

使用済燃料ピットへの注水・放水設備による流量設定の考え方について

1. はじめに

本資料ではSFP大規模漏えい時の対応として整備される各手順によりSFPへ注水・放水される流量およびその根拠について説明する。なおSFPへ水を供給する行為のうち、直近まで施設された配管等を用いるもの（燃料取替用水ポンプ等）を注水、スプレイヘッドまたは放水砲によるものを放水と呼称する。

2. SFP注水手順にて使用する設備の流量設定の考え方および根拠

SFPからの大量の水の漏えいが発生した際に実施する、SFPへの注水に係る手順の実施判断フローを第1図に、各注水手順における水源、送水ポンプおよびポンプ台数を第1表に示す。

各手順における放水によるSFPへの流入流量設定の考え方は以下の通り。（手順番号は第1表の番号と整合）

（1）恒設設備を使用する手順

a. 実際の施設ラインで通水した実測値があるものについては実測値を使用する。

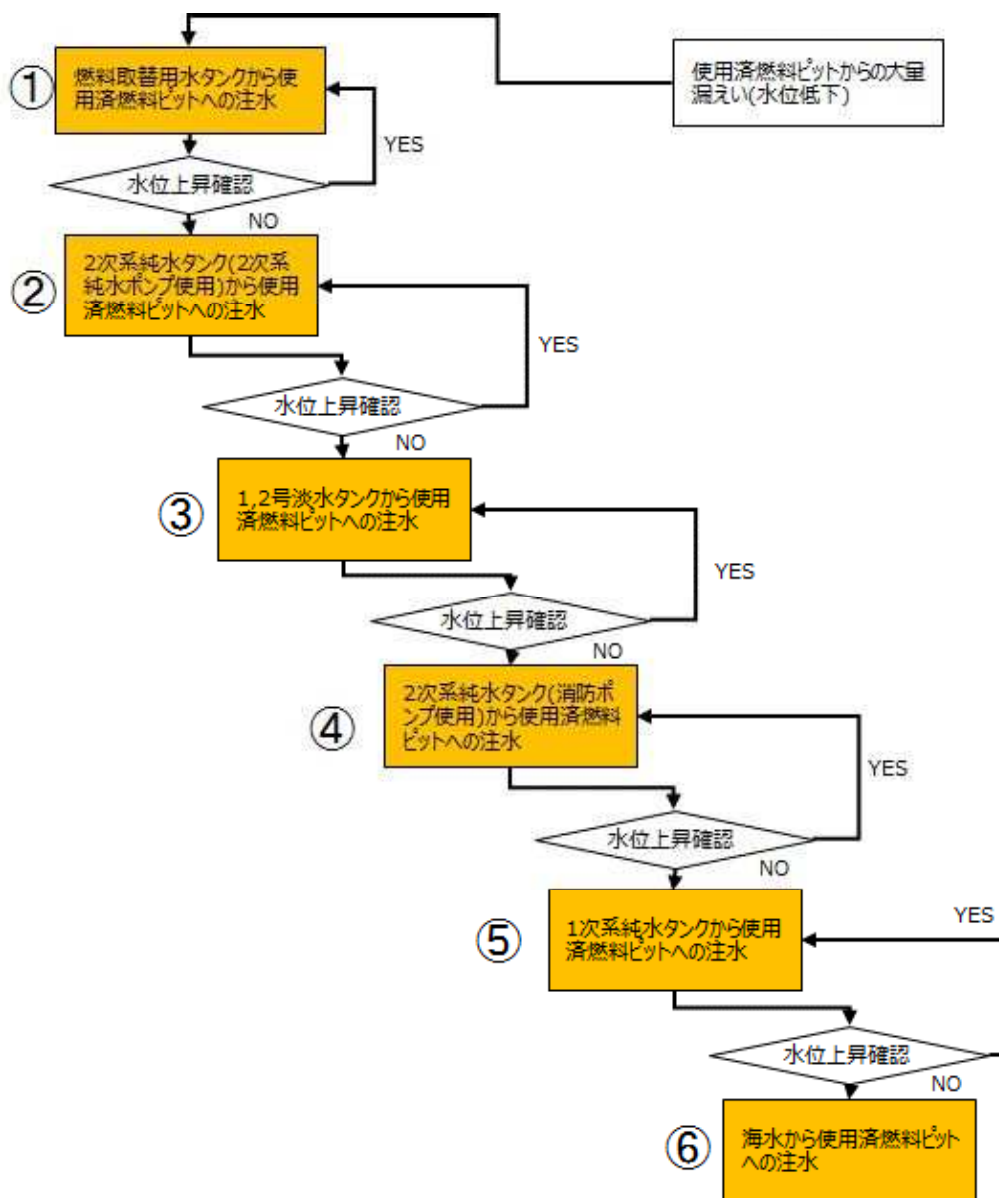
（対象手順：②-1、③）

b. 実際のラインで通水した実測値が無いものについては、ポンプ揚程曲線設計上の上限値とする。（①、②-2、⑤）

（2）可搬型設備を使用する手順

ポンプの揚程曲線から得られる最大値（ホースの圧損は考慮しない）とした。

（対象手順：④、⑥）



