

接地抵抗の経年変化に関する一考察 — EP 灰接地電極材を用いた接地電極 —

杉本 仁志*1 島崎 克彦*1 戸栗 和広*2 郷津 宏之*2

1. はじめに

人体の安全や電気設備の安全・安定稼動のために施工される接地には、低抵抗性、安定性、施工性、経済性などが求められる。接地抵抗の安定性については、季節変動や経年変化の課題があるが、その実態を示すデータは少ない⁽¹⁾。筆者らは、石油火力発電所から排出される EP 灰（電気集塵器で捕集した原油、重油の燃焼灰、主成分は炭素）を活用した接地電極材⁽²⁾（導電性コンクリート、ホクデン EP-1）を用いた帯状接地電極の評価試験を実施しており、実際に施工された複数の接地電極を対象とした月 1 回の接地抵抗測定結果の分析から、接地抵抗の季節変動を月平均気温の変動だけでも十分表せる可能性を示した⁽³⁾。

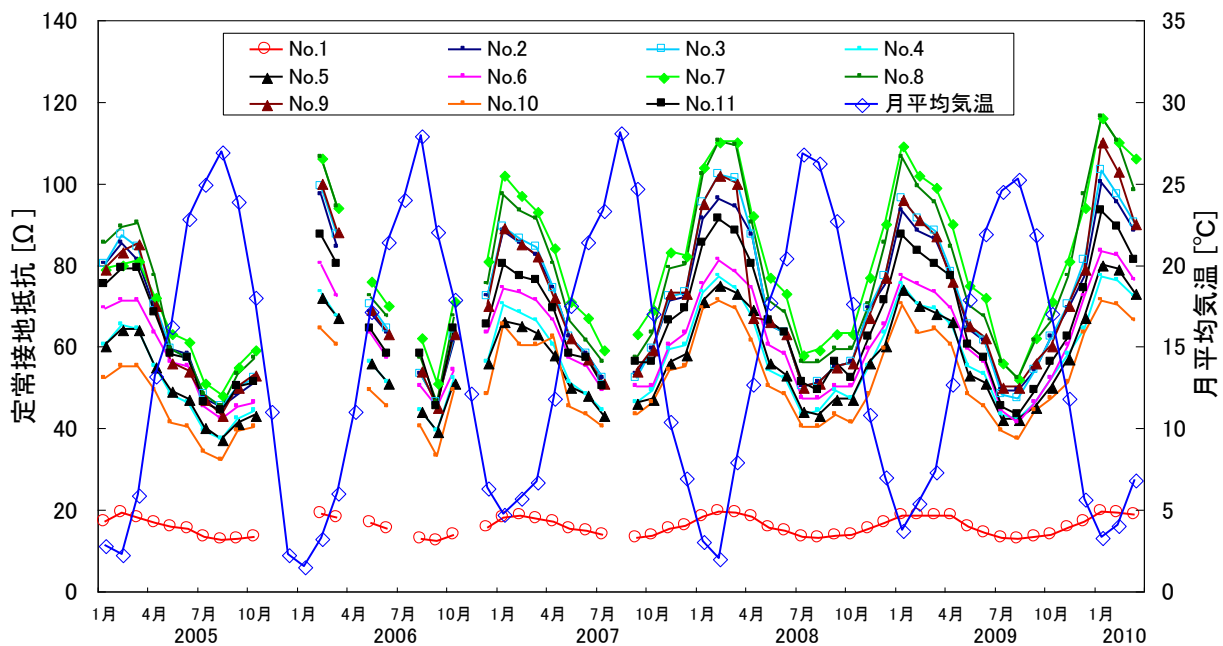
本稿では、上記評価試験の約 5 年間の接地抵抗測定結果を基に、経年による接地抵抗変化率を推定した結果について報告する。

2. 測定した接地電極

富山県内の 2 地点にある接地電極を測定した。A 地点と B 地点の土質調査の結果、両地点とも礫混じり砂主体の土質で、土粒子の平均密度はそれぞれ 2.656 g/cm^3 、 2.660 g/cm^3 と同程度である。また、両地点とも冬季に凍土とならない場所で、接地電極の埋設深さ約 0.8 m まで地下水の上昇がないことも確認しており、接地抵抗への凍結、地下水の影響はないものと考えた。A 地点の接地電極は、銅の網状電極を EP 灰接地電極材で包んだ帯状電極である。B 地点の接地電極は、A 地点と

