



# 目 次

第1章 絶縁試験の目的と意義	(1)
1.1 緒 言	(1)
1.2 絶縁特性試験の目的と意義	(2)
1.2.1 まえがき	(2)
1.2.2 直流試験および絶縁抵抗計による試験 (メガー試験)	(2)
1.2.3 誘電正接試験	(3)
1.2.4 交流電流試験	(4)
1.2.5 部分放電試験	(4)
1.3 絶縁耐力試験の種類と意義	(5)
1.3.1 交流電圧試験	(5)
(1) 交流耐電圧試験	(6)
(2) 長時間交流耐電圧試験	(6)
(3) 注水交流耐電圧試験	(7)
(4) 交流破壊電圧試験	(7)
(5) 人工塩じん汚損交流電圧試験	(7)
1.3.2 衝撃電圧試験 (雷インパルス試験)	(8)
1.3.3 開閉インパルス試験	(9)
1.3.4 直流電圧試験	(10)
1.4 絶縁試験の種類	(11)
1.4.1 絶縁特性試験	(11)
(1) 直流試験	(11)
(2) 絶縁抵抗計による試験 (メガー試験)	(11)
(3) 誘電正接試験	(11)
(4) 交流電流試験	(11)
(5) 部分放電試験	(11)
1.4.2 絶縁耐力試験	(12)
(1) 交流電圧試験	(12)
(2) 衝撃電圧試験 (雷インパルス試験)	(12)
(3) 開閉インパルス試験	(13)
(4) 直流電圧試験	(13)

第2章 試験電圧の発生 .....	(15)
2.1 交流電圧の発生 .....	(15)
2.1.1 試験用変圧器 .....	(15)
(1) 構造 .....	(15)
(2) 回路条件 .....	(17)
(3) 定格の決定 .....	(18)
(4) 共振現象 .....	(20)
(5) 外部部分放電の抑制 .....	(20)
2.1.2 試験用変圧器の電源 .....	(21)
(1) 電圧制御方法 .....	(21)
(2) 電圧波形の改善方法 .....	(21)
2.1.3 直列共振による交流高電圧の発生 .....	(22)
2.1.4 超低周波電圧の発生 .....	(23)
2.2 直流電圧の発生 .....	(24)
2.2.1 絶縁試験のための直流高電圧 .....	(24)
2.2.2 直流高電圧の発生 .....	(24)
(1) 直流高電圧の発生方法 .....	(24)
(2) 基本的な整流回路 .....	(26)
2.2.3 直流高電圧発生 の原理と実例 .....	(28)
(1) 整流形直流高電圧発生装置 .....	(29)
(2) 静電的直流高電圧発生装置 .....	(35)
2.3 衝撃電圧の発生 .....	(37)
2.3.1 衝撃電圧に関する定義 .....	(38)
2.3.2 波形の表示, 標準衝撃電圧 .....	(40)
2.3.3 衝撃電圧発生 の基本回路 .....	(40)
2.3.4 多段式衝撃電圧発生器 .....	(42)
2.3.5 衝撃電圧発生器の回路要素 .....	(43)
(1) 直流発生装置 (充電装置) .....	(43)
(2) 充電用コンデンサ .....	(43)
(3) 充電抵抗 .....	(44)
(4) 制動抵抗 .....	(44)
(5) 火花連絡ギャップ .....	(45)
(6) 始動ギャップ .....	(45)
(7) 波頭調整用コンデンサおよびインダクタンス .....	(46)