第1図 SFP大規模漏えい発生時の手順判断フロー（SFPへの注水）

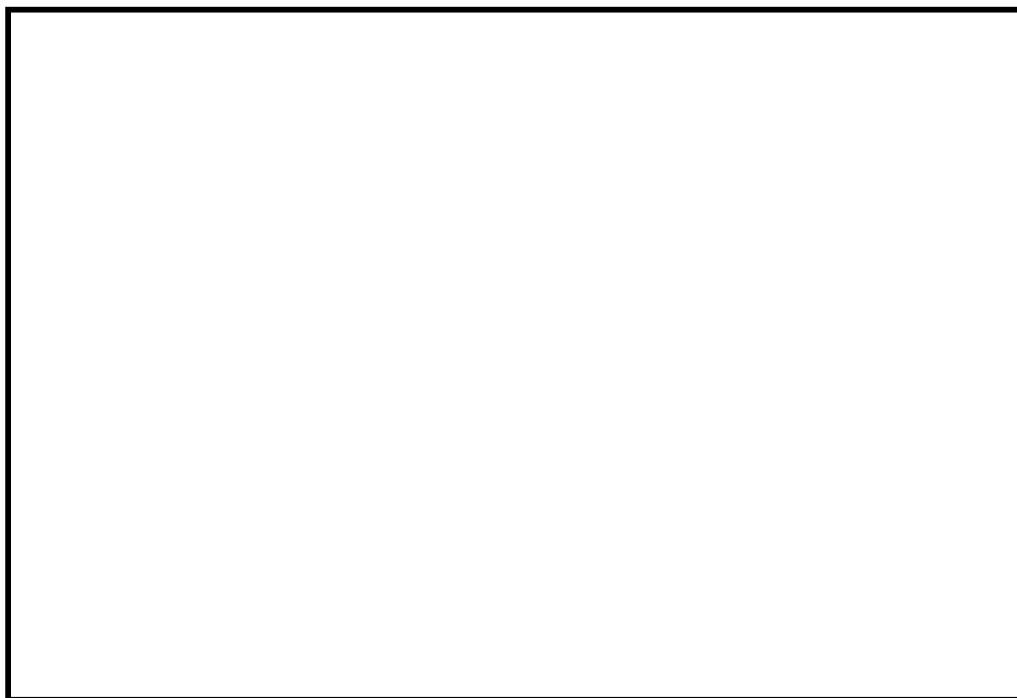
第1表 SFPへの注水手順における水源、送水ポンプ、台数および流量根拠

手順番号 (第1図の 番号に同じ)	水源	送水ポンプ	ポンプ 台数	送水ポンプ 1台当たりの流量	流量根拠
①	燃料取替用水タンク	燃料取替用水ポンプ	2台	<input type="text"/> m ³ /h	揚程曲線設計上の最大値 (第2図参照)
②-1	2次系純水タンク	2次系純水ポンプ	3台※1	5m ³ /h	実測値 (第3-1図参照)
②-2				<input type="text"/> m ³ /h※2 (脱気塔経由)	揚程曲線設計上の最大値 (第3-2図参照)
③	1,2号淡水タンク	ディーゼル消火ポンプ または電動消火ポンプ	各1台	22m ³ /h※3	実測値 (第4図参照)
④	2次系純水タンク	消防ポンプ	1台	<input type="text"/> m ³ /h	揚程曲線設計上の最大値 (第5図参照)
⑤	1次系純水タンク	1次系純水ポンプ	2台	<input type="text"/> m ³ /h	揚程曲線設計上の最大値 (第6図参照)
⑥	海水	送水車	1台	<input type="text"/> m ³ /h	揚程曲線設計上の最大値 (第7図参照)

