

【公開版】

日本原燃株式会社	
資料番号	外雷 01 R 7
提出年月日	令和 4 年 11 月 30 日

設工認に係る補足説明資料

落雷への配慮に関する

避雷設備の概要について

1. 文章中の下線部は，R 6 から R 7 への変更箇所を示す。
2. 本資料（R 7）は，令和 4 年 11 月 25 日に提示した「外雷 01 避雷設備の概要について R 6」に対し，以下の記載内容を見直したものである
 - ◆ 落雷防護対象施設を覆う金属製の構築物の設計が，雷保護レベル I に合致していることについて，記載を適正化した。

目 次

1. 概要	1
2. 設計方針	1
3. 直撃雷に対する防護設計	4
3.1 落雷防護対象施設を収納する建屋	4
3.2 屋外の落雷防護対象施設	4
3.3 落雷防護対象施設を覆う金属製の構築物	4
3.4 使用済燃料収納キャスクを収納する建屋	5
4. 間接雷の影響を抑制するための接地設計	6
4.1 接地設計	6
5. 主排気筒以外の高い構築物の設計	6
6. 避雷設備の設計の検証について	6
6.1 避雷設備の健全性について	6
6.2 最新の規格への適合状況について	6

■ : 商業機密の観点から公開できない箇所

1. 概要

本資料は、再処理施設に対する第1回申請のうち、以下の添付書類に示す落雷への配慮に関する基本方針について補足説明するものである。

- ◆ 再処理施設 添付書類「V-1-1-1-6-1 落雷への配慮に関する基本方針」
- ◆ 再処理施設 添付書類「V-1-1-1-6-3 落雷の影響を考慮する施設の設計方針」

本申請において、落雷防護対象施設を収納する建屋、屋外の落雷防護対象施設及び落雷防護対象施設を覆う金属製の構築物（以下、「落雷防護対象施設等」という。）は、落雷による直撃雷に対する防護設計及び間接雷の影響を抑制するための接地設計として、「原子力発電所の耐雷指針」（JEAG4608-2007）、「建築基準法」及び「消防法」に基づき、日本産業規格に準拠した避雷設備を設置する設計とすることを説明している。

本資料では、落雷防護対象施設が落雷によって安全機能を損なわないための防護設計として、落雷防護対象施設等に設置する避雷設備の概要を示す。本資料で示す設計方針については、再処理施設の後次回の設工認申請及び廃棄物管理施設の設工認申請に対しても適用するものである。

また、本資料は第1回申請の対象設備を対象として記載した部分があることから、第2回設工認申請の申請対象を踏まえて、記載を拡充していく。

2. 設計方針

一般的に落雷は高い建物及び構築物に対して発生しやすいという特徴があり、再処理施設では最も高い構築物である主排気筒（高さ 150m）に落雷が発生しやすい。また、雷撃電流が大きくなるほど雷撃距離が長くなること及び雷撃電流と雷撃距離の関係（Armstrong & Whitehead の式）を考慮すると、落雷防護対象施設等に対して、雷撃電流 270kA の落雷は、第1図に示す通り主排気筒にて捕捉されると考えられる。したがって、落雷によってもたらされる影響のうち直撃雷に対する防護設計としては、主排気筒において雷撃電流 270kA の直撃雷の影響を考慮して、「原子力発電所の耐雷指針」（JEAG4608-2007）及び「建築基準法」に基づき、日本産業規格に準拠した避雷設備を設置する設計とする。

また、落雷が高い建物及び構築物に発生しやすい特徴を踏まえ、主排気筒を除く落雷防護対象施設等は、主排気筒等の高い構築物にて捕捉される落雷を考慮して防護設計を行う。具体的には、雷撃電流 150kA 以上の落雷は、第1図に示す通り、主排気筒並びに主排気筒の次に高い北換気筒（高さ 75m）及び低レベル廃棄物処理建屋換気筒（高さ 75m）によって捕捉される。したがって、主排気筒を除く落雷防護対象施設等において想定される落雷の規模は 150kA よりも小さくなるが、これらの施設に対しては雷撃電流 150kA の落

