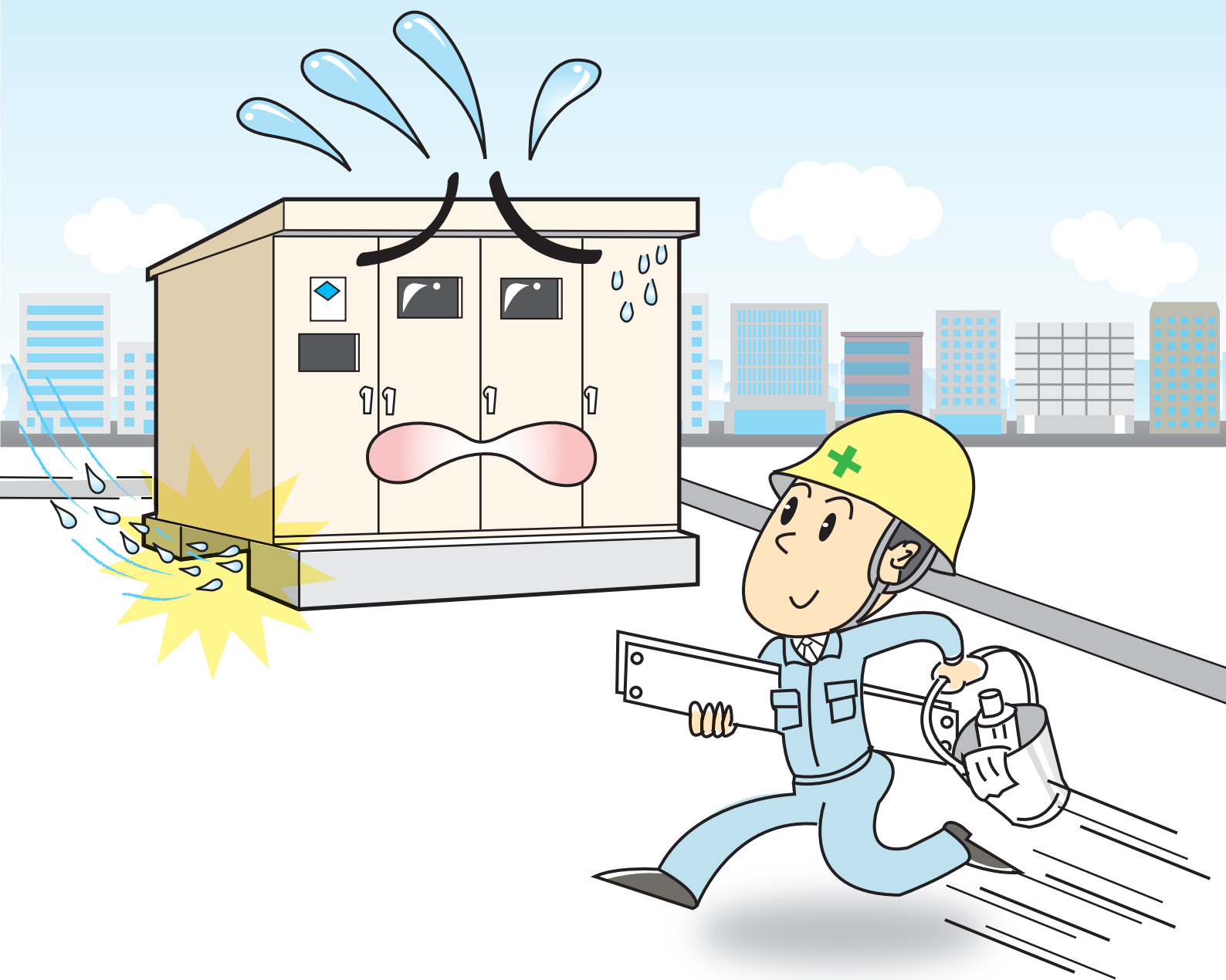


屋外用キュービクル式高圧受電設備 を安全にお使いいただくために



JEMA 一般社団法人 日本電機工業会
The Japan Electrical Manufacturers' Association

JSIA 一般社団法人 日本配電制御システム工業会
Japan Switchboard & control system Industries Association

目次

はじめに	1
1 キュービクル式高圧受電設備の故障リスク	2
2 (一社) 日本電機工業会、(一社) 日本配電制御システム工業会からのお願い	2
3 使用環境を考慮した施設	2
4 保守点検と清掃	3
5 機器と設備の更新	5
6 事件事例と対策	6
7 参考資料	12
8 関連技術資料	12

