

2章

守りの設計品質改善事例

1. 事例研究

事例1：発煙事故

1章 事例1の発煙事故についてその原因と対策までの手順を考えてみよう。

(事例研究として想定原因を基にしているため、実際の対策内容と異なる)

1. 発煙事故の因果関係と設計ミス要因の絞り込み

この問題は、グリスが熱により炭化し、そのため接点間が導通し、その発熱によりグリスが発煙に至ったという不具合である。

「グリスの選定不適切」→「接点のアーク放電」→「グリスの炭化」→「グリスの絶縁性の低下と可動接点の摩耗による金属粉の堆積」→「接点間が導通」という物理的なメカニズム(因果関係)により発煙に至った。

これらの因果関係は、イグニッションスイッチ(図5)内部の詳細な分析結果から、あるいは再現実験結果から導き出すことができる。では、なぜ設計者はそのようなグリスを選定してしまったのかを図3に示す設計工程の4M分類から以下の要因を事実に基づいて抽出する。

- ①設計者は、グリスを選定する知識や経験が不足していた。
- ②設計基準書の中に、発熱部分、アーク放電箇所使用するグリスなど、選定基準が記載されていない。
- ③グリスの熱による変化(炭化)により、使用時にどのようなリスクを生じるのかを評価していない。また、実際のグリスを用いて耐久評価を実施していない。

2. 設計ミスの原因と対策

以上3つの設計ミス要因の中から事実に基づい

て、原因を特定する。もちろん原因が複数の場合もある。

原因を特定したら、それを取り除く対策を講じる。

- ①グリスの選定基準を見直し、熱に強いグリスの選定を行い確認実験を行う
- ②問題なければ、製造部門にグリス変更の設計変更通知を出す。

そして、再発を防ぐため設計規定、ノウハウ集に本不具合事例を登録する。同時に以下のことにも取り組む。

- ①設計者に対し、グリスを選定するために必要な知識の教育を実施する
- ②設計基準書の中に、発熱部分に使用するグリスの選定基準を記載する
- ③耐熱性グリスを選定し、使用時にどのようなリスクが生じるのかを再検証する。また、発熱部に使用している部品をすべてリストアップし、リスクの有無を検証する

上記の対策により、以後この製品のグリスによる発煙事故は発生しなくなる。しかし、この対策だけでは、事例1と同様の不具合がなくなるだけで、類似の不具合は防ぐことはできない。

3. 設計システムの原因究明と再発防止対策

第2段階として、図3の「なぜ防止できなかった

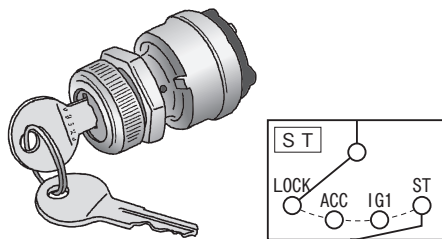


図5 イグニッションスイッチ

たのか」について「固有技術」「汎用技術」「検証技術」「管理技術」の中から設計システムとして共通の問題を抽出する。

- ①発熱部分の部品の選定方法はどのような基準があるのか(部品選定ノウハウ不足)
- ②実物を用いての評価方法はどのような規定があるのか(評価テスト手順不備)
- ③過去に発生した問題をフィードバックする仕組みはあるのか(固有技術の蓄積不備)
- ④人の原因として、グリス選定のための知識、経験がなかった(スキルアップ教育不足)

「耐熱材料選定」という課題に対して、以上のような仕組み上の不備を是正し、今後は絶対に事故を発生させない対策が必要になる。

そこで、仕組み上の対策としては以下の取組みが考えられる。

- ①グリスの選定基準なしという機械設計基準の仕組みの不備に対しては、グリス選定基準を新規に制定し、その基準に沿ってグリスを選定することとする
- ②デザインレビューにおいて、グリスの選定ミスが検出できなかったという事実に対しては、設計検証(DR)実施基準を見直し、グリスの適合性項目を設計チェックリストに追加、デザインレビュー時のレビュー対象項目とする
- ③固有技術の蓄積に関して、過去に発生した問題(過去トラ)をフィードバックするはっきりとした基準がないという仕組みの不備に対して、過去トラブル集の見直しを6か月ごとに実施し、新たな項目の追加を行う
- ④若手設計技術者スキルアップ教育の仕組みがないという不備に対しては熱対策、耐熱部品に関する技術者スキルアップ教育計画・実施手順書を新規に制定、教育計画立案、実施、

結果の評価を実施する仕組みを新たに作る。

以上の対策は現状の仕組みの不備を見つけて補強する取組みであり、これを繰り返すことによって、未然防止の仕組みに近づけようとする、従来からの品質管理活動と捉えることができる。

事例2：市場における部品破損

これは、過去実際に市場で重大事故(システムダウン)につながった金融機関向けの機械装置の不具合事例である。

1. 部品破損の因果関係と設計ミス要因の絞り込み

不具合発生時の状況は以下の通りである。

- ①客先店舗(銀行)にて、装置障害が複数件発生した
- ②サービスマンの診断、調整作業では復旧せず、不具合ユニット(図6の媒体搬送ユニット)の交換を行って復旧
- ③不具合ユニット内の紙媒体搬送用のローラの上下動作を制御するプレッシャー・レバーアセンブリのプレッシャーレバーが破損したために紙媒体がフィードせずタイムアウトとなった
- ④レバーは90°プレス曲げ加工辺に沿って破断している(図7)
- ⑤レバーはステンレス製(SUS403, t=1.6)でプレス加工後焼入れ処理されている
- ⑥この製品は、客先店舗設置後約3か月ほど経過しており、それまでの期間は正常に動作していた。工場での組立、試験、検査工程での不具合履歴もない
- ⑦レバーは複数の装置で同じ個所が破損していることから、何らかの構造上の共通の欠陥、およびプレス加工上の要因が考えられる