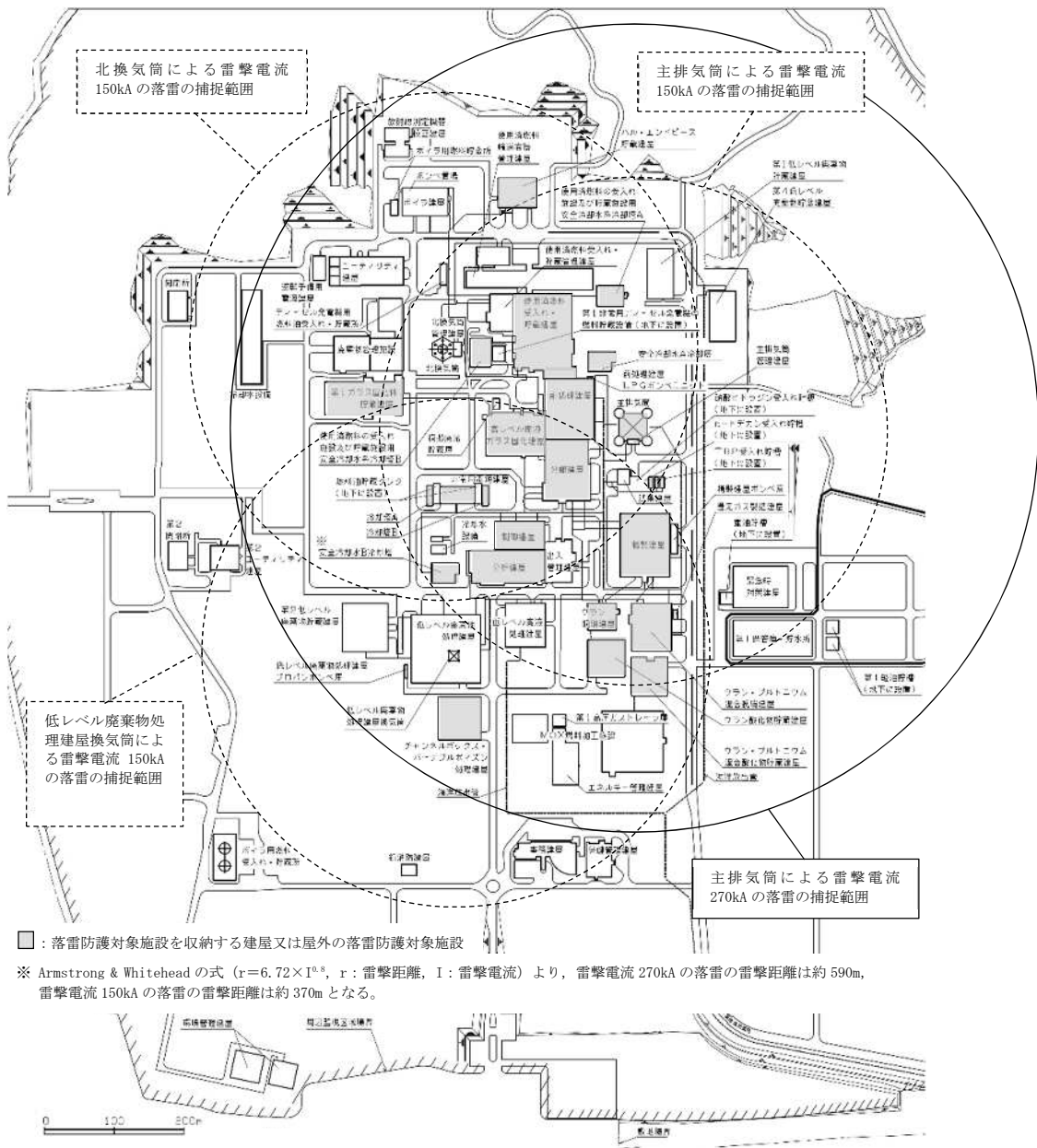
雷の影響を考慮して、「原子力発電所の耐雷指針」(JEAG4608-2007)、「建築基準法」及び「消防法」に基づき、日本産業規格に準拠した避雷設備を設置する設計とする。

なお、主排気筒以外の高い構築物である北換気筒及び低レベル廃棄物処理建屋換気筒は、落雷防護対象施設等には含まれないが、雷撃電流 150kA を超え、かつ、主排気筒に捕捉されない直撃雷を捕捉するため、主排気筒と同等の避雷設備を設置する設計とする。

また、使用済燃料収納キャスクを収納する建屋は、使用済燃料収納キャスクへの波及的破損を与えない設計とするため、主排気筒を除く落雷防護対象施設等と同様の設計とする。

落雷防護対象施設等に設置する避雷設備の各接地系は、互いに接続することにより構内接地系の電位分布の平坦化を図り、間接雷の影響を抑制する設計とする。

各施設に設置する避雷設備の概要については、添付書類「VI-1-1-1-6-2 落雷の影響を考慮する施設の選定」に基づき、落雷防護対象施設を収納する建屋、屋外の落雷防護対象施設、落雷防護対象施設を覆う金属製の構築物等の施設分類ごとに 3. に示す。また、雷撃電流 150kA を超え、かつ、主排気筒に捕捉されない直撃雷を捕捉する北換気筒及び低レベル廃棄物処理建屋換気筒の避雷設備の概要についても 5. に示す。



