

東北地方太平洋沖地震による
自家用電気工作物（需要設備）の
被害状況及び対策方針
（速報版）

平成23年12月

関東東北産業保安監督部電力安全課
社団法人日本電気協会関東支部
一般財団法人関東電気保安協会
公益社団法人東京電気管理技術者協会
東京電気設計者協会
電気安全関東委員会

はじめに

平成23年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震は、本震の規模がマグニチュード9.0、最大震度が宮城県栗原市で最大震度7、津波は宮古で8.5m以上などと、これまでに日本国内で観測された最大規模の地震でした。特に東北地方の太平洋沿岸は地震と津波により甚大な被害を受けました。今回の地震の震源域は岩手県沖から茨城県沖までに及んでおり、その長さは400km以上、幅は200kmで、最大の滑り量は20m以上であったと推定されています。関東地方においても、茨城県、栃木県では震度6強を観測し地震動に加えて、茨城県、千葉県の沿岸部は最大で6m近い津波や液状化の被害も広範囲に発生しました。

この地震により関東地方における自家用電気工作物（需要設備）がどの程度の被害を受けたのか、従来の耐震対策は有効であったか、追加的な対策が必要かなどについて検討することとしました。検討にあたっては、関東電気保安協会及び東京電気管理技術者協会の協力を得て、両協会が保安管理業務を受託する自家用電気工作物のうち、被災を受けた事業場を対象としたアンケート調査や、特別高圧需要設備については、関東東北産業保安監督部管内電気主任技術者会からの情報提供などにより行いました。

自家用電気工作物の設置者、電気主任技術者、電気管理技術者、電気保安法人、電気工事業者等の電気保安関係者におかれましては、今後の電気設備の災害対策の一助として活用頂き、一層の保安確保に努めていただくようお願いいたします。

平成23年12月28日

目 次

1. 東北地方太平洋沖地震の概要	3
2. 需要設備の被害状況	4
2. 1 特別高圧需要設備	4
2. 2 高圧需要設備	5
2. 2. 1 波及事故報告	5
2. 2. 3 被害状況調査	6
3. 高圧需要設備の対策方針	7
3. 1 支持物	7
3. 2 高圧電線・引込ケーブル	8
3. 3 遮断器・断路器	9
3. 4 変圧器	9
3. 5 その他の受電設備	14
3. 6 非常用電源設備	15
3. 7 キュービクル	16
3. 8 低圧配線・負荷設備	18
4. 対策方針のまとめ	19
4. 1 特別高圧需要設備	20
4. 2 高圧需要設備	20

1. 東北地方太平洋沖地震の概要（気象庁調べ）

1. 1 発生日時

平成23年3月11日（金）14時46分18秒

1. 2 震 源

三陸沖 牡鹿半島の東南東約130km付近（北緯38.19度、東経142.22度）

1. 3 マグニチュード

9.0（深さ約24km）

1. 4 各地の震度

（関東地方の震度5以上）

茨城県北部	6強	千葉県北西部	6弱	神奈川県東部	5強
茨城県南部	6強	群馬県北部	5強	山梨県中東部	5強
栃木県北部	6強	埼玉県北部	5強	東京都多摩東部	5弱
栃木県南部	6強	千葉県北東部	5強	神奈川県西部	5弱
群馬県南部	6弱	千葉県南部	5強	静岡県東部	5弱
埼玉県南部	6弱	東京都23区	5強		

1. 5 津波の高さ

茨城県平潟	7.2m	千葉県銚子	3.0m
茨城県磯原	4.8m	千葉県外川	5.3m
茨城県日立	4.2m	千葉県飯岡	7.6m
茨城県大洗	4.5m	千葉県太東	4.2m
茨城県鹿島港	5.7m	千葉県勝浦	2.2m
		千葉県根本	2.6m

1. 6 液状化の影響

この地震により、東日本の広範囲で地盤の液状化現象が観測された。規模が大きかった千葉県浦安市では、埋め立て地が大半を占める土地柄の影響で中町・新町地区を中心に市面積の85%が液状化する大きな影響を受けた。同じ東京湾岸の、千葉市、船橋市、習志野市、東京都江東区新木場、江戸川区、港区、中央区、大田区、神奈川県横浜市金沢区、川崎市のほか、河川周辺の造成地でも香取市、我孫子市、茨城県ひたちなか市、潮来市、稲敷市、埼玉県久喜市南栗橋、宮城県大崎市などで被害が発生した。液状化の総面積は少なくとも42km²に達した。

2. 需要設備の被害状況

今回の震災による電気関係報告規則に基づく需要設備の事故報告は、特別高圧の主要電気工作物の破損事故が2件、停電波及事故が8件であった。なお、震災時の停電波及事故は、電力会社の供給支障地域以外の地域において発生したものである。

2. 1 特別高圧需要設備

主要電気工作物の破損事故は1万V以上の需要設備のうち、受電用遮断器や1万kVA以上の変圧器などが報告対象となるが、それぞれ1件報告された。

所在地 (震度)	設備概要	被害状況	対策方針
栃木県 真岡市 (6強)	工場/屋外(地上) 開放型/66kV 本・ 予備2回線受電	地震動により66kV受電用空気遮断器(ABB)の碍子が破損(1号線は碍子脱落、2号線碍子ひび割れ)	ガス遮断器(GCB)に交換
栃木県 宇都宮市 (6強)	工場/屋外(地上) GIS/66kV 本・予備 2回線受電	地震後の点検により、絶縁劣化を確認。66kV変圧器内部において巻線と大地間で放電があったものと判明。なお基礎チャンネルベースが20mm移動	基礎と基礎チャンネルベースを溶接で固定

