


# キュービクル式高圧受電設備 トラブル・対応事例

平成22年4月制定

 盤標準化協議会  
キュービクル技術部会

## <はじめに>

近年、生産設備や情報機器の高度化に伴い、受配電設備への信頼性の要求は益々高まってきました。事故による停電はもとより、瞬時の電圧低下すら許されない状況となっております。従って、電気の安定供給は社会活動の中で必要不可欠なものとなっており、主要な供給設備である高圧受電設備には高い信頼性が要求されます。

そうした状況の中で、キュービクル式高圧受電設備はその利便性から広く使用されておりますが、設計、施工、保守などの不備に起因する事故などにより、当該負荷設備が停電するといったケースは少なくありません。

そうした現状を踏まえ、盤標準化協議会ではキュービクル式高圧受電設備におけるトラブルに対する対応事例を具体的にあげて、より安全にお使いいただくためのご提案として本技術資料を作成致しました。

「キュービクル式高圧受電設備」の所有者におかれましては、長期間安定して受電して頂くために定期的な機器の更新を含めた適切な点検、管理の実施を御願い申し上げます。

なお、先般出版致しました「キュービクル式高圧受電設備Q&A」と併せて参考にして頂けましたら、キュービクル式高圧受電設備の技術がより充実するかと存じます。

---

## トラブル・対応事例

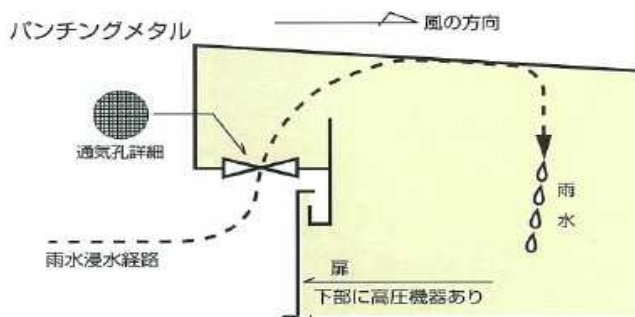
- 1．風雨に関する事例
  - 2．雪に関する事例
  - 3．雷に関する事例
  - 4．小動物の侵入に関する事例
  - 5．騒音・振動に関する事例
  - 6．高調波に関する事例
  - 7．経年劣化に関する事例
  - 8．その他の事例
-

# 屋根ヒサシからの雨水の浸入

設置場所	<ul style="list-style-type: none"><li>・ビルの屋上で北向きに設置。</li><li>・周囲に遮るものはなし。</li></ul>
状況	<ul style="list-style-type: none"><li>・煙を発生し、電気の供給が停止した。</li><li>・高圧真空遮断器(VCB)の焼損が最も著しく、電源側端子のセパレータが溶けて電源側配線の被覆が熱により溶融していた。</li></ul>
原因	<ul style="list-style-type: none"><li>・北からの暴風雨により、キュービクル前面屋根ヒサシ部換気口より雨水が吹き込み、屋根裏面を流れた雨水がVCB電源端子部に落下し、端子部に付着していたじんあい水分を含み、相間が絶縁破壊を起こし損傷に至ったと思われる。</li></ul>
防止対策	<ul style="list-style-type: none"><li>・当該キュービクルは屋根ヒサシ部対策以前の構造形式であったため、雨返しを追加するとともに、保守点検の励行を依頼した。</li></ul>

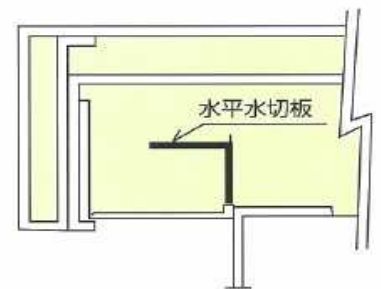
## 不具合状況

[雨水侵入図]



[雨返し構造例]

(例 1)



(例 2)



1986年のJIS C 4620改正により防噴流試験が追加され、改正以降の基準で製作されたキュービクルでは雨や雪による被害は大幅に減っています。

## 天井扇からの雨浸入？

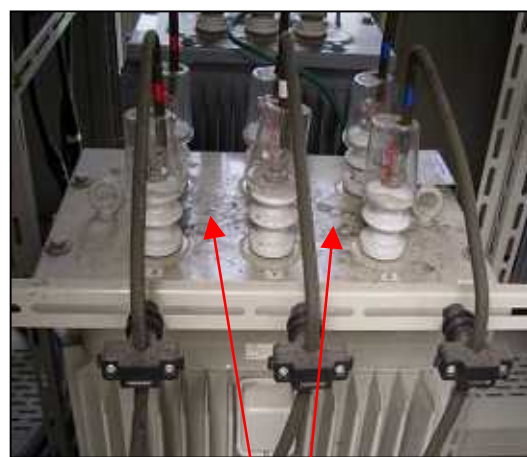
設置場所	<ul style="list-style-type: none"><li>・海岸から1km以内の高台にある需要家敷地内。</li><li>・キュービクル周囲に風雨を遮るものは無かった。</li></ul>
状況	キュービクルの点検の際に下記の事項が発見された。 トランスやリアクトルの上部及び床面に水滴の痕跡がある。 側面扉を開けた所にある保護板の内側面に水の垂れた跡と思われる痕跡がある。
原因	<ul style="list-style-type: none"><li>・天井扇から雨が入り込んだ可能性が絶対無いとは言えないが、天井扇が無い屋根の裏側や側面扉内側にも水滴跡が見られたことから、屋根の換気口から湿った空気が入り込み、天井面等に付着して結露となって水滴が垂れたものと推測した。</li></ul>
防止対策	<ul style="list-style-type: none"><li>・屋根のヒサシを開口なしのものに交換し、強制換気のみにした。</li><li>・盤内温度が低くても定期的に換気扇を回したいとの要望から、年間プログラムタイマーによる制御も追加した。</li></ul>

### 不具合状況



水滴が流れた痕跡  
(天井扇が無い函体)


