

特集 原発事故下の5年

検証・原発新規制基準適合性審査 非常用取水設備の耐震 Cクラスは誤りである

滝谷 紘一

たきたに こういち
元原子力安全委員会事務局技術参与, 工学博士



原子力規制委員会が新規制基準適合性審査を行って設置変更許可を出した川内原発1号機および2号機、高浜原発3号機および4号機、伊方原発3号機について、原子炉の崩壊熱除去に不可欠である非常用取水設備の耐震クラスが、本来Sクラスであるべきにもかかわらず、Cクラスとされていることが判明した。これは耐震設計上の基本的な誤りであり、是正されないかぎり稼働させるべきではない。

原子力規制委員会において2013年7月以来、電気事業者から申請された原子力発電所(以下、原発)を対象に新規制基準適合性審査が行われており、これまでに加圧水型炉の九州電力川内1・2号機、関西電力高浜3・4号機および四国電力伊方3号機に対して設置変更許可が出された。筆者はこれら原発の設置変更許可申請書と審査書の検証を行う中で、過酷事故に対処するための熔融炉心・コンクリート相互作用と水素爆発に対する防止対策が新規制基準に適合していないことを本誌にて指摘した¹⁻³⁾。

本稿では、設計基準事故が過酷事故に進展することを防ぐための安全上重要な設備の一つである「非常用取水設備」について、上記いずれの原発においても、その耐震設計の出発点となる耐震クラスを、本来のSクラス(最上位)でなくてCクラス(最下位)としているという重大な誤りについて

論じる。

非常用取水設備の概要と重要性

(1) 崩壊熱除去に必要な設備とその構成

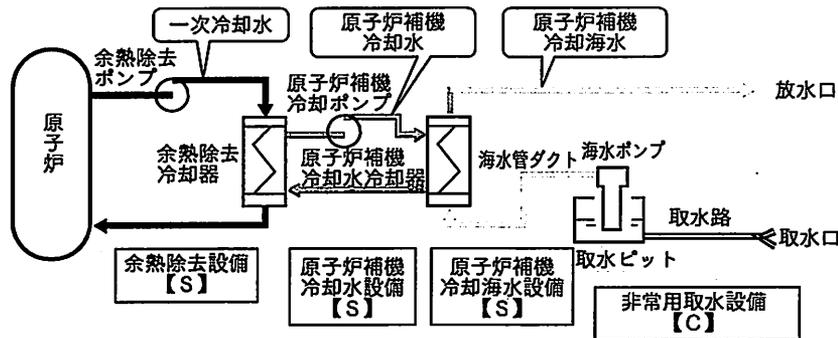
原発の重要な安全対策の一つに、原子炉に制御棒を挿入して出力運転を停止した後も、原子炉内の核燃料から長期にわたり発生し続ける崩壊熱を除去することがある。

加圧水型原発における原子炉の崩壊熱を除去するための設備構成の概要を図1に示す。原子炉に近い側から余熱除去設備、原子炉補機冷却水設備、原子炉補機冷却海水設備および非常用取水設備で構成されている。原子炉で発生する崩壊熱が最終ヒートシンク(最終的な熱の逃し場)である海までどのように輸送されるかを説明すると、原子炉内で発生する崩壊熱は、原子炉と余熱除去設備を循環する一次冷却水により余熱除去冷却器に輸送され、そこで原子炉補機冷却水設備を循環する原子炉補機冷却水に渡される。次いで、崩壊熱は、原子炉補機冷却水冷却器を介して原子炉補機冷却海水設備を流れる原子炉補機冷却海水に渡され、放水口から海に放出される。

(2) 非常用取水設備の概要

この原子炉補機冷却海水を海から取水する設備が非常用取水設備である。図1においても明らかとおり、非常用取水設備が機能しなければ、原子炉補機冷却水冷却器に海水が供給されず、崩壊熱除去のための系統全体が機能喪失に陥る。

Examination of review on conformity to new regulatory requirements of nuclear power stations: C-class in seismic design classification is fault for emergency sea water intake system
Koichi TAKITANI