はじめに

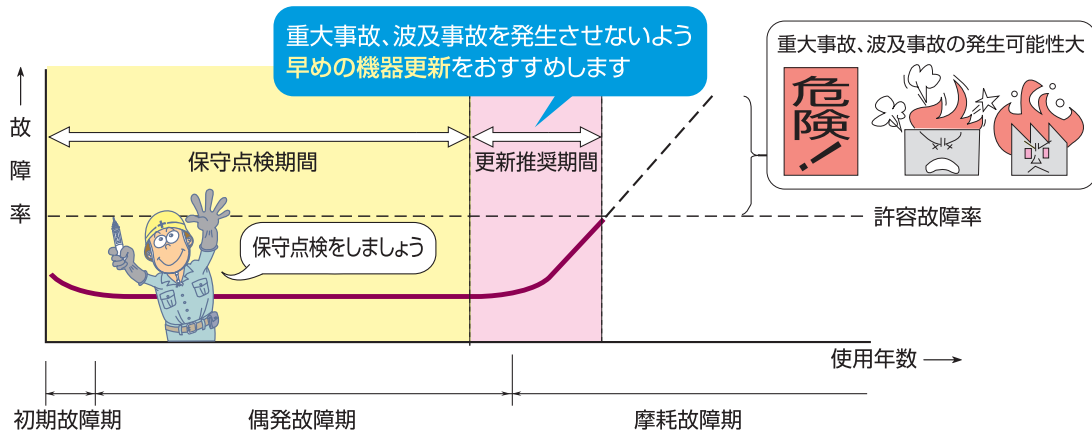
生産設備や情報機器の高度化に伴い、高圧受電設備への信頼性の要求は益々高まってきており、事故による停電はもとより、瞬時の電圧低下すら許されない状況となっております。従って、電気の安定供給は社会活動の中で必要不可欠なものとなっており、その供給源となる高圧受電設備には高い信頼性が要求されています。

そうした状況の中で、屋外用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、使用環境に起因する湿気や汚損による絶縁低下、盤内への雨水の浸入による短絡事故などにより、当該負荷設備が停電するのみならず、電力会社の高圧系統又は高圧送電系統を停電させる波及事故を起こし、他の多くの需要家に多大なる迷惑を及ぼすケースは少なくありません。

そうした現状を踏まえ、(一社)日本電機工業会、(一社)日本配電制御システム工業会では、屋外用キュービクル式高圧受電設備における具体的な事件事例を紹介し、設備を安全にお使い頂くためのご提案として、施設における留意点、絶縁低下の防止に不可欠な清掃を含む保守点検の重要性、適切な設備更新などを本パンフレットにまとめました。つきましては、内容をご一読頂き、より安全で信頼性の高い高圧受電設備の設計、施工、保守点検及び更新計画にお役立て頂きますようお願い申し上げます。

1 キュービクル式高圧受電設備の故障リスク

高圧受電設備を構成する機器の故障率は、個々の機器、使用環境や使用条件により変わり、故障の種類は、機器の初期不良故障、外的要因による偶発的な故障、劣化や摩耗による故障に分けることができます。まずは、使用環境を考慮した施設、適切な保守・点検を行うことが必要になりますが、保守点検を実施した正常な機器であっても長年使用したことによる経年劣化により故障率が上昇します。重大事故、波及事故などのリスクを軽減させるには、故障する前の更新推奨期間での機器の交換も必要です。



2 (一社)日本電機工業会、(一社)日本配電制御システム工業会からのお願い

屋外用キュービクル式高圧受電設備は、社会インフラを支える重要な設備です。いつまでも安全に安心してお使い頂くために、下記内容につきご留意願います。

- ① 使用環境を考慮した施設 (詳細は3節)
- ② 継続的な保守点検と清掃 (詳細は4節)
- ③ 使用環境や機器の更新推奨期間を考慮した設備の更新 (詳細は5節)

3 使用環境を考慮した施設

屋外用キュービクル式高圧受電設備の施設については、次にご留意願います。

(1) 基礎などの施工

- ① 風雨・氷雪などが吹き込む恐れがある場合には、ゲタ基礎の両端を遮へいし、直接の風雨浸入を防ぐ。(事故事例と対策1)
- ② キュービクルに底板がない場合には、底面に鋼板などを施設し、底面からの風雨浸入を防ぐ。
- ③ キュービクル下部(ゲタ基礎内側)に雨水が溜まる恐れがある場合は、排水口を設ける。(事故事例と対策2)
- ④ 小動物の浸入する恐れがある場合には、開口部に網などを設ける。

本対策は、高圧受電設備規程(JEAC8011-2014)第1130-4節の3項(屋外に設置するキュービクルの施設)に記されています。

(2) 雨水浸入対策

- ① 暴風雨対策として、盤の換気口(内側)に水平水切板や防噴流対策板を設けるなどの恒久的な対策のご検討をお願い致します。(事故事例と対策3)

4 保守点検と清掃

(1)保守点検の種類

保守点検には、日常巡視点検、定期点検、臨時点検があります。それぞれの点検内容や点検周期を、第1表に示しますので、適切な時期に励行されることをおすすめします。

なお、詳細は、盤の製造会社及び収納された電気機器の製造会社の取扱説明書をご参照ください。

第1表 保守点検の種類

種 類	点 検 内 容	点検周期(注)
日常巡視点検	運転状態における異常の有無を確認することを目的として行うもので、外部から異音、異臭、変色等の有無を点検します。 なお、点検のさい、充電部には近寄らないでください。	少なくとも1ヶ月に 1回以上
定期点検	性能の確認、維持を目的として行うもので、主に各機器の清掃を行い、目視または操作によって点検します。 なお、点検は停電作業の手順に従って行ってください。	6ヶ月～1年に1回、 又は機器ごとの点検周期に従う
臨時点検	つぎのような状態に該当する場合に行うもので、必要により機器の分解手入れ、または交換を行います。 ●日常巡視点検、定期点検で異常を発見した場合 ●事故(地絡・短絡、火災等)が発生した場合 ●定格、使用条件を逸脱して使用したとき、その他無理な使い方をした場合 ●類似の他機器に故障が発見され、同種故障のおそれのある場合 ●好ましくない気象条件(台風時、雷多発時、高温高湿時等)及び地震発生時等、異常な自然現象が生じた場合 なお、点検は停電作業の手順に従って行ってください。	随 時