なお、電気関係報告規則の報告対象外のものについて、情報収集した主な事案は、次のとおり。

所在地 (震度)	設備概要	被害状況	対策方針
栃木県 宇都宮市 (6強)	工場/屋外(地上) GIS/66kV 本・予備 2回線受電	地震後の点検により、絶縁劣化(66kV変圧器1次対地間 $0M\Omega$)を確認。変圧器1次側GIS接続室内、ブッシング中心管のアルミニウムが剥離し絶縁劣化に至ったものと推定	ブッシング中心管を交換して復旧。
栃木県 宇都宮市 (6強)	工場/屋外(地上) メタクラ2階建) GIS/66kV 本・予備 2回線受電	地震動によりメタクラ2階の床が地震で歪み、66kV変圧器2次バスダクト損傷(変圧器とバスダクト接続部のボルト損傷等)	①バスダクト内部の金属導体の一部にケーブルを使用 ②バスダクトに伸縮継手部を追加 ③バスダクト支持架台を増設
茨城県 取手市 (6弱)	工場/屋内(1階) GIS/66kV 本・予備 2回線受電	①地震動により66kV変圧器(3台)基礎部ライナーが移動 ②バスダクト点検蓋が脱落	①変圧器をジャッキアップしライナーを元位置に修復 ②バスダクト点検蓋の堅固な取付

2. 2 高圧需要設備

2. 2. 1 波及事故報告

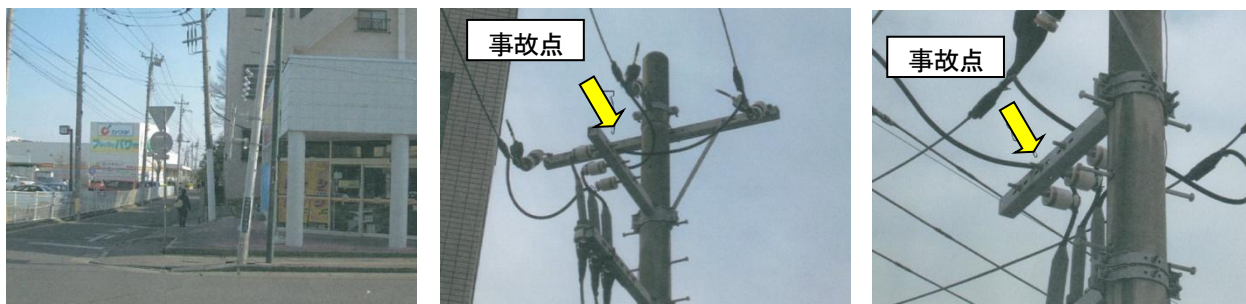
引込柱上の高圧電線（縁廻し線等）が腕金に接触したことによる地絡、液状化による地盤沈下によるケーブル損傷など、合計8件が報告された。

事業場所在地	受電電圧 (kV)	供給支障電力 (kW)	供給支障時間 (分)	供給支障件数 (軒)	事故の概要
東京都新宿区	6.6	118	69	46	地震により煙突が倒壊し、倒壊した煙突が高圧引込ケーブルが入っている電線管を押つぶしたため短絡し、波及事故となった(写真1)。
千葉県浦安市	6.6	2360	347	1283	地震と液状化により高圧引込ケーブルの配管がずれ、絶縁不良となった。
栃木県さくら市	6.6	68	125	132	地震によりピンがいしから高圧縁廻し用絶縁電線が外れた。その後の余震により高圧縁廻し用絶縁電線が腕金に接触し、当該電線の被覆が絶縁劣化していたことにより地絡し、波及事故となった。
千葉県浦安市	6.6	2360	324	1283	地震と液状化により高圧引込ケーブルがずれ、絶縁不良となった。
茨城県水戸市	6.6	2000	67	765	地震により1号柱が傾き引込線が弛み、高圧電線縁回し線が腕金に接触していた。3月13日になって、送電が行われた際に地絡し、波及事故となった(写真2)。
茨城県桜川市	6.6	216	62	123	被覆が絶縁劣化していた絶縁電線が余震で腕金に繰り返し接触したため、絶縁劣化により地絡し、波及事故となった。
茨城県結城郡八千代町	6.6	206	66	411	被覆が絶縁劣化していた絶縁電線が余震で腕金に繰り返し接触したため、絶縁劣化により地絡し、波及事故となった。
茨城県那珂市	6.6	217	90	288	地震の横揺れが繰り返され電柱上部の腕金（ケーブル端末取付け腕金）の取付けボルトが緩み、高圧架空引込線の中線がケーブル支持腕金と接触したため地絡し、波及事故となった。

(写真1) 倒壊した煙突と潰された電線



(写真2) 1号柱傾斜により高圧縁廻線が腕金に接触



2. 2. 3 被害状況調査

関東電気保安協会及び東京電気管理技術者協会の両協会が受託する合計約19万件の事業場のうち、被害の確認された事業場に対してアンケートを行った。この結果、地震により被害を受けた設備別の被害状況及び原因等については下表のとおり。

設備全体における被害状況は全損が38件、傾斜が115件、原因別では地震動が226件、液状化が28件、設備の改修は56件が取替、144件が修理となっている。地絡や短絡などの電気事故が99件、火災は3件発生したが、人身事故はなかった。

