

電気協同研究 第76巻第1号

地中送電設備の耐震設計技術

～地中土木構造物の耐震設計ガイドライン～

令和2年4月1日

一般社団法人 電気協同研究会

【発刊に際しての委員長推薦のことば】

地中送電設備の耐震設計技術専門委員会

委員長 小泉 淳

近年、電気事業を取り巻く環境が大きく変化するなかで、より安価でかつ信頼性の高い電力の供給を確保し、より安定的な社会を保持するための合理的な設備設計が求められている。これは地中送電設備についても同様であり、設備に作用する常時の荷重に関しては、従来からしっかりと設計がなされてきている。一方で、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、電力各社が個々のルールで耐震設計を実施し、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する現状にあった。

しかし、1995年に発生した兵庫県南部地震を契機として、ライフライン設備の地震に対する防災性の向上が求められるようになった。さらに、2011年に発生した東北地方太平洋沖地震以後、国の原子力安全・保安部会より「今回得られた知見を含め、地震動および地震動による被害実績のデータの蓄積を図り、必要に応じた民間設計基準の検討を進めることが必要である」との提言がなされた。

これに従い、地中送電設備についても、2014年12月に電気事業連合会に調査作業会が設置され、約2年間にわたって国内の地中インフラ関連の耐震設計基準の考え方や耐震評価の実績などを調査し、耐震設計に関して電気協同研究で取り組むべき課題が取りまとめられた。それを受けて、2017年3月には電気協同研究会に「地中送電設備の耐震設計技術専門委員会」が設立された。本専門委員会は約3ヶ年にわたって諸課題を検討し、このたび地中送電設備の耐震設計技術を体系化するに至った次第である。

専門委員会はつぎの3つの点を基本的な検討方針として審議を進めてきた。

①他のインフラ事業者の基準類の知見を十分に反映すること。

電力の社会インフラとして第三者の視点から透明性の高いものとする。すなわち、上下水道、高圧ガス導管、道路、鉄道、共同溝など他インフラ事業者がもつ既往の基準類の知見も踏まえた内容にする。

②耐震設計の省略を選択肢として持つ実務的な内容にすること。

既設の地中送電設備の多くは耐震設計を行っていない。これは、過去の大規模地震に際しても送電に支障が生じるような設備の被害が少なかったためであるが、この実状を踏まえて、既設の地中送電設備は、なぜ地震の被害が少ないかを定量的に検証することで、今後新設する設備について耐震設計を省略できる

選択肢も検討する。

③土木構造物としてだけでなく送電設備が持つ特徴も併せて反映すること。

地中送電設備の耐震設計は、土木構造物に対する安全性の確保の考え方が主体となるが、そこに収容する地中ケーブルの特徴も併せて反映することで、総合的にみて実用性の高いものとする。

本研究報告書は、専門委員会において検討を行ってきた成果を取りまとめたものであり、電力会社の地中送電設備にかかわる方々、地中ケーブルの製作メーカーの方々および地中送電設備の建設にかかわる方々をはじめ、より多くの皆さまに広くご活用いただくことを切に願うものである。

【主な記載内容】

本研究報告書は7章から構成されている。

第1章「はじめに」では、委員会設立の経緯および研究の経過と概要を示している。

第2章「総則」では、まず適用範囲を示した。また、本報告書で参考とする関連法規や参照基準を明示するとともに、各電力会社で異なっていた構造物の呼称を統一し、用語を定義した。

第1表 本報告書で対象とする地中送電設備

	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	

第3章「耐震設計の基本」では、耐震設計の基本的な考え方および設計のフローを示した。また設計地震動のレベルと耐震設計上の地中送電設備の重要度の考え方を定義することで、地震動のレベルと重要度に応じて必要とする耐震性能を設定した。

