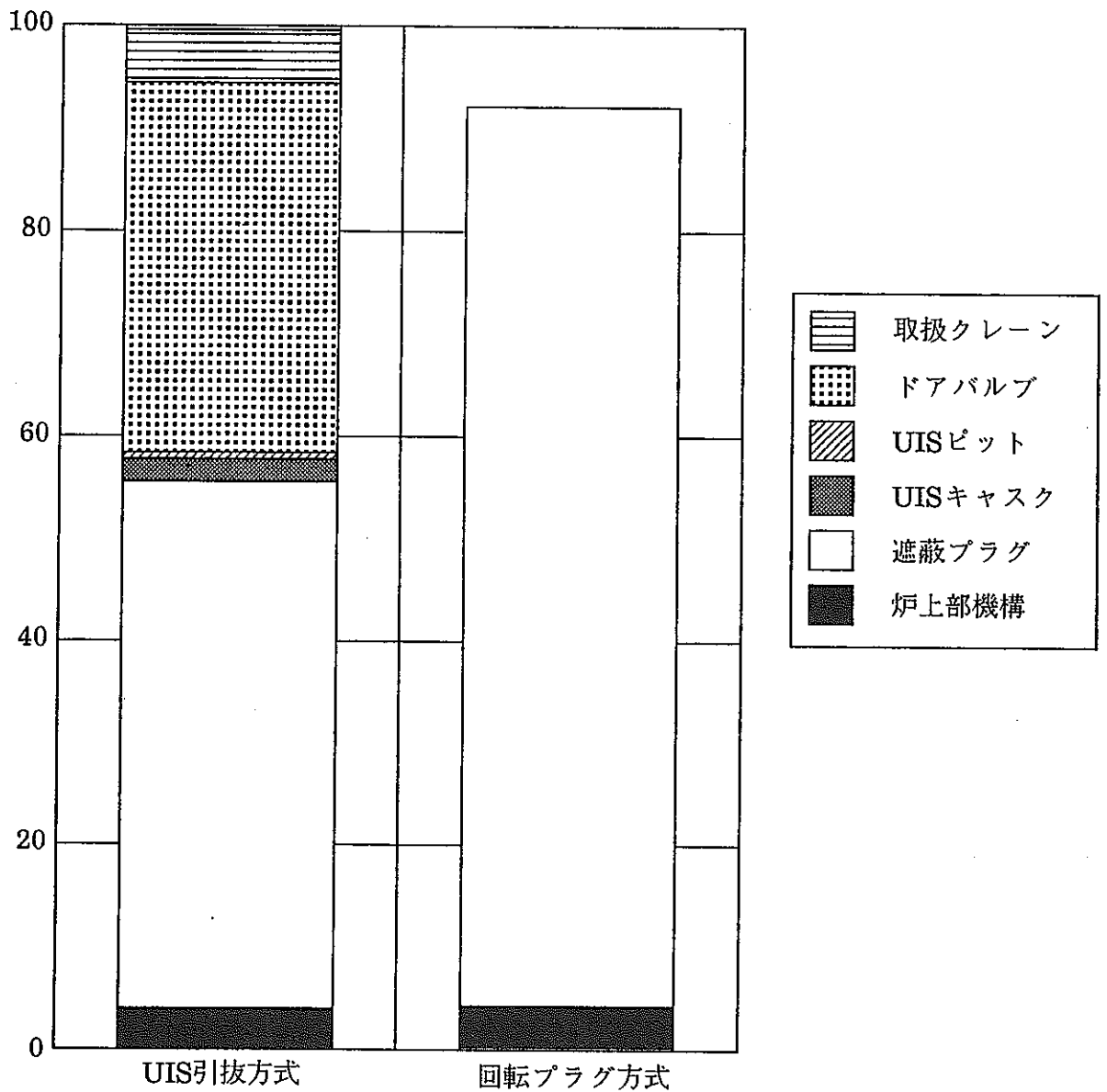


図 4.3 U I S 引抜き方式に関連したコスト

表 4.2 U I S 引抜き方式に関連したコスト試算

(百万円)

			UIS引抜き方式			回転プラグ方式		
			入力値	単位	コスト	入力値	単位	コスト
炉上部構造	炉上部機構	INCONEL718重量	1	ton	71.76	1	ton	71.76
		SUS重量	11	ton	400.51	11	ton	400.51
	遮蔽プラグ	上部デッキ重量	696	ton	4830.24	680	ton	4719.20
		回転プラグ重量	65	ton	429	430	ton	2838.00
		回転プラグ円周長	12	m	777.6	42	m	2721.60
		ケーブル長さ	5	100m	9.2	5	100m	9.20
付帯設備	UISキャスク	UISキャスク重量	400	ton	260.00	X		
	UISピット	ライナ表面積	120	m ²	22.80			
	ドアバルブ	ドアバルブ①	360	ton	2498.40			
		ドアバルブ②	200	ton	1388.00			
		ドアバルブ③	2	基	403.6			
取扱クレーン	クレーン容量	560	ton	656				
合 計			11747.11			10760.27		

1.5 結言

1. ヘッドアクセス方式ループ型炉60万kWeは、原子炉構造、1次系を中心にコンパクト化が図られており、建設費低減の原動力になっていることが示された。
2. 複数の異なる建設費評価コードによって、ヘッドアクセス方式ループ型炉60万kWeは近未来の大型炉の目標とされている経済性を備えていることが示された。

II. 図面集

- 図1 プラント全体鳥瞰図
- 図2 プロットプラン
- 図3 原子炉建物全体機器配置図FL-13.0m(B2F)
- 図4 原子炉建物全体機器配置図FL-8.3m(B1F)
- 図5 原子炉建物全体機器配置図FL+0.2m(1F)
- 図6 原子炉建物全体機器配置図断面A-A
- 図7 原子炉建物全体機器配置図断面B-B
- 図8 1次、2次主配管引回し図
- 図9 主冷却系高さ関係図
- 図10 水蒸気系構成概念図
- 図11 1次系鳥瞰図
- 図12 高増殖炉心 炉心構成図
- 図13 基底増殖炉心 炉心構成図
- 図14 燃料集合体寸法概略図
- 図15 原子炉構造概念図
- 図16 原子炉容器下部鏡構造
- 図17 炉心支持構造立面図
- 図18 炉心支持構造断面図(A-A断面)--1/3セクタ
- 図19 外筒構造概念図
- 図20 主炉停止棒駆動機構構造図
- 図21 炉心上部機構(UIS)概念図
- 図22 UISキャスク概念図
- 図23 床ドアバルブ概念図
- 図24 固定プラグ概念図
- 図25 炉上部機構一体型二重回転プラグ概念図縦断面図(代案設計検討)
- 図26 炉上部機構一体型二重回転プラグ概念図平面図(代案設計検討)
- 図27 シールベローズ構造概念図
- 図28 中間熱交換器
- 図29 蒸気発生器
- 図30 燃料交換機(伸縮ローム式)
- 図31 着脱式簡易プラグ
- 図32 燃料交換機概念図(代案設計検討)
- 図33 燃料出入機
- 図34 地下台車
- 図35 インセルクレーン
- 図36 保持筒
- 図37 起動時液位保持機能付き純化系構成概念図

図38 1次純化系系統概念図

図39 1次純化系エコノマイザ概念図

図40 1次純化系コールドトラップ概念図

図41 1次充填ドレン系系統概念図

図42 1次充填ドレン系ダンプタンク概念図

図43 2次純化系系統概念図

図44 2次純化系コールドトラップ概念図

図45 2次充填ドレン系系統概念図

図46 2次充填ドレン系ダンプタンク概念図

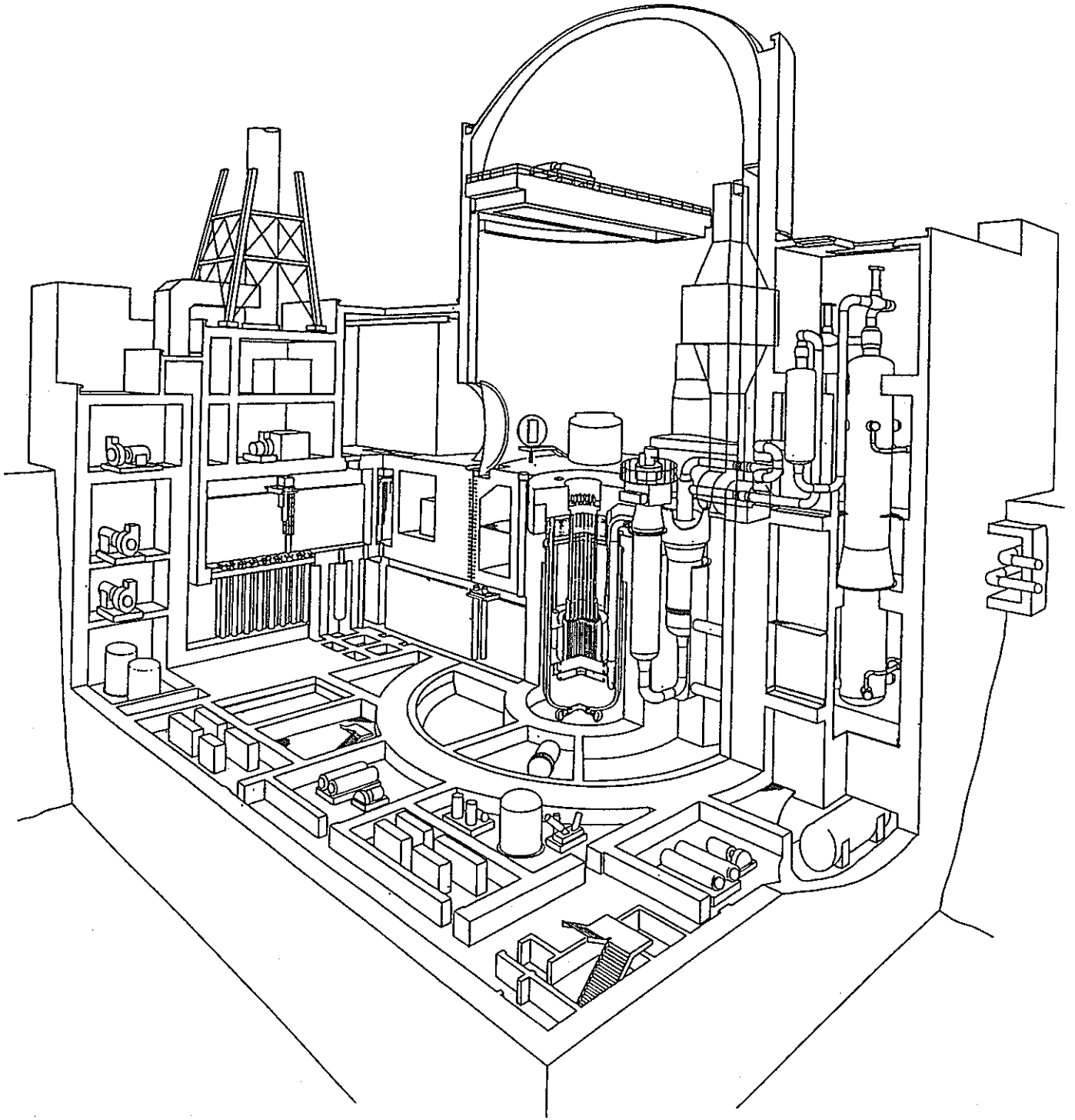


図1 プラント全体鳥瞰図

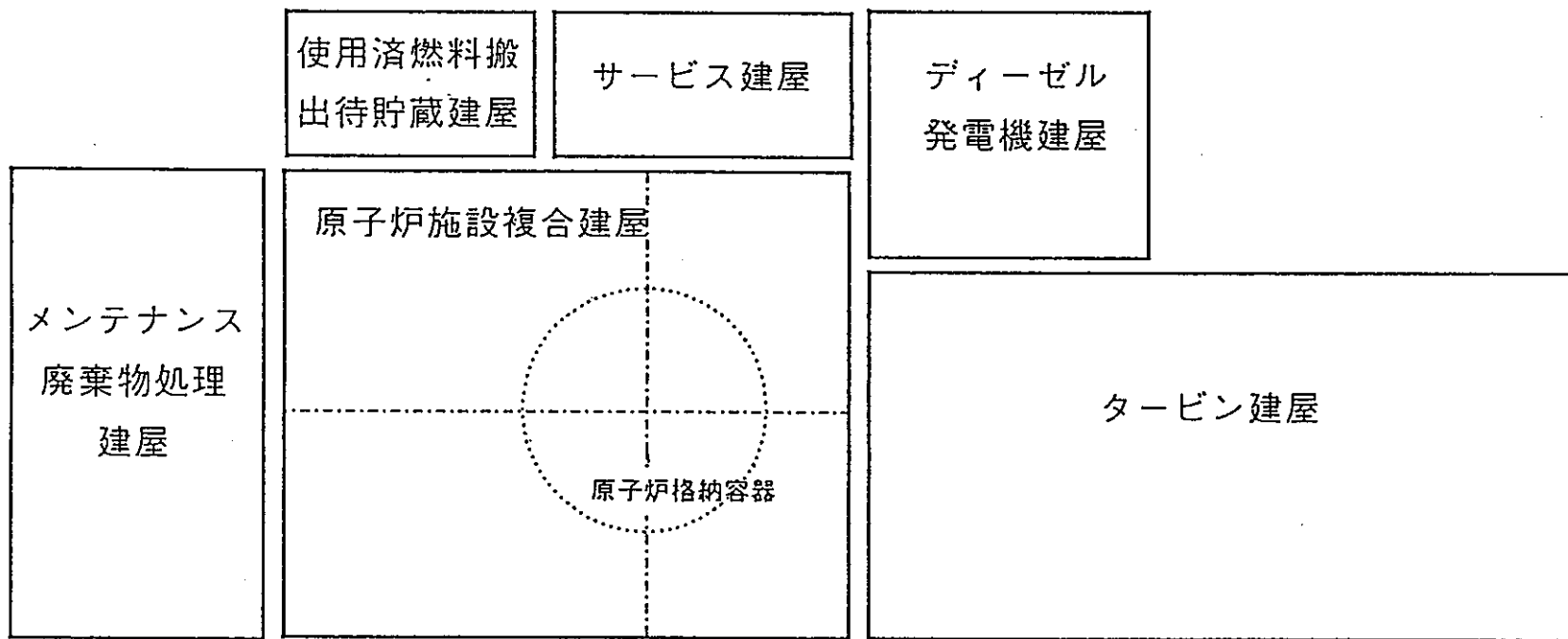


図2 プロットプラン

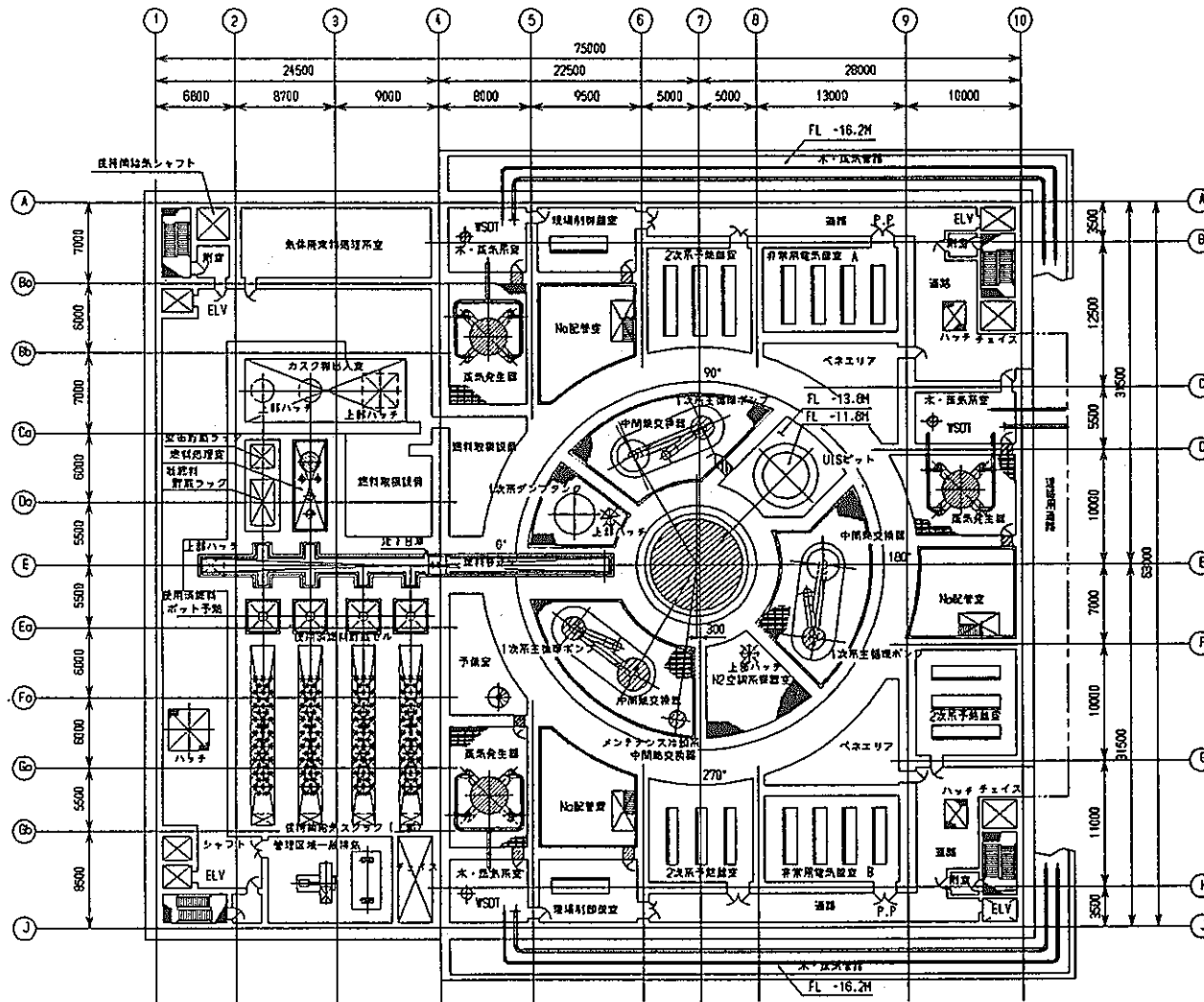
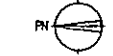
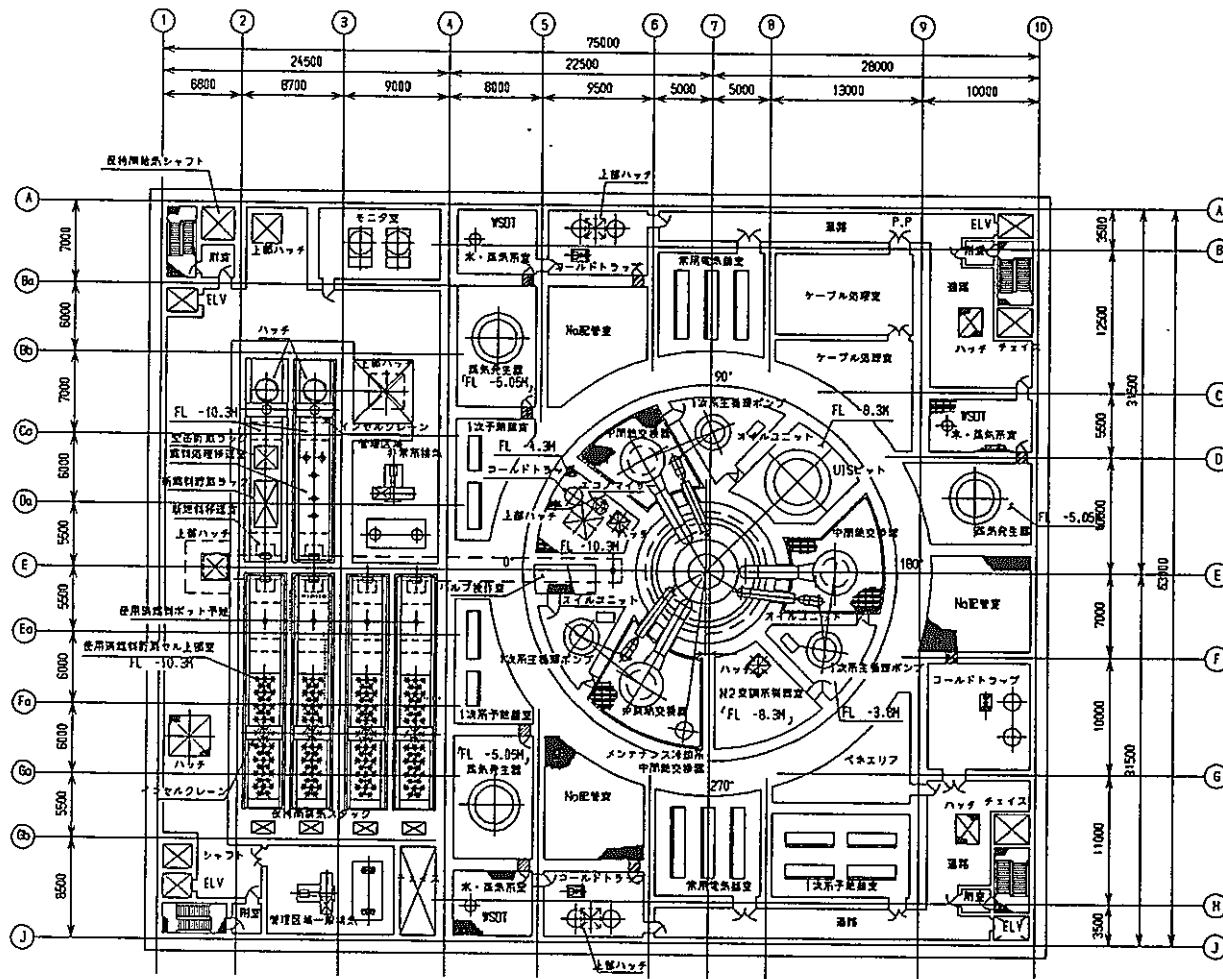


