

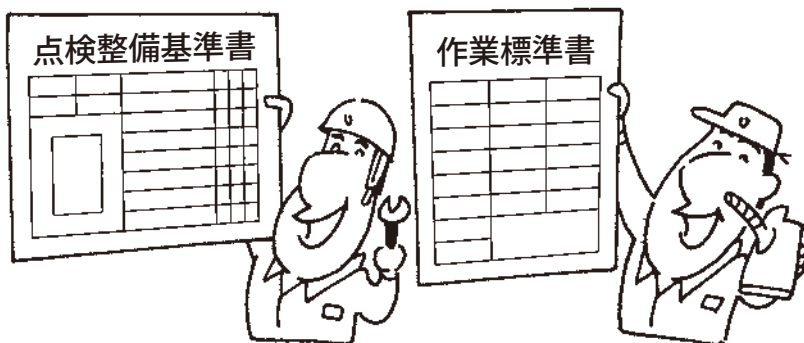
Monodzukuri Test 学習テキスト



Japan Institute of Plant Maintenance

第1章

生産の基本



1 5Sによる管理

5Sとは、整理・整頓・清掃・清潔・しつけの日本語のローマ字読みの頭文字をとったものです。日本のみならず、世界的にもファIVEスとして有名な活動です。

現場管理は、まず5Sが基本です。整理・整頓ができていない職場から、良い品質が生まれるはずがありません。また、モラール（士気・やる気）の低い職場は、必ずといってよいほど乱雑で、規律も守られていないのが一般的です。まず整理・整頓をしっかりとやること、これが良い職場をつくる第一歩であるといえます。5Sの意味は以下のとおりです。

- ① 整理：必要なものと不要なものに分け、不要なものや職場にあってはならないものは処分する
- ② 整頓：必要なものは使いやすいようにキチンと並べておく
- ③ 清掃：機械、型・治工具、測定具などがきれいに掃除・手入れされていること。また、髪や手、作業服・靴なども、普段からきれいにしておく
- ④ 清潔：整理・整頓・清掃の状態を、常に維持しておく
- ⑤ しつけ：さまざまな決めごとやルールをキチンと守るようしっかり訓練し、いましめ合って習慣化を図ること

ここでは、5Sの意味を正しく理解することが重要です。

「整理」は、仕分けをせずにしまいこんでいる場合がありますが、これでは収納であり整理ではありません。「整頓」も、取りやすさ、使いやすさといった効率が求められます。形よく並べているだけでは探すムダが残ったままですので、ただ整列したにすぎません。

形だけの行動ではなく、きちんと意味を理解したうえで実践することが重要です。

2 品質に関して

1 品質管理の基本

仕事の管理には、「維持」と「改善」という二つの側面があります。維持とは、結果が目標とするレベルであり続けるようにする活動です。一方改善とは、目標そのものを高いレベルに定めてそれを実現しようとする活動です。

身近なものととして、目標から外れた状態あるいはあるべき姿から外れている現状を打破するような一連の活動は、日常の品質管理における代表的な改善活動です。

維持・改善を支えるためにもっとも重要となる考え方が「**データで語る**」です。この考え方は「**事実に基づく管理**」ともいわれ、品質管理の基本となっています。

データで語るには、QC7つ道具や統計的な手法の活用が効果的で、定量的にデータを処理して的確な結論を引き出す助けとなります。

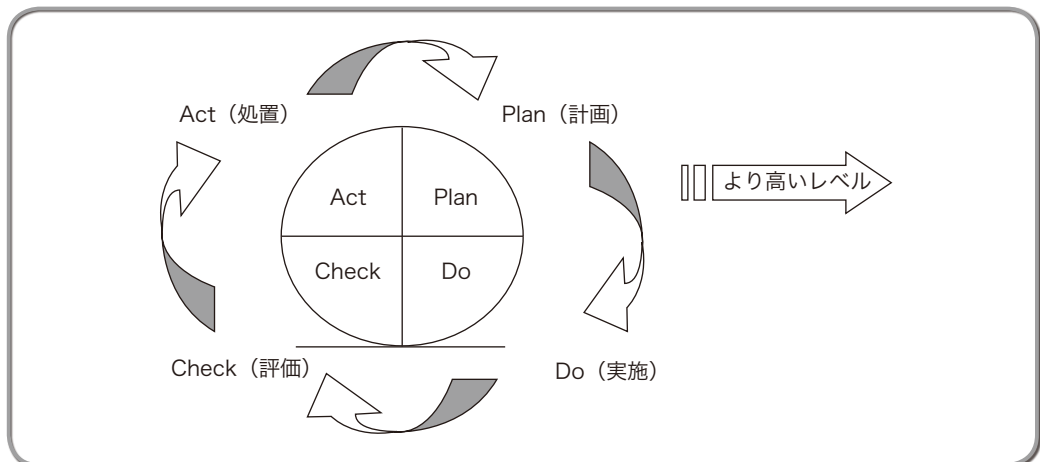
生産活動に関わる身の回りの品質問題に取り組むに不可欠な基本的な事項をしっかりと学んで実践しましょう。

