

1 次冷却材補助ポンプの設工規則第 13 条の 2 への適合性（水没に関する考慮）について

令和元年 11 月 11 日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

原子力科学研究所

【R1. 10. 21 審査会合資料 2 JRR-3 分割設工認(その 7、その 9、その 10)の審査再開について】

設工認その 7 に関し、1 次冷却材補助ポンプの水没に関する評価について説明すること。

内部溢水が生じた場合の 1 次冷却材補助ポンプの浸水に係る影響について、以下の説明を添付書類として申請書に追加する。

1. 概要

1 次冷却材補助ポンプの、設工規則第 13 条の 2 への適合性の説明として、JRR-3 原子炉建家内で内部溢水が生じた場合の影響について評価する。評価においては、1 次冷却材補助ポンプ本体が設置されている 1 次区画内での溢水と、1 次冷却材補助ポンプ電源盤が設置されている原子炉建家地階の区画についてそれぞれ評価し、想定される内部溢水が生じた場合においても、必要な安全機能が確保されることを説明する。

2. 評価

2.1 1 次冷却材補助ポンプ本体の浸水について

2.1.1 1 次冷却系配管の漏えいによる影響

1 次冷却材補助ポンプ本体が設置されている 1 次区画内において最大の溢水源となるものとして、図-1 に示す位置での 1 次冷却系配管の Dt/4 破断による漏えいを想定すると、その流出流量 Q は以下の式より算出できる。

$$Q = A \times C \times \sqrt{2P/\rho} \times 3600 \quad \dots \dots \dots (2.1)$$

ここで、

Q : 漏えい流量 (m³/h)

A : 破断口面積 (m²)

C : 損失係数 (0.82)

P : 配管内圧力 (Pa)

ρ : 水の密度 (=998.2 kg/m³)

である。

この式に配管の使用条件、破断口の面積を適用すると、計算の条件及び計算結果は以下の通りとなる。

配管口径	内部圧力 (MPa)	破断口面積 (cm ²)	漏えい流量 (m ³ /h)
550A	0.45	12.8	114

上記条件で漏えいが発生すると、安全保護系が作動し原子炉は自動停止する。1次冷却材補助ポンプの機能を維持すべき時間である原子炉停止後30秒間に、上記の流量での漏えいがあった場合、その量は約0.9 m³である。1次区画の床面には、ピット及びトレンチが設けられており、ピットの容量は約5 m³であるため、配管から漏えいする1次冷却材は全てピットで受け入れ可能である。

流出した1次冷却材がトレンチ及びピットに流入する際に床面を流れる水の水位を0.1 cm程度としても、1次冷却材補助ポンプは、床面に設けられた高さおよそ68 cmの基礎の上面に設置されているため、原子炉停止後30秒間で1次冷却材補助ポンプが浸水することはなく、必要な安全機能は確保される。

2.1.2 一般系配管の漏えいによる影響

1次区画内で溢水源となる一般系配管としては、浄水配管、工業用水配管及び屋内消火栓配管がある。それぞれの配管の最大口径及び使用条件は以下のとおりである。

	浄水配管	工業用水配管	屋内消火栓配管
最大口径	32A	40A	50A
内部圧力(MPa)	0.30	0.60	0.53

このうち、最も影響の大きい溢水源として、1次区画内の工業用水配管からの漏えいを対象に評価する。なお、屋内消火栓配管及び浄水配管については、2.2で述べる。

1次区画内の工業用水配管は図-2に示した経路に敷設されており、常時使用圧力が作用しているため、配管が破損すると漏えいが継続することとなる。ここで、1次区画内の床面は水平かつ平滑であるため、工業用水配管からの漏えい水は、発生場所によらず床面に一様に広がることになる。漏えいの条件として配管のDt/4破断を想定すると、その流量は(2.1)式により算出できる。計算の条件及び計算結果を以下に示す。

配管口径	内部圧力 (MPa)	破断口面積 (cm ²)	漏えい流量 (m ³ /h)
40A	0.60	0.36	4.5

漏えいした水は、2.1.1で述べたように、始めに1次区画の床面(面積135 m²)に広がり、トレンチに流入した後容量約5 m³のピットに集水される。漏えいが継続すると、ピットが満水になり床面の浸水が始まる。この条件で漏えいが始まり、運転員の確認間隔である2時間が経過した場合、床面の浸水水位は約3 cmであり、1次冷却材補助ポンプの基礎高さ68 cmに対して十分小さい水位である。

