



(2) 配管・蒸気発生器伝熱管の二重化



配管、蒸気発生器伝熱管の二重化

- 配管および蒸気発生器伝熱管の二重化の意義
 - － ナトリウム冷却炉では、ナトリウム漏えい対策、ナトリウム－水反応対策が重要な課題と認識されている
 - － ナトリウム漏えい対策：
 - ナトリウムの漏えい可能性を低減するため、ナトリウム小口径枝管を可能な限り削減し、異材継手を排除した設計
 - ナトリウム漏えい影響範囲を極限化するため、バウンダリを2重化し、隙間を区画化し窒素を充填することにより、仮に内管が破損した場合でもナトリウムの漏えい量を限定し、燃焼や飛散を防止
 - 漏えい検出器の高度化
 - 2次系配管では、仮に漏えいが発生した場合でも短期間に復旧できるように、取り外しが容易な構造を採用



配管、蒸気発生器伝熱管の二重化

- ナトリウム－水反応対策：
 - ・ 蒸気発生器伝熱管を密着2重構造にすることで、伝熱管破損によるナトリウムと水の接触を防止し、プラント信頼性の向上を図る
 - ・ 2重管を直管方式にすることによって、ISIによる2重管検査精度を向上させるとともに、破損要因となりうる管-管溶接を排除する。
(ヘリカルコイル方式では、管長が長く(直管の30m程度対して100m程度)、2重管同士の接合が必要となるため継手の信頼性確保が難しくなる。また、2重管を曲げることによって、ギャップ部に隙間が生じ、外管の検査性や伝熱性能の低下が発生する可能性がある)
 - ・ 2重伝熱管の採用により蒸気発生器は大型化するが、ナトリウム－水反応の発生を防止し、計画外停止の可能性を減少させることにより、プラントの総合的な経済性(稼働率)向上が可能

- ナトリウム冷却炉の信頼性を確保するため、ナトリウム固有の課題に対する解決方策の1つとして選定。将来的にナトリウム炉の運転実績が蓄積し、単管に対する信頼性が確保できた場合には、単管ヘリカル伝熱管や単管(外管なし)の設計に戻すことも可能。



配管、蒸気発生器伝熱管の二重化

- 蒸気発生器設計の妥当性
 - － 高さ35mの直管蒸気発生器の実現は技術的に困難か？
 - PWR (APWR, AP-1000) およびFBR (EBR-II, BN-600, SNR-300, EFR) の設計では、高さ20m強の蒸気発生器の製作実績がある
 - JSFRの35mの蒸気発生器では、長尺容器、球形管板、二重伝熱管の製造、加工、据付に関して技術的課題が存在
 - これら製作性の課題は、フェーズ3で検討
 - － 建屋高さが高くなる？
 - JSFRの原子炉建屋高さは約70m
 - これは、オペレーティングフロアで燃料交換機を取り扱うために必要な天井の高さによって決められている
 - ヘリカルコイル型の蒸気発生器を採用した場合、二次系原子炉建屋の高さが低くなるが、原子炉建屋全体の容積はさほど減少しない