※1 脱気水ポンプは2台

※2 脱気水ポンプの値

※3 使用する消火栓（屋内消火栓：2箇所、屋外消火栓：1箇所）のうち、流量が大きい屋外消火栓の値

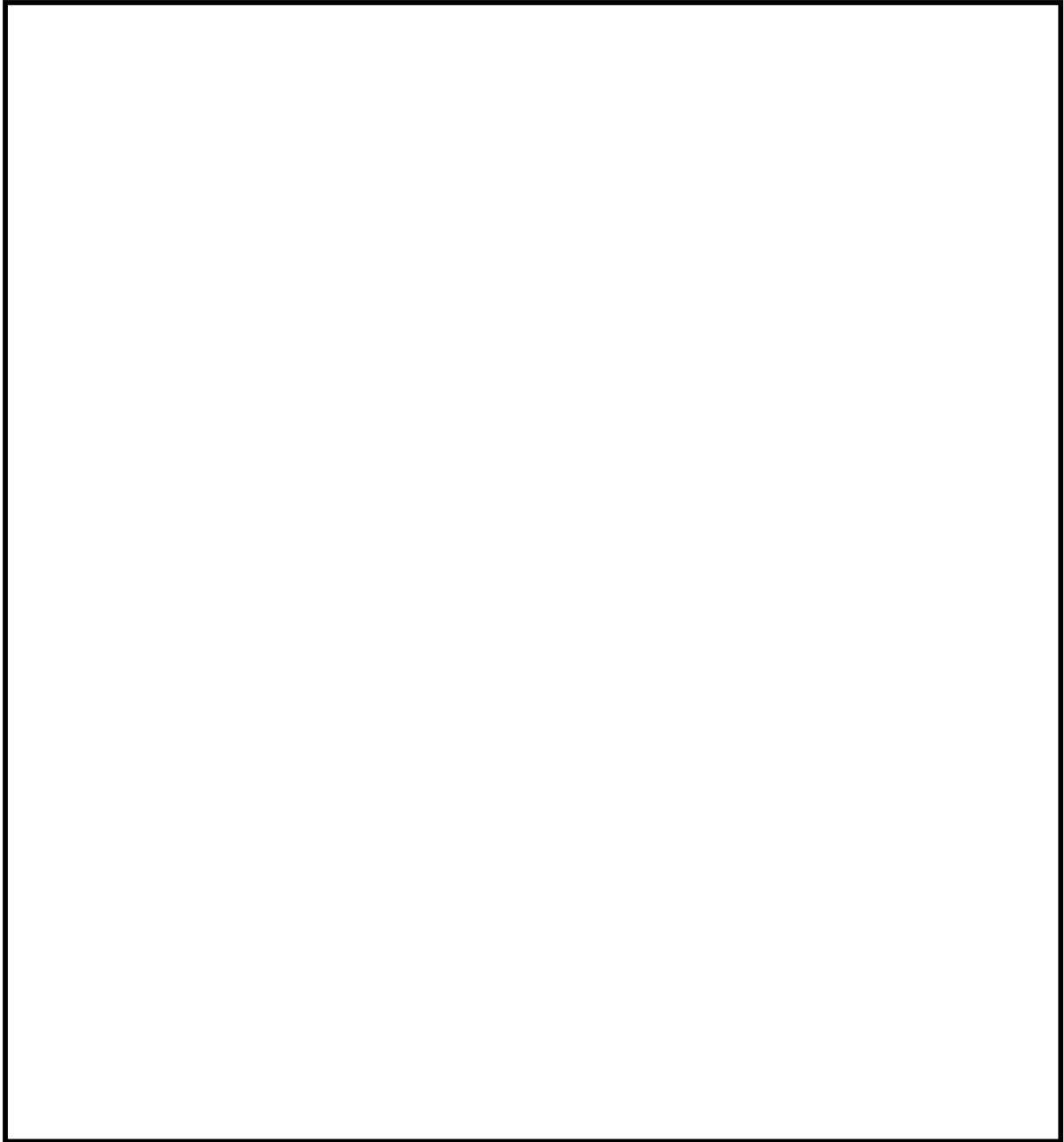


第 2 図 燃料取替用水ポンプ 流量出典



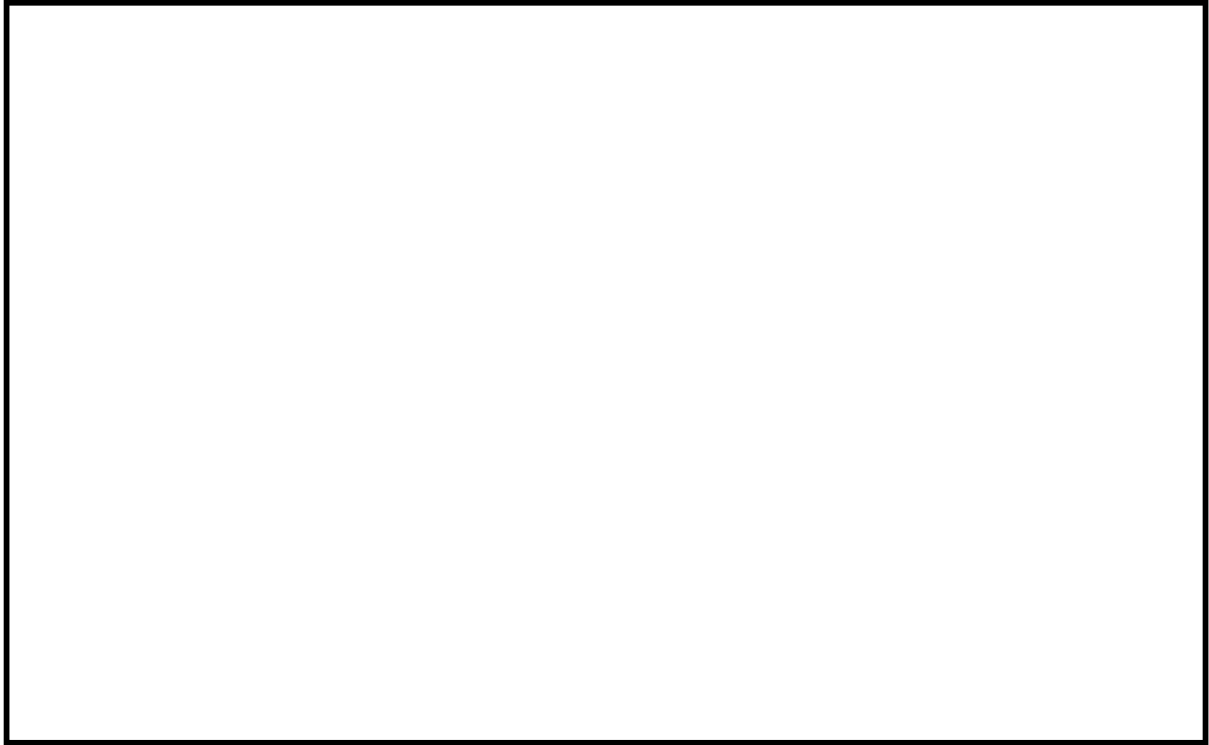
第 3-1 図 2 次系純水ポンプ 流量出典（水張ライン使用時の実測値）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