第 1 図 落雷の捕捉範囲の概略図

3. 直撃雷に対する防護設計

3.1 落雷防護対象施設を収納する建屋

(1) 設計要件

落雷防護対象施設を収納する建屋に設置する避雷設備の設計要件については、後次回にて説明する。

(2) 避雷設備の配置

落雷防護対象施設を収納する建屋の避雷設備の配置については、後次回にて説明する。

3.2 屋外の落雷防護対象施設

(1) 設計要件

屋外の落雷防護対象施設に設置する避雷設備の設計要件については、後次回にて説明する。

(2) 避雷設備の配置

屋外の落雷防護対象施設に設置する避雷設備の配置については、後次回にて説明する。

3.3 落雷防護対象施設を覆う金属製の構築物

(1) 設計要件

落雷防護対象施設を覆う金属製の構築物の避雷設備は、日本産業規格（JIS A 4201）に準拠したものとする。主な設計要件は以下のとおりである。

- a. 各々の落雷防護対象施設を覆う金属製の構築物に設置する避雷設備は、当該施設の構造及び配置を踏まえた上で、日本産業規格（JIS A 4201-2003（以下、「2003年版JIS」という。））における保護レベル I に準拠したものとする。
- b. 避雷設備の受雷部は、構築物内側の落雷防護対象施設への雷撃を防止するため、金属製の構造体利用を採用し、材料として断面積 50mm^2 以上又は厚さ 4mm 以上の鉄（鋼材）を用いるとともに、メッシュ法幅 5m 以下となるようにする。
- c. 避雷設備の受雷部は、雷撃電流を大地に放流するため、銅、鉄等の導体を材料とした引下げ導線（以下、「引下げ導線」という。）又は金属製の構造体利用を採用した引下げ導線（以下、「構造体利用引下げ導線」という。）によって接地極に接続する。
- d. 避雷設備の引下げ導線又は構造体利用引下げ導線は、火花放電の発生の低減を図るため、以下の設計とする。
 - ◆ 引下げ導線は、ほぼ均等に、かつ、平均間隔 10m 以下となるように配置する。
 - ◆ 引下げ導線は、短い距離にて接地極へ接続する。
 - ◆ 引下げ導線の材料として断面積 38mm^2 以上の銅を、構造体利用引下げ導線とし

て断面積 50mm²以上の鉄（鋼材）を使用する。

- e. 避雷設備の接地極は、接地抵抗の低減及び雷撃に伴う構内接地系の電位分布の平坦化を図るため、網状接地極を基本とする。

（2）避雷設備の配置

（1）に示す設計要件を踏まえ、落雷防護対象施設を覆う金属製の構築物の避雷設備の設計を以下のとおりとする。

- ◆ 設計要件において、構造体利用の受雷部の材料を断面積 50mm² 以上又は厚さ 4 mm 以上の鉄（鋼材）としているのに対し、落雷防護対象施設を覆う金属製の構築物の架構の天面は断面積が数万 mm² 以上の鋼材を用いるとともに、架構間に取り付ける鋼製ネットの線径を 4 mm、鋼製の防護板の厚さを 9 mm とする。
- ◆ 設計要件におけるメッシュ法幅 5m 以下に対し、落雷防護対象施設を覆う金属製の構築物の架構の短辺の間隔を 5m 以下とする。また、架構の間には、鋼製のネット及び鋼製の防護板をワイヤーロープ、ボルト締め等の導通が保たれる方法で設置する。2003 年版 JIS の解説によると、「メッシュの形状は必ずしも網状を構成する必要はなく、平行導体を構成すれば保護効果は同等である。」とされている。
- ◆ 設計要件における引下げ導線及び構造体利用引下げ導線の平均間隔 10m 以下に対し、落雷防護対象施設を覆う金属製の構築物の架構の柱を数 m 間隔で設置し、架構の柱に取り付ける引下げ導線の平均間隔が 10m 以下となるように網状接地極に接続する。
- ◆ 設計要件における引下げ導線は、断面積 38mm² 以上の銅とするのに対し、引下げ導線として断面積が 60mm² 以上の銅を用いる。また、構造体利用引下げ導線を断面積 50mm² 以上の鉄（鋼材）とするのに対し、落雷防護対象施設を覆う金属製の構築物の柱は断面積が数万 mm² 以上の鋼材を用いる。
- ◆ 接地極としては網状接地極を採用する。