屋根のヒサシ  
部分に錆が  
発生している



水滴が落ちた跡

# 風雨・湿気による短絡事故

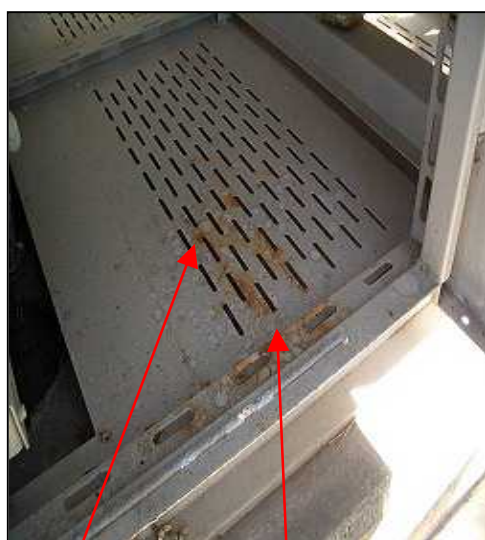
設置場所	・ビルの屋上。
状況	・風雨と湿気で高圧真空遮断器 (VCB) が絶縁低下し、短絡した。 ・キュービクルは設置から10年以上経過していた。
原因	・キュービクルはゲタ基礎の上に設置されており、基礎の両端が塞がれていないため、下から風雨と湿気が入り、高圧真空遮断器 (VCB) の絶縁が低下し、短絡事故に至ったものと思われる。  <p>遮蔽板なし</p>  <p>遮蔽板を取付した事例</p> <p>同じ企業団地内に設置された、同一メーカーで同時期に製作したキュービクルでは特に問題は見られなかった</p>
防止対策	・ゲタ基礎の両端を遮蔽し、風雨の直接の浸入を防いだ。 <b>遮蔽板の考慮については高圧受電設備規程 (1130 - 4) に記載されています。</b>

不具合状況	 <ul style="list-style-type: none"><li>・キュービクル屋根のヒサシ部には錆が発生していた。</li><li>・VCB 上部に結露と思われる水滴が垂れた痕跡があった。</li><li>・天井面や側面、底面等にも水滴の付着痕跡があった。</li><li>・全体に埃がかなり付着していた。</li></ul> <p>以上のことから、経年と設置環境により絶縁劣化を起こし、短絡焼損事故に至ったと思われる。 短絡に至らないまでも、メガが低いという報告は少なくない。</p> <p>注) 写真は三菱電機殿より提供していただいた同様事例 (環境要因で絶縁劣化 短絡焼損) の写真であり、実際に今回の事例で調査した VCB ではありません。</p>
-------	--

## 雨の浸入による錆の発生

設置場所	・需要家の地上敷地内。 ・キュービクル周囲に風雨を遮るものは無かった。
状況	キュービクルの点検の際に下記の事項が発見された。 床面(底板)に水滴の痕跡がある。 床面・外箱本体下部に錆が発生している。
原因	・台風等の想定以上の暴風雨が屋根ヒサシの換気口部から浸入した可能性が高い。
防止対策	現場改修にて下記を実施 ・ヒサシの換気口形状を長穴から2パンチング加工にしたものに変更した。 ・雨返し上部にカバーを取付した。

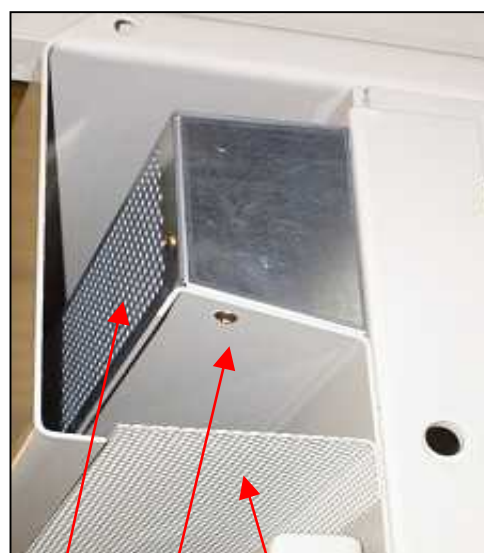
### 不具合状況



水滴が落下した跡

底板・底面の枠材に錆が発生している

### 対策の構造例



雨返し板

換気口を2パンチングに変更

防雨カバーを追加取付  
(屋根を外しての作業)



# 台風によるドア外れ

設置場所	・ビルの屋上。
状況	工事期間中(引渡し前)の朝、下記が見つかった。 ・3面体の右正面扉が脱落している。 ・扉側の蝶番が引きちぎれており、本体側の蝶番も変形している。 ・前日の夜に台風の直撃があった。
原因	・扉の施錠をしていなかったことにより 台風による暴風雨で本体に掛かる扉側の止め金、ロット棒が外れて、強風で扉の開閉が繰り返され 扉の下側蝶番が引きちぎれ 上側の蝶番で持ちこたえていた扉の上側蝶番も引きちぎれ、扉が脱落した。
防止対策	・本体側の変形した蝶番は元の形状に修復し、再塗装を行った。 ・扉を再製作 & 取付し、確実に扉の施錠を行うようお願いした。

## 不具合状況



外れた扉をロープで仮固定した状態



変形した本体側蝶番



溶接が外れて脱落した扉側蝶番



扉側蝶番が引きちぎれた跡

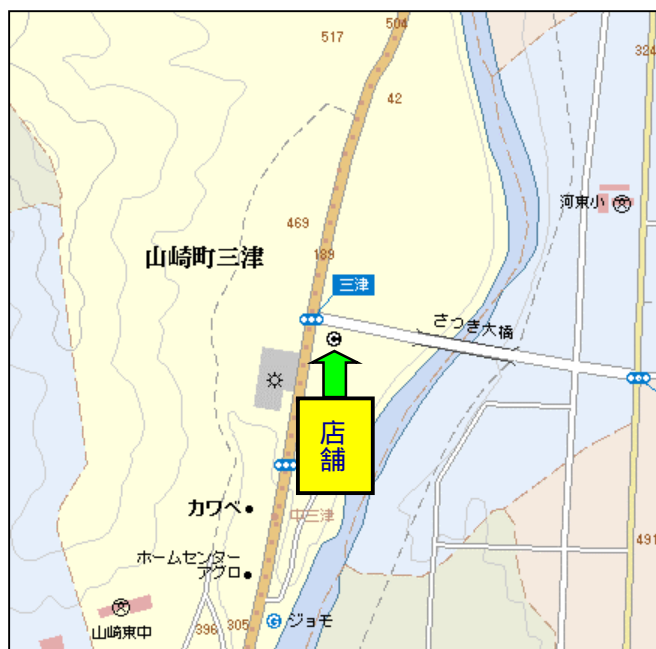


# 台風によるキュービクルの冠水

設置場所	・道路に面したコンビニエンスストアの駐車場脇。
状況	・台風により川が増水して氾濫し、キュービクルまで雨水に浸かってしまった。
原因	・平成21年8月10日兵庫県を通過した台風9号により、設置場所から数百m東側を流れる川が増水で氾濫し、キュービクルまで雨水に浸かってしまったもの。
防止対策	・キュービクルの基礎を高くした。