(8) 始動パルス発生回路	(47)
(9) 充電特性および火花連絡特性の改善	(48)
2.3.6 発生電圧波形の調整	(49)
(1) 波頭長、波尾長と回路定数との関係	(50)
(2) 発生波形が与えられた場合の回路定数の決定	(51)
(3) 回路定数が与えられた場合の発生波形の決定	(55)
(4) 計算例	(60)
2.3.7 衝撃電圧発生器の実例	(62)
(1) 衝撃電圧発生器の回路例	(64)
(2) 衝撃電圧発生器例	(64)
2.3.8 急しゅん波衝撃電圧の発生	(65)
(1) 衝撃電圧発生器を流用する方法	(65)
(2) 急しゅん波衝撃電圧発生用気中ギャップを使用する発生法	(65)
(3) 放電時間を制御した急しゅん波衝撃電圧発生回路	(67)
(4) 高気圧ガスギャップを用いた発生法	(68)
(5) 直線上昇波衝撃電圧の発生	(68)
2.3.9 さい断波衝撃電圧の発生	(70)
(1) さい断回路	(70)
(2) さい断までの時間	(71)
(3) 多段式さい断ギャップ	(75)
(4) さい断ギャップ例	(77)
2.4 開閉インパルスの発生	(78)
2.4.1 開閉インパルスに関する定義	(78)
2.4.2 波形の表示、標準および準標準開閉インパルスならびに裕度	(79)
(1) 波形の表示	(79)
(2) 標準開閉インパルス電圧	(80)
(3) 波形、波高値の裕度	(80)
2.4.3 開閉インパルス発生回路	(81)
(1) 衝撃電圧発生器を用いる方法	(86)
(2) 衝撃電圧発生器と変圧器とを用いる方法	(86)
(3) イグナイトロンと変圧器とを用いる方法	(87)
2.5 衝撃電流の発生	(88)
2.5.1 衝撃電流に関する定義	(88)
2.5.2 波形の表示、標準衝撃電流	(88)
2.5.3 衝撃電流発生の基本回路	(90)

2.5.4	衝撃電流発生器 .....	(91)
2.5.5	発生電流波形, 波高値の調整 .....	(93)
	(1) 波形および波高値が与えられた場合の回路定数ならびに 充電電圧の決定.....	(93)
	(2) 回路定数 $R, L, C$ および充電電圧が与えられた場合に おける発生波形ならびに波高値の決定.....	(94)
	(3) 方形波衝撃電流の発生波形および波高値の決定.....	(94)
	(4) 計算例.....	(94)
<b>第3章</b>	<b>試験電圧の測定 .....</b>	<b>(99)</b>
3.1	交流電圧の測定 .....	(99)
3.1.1	交流電圧の測定精度 .....	(99)
3.1.2	球ギャップによる測定 .....	(99)
	(1) 電圧測定範囲.....	(99)
	(2) 標準球ギャップ .....	(100)
	(3) 球の状態 .....	(102)
	(4) 標準球ギャップのフラッシュオーバ電圧 .....	(102)
	(5) フラッシュオーバ電圧の大気状態に関する補正 .....	(102)
	(6) 予備フラッシュオーバ .....	(104)
	(7) 校正フラッシュオーバ .....	(105)
	(8) 試験電圧の印加 .....	(106)
	(9) 保護抵抗 .....	(106)
	(10) 球ギャップによる交流電圧測定精度に影響する要因 .....	(106)
3.1.3	高電圧コンデンサによる測定.....	(108)
	(1) 高電圧コンデンサによる測定法の種類 .....	(108)
	(2) 容量分圧器としての測定 .....	(108)
	(3) コンデンサ充電電流による測定 .....	(109)
	(4) 測定要素 .....	(110)
	(5) 高電圧コンデンサによる測定に関する注意 .....	(111)
3.1.4	計器用変圧器による測定.....	(111)
3.1.5	その他の測定法.....	(112)
	(1) 試験用変圧器を計器用変圧器として用いる方法 .....	(112)
	(2) 試験用変圧器の一次側あるいは計器用巻線より高電 圧を推定する方法 .....	(112)
	(3) 高電圧高抵抗による方法 .....	(112)

(4) 静電電圧計による測定 .....	(112)
<b>3.2 直流電圧の測定</b> .....	(112)
3.2.1 直流電圧の測定精度 .....	(112)
3.2.2 球ギャップによる測定 .....	(113)
3.2.3 分圧器による測定 .....	(114)
3.2.4 高抵抗を倍率器に用いる方法 .....	(114)
3.2.5 静電電圧計による測定 .....	(115)
3.2.6 回転電圧計による測定 .....	(115)
3.2.7 脈動の大きさの測定 .....	(116)
(1) 分圧器とオシログラフによる測定 .....	(116)
(2) フィルタを通した測定 .....	(116)
(3) 高電圧コンデンサの充電電流を整流する方法 .....	(117)
(4) 回転電圧計による方法 .....	(117)
3.2.8 物理現象を利用した直流高電圧の測定 .....	(117)
3.2.9 その他の測定方法 .....	(117)
<b>3.3 衝撃電圧の測定</b> .....	(117)
3.3.1 衝撃電圧の測定精度 .....	(118)
3.3.2 球ギャップによる測定 .....	(121)
(1) 電圧測定範囲 .....	(121)
(2) 標準球ギャップ .....	(121)
(3) 標準球ギャップのフラッシュオーバ電圧 .....	(121)
(4) 50%フラッシュオーバ電圧の大気状態に関する補正 .....	(121)
(5) 予備フラッシュオーバ .....	(122)
(6) 衝撃電圧試験における電圧測定方法 .....	(122)
3.3.3 陰極線オシログラフによる測定 .....	(124)
(1) 衝撃電圧測定回路 .....	(124)
(2) 分圧器の種類 .....	(124)
(3) 分圧器の応答特性 .....	(126)
(4) 分圧器の周波数特性 .....	(131)
(5) 陰極線オシログラフ .....	(134)
(6) 測定ケーブル .....	(137)
(7) 分圧器と測定ケーブル・オシログラフとの接続回路 .....	(139)
(8) 分圧器と接続線を含めた測定系の応答特性 .....	(143)
(9) 分圧回路の測定誤差 .....	(148)
(10) 分圧回路の校正法 .....	(156)