(注)点検周期は、各機器の環境条件、運転条件、設備の重要性、経過年数等により影響されるので、本周期は目安としてください。

(注)機器によっては、細密点検が必要になる場合がございます。

(注)保守・点検周期 各メーカーの取扱説明書に準じて、実施してください。＊点検時の判断や更新等については、各メーカーにお問い合わせ下さい。

(2)保守項目と清掃の重要性

配電盤では、盤を構成する部位で万が一故障が発生したときの影響度が大きいものから保守を検討します。一般的な盤で影響度の高い部位は次の4点が挙げられます。

- ①主回路導体の絶縁
- ②遮断器の性能
- ③計器用変成器の性能
- ④保護・計測機器の動作

各機器に対しては、更新推奨期間に関係なく、定期的な保守点検により、異音、異臭、変色等が見られた場合、故障や経年劣化による停電や火災のリスクが高くなっている可能性があります。

そのため、保守点検で運転状況や劣化状態を確認し、補修や清掃又は機器の更新を行うことは、機器の故障や事故を未然に防ぐ上で重要な作業です。湿気や汚損(じんあい、腐食性ガス、塩分など)による汎用高圧機器(高圧遮断器、高圧交流負荷開閉器など)の絶縁低下の防止には定期的な保守点検と清掃が最も効果的であり、停電頂いた上で、1回/年を目安とした保守点検と清掃をお願い致します。(事故事例と対策4)

点検・清掃のポイント!



第2表 各機器の点検と清掃ポイント

機 器	目視点検、異常音、異臭、熱気、清掃	潤滑剤の塗布	増締め	絶縁抵抗	電気動作特性	電流・温度	動作確認	耐電圧性能、ガス圧力	油漏れ	点検箇所
①高圧交流負荷開閉器	○ ●	●	●	●	●		●			絶縁物、支持がいし、消弧室、可動部、接触部
②断路器	○ ●	●	●	●	●		●			接触部、通電部、開閉部、安全ラッチ、がいし、端子等ねじ
③避雷器	○ ●		●	●	●					高圧リード線、キャップ、がい管、端子等ねじ、金属のふた、接地線、切り離し装置
④交流遮断器	○ ●	●	●	●	●		●	●		ハンドル、スイッチ、端子等ねじ、絶縁部、通電部、真空バルブ、ガス圧力
⑤計器用変成器	○ ●		●	●	●					計器、モールド部、通電部、端子等ねじ、ヒューズ
⑥保護継電器	○ ●		●	●	●					端子等ねじ、ケース、カバー、復帰レバー、接触器、誘導円板、制御ばね、
⑦高圧限流ヒューズ	○ ●		●	●	●		●			ヒューズ、溶断表示、通電部、がいし、絶縁部、端子等
⑧高圧交流電磁接触器	○ ●	●	●	●	●		●	●		絶縁物、端子等ねじ、開閉部、真空バルブ、ガス接触器、気中接触器
⑨高圧進相コンデンサ、直列リアクトル、放電コイル	○ ●		●	●	●	●			○ ●	ケース、がいし、端子等ねじ
⑩高圧配電用変圧器(油入変圧器、モールド変圧器)	○ ●		●	●	●	○			○ ●	温度計・油面計、絶縁油、モールド部、端子部、がいし、タンク、放熱器、ガスケット

※パンフレット「汎用高圧機器の保守点検のおすすめ」を参照。

○: 日常点検 ●: 定期点検

5 機器と設備の更新

(1) 機器の更新推奨時期

キュービクル式高圧受電設備を構成する主な高圧電気機器の更新推奨時期は、以下の通りです。

各機器の更新推奨時期

この更新推奨時期は、機能や性能に対する製造者の保証値ではなく、通常的环境のもとで通常の保守点検を行いながら使用した場合に、各機器の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を示します。

なお、近年では環境保護(ISO14000)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。

第3表 各機器の更新推奨時期

機 種	更 新 推 奨 時 期 (使用開始後)
①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 GR付き開閉器の制御装置は使用開始後10年
②断 路 器*	手動操作 20年 または規定開閉回数 動力操作 20年 または規定開閉回数
③避 雷 器	15年
④交 流 遮 断 器*	20年 または規定開閉回数
⑤計 器 用 変 成 器	15年
⑥保 護 継 電 器	15年
⑦高圧限流ヒューズ	屋 内 用 15年 屋 外 用 10年
⑧高圧交流電磁接触器*	15年 または規定開閉回数
⑨高圧進相コンデンサ 直列リアクトル、放電コイル	15年
⑩高圧配電用変圧器	20年

- *印を付した開閉器類の更新推奨時期は、保守・点検状況やメーカーの推奨する部品交換条件に従って、消耗部品、摩耗部品が適宜交換されていることを前提としています。
 - 長期間保管した予備品は、十分な点検・整備を行ってから使用されるようお願いいたします。但し、ヒューズは未使用品であっても、15年で交換してください。
 - 更新推奨時期は、各機器の使用環境条件、運転条件、設備の重要性、経過年数などにより影響されます。
- ※パンフレット「汎用高圧機器の更新のおすすめ」を参照。

設備更新の
ポイント!