設備名	被害					原因		改修		人身事故	電気事故	電気火災
	全損	傾斜	その他	計	割合(%)*	地震動	液状化	取替	修理			
1. 引込支持物	7	31	5	43	12.8	5	15	5	20	0	1	0
2. 引込ケーブル	7	0	4	11	3.3	7	0	5	1	0	8	0
3. 遮断器・断路器	1	0	14	15	4.5	12	0	1	9	0	5	0
4. 変圧器	8	15	34	57	17.0	41	0	12	23	0	21	1
5. その他受電設備	6	28	31	65	19.3	56	8	15	26	0	22	1
6. 非常用電源装置	0	0	4	4	1.2	4	0	0	4	0	0	0
7. キュービクル	4	32	33	69	20.5	44	4	9	28	0	1	1
受電設備計	33	106	125	264	78.6	169	27	47	111	0	58	3
8. 低圧配線・負荷設備	5	9	58	72	21.4	57	1	9	33	0	41	0
合計	38	115	183	336	100	226	28	56	144	0	99	3

*被害総数336件に対する割合

*原因、改修欄は、「その他」を省略して掲載しているため、表を合算しても336件とはならない。

電気設備の被害状況について、アンケートから抽出された設備について、電源側から順に分類し、被害設備別の対策方針について次に整理する。

(被害設備別の分類)

- | | |
|--------------|----------------|
| 3. 1 支持物 | 3. 5 その他の受電設備 |
| 3. 2 引込ケーブル | 3. 6 非常用電源設備 |
| 3. 3 遮断器・断路器 | 3. 7 キュービクル |
| 3. 4 変圧器 | 3. 8 低圧配線・負荷設備 |

3 高圧需要設備の対策方針

3. 1 支持物

(被害事例)

液状化や地震動により構内柱が傾斜又は沈下

(対策方針)

液状化の指定地域か否か、地耐力に応じて

- ① 電柱に複数の根かせを設ける。
- ② 支線をとる。
- ③ コンクリートで巻いて補強する。
- ④ 地盤改良を行う。

など複数の対策を検討する必要がある。



↑ (茨城県銚田市) 【震度6強地域】

- ・ 保育所 (6 kV 受電、24 kW)
- ・ 液状化により引込柱傾斜



↑ (千葉県香取市) 【震度5強地域】

- ・ 学校 (6 kV、61 kW)
- ・ 液状化により引込柱傾斜

3. 2 高圧電線・引込ケーブル

(被害事例1)

地震の揺れにより高圧電線が引込柱の腕金に接触し地絡事故が発生

(対策方針)

- ① 大きな地震動で高圧電線が動く場合、その範囲に腕金等の接触物がないように適切な支持と縁廻しを行う。
- ② 経年電線は被覆の劣化やひび割れの恐れがある。劣化した電線は腕金や樹木等との接触で地絡事故、電線相互の接触で短絡事故を発生させるため設備更新を行う。



←(千葉県松戸市)【震度5弱地域】

- ・工場(6kV受電、65kW)
- ・地震動により高圧絶縁電線が引込柱腕金に接触して地絡

(被害事例2)

液状化にともなう地盤沈下により支持物又はキュービクル等との支持点においてケーブルに張力が働いたため他物に接触し、地絡事故が発生

(対策方針)

液状化等による地盤沈下や設備傾斜が考えられる場合、支持物やキュービクル等のケーブル支持点の近傍にハンドホール等を設けてケーブルに余長をとる。



←(千葉県香取市)【震度5強地域】

- ・公共施設(6kV受電54kW、地上キュービクル)
- ・液状化により地盤が沈下し引込ケーブルの配管が外れケーブルが露出

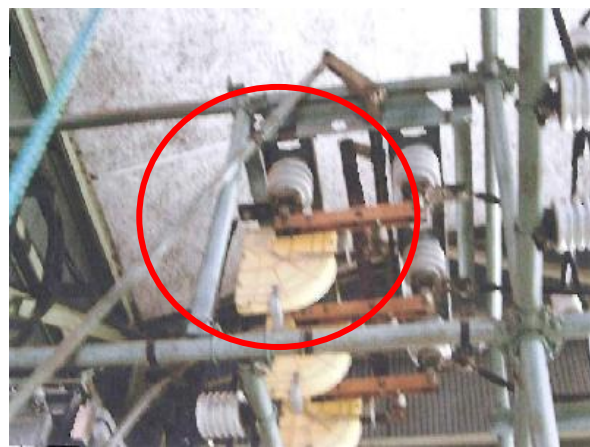
3. 3 遮断器・断路器

(被害事例)

- ① 地震動によりき電盤遮断器（V C B）の接点が外れ遮断
- ② 地震動により過電流継電器（O C R）が動作し受電用遮断器（V C B）が動作
- ③ 地震動により受電用高圧負荷開閉器のパワーヒューズ溶断
- ④ 受電用遮断器が適正遮断した後、地震動の影響により受電用断路器（開放型受電設備）に接触不良がおこり、投入不能

(対策方針)

大きな地震動に対して揺れが増幅しないよう設置場所を適切に選定し、かつ各設備の支持、操作機材（フレームパイプ）等の固定が堅固に維持されているか確認する。また、年次点検の際に機構部の清掃・点検・操作を行い、操作機構の適正状態の維持に努め経年設備は適切に更新する。



↑ (茨城県那珂郡東海村)【震度6弱地域】・工場（6kV受電、488kW、1階電気室）
・地震動により断路器と操作機構の投入角度がずれて投入不能

3. 4 変圧器

(被害事例1)

地震動により変圧器が移動又は取付ベースから落下し傾斜

- ① 変圧器の固定ボルトが破損
- ② 変圧器取付ベース及び固定用チャンネルが変圧器の揺れと荷重で破損
- ③ 変圧器の固定が不十分

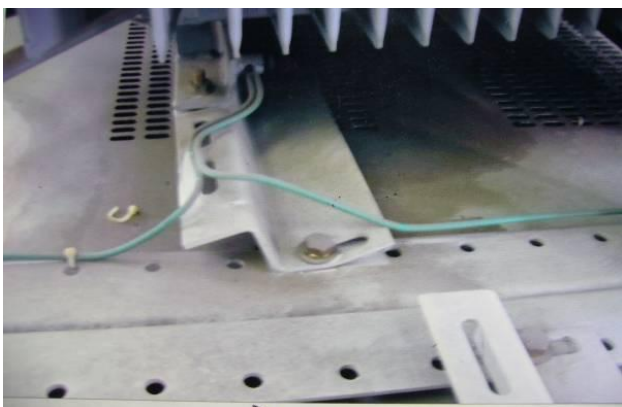
(対策方針)