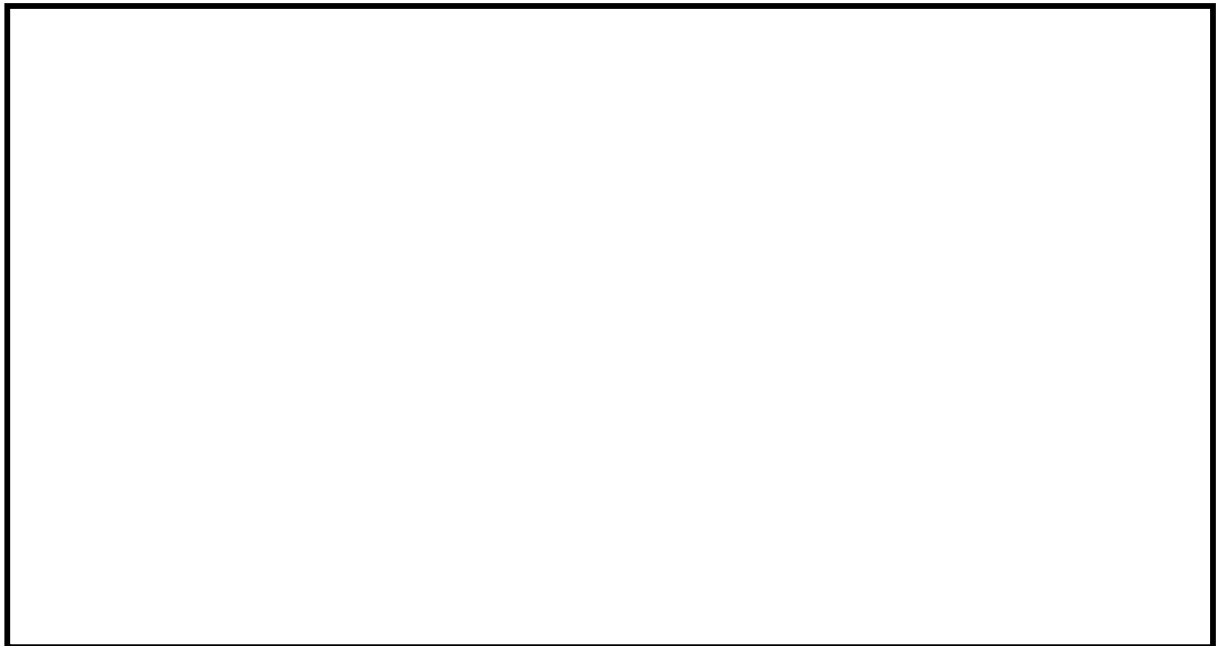


第 3-2 図 脱気水ポンプ 流量出典

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

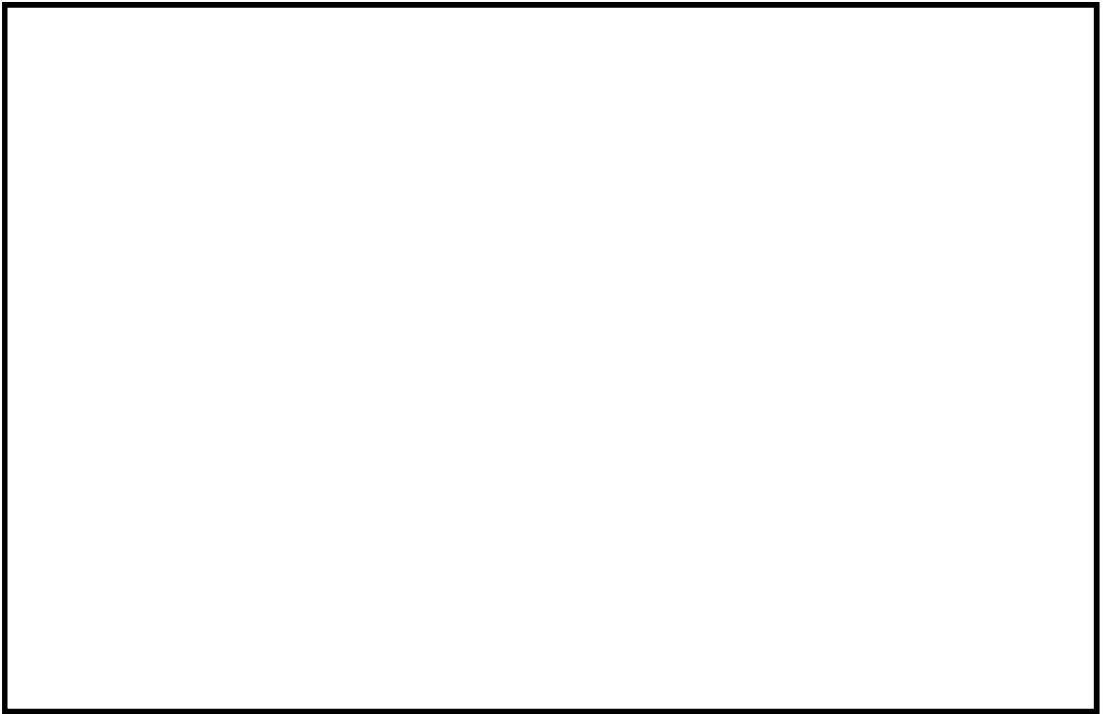


第4図 消火栓を用いた注水 流量出典



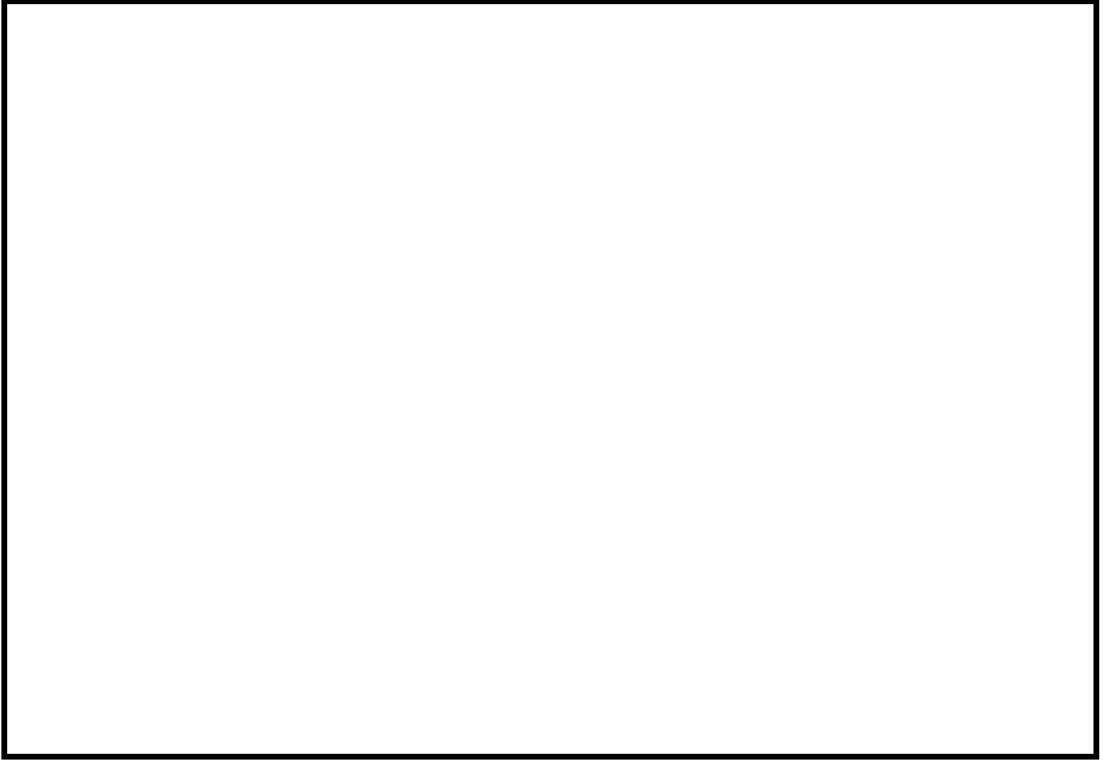
第5図 消防ポンプ 流量出典

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



第6図 1次系純水ポンプ 流量出典

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



第7図 送水車 流量出典

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

3. SFP 放水手順にて使用する設備の流量設定の考え方および根拠

SFP からの大量の水の漏えいが発生した際に実施する、SFP への放水に係る手順の実施判断フローを第 8 図に、各放水手順における水源、送水ポンプおよび放水設備を第 2 表に示す。