図3 原子炉建物全体機器配置図FL-13.0m(B2F)

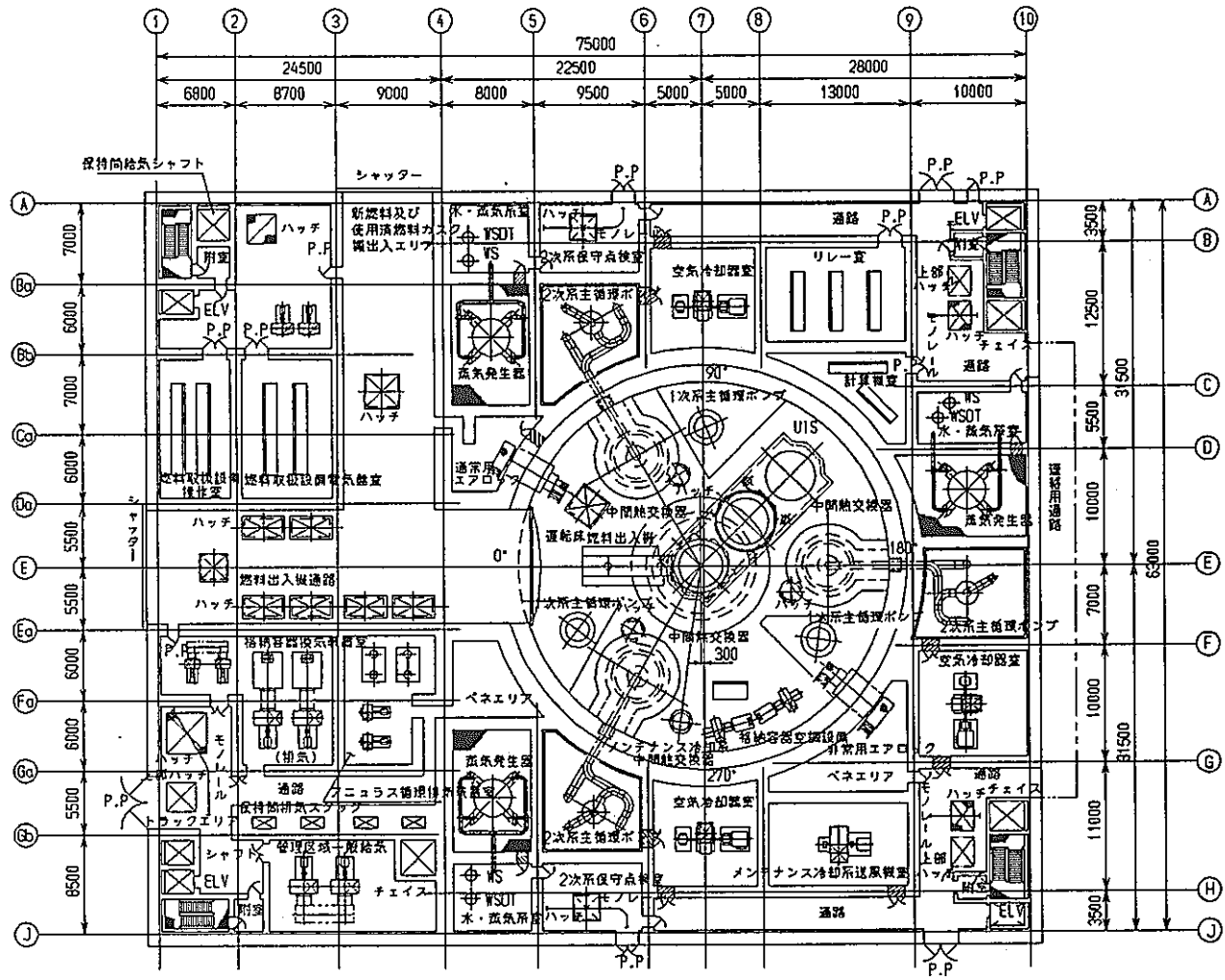
60万kWe FBR 大型炉
 原子炉建物全体機器配置図
 FL -13.8m(B2F)





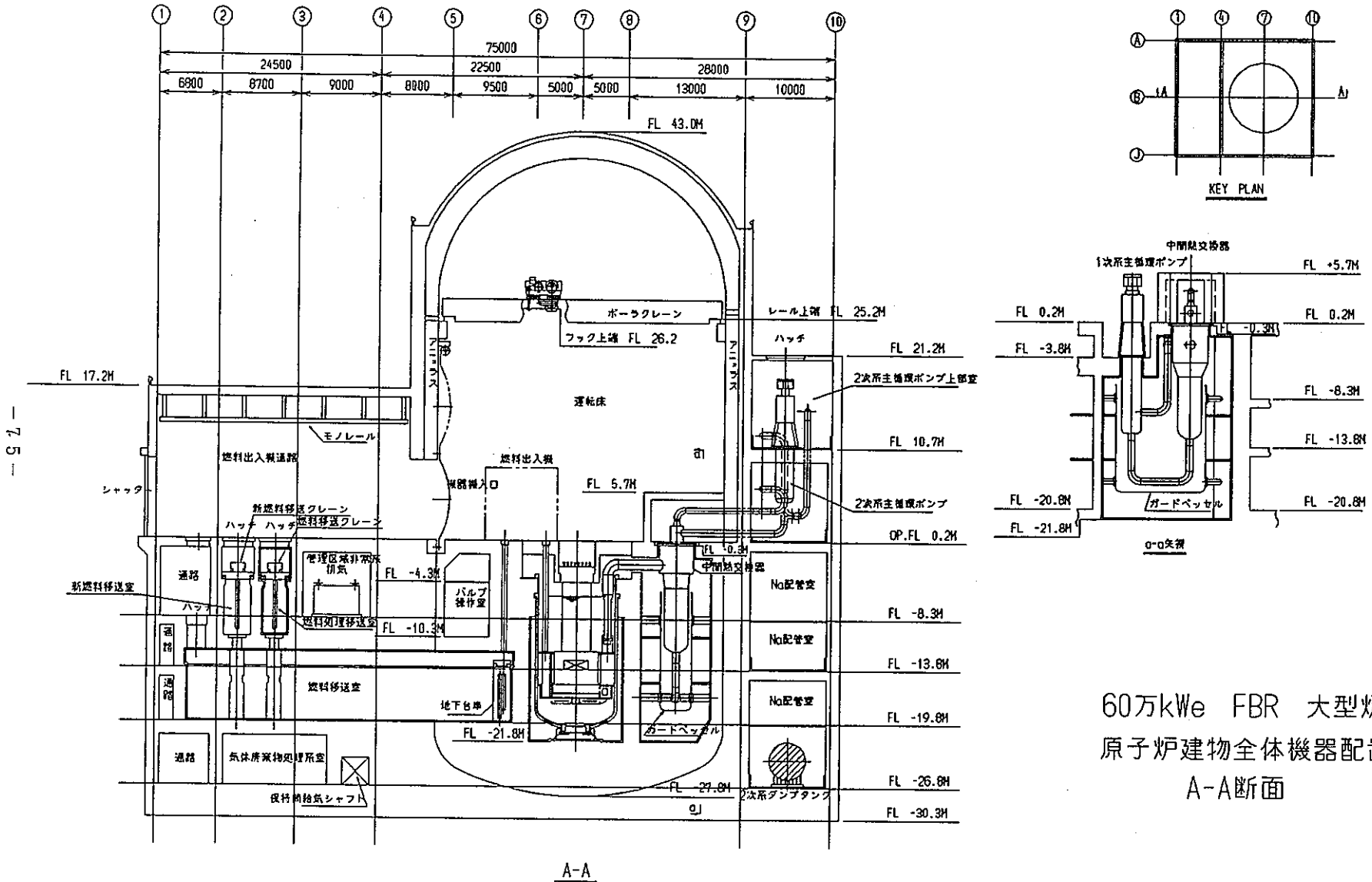
60万kWe FBR 大型炉
 原子炉建物全体機器配置図
 FL -8.3m(B1F)

図4 原子炉建物全体機器配置図FL-8.3m(B1F)



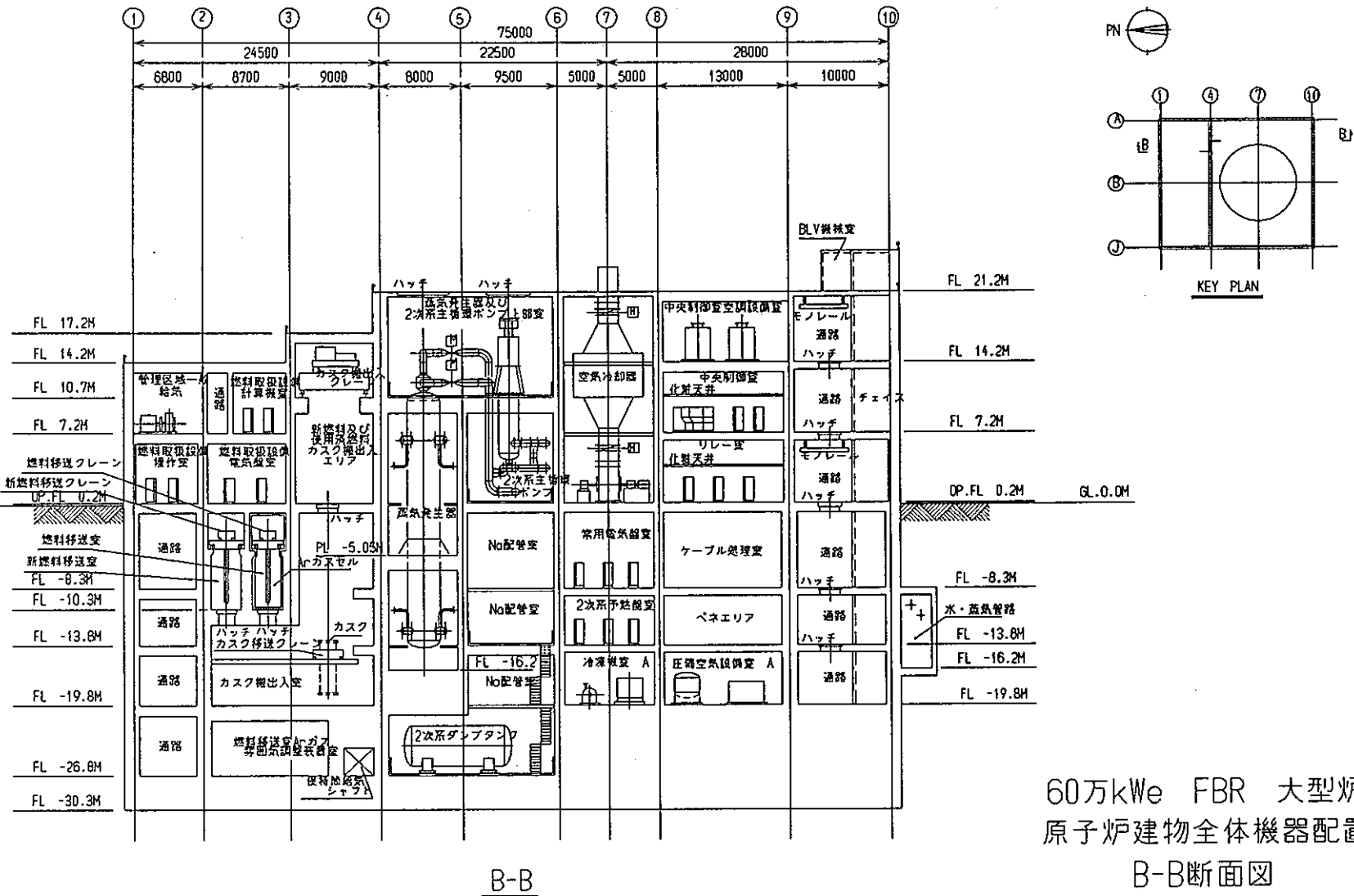
60万kWe FBR 大型炉
 原子炉建物全体機器配置図
 FL 0.2M(1F)

図5 原子炉建物全体機器配置図FL+0.2m(1F)



