二段積酸化亜鉛形避雷器の直流耐汚損特性の評価

正員 白川 晋吾 (日立)
 正員 綿引 聡史 (日立)
 正員 四方 学 (関西電力)
 正員 山路 幸司 (四国電力)
 正員 畑野 雅幸 (電源開発)

Evaluation of Contamination Characteristics of DC Two Staged Porcelain Type Surge Arresters

Shingo Shirakawa, Member (Hitachi Ltd.)
 Satoshi Watahiki, Member (Hitachi Ltd.)
 Manabu Shikata, Member (Kansai Electric Power Co.)
 Koji Yamaji, Member (Shikoku Electric Power Co.)
 Masayuki Hatano, Member (Electric Power Development Co.)

There is a few data of contamination characteristics of HVDC porcelain type surge arresters. Therefore, this paper describes contamination withstand characteristics of DC 250kV porcelain type surge arresters with special sheds and nominal sheds. Uniform pollution and non uniform pollution (partial wetting) slurry methods have been applied to contamination evaluations. This DC 250kV porcelain type surge arrester with special sheds can withstand on slurry pollution tests at equivalent salt deposit density $0.01-0.03 \text{ mg/cm}^2$.

キーワード：避雷器, 酸化亜鉛素子, 直流汚損, HVDC

1. まえがき

近年, 直流による系統連系が進められている状況にある。我が国において, 直流送電用 DC250kV 用碍子形避雷器は当初, 図 1 に示すように直列ギャップ付避雷器で開発され⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾, その後, 直流用酸化亜鉛形避雷器⁽⁴⁾⁽⁵⁾で実用化されている。しかし, 直流用酸化亜鉛素子の適用実績が少ないことなどから, 屋内設置もしくは碍管表面にシリコンコンパウンドを塗布して, 運用が行なわれているのが実情である。

交流用碍子形酸化亜鉛形避雷器では, 直列ギャップ付避雷器⁽⁶⁾に比較して耐汚損特性も大幅に性能が向上し, 広く使用されている⁽⁷⁾⁽⁸⁾。酸化亜鉛形避雷器の碍管汚損設計は耐汚損度 (mg/cm^2) と地域の汚損レベルの関係から, 避雷器碍管の所要漏れ距離 (mm/kV) が得られ⁽⁷⁾⁽⁹⁾, 設計されている。また, 制限電圧を現行「酸化亜鉛形避雷器」規格 JEC-217-1984 より大幅に低減した交流用多段積碍子形酸化亜鉛形避雷器では, 碍管上下段間の不平等汚損時の酸化亜鉛素子の発熱現象の危険性も想定されている⁽⁹⁾。一方, 直流送電用碍子形酸化亜鉛形避雷器の直流汚損に関する報告は一少なく, 明らかにされていない状況にある。

本論文では 2 種類の DC250kV 碍子形酸化亜鉛形避雷器を開発して, 直流汚損に対する二段積酸化亜鉛形避雷器の耐汚損特性を求めて評価したのでこれらについて述べる。

2. 供試品の構成

供試品の特性は表 1 に示すように, 供試品 a(UHV 直流送電に関する研究⁽¹⁰⁾での DC500kV 用 L 特性 1050kV/10kA 相当の制限電圧 525kV/10kA を有する避雷器)と供試品 b(現状適用されている DC250kV 用酸化亜鉛形避雷器の特

625kV/10kA)とし, 碍管形状と漏れ距離は下ヒダ付と下ヒダなしの 2 種類とした。

図 1 DC250kV 用碍子形避雷器の外観 (シリコンコンパウンド塗布)
 Fig.1 Outside View of DC 250kV Porcelain Type Surge Arresters

表 1 DC250kV 用酸化亜鉛形避雷器の特性と構成
 Table 1 Characteristics of DC 250kV Porcelain Type Surge Arresters

項目	供試品 a : 下ヒダ付	供試品 b : 下ヒダなし
直流系統電圧	±250kV	±250kV
公称放電電流	10kA	10kA
動作開始電圧	343 kV	408kV
制限電圧	525kV/10kA	625kV/10kA
碍管漏れ距離 (mm/kV)	6150x2 mm (49.2) (=6150x2/250)	4900x2mm (39.2) (=4900x2/250)
碍管平均直径	405mm	410mm
碍管形状		