## 不具合状況

店舗のロケーション



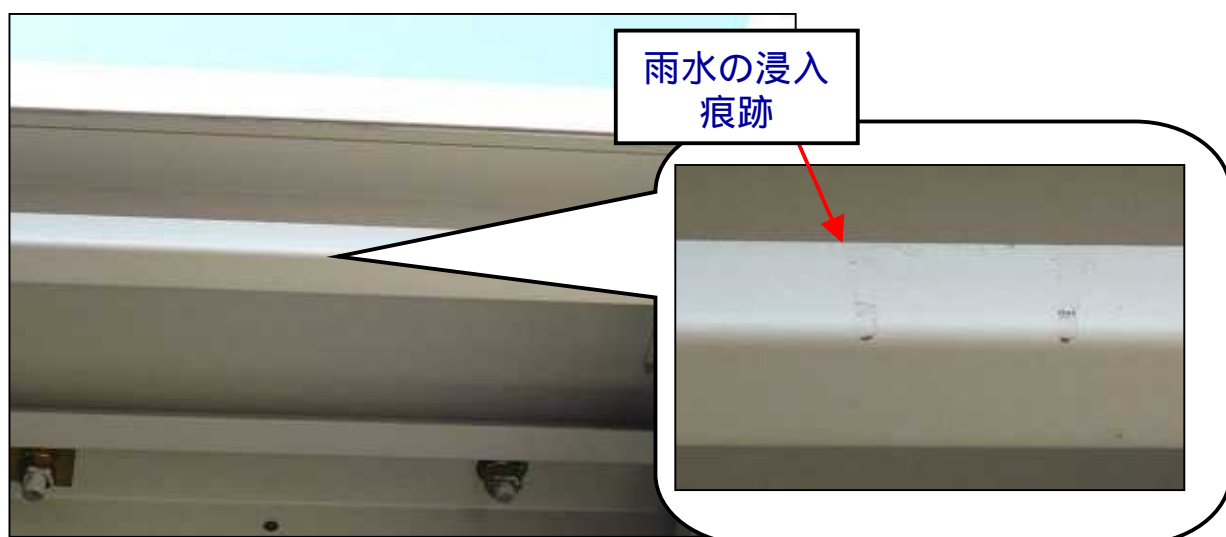
冠水したキュービクル



## ヒサシ部換気口からの雨の浸水

設置場所	<ul style="list-style-type: none"><li>・ビルの屋上。</li><li>・屋上の隅に設置され、風雨を妨げる建造物等なし。</li><li>・換気口のある側が風を受ける方向に設置されていた。</li></ul>
状況	<ul style="list-style-type: none"><li>・メンテナンスの際、箱体内部に雨の浸水の痕跡が見られた。</li></ul>
原因	<ul style="list-style-type: none"><li>・換気口のある側が風を受ける向きに設置され、風雨をさえぎる建造物等もない状況であった。</li><li>・その状況下で、ビル屋上の吹き上げ風や台風などの想定以上（JIS規定の防水試験以上）の暴風雨により、キュービクル内へ雨が浸入したと考えられる。</li></ul>
防止対策	<ul style="list-style-type: none"><li>・扉と扉枠（水切り部）との隙間にゴムパッキンを貼った。</li></ul>

### 不具合状況



機器に有害な影響を及ぼさない雨の浸水であればJIS規格上は問題はありません。

## 雪の浸入によるVT短絡・焼損

設置場所	<ul style="list-style-type: none"><li>・ビルの屋上(周辺では一番高い建物であった)。</li><li>・キュービクルは正面が北向きに設置されていた。</li></ul>
状況	<ul style="list-style-type: none"><li>・高圧側VTが焼損している。</li><li>・設置をした関東地区において記録的な大雪が降った(平成10年1月15日)。</li></ul>
原因	<ul style="list-style-type: none"><li>・北西の風雪が長時間にわたって吹き付けたために、防噴流構造をかいくぐって雪が中に舞い込んだ。</li><li>・浸入した雪によりVT本体が濡れ、絶縁低下したために短絡・焼損に至る結果となったと推測された。 (工事店様からの一報も「雪のためVTが焼損した」であった。)</li></ul>
防止対策	<ul style="list-style-type: none"><li>・受電盤の屋根ヒサシの換気口(前後面)を換気口無しのものに変更する。(換気計算上は問題なかった。)</li><li>・定期的な清掃(絶縁劣化の予防のため)と絶縁抵抗確認を御願いました。</li></ul>

### 不具合状況



- ・キュービクル内機器や底面に埃が堆積しており、湿気による絶縁低下が発生しやすい環境であった。
- ・断定は出来ないが、屋根の換気口部から浸入した雪がVT本体を濡らし、絶縁低下から短絡・焼損に至ったものであるとの報告を行い、了承して頂いた。

## キュービクル内への雪の浸入

設置場所	<ul style="list-style-type: none"><li>・豪雪地域。</li><li>・工場の地上敷地内(キュービクル周囲に防風壁等なし)。</li></ul>
状況	<ul style="list-style-type: none"><li>・キュービクル内部に雪が浸入し、積もっている。</li></ul>
原因	<ul style="list-style-type: none"><li>・扉と扉枠の隙間から風とともに雪が浸入し、キュービクル内部に雪が積もった。</li></ul>
防止対策	<ul style="list-style-type: none"><li>・扉と扉枠の隙間をパッキンで埋め、隙間を無くした。</li></ul> <p>豪雪地域へキュービクルを設置する際は、事前に風向きを考慮した設置や風雪の吹きさらしにならない箇所への設置、または防風壁などを別途設けるなどの対応をお願いします。</p> <p>防雪構造は、指定がある場合のみの対応となっています。</p> <p>設置場所に対する構造指定についてはメーカーと御相談下さい。</p>

不具合  
状況



キュービクル内に  
雪が浸入

## 積雪により扉の開閉が出来ない

設置場所	・スキー場のゲレンデ横。
状況	・キュービクルが雪に埋もれ、扉が開けられない。
原因	・積雪量を十分に考慮しないで設置された。
防止対策	・積雪量を考慮した建造物(屋根、壁等の囲い)の建築要請を行った。 キュービクルの設置場所には十分御配慮下さい。

不具合  
状況





## 雷によるVTの故障(割れ)

設置場所	・需要家(工場)の地上敷地内(屋外)。
状況	・高圧側のVMの針が振れていない。 ・停電して点検したところ、VTが割れていた。 ・PAS側、キュービクル側ともに避雷器は設置されていなかった。
原因	メーカーへの調査依頼結果(推定) ・一次コイルが焼損・溶融していること、製造上の要因として想定できる項目の検討結果からは特に異常は見られなかったことから、サージ電圧(VT使用中の落雷)の影響を受け、一次コイルが絶縁破壊した可能性が考えられる。
防止対策	・機器メーカーの見解書でお客様が納得され、キュービクル内に避雷器を追加設置した。

### 不具合状況



キュービクルに取付された状態



取り外して確認すると、裏側のコイルに割れがあった

## 雷害による機器損傷

設置場所	・需要家(工場)の地上敷地内(屋外)。
状況	・朝出社時に工場が停電していた。 ・電気管理技術者の方で確認したところVT、VCBが損傷していた。 ・PAS側、キュービクル側ともに避雷器は設置されていなかった。
原因	・機器の状況などから見て雷サージ電圧の影響を受け、機器が損傷したものと推察される。
防止対策	・キュービクル内またはPAS側へ避雷器の設置を提案した。