60万kWe FBR 大型炉
原子炉建物全体機器配置図
A-A断面

図6 原子炉建物全体機器配置図断面A-A



60万kWe FBR 大型炉
原子炉建物全体機器配置図
B-B断面図

図7 原子炉建物全体機器配置図断面B-B

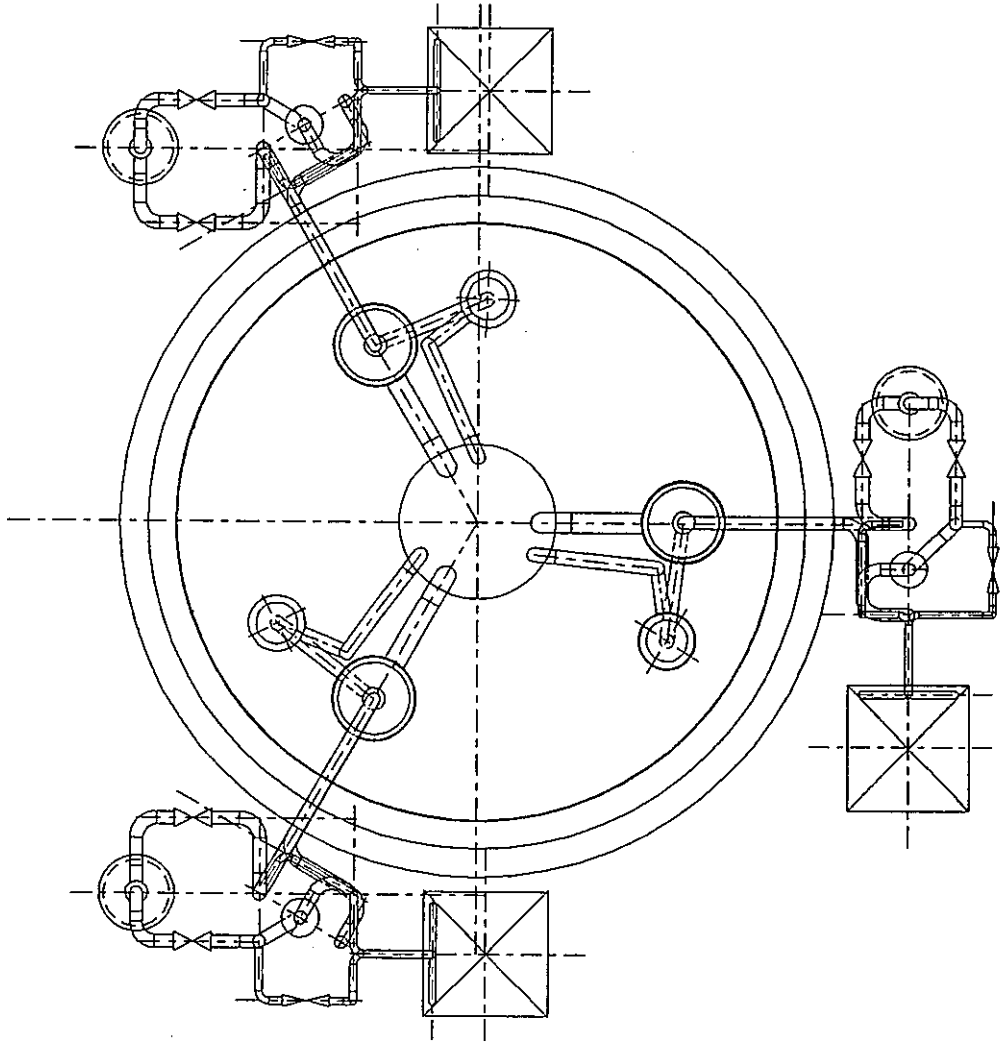


図8 1次、2次主配管引回し図

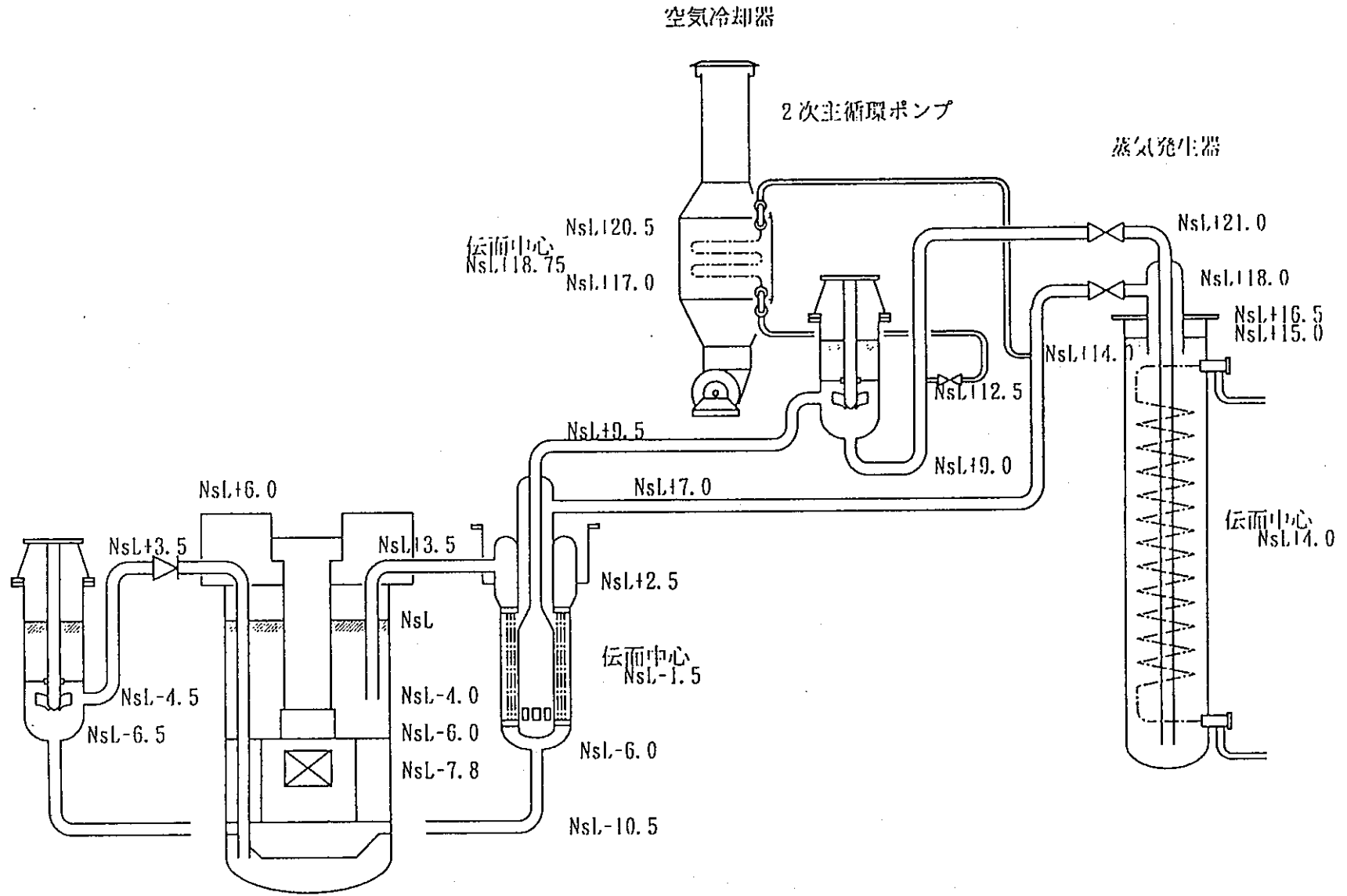


図9 主冷却系高さ関係図

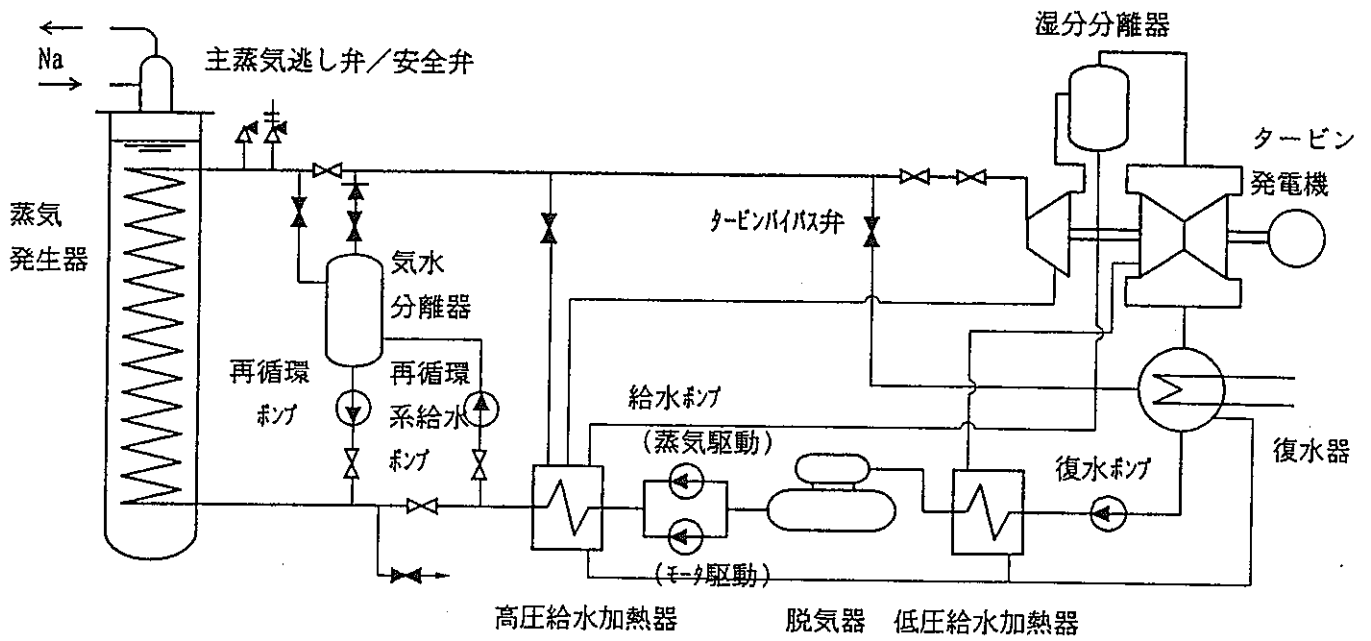


図10 水蒸気系構成概念図

一体貫流型SG・起動停止時再循環方式

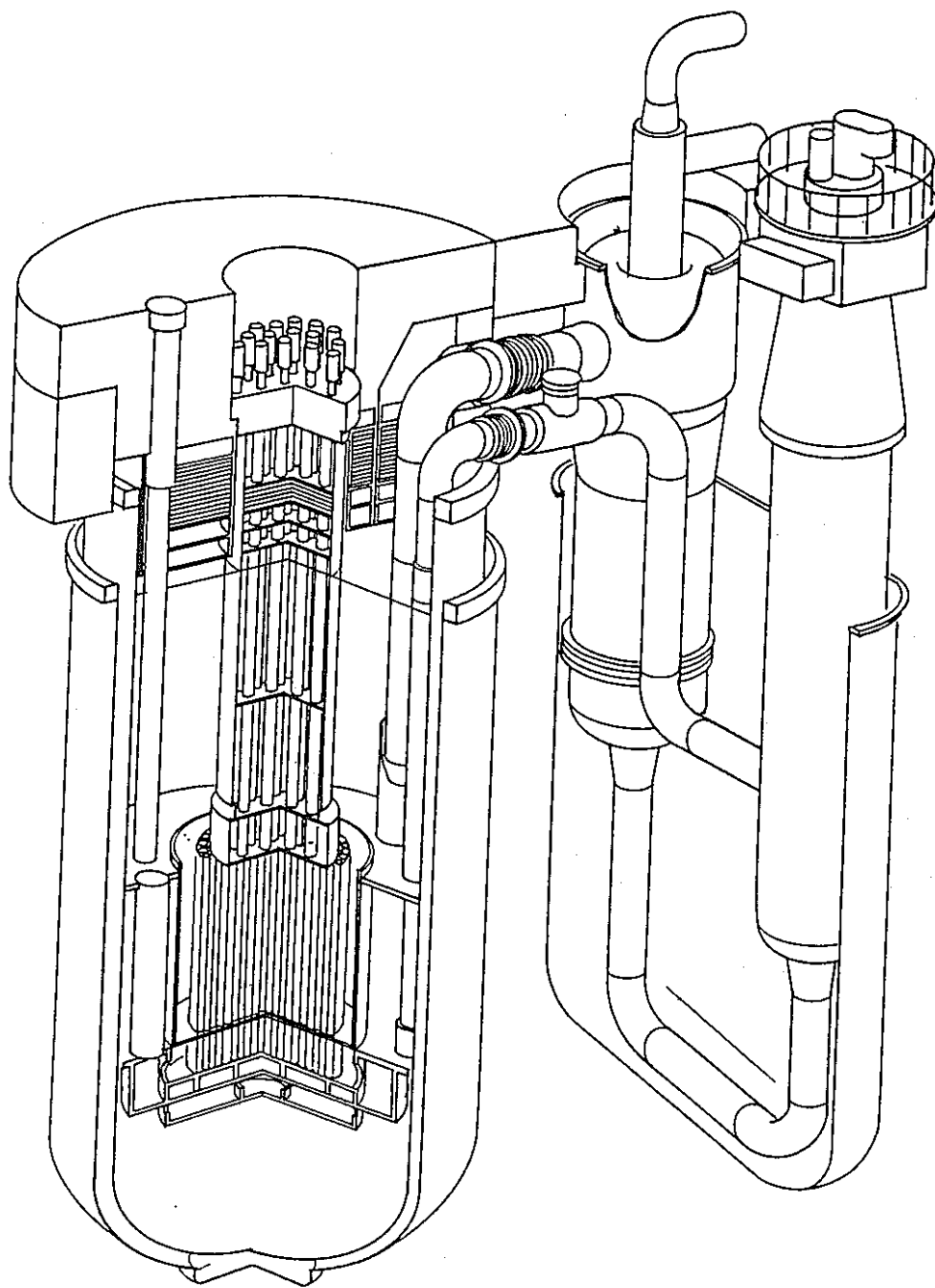
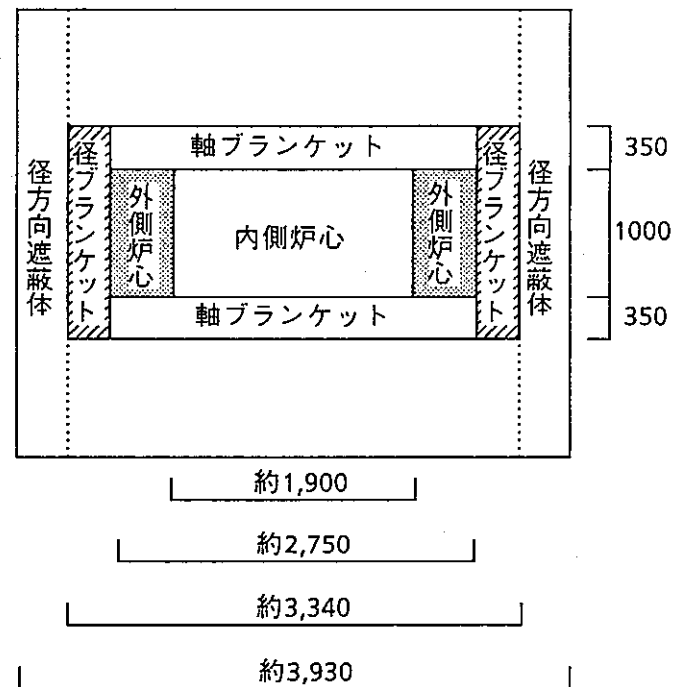
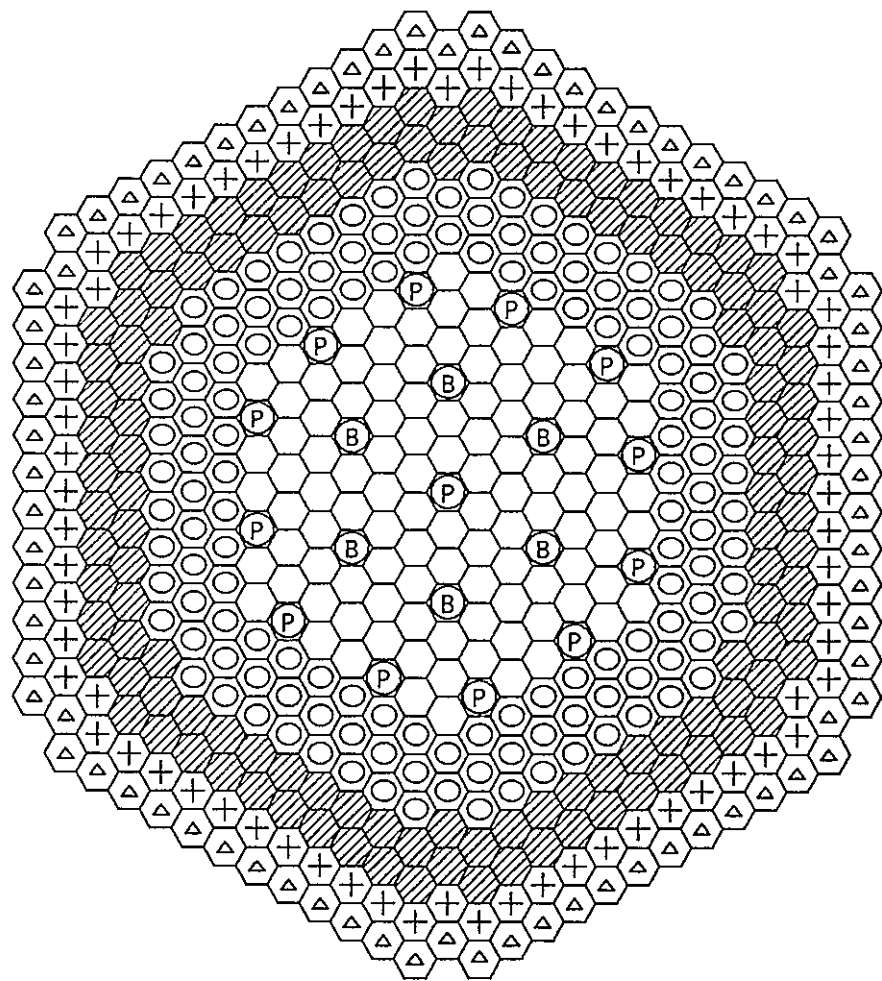


图11 一次系鳥瞰图

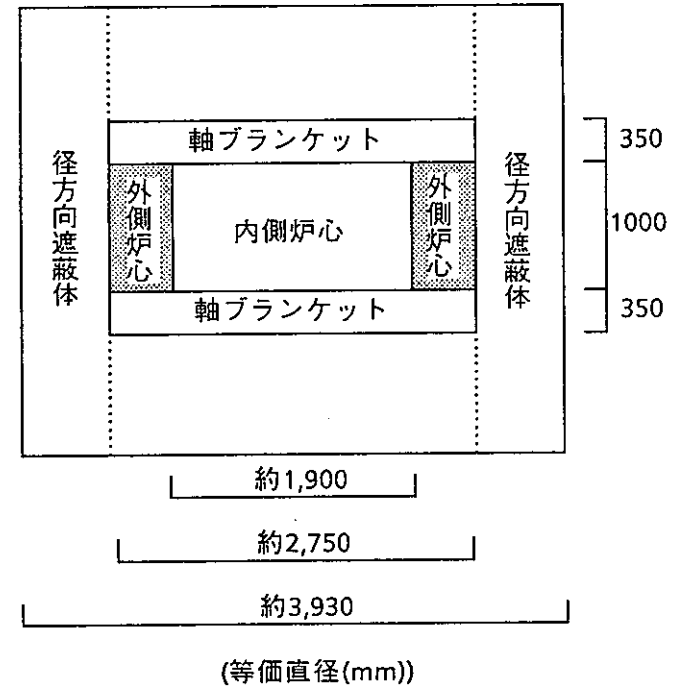
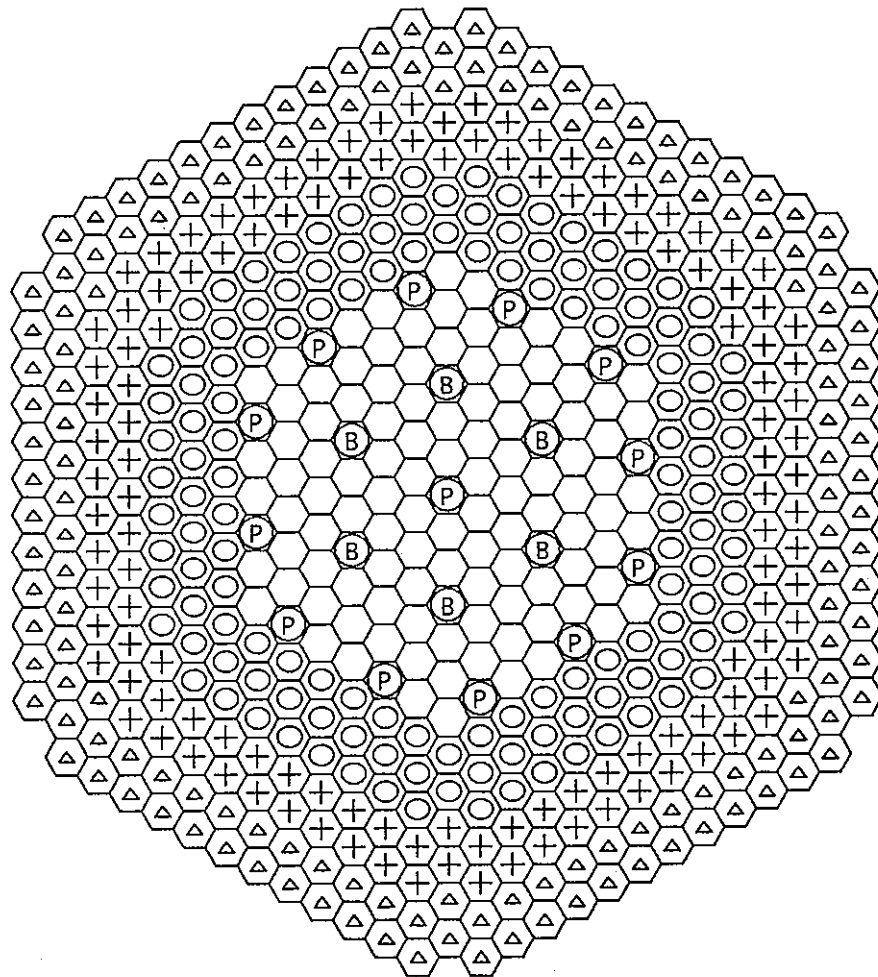


(等価直径(mm))

○ (dot)	内側炉心	108体
○ (ring)	外側炉心	138体
▨	ブランケット	126体
⊕	SUS遮蔽体	72体
△	B ₄ C遮蔽体	78体
⊙ (P)	主炉停止系制御棒	13体
⊙ (B)	後備炉停止系制御棒	6体

合計 541体

図12 高増殖炉心 炉心構成図



- 内側炉心 108体
- ⊕ 外側炉心 138体
- + SUS遮蔽体 126体
- △ B₄C遮蔽体 150体
- Ⓟ 主炉停止系制御棒 13体
- Ⓟ 後備炉停止系制御棒 6体