各手順における放水による SFP への流量設定の考え方は以下の通り。（手順番号は第 2 表の番号と整合）

a. スプレイヘッドを用いて放水する手順

化学消防自動車によるスプレイ手順は送水車が起動できない場合の手順であり、且つスプレイヘッドの配備台数は各号炉に 1 台であることから、化学消防自動車と送水車によるスプレイを同時に実施することは想定せず、最大流量はスプレイヘッドの仕様上限値である m^3/h とした。

（対象手順：手順①or②）

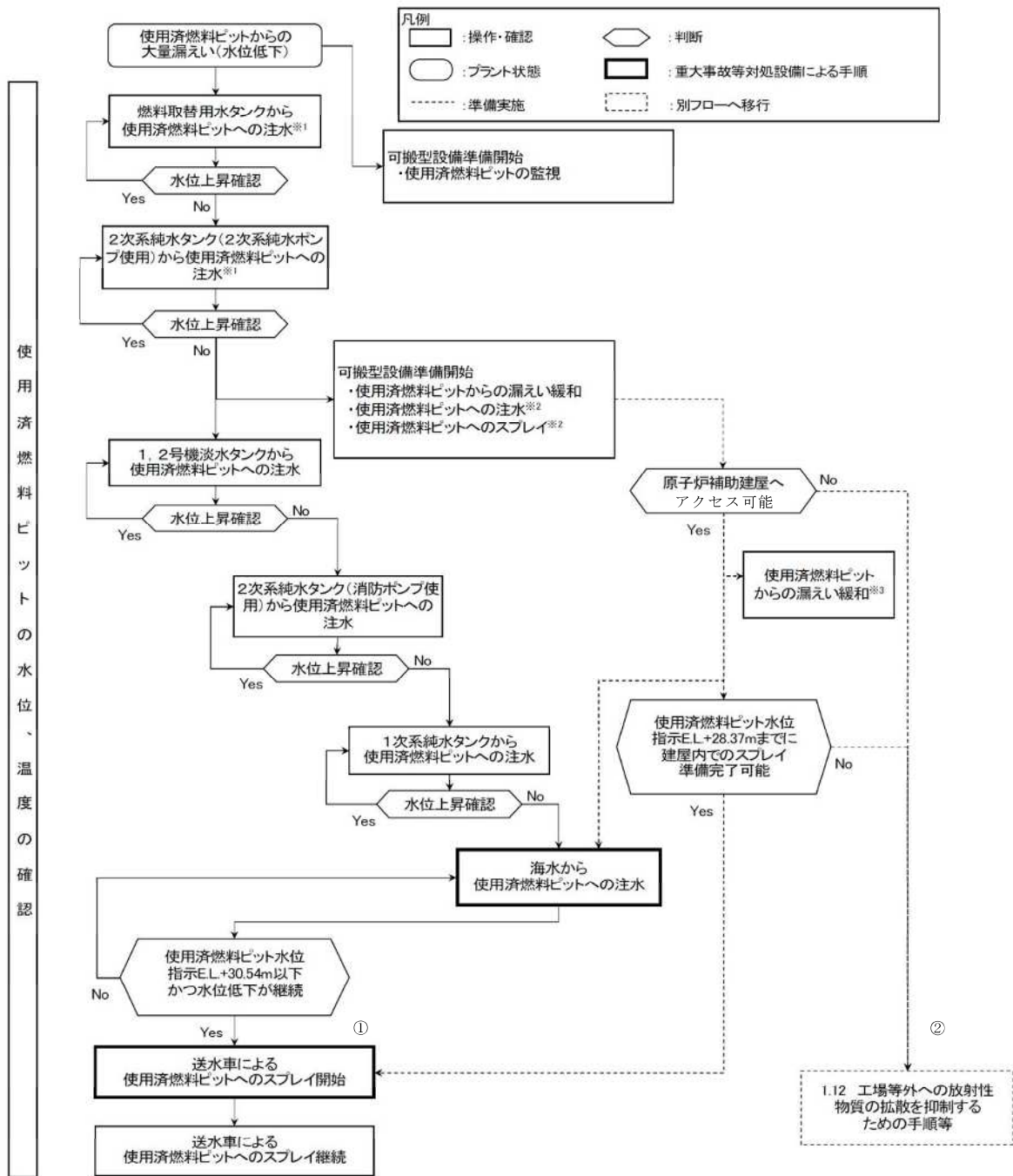
b. 放水砲を用いて放水する手順

大容量ポンプ（放水砲用）による放水は、大容量ポンプを 2 台直列に 1 ライン敷設し、2 台目の大容量ポンプ（放水砲用）の出口から分岐管により各号炉向けへ 2 ラインに分岐させ放水砲を接続する。最大流量としては保守的に、配備されている型式の異なる 3 種類の大容量ポンプ（放水砲用）のうち、最も容量が大きいポンプと 2 番目に容量が大きいポンプを直列することを想定し、各号炉へは大容量ポンプ（放水砲用）による流量が 2 等分された状態で放水されるとした。また、容量は各種類のポンプの揚程曲線上の最大値を想定する。

具体的には、大容量ポンプ（放水砲）の各型式の最大流量は揚程曲線よりそれぞれ $\square \text{m}^3/\text{h}$ （型式：HS900）、 $\square \text{m}^3/\text{h}$ （型式：HS900N）、 $\square \text{m}^3/\text{h}$ （型式：HS1200）であり、これらを直列に 2 台接続する場合の最大送水量は $\square \text{m}^3/\text{h}$ （HS900 および HS1200 を用いる場合に送水量が最大となる。送水量は、ポンプを 2 台直列に接続する運用であることから容量の低い方のポンプと同値になる。）となることから、放水砲からの流量は $\square \text{m}^3/\text{h}$ を 2 等分した $\square \text{m}^3/\text{h}$ となる。

（対象手順：手順③）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



(注1)本フローに記載の注水手段については、複数の手段の準備又は注水を平行して実施することがある。
また、水源の使用可否等に応じて手順を飛ばして対応することがある。