3. 直流用酸化亜鉛形避雷器の直流耐汚損評価試験方法

交流用酸化亜鉛形避雷器では JEC-217-1984「酸化亜鉛形避雷器」(7)(11)のスラリー法での均一汚損を耐汚損試験方法の基本としている。ここでは DC250kV 用酸化亜鉛形避雷器の汚損試験方法として、(a) スラリー法による均一汚損下での直流汚損試験と霧中直流汚損試験、(b) スラリー法による不均一(部分汚損)汚損下での直流汚損試験で評価した。直流汚損の試験回路は図 2 に示すように、750kV 直流汚損試験設備(直流電流 2.5A、電圧降下率 5%以内)⁽¹²⁾を用いた。

図 2 DC250kV 用酸化亜鉛形避雷器の汚損試験回路
Fig.2 Pollution Test Circuit of DC 250kV Porcelain Type Surge Arresters

3.1 スラリー法による均一直流汚損

(a)下ヒダ付 DC250kV 用酸化亜鉛形避雷器の耐汚損特性

スラリー法による DC250kV 酸化亜鉛形避雷器の直流汚損試験の手順は図 3 に示す。汚損液はとの粉と塩水により調整し、塩分付着密度は 0.01, 0.02, 0.03mg/cm² を目標とした。DC250kV 用酸化亜鉛形避雷器の部分放電の発生状況は、図 4 に示すように汚損度が増加するにつれて部分放電の発生が増加する。下ヒダ付 DC250kV 用酸化亜鉛形避雷

図 3 下ヒダ付 DC250kV 用酸化亜鉛形避雷器の均一汚損手順
Fig.3 Uniform Slurry Test Procedure of DC 250kV Porcelain Type Surge Arresters with Special Sheds

(a) 0.01 mg/cm² (b) 0.02 mg/cm² (c) 0.03 mg/cm²

図 4 下ヒダ付 DC250kV 用酸化亜鉛形避雷器のスラリー均一汚損時の試験状況

Fig.4 Uniform Slurry Test View of DC 250kV Porcelain Type Surge Arresters with Special Sheds

器の碍管表面の電圧上昇中における漏れ電流、電圧定印時における漏れ電流および内部電流の波高値は表 2 に示し、代表的な汚損試験オシログラムは図 5 に示す。当該下ヒダ付避雷器の清浄時の直流漏れ電流は約 30 μ A 程度に対し、直流汚損により漏れ電流が間欠的に最大 0.5mA 流れるが、避雷器は汚損度 0.01mg/cm²~0.03mg/cm² に耐えている。

表 2 下ヒダ付 DC250kV 用酸化亜鉛形避雷器のスラリー法による汚損試験結果

Table 2 Uniform Slurry Test Results of DC 250kV Porcelain Type Surge Arresters with Special Sheds

試験 NO.	等価塩分付着密度 [mg/cm ²]	直流電圧 (負極性) [kV]	電圧印加 時間 [分]	外部漏れ電流 最大値 [mA]		内部漏れ電流 最大値 [mA]
				電圧上昇中	定印時	定印時
No. 1-1	0.012	-257.5	5. 耐圧	50	30	—
-2	"	-257.5	5. 耐圧	40	25	0.5
-3	"	-257.5	8. 耐圧	65	30	0.5
-4	"	-257.5	8. 耐圧	65	30	0.5
-5	"	-257.5	8. 耐圧	70	30	0.5
-6	"	-257.5	30. 耐圧	75	30	0.5
No. 2-1	0.025	-257.5	5. 耐圧	125	60	0.5
-2	"	-257.5	5. 耐圧	135	70	0.5
-3	"	-257.5	8. 耐圧	125	50	0.5
-4	"	-257.5	8. 耐圧	120	40	0.5
-5	"	-257.5	8. 耐圧	115	50	0.5
-6	"	-257.5	30. 耐圧	120	45	0.5
No. 3-1	0.034	-257.5	5. 耐圧	200	70	0.5
-2	"	-257.5	5. 耐圧	190	70	0.5
-3	"	-257.5	8. 耐圧	>300	90	0.5
-4	"	-257.5	8. 耐圧	450	80	0.5
-5	"	-257.5	8. 耐圧	380	—	—
-6	"	-257.5	30. 耐圧	380	100	0.5