備考：【 】は耐震クラスを示す

図1—原子炉崩壊熱除去に必要な設備構成

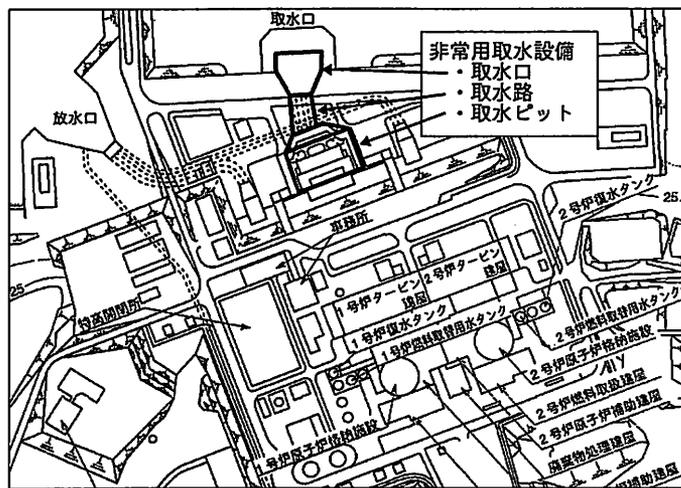


図2—非常用取水設備の配置図の例

川内1・2号機：文献4より。設備構成を示す矢印と太線囲みは筆者記入。

川内1・2号機を例にとって、非常用取水設備の敷地内配置図を図2に、同設備の平面図と断面図を図3に示す⁴。両図に示されているように、非常用取水設備は、海水の取水口、取水路および取水ピットで構成されている。取水ピットには、取水口、取水路を経て流入する海水が貯留されている。

取水ピットの海水は原子炉補機冷却海水設備の海水ポンプにより汲み上げられ、海水管ダクトを通して原子炉補機冷却水冷却器に供給される。

この非常用取水設備は、原発建設当時から設置されている屋外土木構造物である。

なお、原発によっては非常用取水設備の構成部の呼び方が異なる場合があり、高浜3・4号機では取水ピットは海水ポンプ室、取水路は海水取水

トンネル部、伊方3号機では取水ピットは海水ピット、取水路は海水取水路と呼ばれているが、基本構成と各部機能は例示した川内1・2号機と同じである^{5,6}。

(3) 非常用取水設備の重要性

非常用取水設備は、その名称にある「非常用」が示すとおり、通常運転状態から逸脱した異常や事故の発生時において安全性を確保するための重要な機能を担っている。新規基準の規則の解釈⁷で参照されている「原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」⁸において、非常用取水設備の安全機能の重要度は「異常影響緩和系」の最上位であるMS-1とされている⁹。これに従って、川内1・2号機、高浜3・4号機、伊

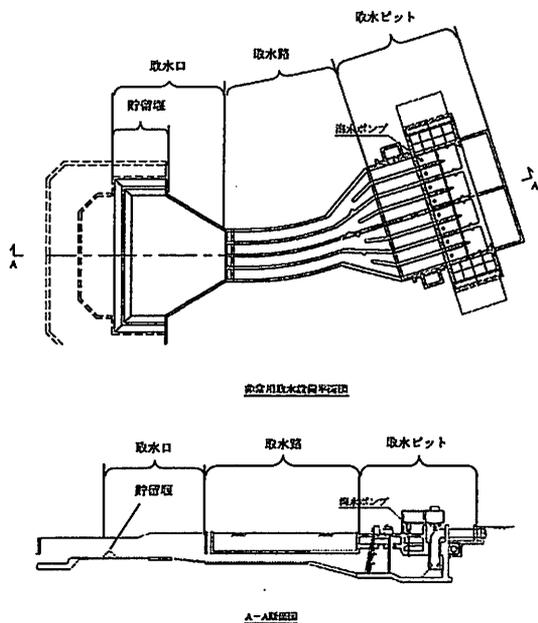


図3—非常用取水設備の平面図と断面図の例
川内1・2号機：文献4より。

方3号機の各安全上の機能別重要度分類においても非常用取水設備はMS-1とされている。原子炉の崩壊熱を除去するために設置される余熱除去設備、原子炉補機冷却水設備および原子炉補機冷却海水設備はいずれもMS-1とされており、非常用取水設備はこれらと同じ安全機能の重要度を有しているのである。崩壊熱除去機能を保つためには、これら4つの設備すべてが機能することが必要であり、どれ一つとして欠けてはならない。

(付言：原子炉補機冷却水は、原子炉の崩壊熱除去に必要であるのみならず、非常用ディーゼル発電機、非常用換気空調系冷凍機(いずれもMS-1)などにも供給されて必要な冷却を行っている。非常用取水設備の機能が損なわれると、これらの設備機器も機能喪失に陥る。)