(2) キュービクル式高圧受電設備の更新時期の推定

キュービクル式高圧受電設備は、機器・部品の集合体であり、その寿命は、機器の寿命に大きく影響されます。機器等の劣化・摩耗等による寿命は、機器の特性、設備の置かれた周囲環境条件、保守の良否、使用の過酷さ等により、大幅に異なるため、総合的に評価・判断することが必要となります。

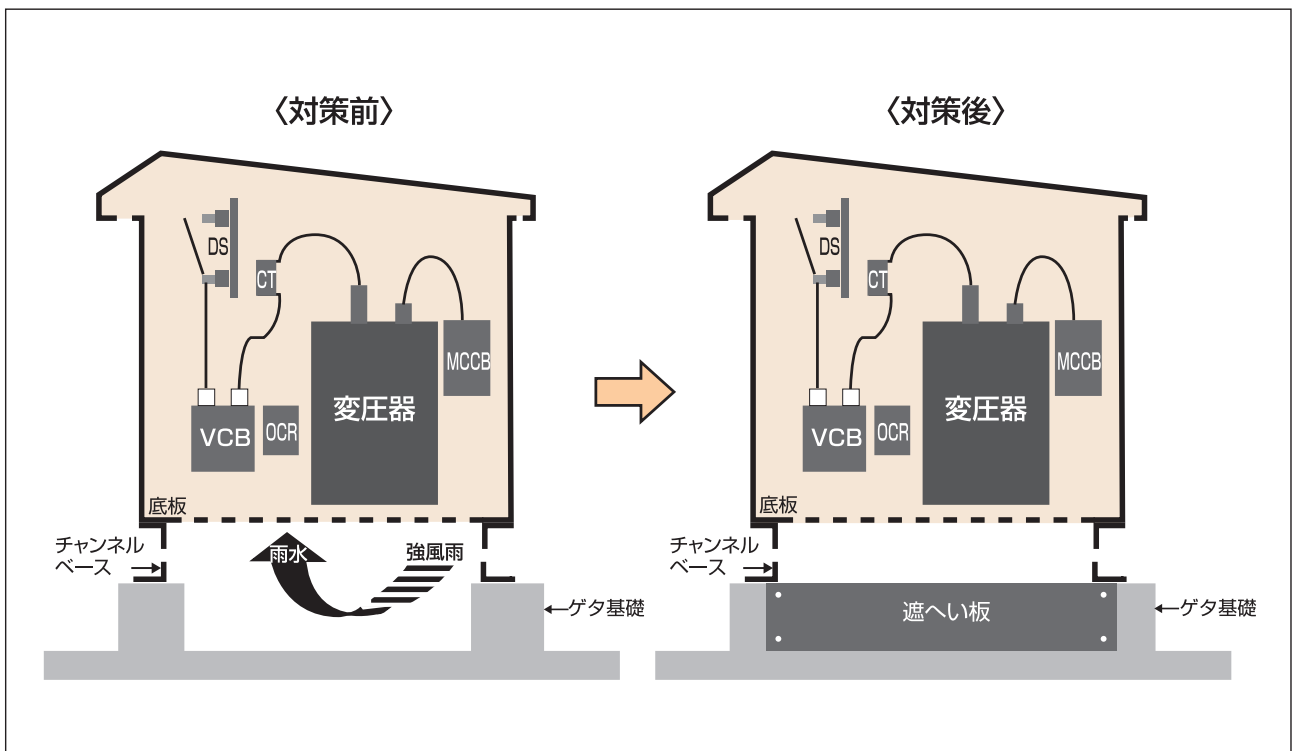
- ①故障頻度が高くなり、停電による損失が考えられるようになり、経済的に維持することが困難となった時点。
- ②性能が低下し、使用していて安全が保持できなくなったと推定される時点。
- ③性能劣化が認められ、かつ、維持管理費用が増大して、これ以上使用すると無駄が多くなると推定される時点。
- ④交換部品の入手が困難となった時点。(通常10年以上経過したものでは、問い合わせる必要があります)
- ⑤使用年数が長期になり修理が技術的に不可能となった時点。(20年以上のものは大多数が対象になります)

※JSIA-T2001「配電盤の更新推奨時期判定の手引」を参考

6 事故事例と対策

事故事例と対策1

雨水・湿気による短絡事故	
設置場所	・ビルの屋上
事故状況	・風雨と湿気により、高圧真空遮断器が絶縁低下し、短絡した。
事故原因	・盤はゲタ基礎の上に設置されており、基礎の両端が塞いでないため、下から風雨と湿気が入り、高圧真空遮断器が絶縁低下し、短絡事故になったと思われる。
防止対策	・ゲタ基礎の両端を遮へいし、直接の風雨の浸入を防いだ。

