

## 第5章 全出力 50kW を超える急速充電設備のリスク検証（1） ハザード評価

### 第1節 評価手法

リスク評価とは、

「一般的に人、財産、社会または環境にリスク（危険性）を与える潜在的なハザード（事故）及び発生するハザードの内容を確認し、利用可能なデータと経験、系統的観察あるいは統計学的分析によってハザードの発生確率を推定し、系統だった手法でリスクを推定評価すること」であり、下記の方法でリスクの大きさを推定評価する<sup>9)</sup>。

式A：「リスクの大きさ」＝

「ハザードによる被害の大きさ」×「ハザードによる被害の発生確率（度合い）」

ハザードの抽出にあたっては、急速充電設備の各部位ごと（例えば、漏電遮断器、電磁開閉器等）に、もれなくハザード項目を取り上げ、そこで考え得るハザードの内容についてリスクの大きさを評価したうえで「安全対策前」「安全対策後」と段階を追って評価し、下図のようにその過程を表形式に整理するものである。これをハザード評価表と呼ぶ。

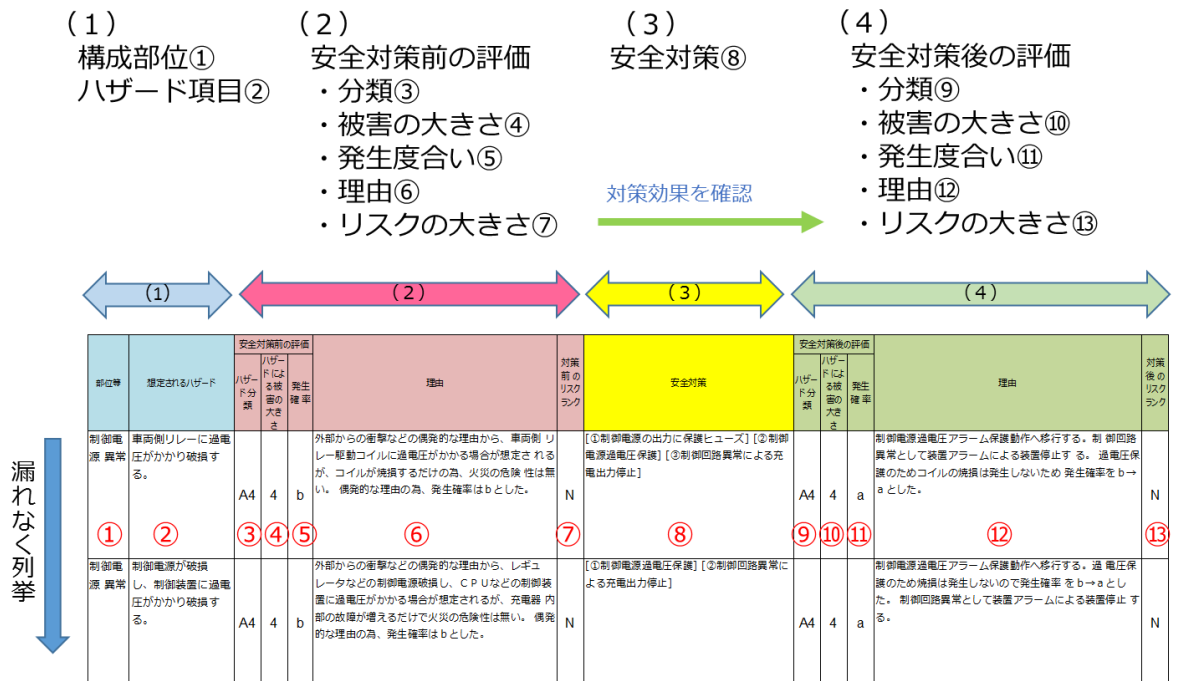


図 5-1 ハザード評価表

評価をするにあたり、各種の定性的な情報を次のように程度により分類し検討する。

<評価分類の定義>

表 5-1 ハザード分類 (③、⑨)

ハザード分類	ハザード事象
A1	急速充電設備外に延焼する可能性あり
A2	急速充電設備内を焼損する可能性あり
A3	発火はしないが、想定外の発熱が生じる可能性あり
A4	上記以外で急速充電設備のみに故障等が発生する可能性あり
B	感電
C	その他故障等

表 5-2 被害の大きさ (影響度) の分類 (④、⑩)