したがって、耐震重要度のクラス分類についても、崩壊熱除去に関わる設備はすべて同じ耐震クラスであることが必須である。なぜならば、基準

*1—当該審査指針ではたんに「取水設備」と記されている。取水設備には別に常用(発電設備系統の復水器への海水供給用)も設置されているが、安全機能MS-1としている「取水設備」が非常用を指していることは明らかである。

地震動Ss相当の地震が発生した際に、耐震Sクラスの余熱除去設備、原子炉補機冷却水設備および原子炉補機冷却海水設備の健全性が保たれていても、非常用取水設備の耐震クラスがSクラスより低いクラスにされていて損壊するようなことがあれば、原子炉補機冷却海水設備への海水供給が所定通りにはできなくなり、原子炉補機冷却水の温度が異常に上昇し、余熱除去設備による原子炉の崩壊熱除去機能が喪失し、その結果、炉心損傷の事態に至るからである。

耐震クラスの設定

(1) 耐震重要度分類におけるSクラス施設

原発の耐震安全設計の出発点は、耐震重要度分類である。原発を構成する施設は、その安全機能が喪失した場合の放射線による公衆への影響の程度に応じて、重要度の高い順から、Sクラス、Bクラス、Cクラスに分類され、それぞれのクラスごとに定められている設計用地震力と設計方針にもとづいて設計される。

新規規制基準の規則で定められている耐震重要度分類でのSクラスの施設には、非常用取水設備に関連するものとして、以下の3項目がある(文献7の(別記2)第4条2)。

- 原子炉停止後、炉心から崩壊熱を除去するための施設
- 原子炉冷却材圧力バウンダリ破損後、炉心から崩壊熱を除去するための施設
- 津波防護機能を有する設備及び浸水防止機能を有する設備

非常用取水設備が「炉心から崩壊熱を除去するための施設」に属する設備であり、その安全機能上の重要度が余熱除去設備、原子炉補機冷却水設備および原子炉補機冷却海水設備と同じMS-1であること、したがって、非常用取水設備の耐震重要度が余熱除去設備、原子炉補機冷却水設備および原子炉補機冷却海水設備と同じSクラスで

表1—耐震重要度にもとづくクラス別施設の分類
原子炉崩壊熱除去に必要な設備について抜粋(文献4~6)。

耐震クラス	主要設備	補助設備	備考(筆者)
S	余熱除去設備	・原子炉補機冷却水設備 ・原子炉補機冷却海水設備	非常用取水設備の記載なし

表2—非常用取水設備の耐震クラスの記載例
川内1・2号機の文献4より関係箇所を抜粋。

重大事故等対処施設(主要の設備)の設備分類		
設備分類	定義	主要設備 (〔 〕内は、代替する機能を有する設計基準事故対処設備の属する耐震重要度分類)
1. 常設重大事故防止設備	(略)	(ii)非常用取水設備 ・取水口(貯留堰を除く)[C] ・取水路[C] ・取水ピット[C]

あるべきことは、前節で論じたとおりである。ところが、これに反して、次に述べるとおり、九州電力、関西電力および四国電力は耐震重要度最下位のCクラス(一般産業施設と同等)として申請し、それを原子力規制委員会は承認しているのである。

(2) 非常用取水設備の耐震クラスの誤り

耐震クラス別施設の表に記載なし 川内1・2号機、高浜3・4号機、伊方3号機の各設置変更許可申請書の添付書類八に耐震重要度分類にもとづくクラス別施設の一覧表が示されている^{4~6}。

表1は、これらのクラス別施設の表にあるSクラスのうちの「原子炉停止後、炉心から崩壊熱を除去するための施設」から関係箇所を抜粋したものである。その「主要設備」欄に余熱除去設備、「補助設備」欄に原子炉補機冷却水設備と原子炉補機冷却海水設備が記載されている。しかし、筆者が備考欄に記したとおり、非常用取水設備は記載されておらず、これは理に当たっていないことである。なぜならば、前節で論じたとおり、同設備は、崩壊熱除去に必要な設備として余熱除去設備、原子炉補機冷却水設備および原子炉補機冷却海水設備と同じ安全機能の重要度MS-1を有しているので、この表の「補助設備欄」に記載されるべきなのである。