第 1 表 測定した接地電極

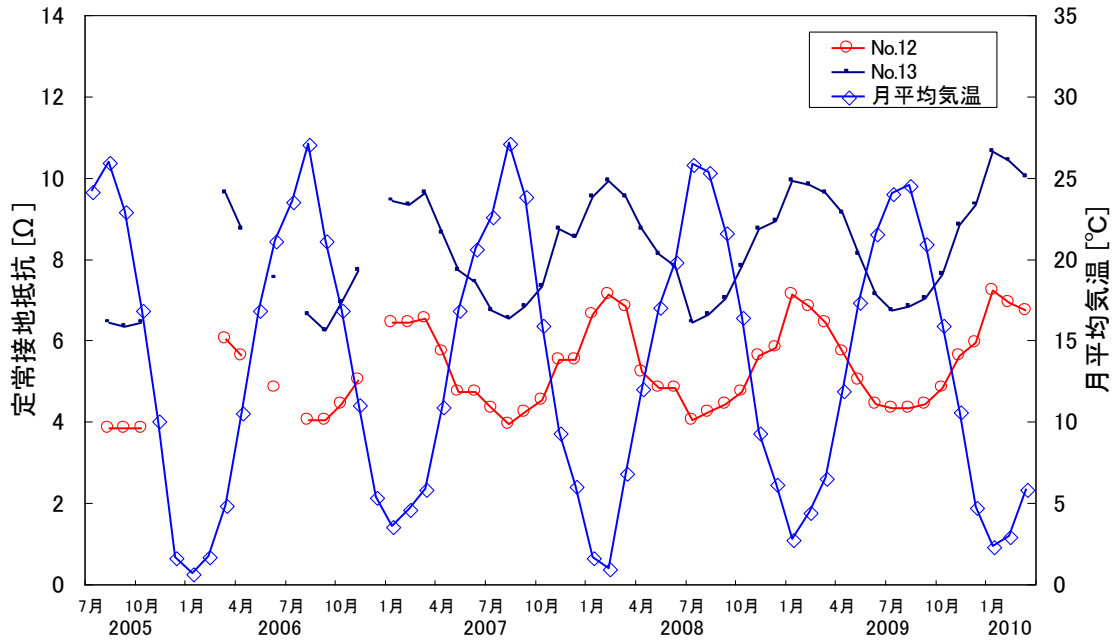
地点	接地電極	電極長	電極数	No.	大地抵抗率
A	銅メッシュ電極+EP 灰接地電極材	10 m	1	1	148 $\Omega \cdot \text{m}$
		1 m	10	2-11	183 $\Omega \cdot \text{m}$
B	上記に、長さ 1.5 m、直径 14 mm 銅棒 8 本並列接続	16 m	1	12	140 $\Omega \cdot \text{m}$
		15 m	1	13	140 $\Omega \cdot \text{m}$



第 1 図 A 地点の接地抵抗の測定結果

*1 技術開発研究所 電力品質チーム

*2 株式会社 ホクデン



第2図 B地点の接地抵抗の測定結果

同じ帯状電極に、長さ 1.5 m、直径 14 mm の棒状銅電極を 2 本連結したものを 4 箇所並列に接続している。測定した接地電極の状況およびその地点の大地抵抗率を第 1 表に示す。なお、A 地点および B 地点の接地電極の施工年月は、それぞれ 2004 年 10 月、2004 年 4 月である。

3. 接地抵抗の経年変化

第 1 図に、2005 年 1 月から 2010 年 3 月迄の約 5 年間に A 地点に埋設した 11 極の接地電極で測定した接地抵抗と月平均気温を示す。また、第 2 図に 2005 年 8 月から 2010 年 3 月迄に B 地点の 2 つ接地電極で測定した接地抵抗と月平均気温を示す。接地抵抗は定常接地抵抗である。月平均気温は、測定地点に最も近い気象庁観測点のデータを用いている。なお、積雪により接地抵抗測定を行えなかった期間などは、測定データが欠落している。第 1 図、第 2 図から、接地抵抗の季節変動は月平均気温の変化と増減が逆であるが、良く対応している。筆者らは、文献(3)で重回帰分析にて接地抵抗の季節変動と月平均気温や湿度、降水量などの気象データとの相関を調べ、月平均気温との相関が最も強く、月平均気温のみでも接地抵抗の季節変動を推定できることを示した。この結果を参考に、接地抵抗の変化(Y)については、月平均気温(X₁)と、経年、より正確に施工日からの経過日数