図 5 下ヒダ付 DC250kV 用酸化亜鉛形避雷器の均一汚損時の試験オシログラム

Fig.5 Uniform Slurry Test Oscillogram of DC 250kV Porcelain Type Surge Arresters with Special Sheds

(b)下ヒダなし DC250kV 酸化亜鉛形避雷器の耐汚損特性

スラリー法による下ヒダなしの DC250kV 用酸化亜鉛形避雷器の汚損試験は図 6 に示す手順により実施した。ここでは試験回数を 4 回にして短時間で評価した。汚損液はとの粉と塩水により調整し、塩分付着密度は下ヒダ付碍管と同様に 0.01, 0.02, 0.03mg/cm² を目標にした。スラリー法による均一汚損試験時の下ヒダなし DC250kV 用酸化亜鉛形避雷器の汚損試験結果は表 3 に、オシログラムは図 7 に示す。下ヒダなし避雷器の清浄時の直流漏れ電流は約 15 μ A 程度に対し、間欠的に最大 0.5mA が流れている。下ヒダ付に比較して外部漏れ電流が過渡的に大きくなる傾向があるが、当該下ヒダなしの避雷器は汚損度 0.01mg/cm² ~ 0.03mg/cm² に耐えている。

図 6 下ヒダなし DC250kV 用酸化亜鉛形避雷器の均一汚損手順
Fig.6 Uniform Slurry Test Procedure of DC 250kV Porcelain Type Surge Arresters with Nominal Sheds

図 7 下ヒダなし DC250kV 用酸化亜鉛形避雷器の均一汚損時のオシログラム
Fig.7 Uniform Slurry Test Oscillogram of DC 250kV Porcelain Type Surge Arresters with Nominal Sheds

表 3 下ヒダなし DC250kV 用酸化亜鉛形避雷器のスラリー法による汚損試験結果

Table 3 Uniform Slurry Test Results of DC 250kV Porcelain Type Surge Arresters with Nominal Sheds

試験 NO.	等価塩分付着密度 [mg/cm ²]	直流電圧 (負極性) [kV]	電圧印加時間 [分]	外部漏れ電流 最大値 [mA]		内部漏れ電流 最大値 [mA]
				電圧上昇中	定印時	定印時
0	清浄碍子	-257.5	30. 耐圧	—	—	—
No. 1-1	0.01	-257.5	5. 耐圧	210	30	0.5
-2	"	-257.5	5. 耐圧	200	30	0.5
-3	"	-257.5	8. 耐圧	220	30	0.5
No. 2-1	0.02	-257.5	5. 耐圧	300	60	0.5
-2	"	-257.5	5. 耐圧	380	60	0.5
-3	"	-257.5	8. 耐圧	380	60	0.5
No. 3-1	0.03	-257.5	5. 耐圧	450	80	0.5
-2	"	-257.5	5. 耐圧	480	90	0.5
-3	"	-257.5	8. 耐圧	500	100	0.5

3.2 スラリー法による不均一直流汚損 (上段側片側汚損)

酸化亜鉛形避雷器の不均一汚損試験については、部分汚損法として碍管下部を 400~500 $\Omega \cdot \text{cm}$ (0.005~0.01mg/cm² 相当) を塗布して試験する方法が ANSI C62.11-1987 で規定されている⁽³⁾。これに対し、筆者らは上段側碍管のみを 0.03mg/cm² で汚損して、下ヒダ付 DC250kV 用酸化亜鉛形避雷器の耐汚損特性 (特に内部素子の温度上昇) を求めた。これは碍管内部の酸化亜鉛素子の温度測定での光センサ部の絶縁を容易にすること、さらに頭部シールドによる内部素子間への電位分担を過酷側で評価することを考慮した。

図 8 は DC250kV 用酸化亜鉛形避雷器のスラリー法による不均一汚損試験 (部分汚損) の手順を示す。不均一汚損試験時には絶縁抵抗の変化により、碍管上下段内の素子間の電圧分担が変動することから、汚損後に電圧を印加するまでの時間が特に大切となる。図 9 は DC250kV 用酸化亜鉛形避

図 8 DC250kV 用酸化亜鉛形避雷器の不均一汚損 (部分汚損) 手順
Fig.8 Non uniform (Partial Wetting) Pollution Test Procedure of DC 250kV Porcelain Type Surge Arresters with Special Sheds

