

【公開版】

日本原燃株式会社	
資料番号	外雷 01 R 3
提出年月日	令和 4 年 10 月 18 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 2 から R 3 への変更箇所を示す。
2. 本資料（R 3）は、令和 4 年 9 月 12 日に提示した「外雷 01 避雷設備の概要について R 2」に対し、以下の記載内容を見直したものである
 - ◆ 飛来物防護ネットの避雷設備の設計について、JEAG4608-2020 の規定内容に照らした考察を本文から別紙に移動した。
 - ◆ 飛来物防護ネットの避雷設備の設計の具体的内容を記載した。
 - ◆ JEAG4608-2020 の改定内容に対する考察をより詳細に記載した。
 - ◆ 外雷 00-01 との整合を図って用語を修正した。

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構築物	4
3.4 北換気筒及び低レベル廃棄物処理建屋換気筒	5
3.5 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	5
4.1 接地設計	5
5. 避雷設備の設計の検証について	5
5.1 避雷設備の健全性について	5
5.2 最新の規格への適合状況について	5

■■■■■: 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(令和2年12月24日申請)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-1-1-1-6-2 落雷の影響を考慮する施設の選定」
- ◆ 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(地上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

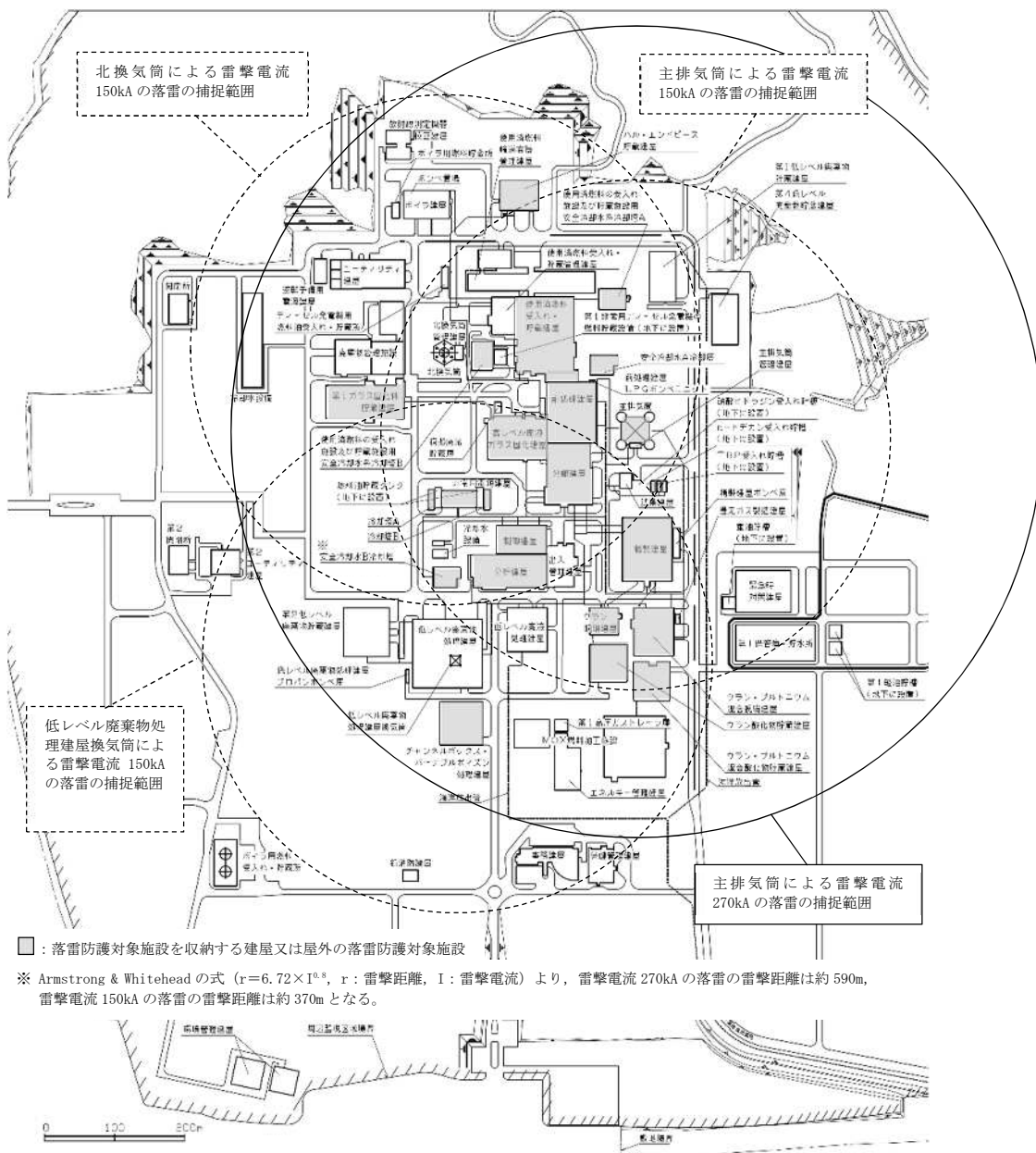
って捕捉される。したがって、主排気筒を除く落雷防護対象施設等において想定される落雷の規模は 150kA よりも小さくなるが、これらの施設に対しては雷撃電流 150kA の落雷の影響を考慮して、「原子力発電所の耐雷指針」(JEAG4608-2007)、「建築基準法」及び「消防法」に基づき、日本産業規格に準拠した避雷設備を設置する設計とする。