### 不具合状況



損傷したVT



損傷したVCB



トラブル・対応事例4 - 1

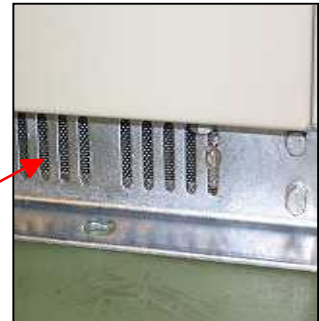
# 小動物の侵入

設置場所	・周辺に田畑や林があるコンビニエンスストア。
状況	・高圧交流負荷開閉器(LBS)で短絡事故が発生した。 ・扉を開けると、LBS一次側に蛇が巻き付いていた。
原因	・チャンネルベースの換気口から侵入したと思われる蛇がLBSの一次側充電部に接触し、地絡・短絡事故に至った。 ・LBSには、仕様取り決め段階で絶縁バリアを付けないことになっていた。(絶縁バリアはオプション対応としていた。)
防止対策	・換気口に網を取付し、蛇が侵入できない構造とした。 ・後日、ベース部の防虫網付を標準仕様に変更した。





現場での応急処置

網を換気口部に取付



仕様変更後の恒急対策品

不具合状況	 <p>焼け跡</p>  <p>巻きついていた蛇</p> <p>事故後のLBS</p>
-------	--

## 天井扇のフード内に鳥の巣

設置場所	・建屋の屋上。
状況	・換気扇が回ると上からワラなどの異物が落ちてくる。
原因	・天井扇のフードと屋根の間に十分な隙間があり、鳥(スズメ)がフード内のファンガード上部に巣を作ってしまったことによる。
防止対策	・現地にて屋根との間の隙間を少なくしたフードに交換した。

### 不具合状況



交換前のフード



交換後のフード



ファンガード上部に作られた鳥の巣

### 他での事例



現地でパンチング加工した鋼板を  
SUS製ボルトで側面に固定

## 隣接する民家からの騒音苦情

設置場所	<ul style="list-style-type: none"><li>・幹線道路に面した物販店舗の裏側。</li><li>・裏側には民家が隣接していた。</li><li>・夜間は車の通行量も少なく、静かな地域であった。</li></ul>
状況	<ul style="list-style-type: none"><li>・キュービクルからの夜間騒音が気になって眠れないという苦情が入った。</li><li>・キュービクルの周囲には特に囲い等もない状態での設置であった。</li></ul>
原因	<ul style="list-style-type: none"><li>・変圧器が振動して共振音が発生していた。 (励磁音は通常レベルであった。)</li></ul>
防止対策	<ul style="list-style-type: none"><li>・変圧器に防振ゴムを装着した。</li><li>・共振部分と思われる変圧器取付金具(鋼板製)を更に強度アップ出来るよう補強を加えた。</li></ul>

### 対策事例



変圧器に防振ゴム取付



変圧器に防振パッド取付



隣への隣接面に防音壁取付



全体を防音壁で囲った例

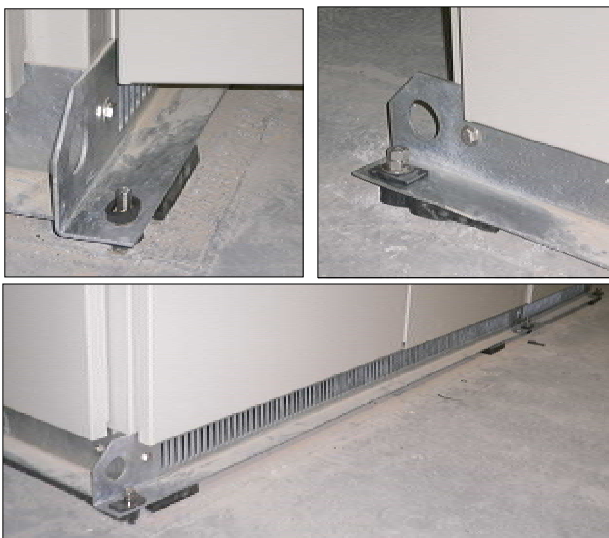
民家に隣接する場合は、  
施工段階で防音壁等の  
設置検討を御願います。

## マンション住民からの騒音苦情

設置場所	・マンション建造物内に設けられた電気室。
状況	・電気室 階上の住民よりブーンという騒音がすると苦情が入った。 ・電気室には一応の防音対策が講じられていた。
原因	・キュービクル(変圧器)の運転振動が、マンションの躯体に伝播していた。
防止対策	・変圧器に防振ゴムを装着した。 ・キュービクルチャンネルベースと基礎間にも防振パットを設置した。 ・扉に防音材を貼付けた。

### 対策事例

防振パット設置(アンカーボルト部含む)



扉へ防音材を貼付け



建物屋上に設置されたキュービクルで同様のケースがあります。



## 高調波によるリアクトルのひび割れ

設置場所	・スーパー銭湯。
状況	・直列リアクトル(SR)に、許容値以上の高調波電流が流れ込み、過熱しモールド部分にひび割れが発生した。
原因	・高圧受電設備に設けるSRは、一般的に $L = 6\%$ で、第5調波含有率が55%まで対応できるものを使用しているが、設置場所における高調波のひずみが大きく、通常使用している仕様では高調波耐量が不足していた。 ・SRの温度接点による保護回路は設けられていなかった。
防止対策	・高圧コンデンサ(C)およびSRを高調波耐量大きい( $L = 13\%$ )ものと交換した。 ・LBSもトリップコイル付に変更し、SRの保護回路を追加した。

### 不具合状況



ひび割れが発生している

### その他の事例

異音がするという苦情でメーカーと同行にて現場に出向き、高調波を測定

測定の結果、問題ないレベルであった

お客様は納得できない  
(高調波はいつも出ている訳ではない)