影響度分類	被害の大きさ	数値化
1	周囲の人間、物品等に甚大な影響を与える	4
2	周囲の人間、物品等に重度な影響を与える	3
3	周囲の人間、物品等に経度な影響を与える	2
4	周囲の人間、物品等にほとんど影響を与えない	1

表 5-3 被害の発生度合い (⑤、⑪)

発生度分類	発生の度合い	数値化
a	まずありえないので、起こることはない。 (複数台での耐用期間中にも起こることはない)	1
b	耐用期間中に、起こりそうもないが起こりうる。 (複数台での耐用期間中に1回程度起こりうる)	2
c	耐用期間中に、時には起こりうる。 (1台の耐用期間中に1回程度起こりうる)	3
d	耐用期間中に、数回起こる。	4
e	耐用期間中に、頻繁に起こる。	5

リスクの大きさ (表 5-4) をハザード分類と発生率によりリスクランク決定表 (表 5-5) により決定する

表 5-4 リスクの大きさ (⑦、⑬)

リスクランク	内容
H	許容できない、さらなる安全対策が必要
M	好ましくない、さらなる安全対策が可能かどうか必ず検討
L	許容できる、さらなる対策は不要
N	危険性は非常に小さく、許容できる

表 5-5 リスクランク決定表

ハザード分類	発生率 影響度	低	←—————→			高
		a	b	c	d	e
A1 (急速充電設備外に延焼する可能性あり)	1	L	M	H	H	H
A2 (急速充電設備内を焼損する可能性あり)	2	N	L	M	H	H
A3 (発火はしないが、想定外の発熱が生じる可能性あり)	3	N	L	L	M	M
A4 (上記以外で急速充電設備のみに故障等が発生する可能性あり)	4	N	N	N	L	L
B (感電)	1	L	M	H	H	H
C (その他故障等)	3	N	L	L	M	M

## 第 2 節 評価の実施

この方法に基づき平成 23 年に総務省消防庁が取りまとめた「電気自動車用急速充電設備の安全対策に係る調査検討会」により、「急速充電設備のハザード評価表」<sup>9)</sup>が報告されている。

本調査研究でもこの評価表を起点として、全出力 50kW を超える急速充電設備（具体的には全出力 150kW 級の設備を想定）を対象に、本作業会においてとりまとめ、本検討部会にて承認された同様の手法でハザードリスク評価を実施した。

作業会では内部構成部位ごとに以下の 2 つの観点から実施した。

- ① 全出力 150kW 級の設備を前提にした場合に、全出力 50kW 級を想定していた既出のハザード項目に関してハザード分類、被害の大きさ、発生度合いの評価の見直しが必要か。
- ② 全出力 150kW 級の設備を対象にしたことにより、考え得る新規のハザード項目が無いのか。