なお、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 以上の直撃雷を捕捉するため、主排気筒と同様の設計とする。

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構築物等の施設分類ごとに 3. に示す。また、雷撃電流 150kA 以上の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 3. 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構築物

(1) 設計要件

落雷防護対象施設を覆う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。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構築物に設置する避雷設備は、日本産業規格（JIS A 4201-2003（以下、「2003年版JIS」という。））に準拠したものとす。
- 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、2003年版JISに準拠した金属製の構造体利用を採用し、メッシュ法幅20m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、金属製の構造体又は引下げ導線によって接地極に接続する。
- d. 金属製の構造体又は引下げ導線は、火花放電の発生の低減を図るため、以下の設計とする。
 - ◆ 落雷防護対象施設を覆う構築物の外周に複数本をほぼ均等に配置し、平均間隔を25m以下とする。
 - ◆ 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を38mm²以上の銅を使用する。
- 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

落雷防護対象施設を覆う構築物の避雷設備の配置を別紙 3 に示す。

3.4 北換気筒及び低レベル廃棄物処理建屋換気筒

(1) 設計要件

北換気筒及び低レベル廃棄物処理建屋換気筒に設置する避雷設備については、後次回にて説明する。

(2) 避雷設備の配置

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配置については、後次回にて説明する。

3.5 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. 避雷設備の設計の検証について

5.1 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。

5.2 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、事業指定基準規則の適用を受けて設計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構築物の避雷設備の構造上の特徴を踏まえると、この避雷設備はJEAG4608-2020に規定する内容に十分配慮したものとなっている。

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	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1-3	分離建屋の避雷設備の配置について			後次回で示す
別紙1-4	精製建屋の避雷設備の配置について			後次回で示す
別紙1-5	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1-6	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1-7	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1-8	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				備考
資料No.	名称	提出日	Rev	
別紙1-9	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1-10	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1-11	チャンネルボックス・バーナブルホイス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1-12	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1-13	分析建屋の避雷設備の配置について			後次回で示す
別紙1-14	制御建屋の避雷設備の配置について			後次回で示す
別紙1-15	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1-16	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				備考
資料No.	名称	提出日	Rev	
別紙3 <u>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</u>				
別紙3-1	<u>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</u>	10/18	3	
別紙3-2	<u>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</u>			<u>後次回で示す</u>
別紙3-3	<u>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</u>			<u>後次回で示す</u>
別紙3-4	<u>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</u>			<u>後次回で示す</u>
別紙3-5	<u>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</u>			<u>後次回で示す</u>
別紙3-6	<u>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</u>			<u>後次回で示す</u>
別紙4 <u>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配置について</u>				
別紙4-1	<u>北換気筒の避雷設備の配置について</u>			<u>後次回で示す。</u>
別紙4-2	<u>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</u>			<u>後次回で示す</u>

別紙				備考
資料No.	名称	提出日	Rev	
別紙5 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5-1	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6 構内接地系の配置について				
別紙6-1	構内接地系の配置について			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を第 2 図及び第 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 冷却塔全体を覆う構造であり、かつ金属製の架構で構成されることから、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は、構築物全体が受雷部としても役割を果たすように設計している。飛来物防護ネットの架構は、メッシュ法を採用し、保護レベルⅣに相当するものとして設計している。すなわち、架構を構成する鉄骨の間隔は、本文 3.3（1）a. に示す通り 2003 年版 JIS に準拠し、受雷部におけるメッシュ法幅 20m 以下となるように設計している。