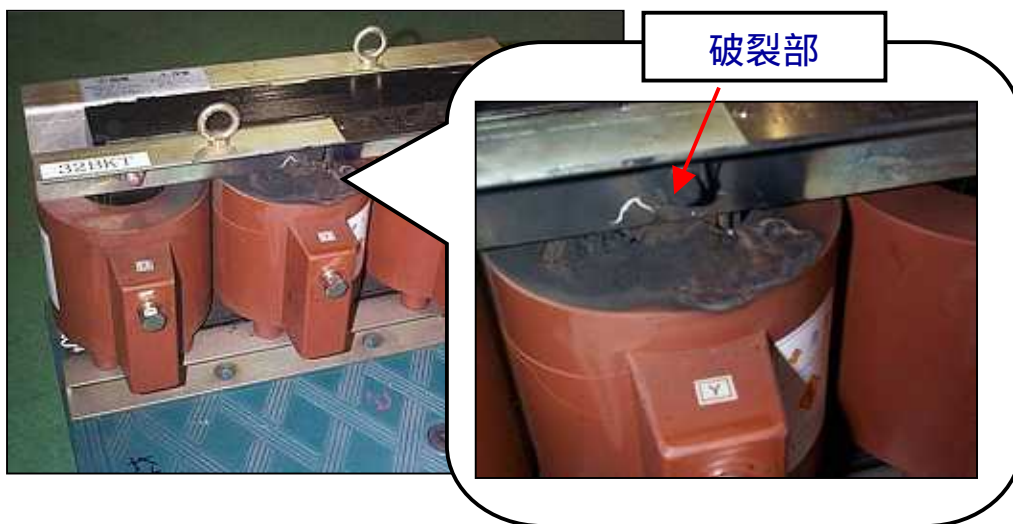
不可逆式サーモラベルを貼り、高調波による加熱が発生しているかどうか、しばらく状況を見ることを提案

送電系統は絶えず変化するため、設置した段階では問題はなくても、後に高調波が発生することがあります。

## 高調波によるリアクトル破損

設置場所	・小規模工場の地上敷地内(屋外)。
状況	夜中に6%直列リアクトル(SR)破裂による停電が発生した。
原因	・過大な高調波の流入により当該SRの高調波耐量を超えたことに起因する不具合と推察された。 ・機器メーカーの調査結果より、リアクトル自体の異常はなく、6%直列リアクトルの第5調波電圧歪み率4.0%を超える歪みが発生したと推測される。
防止対策	・SRの交換を行い、現在正常復帰している。 ・発生源は需要家側ではなく電力系統からの流入であることから、今後再発した場合の対策として、リアクタンス(耐量)を13%に上げる必要があることを説明した。

### 不具合状況



## 高調波による異音発生

設置場所	・集合住宅(団地)の屋上設置。
状況	・キュービクル内部の変圧器付近からうなり音が発生するとのクレームが入った。 ・音は5～10秒間隔ぐらいにうなり音(うなり音は67～68dbあり、うなり音が消えている間は64～66dbであった。)が聞こえた。
原因	・高圧コンデンサ回路を切り離すと、うなり音が消えたことにより異音の発生箇所は高圧コンデンサ用直列リアクトル(SR)であることが判明した。 ・機器メーカーによる調査の結果、SR自体の異常でないことから、高調波によるものであることが推測される。
防止対策	・本案件は需要家側で別途対応して頂いた。 ・今後の対策としては、高調波発生源や高調波成分の調査後、その結果によって、SRのリアクタンス(耐量)を上げる必要があることを説明した。

(参考)	<b>高調波抑制対策</b> 1. 高調波電流の流入に対して ・リアクタンスを大きくしたリアクトル(13%)を採用する。 2. 高調波電流の流出に対して ・交流フィルタ(受動フィルタ)を設置する。 リアクトルとコンデンサで高調波電流を吸収する装置 ・アクティブフィルタ(能動フィルタ)を設置する。 高調波と逆位相の電流を発生させ、高調波を打ち消す装置
------	--



## 高調波によるリアクトル加熱

設置場所	・集合住宅(団地)の屋上。
状況	定期メンテナンスで、直列リアクトル(SR)のモールド部に貼り付けてあるシールが変色(こげ)していることが発覚した。
原因	・高調波電流の流入によるSRの加熱が原因と推察。 ・SRの解体調査結果より、6%直列リアクトルの高調波許容値を超えていたことが原因と判明した。
防止対策	・高調波対策としてSRのリアクタンス(耐量)を上げるため、高圧コンデンサ(C)及びSRを13%のものに取り替えた。

不具合  
状況



シールが変色  
(こげている)



## 高調波によるコンデンサの膨れ

設置場所	・小規模工場。
状況	・点検時に高圧コンデンサ(C)が膨らんでパンクしているのが見つかった。 ・保安装置付きのものであったため、コンデンサが破裂する前に回路が遮断された状態であった。
原因	・キュービクルはPF・S形の2面体で、直列リアクトル(SR)は設置されていなかった。 ・配電システムからの高調波電流の流入により、コンデンサが加熱してケースが膨らんだものと思われる。
防止対策	・高圧コンデンサ回路に直列リアクトルを追加することが出来なかったため、高圧コンデンサを取り外し低圧回路側に低圧LCユニット(直列リアクトルとコンデンサを一体化した機器)を設置することをお願いした。

不具合  
状況



過電流により膨らんだ高圧コンデンサの一例

# MCCB電源側絶縁劣化による焼損

設置  
場所

- ・需要家の地上屋外。
- ・発生時および数日前から雨天であった。

状況

- ・MCCB電源側接続は銅ブスバー配線であるが、端子側で激しく焼損しており、分岐バーがMCCB端子側で溶断・消失していた。
- ・納入設置より15年以上が経過していた。

原因

- ・経年でのMCCBモールドケース及び相間の絶縁低下に、MCCB電源端子部に堆積した粉塵などが吸湿したことによる絶縁劣化が加わり、焼損に至ったものと判断した。

防止  
対策

- ・メンテナンス、清掃の励行と、交換推奨時期を考慮した早めの更新をお願いした。

標準使用状態での使用時は使用開始後15年が更新時期です。

JEMA 社団法人 日本電機工業会 高低圧電気機器 保守点検のおすすめ

「3. 保守点検・診断の概要 3.1 定期点検周期と更新推奨時期」より一部抜粋

### 3.1 定期点検周期と更新推奨時期

No	機器名称	定期点検周期			更新推奨時期 注1	更新説明
		普通	精密	備考		
19	配線用遮断器(MCCB)	0.5~1年	—	設置環境による	15年	又は規定開閉回数 注9

(注)

1 この項に掲げる、更新推奨時期は、機能や性能に対するメーカーの保証値ではなく、通常の保守・点検を行って使用した場合に機器構成材の老朽化などにより、新品と交換した方が経済性を含めて一般的に有利と考えられる時期です。

なお、近年では環境保護(ISO-14000)などの社会的要求により、前倒しされるケースが増えています。

9 低圧機器の更新推奨時期に関する調査 (H4年3月: JEMA)

不具合  
状況

焼損MCCB部拡大



焼損MCCB電源側拡大



## VCBの短絡焼損

設置場所	・海岸に近い場所(河川沿い)。
状況	・高圧真空遮断器(VCB)が短絡焼損した。 ・夏場で激しい雨が降っていた。 ・キュービクルは設置から15年経過していた。
原因	・VCB上面に海塩粒子を含んだ塵埃が堆積し、雨の湿気などにより絶縁低下し、沿面放電したものと推察された。
防止対策	・現地にてVCBを交換した。 ・定期的な清掃(絶縁劣化の防止)をお願いした。