2.1.1 の評価とは異なり、一般系配管からの漏えいは、流量は小さいものの原子炉の自動停止が働かないため、原子炉運転中の確認間隔を 2 時間とすることで、1 次冷却材補助ポンプが水没するまでの間に所要の措置を行うことが可能であり、1 次冷却材補助ポンプが機能を喪失することはない。

なお、原子炉運転中における原子炉建家地階の床面浸水の確認頻度については、別途保安規定等で定めるものとする。

2.2 1 次冷却材補助ポンプ電源盤の浸水について

原子炉建家内の一般系配管で漏えいが発生した場合、それらの水はすべて床面又は階段を通じて炉室地階に流入するため、1 次冷却材補助ポンプ電源盤が設置されている区画は、建家内のすべての一般系配管からの漏えいの影響を受けることになる。

原子炉建家内で溢水源となる一般系配管としては、浄水配管、工業用水配管及び屋内消火栓配管がある。それぞれの配管の最大口径及び使用条件は以下のとおりである。

	浄水配管	工業用水配管	屋内消火栓配管
最大口径	32A	65A	80A
内部圧力 (MPa)	0.30	0.60	0.53

2.2.1 屋内消火栓配管の漏えいによる影響

このうち、屋内消火栓はポンプ送水であるため平常時は加圧していないため、配管が破損したとしても漏えい量は少なく、他の配管からの漏えい量に包含される。多量の漏えいが考えられるのは消火活動により消火ポンプを起動した場合に限られるが、JRR-3 原子炉施設内で消火栓を用いて消火活動を行う必要がある場合は原子炉を停止させるため、原子炉運転中において原子炉施設内で消火栓ポンプが起動することはない。また、屋内消火栓は手動で放水を行う設備であるため、誤操作、誤作動時に自動で放水されることもない。

2.2.2 工業用水配管の漏えいによる影響

工業用水配管について、1 次冷却材補助ポンプ電源盤が設置されている区画において最も配管口径が太い個所として、図-2 に示す最大口径部での漏えいを考え、Dt/4 破断を想定すると、その流量は (2.1) 式より算出できる。計算の条件及び計算結果を以下に示す。

配管口径	内部圧力 (MPa)	破断口面積 (cm ²)	漏えい流量 (m ³ /h)
65A	0.60	0.71	7.3

漏えいした工業用水が床面を浸水し、扉で隔てられていない範囲に一樣に広がるものとする、その浸水範囲は図-2 の斜線で示す範囲となり、その面積は 336 m² となる。実際には、生じた漏えい水は炉室地階の床面に設けられたトレンチ及び排水ピットによって集水され、排水ポンプにより自動的に廃液貯槽に移送されるため、炉室地階が直ちに浸水することはない。

いが、ここではこれらの機能は期待せず、工業用水の漏えいにより床面が直ちに浸水し始め、漏えいの継続により浸水水位が経時的に上昇するものとする。

上記の条件で漏えいが始まり、運転員の確認間隔である 2 時間が経過した場合、床面の浸水水位は約 4.3cm であり、1 次冷却材補助ポンプ電源盤のベースプレートの高さ 5cm に対して余裕のある水位である。

床面の浸水は目視で確認することが容易であり、運転員が即座に所要の措置を採ることが可能である。原子炉運転中の確認間隔を 2 時間とすることで、1 次冷却材補助ポンプ電源盤が水没するまでの間に所要の措置を行うことが可能であり、1 次冷却材補助ポンプ電源盤が機能を喪失することはない。