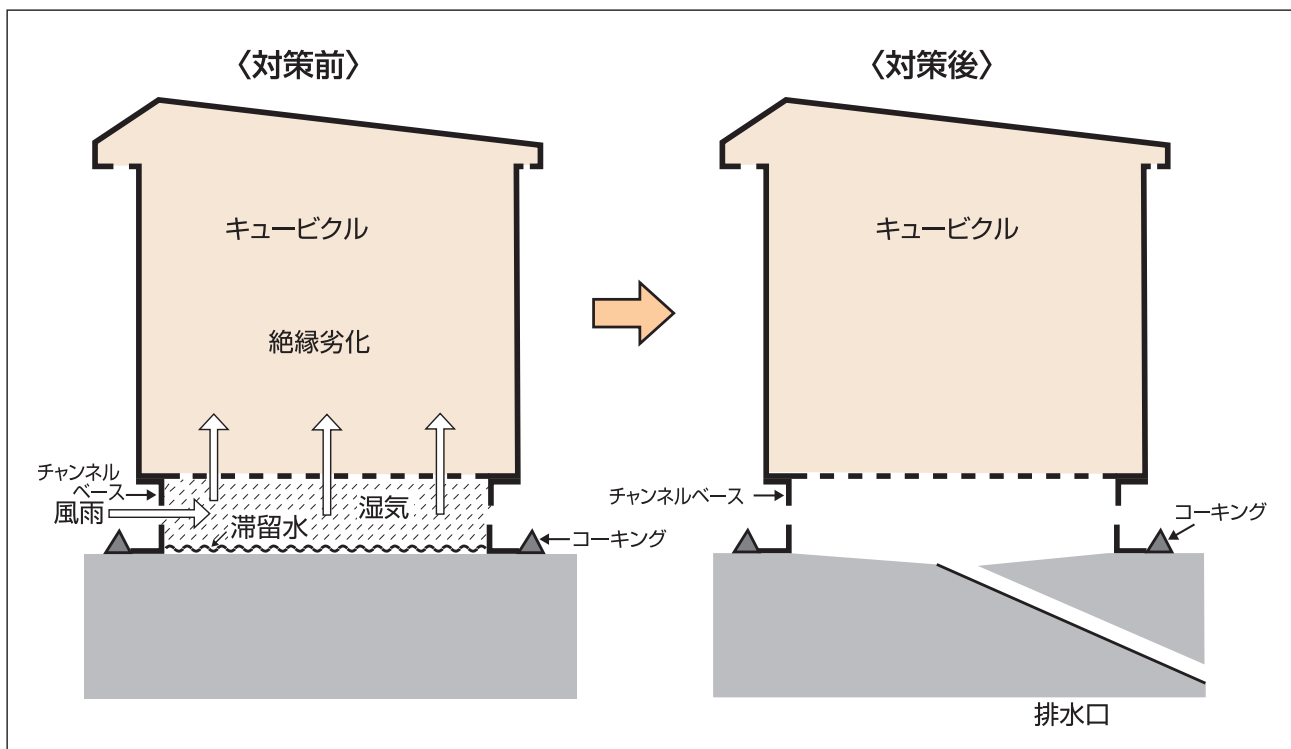


〈解説〉

- (1) 設置場所によっては、ビルの屋上などキュービクルをさえぎる建物がなく、直接キュービクルに吹き上げ風があたったり、ビル風があたる場所に設置された場合に、換気口や継ぎ目から水滴が浸入したり、昼夜の温度変化から高圧機器が結露して絶縁劣化する例も見られる。
- (2) 盤表面に発生する結露防止に、盤内外の温度差を減らすべく換気扇をつける方法もあるが、強制換気形は外部の汚損を引き込みやすい方法であり、かつ、キュービクルが霧などに覆われた状態では、高湿度の空気を盤内に引き込み内部で露付き現象が発生するので、注意が必要である。
- (3) 屋外用キュービクルの施工方法においては、ゲタ基礎である場合が多くなり、ゲタ基礎の空洞や変電所の下などキュービクルの底部から吹き上げ風があたり、ここから水滴や湿気が入り絶縁低下に至る例も見られる。
- (4) この対策としては、
 - ① ゲタ基礎の両端を遮へいし、直接の雨水浸入を防ぐ。
 - ② 遮へい板の施工に際しては、キュービクル下部に水が滞留しないよう配慮が必要である。

事故事例と対策2

チャンネルベース内部の雨水滞留による地絡事故	
設置場所	・首都近郊印刷工場 屋外
事故状況	・高圧真空遮断器主回路の絶縁劣化により地絡事故となった。
事故原因	・チャンネルベース内に溜った水の蒸発による結露により、高圧真空遮断器絶縁物の縁物表面に水分が付着したため、絶縁抵抗が低下し地絡事故となった。
防止対策	・チャンネルベース内に溜った水を排水するための排水口を追加した。