不具合  
状況



焼損したVCB(本体側面)

## V C B の焼損

設置場所	・ビル屋上。
状況	・高圧真空遮断器(V C B)がひどく焼損し、周囲の機器も焼損している。 ・1990年製造のキュービクルであり、15年経過による経年劣化と5年間清掃等のメンテナンスがされていなかった。
原因	・V C Bなどの機器端子部に多量の埃が積もり、結露・湿気の複合要因が重なって絶縁劣化(トラッキング発生)が促進され、V C Bの焼損・周辺機器の焼損に至ったと考えられる。
防止対策	・各機器の更新推奨時期が過ぎたものは、早めに交換を行う。 ・適正な時期にメンテナンスをしっかりと行うようお願いした。

不具合状況	  <p>V C B背面側 焼損</p> <p>V C B周辺部 焼損</p>
-------	---

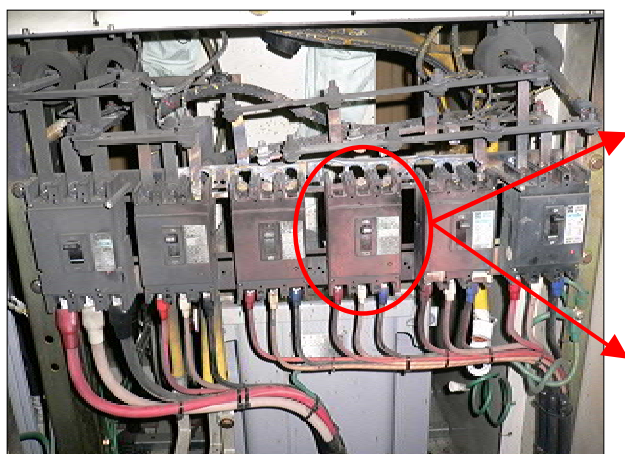


## 配線用遮断器 (MCCB) の焼損

設置場所	・量販店の屋内電気室。
状況	・店舗従業員が出社したときに停電が生じていた。 ・停電は主開閉器LBSによる遮断動作(PF溶断)によるもので、主任技術者の調査の結果、MCCB電源側で激しい焼損が生じた痕跡、及び母線・分岐用銅バーが溶断し、周囲も焼損していた。 ・本キュービクルは製造から20年が経過しており、MCCBも製造当時のままであった。
原因	・MCCB電源端子と取付けアングルとでトラッキングが生じ、低圧地絡から線間短絡に至り、アークガスが一瞬で爆発的に発生し、周囲で線間短絡から溶断・焼損に至ったと判断した。 ・トラッキングの発生は、MCCB電源側端子部に堆積した粉塵や埃などが、結露や湿気などを吸湿し、経年劣化と相まって絶縁劣化が生じたことに起因したと判断した。
防止対策	・適切な清掃、メンテナンスの重要性の説明、励行とあわせ、交換推奨年を目安にした早目の更新を啓蒙した。

不具合  
状況

焼損MCCB周辺






MCCB拡大



電源側 端子部拡大

# 漏電遮断器 ( E L C B ) の焼損



設置場所	・工場敷地内。
状況	・工場終業後(負荷をほとんど使用していない状況)、突然音響とともに停電が発生。電気工事店の調査結果、キュービクル内のELCBが焼損していた。 ・当該ELCBは、納入当時のままで17年が経過し、当日は雨模様であった。
原因	・低圧電路の漏電(絶縁劣化と湿度・雨水が重なった幹線の一時的なものとの推測)が発生し、ELCBが漏電トリップ(ソレノイドに電圧印加)しようとしたが、ELCBの内部機構の固渋からソレノイドの加熱・発火に至ったものと判断した。 ・ELCBの内部機構の固渋は、経年劣化と定期メンテナンス不足(テスト釦動作含む)に起因したものと考えられる。
防止対策	・ELCB、MCCBなどの機構部、稼動部は、経年劣化による固渋(グリースの硬化など)が生じる可能性があり、定期メンテナンスの中で「切」「入」動作や、トリップ釦・テスト釦によるトリップ動作をさせることが必要との説明、励行と交換推奨年を目安にした早目の更新を啓蒙した。 同様の原因(機構部の固渋)によるMCCBでの“ON”“OFF”動作不良が散見される。

不具合状況	<b>返却品 ELCB 内部</b>			
		<b>主接点部</b>		主接点に大電流を遮断した痕跡なし
		<b>漏電引き外しコイル部</b>		一番激しい焼損痕が認められる
				レバー、主接点は“ON”の状態



## 変圧器の放熱板からの漏油

設置場所	・屋内電気室(オープン受変電設備)。
状況	・変圧器の放熱板(本件はパネルタイプ)の底部溶接部から漏油していた。 ・漏油部周辺は、かなり錆が進行していた(錆による腐食が直接の原因ではない)。 ・本変圧器は、製造より27年が経過していた。
原因	・設置環境は屋内の電気室ではあったが、多湿な状況であったことから、経年劣化による錆の進行が相まった、漏油であると判断した。
防止対策	・交換推奨年を目安にした早目の設備更新をお願いした。 ・加えて、定期検査時などのメンテナンスの一環として、初期段階での錆の補修実施を啓蒙した。

不具合状況	<b>当該変圧器放熱板底部</b>	<b>漏油箇所拡大</b>
		

トラブル・対応事例7 - 7(その1)

## その他経年劣化による機器故障

不具合状況・・・写真提供：三菱電機株式会社殿



### PAS経年劣化

腐食が内部まで進行して、操作不能



### ヒューズ破裂

経年的な繰り返し通電による熱的・機械的ストレスにより、定格電流以下の電流でヒューズエレメントが断線したため、アークを遮断できず、ヒューズリンクが破裂した



### VCB経年劣化

グリース固化により、機構部固渋が発生し、コイルの焼損に至る



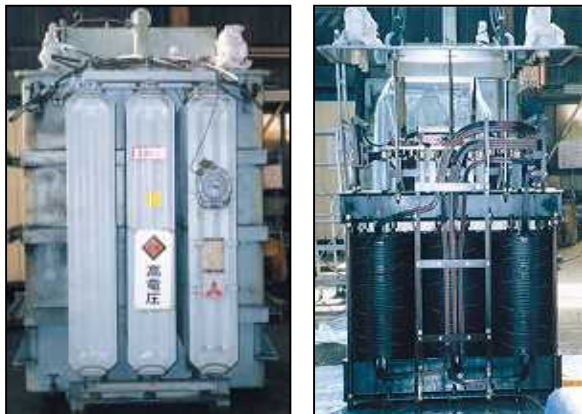
### 断路器経年劣化

グリース固化によりしゅう動部が固渋し、不完全投入により焼損に至る

# その他経年劣化による機器故障

不具合状況・・・写真提供：三菱電機株式会社殿

高圧受電設備規程 7-13表 各機器の更新時期推奨 抜粋



劣化変圧器内部

**変圧器経年劣化**  
コイルの絶縁経年劣化により内部絶縁不良に至った



損失の少ないトップランナー  
変圧器への更新

## 使用機器の更新時期について

日常・定期的保守点検が重要であることは勿論ですが、通常の点検を行いながら使用した場合でも、各機器の構成材の老朽化などにより機器を新品と交換した方がよい更新推奨時期がそれぞれあります。安全に使用いただくためにも、また思わぬ重大事故、波及事故を防ぐためにも、早めの機器更新をおすすめします。