落雷防護対象施設を覆う金属製の構築物の避雷設備の配置を別紙 3 に示す。

3.4 使用済燃料収納キャスクを収納する建屋

（1）設計要件

使用済燃料収納キャスクを収納する建屋に設置する避雷設備の設計要件については、後次回にて説明する。

（2）避雷設備の配置

使用済燃料収納キャスクを収納する建屋の避雷設備の配置については、後次回にて説明する。

4. 間接雷の影響を抑制するための接地設計

4.1 接地設計

(1) 設計要件

接地設計の設計要件については、後次回にて説明する。

(2) 構内接地系の配置

構内接地系の配置については、後次回にて説明する。

5. 主排気筒以外の高い構築物の設計

(1) 設計要件

主排気筒以外の高い構築物に設置する避雷設備の設計要件については、後次回にて説明する。

(2) 避雷設備の配置

主排気筒以外の高い構築物の避雷設備の配置については、後次回にて説明する。

6. 避雷設備の設計の検証について

6.1 避雷設備の健全性について

雷撃電流 270kA の落雷が避雷設備にて捕捉された場合の避雷設備の健全性については、後次回にて説明する。

6.2 最新の規格への適合状況について

再処理施設における直撃雷に対する落雷防護設計は、「原子力発電所の耐雷指針」(JEAG4608) 及び日本産業規格 (JIS A4201) に基づくものとしている。ここでは、これらの規格の最新の内容に照らした再処理施設の落雷防護設計の適合状況について確認した結果を示す。

(1) 日本産業規格 (JIS A4201)

日本産業規格 (JIS A4201) には 1992 年版と 2003 年版がある。再処理施設においては、ほとんどの施設が 2003 年よりも前に設計を実施していることから、1992 年版 JIS に準拠して避雷設備も設計している。一方で、新規制基準を受けて新たに設置又は改造の工事を実施した施設については、2003 年版 JIS に準拠して避雷設備を設計している。

ここで、国土交通省告示第 650 号「雷撃によって生ずる電流を建築物に被害を及ぼすことなく安全に地中に流すことができる避雷設備の構造方法を定める件」により、1992 年版 JIS に適合する避雷設備は、2003 年版 JIS に規定する外部雷保護システムに適合するものとされている。

以上のことから、再処理施設における落雷防護設計として設置する避雷設備は、最新の日本産業規格 (JIS A4201) に適合するものである。

(2) 原子力発電所の耐雷指針 (JEAG4608)

「原子力発電所の耐雷指針 (JEAG4608-2007)」(以下、「JEAG4608-2007」という。)は、再処理施設の事業指定(変更許可)の取得後に改訂され、「原子力発電所の耐雷指針 (JEAG4608-2020)」(以下、「JEAG4608-2020」という。)として発行されている。

JEAG4608-2020の主な改訂点は以下のとおりである。

- ① 適用範囲に、原子力発電所以外の原子力関連施設を追加
- ② 防護措置の対象に重大事故等対処設備を追加
- ③ 原子炉施設の雷保護レベルの明確化
- ④ 日本原燃(株)再処理施設のトラブル事象を踏まえ、屋内の計測制御設備への考慮の追加

これらの改訂点について、再処理施設の落雷防護設計との関係を確認する。

上記の①については、もともと JEAG4608-2007 は原子力発電所への適用を念頭において作成されたものであるが、再処理施設においてもこれを適用しており、原子力発電所以外の原子力関連施設にも適用するという JEAG4608-2020 の目的に合致したものとなっている。

上記の②については、事業変更許可申請に係る適合性審査において既に考慮しており、重大事故等対処設備を収納する建屋、屋外の重大事故等対処設備及び屋外に保管する可搬型重大事故等対処設備においても、落雷の影響を考慮した設計又は保管上の配慮をしている。したがって、既に防護措置の対象に重大事故等対処設備を含めており、JEAG4608-2020 の目的に合致したものとなっている。

上記の③については、JEAG4608-2020 において、「原子炉施設の安全に直接係る機器及び回路、並びに重大事故等対処設備を収納する建築物の雷保護レベルをⅠとし、それ以外の建築物(危険物施設を除く)については雷保護レベルをⅣとすること」が明確にされている。雷保護レベルは、2003年版 JIS において適用された考え方であり、再処理施設では落雷防護対象施設を覆う金属製の構築物の避雷設備の設計において考慮されている。これについては、落雷防護対象施設を覆う金属製の構築物の避雷設備の詳細を記載する別紙 3 において説明するが、落雷防護対象施設を覆う金属製の構築物の避雷設備の構造を踏まえ、雷保護レベルⅠとして設計している。

上記の④については、当社の再処理施設で発生したトラブルへの対策を反映したものであることから、既に再処理施設の落雷防護設計において考慮されている。具体的には、間接雷の影響として建屋間を取り合う計測制御設備に生じる電位差の影響を考慮した設計とすることを推奨するものであり、再処理施設の間接雷に対する防護設計において適用している対策を規格化したものである。