それだけでなく、非常用取水設備は、クラス別施設の表のBクラス、Cクラスの欄にも見当た

らず、同表から外されていること自体にも問題がある。

別の表から耐震Cクラスが判明 調査を続けた結果、各設置変更許可申請書の添付書類八に今般の新規制基準適合性審査で初めて提出された「重大事故等対処施設の設備分類等」の表があり、その中に「非常用取水設備」の項目があって、そこに耐震クラスCと明記されていることが判明した。その例として、表2に川内1・2号機の関連箇所を抜粋して示す。非常用取水設備を構成する取水口、取水路、取水ピットについて、「代替する機能を有する設計基準事故対処設備」の欄に耐震重要度分類[C]と明記されている。高浜3・4号機、伊方3号機についても、表記様式は異なるもののCクラスである点は変わらない。(なお、高浜3・4号機では取水口は除外されており、その理由は不明である。)

このことから、本来Sクラスであるべき非常用取水設備をCクラスとして設計、設置しているという誤りが明らかになった。計らずも今般の新規制基準適合性審査において求められた「重大事故等対処施設の設備分類」を通じて、原発建設時点で設置された非常用取水設備についての誤りが露わになったのである。

* *

まとめとして、図1で示した原子炉の崩壊熱

表3—崩壊熱除去に必要な設備の安全機能の重要度と耐震クラスの一覧

設備名	安全機能の重要度	耐震重要度(クラス)	備考(筆者)
余熱除去設備	MS-1	S	
原子炉補機 冷却水設備	MS-1	S	
原子炉補機 冷却海水設備	MS-1	S	
非常用取水設備 ・取水口 ・取水路 ・取水ピット	MS-1	C C C	・各設備名は川内1・2を採用 ・高浜3・4では取水口を取水 設備に含めず

除去に必要な設備についての安全機能の重要度と耐震クラスの一覧を表3に示す。これらの図、表からも、他の3つの設備はすべてSクラスであるにもかかわらず、非常用取水設備だけがCクラスとされている不都合が明らかである。

では、なぜ各原発設置当初から非常用取水設備の耐震重要度がSクラスでなくCクラスとされ、それが是正されないまま現在に至っているのだろうか。その理由、経緯はどのようであっても、電力会社が耐震Cクラスと設定していることは安全論理上から明らかに誤りであることは免れ得ない。また各原発設置当時の安全審査から今般の新規制基準適合性審査に至るまでの長い年月にわたり、原子力規制機関は、この誤りに気づくことがなかったか、あるいは不問に付してきたという点で落ち度があることも指摘したい。

結論

以上に論証したとおり、新規制基準適合性審査により原子炉設置変更許可が出された川内1・2号機、高浜3・4号機及び伊方3号機には、原子炉の崩壊熱を除去する上で必要不可欠な非常用取水設備に関して、耐震重要度を本来Sクラスにすべきであるところを、最下位のCクラスにしているという重大な誤りがある。

このような安全上重要な設備の耐震クラスの誤りが是正されないかぎり原発の稼働を認めてはならない。

文献

- 1—井野博満、滝谷紘一：科学，84(3)，333(2014)
- 2—滝谷紘一：科学，85(1)，93(2015)
- 3—滝谷紘一：科学，85(3)，240(2015)
- 4—九州電力「川内原発原子炉設置変更許可申請書(1号及び2号発電用原子炉施設の変更)の一部補正」(2014年6月24日)
- 5—関西電力「高浜原発原子炉設置変更許可申請書(3号及び4号発電用原子炉施設の変更)の一部補正」(2014年10月31日)
- 6—四国電力「伊方原発原子炉設置変更許可申請書(3号原子炉施設の変更)の一部補正」(2015年4月14日)
- 7—原子力規制委員会「実用発電用原子炉及びその附属施設的位置、構造および設備の基準に関する規則の解釈」(2013年6月19日)
- 8—原子力安全委員会「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」(1990年8月30日)

滝谷紘一 たきたに こういち

1942年生まれ。原子力市民委員会メンバー。1967年京都大学工学研究科修士課程修了。工学博士。川崎重工業(株)で原子力研究開発に従事し、2000～08年原子力安全委員会事務局の技術参与として原子力規制に携わる。福島第一原発事故の発生に衝撃を受け、自覚の念から原発ゼロ社会を目指し、市民科学技術者として原発新規制基準とその適合性審査の検証に取り組んでいる。