

第5章 設備の保守と保安

鉱山における電気設備の故障並びに災害の防止には、計画、施工、使用、点検整備に当たって、機器、回路の特質を十分に把握し、現場の操業条件、機器移設、系統などの変化に柔軟に対応できる簡明、確実、かつ極力保守に手のかからない機器並びに方式を選ぶ。また、現場適用前には、十分整備、性能確認を行うように努める。

また、操業中においては、点検、整備により事故発生の原因を除くよう心掛ける。保安確保のため、法規、規則を守ることがもとより、これらの法規制が、どのような災害発生を予測して作られたか、その背景を理解することが重要である。

万一故障が発生した際は、被害範囲を最小に抑え、他の災害の誘発を防止するため、保護装置を整え、状況変化に対応した事故・災害防止措置をとる等の絶えざる配慮が必要である。

1 検査と整備

(1) 使用前検査

設備の新設、変更のときに行う検査で、電車や巻上機など重要なものは、監督官庁の立会検査を要する。

(2) 定期検査・日常検査

坑内では、天盤、支保の変動が多く、また比較的狭い空間を利用しているため、電気工作物は常に巡回により異状の有無を検査し、異状があった場合は、直ちに対策して故障や事故を未然に防がねばならない。比較的安全な機器で据付場所の良い箇所のもは、日を定めて定期的な検査を行い、巡回検査によっては検査できない接地抵抗測定、絶縁抵抗測定、内部検査およびギャップ測定などは精密検査として、定期的実施することが必要である。定期検査の中には、特に重要なものは監督官庁の立会検査を要するものがあり、鉱山法規で規制されている。

(3) 整備

日常において、いかに検査しても不良点が多くあれば、その対策に苦慮するものである。そのためにも、日頃の整備、とりわけ坑内に持ち込む前の整備が重要である。整備された機器および管理された予備品により、一刻も早く原形復旧の手を打つことが大切である。

2 電気災害およびその対策

(1) ガス、炭じんの爆発

保安規則には、ガス濃度が常時1.5%を超える箇所には電気品は設置できないことが規定されているが、甲種炭坑の掘進現場等では、常時はガスがなくても掘進が進むにつれてガス湧出が多くなることも考えられる。このような恐れのある箇所では、ガス自動警報器を設置し、自動的に電源を遮断し、

また、警報を発するようにする。

炭じんが電気により着火することはまれで、ガス爆発後の二次的な着火爆発が多い。散水などにより炭じんを抑えることが必要である。

(2) 電気による火災

火災要因は、火源と可燃物である。

火源としては短絡、地格による絶縁破壊時のアーク、過電流持続による導体発熱、導体接続部の接触抵抗増加による発熱等がある。電気溶接機のアークも着火源となる。また、落雷により油入変圧器が破損したり、遮断容量不足の油入遮断器で短絡電流を遮断した際に容器が破損した場合、飛散した油に着火することもある。

火源から可燃性絶縁物（ゴム、ポリエチレン、油等）に着火し、さらに近辺の可燃物に延焼する。

電気火災の対策として、次のような事項が考えられる。

① 機器、機材の選定

絶縁耐力、電流量等仕様に余裕を持たせるとともに、不燃性、難燃性機器機材（乾式変圧器、真空、磁気遮断器等非油入形の遮断器、クロロブレン、ビニルシース等の難燃性ケーブル）を採用。

② 保護設備

過電流継電器、地絡継電器等により速やかに異常を検出、遮断器で故障回路を遮断し、火源の持続を絶つこと。架空地線等で落雷による異常電圧の防止、更に避雷器により異常電圧を安全に逃がすことによる電気事故の防止。

③ 保守管理、施工

導体接続および接地工事を確実に行う。温度上昇の可能性のある箇所は、温度計、サーモラベル等で監視、また定期的な絶縁測定、保護装置の定期的機能の確認等による電気事故の予防。

④ 延焼防止

近辺に可燃物を置かないこと。屋内の場合防火構造とすること。適切な機器間隔をとること。メタルエンクローズド形とすることも有効である。

⑤ 消火設備

電気設備に使用できる形式のものを、火災発生時近づきやすい場所に設置する。また発電機等の大形機器では、火災発生時自動的に炭酸ガスを機器に噴射する方法も採られる。

(3) 電気雷管の誤発

電気雷管は100mA以上の電流が流れると爆発の可能性があるが、一方50mA以下では絶対に発火しない。という仕様が定められている。しかし、電気品の故障の際には、漏えい電流や迷走電流で問題が生じることがある。発破母線の取扱い、漏えい電流の制限等十分気を配ることが必要である。

(4) 感電事故

表 4.9 人体の通過電流による反応

感電事故は、身体の状態あるいは周囲の状況によって著しく異なるが、電撃の強さは人体を流れる電流値によると考えられる。人体の通過電流による反応を表4.9に示す。

電流の大きさ	感 電 状 態
1 mA	電気をわずかに感じる程度
5 mA	相当の痛感、ケイレンを起こす
10 mA	苦痛に堪えられない
20 mA	筋肉の緊縮により、自ら回路から離れられない
50 mA	生命の危険大
100 mA	致命的である