- ① アンカーボルトの選定（径と総本数）を適切に行う。（高圧受電設備規程資料 1-1-5 耐震対策参照）
- ② 変圧器取付ベース及び固定用チャンネルを適切な強度のものとする。特に、変圧器の容量を大きいものに更新する場合は、変圧器取付ベース及び固定用チャンネルも適切な強度のものに更新する。

- ③ 変圧器のアンカーボルトが単に孔に挿入されているだけの状態など、不十分な据付け工事が行われていないことを確認する。
- ④ 耐震ゴム等を取り付けるなどの対策を施す。



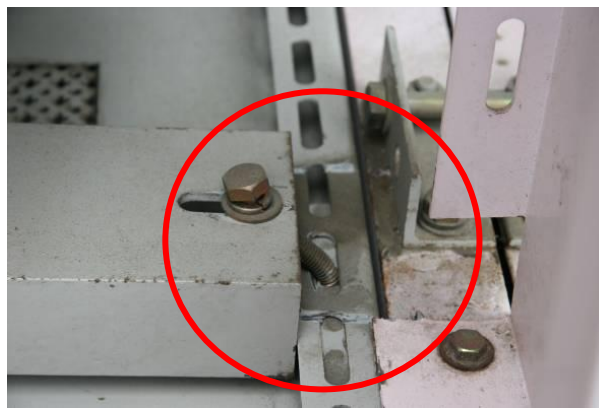
↑(栃木県足利市)【震度5強地域】病院(6kV受電、505kW、5階建屋上キュービクル)
 ・地震動により変圧器アンカーボルトが折損し、固定用チャンネルが破損。変圧器取付ベースが固定用チャンネルから移動し落下



←(栃木県足利市)【震度5強地域】
 ・商店(6kV受電220kW、地上キュービクル)
 ・地震動により変圧器取付ベースが変形



←(茨城県石岡市)【震度6弱地域】
 ・商業ビル(6kV受電120kW屋内2階キュービクル)
 ・地震動により変圧器取付ベース及び固定用チャンネルが破損。変圧器が傾斜し高圧絶縁電線(KIP)が破断



↑ (栃木県那須町)【震度6弱地域】病院 (6kV受電、845kW、3階建屋上キュービクル)
 ・地震動により変圧器アンカーボルトが湾曲し、固定用チャンネルが破損。変圧器取付ベースが固定用チャンネルから移動し落下



↑ (栃木県芳賀郡芳賀町)【震度6弱地域】
 ・スーパーマーケット (6kV受電333kW、地上キュービクル)
 ・地震動により変圧器アンカーボルトが折損・湾曲。変圧器取付ベース、固定用チャンネルが変形・破損し、変圧器が移動・傾斜。地震動や変圧器の移動によりキュービクル内部の他の電気設備や電線、フレーム等を破損
 ・変圧器の低圧側に可とう導体が未使用
 ・サポート用のパンチングアングルを変圧器の固定用チャンネルに使用

(被害事例2)

地震動によりモールド変圧器のコイルサポートが外れた

(対策方針)

モールド変圧器のコイルサポートが地震動により外れないように固定する。



↑ (茨城県那珂郡東海村) 【震度6弱地域】

- ・ 医薬試験所 (6 kV 受電、1,188 kW、5階建て屋上キュービクル)
- ・ 地震動によりモールド変圧器のコイルサポートが脱落

(写真左: コイルサポートが外れたモールド変圧器、写真右: 外れたコイルサポート)

(被害事例3)

地震動により変圧器の防振ゴムが破損

(対策方針)

防振装置を施した機器には、水平方向、鉛直方向のストッパを設ける。ストッパは地震による衝撃に十分耐える強度を有するとともに構造体に堅固に取り付ける。(高圧受電設備規程 資料1-1-5 耐震設計参照)



↑ (茨城県那珂郡東海村) 【震度6弱地域】

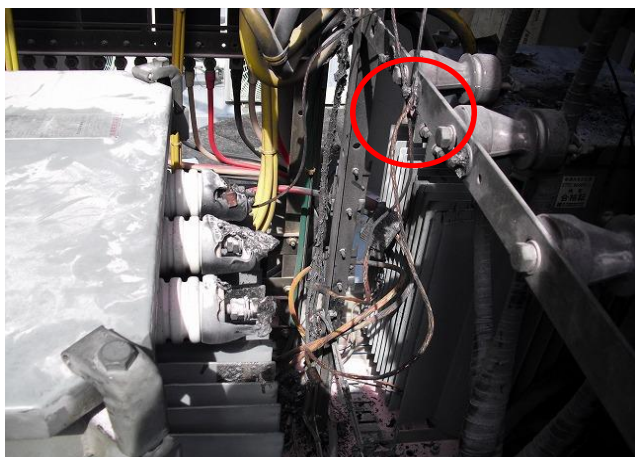
- ・ 医薬試験所 (6 kV 受電1,188 kW、5階建て屋上キュービクル)
- ・ 揺れの過大な変位を抑制するストッパがなかったため、地震動により変圧器の防振ゴムが破断

(被害事例4)

地震動により、変圧器電源側・負荷側端子や電線支持がいし、母線・電線が破損したもの

(対策方針)