〈解説〉

- (1) 本事例は設置場所においては、チャンネルベースの吸気口から強風により浸入した雨水が、排水口がないため、基礎コンクリート上に滞留することにより、盤内に蒸発し、結露を発生させ絶縁劣化に至ったものである。
- (2) 通常の雨では、チャンネルベースに設けた吸気口からの雨の浸入はないが、強い風を伴った雨では容易にチャンネルベース内に浸入し、基礎コンクリート上に滞留する。
- (3) チャンネルベースと基礎コンクリートの間は隙間があるので、大半は外へ流れ出すが、コーキングなどで防水処理があると、逆に排水できないため、大量の雨水が盤直下の基礎コンクリート上に滞留する場合がある。
- (4) この対策としては、盤内に雨水の浸入を防ぐ意味で、チャンネルベース端部に設けるコーキングは有効であるが、基礎ベースが水平になっていて、排水口が無い場合は、逆に床下に浸入した雨水を外部に逃がさず、大量の水を滞留させ、盤内を高湿度にし、事故の原因となってしまうため、水が滞留しないよう勾配や水切りの設置や排水口を設けるのが望ましい。

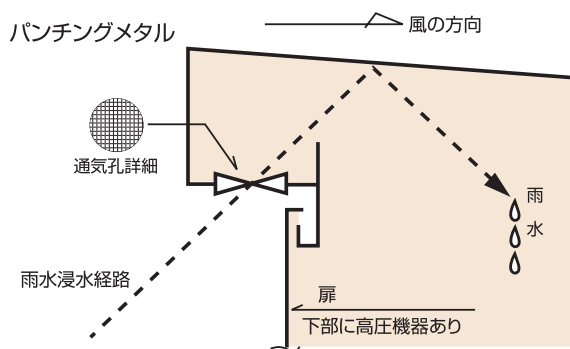
事故事例と対策3

キュービクル換気口からの雨水浸入による短絡焼損事故

設置場所	<ul style="list-style-type: none"> ・ビルの屋上 北向きに設置 ・周囲に遮るものはなし。
事故状況	<ul style="list-style-type: none"> ・発煙し電気の供給を停止した。 ・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。
事故原因	<ul style="list-style-type: none"> ・北からの暴風雨によりキュービクル前面屋根ひさし部換気口より雨水が吹き込み、屋根裏面を流れ高圧真空遮断器の電源端子部に雨水が落下し、端子部に付着していたじんあいが水分を含み、相間が絶縁破壊を起こし損傷に至ったと思われる。
防止対策	<ul style="list-style-type: none"> ・当該キュービクルは屋根ひさし部対策以前の形式であったため、雨返しを追加するとともに、保守点検の励行を依頼した。

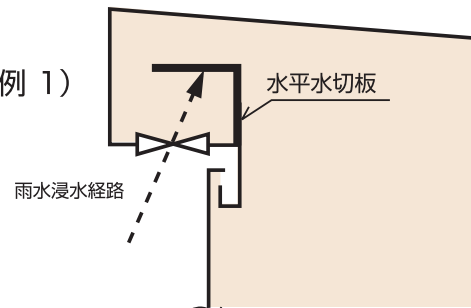
(事故状況図)

[雨水浸入図]

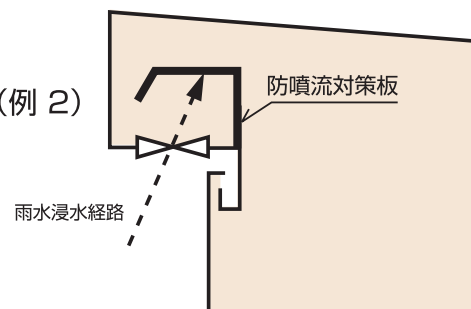


[雨返し構造例]

(例 1)



(例 2)



〈解説〉

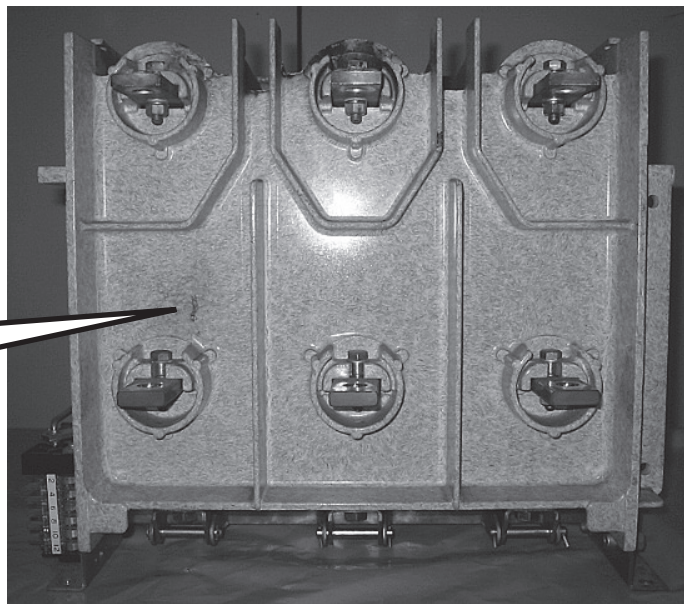
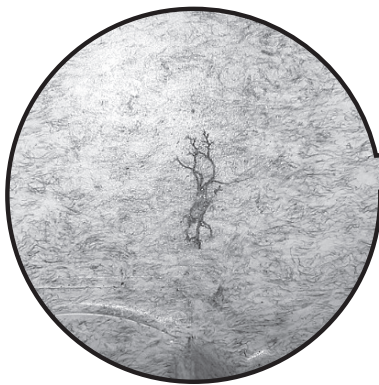
- (1) 屋上などに設置されたキュービクル式高圧受電設備は、台風時には直接強風にさらされキュービクルの内部に雨水が浸入し、主遮断装置が短絡するなど電力波及事故に至ることがある。このような事故を防止するために、昭和61年(1986年)2月にJIS C 4620「キュービクル式高圧受電設備」が改正され、換気口から浸入した雨水が主遮断装置などの動作に影響を与えないことを確認するための「防噴流試験」が追加された。
- (2) 平成8年(1996年)9月に関東地区を襲った台風17号により、東京電力(株)管内のキュービクル式高圧受電設備で、電力波及事故が、55件発生したが、その内82%に相当する45件が昭和61年以前に製造されたもので、残り10件の中にも防噴流対策が行われていないものがあった。
- (3) キュービクル式高圧受電設備では、昭和61年1月以前の製造品および昭和61年2月以降製造のJIS規格非適合品については、適切な暴風雨対策を実施することが必要となる。
- (4) 具体的な暴風雨対策事例としては、本事例にあるように、水平水切板や防噴流対策板を設置することが必要である。

