

電子・情報 工学専攻			
申請者 氏名	小林 真一	紹介教員	穂積直裕

論文要旨 (博士)

論文題目	地中送電線検査技術の精度向上に関する研究
------	----------------------

(要旨 1,200字程度)

電力システムは、多種多量の電力機器で構成され、それらは屋外などの厳しい環境下で長期間にわたって使用されるため、高い信頼度が必要とされる。このうち、地中送電線は都市部の系統構成上中心的な位置を占めるなど重要な責務を負っている。また、地中送電線は電力需要の増大に伴い設備数が増加しているとともに、更新期間の延伸化による高経年化も進んでいる。そこで、電力システム信頼度の維持を図るためには、地中送電線故障の未然防止、早期復旧が重要な課題となる。

故障の大半を占める初期故障ならびに摩耗故障のうち、摩耗故障への対応については、各種診断技術が実用化されており現場への適用事例も多い。これに対して初期故障については、工場でのケーブルの製造品質の管理や検査技術は年々向上しているものの、CVケーブル接続部、GISなどの絶縁部に多用されているエポキシ樹脂絶縁物の耐電圧試験については精度向上の余地がある。また、ケーブル線路は接続部の組み立てを現地で行うため、施工中に発生する欠陥について耐電圧試験にて検出する必要があることから、日本国内の地中送電線の主流であるCVケーブルでは、耐電圧試験の精度向上が望まれている。そこで、本論文では工場におけるエポキシ樹脂絶縁物耐電圧試験の精度向上、現地施工後のCVケーブル耐電圧試験の精度向上に関する研究成果についてまとめている。

工場におけるエポキシ樹脂絶縁物耐電圧試験の精度向上では、絶縁物中の密閉ボイド内圧力の経時変化に着目し、低真空領域でのボイド放電の圧力依存性について様相を明らかにした。また、工場における耐電圧試験の最適な実施時期について、ボイド形状とその位置をパラメータとしたシミュレーションによる評価により明らかにした。

現地施工後のCVケーブル耐電圧試験の精度向上では、施工中に発生し得る代表的な欠陥を選定し、減衰振動波電圧と超低周波電圧による組み合わせ耐電圧試験について評価を行ったところ、法令に基づく商用周波電圧による耐電圧試験と比較して欠陥検出能力に優れており、試験装置のコンパクト化が可能であることを明らかにした。

また、電力機器故障箇所復旧のため、故障点の早期標定は電力システムの信頼度維持の観点から重要であり、特に、ケーブル線路の場合は線路大半が埋設されていることから目視確認が可能な範囲が限られているため、故障点標定精度向上のニーズが高い。そこで、本論文ではCVケーブル故障点標定技術の高精度化についてもまとめている。

適用事例の多いホイートストンブリッジを用いたマーレーループ法の高精度化では、精度低下の要因となる他回線からの誘導電圧などの外乱の影響を低減させるフィルタやノイズ除去方法の開発を行った。さらに、手動測定ならびにスキルレスを考慮した自動測定が可能な2種類の試作器にて実線路等にて評価を行い、それらが厳しい条件下である商用周波電圧200V重畳下において十分な精度が得られることを実証した。

ケーブル地絡抵抗が高い場合に適用される、ケーブル内を伝搬するパルスの時間差を用いて標定を行うパルスレーダ法の高精度化では、時間周波数解析の適用による精度向上について実線路等にて評価を実施した結果、オシロスコープでの視認による従来方法と比較して当該手法がパルスの伝搬速度と減衰の周波数依存性を排除し、高精度化が可能であることを実証した。

year month day
2012 December 28

Department	Electrical and Information Engineering	ID	
Name	Shin-ichi KOBAYASHI		

Supervisor	Naohiro Hozumi
------------	----------------

A b s t r a c t

Title	A Study on Improvement of Inspection Methods for Underground Transmission Lines
-------	---

(800 words)

Electric power systems are composed of great amount and diverse electric power equipment. They are required with a high reliability, as they are exposed to the severe environment such as outdoor for long-term. Underground transmission lines are liable for supplying electricity to metropolitan areas. Their expected lifetime is being extended because of recent growth of demand for electricity, leading to the increase in highly aged cables. In order to maintain reliability of electric power system, it is needed to take measures for initial and wear-out failure of underground transmission lines.

With respect to the measures for wear-out failures, various diagnosis or monitoring techniques have been proposed and applied to practical use. With respect to the measures for initial failures, although quality control in facilities has been enhanced and improved, in addition to that on assemblies on site, there are many matters for improvement. In order to decrease the initial failure for power cable lines, this work reports the results of a basic study regarding the inspection method for XLPE cable lines and epoxy resin insulators, that are widely applied in Japan.

Regarding on-site inspection methods for XLPE cable lines, typical defects generated during on-site construction were selected for this study. Experiments were conducted to detect selected defects under damped oscillating wave voltage (OSW), very-low-frequency voltage (VLF) and power frequency voltage (AC). It was found that detection ability was higher than AC test, when the combination of OSW and VLF tests was performed. Furthermore, equipment size of OSW and VLF was smaller than AC.

Regarding the inspection method for epoxy resin insulators in factory, an experiment was conducted regarding the pressure dependence on the partial discharge voltage of a closed void in insulator. Characteristics of partial discharge in a closed void in low vacuum region were clarified. In addition, the relationship between pressure in the void and elapsed time was calculated by the simulation using the void shape and position in the insulator. As the result, the optimum timing for routine test for epoxy insulators was proposed.

It is important to locate and repair the breakdown point of electric equipment from the point of view of maintaining the reliability of the electric power system. As most of cable lines are installed underground, visual inspection is not easy. Therefore high accuracy for the breakdown point location is expressly needed. In order to locate the breakdown point of cable line exactly, this work reports the results of studies regarding the Murray Loop method and the discharged pulse radar method.

Regarding the Murray Loop method that is widely applied in Japan, the passive filter and the noise reduction method were developed to reduce the influence caused by induced voltage and stray voltage. Two proto-types with manual and automatic operations were evaluated on-site. As the result, it was confirmed that the proto-types had higher accuracy than conventional equipment under severe condition of AC 200 V application.

In the case of the high value of the ground fault resistance, the discharged pulse radar method using time difference of propagation pulse in the cable is applied in Japan. Regarding the discharged pulse radar method, time frequency analysis was conducted for the on-site cable line. It was clarified that the discharged pulse radar method with time-frequency analysis had better performance than the conventional method, as frequency dependence on pulse velocity and attenuation could be compensated.