# 地中送電設備の耐震設計技術に関する研究（その１）

東京電力パワーグリッド(株)　正会員　佐藤　克晴，○正会員　吉本　正浩
東京電力ホールディングス(株)　正会員　岡　滋晃　，　正会員　斉藤　仁
東電設計(株)　正会員　新家　由隆

## １．はじめに

地中送電設備は，地上の送電設備と比較して地震による被害が経験的に少ないことから，これまでに電力会社間での統一的な耐震設計基準が存在せず，必要に応じて土木学会や他の地中インフラに関する耐震設計基準を参照し，設計を実施してきた実態にある．本研究は，地中送電設備の耐震設計技術の体系化ならびに要求性能や照査手法等を明確にすることを目的として，電気事業連合会より依頼を請け，電気協同研究[1)]により実施したものである．本稿では，地中送電設備の耐震設計の基本的な考え方について報告する．なお，本研究の特徴の１つである，耐震設計を省略できる選択肢などについて検討した内容は関連する報告（その２，その３）を参考にされたい[2),3)]．

## ２．適用対象

耐震設計を行う地中送電設備は，**表-1** に示す地中構造物と地上構造物となる．ケーブルは過去の地震の被害例によると，土木構造物に損傷がない場合にケーブルが損傷を生じた事例がないため対象外とした．また，電力専用橋については道路橋示方書に準拠しているため対象外とした．

**表-1**　耐震設計を行う地中送電設備

| | 対象設備 | |
|---|---|---|
| 地中構造物 | 管路 | |
| | マンホール | |
| | 洞道 | シールド洞道 |
| | | 推進洞道 |
| | | 開削洞道 |
| 地上構造物 | 橋梁添架管路 | |

適用対象は，新設時の地中送電設備とすることを基本としている．

## ３．耐震設計の基本的な考え方

地中送電線の布設ルートは起終点を最短で連系することを基本とし，道路環境，他のインフラ設備の埋設状況，および地盤条件などを勘案し，経済性が高くなるように設計するのが一般的である．しかしながら，断層を通過する場合，斜面地を通過する場合，液状化や側方流動地盤を通過する場合には，布設ルートの検討において回避することが基本となる．布設ルートで回避できない場合は、液状化などの影響を評価し，評価結果に応じて地盤改良等の物理的対策を行う．

耐震設計は，静的解析を用いた設計方法を基本とする．ただし，地層構成が複雑で地盤の変位を正確に評価できない場合，あるいはより経済性を求める場合などでは，適切な動的解析を用いる必要がある．耐震設計の流れは**図-1** に示す通りである．

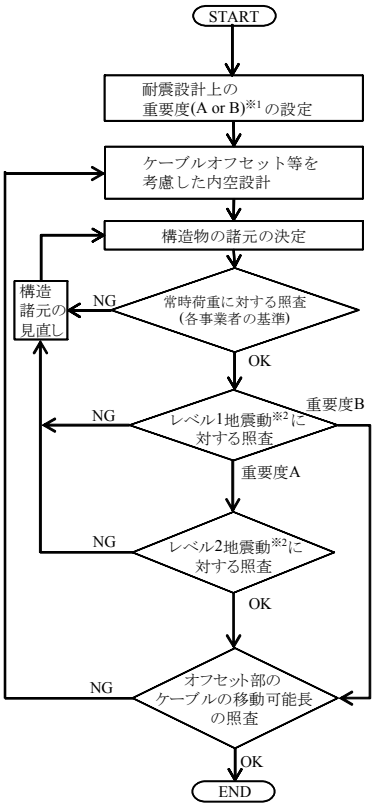


**図-1**　耐震設計の流れ

## ４．設計地震動の定義

設計地震動は，**表-2** に示すように，発生確率と強度の観点から，レベル１地震動とレベル２地震動として定義した．他のインフラの基準や中央防災会議（内閣府）の地震動の定義では，発生確率や強度の視点から独自に設定されているものの，本質的には同義と評価できるため，これらを総合的に踏襲して設定したものである．