以上のことから，再処理施設の落雷防護設計は，JEAG4608-2020における改訂内容に照らしても十分な配慮がなされたものとなっていると判断することができる。

以上

別 紙

外雷01【避雷設備の概要について】

別紙				備考
資料No.	名称	提出日	Rev	
別紙1 落雷防護対象施設を収納する建屋の避雷設備の配置について				
別紙1-1	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋の避雷設備の配置について			後次回で示す
別紙1-2	ウラン脱硝建屋の避雷設備の配置について			後次回で示す
別紙1-3	ウラン酸化物貯蔵建屋の避雷設備の配置について			後次回で示す
別紙1-4	ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋の避雷設備の配置について			後次回で示す
別紙1-5	第1ガラス固化体貯蔵建屋の避雷設備の配置について			後次回で示す
別紙1-6	チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋の避雷設備の配置について			後次回で示す
別紙1-7	ハル・エンドピース貯蔵建屋の避雷設備の配置について			後次回で示す
別紙1-8	分析建屋の避雷設備の配置について			後次回で示す

別紙				備考
資料No.	名称	提出日	Rev	
別紙1-9	制御建屋の避雷設備の配置について			後次回で示す
別紙1-10	非常用電源建屋の避雷設備の配置について			後次回で示す
別紙1-11	主排気筒管理建屋の避雷設備の配置について			後次回で示す
別紙2 屋外の落雷防護対象施設の避雷設備の配置について				
別紙2-1	主排気筒の避雷設備の配置について			後次回で示す
別紙2-2	前処理建屋の避雷設備の配置について			後次回で示す
別紙2-3	分離建屋の避雷設備の配置について			後次回で示す
別紙2-4	精製建屋の避雷設備の配置について			後次回で示す
別紙2-5	ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の避雷設備の配置について			後次回で示す
別紙2-6	高レベル廃液ガラス固化建屋の避雷設備の配置について			後次回で示す

別紙				備考
資料No.	名称	提出日	Rev	
別紙3 落雷防護対象施設を覆う金属製の構築物の避雷設備の配置について				
別紙3-1	飛来物防護ネット（再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔B）の避雷設備の配置について	11/30	7	
別紙3-2	飛来物防護ネット（再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔A）の避雷設備の配置について			後次回で示す
別紙3-3	飛来物防護ネット（使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔A）の避雷設備の配置について			後次回で示す
別紙3-4	飛来物防護ネット（使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔A）の避雷設備の配置について			後次回で示す
別紙3-5	飛来物防護ネット（第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔A）の避雷設備の配置について			後次回で示す
別紙3-6	飛来物防護ネット（第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔A）の避雷設備の配置について			後次回で示す
別紙4 使用済燃料収納キャスクを収納する建屋の避雷設備の配置について				
別紙4-1	使用済燃料輸送容器管理建屋の避雷設備の配置について			後次回で示す
別紙5 構内接地系の配置について				

別紙				備考
資料No.	名称	提出日	Rev	
別紙5-1	構内接地系の配置について			後次回で示す
別紙6 主排気筒以外の高い構築物の避雷設備の配置について				
別紙6-1	北換気筒の避雷設備の配置について			後次回で示す。
別紙6-2	低レベル廃棄物処理建屋換気筒の避雷設備の配置について			後次回で示す

別紙 3

落雷防護対象施設を覆う構築物の
避雷設備の配置について

別紙 3-1

飛来物防護ネット（再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔B）の避雷設備の配置について

目次

1. 飛来物防護ネット（再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B）の避雷設備の配置....1
2. 最新の規格（JEAG4608-2020）への適合状況について1

1. 飛来物防護ネット（再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B）の避雷設備の配置

飛来物防護ネット（再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B）の避雷設備の全体概要を第 1 図に、飛来物防護ネット（再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B）の避雷設備の配置図（受雷部，引下げ導線及び接地極）を第 2 図に、飛来物防護ネット（再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B）の避雷設備の配置図（網状接地極）を第 3 図に示す。

飛来物防護ネット（再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B）は安全冷却水 B 冷却塔を覆う構造であり，かつ金属製の架構等で構成されることから，本文 3.3（1）a. に示す通り雷保護レベル I に準拠したものとし，本文 3.3（1）b. に示す通り，2003 年版 JIS に準拠した「構造体利用」構成部材」としてとらえて避雷設備を設置する。