飛来物防護ネットの架構の鉛直部分は、引下げ導線としての役割を果たし、本文 3.3（1）d. に示す通り、保護レベルⅣに相当する引下げ導線の平均間隔 25m 以下となるように設計している。架構は、天面から地上に至るまで鉄骨部材で構成され、地上付近で避雷導線に接続する。避雷導線は、平均間隔 25m を満たすように設置し、安全冷却水 B 冷却塔の下部に埋設されている網状接地極に接続する設計としている。

2. 最新の規格（JEAG4608-2020）への適合状況について

1. に示す通り、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）の避雷設備は、2003 年版 JIS に準拠し、また、JEAG4608-2007 に準拠して、雷保護レベルⅣとして設計している。しかし、JEAG4608-2007 はその後改訂され、JEAG4608-2020 として発行され、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。飛来物防護ネット自体は再処理施設の安全性に直接係るものではないが、再処理施設の安全性に直接係る安全冷却水 B 冷却塔を全体的に覆う構造となっていることに鑑み、雷保護レベルⅠ相当として考えた場合の設計と現設計を比較し、その考察を以下に示す。

まず、2003 年版 JIS における雷保護レベルⅠとⅣの設計要件の比較を第 1 表に示す。

第1表 雷保護レベルI及びIVにおける避雷設備の設計要件の比較

保護レベル		I	IV
受雷部におけるメッシュ法幅(m)		5	20
引下げ導線の平均間隔(m)		10	25
材料・寸法 (銅/アルミニウム/鉄)	受雷部(mm ²)	35/70/50	同左
	引下げ導線(mm ²)	16/25/50	同左
	接地極(mm ²)	50/-/80	同左

受雷部の役割を果たす飛来物防護ネットの架構のメッシュ幅は概ね 5m の範囲であり、保護レベルIのメッシュ法幅を若干上回る。しかし、飛来物防護ネットの架構には鋼製の防護ネットがワイヤーロープで取り付けられるか、又は金属製の防護板がボルトで取り付けられる構造となっており、架構や防護ネットの隙間から雷撃が侵入することは考えられない。

飛来物防護ネットの架構から接続する引下げ導線は、接地極と接続する部分を対象として平均間隔 25m 以下としているが、飛来物防護ネットの架構は側面も含め概ね 5m の幅で格子状に鉄骨が組まれた形状となっている。また、飛来物防護ネットの架構に取り付けられる鋼製の防護ネットや金属製の防護板は、電気的に連続した構造で取り付けられている。したがって、雷撃電流を極力均等に接地極に放流することができる形状となっており、火花放電を発生することなく安全に雷撃電流を大地へ放流できる設計となっている。