キーワード　地中送電設備，耐震設計，管路，トンネル，液状化
連絡先　〒100-8560　東京都千代田区内幸町 1-1-3　東京電力ﾊﾟﾜｰｸﾞﾘｯﾄﾞ(株)工務部　ＴＥＬ090-6722-4710

© Japan Society of Civil Engineers

## ５．耐震設計上の重要度と耐震性能

地中送電設備の重要度は，土木構造物としての側面とケーブルとしての側面をあわせもつことから，**表-3** のように設定した。ここで，重要構造物と一般構造物，および重要線路と一般線路の定義は下記のとおりとした．

(1) 土木構造物のみで分類される重要度

重要構造物：地震による土木構造物の損傷によって，重大な公衆災害が生じるおそれが高い構造物をいう．なお，重大な公衆災害とは，道路の陥没や橋梁添架管路の落下に伴う第三者事故，他のインフラ事業者の埋設物の損傷，周辺構造物への影響などをいう．

一般構造物：公衆災害が生じる可能性がない，あるいは非常に低い土木構造物をいう．

(2) ケーブルのみで分類される重要度

重要線路：地震によるケーブルの損傷によって生じる送電支障により，広域的な供給支障につながるおそれが高い線路をいう．たとえば，超高圧線路，大型電源線，離島への供給線などである．

一般線路：送電支障が生じても供給支障の可能性がない，あるいは非常に範囲が限定的で早期の復旧対応が可能な線路をいう．

## ６．耐震設計上の重要度と耐震性能

本研究では，地中送電設備の特徴を踏まえ，**表-4** のように耐震性能を設定した．また，耐震設計上の重要度と設計地震動に応じて確保すべき耐震性能を**表-5** のように設定した。ここで，設定した耐震性能は，他のインフラの基準を参考に，整合をはかりながら設定したものである。

## ７．おわりに

本稿では地中送電設備の耐震設計における基本的な考え方を整理したものである．参考にした他のインフラ基準の定義などの詳細については参考文献 1)に記しているので，そちらを参考にされたい．

**表-2** 地震動の定義

| レベル 1 地震動 | レベル 2 地震動 |
|---|---|
| 供用期間中に 1～2 回発生する確率を有する強い地震動 | 供用期間中に発生する確率は低いが非常に強い地震動 |

**表-3** 耐震設計上の重要度の設定

| | 重要線路 | 一般線路 |
|---|---|---|
| 重要構造物 | 重要度 A | 重要度 A |
| 一般構造物 | 重要度 A | 重要度 B |

**表-4** 耐震性能の区分

| | 耐震性能 |
|---|---|
| 耐震性能 1 | 地震によって土木構造物の健全性を損なうことなく，補修しないで使用が可能である状態 |
| 耐震性能 2 | 地震により土木構造物の耐力が低下するような損傷はなく，地震後に補修を行うことで使用が可能な状態に回復でき，補強を必要としない状態 |
| 耐震性能 3 | 地震により損傷を生じるが，送電支障を起こさない状態 |

**表-5** 確保すべき耐震性能

| | 設計地震動 | |
|---|---|---|
| | レベル 1 地震動 | レベル 2 地震動 |
| 重要度 A | 耐震性能 1 | 耐震性能 2 |
| 重要度 B | 耐震性能 1 | 耐震性能 3※ |

※耐震性能 3 については設計を省略する

**謝辞：**本研究にあたり，早稲田大学の小泉淳名誉教授，東京海洋大学の谷和夫教授をはじめ，地中送電設備の耐震設計技術専門委員会（電気協同研究）の構成委員各位より多大なるご助言，ご協力を頂きました．この場を借りて厚く御礼を申し上げます．

## 参考文献

1) (一社)電気協同研究会：地中送電設備の耐震設計技術，2020.5
2) 佐藤克晴・吉本正浩・岡滋晃・斉藤仁・新家由隆：地中送電設備の耐震設計技術に関する研究（その２），土木学会第 75 回年次学術講演会，2020.9
3) 佐藤克晴・吉本正浩・岡滋晃・斉藤仁・新家由隆：地中送電設備の耐震設計技術に関する研究（その３），土木学会第 75 回年次学術講演会，2020.9

© Japan Society of Civil Engineers