合計 541体

図13 基底増殖炉心 炉心構成図

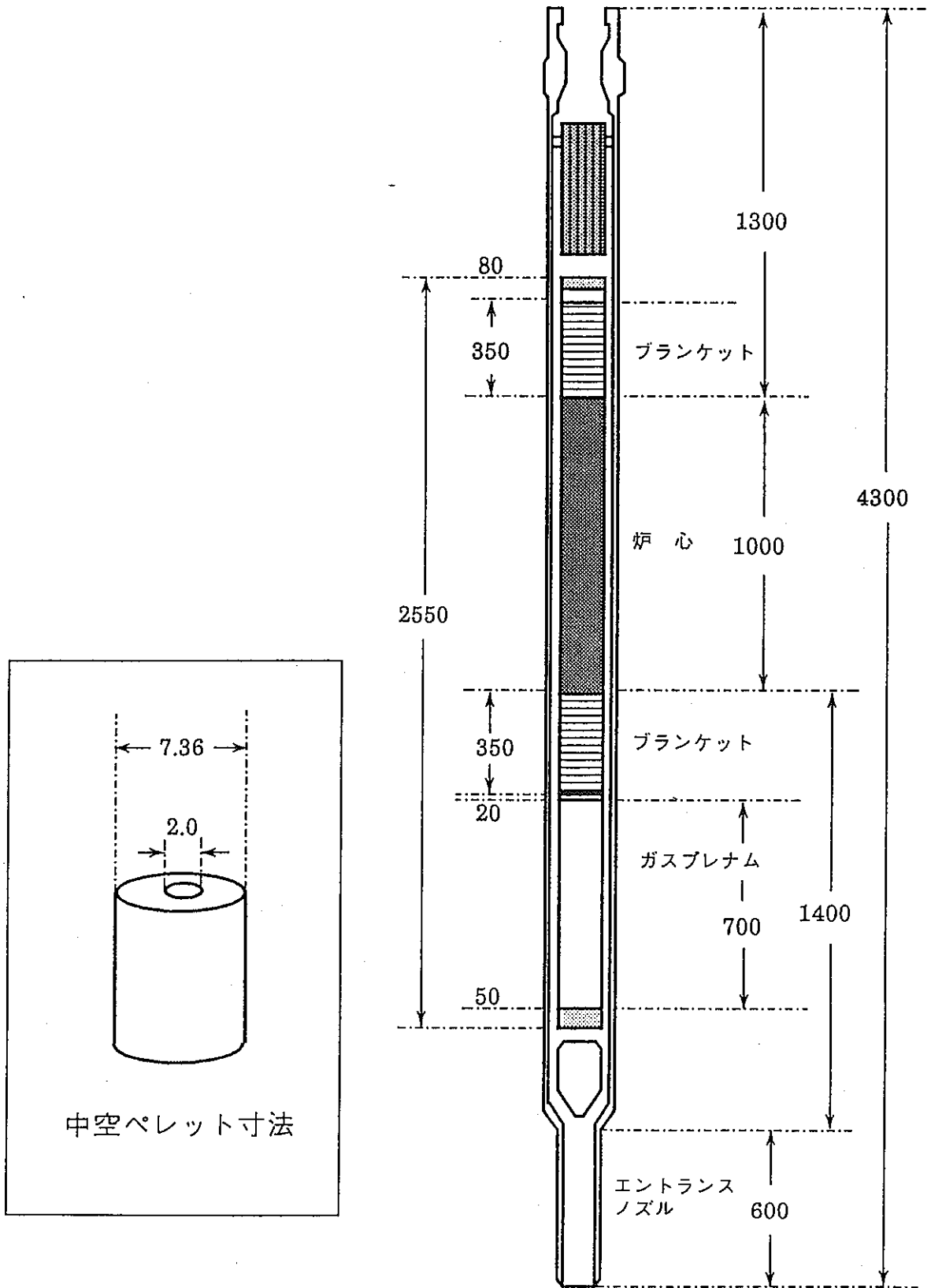


図14 燃料集合体寸法概略図

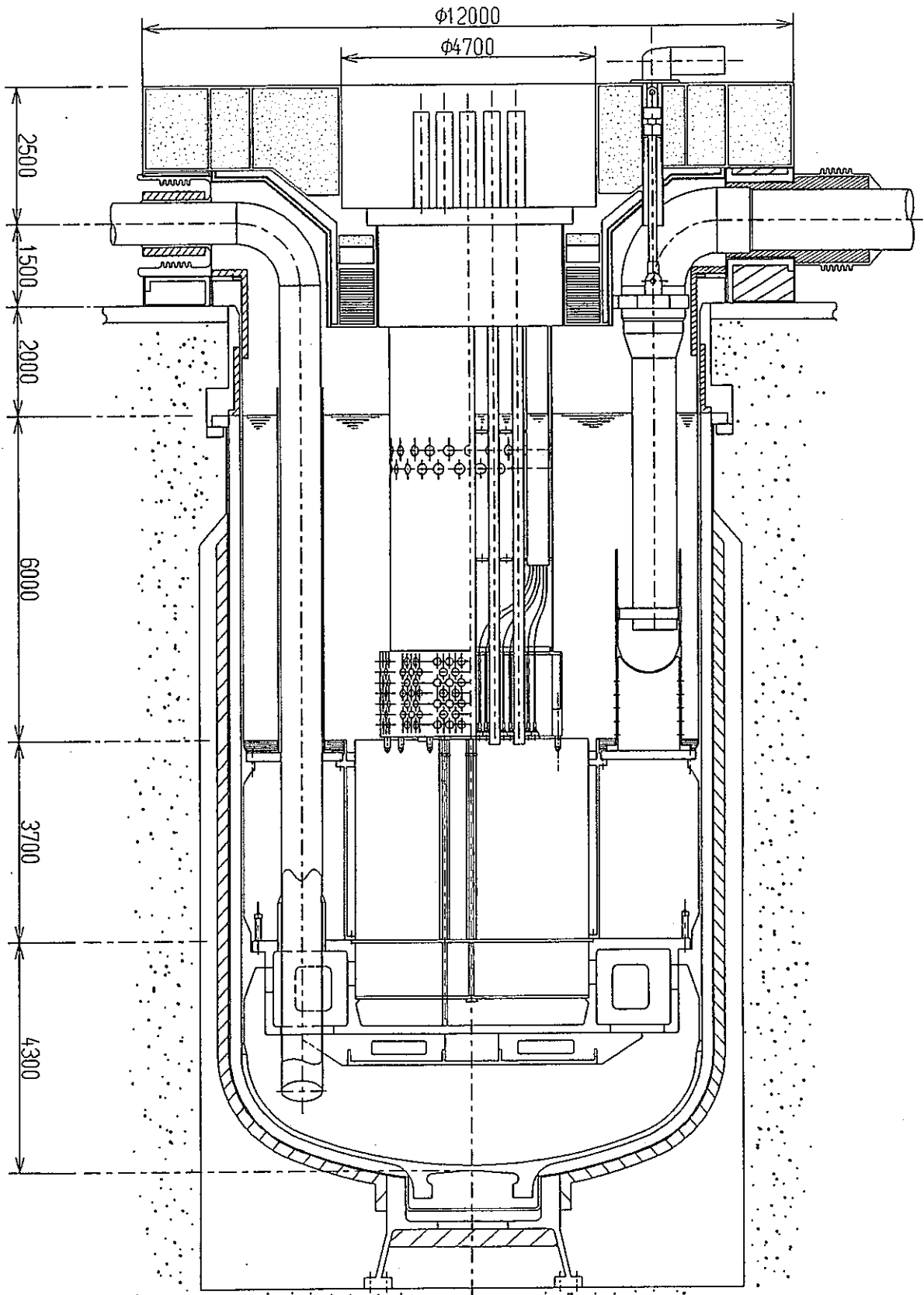


图15 原子炉構造概念图

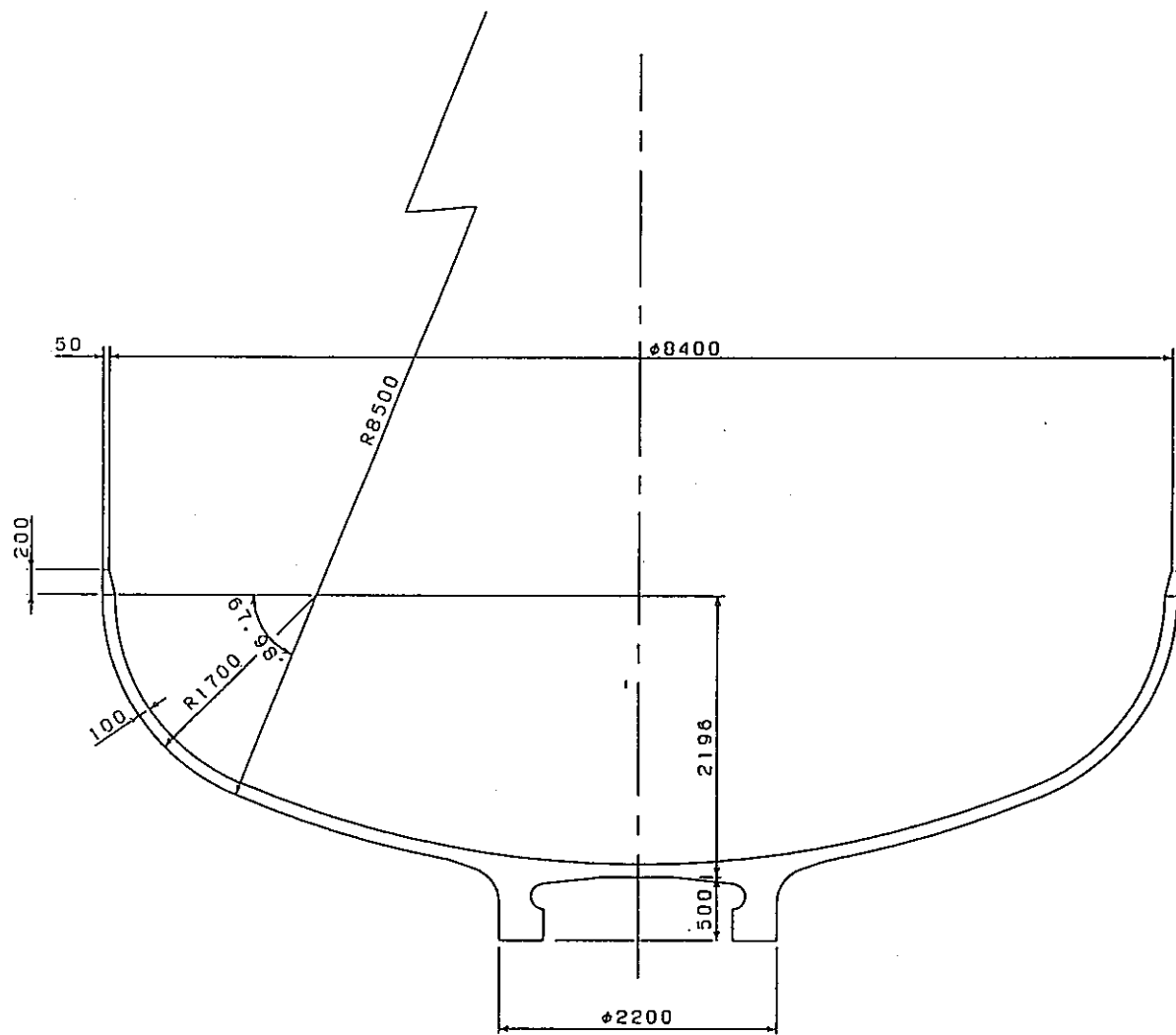


图16 原子炉容器下部鏡構造

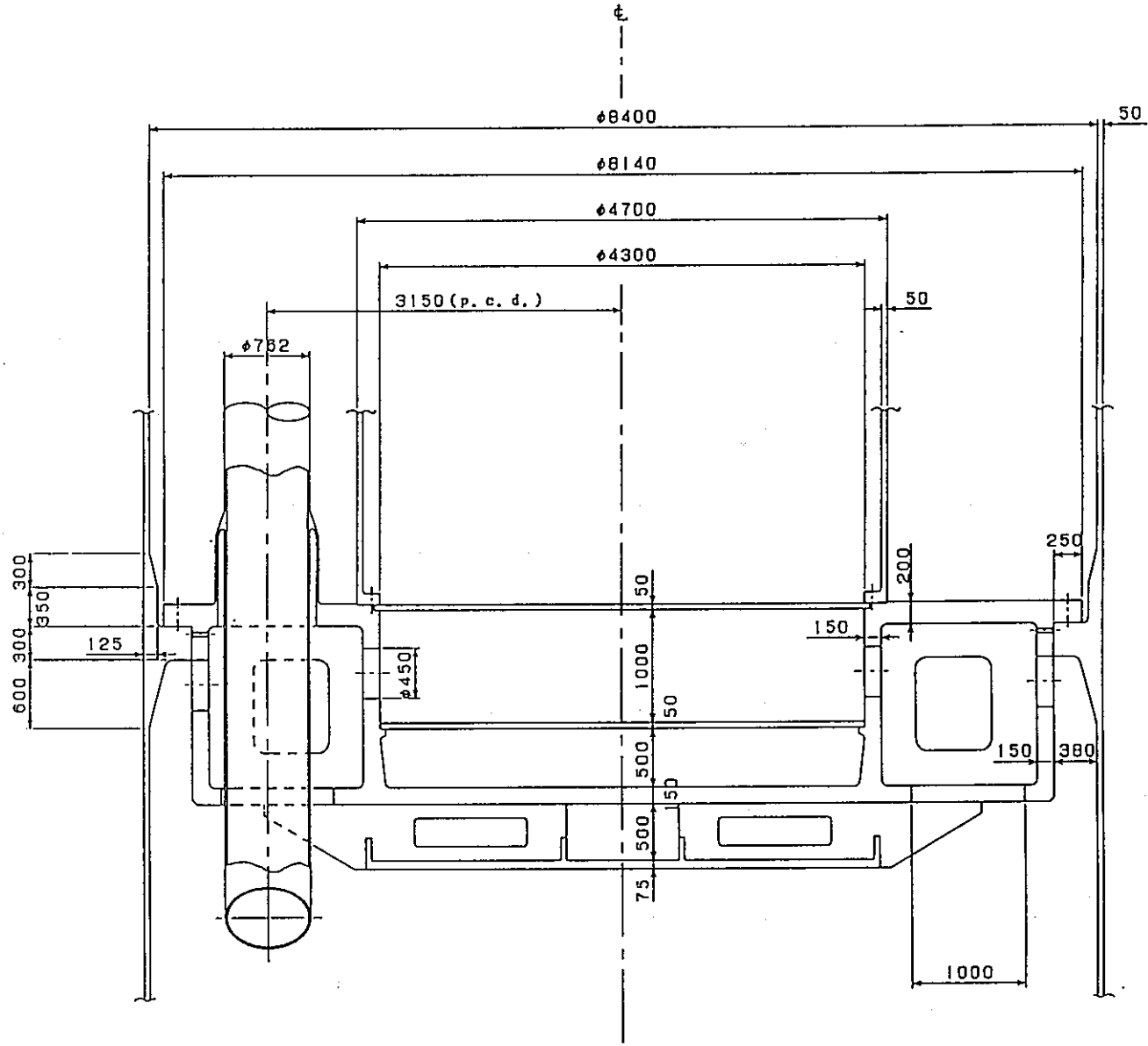


图17 炉心支持構造立面图

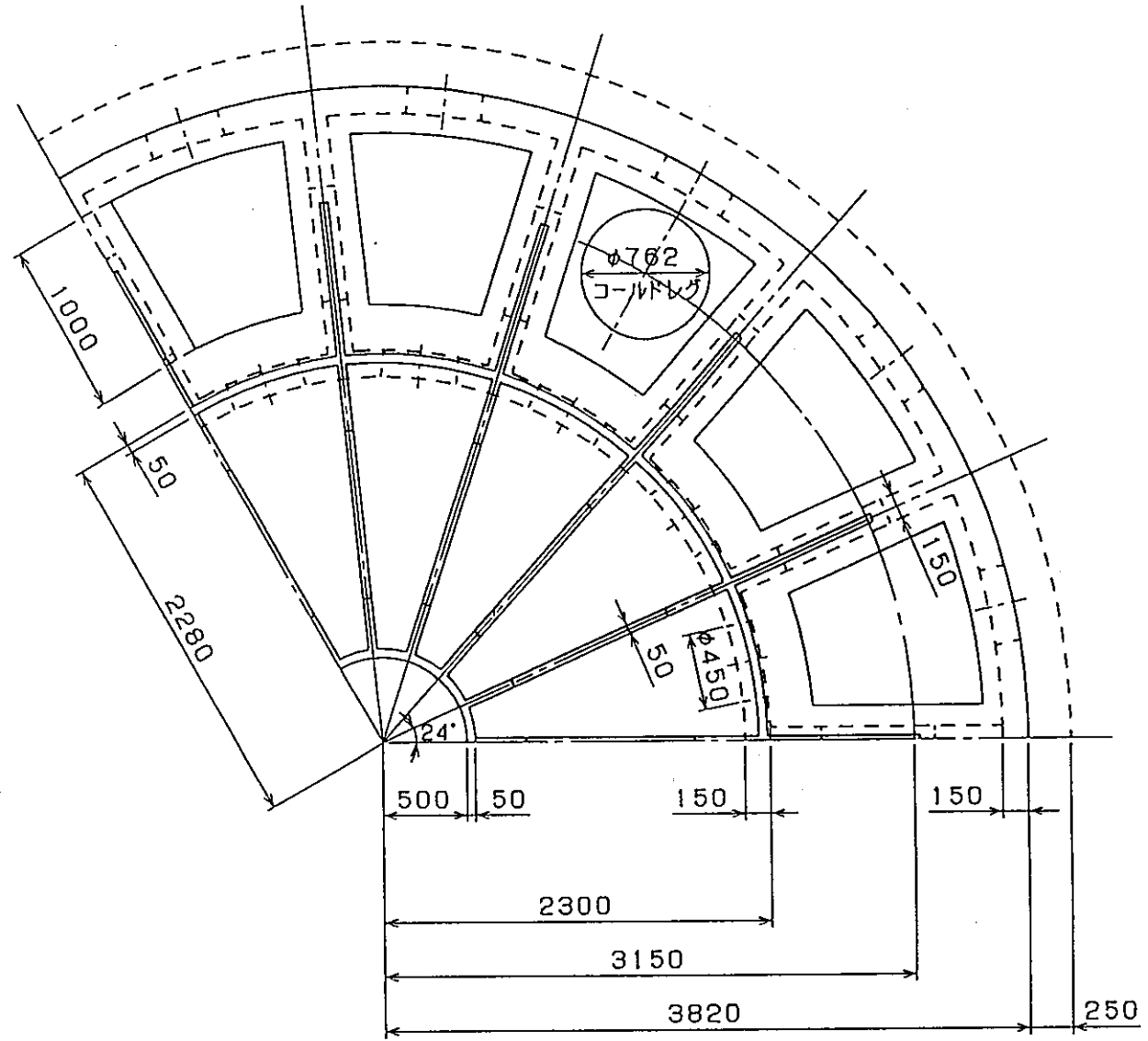


図18 炉心支持構造断面図(A-A断面)--1/3セクタ

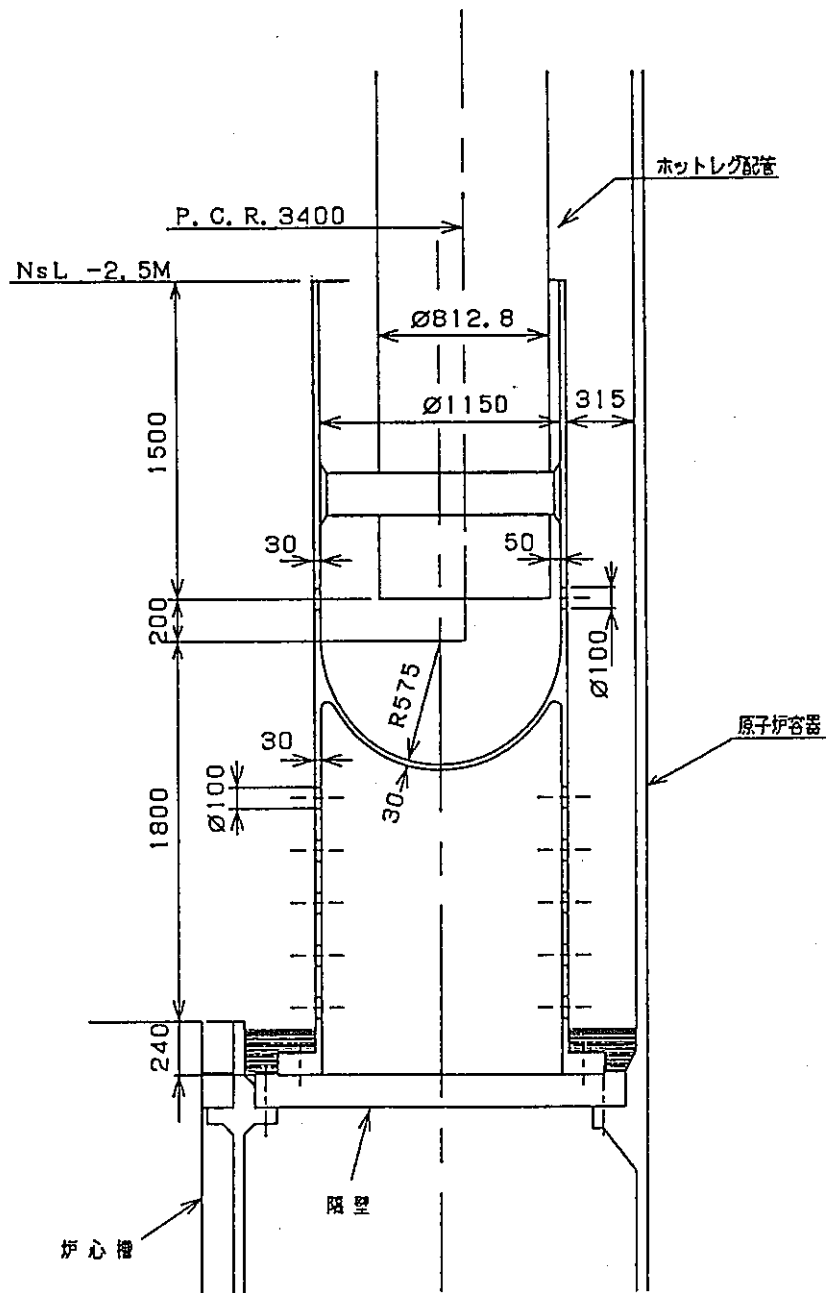


図19 外筒構造概念図

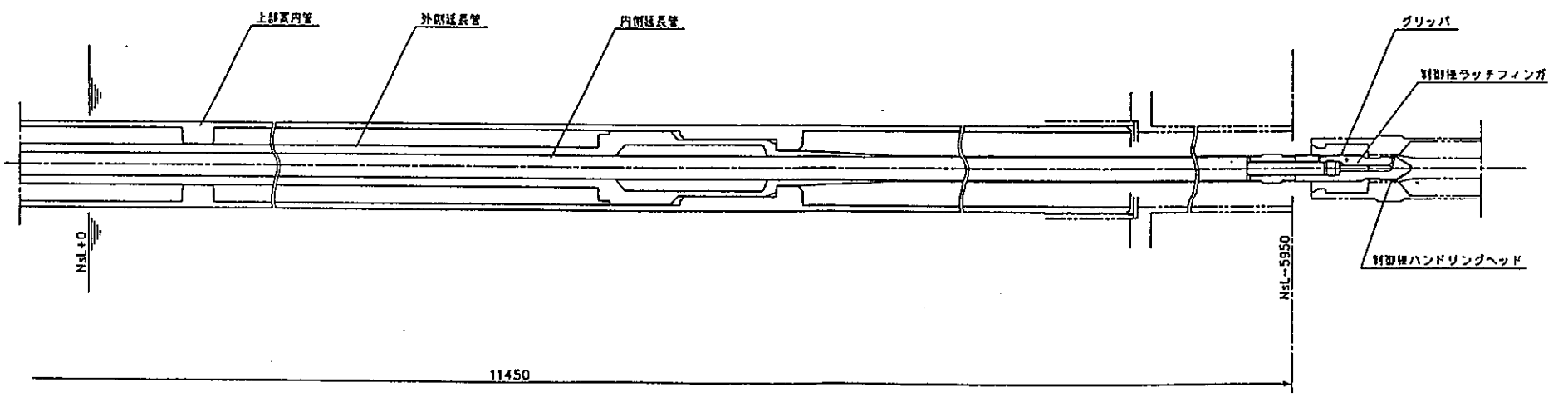
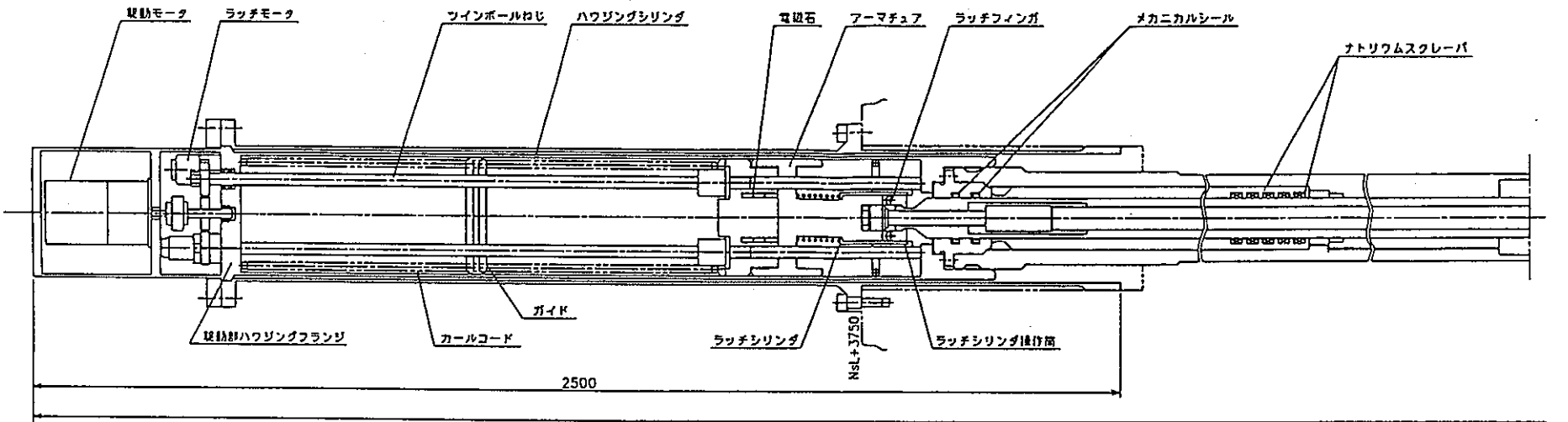
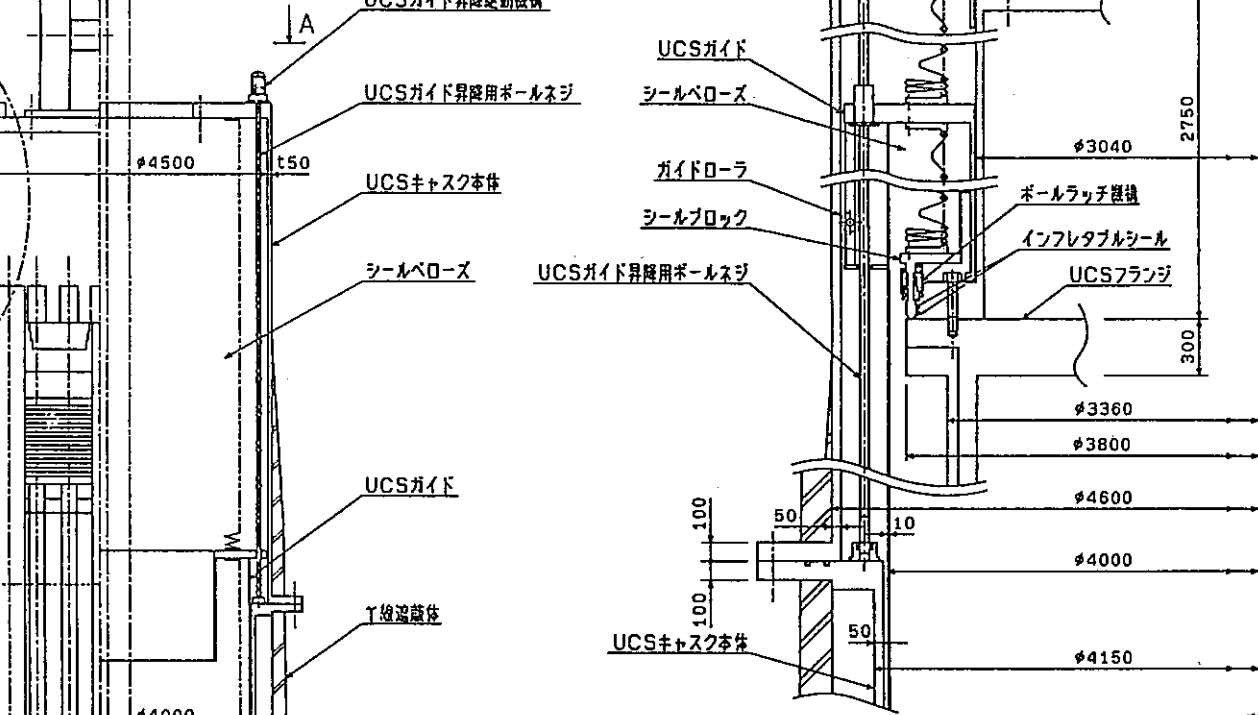
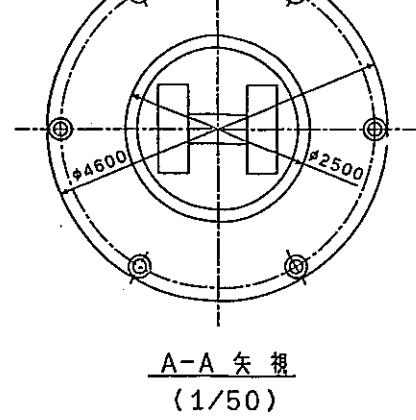
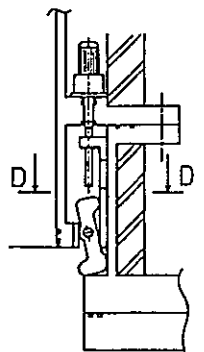
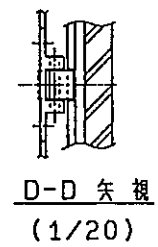