## 第 3 節 リスク分析結果

分析結果を資料 1 「全出力 50kW を超える急速充電設備のハザード評価表」に示す。

### 5.3.1 大容量化に伴って新規追加、見直しを実施した項目例

資料 1 の全項目のうち、大容量化に伴って新規追加、見直しを実施した中から代表的な項目例を抜粋して表 5-6 に示す。

表 5-6 大容量化に伴って新規追加、見直しを実施した項目の代表例

部位	想定されるハザード	追加・見直し理由	検討結果
電磁開閉器	接点固着により開放不能となる。 (マルチアウトレット機において、出力コネクタ切替用電磁接触器で想定)	CHAdemo Ver.1.2以降マルチアウトレット方式が可能になったため追記	開閉器接点を監視し、開放不応動を検知した場合、充電動作に移行させない。耐用年数内で起こる可能性は極めて低い。
コンバータ	端子ねじ緩みにより電圧・電流異常・発熱・発煙・短絡が発生する。	大容量化により、被害の大きさ、発生度合いへの影響がないか確認	大容量化に伴って被害の大きさや発生度合いに変化があるものの、評価分類を一段階上げるほどではない。
インバータ	端子ねじ緩み・外れにより電圧・電流異常が発生し、感電する。	大容量化により、被害の大きさ、発生度合いへの影響がないか確認	大容量化に伴って被害の大きさや発生度合いに変化があるものの、評価分類を一段階上げるほどではない。
スイッチング素子	埃、虫、動物等で端子間短絡による故障	大容量化による発熱増抑制のため吸排気開口部が拡大されるため、外的侵入発生度合いが増える懸念がある	IP44以上の規定を満足する仕様のため装置環境の外的混入に考慮されている。防虫網を設置することで虫、小動物の侵入を防止する。
絶縁トランス	一次・二次回路の混触が発生し焼損する。	大容量化により、被害の大きさ、発生度合いへの影響がないか確認	CHAdemo Ver.1.1（平成27年12月発行）以降、一次二次間の絶縁は「二重絶縁または強化絶縁により絶縁すること。」と規定され、混触発生確率は非常に低くなった。
充電コネクタ～EV	落下によるコネクタ破損で感電する	冷却機能付加により充電ケーブルが太く、重くなることにより新たに生じる不具合を考慮	コネクタ未接続状態では、電流が流れない構造であり充電開始前には自動的に充電回路の自己診断を行い、短絡・地絡などの異常を検出した場合、充電動作しないため発生確率は低くなる。重量の増加により従来のコネクタ部を持つほかに、ケーブル部も保持できる、補助器具によって操作性を向上する。
機器本体	外部衝撃で変形、破損し感電する。	高出力化で筐体が大きくなるので、筐体の剛性が弱くなり外部衝撃による変形、破損が予想される	車両衝突等の安全対策は、車両ガード用のボールの設置及び車止めを設置する。外観が変形し漏電した場合は、漏電遮断器および地絡検知により装置停止する。一般的に筐体を大きくすると補強対策等を考慮した設計で剛性は強くなる。
機器本体	外部火災による放水で漏電、火災が発生する。	大容量化による発熱増抑制のため吸排気開口部が拡大されるため、外的侵入発生度合いが増える懸念がある	IP44以上の規定を満足する仕様のため装置環境の外的混入に考慮されている。IP44仕様以上での水の浸入による漏電対策として、一次側の地絡時には地絡電流を検出し遮断器をトリップさせるため感電や火災に至る可能性は低い。
盤外出力ケーブル（EV充電）	感電	液冷仕様のケーブルの経年劣化や損傷による漏電の可能性を考慮する必要あり	冷却液の流量検知機能、充電開始前の絶縁(地絡・漏電)確認・自己診断実施、地絡検知による装置停止等の安全対策を施すことで感電の発生の可能性は低い。
盤外出力ケーブル（EV充電）	高温による火傷	大電流化によるケーブルの発熱を考慮する必要あり	「CHAdemo 標準仕様書Ver.1.2.7.充電ケーブルアセンブリの過温度保護」に準拠することで、発生確率は低減される。
液冷装置	液漏れによる充電ケーブル過熱による火傷	ケーブルを冷却するために新たに追加される冷却ユニットの故障を考慮する必要あり	冷却液の流量(液漏れ)検知機能、冷却液と基盤の分離構造、充電ケーブル温度検知機能等の安全対策により発生確率は低減される。
その他のヒューマンエラー	充電コネクタが濡れた状態で充電操作をして感電	ケーブルが液冷仕様になった場合の使用上の事故に考慮する必要あり	冷却液の流量(液漏れ)検知、漏電遮断機能等の安全対策により感電事故発生確率は低減される。

### 5.3.2 結果

ハザード評価表（資料1）全項目を対象に集計した構成部位ごとのリスクランクの件数の分布を表5-7に示す。

赤字は、平成23年度評価から差異があった部分を示している。大容量化に伴い充電ケーブル、コネクタ周りおよび機器本体、電源開閉器、ヒューマンエラー面での評価見直しを行ったことがわかる。

なお、太陽電池と蓄電池関連部分11件は今回評価対象外としたため、総計194件のうち正味の見直し対象は183件であった。また194件のうち、一部文言を見直し加筆修正を実施した項目が30件、新たにハザード項目として追加評価したものが10件あった。