(11) 測定技術 .....	(162)
(12) 衝撃電圧測定用分圧器 .....	(165)
<b>3.4 開閉インパルス電圧の測定</b> .....	<b>(176)</b>
3.4.1 開閉インパルス電圧の測定精度 .....	(176)
3.4.2 球ギャップによる測定 .....	(177)
(1) 標準球ギャップ .....	(177)
(2) 球ギャップのフラッシュオーバー電圧 .....	(177)
(3) 開閉インパルス試験における電圧測定方法 .....	(177)
3.4.3 陰極線オシログラフによる測定 .....	(178)
(1) 分圧回路 .....	(178)
(2) 分圧器の種類 .....	(178)
(3) 分圧回路の構成 .....	(179)
(4) 分圧回路の特性 .....	(180)
(5) 開閉インパルス電圧測定用分圧器 .....	(180)
<b>3.5 衝撃電流の測定</b> .....	<b>(184)</b>
3.5.1 衝撃電流の測定精度 .....	(184)
3.5.2 陰極線オシログラフによる測定 .....	(184)
(1) 衝撃電流の測定回路 .....	(184)
(2) 分流器 .....	(185)
(3) 分流回路の構成 .....	(186)
(4) 分流回路の応答特性 .....	(187)
(5) 分流回路の特性 .....	(187)
(6) 分流回路の校正法 .....	(188)
3.5.3 その他の測定 .....	(189)
(1) ログウスキーコイルによる測定 .....	(189)
(2) レーザを利用した測定 .....	(189)
<b>第4章 絶縁特性試験</b> .....	<b>(195)</b>
<b>4.1 直流試験</b> .....	<b>(195)</b>
<b>4.1.1 直流絶縁特性試験の種類</b> .....	<b>(195)</b>
(1) 電圧-時間特性 .....	(195)
(2) 絶縁抵抗 .....	(197)
(3) 絶縁抵抗-温度特性 .....	(198)
(4) 絶縁抵抗-電圧特性 .....	(198)
<b>4.1.2 試験回路および試験装置</b> .....	<b>(199)</b>

(1) 試験回路 .....	(199)
(2) 試験装置 .....	(200)
4.1.3 試験方法 .....	(201)
4.1.4 試験結果の考察 .....	(202)
(1) 電流 - 時間特性 .....	(203)
(2) 絶縁抵抗 - 温度特性 .....	(206)
(3) 絶縁抵抗 - 電圧特性 .....	(206)
4.2 絶縁抵抗計による試験 (メガー試験) .....	(207)
4.2.1 測定器 .....	(208)
4.2.2 試験方法 .....	(209)
4.2.3 試験結果の考察 .....	(209)
4.3 誘電正接試験 ( $\tan \delta$ 試験) .....	(211)
4.3.1 絶縁物の誘電正接特性 .....	(211)
(1) 誘電正接 .....	(211)
(2) $\tan \delta$ - 電圧特性 .....	(213)
(3) $\tan \delta$ - 温度特性 .....	(214)
4.3.2 試験装置および試験回路 .....	(214)
(1) 試験用電源 .....	(214)
(2) シェーリングブリッジ .....	(214)
(3) 逆シェーリングブリッジ .....	(217)
(4) 簡易シェーリングブリッジ .....	(217)
(5) 携帯用損失角計 .....	(218)
(6) その他の測定器 .....	(218)
4.3.3 試験方法 .....	(218)
4.3.4 試験結果の考察 .....	(220)
(1) $\tan \delta$ 値 .....	(220)
(2) $\tan \delta$ - 電圧特性 .....	(222)
(3) $\tan \delta$ - 温度特性 .....	(224)
4.4 交流電流試験 .....	(225)
4.4.1 絶縁物の交流電流特性 .....	(225)
4.4.2 試験回路および試験装置 .....	(227)
(1) 試験回路 .....	(227)
(2) 試験装置 .....	(228)
4.4.3 試験方法 .....	(228)
4.4.4 試験結果の考察 .....	(229)