- ① 変圧器が移動や傾斜しないようにアンカーボルトで適切に固定する。
- ② 変圧器電源側・負荷側電線に適切な余長を設ける。
- ③ キュービクルの基礎や躯体を適切に据付ける。



←(東京都東村山市)【震度5弱地域】

- ・テナントビル(6kV受電105kW、5階建て屋上キュービクル)
- ・地震動による動力変圧器の揺れにより、高圧端子に引っ張り応力が発生。余裕の無い高圧電線が断線し、フレームに接触、地絡・短絡が発生



←(茨城県那珂郡東海村)【震度6弱地域】

- ・医薬試験所(6kV受電1,188kW、5階建て屋上キュービクル)
- ・地震動により変圧器の低圧側端子が変形

3. 5 その他受電設備

(被害事例1)

取引用計器用変成器 (VCT) の据置固定台が移動、VCTが傾斜・転倒

(対策方針)

キュービクルの基礎、躯体を適切に据付ける。据置固定台をアンカーボルトにより適切に固定する。



←(東京都大田区)【震度5弱地域】

- ・工場(6kV受電109kW、3階建て屋上キュービクル)
- ・地震動によりVCTの据置固定台のアンカーボルトが抜け、据置固定台ごとVCTが移動し高圧ケーブルに接触。アンカーボルトは孔に差しただけで雌ネジでの締め付けなし



←(茨城県水戸市)【震度6弱地域】

- ・ゴルフ練習場(6kV受電87kW、2階建て屋内キュービクル)
- ・地震動によりVCTの取付孔右側の固定用ボルトが抜けフレーム架台が変形し、VCTが傾斜。高圧引出線に接触したが地絡なし

(被害事例2)

キュービクル内の電線支持がいし、母線・電線が地絡・短絡等により破損したもの

(対策方針)

- ① 変圧器電源側・負荷側電線に適切な余長を設ける。
- ② キュービクルの基礎や躯体を適切に据付ける。

3. 6 非常用発電設備

(被害事例1)

基礎ボルト破断により基礎台よりずれ

(対策方針)

アンカーボルトの選定(径と総本数)を適切に行う。(高圧受電設備規程 資料1-1-5 耐震対策参照)



←(茨城県ひたちなか市)【震度6弱地域】

- ・商店(6kV受電405kW2階建屋上)
- ・地震動により非常用発電機のアンカーボルトが破断、後方(写真左側)へ120mm移動

(被害事例2)

地震動によりラジエーター、エンジン冷却装置から漏水

(対策方針)

非常用発電機冷却水配管の固定箇所において、地震動により揺れの変位が相違する箇所においては可とう管を使用する。

(参考事例)

燃料切れにより停止した後、燃料を補給し再起動を試みたが、燃料配管に空気が混入し起動不能となった。

(対策方針)

燃料切れにより停止した後、空気が混入してしまう型式のものか否か、予めメーカーに確認し、空気が混入してしまう型式のものについては、運用上の対応について検討しておく。

3. 7 キュービクル

(被害事例 1)

地震動によりキュービクルの基礎にひび割れが発生又は破損。破損はコンクリートブロックを基礎に使用したものが多い。

(対策方針)

キュービクルの基礎強度を適切にする。コンクリートブロックは使用しない。



↑ (東京都板橋区) 【震度 5 強地域】

- ・遊技場 (6 kV 受電 3 2 2 kW 2 階建屋上キュービクル)
- ・地震動によりキュービクルの基礎コンクリートブロックが破壊し、キュービクルが傾斜

(被害事例 2)

液状化によりキュービクルが傾斜又は沈下

(対策方針)

大きな傾斜又は沈下が広範囲にわたった場合は、地盤改良を検討する。



← (茨城県神栖市) 【震度 6 弱地域】

- ・事務所ビル (6 kV 受電、7 8 kW、地上キュービクル)
- ・液状化によりキュービクルの基礎ごと傾斜

(被害事例3)

アンカーボルトの固定不十分によるキュービクルの移動

(対策方針)

- ① アンカーボルトの選定(径と総本数)を適切に行う。(高圧受電設備規程資料 1-1-5 耐震対策)
- ② 防水された屋上に後からキュービクルを設置する場合は、堅牢な基礎を設け設置する。



↑(東京都足立区)【震度5強地域】

- ・テナントビル(6kV受電75kW 3階建屋上キュービクル)
- ・地震動によりキュービクルのアンカーボルトが外れて、チャンネルベースから落下し傾斜、隣接する分電盤が転倒

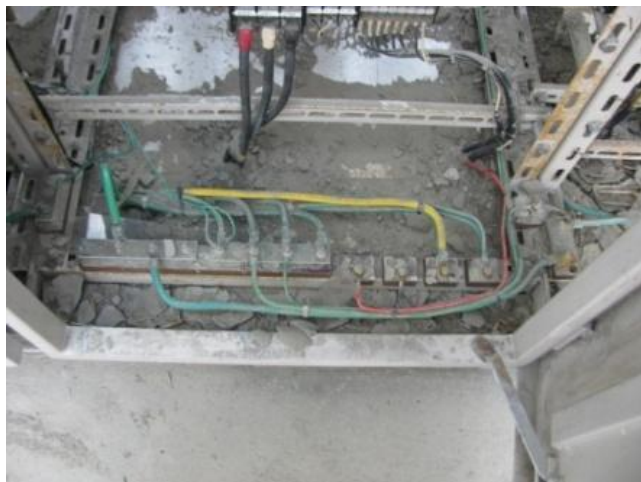


←(埼玉県白岡市)【震度5強地域】

- ・リサイクル工場(6kV受電、103kW、3階建て屋上キュービクル)
- ・地震動によりキュービクルが架台上を50cm移動。キュービクルがアンカーボルトで固定されおらず、クランプによる簡易な固定