(X₂)の 2 つの説明変数にて重回帰分析を行った。重回帰式は(1)式のとおりである。

$$Y = R_0 + k_1 \times X_1 + k_2 \times X_2 \dots\dots\dots(1)$$

ここで、R₀は定数項、k₁と k₂は月平均気温と経過日数の偏回帰係数である。

A、B 地点の 13 接地電極について、重回帰分析から求めた定数項と偏回帰係数を第 2 表に示す。経過日数の偏回帰係数 k₂は、月平均気温の偏回帰係数 k₁よりも絶対値が小さく、月平均気温よりも相関は弱い、正の値であり、経過日数とともに接地抵抗が上昇することを表している。1 年当りに上昇する接地抵抗 ΔR は(2)式で求まる。また、定数項 R₀は初期の接地抵抗と見なせるので、1 年当たりの接地抵抗変化率 V (以下、「接地抵抗変化率」と記す)は、(3)式で推定できる。

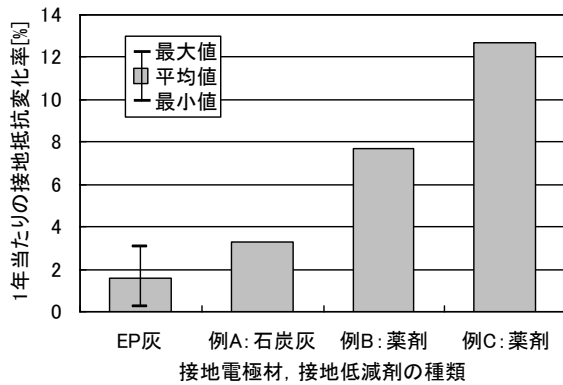
$$\Delta R = k_2 \times 365 \dots\dots\dots(2)$$

$$V = \Delta R / R_0 \dots\dots\dots(3)$$

(2)式、(3)式から求めた各接地電極の ΔR と V を第 2 表に示す。EP 灰接地電極材の接地電極における接地抵抗変化率 V は、平均値で 1.6 % となった。この結果と、他の種類の接地抵抗低減剤を用いた接地電極を対象に行われた約 3 年間のフィールド

第2表 接地抵抗変化説明のための偏回帰係数

地点	No.	定数項	偏回帰係数		上昇接地抵抗値 [Ω/年]	接地抵抗変化率 [%/年]
			月平均気温	経過日数		
			R_0	k_1		
A	1	19.04	-0.24755	0.00013	0.0475	0.2
	2	91.37	-1.77847	0.00291	1.0622	1.2
	3	94.29	-1.91005	0.00294	1.0731	1.1
	4	70.22	1.25386	0.00380	1.3870	2.0
	5	69.19	-1.23506	0.00406	1.4819	2.1
	6	78.07	-1.31954	0.00158	0.5767	0.7
	7	97.26	-1.94963	0.00808	2.9492	3.0
	8	99.37	-2.10907	0.00587	2.1426	2.2
	9	92.51	-1.89997	0.00402	1.4673	1.6
	10	62.49	-1.16102	0.00478	1.7447	2.8
	11	85.82	-1.52648	0.00155	0.5658	0.7
B	12	6.41	-0.11565	0.00032	0.1168	1.8
	13	9.47	-0.14248	0.00045	0.1643	1.7
平均値						1.6



第3図 1年当たりの接地抵抗変化率

試験から求められた接地抵抗変化率^{(4),(5)}を第3図に示す。文献(4), (5)の接地抵抗変化率は各種接地抵抗低減剤の平均的な値とされている。その中で最も低い石炭灰接地抵抗低減剤と比べても、EP灰接地電極材の接地抵抗変化率は50%程度低く、経年変化が小さい結果となった。

4. おわりに

これらの接地抵抗測定を継続して、可能な限り多くの測定データを蓄積し、長期に亘る接地抵抗の経年変化を把握する予定である。

参考文献

- (1) 例えば、武馬宏幸, 高橋健彦:「接地抵抗の季節変動に関する考察」, 電気設備学会誌, Vol.22, No.8, pp.637-642 (2002)
- (2) 酒井 勉, 郷津寿夫, 萩原利樹:「EP 灰を利用した接地電極素材の開発」, 電気現場技術, Vol.38, No.441, pp.12-16 (1999)
- (3) 新庄一雄, 戸栗和弘, 郷津宏之:「接地抵抗季節変動の要因分析」, 平成 20 年電気学会全国大会, No.7-110, pp.171-172 (2008)

- (4) 栗田 昂:「石炭灰を活用した接地抵抗低減剤の研究」, 電気評論, Vol.88, No.1, pp.225-227 (2003)
- (5) 「石炭灰活用接地抵抗低減剤」, <http://www.sskn.co.jp/service/electric-power/sekitanbai.htm> (アクセス日 2010/5/24)

(本論文の一部は、2010年電気設備学会全国大会「接地抵抗の経年変化に関する一考察 -EP 灰接地電極材を用いた接地電極-」より、許諾の上転載しております。)