※1: 使用済燃料ピットの注水機能喪失の場合は使用不可

※2: 可搬型設備については、「送水車による使用済燃料ピットへのスプレー」の準備を優先する。

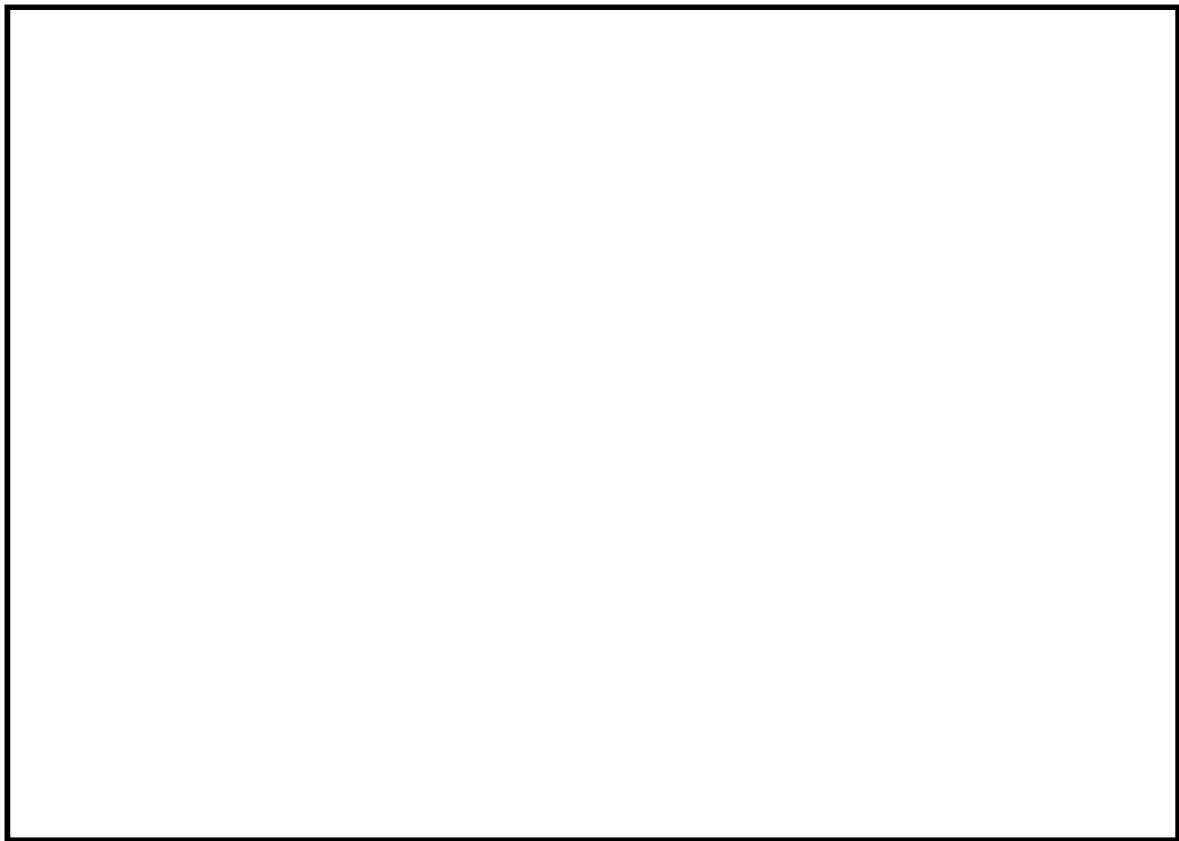
※3: 使用済燃料ピット水位指示E.L.+30.54m以下、かつ水位低下が継続する場合。

第8図 SFPからの大量の水の漏えい発生時の対応手順 (SFPへの放水)

第2表 SFPへの放水手順における水源、送水ポンプ、放水設備および流量根拠

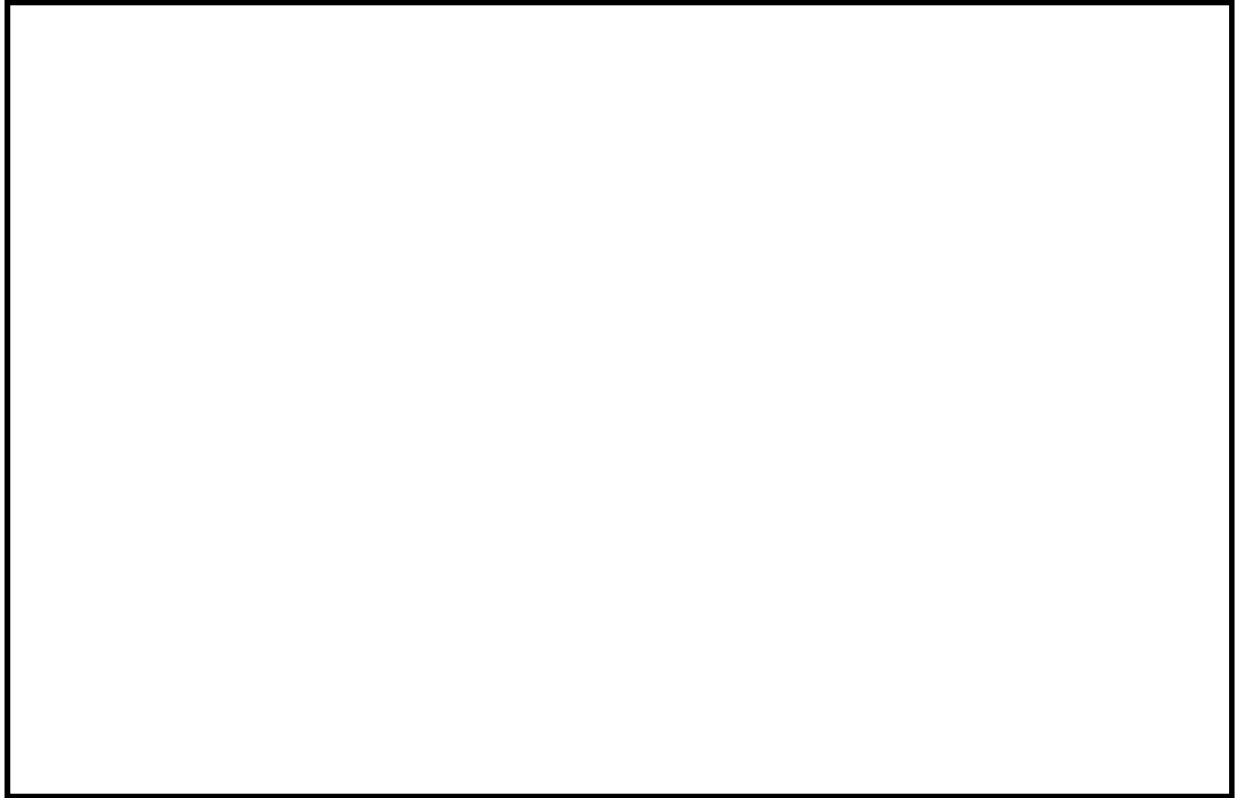
	手順番号 (第8図の 番号に同 じ)	水源	送水ポンプ	ポンプ 使用台数	放水設備	流量	流量根拠
放水 手順	①	海水	送水車	1台	スプレイヘッド	□ m ³ /h	スプレイヘッド 仕様上限 (第9図参照)
	②		大容量ポンプ (放水砲用)	2台	放水砲	□ m ³ /h	揚程曲線設計上の最大値 (第10-1図～ 第10-3図参照)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