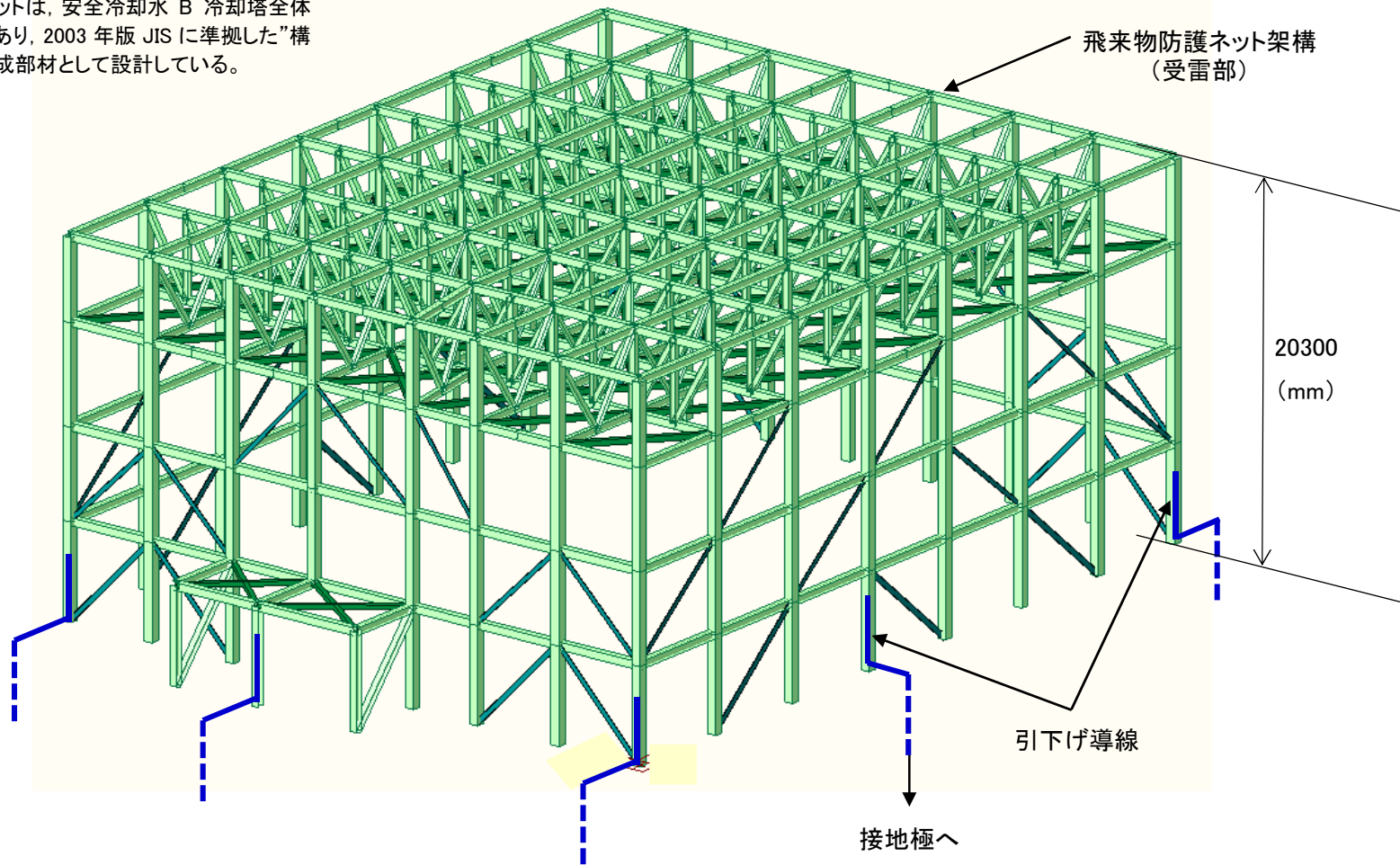
飛来物防護ネットから接続する接地極は、既設の網状接地極を流用する設計としているが、雷保護レベルによって接地極の材料・寸法の設計要件に差異はない。なお、既設の網状接地極は、断面積 250 mm² の銅線を用いている。

以上のことから、飛来物防護ネットは雷保護レベルIVで設計しているが、その構造上の特徴を踏まえると、雷保護レベルIの設計要件と比べても雷撃の侵入の防止、火花放電の発生低減、接地電位分布の平坦化に十分配慮されたものとなっている。