図 9 下ヒダ付 DC250kV 用酸化亜鉛形避雷器 (上段) の汚損後の絶縁抵抗と経過時間との関係 (スラリー部分汚損)
Fig.9 Transition of Insulation Resistance (Upper Unit) at Non Uniform (Partial Wetting) Pollution Test

雷器の汚損後の絶縁抵抗(上段)と経過時間との関係を示す。図 10 は DC250kV 用酸化亜鉛形避雷器の不均一汚損における試験オシログラムを示す。清浄時の内部漏れ電流は約 25 μ A 程度であるが、不均一汚損時の内部漏れ電流は上下段間の電圧分担の差により約 400 μ A に増加し、これに汚損による間欠的なパルス電流が重畳している。最大 0.5mA 流れるが、当該避雷器はフラッシュオーバーすることなく耐えている。

図 10 下ヒダ付 DC250kV 用酸化亜鉛形避雷器の不均一汚損時の試験オシログラム

Fig.10 Non Uniform Pollution Test Oscillogram of DC250kV Porcelain Type Surge Arresters with Special Sheds

3.3 霧中試験

ここでは上記のスラリー法に加えて、定印霧中法により汚損試験を実施した。

(a) 定印霧中試験

下ヒダなしの DC250kV 用酸化亜鉛形避雷器の定印霧中試験は図 11-(a)に示す手順により実施し、図 11-(b)は定印霧

図 11 下ヒダ付 DC250kV 用酸化亜鉛形避雷器の定印霧中試験手順と試験状況

Fig.11 Solid Layer Test Procedure and View of DC250kV Porcelain Type Surge Arresters with Special Sheds

図 12 下ヒダ付 DC250kV 用酸化亜鉛形避雷器の定印霧中試験における霧発生後の経過時間と絶縁抵抗との関係

Fig.12 Transition of Insulation Resistance of DC250kV Porcelain Type Surge Arresters with Special Sheds at Solid Layer Pollution Test

中試験状況を示す。図 12 は定印霧中試験における汚損度と DC250kV 用酸化亜鉛形避雷器の絶縁抵抗との関係を示す。霧発生後、碍管表面の絶縁抵抗は時間と共に低下していく。霧中試験ではスラリー汚損に比較して、絶縁抵抗が低下しないことから、霧中試験の方がやさしくなる。図 13 は汚損度 0.024mg/cm² における霧中試験の測定オシログラムを示す。霧発生時に部分放電が発生して、間欠的に漏れ電流(約 0.4mA)パルスが避雷器内部の酸化亜鉛素子に誘起するが、当該避雷器はフラッシュオーバーすることなく耐えている。

図 13 下ヒダ付 DC250kV 用酸化亜鉛形避雷器の定印霧中試験時の試験オシログラム

Fig.13 Solid Layer Pollution Test Oscillogram of DC250kV Porcelain Type Surge Arresters with Special Sheds

(b) スラリー均一汚損試験後での霧中試験

ここでは汚損液 0.03mg/cm² を通常の自然乾燥に代わり、前記の均一汚損試験による電圧印加により乾燥させた後、霧を発生させる方法を使った。この汚損試験方法の手順は図 14 に、試験状況は図 15 に示す。図 16 は汚損試験時のオシログラムを示す。この試験では汚損時の部分放電を

図 14 下ヒダなし DC250kV 用酸化亜鉛形避雷器の霧中試験手順
 Fig.14 Solid Layer Test Procedure of DC250kV Porcelain Type Surge Arresters with Nominal Sheds

図 15 下ヒダなし DC250kV 用酸化亜鉛形避雷器の霧中試験状況
 Fig.15 Solid Layer Pollution Test View of DC250kV Porcelain Type Surge Arresters with Nominal Sheds after Slurry Test

多数回発生させることができる。碍管表面は19分目の部分放電で、最後に680mA流れてフラッシュオーバー(F.O)した。下ヒダなしの碍管の汚損時フラッシュオーバーの限界性能が得られた。

図16 下ヒダなし DC250kV 用酸化亜鉛形避雷器のスラリー均一汚損試験後の霧中試験時のオシログラム

Fig.16 Solid Layer Pollution Test Oscillogram of DC250kV Porcelain Type Surge Arresters with Nominal Sheds after Slurry Test