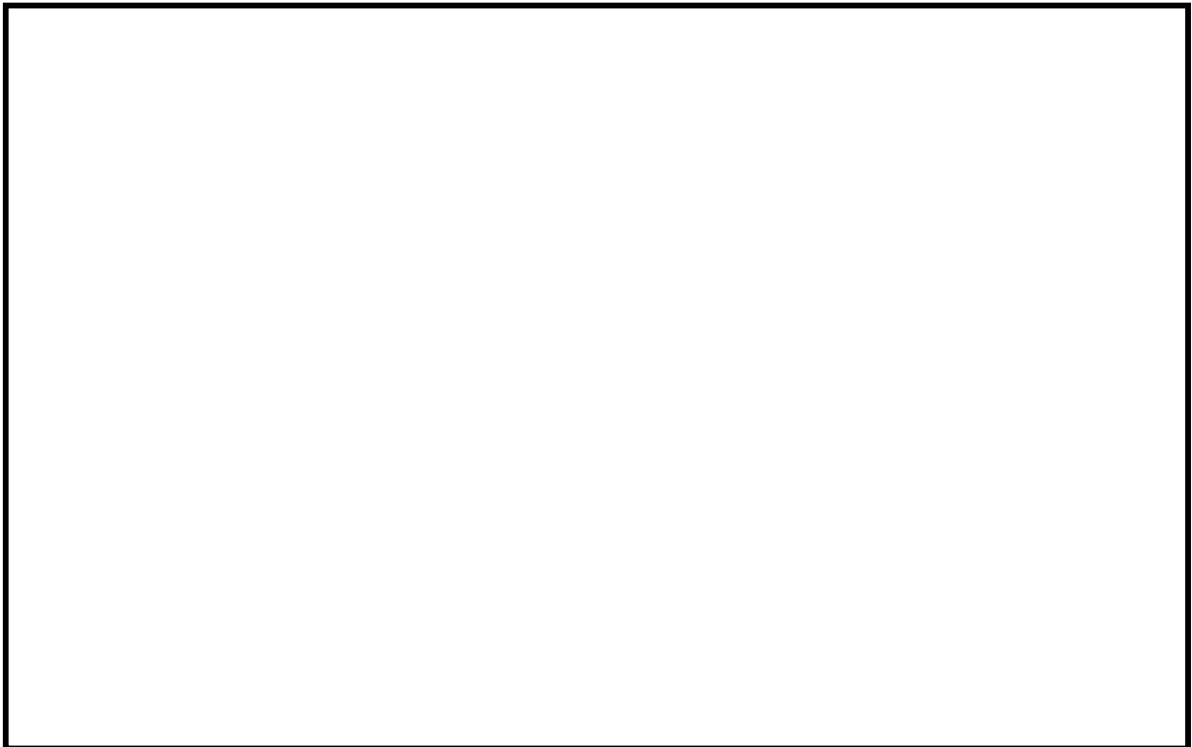


第9図 スprayヘッド使用時の流量上限

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

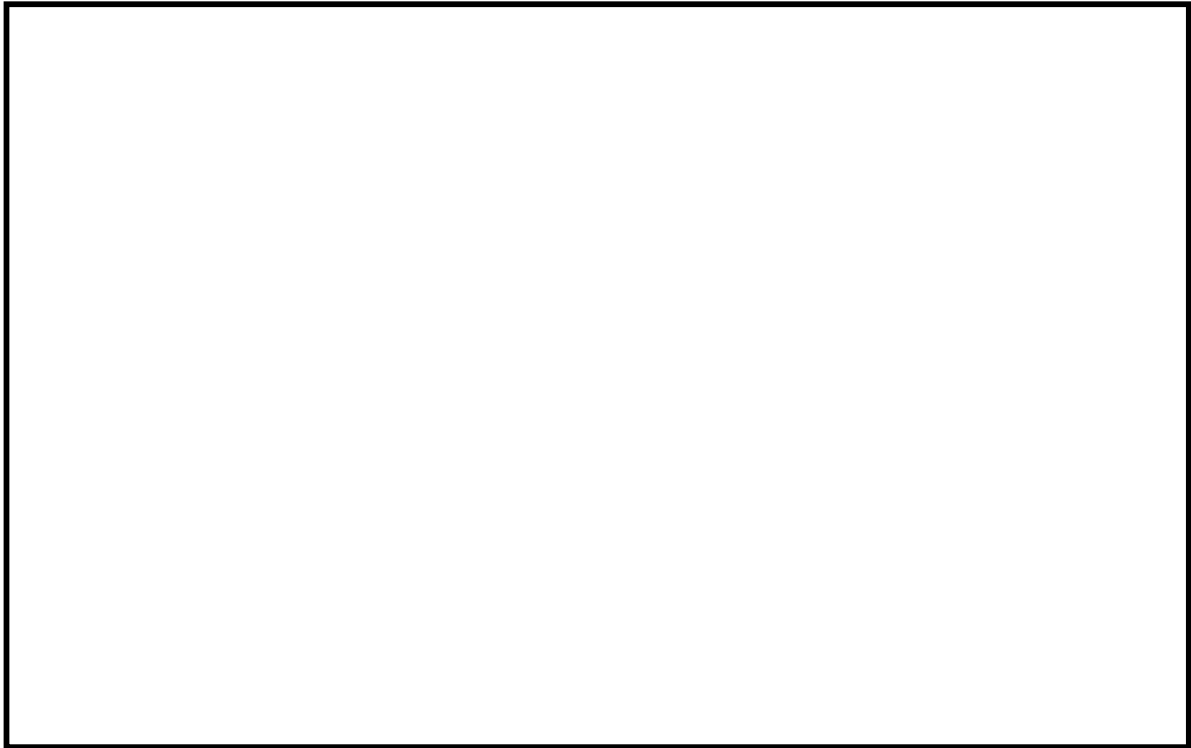


第 10-1 図 大容量ポンプ（放水砲用） 流量出典（HS900）



第 10-2 図 大容量ポンプ（放水砲用） 流量出典（HS900N）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