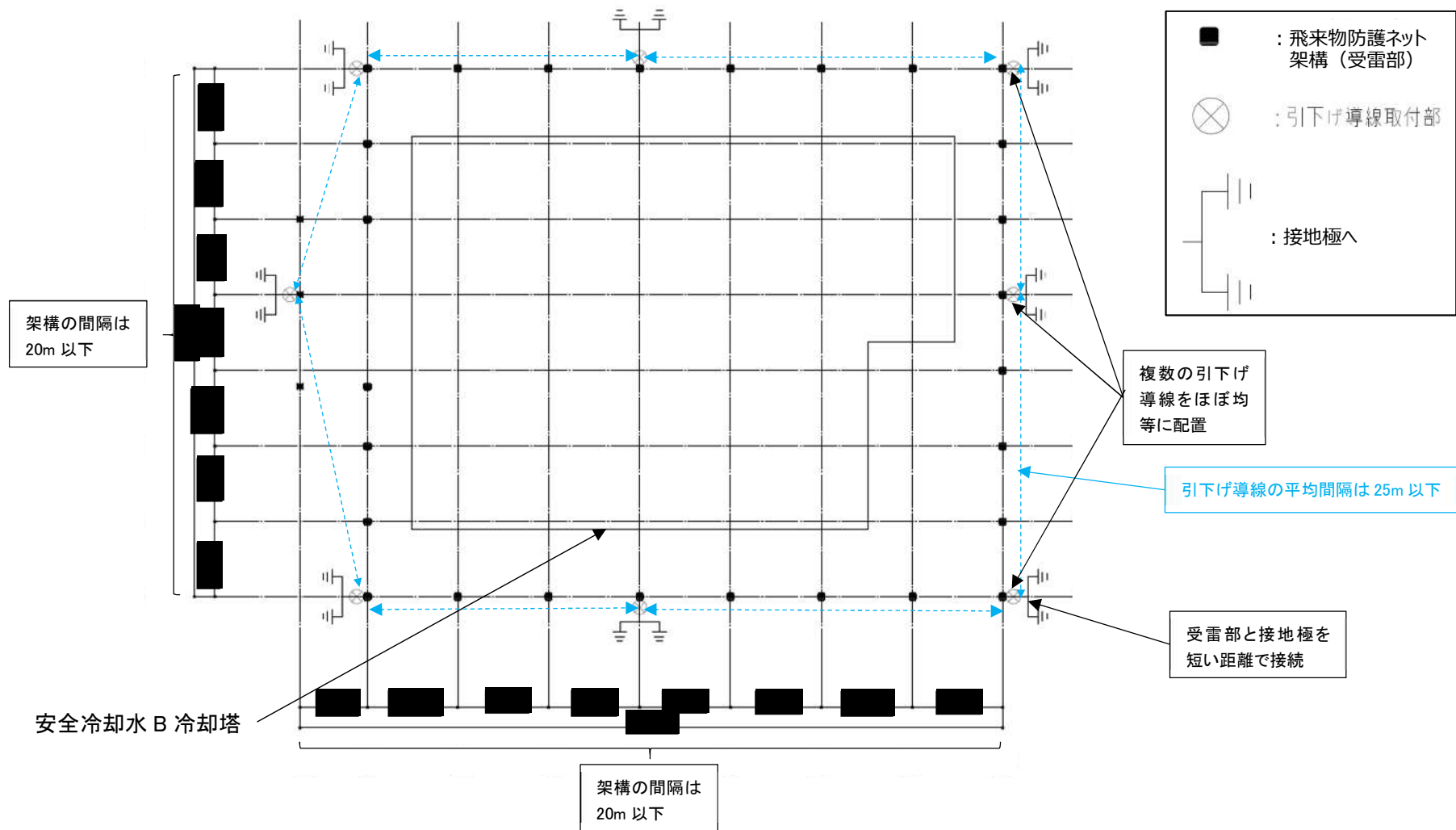
したがって、飛来物防護ネットの避雷設備は、JEAG4608-2020 における改訂内容に照らしても十分な配慮がなされたものとなっていると判断することができる。

以上

※ 飛来物防護ネットは、安全冷却水 B 冷却塔全体を覆う構造であり、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。



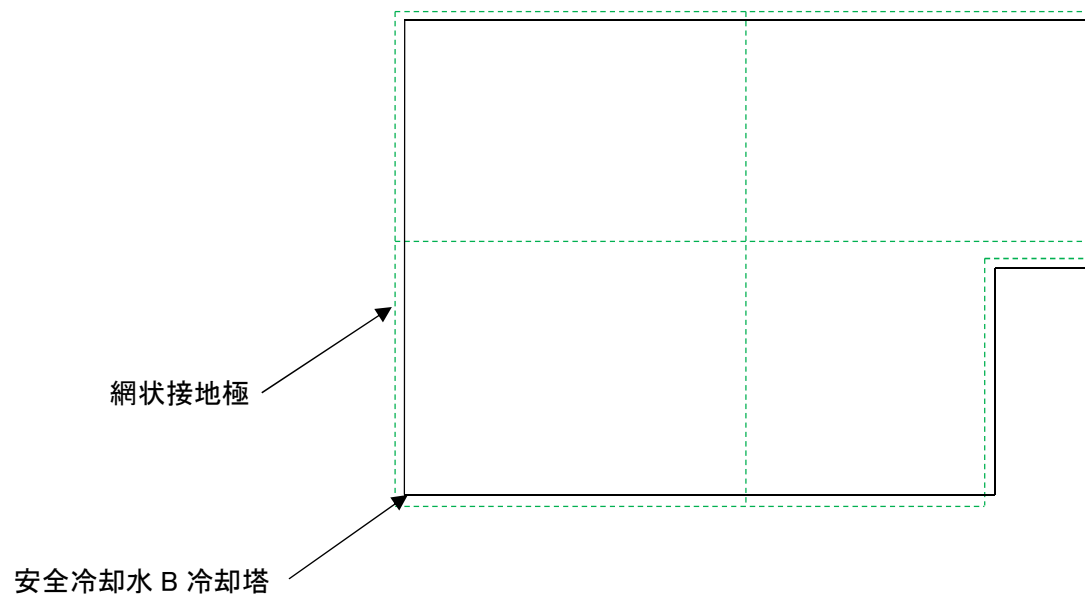
第 1 図 飛来物防護ネット (再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B) の避雷設備の全体概要



単位 (mm)

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 (受雷部及び引下げ導線) 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（接地極）の配置図