4. 考察

二段積酸化亜鉛形避雷器の DC250kV 酸化亜鉛形避雷器の直流汚損特性を実験的に求めてきたので、ここでは避雷器碍管の漏れ電流と避雷器内部の温度上昇について考察する。

4.1 DC250kV 用酸化亜鉛形避雷器の下ヒダ付と下ヒダなしとの漏れ電流比較

上記の試験結果を整理すると、DC250kV 用酸化亜鉛形避雷器の碍管下ヒダ付と下ヒダなしの場合における碍管の直流漏れ電流は図17のように示すことができる。下ヒダなしの避雷器では下ヒダ付の場合に比して、電圧上昇中および

図17 DC250kV 用碍子形避雷器の下ヒダ付と下ヒダなし碍管との漏れ電流比較

Fig.17 Comparison of Leakage Current of DC250kV Porcelain Type Surge Arresters

上昇後の電圧印加状態の定印時のいずれに状態においても碍管表面の外部漏れ電流の増加が大きい。一方、下ヒダ付碍管では碍管表面直流漏れ電流が低減され、顕著に優れていることが分かる。なお、汚損時の避雷器内部電流としてはこれらの供試器での大差は認めにくい。

4.2 汚損試験時の内部温度上昇について

筆者らは直流汚損試験に際し、JEC-217-1984に規定されていないが、図18に示すように光温度検出センサ⁽⁴⁾を避雷器下段碍管内の中央と下部に配置して、避雷器内部の酸化亜鉛素子温度が連続して検出できるようにして評価した。

① 均一直流汚損時の酸化亜鉛素子の温度上昇

下ヒダ付 DC250kV 酸化亜鉛形避雷器は汚損度 $0.01\text{mg}/\text{cm}^2 \sim 0.03\text{mg}/\text{cm}^2$ において、内部電流には間欠的に小さなパルス電流が流入するが、汚損試験時の酸化亜鉛素子の温度上昇は数℃程度であり、異常な温度上昇は認められなかった。

② 不均一直流汚損時の酸化亜鉛素子の温度上昇

当該避雷器の課電率は清浄時約73%程度であるが、不均一汚損による内部素子間の電位変動により直流漏れ電流値が増加し、さらに間欠的なパルス電流が重畳して内部の酸化亜鉛素子が温度上昇する。図19は下ヒダ付 DC250kV 酸化亜鉛形避雷器の不均一汚損試験における酸化亜鉛素子の温度上昇の測定オシログラムを示す。内部の酸化亜鉛素子は約20℃程度温度上昇していることが分かる。この温度では注入エネルギーが $54\text{J}/\text{cm}^3$ 程度であり、酸化亜鉛素子の耐量値 $250\text{J}/\text{cm}^3$ ⁽⁷⁾⁽¹³⁾ 以下につき避雷器は耐えることが分かる。

図18 DC250kV 用碍子形避雷器の内部温度測定
Fig.18 Internal Temperature Measurements of DC250kV Porcelain Type Surge Arresters

図19 DC250kV 用碍子形避雷器の不均一汚損時の温度上昇
Fig.19 Temperature Rise of DC250kV Porcelain Type Surge Arresters with Special Sheds at Non Uniform (Partial Wetting) Pollution Test

上述のように、避雷器内部の温度上昇を測定することにより、避雷器上下段間の不均一汚損による熱暴走⁽¹¹⁾発生の危険性の判定を行うことができる。

5. まとめ

汚損時の課題は潮風による自然汚損、台風による急速汚損、潮風台風後の湿潤などの異常な気象による自然現象に起因して発生する。ここでは異常な使用状態である極端な場合を想定して、直流による二段積酸化亜鉛形避雷器の汚損性能をスラリー法と各種の試験方法で求めた。試験精度のバラツキなどがあるが、本研究で得られた成果は次の通りである。

(1) 当該 DC250kV 用酸化亜鉛形避雷器（下ヒダ付）は、汚損度 $0.01 \sim 0.03 \text{ mg/cm}^2$ においてスラリー法による直流汚損試験に耐えることが実験的に検証できた。

(2) 高課電率の直流用酸化亜鉛形避雷器において、スラリー法による均一汚損では避雷器内部の酸化亜鉛素子の温度上昇はほとんどないが、不均一汚損（部分汚損）になると避雷器内部の酸化亜鉛素子の温度上昇が顕著に現れる。これは、避雷器内部に光温度検出センサを内蔵することで検出ができ、熱暴走発生の危険性の判定ができる。