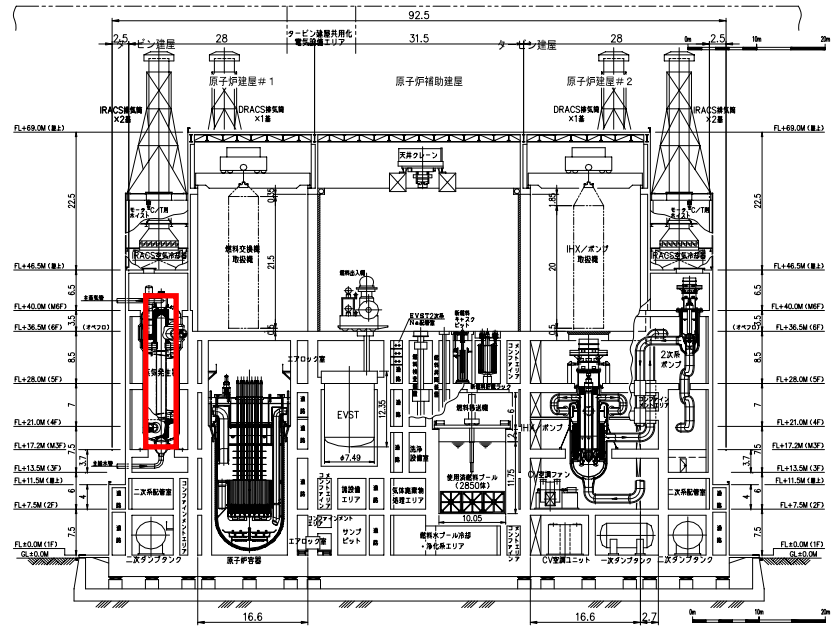
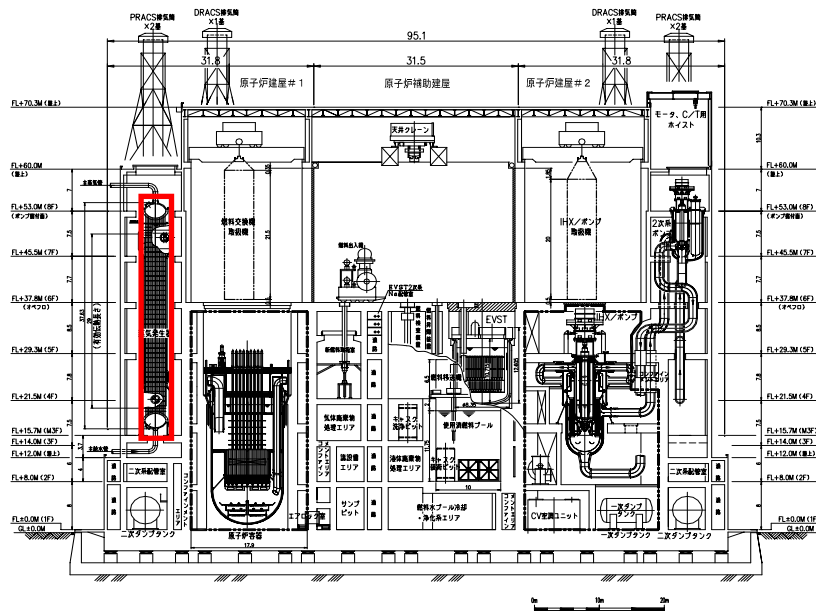
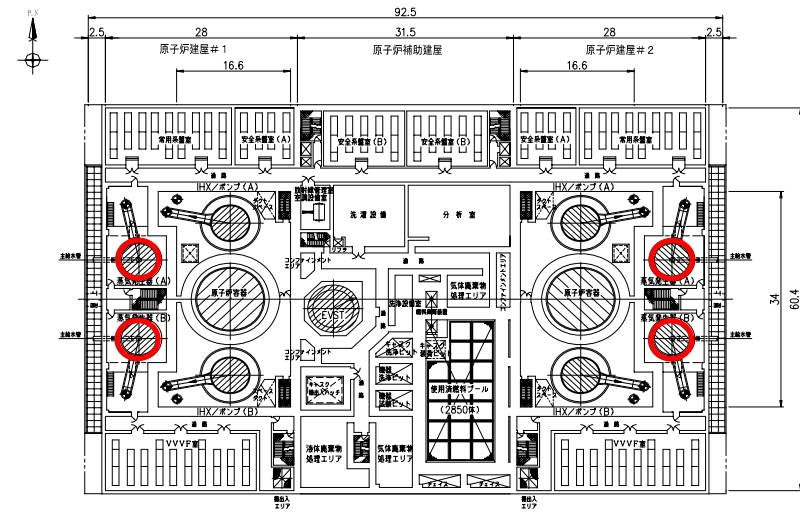
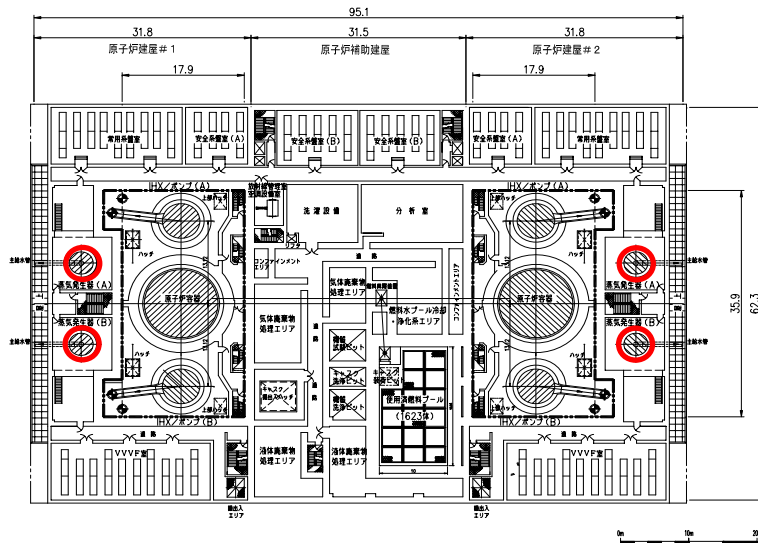


蒸気発生器の比較

			PWR		FBR					
			APWR	AP-1000	EBR-II (蒸発器)	BN-600 (蒸発器)	SNR-300 (蒸発器)	EFR	JSFR	
出力	電気出力	MW	1,538	1,090	20	600	327	1,470	1,500	
	熱出力	MW	4,451	3,400	62.5	1,470	762	3,600	3,530	
2次系ループ数			4	2	1	3	3	6	2	
蒸気発生器	伝熱管型式		U/単	U/単	直/二重	直/単	直/単	直/単	直/二重	ヘリカル/単
	交換熱量	MW/ 基	1,113	1,700	6	40.6	55.4	600	1,765	1,785
	容器内径	m	約3.9	4.3(外径)			6.5		3.2	5.1
	容器高さ	m	約21	22.5			22		37.6	21.8
	伝熱管長さ				8.2	約13 (伝熱有効長)	20.1		29.0 (伝熱有効長)	93.8 (伝熱有効長)
	伝熱管本数	本/基	5,830		73	349	211	1,386	7,100	910
	伝熱面積	m ²	約6,500	約12,000	51.1	251	220	611	10,610	8,529
原子炉容器	内径	m	5.2	4.0	7.9	12.9	6.7	17.2	10.7	
	高さ	m	13.6	10.3	4.0	12.6	15.0	15.9	21.2	
原子炉格納容器	高さ	m	69	66	42.3				37.8	
原子炉建屋	高さ	m							70.3	



JSFR 建屋配置



直管型SGの場合

ヘリカル型SGの場合