4.5	部分放電試験	(230)
4.5.1	部分放電の性質	(231)
	(1) 部分放電の概念	(231)
	(2) 部分放電の発生状態	(231)
	(3) 部分放電の強さ	(232)
4.5.2	試験方法	(236)
	(1) 用語の定義	(237)
	(2) 測定回路	(239)
	(3) 試験手順と校正	(249)
	(4) 試験結果の表示	(252)
	(5) パルス電流法以外の測定方法	(253)
4.5.3	各種供試体に対する試験	(255)
	(1) 回転機	(256)
	(2) 油入変圧器	(258)
	(3) その他の機器	(263)
	(4) ケーブル	(267)
第5章	絶縁耐力試験	(277)
5.1	一般事項	(277)
5.1.1	絶縁耐力試験の種類	(277)
5.1.2	試験条件	(277)
	(1) 供試物の配置	(277)
	(2) 大気状態に関する補正	(278)
	(3) 注水条件	(281)
	(4) 人工汚損試験条件	(283)
5.2	交流電圧試験	(284)
5.2.1	一般事項	(285)
	(1) 交流電圧	(285)
	(2) 電圧の印加法	(285)
5.2.2	交流電圧試験法	(285)
	(1) 乾燥交流耐電圧試験	(285)
	(2) 長時間交流耐電圧試験	(286)
	(3) 注水交流耐電圧試験	(286)
	(4) 交流破壊電圧試験	(286)
	(5) 人工汚損試験	(287)

(6) 活線洗浄試験	(297)
(7) 結露試験	(299)
(8) 誘導試験	(299)
5.2.3 試験例	(301)
(1) 回転電気機械一般	(301)
(2) 変圧器	(302)
(3) コンデンサ形計器用変圧器	(303)
(4) 計器用変成器	(303)
(5) 交流しゃ断器	(305)
(6) 断路器	(306)
(7) 避雷器	(307)
(8) ブッシング	(308)
(9) OFケーブル	(309)
(10) 絶縁油	(310)
(11) がいし	(311)
(12) 電気絶縁材料一般	(311)
5.3 直流電圧試験	(312)
5.3.1 試験電圧	(312)
5.3.2 試験手順	(312)
(1) 耐電圧試験	(313)
(2) 破壊試験	(313)
5.3.3 ケーブルの直流試験	(313)
5.3.4 直流耐電圧試験の今後の検討事項	(315)
5.4 衝撃電圧試験	(316)
5.4.1 衝撃耐電圧試験	(316)
5.4.2 50%フラッシュオーバ試験	(316)
(1) 昇降法	(318)
(2) 補間法	(319)
5.4.3 衝撃破壊試験	(320)
5.4.4 電圧時間曲線試験	(320)
5.4.5 試験例	(322)
(1) 回転機	(322)
(2) 静止誘導機器	(325)
(3) ブッシング	(336)
(4) しゃ断器・断路器	(337)

(5) 避電器 .....	(338)
(6) ケーブル .....	(339)
(7) がいし .....	(341)
<b>5.5 開閉インパルス電圧試験.....</b>	<b>(342)</b>
5.5.1 開閉インパルス耐電圧試験.....	(343)
5.5.2 50%フラッシュオーバー試験.....	(343)
5.5.3 開閉インパルス破壊試験.....	(343)
5.5.4 電圧時間曲線試験.....	(345)
5.5.5 外部絶縁の開閉インパルス電圧試験.....	(348)
(1) 試験法 .....	(348)
(2) 試験の実例 .....	(348)
5.5.6 内部絶縁の開閉インパルス電圧試験.....	(349)
(1) 試験波形 .....	(350)
(2) 試験回数および故障判定 .....	(350)
(3) 開閉インパルス電圧の試験回路 .....	(351)
(4) 0%継続時間の決定法 .....	(352)
(5) 試験例 .....	(353)