人体内の抵抗は150～500 Ω であるが、接触部の抵抗が大きくなり左右する。汗をかいたり、手足がぬれている場合は抵抗が小さくなり、数十ボルトの低い電圧でもかなりの電流が流れ、致命的となることがある。

感電事故の原因としては、次のような場合がある。

- ① 機器の絶縁が劣化し、かつ金属性の外被が接地されておらず、このため、通常非充電部であるべき外被が、漏電により充電が持続した状態になり、これに人体が接触する。
- ② 高電圧またはサージ電流が低圧回路に進入する。低電圧機器は耐圧強度、絶縁抵抗とも低く、かつ人体が外被や絶縁物に触れる確率が高い。
- ③ 静電気が帯電しやすい状態で、接地していない金属に人体が触れる。

人体が電気導体加電部に触れるケースとして、次のような場合がある。

- ① 電気関係者以外が、誤って危険な高圧機器設置場所に入る。
- ② 電気作業員の感電事故の原因として、次のような場合がある。
 - a) 停電作業開始前の停電確認不十分である。
 - b) 作業場所が狭く、作業中に近辺加電部に触れる。
 - c) 足場等が悪く、転落しそうになり近辺加電部に触れる。
 - d) 停電作業中誤って電源スイッチが投入される。
 - e) 活線作業の場合の絶縁台、手袋、靴等の絶縁が不良である。

電気設備設置場所の湿気が多いと絶縁劣化、感電事故が発生しやすい。この対策には次のような方法がある。

- ① 極力加電部を露出せず、機器を金属外被で覆い、外被の接地を確実にする（坑内では10 Ω 以下の接地抵抗とする）。
- ② 漏電した場合、速やかに警報遮断するよう、接地継電器、漏電遮断器等を設置する。絶縁耐力および絶縁抵抗が十分大きな機器を採用するとともに、設備容量に余力を見ることにより絶縁劣化を防止し、かつ定期的な絶縁管理を行う。
- ③ 変圧器は二次側の接地を行うか、混触予防板付のものをを用いる。一次二次混触の際は、速やかに遮断する開閉装置を備える。サージ侵入に対しては、避雷器、サージアブソーバ等を設置し接

地を確実にする。

- ④ 静電帯電の起きやすい金物は接地する。
- ⑤ 導体加電部接触による感電防止対策としては、
 - a) 高圧電気設置場所は柵で囲い、警標を掲げ、関係者以外の侵入を禁止する。
 - b) 電気設備設置場所は乾燥した場所を選び、保全作業に必要なスペースをとる。
 - c) またスペースが十分に得られない場合は、近辺加電部を絶縁板等で隔離する。
 - d) 停電作業の際は、事前に検電器で停電を確認、導体部の接地を行う。
 - e) また停電作業中誤って電源スイッチの投入がなされないよう制御スイッチの鎖錠を行い、作業中の警標を掲げる。
 - f) また活線作業は極力回避することが望ましいが、実施の場合は、絶縁台、手袋、靴等の絶縁チェックが必要である。

(5) 静電気

静電気は、電気設備とは直接関係はないが、固体（粒子を含む）と固体または液体（粒子を含む）と固体の摩擦、または固体（フィルム等）の剥離等の力学的エネルギーが加えられた際、電荷の分離によって各々が帯電する現象であり、運動が急激であるほど分離する電荷が大きくなる。

一方または双方が絶縁物の場合、帯電量は徐々に増加して電位差が大きくなり、大気等の耐圧限度を超えると火花放電により、蓄積された静電エネルギーを放出する。静電エネルギーはエネルギー量（ジュール）としては大きくないが時間的に局部的に集中して放出されるため、可燃性ガス（メタン）中では着火の原因となる（メタン濃度5～15%で0.28mJで着火）。また雷管の誤発や人体への電撃の原因となる。特に、炭坑におけるガス突出の際は問題となる。

これらの対策は、鉱業労働災害防止協会発行の「静電気災害防止対策とその技術解説」に述べられている。主な静電気発生箇所は局部通風用ビニール風管の補強金具、圧気やガス誘導用ゴムホース、ビニール管等の接続金具、口金、岩粉散布用ホースノズル等がある。

静電気災害防止対策としては、次のような事項が考えられる。

- a) 電荷の蓄積を防止するため、風管ホースの金具類を接地する。
- b) 風管、ホース、シート類の素材（ビニール、ゴム等）にカーボン粉等を混入、あるいは表面処理を行って導電性を与えたものを用いる（帯電防止処理という）。
- c) 静電気発生の原因となる風管中の粉じん、圧気中のミスト、鉄錆粉等を除き、清潔に保つ。
- d) 流速を下げる。
- e) 湿度が70%以上になると表面の絶縁性が下がり帯電し難くなるので、スプレー等で空気を加湿する。
- f) 雷管については「耐静電気雷管」という、管体と脚線の間に2000PF、8kV（64mJ）を印加した場合に発火しないものを使用する。
- g) 帯電しやすい風管による静電誘導を防止するため、電線と風管の離隔距離を十分取る。

なお帯電防止処理した風管は接地しないと、火花放電時のエネルギーが処理しないものより大きくなり、かえって危険となることがあるため、必ず接地することが必要である。

またガス突出の際の救護隊員や雷管取扱者は、導電性のある帯電防止用服・靴の着用が、静電気事故防止に有効である。