飛来物防護ネットの架構の天面は，受雷部の役割を果たすように 4～7m の間隔（中心間距離）で架構が組み立てられており，架構を構成する鋼材の幅を考慮すると，架構間の短辺の間隔は 5m 以下（最大 4.75m）となっている（第 2 図参照）。さらに，架構にはブレース材が設置され，架構間には鋼製のネットがワイヤーロープで取り付けられるか，鋼製の防護板がボルト締めで取り付けられており，架構との導通が保たれるように設置されている。受雷部を構成する架構の断面積は $21,870 \text{ mm}^2$ ，ブレース材の断面積は $2,635 \text{ mm}^2$ ，鋼製のネットの線径は 4 mm，鋼製の防護板の厚さは 9 mm である。2003 年版 JIS の解説によると，「メッシュの形状は必ずしも網状を構成する必要はなく、平行導体を構成すれば保護効果は同等である。」とされていることから，架構間の短辺が 5m 以下となっている必要があり，飛来物防護ネットの架構の天面は，これに合致している。

飛来物防護ネットの架構の柱は 5～7m（中心間距離）の間隔で設置されるとともに，架構の柱には引下げ導線を平均間隔 6～8m となるように取り付け，地中に埋設する接地極に接続している（第 2 図参照）。架構の柱の断面積は $50,170 \text{ mm}^2$ ，柱に取り付けられる引下げ導線の断面積は 60 mm^2 としている。

接地極としては網状接地極を採用しており，その材料としては断面積 250 mm^2 の銅線を用いている。

2. 最新の規格（JEAG4608-2020）への適合状況について

落雷防護対象施設等は，「原子力発電所の耐雷指針」（JEAG4608-2007），「建築基準法」及び「消防法」に基づき，日本産業規格に準拠した避雷設備を設置する設計とするとしている。一方，JEAG4608-2007 はその後改訂され，JEAG4608-2020 として発行されており，その中において，「原子炉施設の安全に直接係る機器及び回路，並びに重大事故等対処設備を収納する建築物の雷保護レベルを I とし，それ以外の建築物（危険物施設を除く）については雷保護レベルを IV とすること」が明確にされた。したがって，ここでは雷保護レベル I の設計要件と実設計を比較することにより，飛来物防護ネット（再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔 B）の避雷設備の設計が雷保護レベル I 相当になっていることを確認する。