事故事例と対策4

高圧真空遮断器の絶縁物汚損による地絡事故

設置場所	・ビルの屋上
事故状況	・絶縁物汚損により高圧真空遮断器の絶縁抵抗が低下し、地絡に至った。
事故原因	・劣悪な使用環境により絶縁物への粉じんの堆積とキュービクル内に浸入した雨水の付着が著しく、絶縁抵抗が低下し、地絡となった。 ・設備導入以来、保守点検・清掃が全くなされてなかったのも一因と考えられる。
防止対策	・定期点検時に収納機器の清掃をすることとした。 ・キュービクル下方からの水分(湿気、雨水) 浸入防止のために床面開口部を遮へいした。 ・扉に吸気口を設け、粉じんの侵入防止のためにフィルタを設置した。

トラッキングの発生状態



〈解説〉

- (1) 本事例は、ゲタ基礎上に設置された屋外キュービクル(床面に開口部有り)で発生したもので、床面開口部から侵入した粉じんや雨水が遮断器の絶縁物表面に付着する環境で長期間使用されたことが事故の原因であった。
- (2) この対策としては
 - ① 盤内機器の絶縁物表面には、設置場所によって異なるが長期間の使用によって、セメント粉などの粉じんや海塩粒子、金属粉、その他じんあいが付着しやすいので保守点検時に、これら付着した粉じんなどを除去するために絶縁物表面の清掃を行うことが有効である。
 - ② 温度変化による結露対策としては、スペースヒータや除湿器を設置する方法がある。
- (3) 清掃方法
 - ① 乾燥したウエスで絶縁物表面の粉じんを拭き取る。
 - ② 汚損の程度がひどく、乾燥ウエスでは拭きとれない場合、エチルアルコールと純水の混合液(1:1)にウエスを浸し、これによって絶縁物表面の粉じんをきれいに拭きとる。
 - ③ 絶縁物表面乾燥後、絶縁抵抗値を測定し、規定値以上であることを確認する。なお、清掃時、絶縁物表面にトラッキングが発見された場合には、高圧真空遮断器の交換を検討する(製造メーカーに連絡)とともに、設置環境の改善を行う必要がある。

JEM-TR 194「高圧遮断器の使用環境に対する検討指針」要約

(1) 湿度による影響

高湿度状態で使用した場合、特に表面(沿面)汚損と重なると絶縁劣化、腐食進展が加速される。通常的环境条件においては、相対湿度が85%以上にならないと絶縁抵抗の急激な低下は起こらない。しかし、塩分の付着などがあると相対湿度70%程度から潮解が始まるため、漏れ電流が増加して絶縁抵抗が急減する。

特に有機絶縁物においては、微小放電によって材料の一部が熱分解し、有機物が炭化して導電路を形成することがある(トラッキング)。図1は汚損度 $0.03\text{mg}/\text{cm}^2$ の絶縁物抵抗と湿度の関係についての実験結果例である。

汚損のある場合は、湿度の変化により絶縁抵抗が大きく変化することが判る。(屋内用高圧遮断器の目安は $0.01\text{mg}/\text{cm}^2$ 未満)

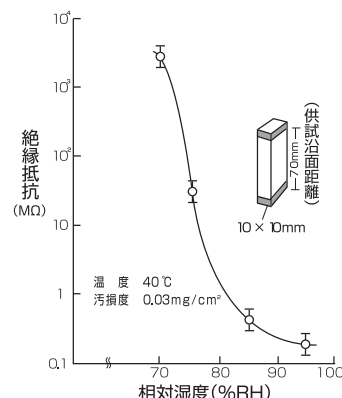


図1 相対湿度と絶縁抵抗の関係

(2) 結露による影響

機器・機材の表面温度が盤内空気の露点以下となったとき、表面に結露が生じる。例えば、次のようなものが考えられる。

- 外気温度の急低下によるキュービクル内壁の結露
- 高湿度の温かい空気が盤内に流入したときの機器表面の結露
- 絶縁物など熱容量の大きいものの温度上昇追従遅れによる結露