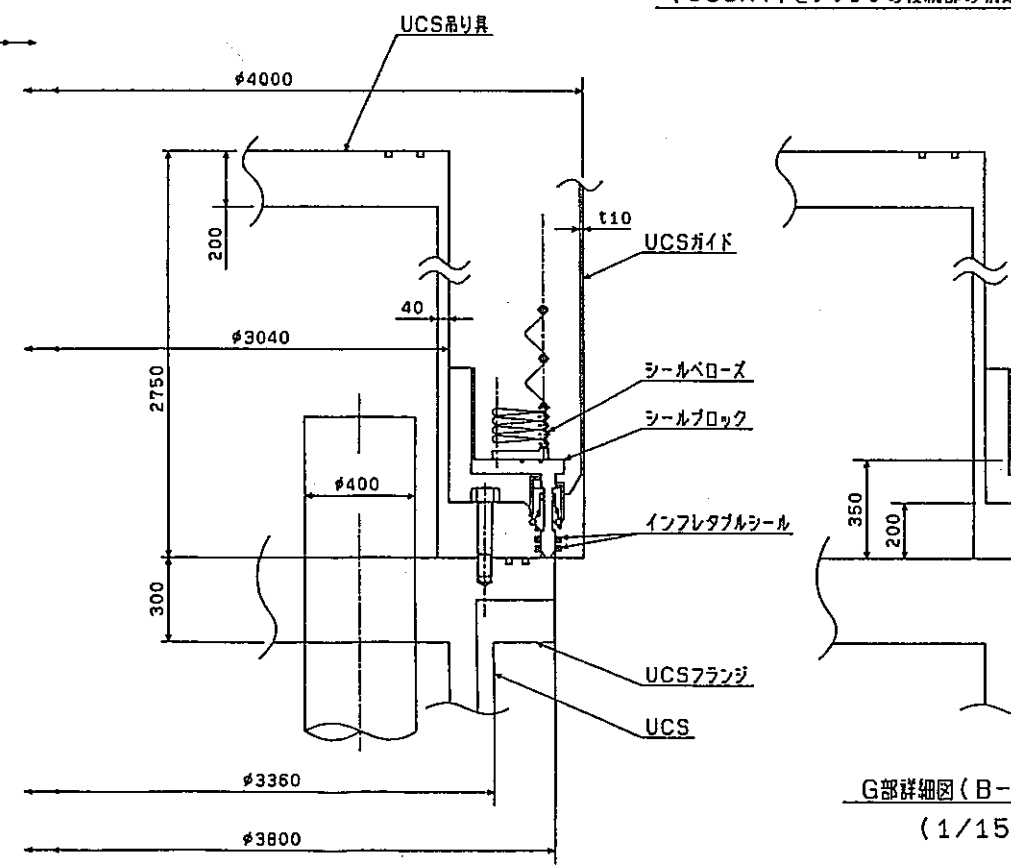
図20 主炉停止棒駆動機構造図



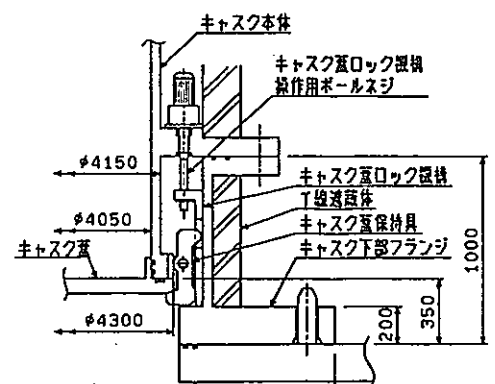
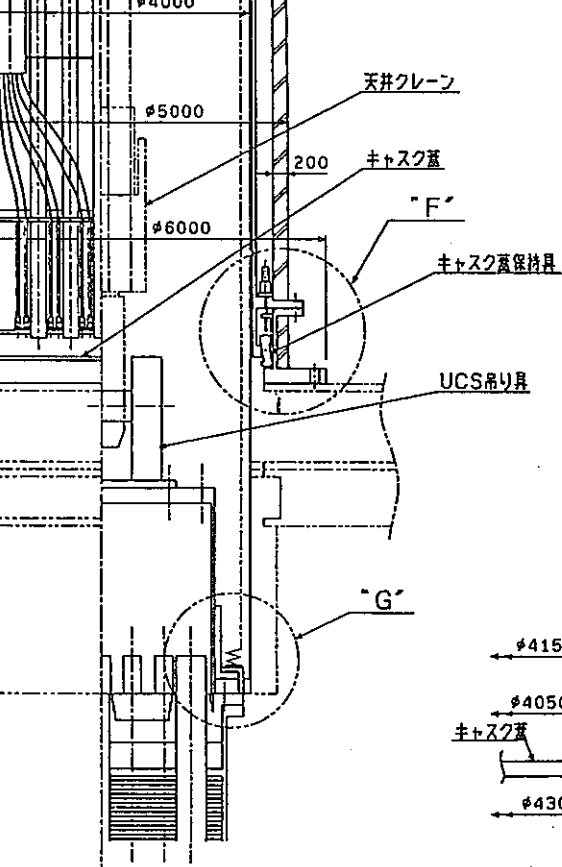
E部詳細図
(UCS引抜き時のキャスク上部の構成)
(1/20)

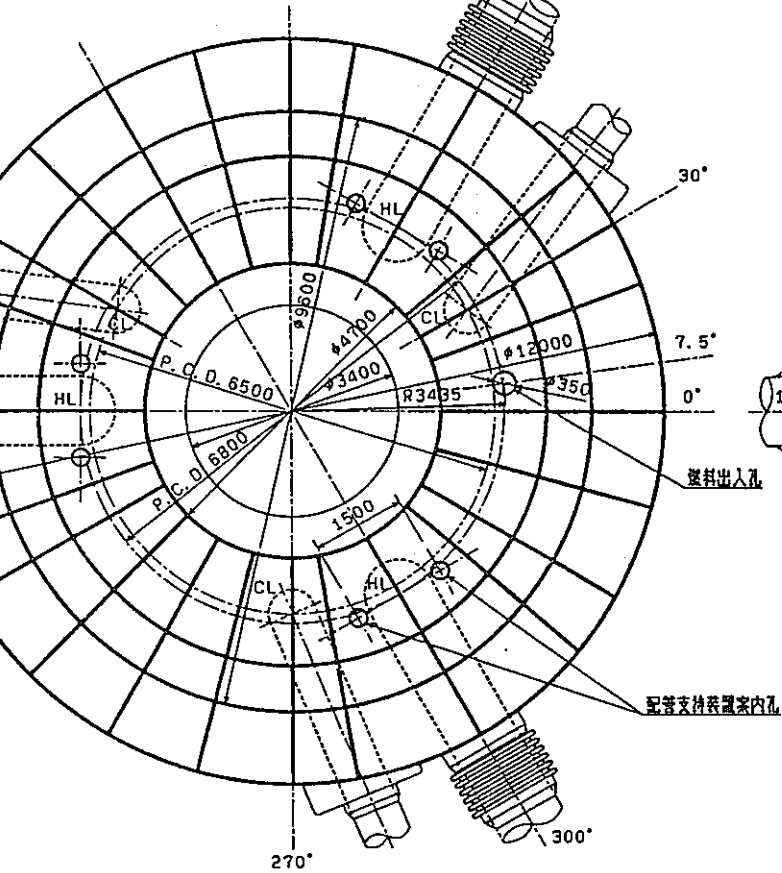


G部平面図
(UCSガイドとフランジの接続部の構造)

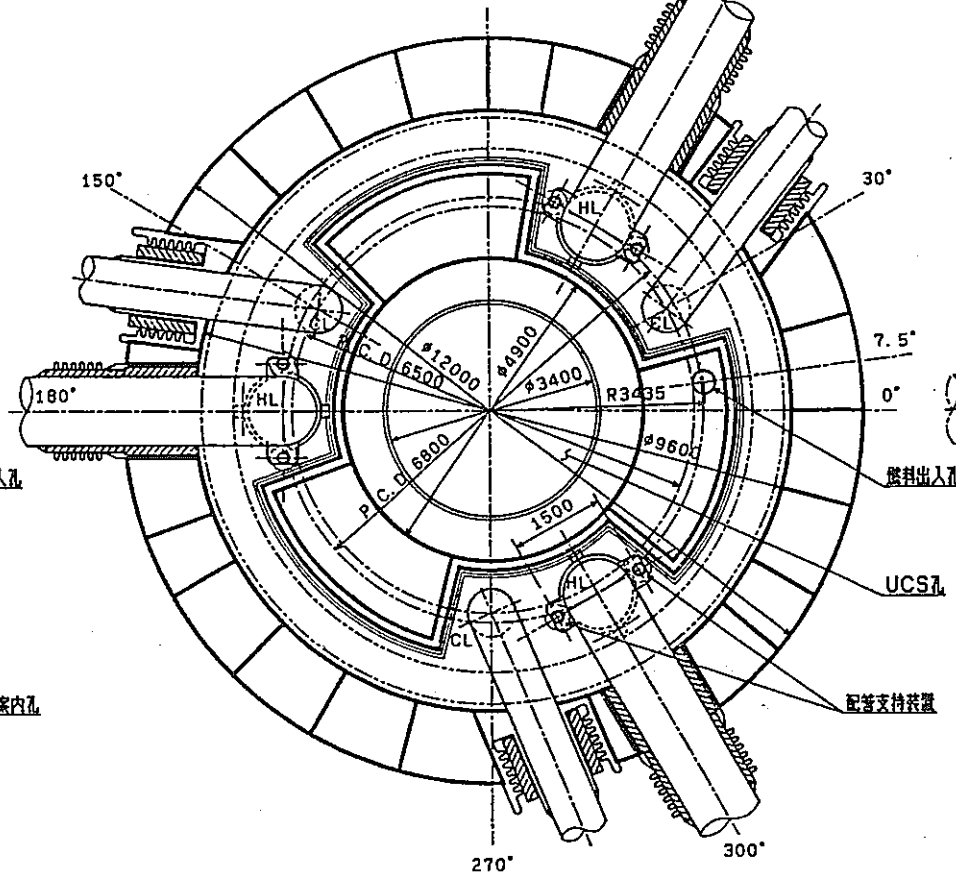


G部詳細図 (C-C断面図)
(1/15)