(3) 下ヒダ付避雷器碍管は、下ヒダなしの碍管表面漏れ電流に比較して低減されることから、直流耐汚損特性が優れる。

（平成8年5月27日受付，同8年9月2日再受付）

文献

- (1) 高梨，白川他：「定格 392kV 超高压直流避雷器」，昭和 51 年電学全国大会 631 (1976)
- (2) 横倉，高梨，白川他：「392kV 直流避雷器の長期課電実証試験（第 1 報）」，昭和 53 年電学全国大会 780 (1978)
- (3) MTakanashi, T.Yokokura, S.Maruyama, J.Ozawa, S.Shirakawa: "Operating Duty Test of Surge Arresters for HVDC Transmission Line", IEEE PAS Vol.PAS-96, no.4, July/August 1977
- (4) 山崎，小林，沢，水越，白川：「交直変換用避雷器監視装置」，電学論 B, 113 巻 4 号，平成 5 年，(1993)
- (5) S.Shirakawa, A.Mizukoshi, M.Hatano, M.Sampei, M.Sakai, : "DC250kV Surge Arresters using Polymer Housings for the Hakodate Converter Station", 8th, ISH, 78.03, 1993
- (6) 白川，伊藤，寺門，飯村，水越：「磁気吹消形避雷器の経年劣化とその対応」，電学論 B, 116 巻 1 号，平成 8 年(1996)
- (7) 酸化亜鉛形避雷器の特性評価調査専門委員会：「酸化亜鉛避雷器の特性と評価試験法」，電学技術報告第 474 号，1993
- (8) 白川：「酸化亜鉛形避雷器の最近の動向」，電学論 B, 114 巻 5 号，平成 6 年(1994)
- (9) 白川，伊藤，大石：「超高压系統用碍子形避雷器の耐汚損評価」，電学論 B, 115 巻 3 号，平成 7 年(1995)
- (10) UHV 送電特別委員会：「UHV 直流送電に関する研究」，電力中央研究所委員会報告 Z85802, 1985
- (11) 避雷器標準委員会：「酸化亜鉛形避雷器」，JEC-217-1984, 電気学会電気規格調査会標準規格，1984
- (12) 内藤，川口，伊藤：「750kV 直流汚損試験設備」，NGK レビュー，第 44 号，昭和 58 年(1983)
- (13) 中田，山田，大石，白川：「1,000kV 用避雷器の短時間過電圧耐量について」，電学論 B, 115 巻 11 号，平成 7 年，(1995)

白川 晋吾

（正員） 1944 年 3 月 8 日生。1966 年 3 月山口大学工学部電気工学科卒業。1968 年 3 月九州工業大学大学院工学研究科電気工学専攻修了。(株)日立製作所入社。以来、国分工場遮断器設計部にて、主に避雷器、セラミックス抵抗体式ガス絶縁 NGR の開発業務に従事。工学博士(九州大学)。現在、国分工場遮断器設計部主任技師。

緒引 聡史

（正員） 1970 年 3 月 1 日生。1992 年 4 月茨城大学理学部物理学科卒業。(株)日立製作所入社。以来、国分工場にて、主に避雷器の業務に従事。

四方 学

（正員） 1961 年 4 月 19 日生。1982 年 3 月舞鶴工業高等専門学校電気工学科卒業。関西電力(株)に入社。主として、変電関係業務に従事。現在、同社電力システム室大電力送電チーム所属。

山地 幸司

（正員） 1950 年 2 月 11 日生。1973 年 3 月京都大学工学部電気工学科卒業。四国電力(株)に入社。以来、系統運用部，送変電部，企画部にて、主として系統運用，系統計画，変電関係の業務に従事。現在、同社送変電部橋湾系統プロジェクトチーム主査。電気学会四国支部総務幹事。

畑野 雅幸

（正員） 1961 年 4 月 2 日生。1984 年 3 月北海道大学工学部電気工学科卒業。電源開発(株)に入社。以来、主として直流送電関係の技術開発，北海道一本州間連系設備の設計，工事の施工管理，連系試験に従事。現在、同社直流技術担当課長代理。