(参考事例)

津波によりキュービクルが浸水したため、基礎を地上 2 m に嵩上げした。



↑ (茨城県鹿島市) 【震度 6 弱地域】

- ・ 事務所ビル (6kV 受電 171kW、地上キュービクル)
- ・ 津波によりキュービクルが浸水したため、基礎を地上 2 m に嵩上

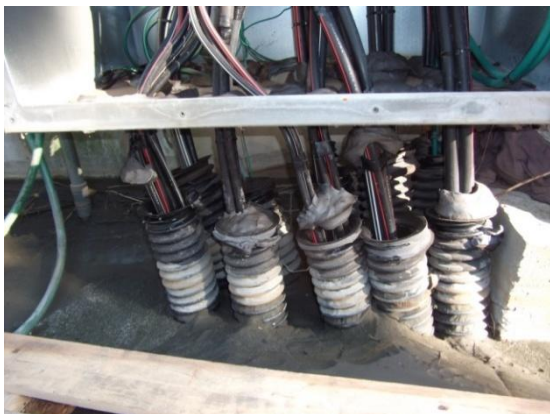
3. 8 低圧配線・負荷設備

(被害事例)

- ① 地震動により分電盤の倒壊又は傾斜
- ② 地震による建物の揺れにより低圧幹線・配線が損傷し地絡・短絡
- ③ 地震による建物の揺れにより照明器具の落下
- ④ 地震による建物の揺れにより低圧回路が漏電し漏電遮断器 (ELB) が動作
- ⑤ 地震による建物の揺れにより ELB の機械的な不要誤動作
- ⑥ 地震による建物の揺れにより配水管損傷による漏水でコンセントなどが浸水
- ⑦ 地震による建物の揺れにより室内照明スイッチの誤動作
- ⑧ 地震による建物の揺れにより工作機器の基準位置の変動 (固定アングルごと傾斜・移動)
- ⑨ 液状化により空調機の室外機が傾斜
- ⑩ 地震による建物の揺れにより自動販売機等の電源ケーブルがコンセントから脱落
- ⑪ 地震による建物の揺れにより受水水槽等のセンサーが冠水し満水警報誤発報

(対策方針)

- ① 屋上の揺れが大きい場合、屋上の分電盤等のアンカーボルトの固定を堅固とする。
- ② 低圧幹線や配線において、地震により揺れ方が相違する箇所の固定点近傍には余長を持たせる。
- ③ 低圧幹線や配線と分電盤の入口部分の近傍は配線に余長を持たせる。又は、可とう管を使用する。
- ④ 上層階などの地震の揺れを増幅させる箇所の分電盤等の設置は堅固なものとする。
- ⑤ 上層階などの地震の揺れを増幅させる箇所の照明器具などは堅固な固定とする。
- ⑥ 空調機等の屋外機の配線は、建屋との取り合い部分の配線に余長を持たせる。



↑(千葉県習志野市)【震度5強地域】冷蔵倉庫(6kV受電352kW、地上ケーブル)
・液状化による地盤沈下により、低圧幹線が下方に引っ張られ、建物外壁に固定されているプルボックスと配管が外れた。この際ケーブルの被覆がプルボックスにより傷つけられ地絡事故が発生

4. 対策方針のまとめ

今回の地震による関東地方における最大震度は6強であった。これらの地域において、地震動により電気設備に被害のあったものは一部の事業場に限られた。

特別高圧需要設備については、大きな設備被害は見受けられなかったことから、ほとんどが地耐力に応じた基礎設計が行われており、かつ耐震対策が適切に行われているものと推察される。

一方、高圧需要設備については、同一地域、同一条件において、キュービクルや変圧器等が大きく傾斜、または移動するなどの被害のあったものが散見された。これらは、耐震対策が十分に行われていなかったものと考えられる。このため、高圧受電設備規程等に記載されている耐震対策を確実に実施することが必要である。今回の被害事例から設備毎の対策方針を整理したので、参考として頂きたい。

4. 1 特別高圧需要設備

特別高圧需要設備の耐震強度は、①製造年による耐震規格、②地盤や建物による加速度、③地震の周波数と継続時間、④停電による社会的影響や経営的影響などに応じて、個々に定める必要がある。検討における留意点は次のとおり。

- 昭和40年代、50年代前半の変電設備は耐震対策も考慮した老朽化更新を計画することが望ましい。また、GIS化することで耐震性能の向上が可能。
- 架空線からブッシングに受けて受電する場合は、ブッシングの耐震対策を考える必要がある。軽量化したポリマー碍子・複合碍子(FRP+シリコン)への更新については、耐久性能について考慮したうえで選択肢として考えられる。
- 盛土の場所は地震動が増幅され機器が破損し易いことに留意が必要。

また、今回の被害事例による対策方針は次のとおり。

- 空気遮断器のがいし破損
空気遮断器からガス遮断器への取替、かつGIS化
- 変圧器の基礎部移動
基礎と基礎チャンネルベースを溶接で固定
- バスダクト破損
バスダクト支持架台の強化、伸縮継手やケーブルの使用

4. 2 高圧需要設備

高圧受電設備に対する耐震設計基準については、高圧受電設備規程の資料に記述されている「耐震対策」がある。今後の対策としては、高圧受電設備規程の資料1-1-5「耐震対策」を推奨又は勧告事項として設計・施工が確実に行われることが必要である。