各機器の更新推奨時期

機 種	更 新 推 奨 時 期 (使用開始後)	
高圧交流負荷開閉器	屋 内 用	15年 または負荷電流開閉回数200回
	屋 外 用	10年 または負荷電流開閉回数200回
断 路 器	手動操作	20年 または操作回数 1000回
	動力操作	20年 または操作回数10000回
避 雷 器	15年	
交 流 遮 断 器	20年 または規定開閉回数	
計 器 用 変 成 器	15年	
保 護 継 電 器	15年	
高 圧 限 流 ヒ ュ - ズ	屋 内 用	15年
	屋 外 用	10年
高圧交流電磁接触器	15年 または規定開閉回数	
高圧進相コンデンサ	15年	
直列リアクトル、放電コイル	15年	
高圧配電用変圧器	20年	

なお、印を付した機器については、交換可能な最短寿命を表すものではなく、保守・点検状況またはの推奨する部品交換条件に従って、消耗部品、摩耗部品、電子部品等は適宜交換されることを前提としています。

(社)日本電機工業会「高圧真空遮断器の注油の必要性について」抜粋

## 点検と注油の必要性について

高圧真空遮断器において、グリースの固化、固渋が原因で起こる高圧真空遮断器の動作特性の劣化や、遮断不良、投入不良などが起こります。定期的な点検と注油の実施は、こうした不具合を未然に防止するためのものです。

項 目	内 容	周 期
注 油	グリースの固化防止のため 基油の補充	1～3年毎
グリース交換	ちよう度低下したグリースを 取り除き、新しいグリースに交換	6年毎

注油箇所、方法および使用する油については各メーカー説明書をご参照ください。

## 地震による変圧器の傾き発生

設置場所	・ビルの屋上。
状況	・福岡県西方沖地震が発生した。 ・キュービクル外部には異常は見られなかった。 ・扉を開けて点検すると、変圧器のうち1台が傾いていた。
原因	・地震(最大震度6弱であった)による激しい揺れに変圧器を固定している取付ベースが強度的に不足し、変形したもの。
防止対策	・変圧器取付ベースやその他変形が生じた部材を交換し、復旧を行った。

### 不具合状況



地震で傾いた変圧器



変形した防振ゴム部分



## 地震による変圧器の油漏れ等

設置場所	・3階建て建屋の屋上。
状況	・2009年8月11日に静岡県駿河湾沖を震源とした地震が発生した。 ・主任技術者の点検により変圧器(三相500kVA)2台の油漏れと変圧器を固定している鋼板製の架台の変形や、その他内部構造のゆがみ等が発見された。 ・油漏れの状況は1秒間に1滴と10秒間に1滴程度のものであった。
原因	・地震(最大震度6弱)による激しい揺れにより、変圧器のラジエーターにクラックが生じ、油漏れが発生した。 ・同時に変圧器を固定している取付ベース等が強度的に不足し、変形してしまったと推察される。
防止対策	・変圧器油漏れは現地でのコーティング処置により応急修復した。 ・変圧器固定架台については、後日補強を施したものと交換した。

### 不具合状況



45度近く回転してしまった防振ゴム



油漏れのコーティング箇所  
変圧器自体が何かにぶつかった形跡は無かった

地震で浮いてしまった架台



## V C B の絶縁抵抗の低下

設置場所	<ul style="list-style-type: none"><li>・ビル屋上設置。</li><li>・キュービクル周囲に風を遮るものは設置されていない。</li></ul>
状況	<ul style="list-style-type: none"><li>・メンテナンスの際、V C B の絶縁抵抗を測定すると10M であった。</li><li>・キュービクル内に結露とV C B 端子部に錆が見られた。</li><li>・基礎はゲタ基礎で、側面は遮蔽されていない。</li></ul>
原因	<ul style="list-style-type: none"><li>・塵埃の堆積による汚損とチャンネルベース・底板の換気口から雨水・湿気が浸入し、昼夜の温度変化により結露が発生したことが原因であると推察された。</li></ul>
防止対策	<ul style="list-style-type: none"><li>・ゲタ基礎の側面に遮蔽板を設置してもらった。</li><li>・V C B 下部の底板換気口を鉄板で塞いだ。</li><li>・結露防止のためにV C B 下部にスペースヒーターを1台取り付け、夜間のみタイマーで加熱運転するようにした。</li></ul>

不具合  
状況



V C B 端子部  
に錆発生



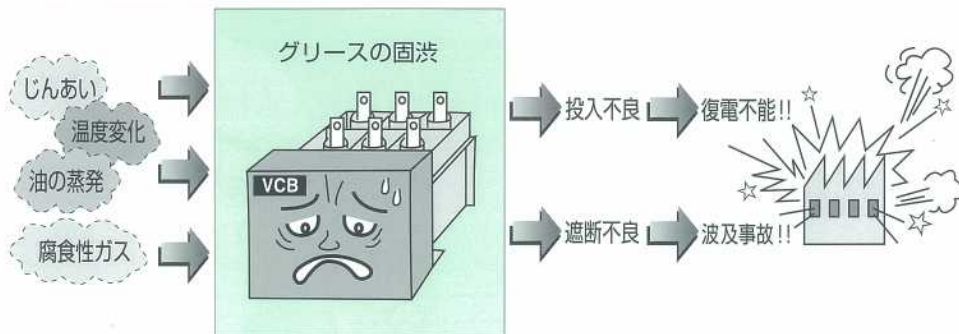
# V C B の注油不足によるグリース劣化

設置場所	・小規模工場の地上敷地内(屋外)。
状況	・6年前納入したキュービクルの年次点検終了後、V C B が投入できなかった。数回投入操作を行ったら投入できた。
原因	・注油がされていなかったことによるV C B 内部機構部のグリース劣化が原因と推測される。
防止対策	・メンテナンス時、V C B への注油の必要性を記した資料を提出し、周知を行った。 ・メンテナンスおよび注油の実施した。 ・定期的な古いグリースの除去と再塗布の実施をお願いした。