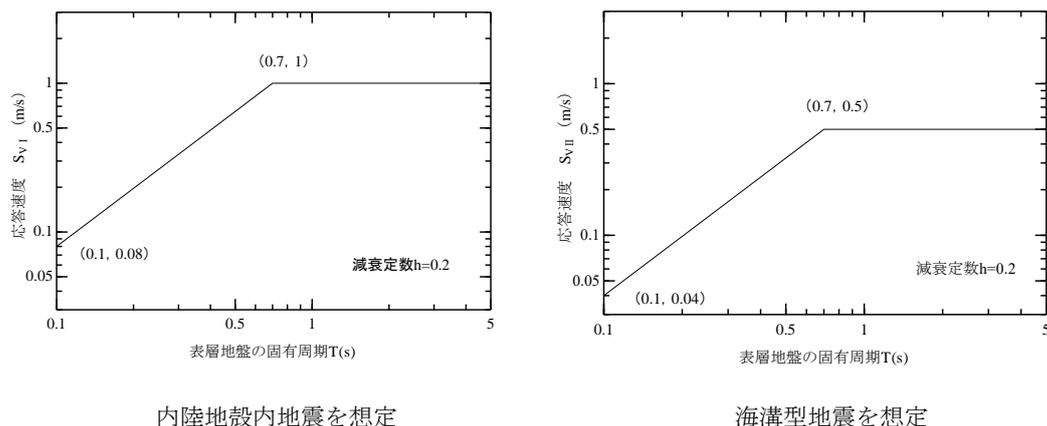
第2表 耐震設計上の重要度の設定

		設計地震動	
		レベル1地震動	レベル2地震動
耐震設計上の重要度	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

第3表 確保すべき耐震性能

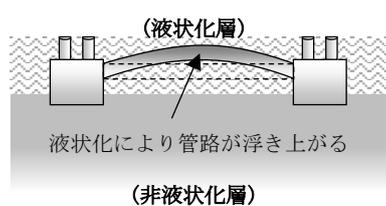
		ケーブルのみで分類される重要度	
		重要線路	一般線路
土木構造物のみで分類される重要度	重要構造物	重要度A	重要度A
	一般構造物	重要度A	重要度B

第4章「設計地震動の設定および地盤の応答変位の算出」では、設計地震動の入力位置として耐震設計上の基盤面を定義した。つぎに、レベル1地震動とレベル2地震動として用いる設計地震動を速度応答スペクトルとして示し、この場合の応答変位の算出方法についても示した。また、動的解析を行う場合を考慮し、時刻歴地震波形の設定方法についても示した。

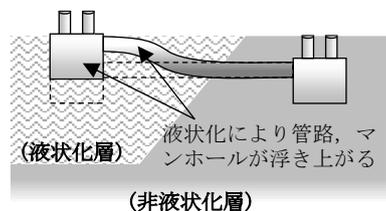


第1図 レベル2地震動の速度応答スペクトル

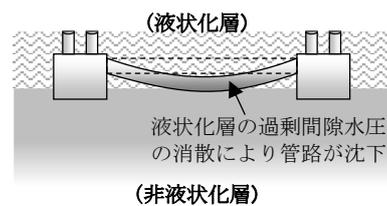
第5章「地盤の液状化」では、液状化や側方流動の影響を検討すべき構造物の設置条件や地盤条件を定義した。また、液状化の判定、液状化時の構造物の浮き上がりや沈下の判定、および側方流動量の算定方法について示した。



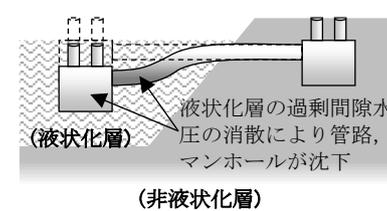
(a)構造物が液化化層内にある場合



(b)構造物が液化化層～非液化化層にわたる場合



(a)構造物が液化化層内にある場合



(b)構造物が液化化層～非液化化層にわたる場合

第2図 浮き上がりを検討する構造物の設置条件の例

第3図 沈下を検討する構造物の設置条件の例

第6章「構造物ごとの設計」では、管路、小規模マンホール、大規模マンホール、シールド洞道、推進洞道、開削洞道および橋梁添架管路について、構造物ごとの耐震設計手法を示した。なお、試設計において耐震上の安全性が十分に確保されていると判断できた場合には、適用の条件を明確にした上で、耐震設計を省略できるものとして定義した。また、ケーブルについては、構造物に生じる変位を基に、オフセット部のケーブルの移動可能長により吸収できるかを照査することを基本とした。また、本照査を省略可能な場合についても定義した。

第7章「設計例」では、実務者が本報告書に従い地中送電設備の耐震設計を行うことを想定し、土木構造物に対する耐震設計の実例を示した。

以上