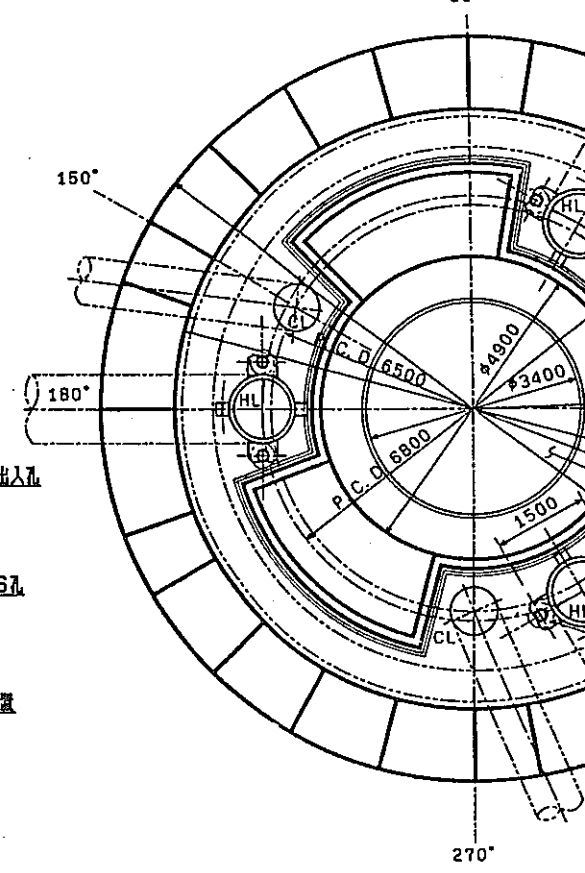




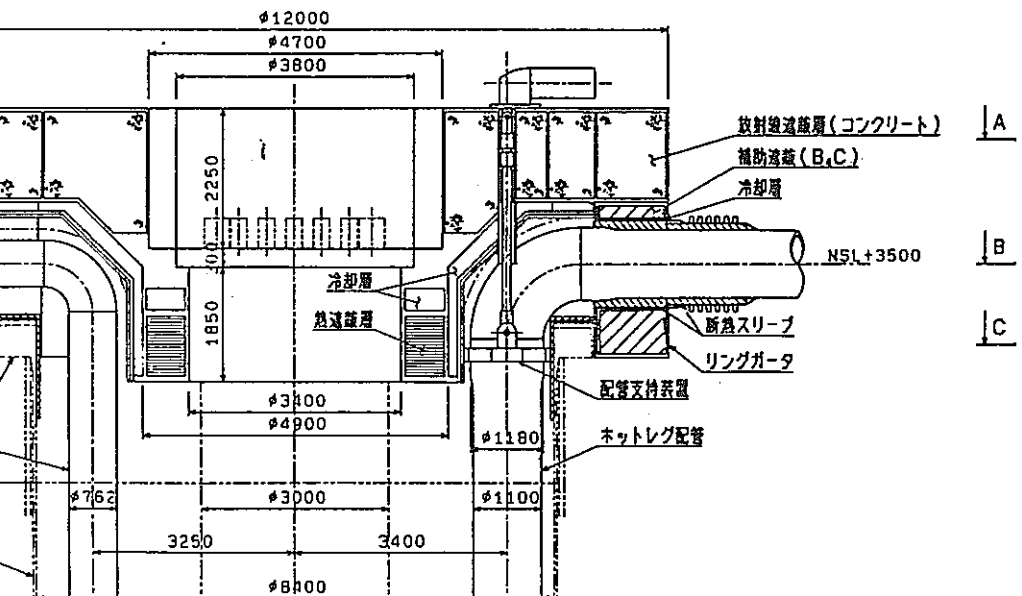
A-A 断面



B-B 断面



C-C 断面



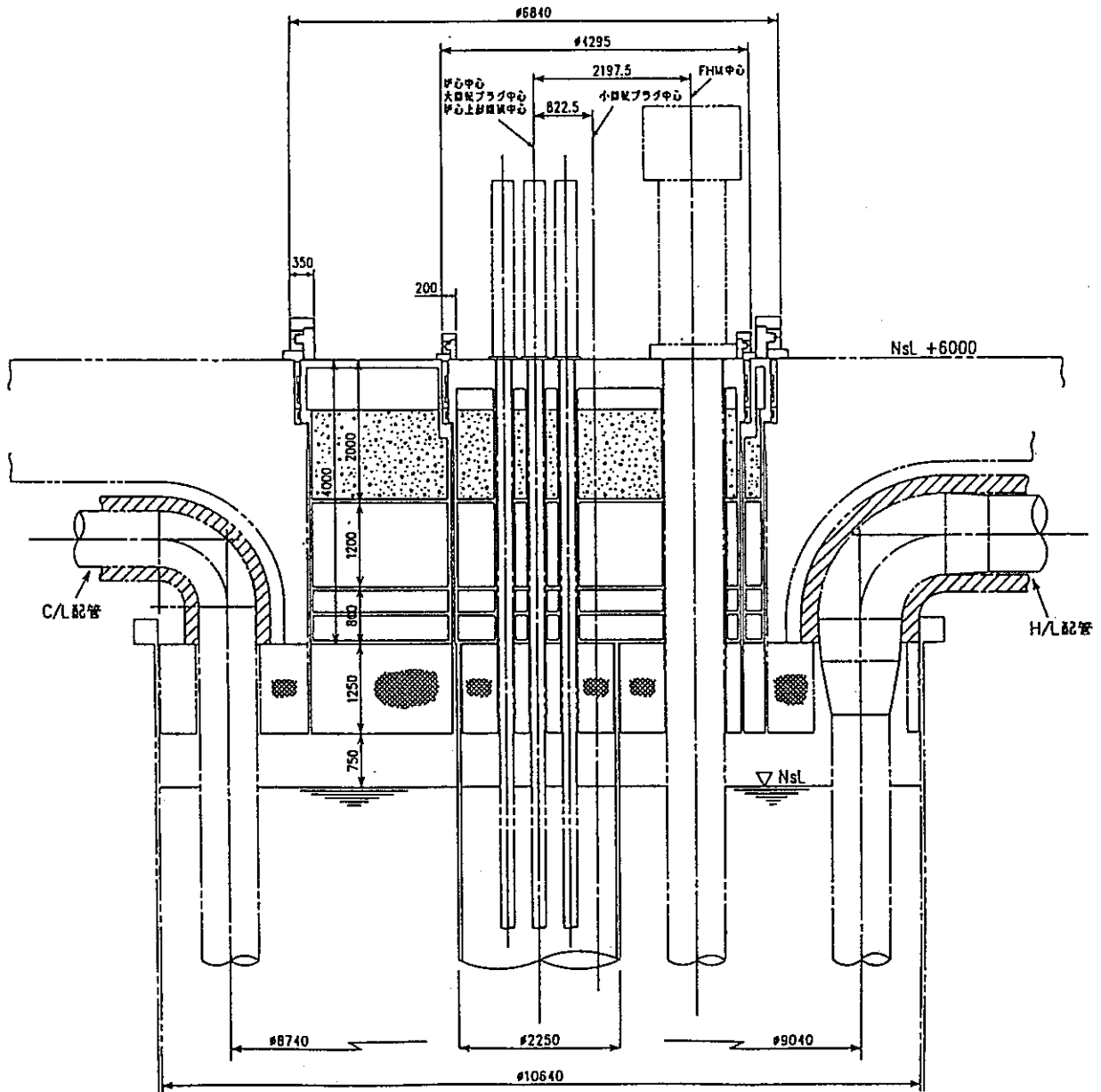


図25 炉上部機構一体型二重回転プラグ概念図縦断面図（代案設計検討）

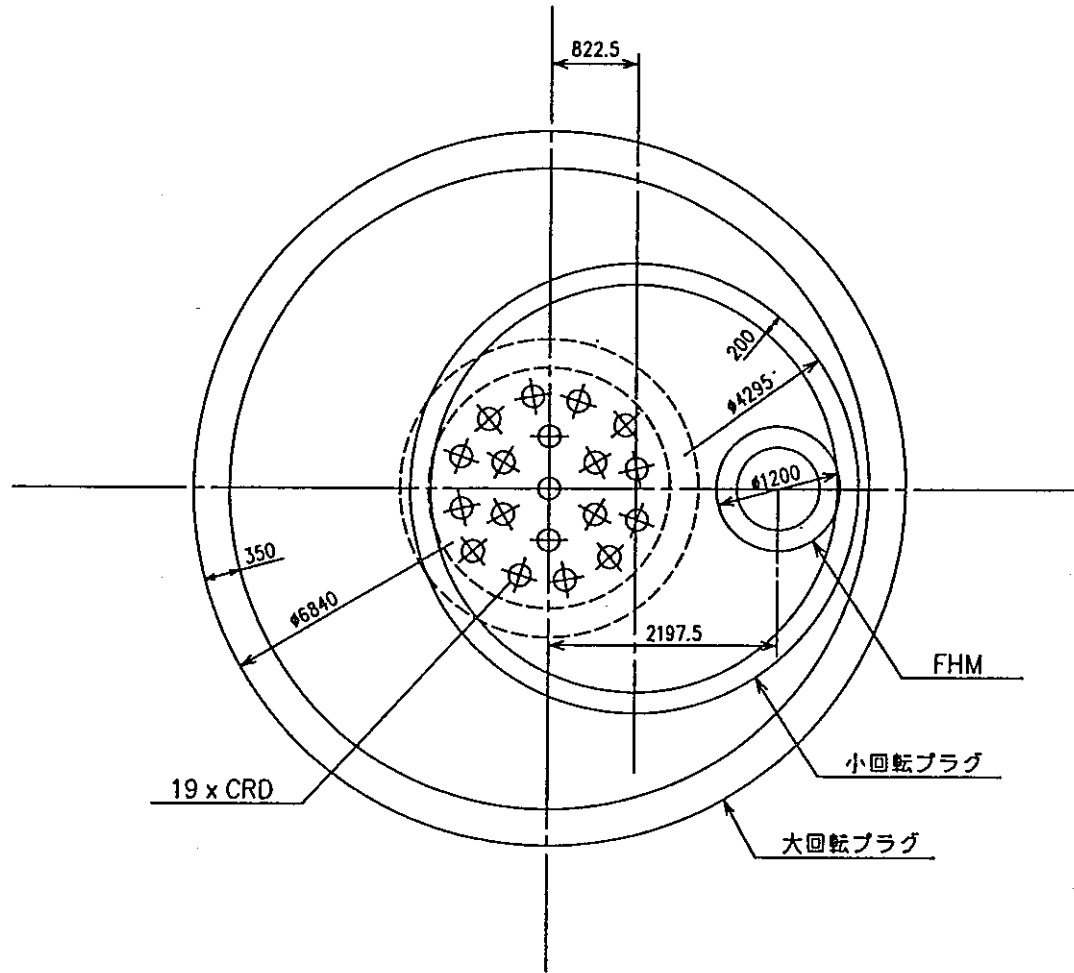
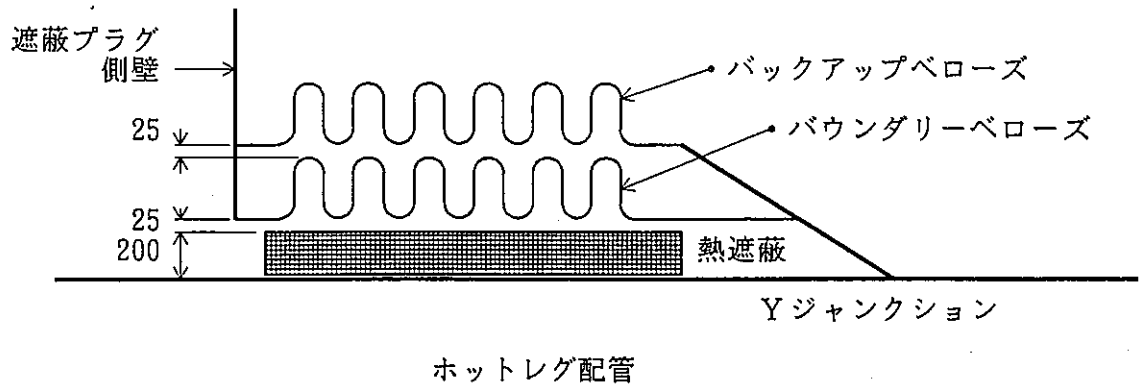
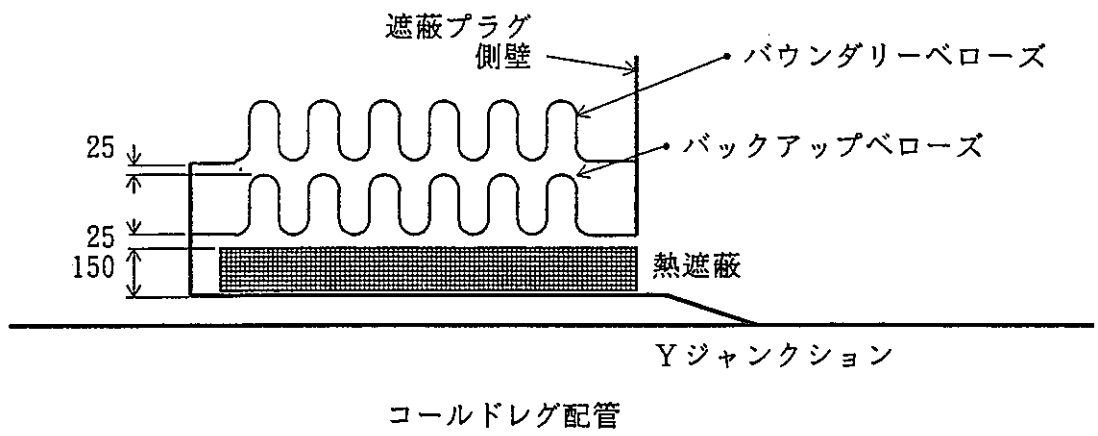


図26 炉上部機構一体型二重回転プラグ概念図平面図(代案設計検討)

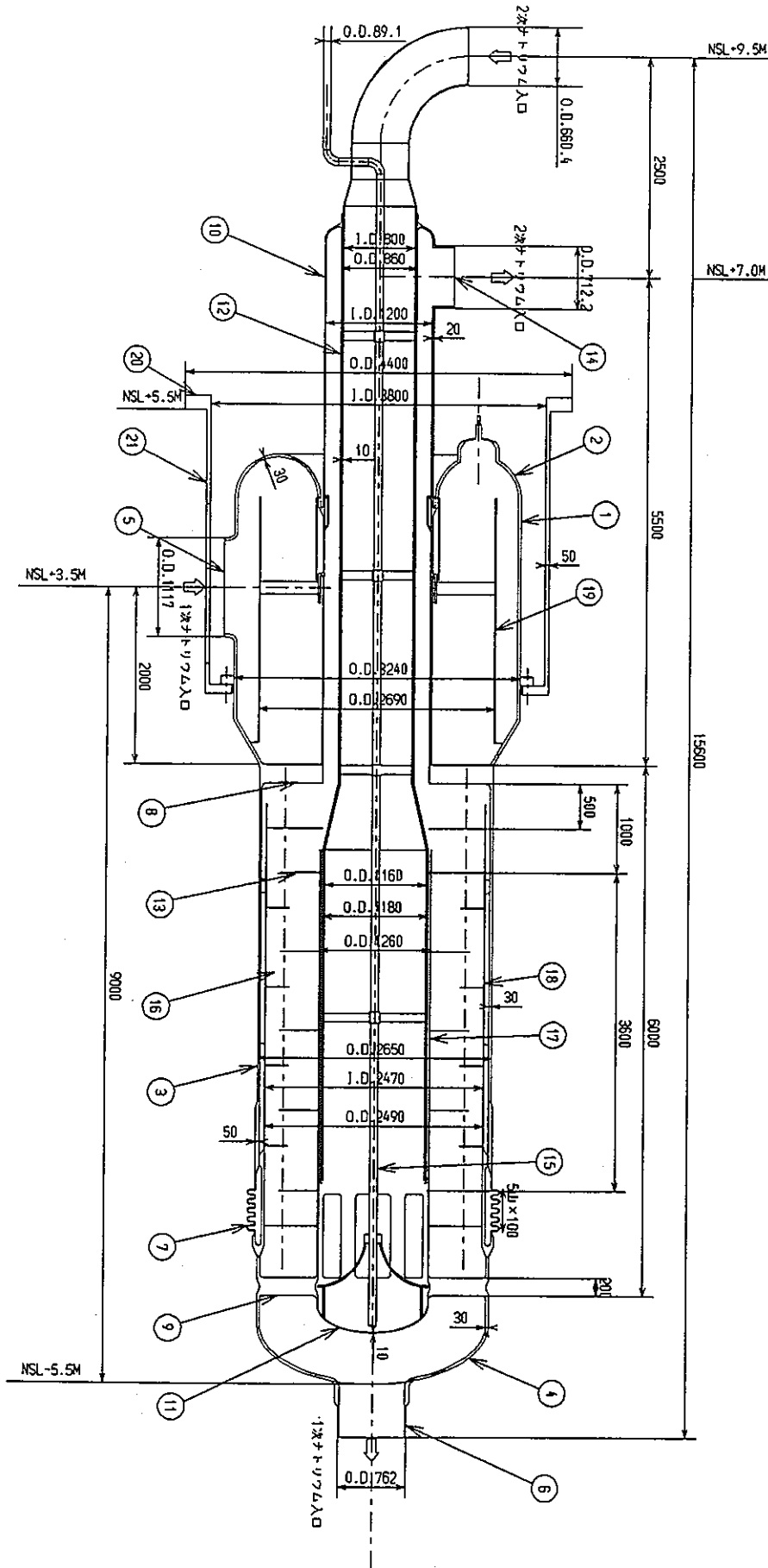


(1) ホットレグシールベローズ (内圧型)



(2) コールドレグシールベローズ (外圧型)

図27 シールベローズ構造概念図



番号	名称	個数	材料
21	サポート胴	1	
20	サポートフランジ	1	
19	1次側入口プレナム整流板	1	
18	外側シュラウド	1	
17	内側シュラウド	1	
16	伝熱管	4920	
15	2次側ドレン配管	1	
14	2次側ナトリウム出口配管	1	
13	パツル板	1	
12	2次側下降管	1	
11	2次側下部積板	1	
10	2次側上昇管	1	
9	下部管板	1	
8	上部管板	1	
7	ベローズ	1	
6	1次側ナトリウム出口ノズル	1	
5	1次側ナトリウム入口ノズル	1	
4	1次側下部積板	1	
3	胴体	1	
2	1次側入口プレナム鏡	1	
1	1次側入口プレナム胴	1	
番号	名称	個数	材料
部品表			

設計仕様		
形式	縦置熱交換面ジグザグ型式管型	
設置数	3基	
伝熱面積	1540 m ²	
設計熱交換量	533.3 MWt	
伝熱管仕様	外径	21.7 mm
	厚サ	1.0 mm
	本数	4920本
	配列	正三角形配列
	材料	SUS316FR
流量	配列ピッチ	28.0 mm
	1次側(胴側)	1.008×10 ⁴ t/h
運転温度	2次側(管側)	8.355×10 ⁴ t/h
	1次側(胴側) 入口	5.9±0°C
	1次側(胴側) 出口	380°C
	2次側(管側) 入口	325°C
最高使用圧力	2次側(管側) 出口	505°C
	1次側(胴側) 内圧	T. B. D
	1次側(管側) 外圧	1 kg/cm ²
	2次側(胴側) 内圧	T. B. D
最高使用温度	2次側(管側) 外圧	1 kg/cm ²
	1次側(胴側) 内圧時	T. B. D
	1次側(管側) 外圧時	250°C
	2次側(胴側) 内圧時	T. B. D
流体	1次側(管側) 外圧時	250°C
	2次側(胴側)	ナトリウム
機器種別	第1種容器。(一部第3種容器)	
附属クラス	A5	

図28 中間熱交換器

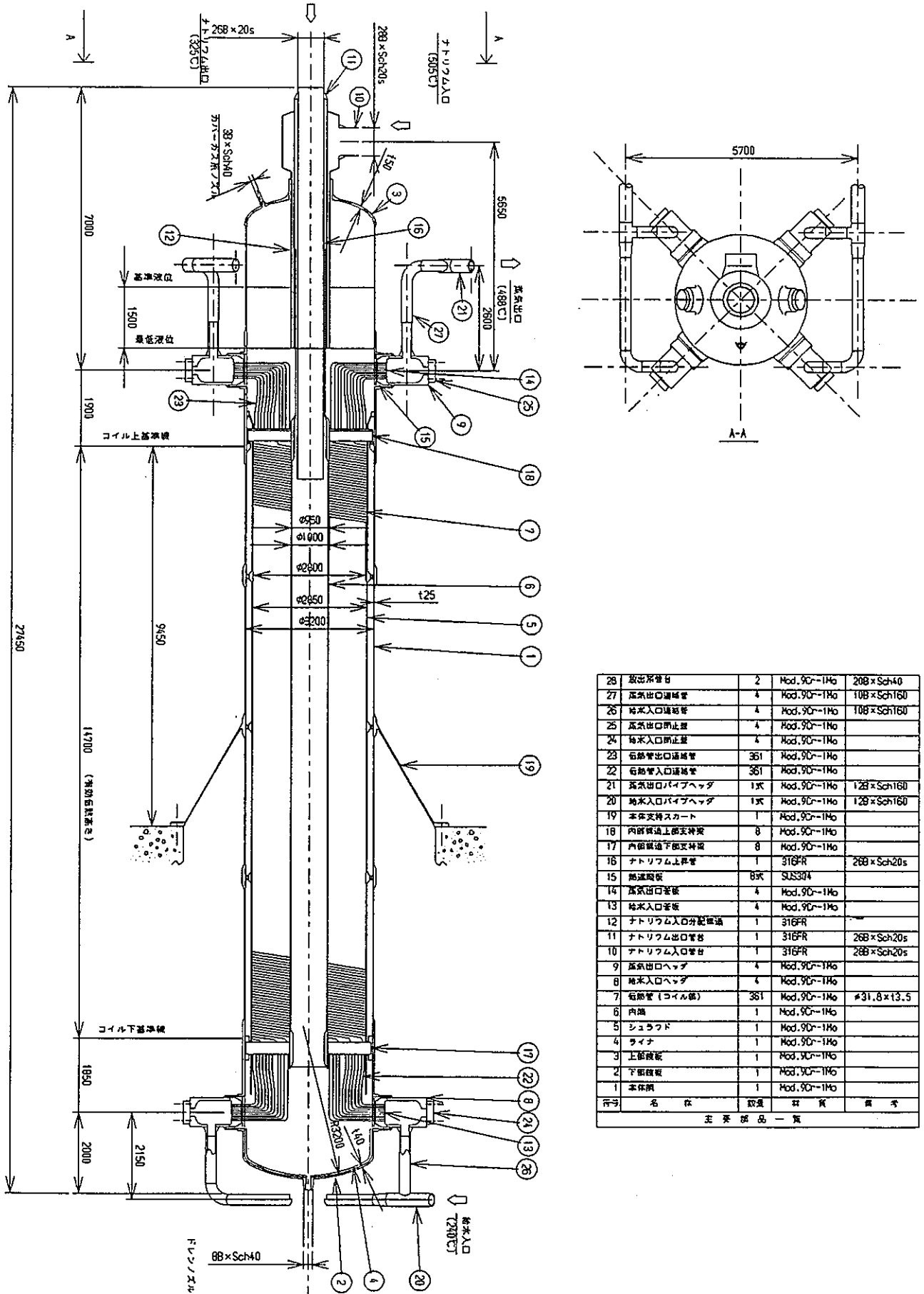
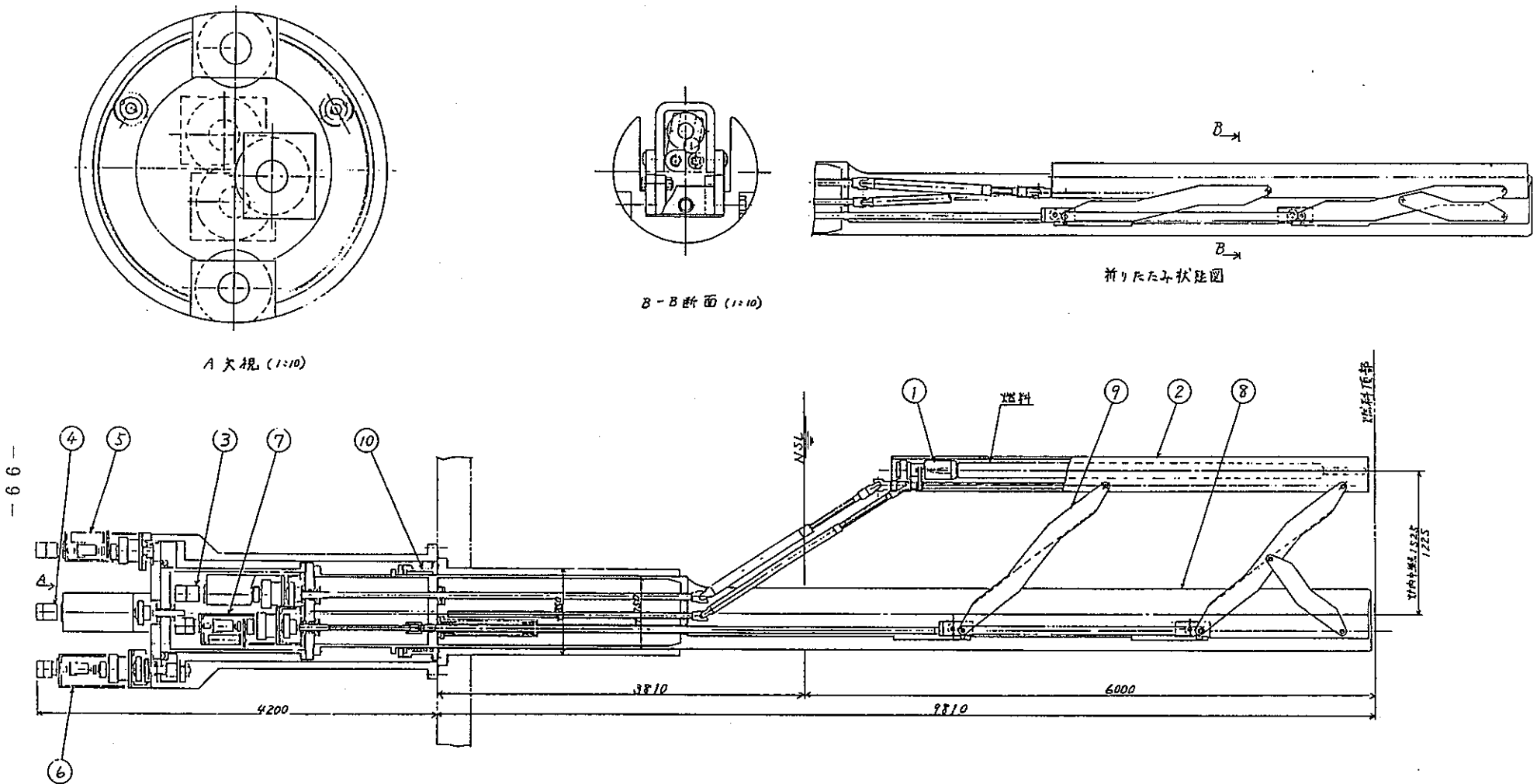