雷保護レベル I の設計要件と実際の設計の比較を第 1 表に示す。

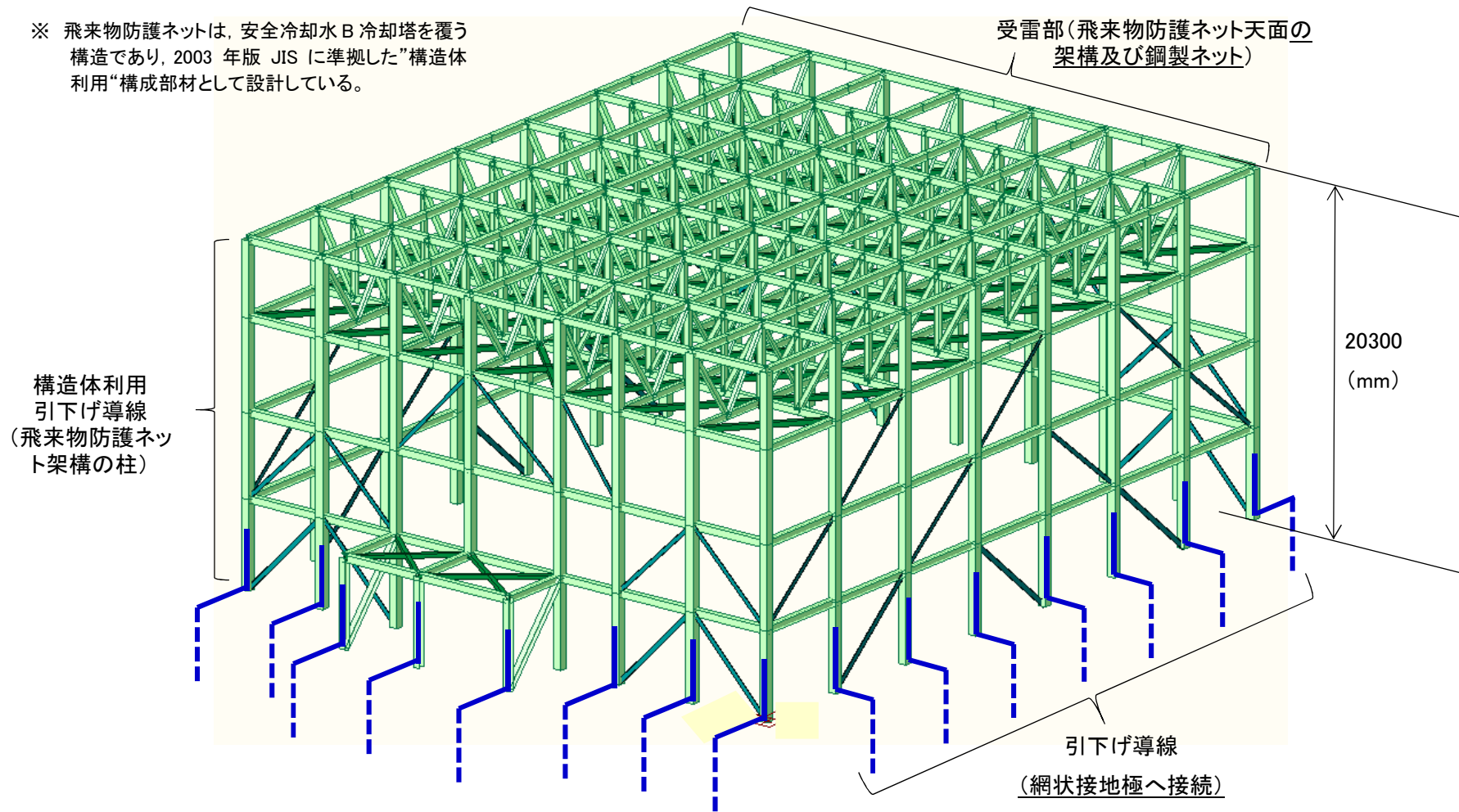
第 1 表 雷保護レベル I における避雷設備の設計要件と実設計の比較

項目		保護レベル I の設計要件	実設計
受雷部におけるメッシュ法幅 (m)		5 以下	4.75 (短辺最大値) 架構間に鋼製ネット 及び鋼製防護版を設置
引下げ導線の平均間隔 (m)		10 以下	6~8
材料・寸法	受雷部断面積 (mm ²)	銅：35 以上 鉄：50 以上	21,870 (鉄, 架構天面) 2,635 (鉄, ブレース)
	受雷部厚さ (mm)	銅：5 以上 鉄：4 以上	4 (鉄, ネット線径) 9 (鉄, 防護版厚さ)
	引下げ導線断面積 (mm ²)	銅：16 以上 鉄：50 以上	60 (銅, 引下げ導線) 50,170 (鉄, 架構柱)
	接地極断面積 (mm ²)	銅：50 以上 鉄：80 以上	250 (銅)

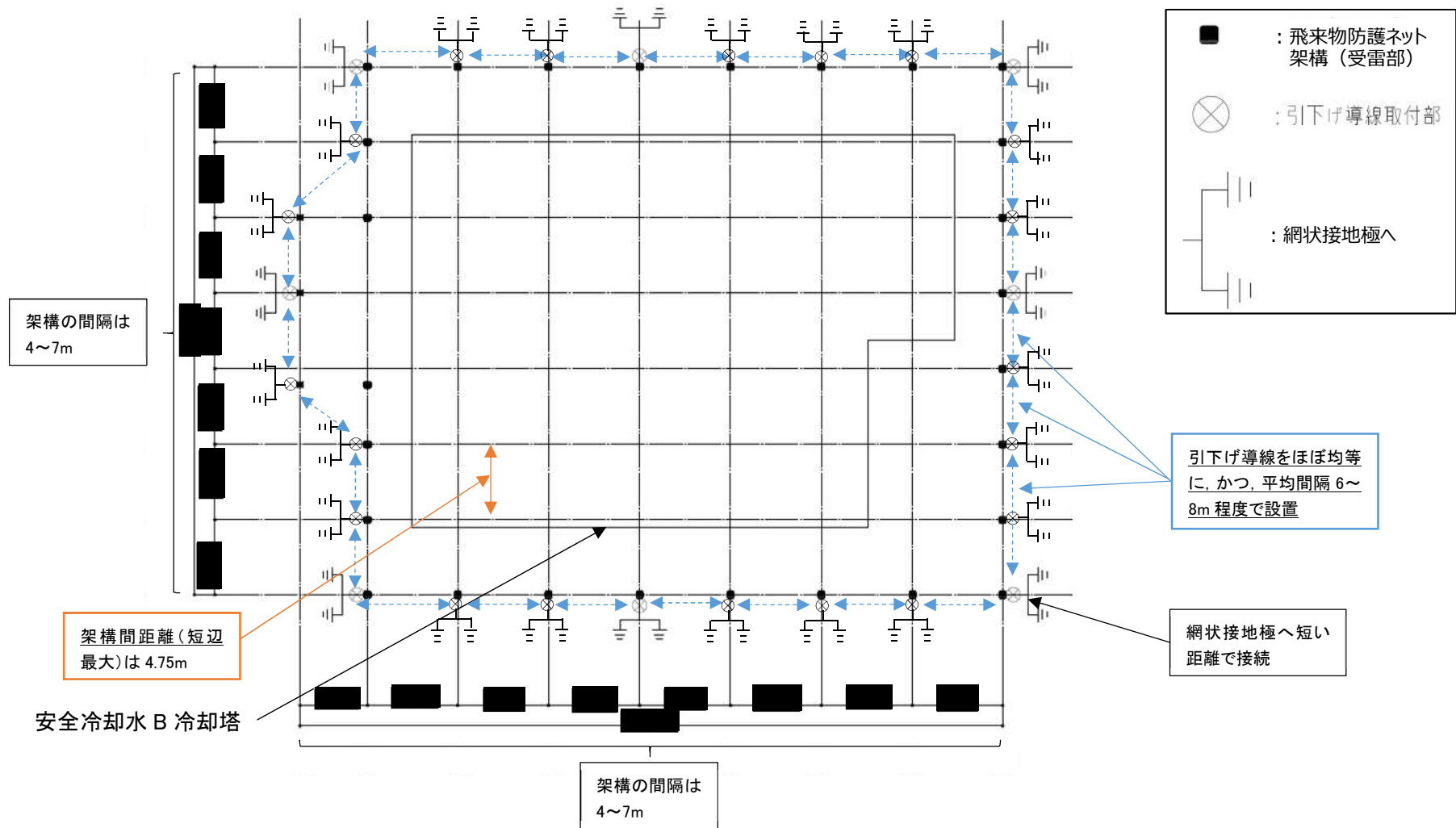
1. 及び第 1 表に示すとおり、飛来物防護ネットの避雷設備は雷保護レベル I 相当になっていることが確認できた。