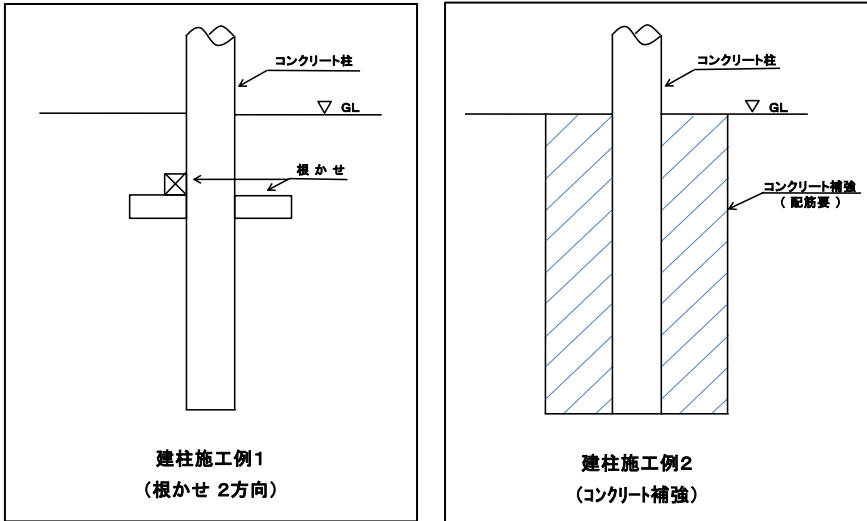
ここに、高圧受電設備規程の資料1-1-5「耐震対策」から「4. 耐震対策の実施例」を引用し、今回の調査により判明した点を追記、補完するので、震災の対策方針として活用頂きたい。

① 支持物

液状化による傾斜又は沈下対策として、次のことがあげられる。

- a. 電柱に複数の根かせを設ける。
- b. 支線をとる。
- c. コンクリートで巻いて補強する。
- d. 地盤改良を行う。

支持物耐震対策例



② 引込柱上の高圧電線

高圧電線が地震動等の揺れにより腕金に接触して地絡事故に至るようなことのないような対策として、次のことがあげられる。

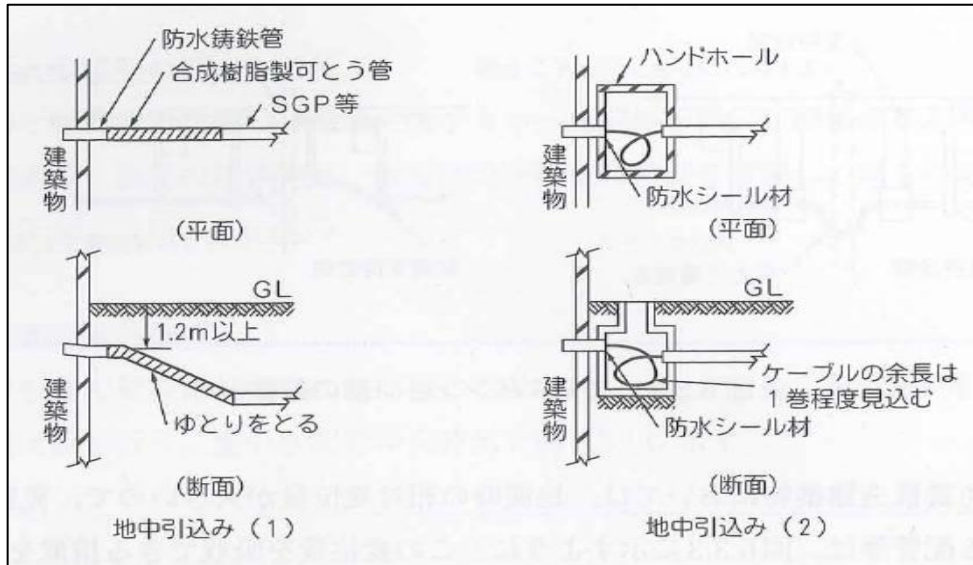
- a. 高圧絶縁電線の縁廻し線を腕金に接触しないようにする。
- b. 高圧絶縁電線の縁廻し線が腕金に接近する場合は、当該腕金にがいしで固定するなどして絶縁を図る。
- c. 経年電線は被覆の劣化やひび割れの恐れがあるため、設備更新を行う。

③ 引込みケーブル

液状化等による地盤沈下によって、キュービクルや建屋の引込み部分に張力が加わったり、地震動により配線支持物が揺れケーブルに張力が加わったりすることによってケーブルの被覆が損傷する。それらの対策として、次のことがあげられる。

- a. キュービクルや建屋の引込み部分にはハンドホール等を設けてケーブルに余長をとる。
- b. 管路が外れて、プルボックスのエッジでケーブルの被覆を傷つけないように金属の開口部をゴムで巻く等の防護措置をする。