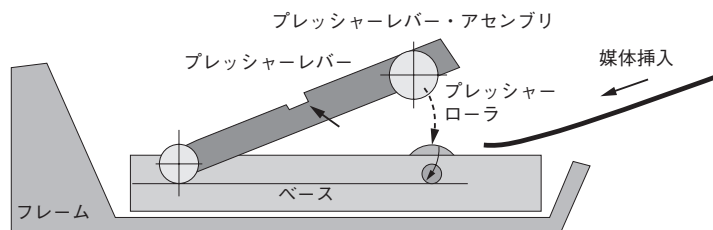


図6 媒体搬送ユニットの構造

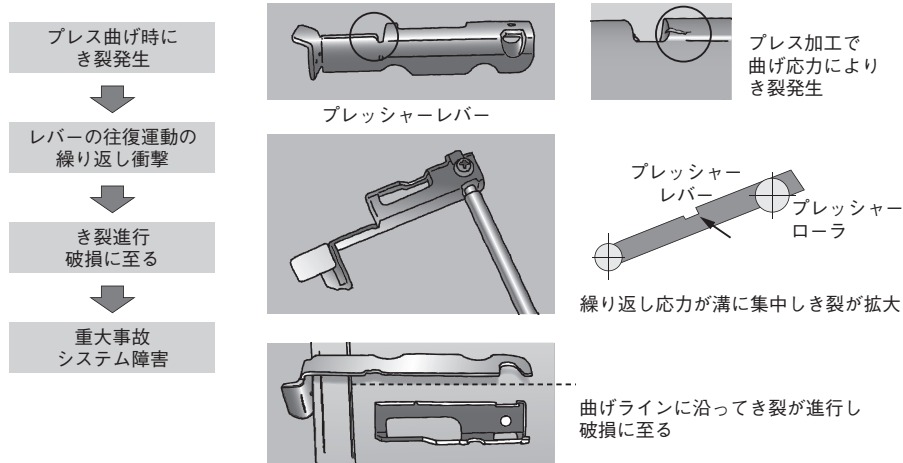


図7 レバー破損の経緯

2. 直接の原因(物理的因果関係)の究明と対策

レバー破損に至る因果関係は以下の①～⑥の通り。

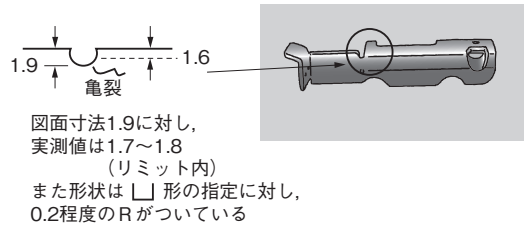
- ① 曲げ逃げ溝の図面寸法は 1.9 ± 0.3 mm (設計値)
- ② 実測値では 1.7 mm～1.8 mm であり、リミット内である(製造ばらつき)
- ③ ステンレス板の厚さは 1.6 mm のため、曲げ余裕は 0.1～0.2 mm
- ④ プレス曲げ R は 0.5 mm であるが、曲げ応力がかかり、溝にひび割れが発生する
- ⑤ 運用中は、レバーの往復運動によって、繰り返し応力が溝部に集中する
- ⑥ き裂が徐々に広がり、破損に至る

3. 設計ミスの原因と対策

以上の解析結果から、設計ミスの原因と考えられるのは以下の項目である(図8)。

- (1) 逃げ溝形状の寸法設計ミス(曲げ部の逃げ寸法が少ない)

ステンレス板の厚み 1.6 mm に対して、設計上の溝の逃げ寸法範囲は 1.6 mm～2.3 mm である。製造工程における溝加工時のばらつき(実測 1.7 mm～1.8 mm)はリミット範囲に入っている。しかし、板厚が 1.6 mm、曲げ R = 0.5 mm であるから、曲げ加工時の応力により、き裂が発生した。



逃げ寸法を 1.9 ± 0.3 のリミット内の 2.2 とする。(金型変更する)
図面形状 □ を変更し R をつける ◯

図8 レバー破損の原因と対策

- (2) 溝形状設計ミス

溝形状は設計上角型である。ただし加工上約 0.2 mm の R がついている。

レバーが繰り返し往復運動を行うことによって、溝の角に応力が集中する。もともと溝に曲げ加工時に発生したき裂が生じていると、溝を押し広げる力が働き、き裂が曲げ線に沿って進行し破損に至る。

直接の原因(因果関係)は、以上のように疲労破壊であり、それを引き起こしたのは、設計時の考慮不足、初歩的な構造設計ミスと考えられる。

しかし、設計結果がアウトプットされ、デザインレビューなどの検証工程、評価テスト工程までにミスが発見されなければ量産に移行し、不具合が潜在したまま、市場に流出してしまうことにな