なお、原子炉運転中における原子炉建家地階の床面浸水の確認頻度については、別途保安規定等で定めるものとする。

2.2.3 浄水配管の漏えいによる影響

浄水配管については、口径、圧力とも工業用水配管よりも小さいため、漏えいの影響は工業用水配管の評価結果に包含される。

2. 結論

以上のように、1 次冷却材補助ポンプのポンプ本体及び電源盤は、想定される内部溢水が生じたとしても、必要な安全機能は確保される。

なお、内部溢水による機器の被水に対しては、本申請に係る工事により対策する。

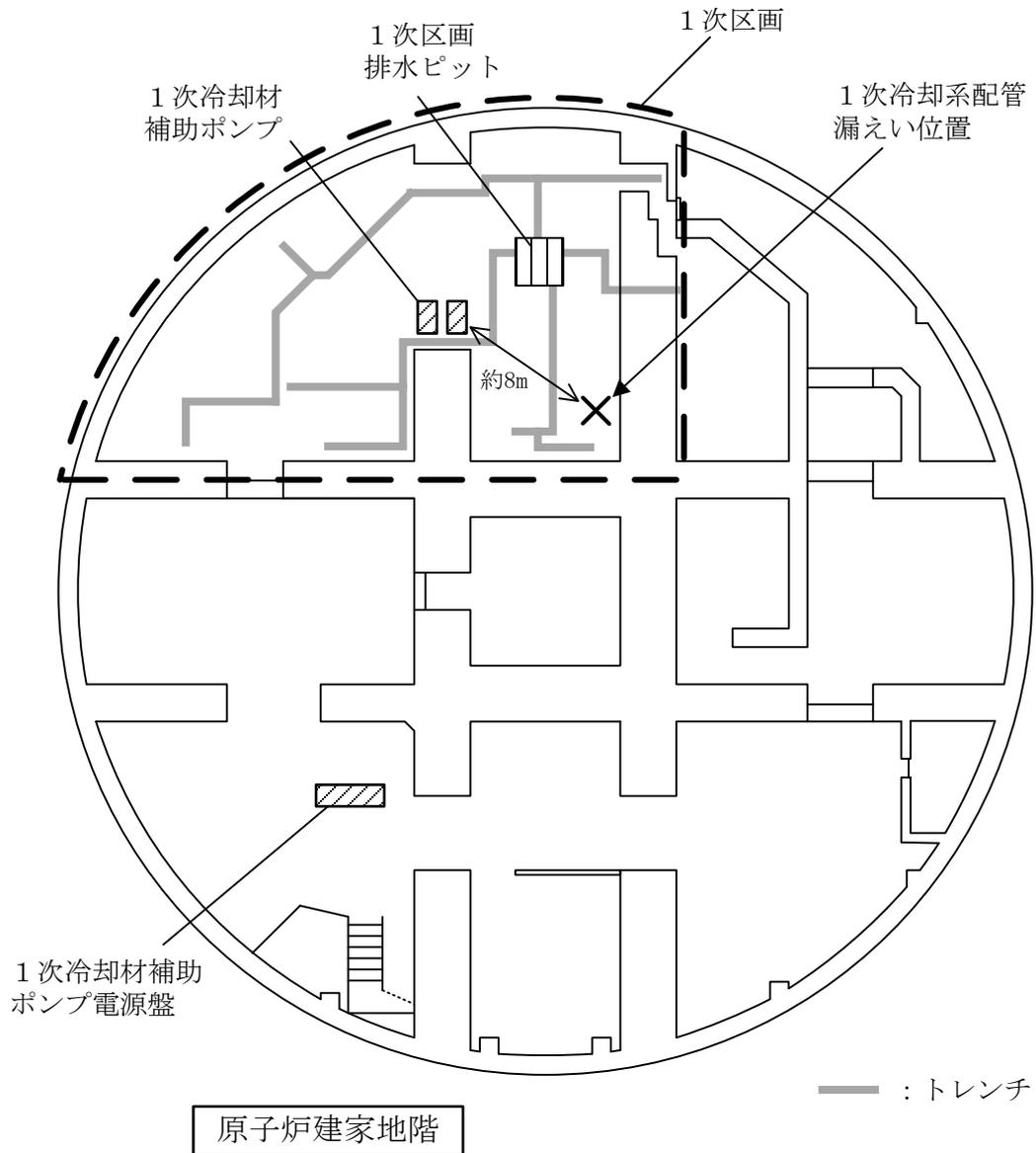


図-1 1次区画内で想定される漏えい発生位置

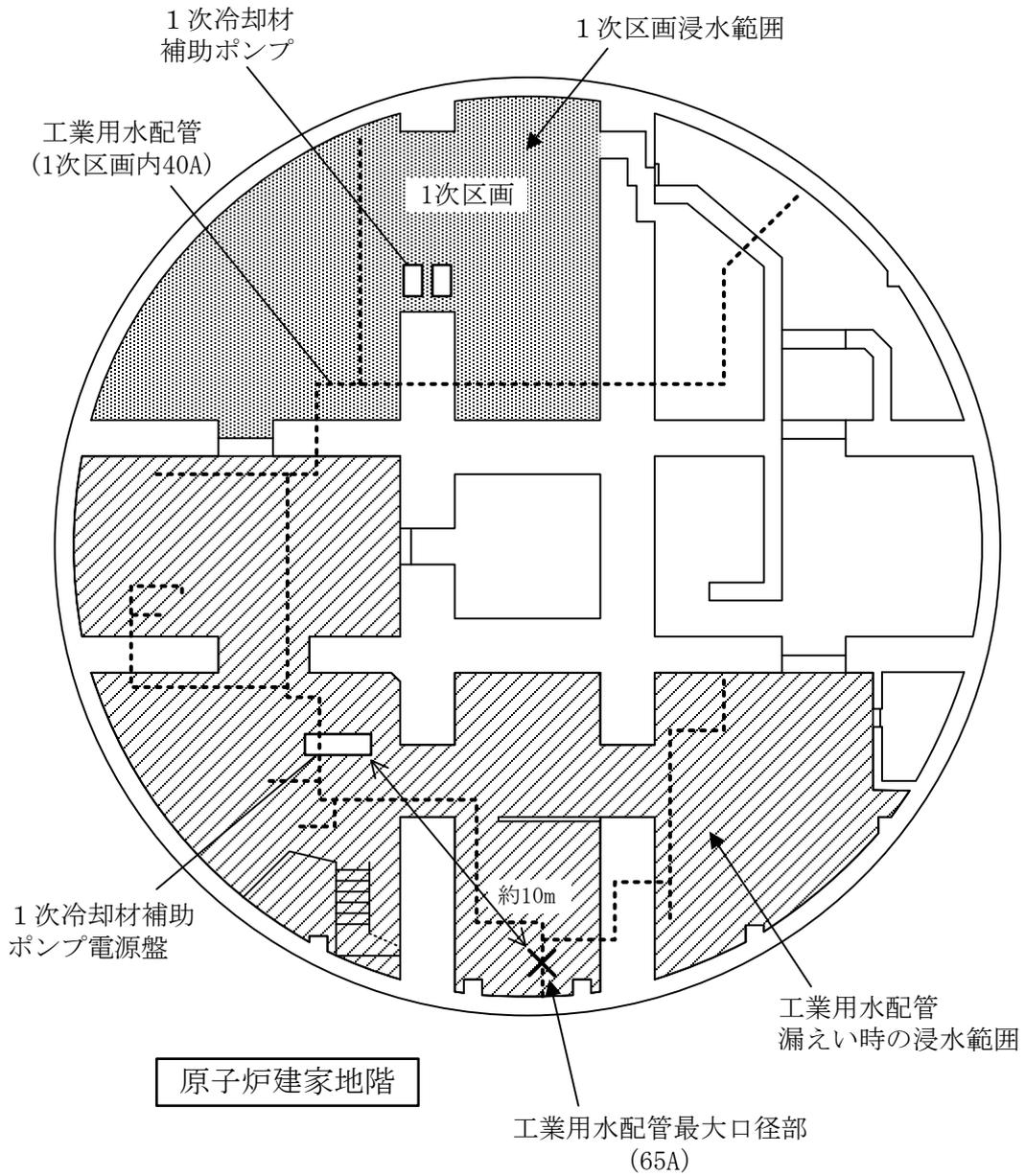


図-2 工業用水配管の敷設経路と漏えい時の浸水範囲

申請に係る技術基準への適合性を、以下のように修正する。

第十三条の二（溢水による損傷の防止）

試験研究用等原子炉施設が、当該試験研究用等原子炉施設内における溢水の発生によりその安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。

2 試験研究用等原子炉施設が、当該試験研究用等原子炉施設内の放射性物質を含む液体を内包する容器、配管その他の設備から放射性物質を含む液体があふれ出るおそれがある場合は、当該液体が管理区域外へ漏えいすることを防止するために必要な措置を講じなければならない。

1. JRR-3原子炉施設内において溢水が発生した場合において、原子炉の安全性を損なわないよう機能を維持するための工事を必要とするのは、1次冷却材補助ポンプ及び1次冷却材補助ポンプ電源盤である。第13条の2第1項に適合するため、原子炉建家地階の配管が漏えいしたときに1次冷却材補助ポンプ電源盤を被水から防護するよう、1次冷却材補助ポンプ電源盤に溢水防護カバーを施設する。また、溢水による被水が発生した場合においても安全機能を損なわないよう1次冷却材補助ポンプ原動機端子箱から電源盤を接続する電線管を防滴仕様のものに施設する。また、1次冷却材補助ポンプのポンプ本体及び電源盤は、想定される内部溢水が生じたとしても、必要な安全機能は維持される。
2. 第13条の2第2項については、建家の構造により適合性を担保するため、本申請の申請範囲外である。