図29 蒸気発生器

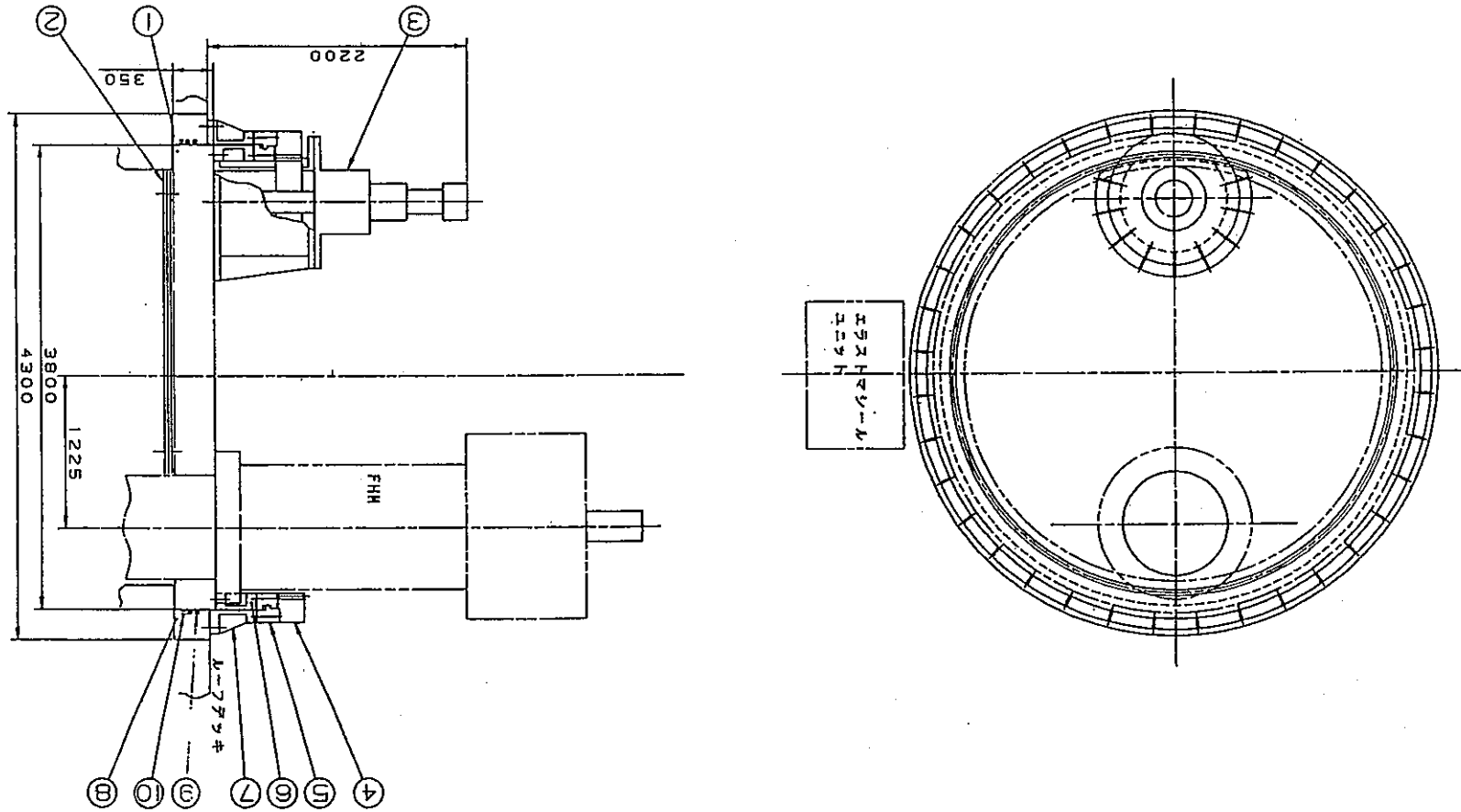
28	蒸気出口管	2	Mod. 9C-1Ho	208×Sch40
27	蒸気出口接続管	4	Mod. 9C-1Ho	108×Sch160
26	排水入口接続管	4	Mod. 9C-1Ho	108×Sch160
25	蒸気出口止戻	4	Mod. 9C-1Ho	
24	排水入口止戻	4	Mod. 9C-1Ho	
23	石炭管出口接続管	361	Mod. 9C-1Ho	
22	石炭管入口接続管	361	Mod. 9C-1Ho	
21	蒸気出口パイプヘッド	1式	Mod. 9C-1Ho	128×Sch160
20	排水入口パイプヘッド	1式	Mod. 9C-1Ho	128×Sch160
19	本体支持スカート	1	Mod. 9C-1Ho	
18	内筒縦道上部支持架	8	Mod. 9C-1Ho	
17	内筒縦道下部支持架	8	Mod. 9C-1Ho	
16	ナトリウム上昇管	1	316FR	268×Sch20s
15	熱交換管	8式	SUS304	
14	蒸気出口管継	4	Mod. 9C-1Ho	
13	排水入口管継	4	Mod. 9C-1Ho	
12	ナトリウム入口分配接続	1	316FR	
11	ナトリウム出口管継	1	316FR	268×Sch20s
10	ナトリウム入口管継	1	316FR	268×Sch20s
9	蒸気出口ヘッド	4	Mod. 9C-1Ho	
8	排水入口ヘッド	4	Mod. 9C-1Ho	
7	石炭管 (コイル部)	361	Mod. 9C-1Ho	φ31.8×t3.5
6	内筒	1	Mod. 9C-1Ho	
5	シュラウド	1	Mod. 9C-1Ho	
4	ライナ	1	Mod. 9C-1Ho	
3	上部筒継	1	Mod. 9C-1Ho	
2	下部筒継	1	Mod. 9C-1Ho	
1	本体胴	1	Mod. 9C-1Ho	
行号	名称	数量	材質	備考
主要部品一覧				



- 99 -

図30 燃料交換機 (伸縮ローム式)

10	軸封装置	ステンレス鋼	1
9	伸縮子-ム	ステンレス鋼	1
8	本体筒	ステンレス鋼	1
7	ア-ム伸縮駆動装置	炭素鋼	1
6	ホールドダウン駆動装置	炭素鋼	1
5	旋回駆動装置	炭素鋼	1
4	グリップ開閉駆動装置	炭素鋼	1
3	グリップ閉鎖駆動装置	炭素鋼	1
2	ホールドダウンア-ム	ステンレス鋼	1
1	グリップ	ステンレス鋼	1
PM	名称	材料	個数
			16



10	オイルシール	フッ素ゴム	1	
9	チューブシール	フッ素ゴム	2	
8	エラストマシールボックス	炭素鋼焼鈍品	1	
7	固定軸受支持台	炭素鋼	1	
6	回転軸受支持台	炭素鋼	1	
5	回転軸受け	合金鋼	1式	
4	駆動歯車	合金鋼	1	
3	駆動装置	炭素鋼・合金鋼	1式	
2	熱しゃへい板	ステンレス鋼	1式	
1	回転プラグ上板	炭素鋼焼鈍品	1	
P.No	名称	材料	個数	備考

図31 着脱式簡易プラグ

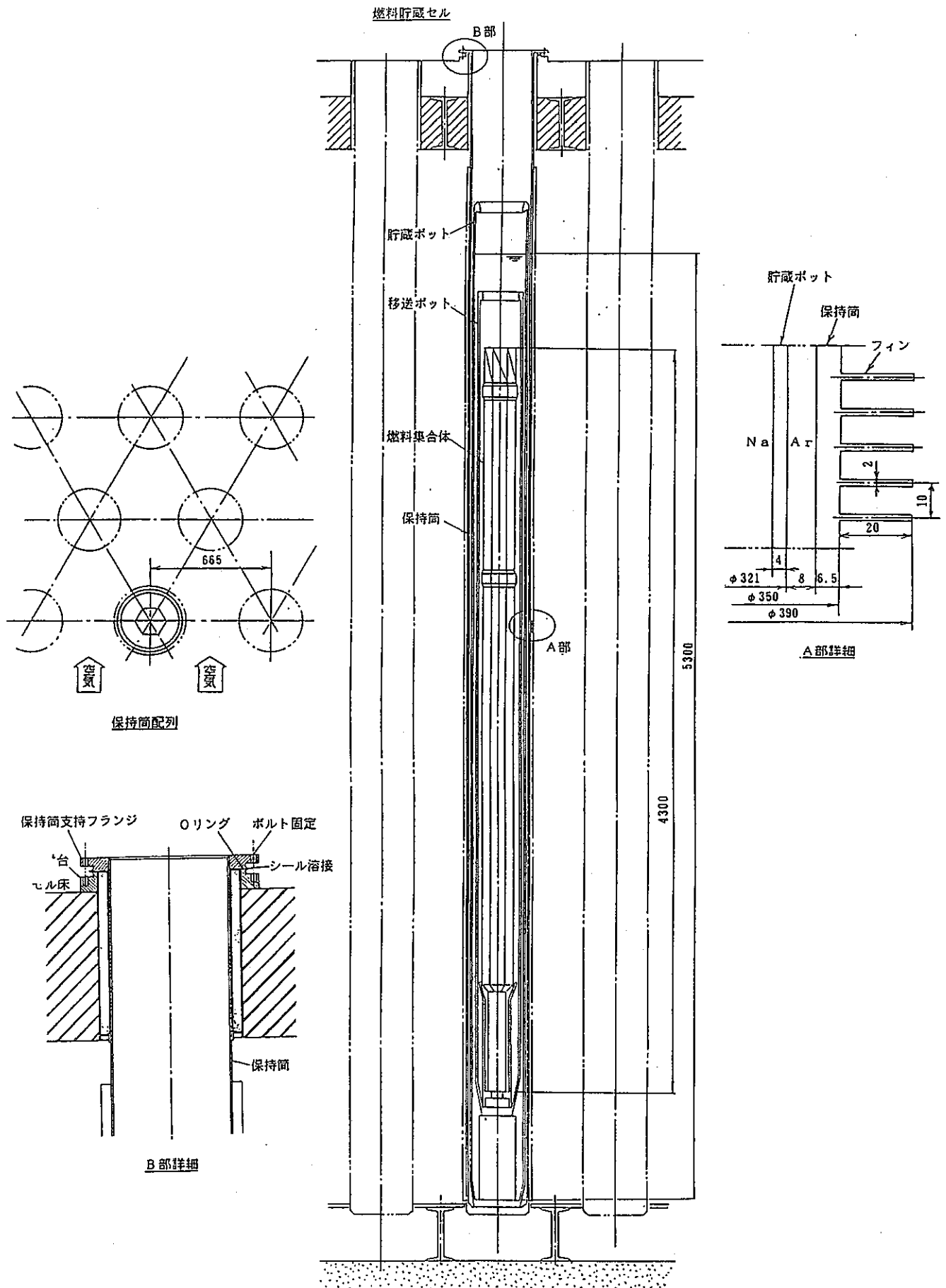


図36 保持筒

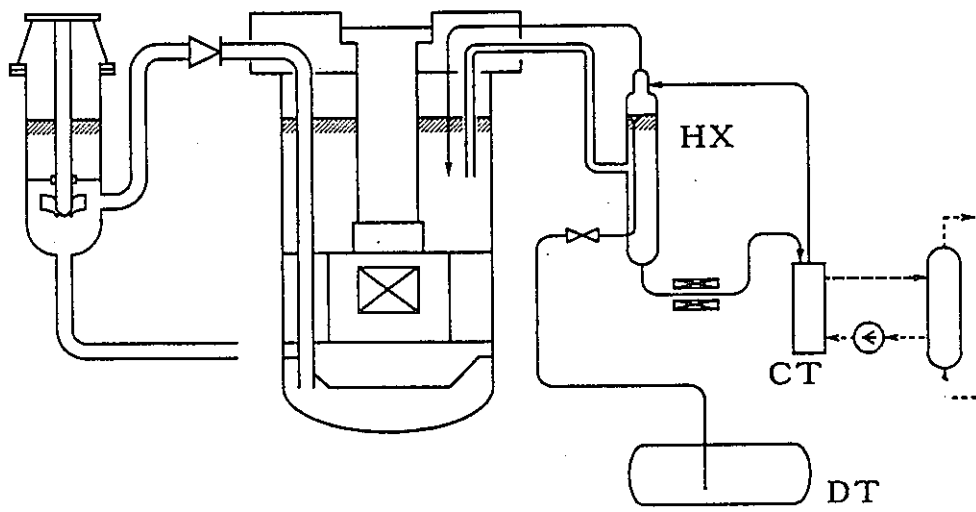


図37 起動時液位保持機能付き純化系構成概念図

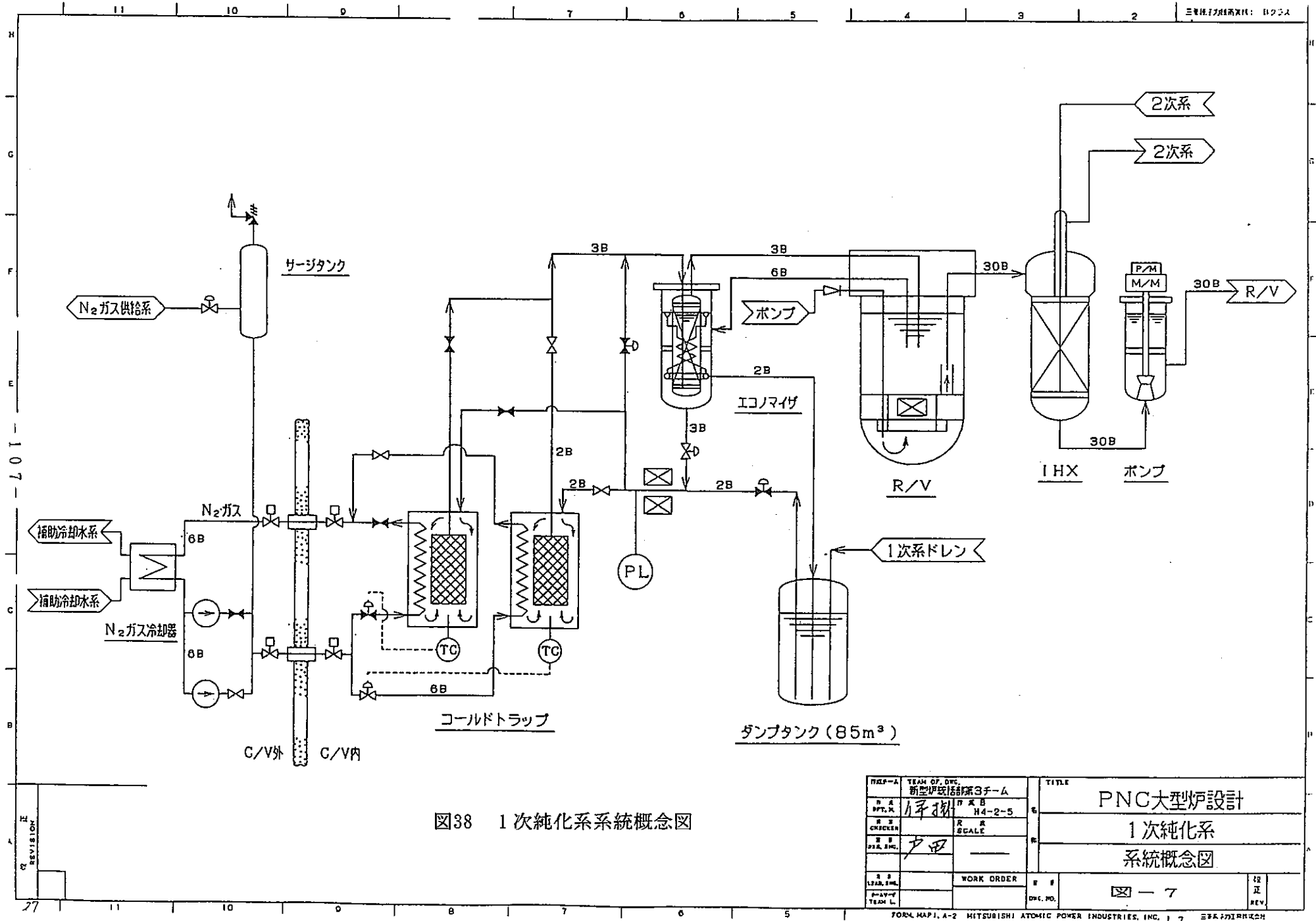
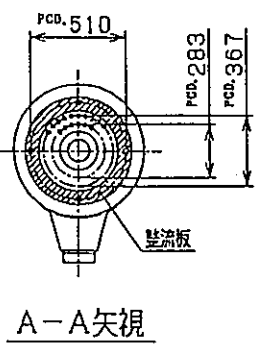
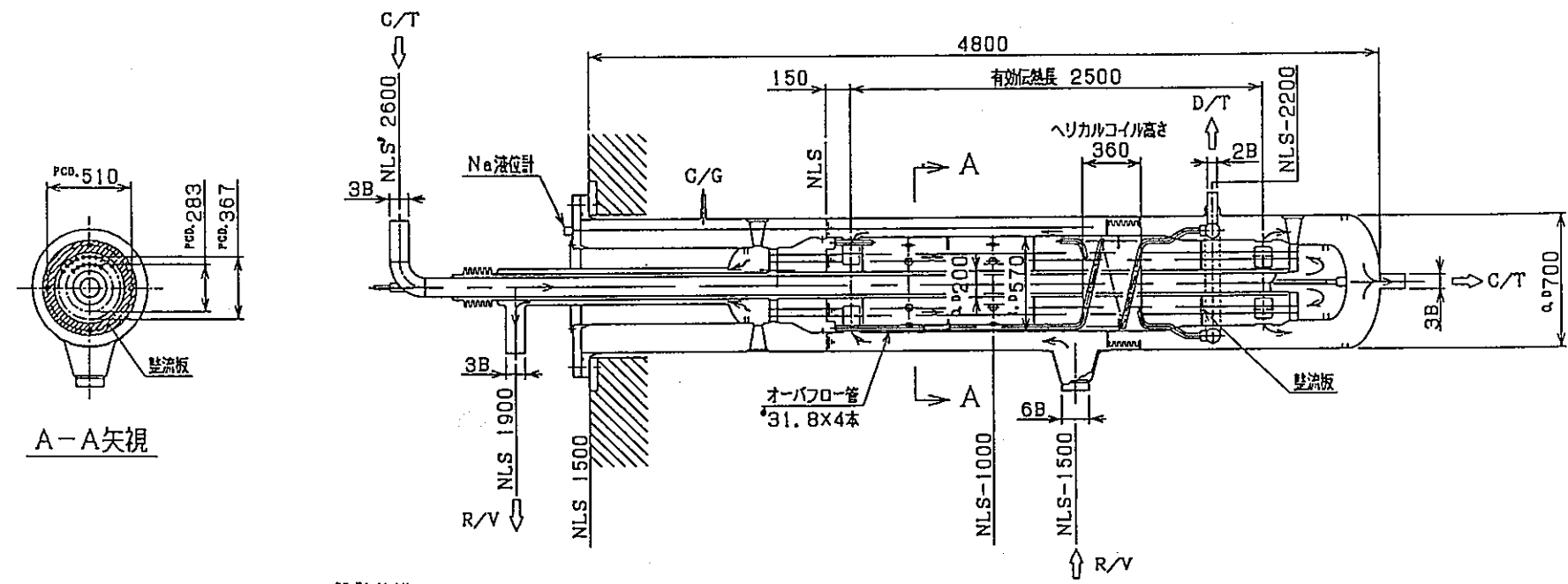


図38 1次純化系系統概念図

DESIGNER	TEAM OF DES. 新型炉設計部第3チーム	TITLE	PNC大型炉設計	
CHECKER	岸本	SCALE	1次純化系	
DRW. ENG.	戸田	SCALE	系統概念図	
LEAD. ENG.		WORK ORDER	図-7	訂正
TEAM L.		DOC. NO.		REV.

PNC TN9410 92-353

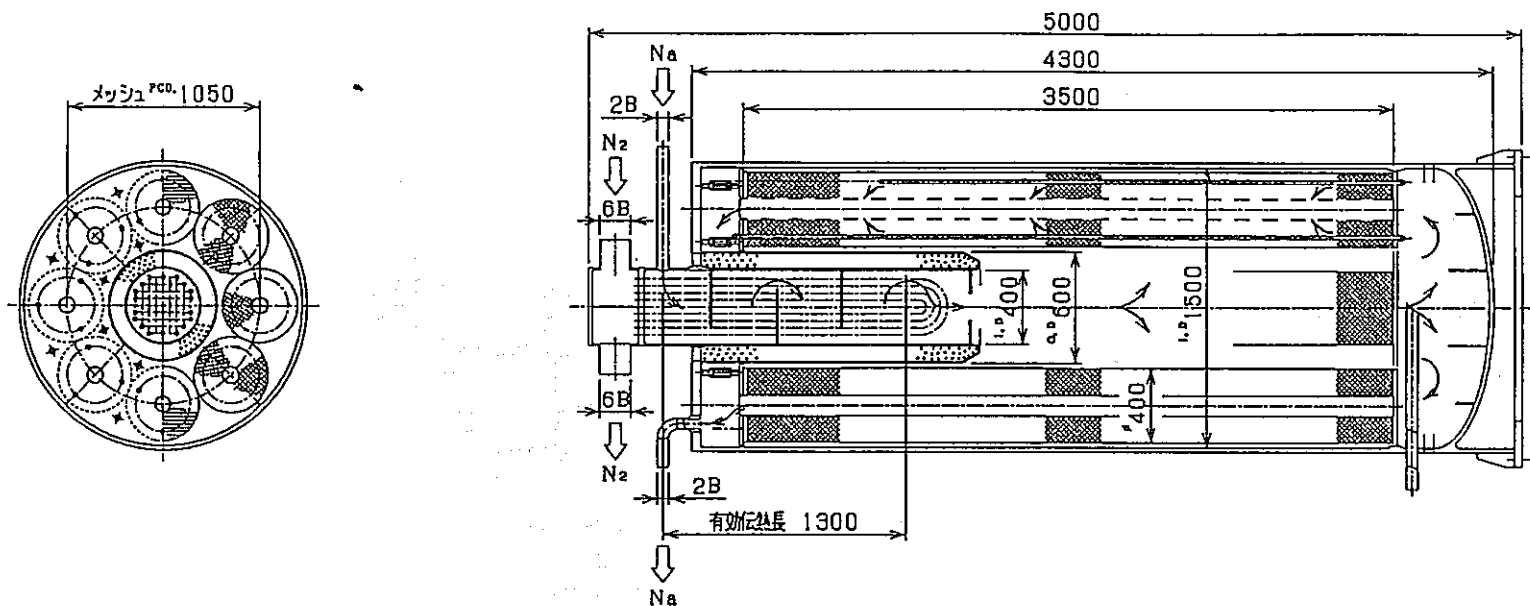


設計仕様

型式	縦置有液面平行流式直管型	
数量	1 基	
定格交換熱量	1.36 MWt	
伝熱管	形式	円周配列直管式
	外径×肉厚	25.4×1.0 mm
	層数	2 層
	本数	55 本
	ピッチ円周/半径	37/42 mm
伝熱面積	9.9 m ²	
有効伝熱高さ	2300 mm	
定格仕様	1 次側	2 次側
定格流量	10 t/h	10 t/h
定格温度 入口	530 °C	150 °C
出口	120 °C	497 °C
材質	SUS304	