以上

※ 飛来物防護ネットは、安全冷却水 B 冷却塔を覆う構造であり、2003 年版 JIS に準拠した構造体利用構成部材として設計している。

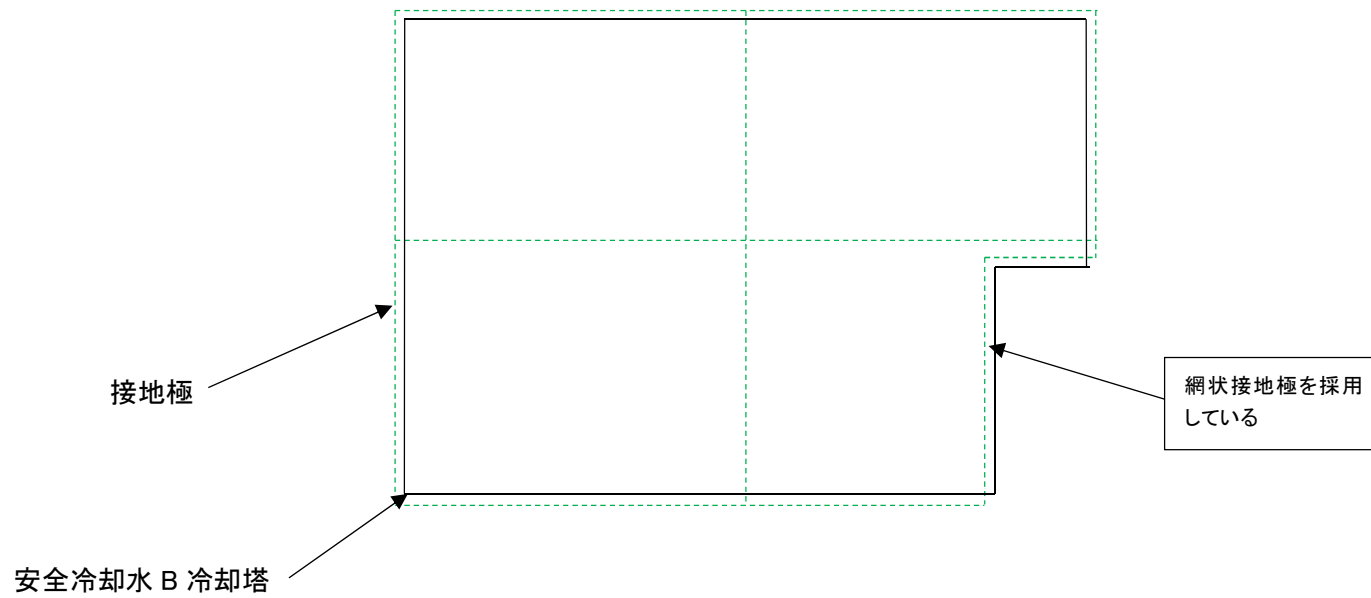


第 1 図 飛来物防護ネット（再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B）の避雷設備の全体概要



第2図 飛来物防護ネット（再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔B）の避雷設備（受雷部，引下げ導線及び接地極）の配置図

外雷 01 別紙 1-4



第3図 飛来物防護ネット（再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔B）の避雷設備（網状接地極）の配置図