結果は、表5-8に示す通り、安全対策後はすべての項目がL以下となった。

表5-7 部位ごとのリスクランク件数分布

部位ごとのリスクランク	安全対策前										安全対策後									
	H23年度総務省消防庁調査					今回					H23年度総務省消防庁調査					今回				
	H	M	L	N	総計	H	M	L	N	総計	H	M	L	N	総計	H	M	L	N	総計
インバータ		2	4	4	10		2	4	4	10		2	8	10				2	8	10
コンデンサ			1	2	3			1	2	3			3	3					3	3
コントローラ			1		1			1		1			1	1					1	1
コンバータ		1	6	5	12		1	6	5	12		2	10	12			2	10	12	
スイッチング素子			5	5	10			5	5	10		2	8	10			2	8	10	
センサー異常		2	3	10	15		2	3	10	15		4	11	15			4	11	15	
その他のヒューマンエラー	3	5			8	3	6			9		5	3	8			6	3	9	
安全リレー				1	1				1	1			1	1				1	1	
液冷装置								2		2								2	2	
機器本体	6	11	4		21	1	6	11	4	22	13	8	21			14	8	22		
逆流防止ダイオード			1		1			1		1			1	1				1	1	
充電コネクタ	1	8	6	3	18	1	8	6	3	18	10	8	18			10	8	18		
充電コネクタ～EV		3		1	4		4		2	6	2	2	4			3	3	6		
充電ユニット		3	2		5		3	2		5	3	2	5			3	2	5		
制御装置異常		1	2	5	8		1	2	5	8	3	5	8			3	5	8		
制御電源			1		1			1		1			1	1				1	1	
制御電源異常			1	10	11			1	10	11	1	10	11			1	10	11		
整流器		1	4	2	7		1	4	2	7	3	4	7			3	4	7		
絶縁トランス			6	1	7			6	1	7	1	6	7			1	6	7		
操作ボタン			1		1			1		1			1	1				1	1	
太陽電池		1	2	1	4		1	2	1	4		2	2	4			2	2	4	
蓄電池			4	1	5			4	1	5			5	5				5	5	
蓄電池充放電回路				2	2				2	2			2	2				2	2	
電磁開閉器			2	6	8			2	7	9	1	7	8			1	8	9		
盤外一次側配線			2	2	4			2	2	4			2	2	4			2	2	4
盤外出力ケーブル（EV充電）	1	1			2		2	3		5	2		2			4	1	5		
盤内配線（交直共）			1	1	2			1	1	2		1	1	2			1	1	2	
非常停止ボタン			1		1			1		1			1	1				1	1	
冷却装置（AC）		2	1		3		2	1		3		1	2	3			1	2	3	
冷却装置（DC）		1	1		2		1	1		2			2	2				2	2	
冷却装置（ファン）			1		1			1		1			1	1				1	1	
漏電遮断器			2	4	6			2	4	6			2	4	6			2	4	6
総計	4	37	73	70	184	5	40	77	72	194	0	0	62	122	184	0	0	69	125	194

表 5-8 リスクランクごとのハザード項目数（サマリ）

リスクランク		H	M	L	N	総計
H23年度	安全対策前	4	37	73	70	184
	安全対策後	0	0	62	122	184
安全対策前新規追加件数		+1	+3	+4	+2	+10
今回	安全対策前	5	40	77	72	194
	安全対策後	0	0	71	123	194

（太陽電池と蓄電池関連部分の件数を含んでの比較）

H（許容できない、さらなる安全対策が必要）

M（好ましくない、さらなる安全対策が可能かどうか必ず検討）

L（許容できる、さらなる対策は不要）

N（危険性は非常に小さく、許容できる）

確認した安全対策の主な事例を以下に示す。

#### <ハード面の対策>

##### 機器本体

- ・ 電流・電圧の異常監視
- ・ 温度センサーによる異常監視
- ・ 開閉器接点の監視
- ・ 漏電遮断器の設置
- ・ 地絡検出器の設置
- ・ ヒューズの設置
- ・ 一次二次間の二重絶縁または強化絶縁化
- ・ 制御用センサーと監視用センサーの複数設置
- ・ 冷却液流量の監視
- ・ 冷却液と制御基板の分離構造
- ・ 難燃ケーブルの使用
- ・ 不燃かつ強度の高い金属製筐体の使用
- ・ 筐体への塗装、防錆処理
- ・ IP44以上に準拠
- ・ 車両ガード/衝突防止用柵の設置

##### 充電コネクタ

- ・ 電流・電圧の異常監視

- ・ 温度センサーによる異常監視
- ・ 難燃性のコネクタ/ハウジング等の使用
- ・ コネクタ強度の確保

#### 制御装置

- ・ 充電シーケンスエラー監視
- ・ 制御回路異常動作の監視
- ・ 電流・電圧の異常監視
- ・ 温度センサーによる異常監視

#### <ソフト面の対策>

- ・ 据え付け現地試験の実施
- ・ 管理者による日常点検実施
- ・ メーカー等による定期またはスポットメンテナンスの実施

以上のことから、全出力 **50kW** を超える急速充電設備において、内部出火のリスクおよび漏電・感電のリスクについては、確認した安全対策を施すことにより、特に大きなハザード（事故）には至らないと考える。