## 参考資料

(社)日本電機工業会「高圧真空遮断器の注油の必要性について」抜粋

### グリースの固渋による問題点



### 点検と注油の必要性について

高圧真空遮断器において、グリースの劣化が原因で引き起こされる問題は、グリースの固化、固渋が原因で起こる高圧真空遮断器の動作特性の劣化や、遮断不良、投入不良などです。多頻度開閉の高圧真空遮断器の場合は、事故電流遮断時しか動作しないような希頻度開閉の場合と同様、特に注意が必要です。

定期的な点検と注油の実施は、こうした不具合を未然に防止し、高圧真空遮断器本来の性能を維持するために必要です。



## 締付トルク超過によるフレーム破損

設置場所	・小規模工場の地上敷地内(屋外)。
状況	・幹線ブレーカの負荷側配線の締め付け時、ブレーカのフレームが破損した(端子間の樹脂部)。 ・ブレーカを交換したが、再度破損した。
原因	・ブレーカメーカー推奨の締付トルクの2倍以上のトルクで締付が行われていたために生じた。
防止対策	・ブレーカメーカーが推奨するトルクにて締め付けを実施して頂いた。

### 参考データ

JIS C 8201-1 低圧開閉装置及び制御装置 - 第1部:通則  
「表4 機械的強度の検証を行うときのねじ式端子に加える締付トルク」より一部抜粋

機械的強度の検証を行うときのねじ式端子に加える締め付けトルク

ねじ部の直径 mm	締付トルク N・m	
	Ⅱ	Ⅲ
メートル表示の基準値		
4.0	1.2	1.2
4.5	1.8	1.8
5	2.0	2.0
6	2.5	3.0
8	3.5	6.0
10	4.0	10.0
12	—	14.0
14	—	19.0
16	—	25.0

Ⅱ列 ねじ回しで締め付けるようにしたねじ及びナットに適用する。  
Ⅲ列 ねじ回し以外の手段で、締め付けるようにしたねじ及びナットに適用する。

## 変圧器低圧側圧着端子の焼損

設置場所	・スーパーマーケットの地上敷地内。
状況	・変圧器低圧側の圧着端子部が黒く焼損している。
原因	・納品後、変圧器は一度改修されており、その際の締め付け不良か通電時のねじの緩みによる発熱・焼損であると考えられる。
防止対策	・増し締め確認を徹底していただく。 ・マーカなど緩み確認の印を設け、メンテナンス時に緩みが無いかの確認をお願いした。

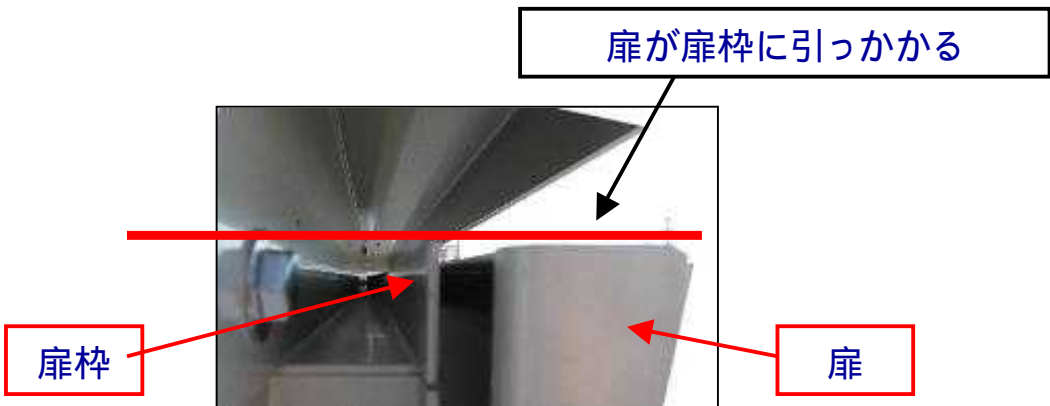
### 不具合状況



黒く変色

## 基礎設置面凹凸による外箱の歪み

設置場所	<ul style="list-style-type: none"><li>・ビル屋上。</li><li>・ゲタ基礎設置。</li></ul>
状況	<ul style="list-style-type: none"><li>・納入したキュービクルが設置された後に背面扉が開閉できなくなった。</li><li>・後日応急処置として蝶番の交換、調整を行なったが改善されない。</li></ul>
原因	<ul style="list-style-type: none"><li>・下駄基礎のキュービクル設置面の水平レベルが取れていない状態でキュービクルを設置し、アンカーボルトにより締め付けた際、キュービクル箱体が歪んで扉が扉枠に引っかかり、開閉できなくなったことによる。</li></ul>
防止対策	<ul style="list-style-type: none"><li>・基礎施工業者側にてキュービクルが水平に設置できるよう基礎の修正を実施した。</li></ul>

不具合状況	 <p>扉が扉枠に引っかかる</p> <p>扉枠</p> <p>扉</p>
-------	---



## 車が突っ込んで破損

設置場所	・飲食店舗の駐車場脇。
状況	・駐車場脇に設置されたキュービクルに車が操作を誤り突っ込み、LBSが遮断してしまった。 ・キュービクルの前面には車両ガードは設置されていた。
原因	・車がアクセル操作を誤ったもの。 ・車が突っ込んでもおかしくない設置場所であった。
防止対策	・キュービクルの設置にあたっては、車の通行範囲から外れた箇所にしていただくよう啓蒙する。

### 不具合状況



車がぶつかった直後



保安協会により電気復旧とともにキュービクルは養生し、後日入替

## 参考文献

- ・ 日本工業標準調査会 審議 (日本規格協会 発行)  
JIS C 8201-1 2007年版 低圧開閉装置及び制御装置 - 第1部:通則
- ・ 社団法人 日本電気協会 需要設備専門部会 発行  
JEAC 8011 2008年版 高圧受電設備規程
- ・ JEMA 社団法人 日本電機工業会、JSIA 社団法人 日本配電制御システム工業会 発行  
「キュービクル式高圧受電設備を安全にお使いいただくために」
- ・ JEMA 社団法人 日本電機工業会 発行  
「高圧真空遮断器の注油の必要性について」
- ・ 三菱電機株式会社 発行  
「三菱高圧機器・配電用変圧器 更新のおすすめ」

この技術資料の作成に関与された委員・事務局の氏名は次の通りである(敬称略)

### キュービクル技術部会

主査 牛田 義輝 (日東工業(株))      委員 成田 茂 (河村電器産業(株))  
委員 久野 誠二 (日東工業(株))      委員 尾崎 照幸 (テンパール工業(株))  
委員 加藤 浩史 (内外電機(株))      委員 栗原 英嘉 (パナソニック電工電路(株))  
事務局 近藤 正 (盤標準化協議会)



発行所 キュービクル技術部会  
〒460-0006 名古屋市中区葵一丁目27番32号 カイフビル4F  
(社)日本配電制御システム工業会 中部支部内  
URL : <http://www.sp.jewa-hp.jp/>