図39 1次純化系エコノマイザ概念図

DESIGNER 設計者	TEAM OF DFC 新大型炉設計部	SCALE 縮尺	TITLE PNC大型炉設計研究 1次純化系 エコノマイザ概念図
CHECKER 校核者	SCALE 縮尺	WORK ORDER 730085	FIG. NO. 図 - 7
DATE 日付	SCALE 縮尺	DFC. NO.	REV. 改訂



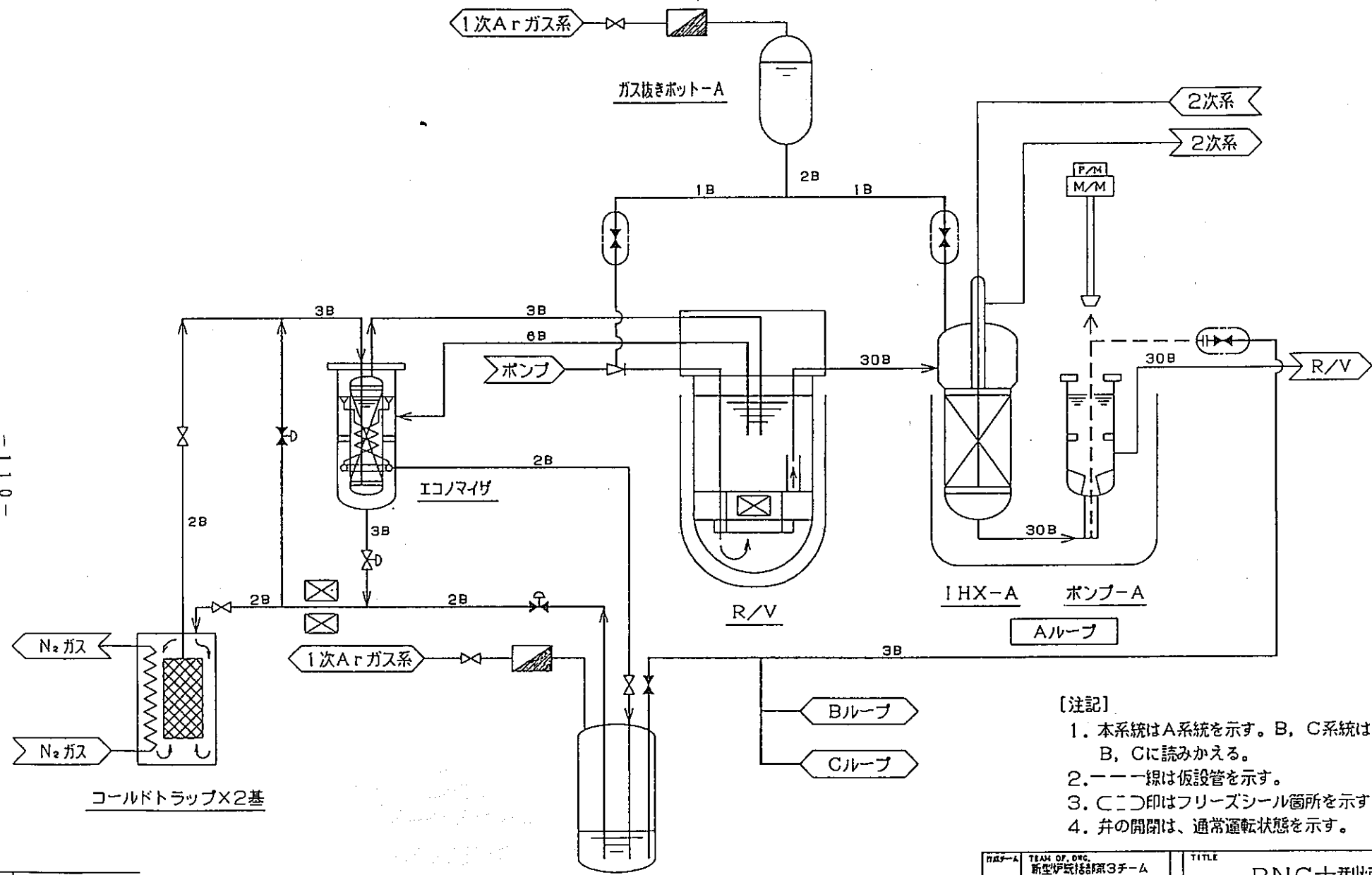
設計仕様

型式	強制窒素ガス冷却式メッシュ充填型	
数量	2 基	
有効充填材容量	3.2m ³ /基	
不純物捕獲容量	175Kg-O ₂ 換算/基(目標値)	
定格交換熱量	60 Kw/基	
定格仕様	ナトリウム側	窒素ガス側
定格流量	5.0 t/h	4.85t/h
定格温度 入口	150 °C	50 °C
出口	120 °C	90 °C
材質	SUS304	

図40 1次純化系コールドトラップ概念図

PNP-A TEAM OF. DFC. 新炉炉内設備系3チーム 設計者 伊掛 監査者 戸田 承認者 設計者 承認者 設計者	H4-3-13 SCALE 1/20 WORK ORDER 730085	TITLE PNC大型炉設計研究 1次純化系 コールドトラップ概念図 修正 REV
---	--	--

- 110 -



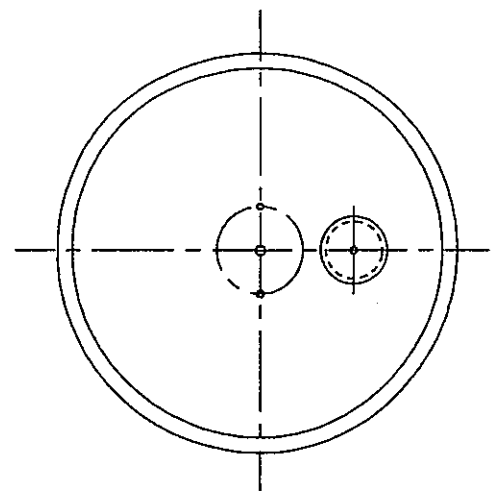
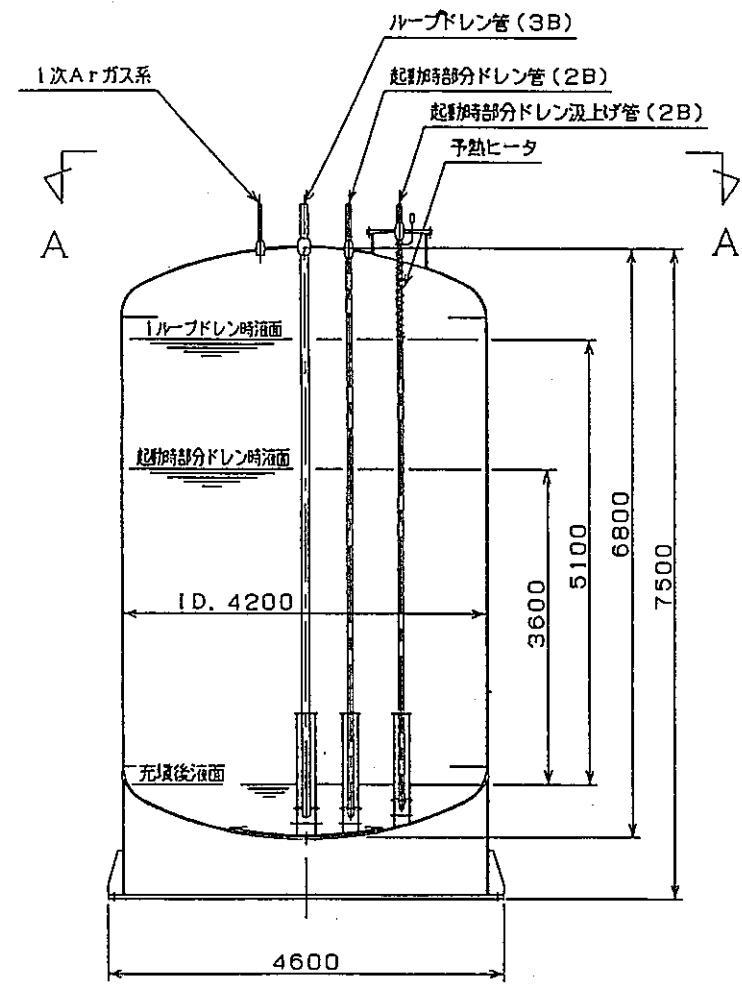
- [注記]
1. 本系統はA系統を示す。B, C系統はAを B, Cに読みかえる。
 2. 一線は仮設管を示す。
 3. C印はフリーズシール箇所を示す。
 4. 弁の開閉は、通常運転状態を示す。

ダンプタンク (85m³)

図41 1次充填ドレン系系統概念図

REVISION

設計者 井田 倉	TEAM OF DDC 新型炉設計部 3チーム	TITLE	PNC大型炉設計
設計校 尺 規	尺 規 H4-2-18	図 号	1次充填ドレン系
設計校 尺 規	尺 規 SCALE	図 名	系統概念図
設計校 尺 規	尺 規	図 号	図 1
設計校 尺 規	尺 規	図 号	図 1

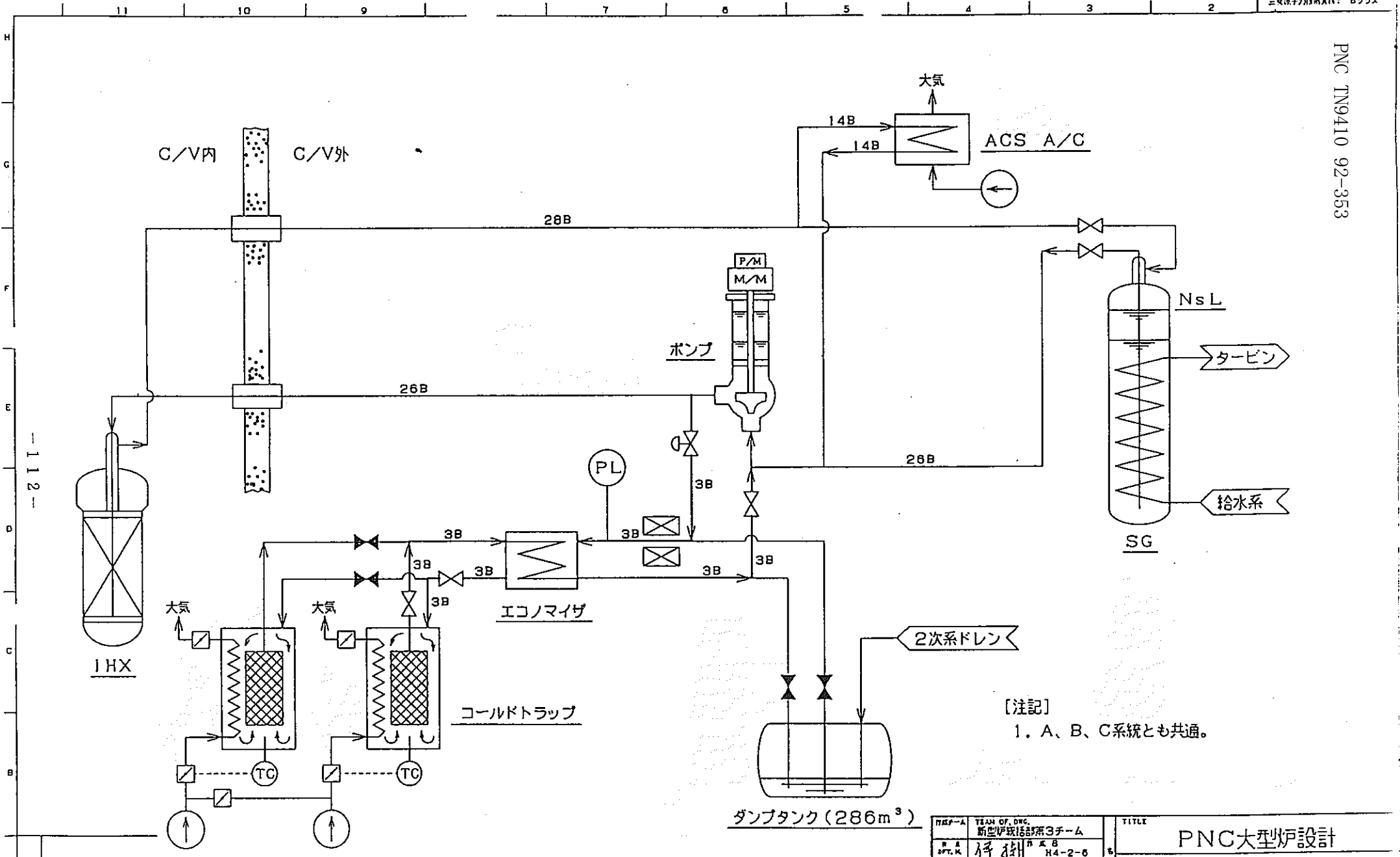


設計仕様		
型式	縦置円筒型	
基数	1基	
流体	放射性ナトリウム	
Na1ループドレン量	71m ³	
起動時部分ドレン容量	50m ³	
幾何容量	85m ³	
設計圧力	内圧	5 kg/cm ² g
	外圧	1 kg/cm ² g
設計温度	350℃	

図42 1次充填ドレン系ダンプタンク概念図

REV.	REVISION

INDEX	TEAM OF DDC 新設炉組立部系3チーム	TITLE	PNC大型炉設計研究
D E DPT. A	井田倉 H4-3-13		
D E CHECKER	尺 規		
D E REV. ENG.	少野	SCALE	1/40
D E LEAD. ENG.		WORK ORDER	
D E TEAM L.		D E DWC. NO.	図-2



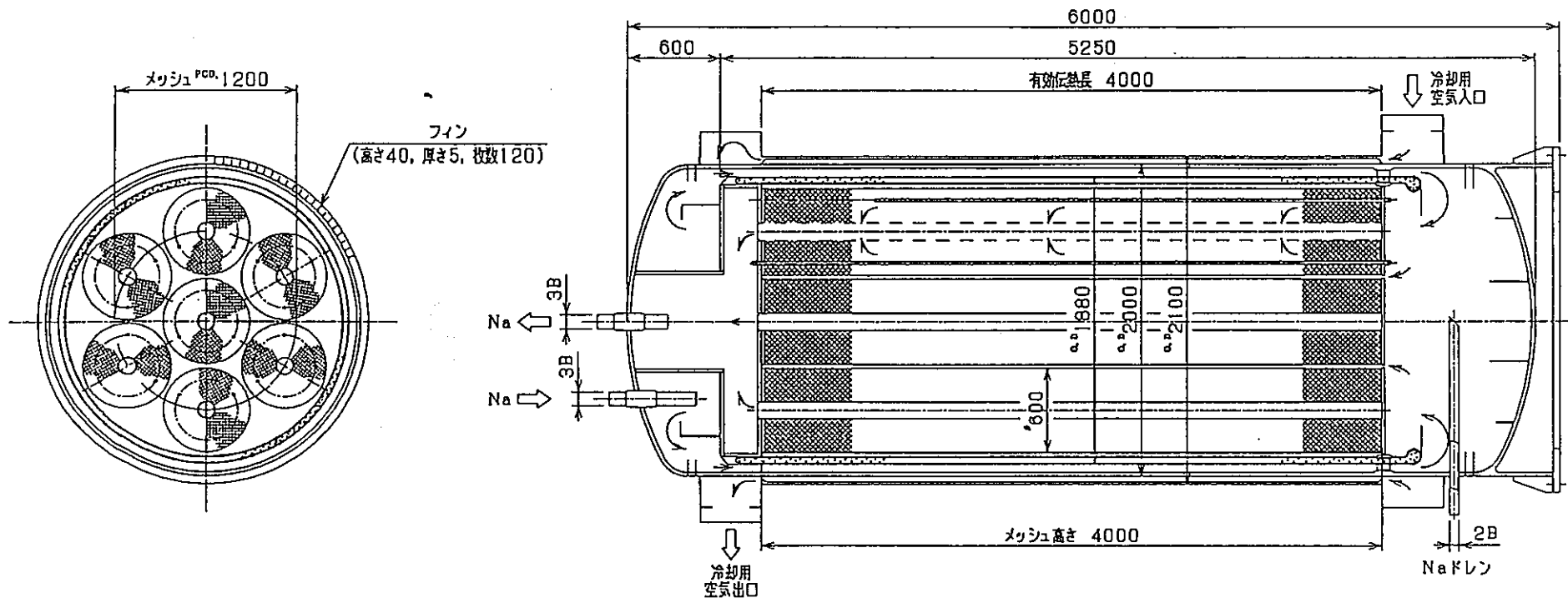
112

REVISION

図43 二次純化系系統概念図

[注記]
1. A、B、C系統とも共通。

DESIGNER	TEAM OF DWG.	TITLE
DFT. M.	新設伊勢橋線3チーム	PNC大型炉設計
CHECKER	研 樹 H4-2-6	二次純化系
DRG. ENG.	R SCALE	系統概念図
LEAD. ENG.	WORK ORDER	図 - 8
TEAM L.	DWG. NO.	REV.



設計仕様

型式	強制空冷式メッシュ充填型	
数量	2基	
有効充填材容量	8.0m ³ /基	
不純物捕獲容量	445Kg-O ₂ 換算/基(目標値)	
定格交換熱量	285 Kw/基	
定格仕様	ナトリウム側	空気側
定格流量	25 t/h	40 t/h
定格温度 入口	150 °C	40 °C
出口	120 °C	65 °C
材質	SUS304	

図44 2次純化系コールドトラップ概念図

DESIGNER DFT. N CHECKER DR. ENG.	TEAM OF DPC 新炉設計部系統第3チーム 岸掛 H4-3-13 SCALE 1/20	TITLE PNC大型炉設計研究 2次純化系 コールドトラップ概念図
LEAD. ENG. TEAM L.	WORK ORDER 730085	DWG. NO. ☒ - 3

設計仕様		
型式	横置円筒型	
基数	3基	
流体	2次系ナトリウム	
Na1ループドレン量	256m ³	
SG単独ドレン容量	145m ³	
幾何容量	286m ³	
設計圧力	内圧	5 kg/cm ² g
	外圧	1 kg/cm ² g
設計温度	250℃	

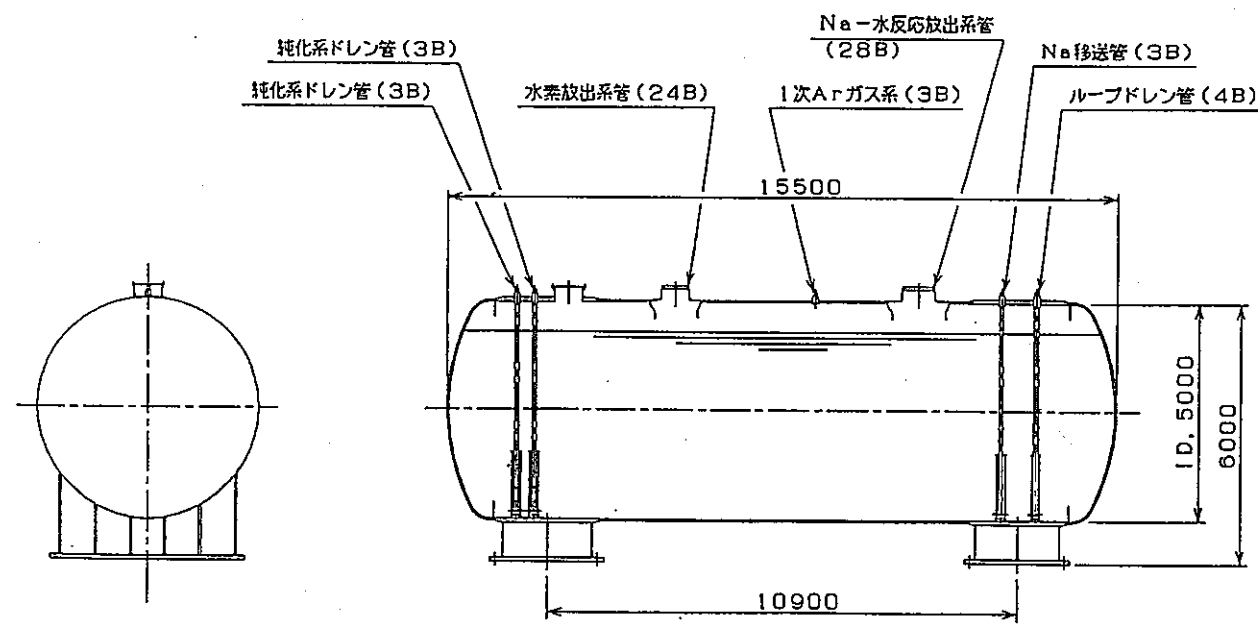


図46 2次充填ドレン系ダンプタンク概念図

DESIGNER	TEAM OF DPC	TITLE	PNC大型炉設計研究 2次充填ドレン系 ダンプタンク概念図
DRW	新島伊吹技研3チーム	SCALE	
CHECKER	伊吹	SCALE	
DATE	1/80	SCALE	
LEADER	WORK ORDER	REV.	01
DATE		DWG. NO.	図-2
FORM MAP1, A-2 HITSUBISHI ATOMIC POWER INDUSTRIES, INC.			REV.