結露は、金属表面に発生すると腐食の原因となり、固体絶縁物表面に発生すると表面抵抗が低下して絶縁不良の原因となる。結露を防止するためには、キュービクル内の湿度を低く保ち、高湿度の空気が流入しても相対湿度を下げ、結露の発生を防ぐ必要がある。

(3) 汚損による影響

キュービクル内の汚染は降雨による洗浄作用がない(屋外での比較値が低いのは、雨で洗浄されるから)ため、時間経過とともに累積する。単に汚損物質の付着だけでは直ちに不具合発生に結びつくことは少ないが、高湿度条件と重なると吸湿によって腐食や絶縁低下が促進される。図2にキュービクル構造と汚損についての測定結果例を示す。

強制換気(換気扇付きのキュービクル)が最も汚損が激しいことから注意する必要があることが判る。(屋内用高圧遮断器の粉じんの目安は $2\text{mg}/\text{m}^3$ 以下)

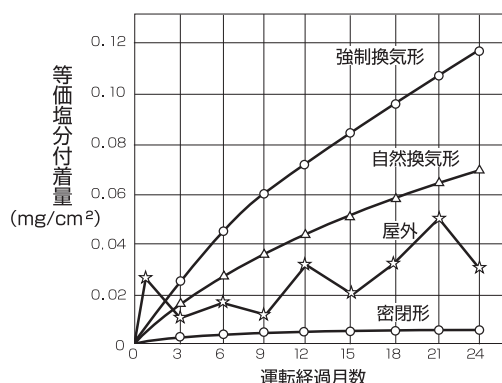


図2 閉鎖配電盤の形による累積汚損量

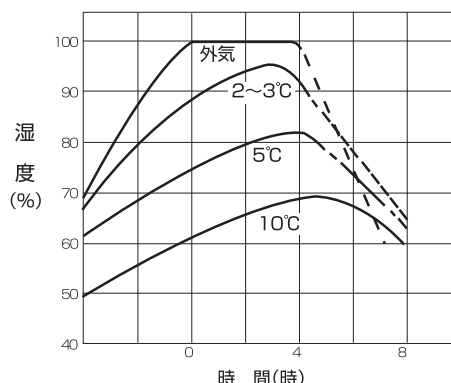


図3 外気湿度100%持続時間に対する箱内湿度の変化

(4) スペースヒータの効果

図3にスペースヒータによってキュービクル内温度を外気に対して高めたときの湿度低減効果の測定例を示す。この図は深夜から早朝にかけてのキュービクル内湿度の変化をスペースヒータの容量(温度上昇値)をパラメータに示したもので、午後8時から翌日の午前10時までのデータである。高圧遮断器(屋内用)の標準使用状態での湿度は45%~85%に規定されており、外気が100%の状態になっても、キュービクル内を85%以下に保つためには、5°C程度の温度上昇が必要で、キュービクル内発熱量が不足するときは、湿度対策としてスペースヒータを追加すれば、有効となることが判る。

8 関連技術資料

■一般社団法人 日本電機工業会

●技術資料

- JEM-TR 156 : 保護継電器の保守・点検指針
- JEM-TR 164 : 計器用変成器の保守・点検指針
- JEM-TR 168 : 高圧限流ヒューズの保守・点検指針
- JEM-TR 173 : 高圧交流負荷開閉器の選定及び保守・点検指針
- JEM-TR 171 : 配電用6kV油入変圧器の保守・点検指針
- JEM-TR 172 : 高圧交流電磁接触器の保守・点検指針
- JEM-TR 174 : 高圧交流遮断器の保守・点検指針
- JEM-TR 178 : 高圧断路器の保守・点検指針
- JEM-TR 179 : 高圧避雷器の保守・点検指針
- JEM-TR 182 : 電力用コンデンサの選定、設置及び保守指針
- JEM-TR 194 : 高圧遮断器の使用環境に対する検討指針
- JEM-TR 218 : モールド変圧器保守・点検指針

●報告書

- 「汎用高圧機器の更新推奨時期に関する調査」報告書
- 「受変電設備の保全に関するアンケート調査」報告書
- 「受変電設備保守点検の要点」

●パンフレット

- 「汎用高圧機器の保守点検のおすすめ」
- 「汎用高圧機器の更新のおすすめ」
- 「高圧真空遮断器を安全にお使いいただくために」

■一般社団法人 日本配電制御システム工業会

●技術資料

- JSIA-T1015 「電気設備の事故とその対策事例」
- JSIA-T2001 「配電盤の更新推奨時期判定の手引」

■一般社団法人 日本電気協会

●技術資料

- JEAC8011「高圧受電設備規程」

パンフレットの入手方法

https://www.jema-net.or.jp/cgi-bin/user/jem_public.cgi?jem=fp_indus



JEMA 無料パンフレット

検索



一般社団法人 日本電機工業会
汎用高圧機器業務専門委員会

The Japan Electrical Manufacturers' Association
〒102-0082 東京都千代田区一番町17番地4 TEL (03) 3556-5885
URL <http://www.jema-net.or.jp>



一般社団法人
日本配電制御システム工業会

Japan Switchboard & control system Industries Association
〒108-0023 東京都港区芝浦2-14-5 ユニベル田町ビル TEL (03) 3436-5510
URL <http://www.jsia.or.jp>