第 10-3 図 大容量ポンプ（放水砲用） 流量出典（HS1200）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

4. 系統に複数台設置されるポンプの起動台数の考え方について

基本ケース条件の設定に当たっては原則最確値を設定する観点から、「流量」の基本ケース条件におけるポンプ起動台数については1手順につき1台の起動を想定している。各手順において使用するポンプには系統内に複数台設置されているものがあるが、それらは点検や故障等のため使用できない場合におけるバックアップの位置づけであり、またポンプの複数台起動は系統やポンプ自体への設備保全の観点からも推奨はされていない。なお図11に実際の事故時に使用する手順書の例を示すが、注水ラインの形成に当たっては片側ラインずつ形成する前提としており、ポンプ起動台数は記載していない。以上のことから、基本ケース条件において複数設置されているポンプの起動台数を1台とすることは妥当と判断している。

なお、不確かさを考慮した条件には、ポンプを全数起動することを想定した値を設定する。

高浜発電所 重大事故等発生時における原子炉施設保全のための活動に関する所通

高浜発電所 3号機 (方法4) 1次系純水タンクからの水補給 (1次系補給水ポンプ)

No.	担当	作業要領	確認および注意事項	確認
[1次系純水タンクからの注水準備]				
1	発電所長	原子燃料課長に3号機1次系純水タンクから、3号機使用済燃料ピットへ注水するよう指示する。	<p><判断基準> 計画外に使用済燃料ピットポンプの全台停止等により冷却機能が喪失した場合若しくは使用済燃料ピット温度が50℃を超える場合、又は使用済燃料ピット水位が計画外にE.L.+32.26m以下まで低下している場合。</p> <p>・現場へ行く際には必要な鍵を準備する。(鍵リスト参照)</p>	
2	原子燃料課長	原子燃料課長は原子燃料課員を派遣する。		
3	原子燃料課長	原子燃料課員は3号機1次系補給水ポンプの電源として、3号機A1(B1)原子炉コントロールセンタが受電していることを確認する。		
4	原子燃料課長	原子燃料課員は3号機1次系純水タンクからの水補給に係るラインアップを実施し、準備完了を発電所長に報告する。	<p>操作機器および操作内容は別表「高浜3号機1次系純水タンクからの水補給のための操作」参照。</p> <p>ラインアップ系統は、添付図-4参照。</p>	

No.	担当	作業要領	確認および注意事項	確認
[1次系純水タンクからの注水]				
1	発電所長	原子燃料課長に3号機1次系純水タンクから3号機使用済燃料ピットへの注水開始を指示する。		
2	原子燃料課長	原子燃料課員は3号機1次系純水タンクからの注水を開始し、水位が通常水位 \pm 1m程度の範囲内になるように注水流量を調整する。	注水操作は、別表「高浜3号機1次系純水タンクからの水補給のための操作」に従う。	
3	原子燃料課長	原子燃料課員は3号機使用済燃料ピットの水位・水温の変化状況、注水状況、および建屋内の水蒸気等の状況を適宜確認し、発電所長に連絡するとともに、3号機使用済燃料ピットの冷却機能が回復するまでの期間、3号機使用済燃料ピットへの注水を継続実施する。	発電室員と連絡を取り合いながら注水流量を調整し、オーバーフローさせないようにする。	
4	発電所長	当直課長に3号機使用済燃料ピット水位等の監視を指示する。		
5	当直課長	運転員等は3号機使用済燃料ピット水位、使用済燃料ピット温度、使用済燃料ピット水位(広域)、可搬型使用済燃料ピット水位、使用済燃料ピット温度(AM用)の他に使用済燃料ピット区域エリアモニタ、可搬型使用済燃料ピット区域周辺エリアモニタ及び使用済燃料ピットエリア監視カメラにより監視し、3号機使用済燃料ピット内の燃料体等が冷却状態にあることを確認する。		

高浜発電所 重大事故等発生時における原子炉施設保全のための活動に関する所通

別表

高浜3号機 1次系純水タンクからの水補給のための操作

1. 1次系純水タンクからの注水準備ラインアップ

場所	弁番号	弁名称	状態	注意事項	確認
A/B 17m	3V-WS-018	3使用済樹脂スルースポンプ出口弁	×		
A/B 17m	3V-SF-026A	3A使用済燃料ピット脱塩塔入口弁	×		
A/B 17m	3V-SF-026B	3B使用済燃料ピット脱塩塔入口弁	×		
A/B 10m	3V-WS-027	3使用済樹脂スルースライン止め弁	○		

2. 1次系純水タンクからの注水操作

順序	確認および注意	注意事項等	確認
1	3号機A(B)使用済燃料ピット脱塩塔樹脂逆洗移送水止め弁(SF-032A(B))を開く。		
2	3号機使用済樹脂スルースライン絞り弁(WS-022)を全開にする。		
3	3号機A(B)1次系補給水ポンプを起動する。		
4	3号機使用済樹脂スルースライン補給水止め弁(WS-017)を開く。		
5	3号機使用済燃料ピットの水位(L1-652)を確認する。		
6	3号機使用済燃料ピットへの水補給が完了すれば、使用済樹脂スルースライン補給水止め弁(WS-017)を閉じる。		
7	3号機使用済樹脂スルースライン絞り弁(WS-022)を調整開にする。		

片方のラインを形成することを踏まえた記載としている。
(「A号機およびB号機」とは記載していない)

以上