地中引込み耐震対策例

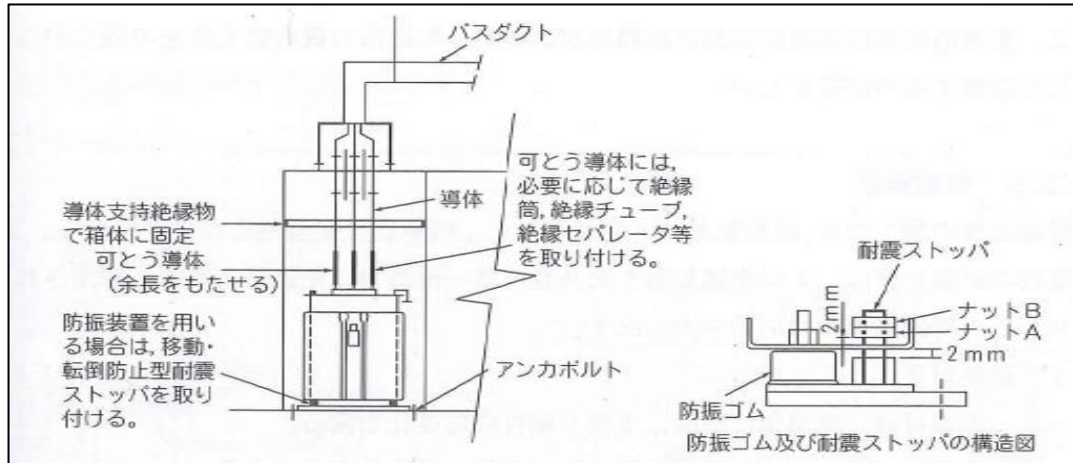


④ 変圧器・電力用コンデンサ・遮断器等の電気設備

移動、転倒、落下、漏油、ブッシング破損、リード線脱落、操作機構損傷等の対策として、次のことがあげられる。

- a. 変圧器等単体機器の据付けは、機器と構造体とを接合する材料が、自重に応じた地震荷重の引き抜き力及びせん断力に耐えられるよう施工し、移動・転倒のないよう堅固な基礎に据付ける。
- b. 機器を架台上に取付ける場合、架台は、建築構造の床、壁等に堅固に固定し、機器は、自重に応じた地震荷重に耐えられる基礎架台に取付ける。
- c. 防振装置を施した機器には、水平方向及び鉛直方向の耐震ストッパを設ける。耐震ストッパは、地震による衝撃に十分耐える強度を有するとともに構造体に堅固に取付ける。
- d. 重要電源の場合は、耐震装置を設ける。
- e. リード線に適当なたるみを持たせる。特に引出し線に銅バーを使用する場合は、可とう銅帯を使用するなど余裕をもたせる。
- f. 遮断器や断路器等の操作部や継電器は、地震動の増幅のないよう構造体に堅固に取り付ける。

変圧器等耐震対策例



- ⑤ キュービクル内部の高低圧電線・母線、支持がいし等
断線、がいし、がい管の破損、損傷等の対策として、次のことがあげられる。
- 高低圧電線・母線及び機器への接続リード線は、必要に応じ、可とう性のあるものを使用し、また、適正な余長を設ける
 - 高低圧電線・母線と支持がいしは、揺れに対しても電気機器から適切な離隔距離が取れるようにする。
- ⑥ キュービクル
基礎のひび割れ、破損、構成材の破損等の対策として、次のことがあげられる。
- キュービクルの基礎強度を適切にする。コンクリートブロックは、強度がないため使用しない。
 - アンカーボルトの選定（径と総本数）を適切に行い、基礎と堅固に固定する。
 - チャンネルベース及びパイプフレーム等には、支持又は固定する機器の重量に十分耐える強度を持たせるとともに、基礎や構造体に直接固定する。
 - 建物の上層階や軟弱地盤など、地震動の増幅が想定される場所に設置する場合は、より堅固な固定、液状化に対しては基礎の強化や地盤改良等を検討する。
 - 津波に対しては、設置レベルを地面より、より高くする。また、津波による漂流物の衝突防止策を施す。
- ⑦ 非常用発電設備
移動、漏水等の対策として、次のことがあげられる。
- アンカーボルトの選定（径と総本数）を適切に行う。揺れの大きい屋上などに設置する場合は堅固な固定とする。
 - 非常用発電機冷却水配管・燃料配管の固定箇所において、地震動により揺れの変位が相違する箇所においては可とう性のある配管とする。

⑧ 配電盤

盤の転倒、傾斜、部品の飛び出し、破損等の対策として、次のことがあげられる。

- a. 配電盤は、基礎又は壁面等に堅固に取付ける。自立形などで転倒のおそれのあるものは、必要により壁・天井等との間に耐震用の支持材を取付ける。
- b. 引出し形部品等を使用する場合にあっては、地震時、飛び出しなどがないように固定を行う。
- c. 外部との主回路接続部は、端子部に大きな荷重がかからないように配慮する。

⑨ 低圧幹線・配線

揺れによる断線等の対策として、次のことがあげられる。

- a. 低圧幹線等の配線の固定において、地震により揺れ方が相違する壁面から分電盤への引き込み箇所など、揺れにより張力がかかる部分には余長を持たせ、可とう管を使用する。

⑩ 負荷設備

傾斜、転倒、落下、断線等の対策として、次のことがあげられる。

- a. 屋上等、揺れが大きい場所の分電盤等のアンカーボルトは堅固な固定とする。
- b. 上層階などの地震の揺れを増幅させる箇所の分電盤等の設置は堅固とする。
- c. 上層階などの地震の揺れを増幅させる箇所の照明器具などは堅固な固定とする。
- d. 空調機の屋外機への配線等、建屋との取り合い部分の配線には余長を持たせ、可とう管を使用する。

(参考：電気工作物の耐震設計基準)

- 日本電気協会「高圧受電設備規程」(JEAC-8011)
- 日本電気協会「変電所等における電気設備の耐震対策指針」(JEAC-5003)
- 電気学会電気規格調査会「交流しゃ断器」(JEC-181)
- 電気学会電気規格調査会「ブッシング」(JEC-183)
- (社)日本電機工業会技術資料JEM-T R144(配電盤・制御盤の耐震設計指針)
- (社)日本内燃力発電設備協会「自家用発電設備耐震設計のガイドライン」
- (社)日本建築学会「鋼構造設計標準」
- (財)日本建築センター「建築設計耐震設計・施工指針」
- 建築電気技術協会「電気設備工事監理指針」
- 日本配電制御システム工業会「受配電・制御システムハンドブック」
- (一社)日本電設工業協会、(社)電気設備学会「建築電気設備の耐震設計・施工マニュアル」
- J I S C 4 6 2 0 (キュービクル)
- 国交省「公共建築工事標準仕様書(電気設備工事編)」
- (独)製品評価技術基盤機構「第一種電気工事士定期講習テキスト」