1 管理のサイクル

維持にしても改善にしても、身の回りの仕事の管理の原理は「**PDCAのサイクル**」です。この概要を図表1・1に示します。

PDCAは計画 (Plan)、実施 (Do)、評価 (Check)、処置 (Act) の頭文字をとったものです。

図表1・1 管理の基本 (PDCAのサイクルを回す)



計画（P）の段階は、「目的・目標を決める」と、「その目的・目標を達成する方法を決める」という二つから構成されます。また実施（D）の段階は、「実施のための準備をする」と、「計画どおりに実施する」に分かれます。さらに評価（C）の段階では、実施の結果が事前に決めた目的・目標どおりであったかどうかを評価します。そして、処置（A）の段階では、目的・目標と実施の結果の差に応じて処置をします。未達成の場合はその理由を調べて、次回以降のやり方（実施の仕方）を変えるなど処置に反映させます。なお、出発点は必ずしも（P）ではなく、現状把握としての（C）からはじめるCAPDでもよいでしょう。

2 5W1H

データを収集・整理するときや、改善策の展開計画を考えるときに、ぜひ実践してほしい基本原則が**5W1H**です。

①誰が（Who）、②何を（What）、③いつ（When）、④どこで（Where）、⑤なぜ（Why）、⑥どのように（How）の頭文字をとったものですが、データで語る場合、より範囲を絞って事実をとらえたり、改善活動を具体化することが、次のステップへの第一歩となります（第4章6節3「**1** 行動基準と5W1H」（P175）を参照してください）。

3 PQCDSME

日常の活動で関わる活動指標をいいます。すなわちP（生産）、Q（品質）、C（コスト）、D（納期）、S（安全）、M（モラル）とE（環境）です。たとえば、

P：設備総合効率、故障件数、チョコ停件数
 Q：工程不良率、自工程品質不良件数、市場クレーム件数
 C：製造原価、工程不良、材料費
 D：原料・途中工程仕掛り品・完成商品などの在庫量
 S：休業・不休業災害発生件数
 M：改善提案件数、自主保全士等の資格取得数
 E：省エネルギー額、産業廃棄物削減量、環境改善件数

これらの活動指標は、まず現在値を把握します。現在値がない場合は、活動展開準備期間中に少なくとも3ヵ月以上のデータを収集して平均値を求めます。これを改善活動スタート地点の値として、ベンチマーク（BM）と呼んでいます。BMを確保することで今後の改善活動の目標値を設定することができます。

4 3ゲン（現）主義

先ほど「データで語る」すなわち「事実に基づく管理」は、品質管理の基本的な事項と述べました。

具体的に事実をつかむために、現場、現物、現象（実）の三つの“ゲン（現）”を重視することを基本としています。問題が発生したときには、ただちにその発生現場へ行き、現物・現象を直視し、しっかり事実を把握することにより、的を射た原因追求と処置を取るという行動指針を示したものです。習慣化するまで心がけて実践しましょう。

5 自工程での品質づくり込み

製造ラインからつくり出された製品や工程途中の仕掛け品の中間検査の方法に、抜き取り検査という方法があります。統計的に決められた数量をランダムに取り出して試験（測定）して、その結果から一連の生産品の合格、不合格を決定します。

これに対して、全製品一個一個すべてを検査することを全数検査と呼びます。ここでもっとも大切なことは、製品を購入されるお客様は、全数検査ですべての製品の品質が保証されているものと考えているということです。したがって、生産システムでは種々の工夫で全数検査に準じた仕組みづくりが望まれます。

製品の品質保証の基本は、特定の検査に頼るのではなく、作業工程で所定の品質を確保する「自工程保証」を原則として、後工程もお客様と考えます。人間のボカミスを防ぐボカヨケの工夫などは全数（100%）保証する手段の1つと考えてよいでしょう。

2 QC7つ道具

QC手法の7つ道具（Q7）は、いわゆる弁慶の7つ道具になぞられて命名されています。この7つ道具は現場で広く使われ、問題の解析や管理に活用され、品質の維持、改善のための有効な道具になっています。7つ道具には、グラフ、パレート図、特性要因図、チェックシート、ヒストグラム、層別*、散布図、管理図があり、このうちグラフと管理図をひとつにまとめたり、または層別を含めないで7つと称しています。

*層別：データをただ、たくさん集めただけでは本当に役立つことはない。何らかの特徴で、いくつかの層に分けることを層別というが、設備別、原材料別、作業者別、不具合部位別、不具合項目別などのように、データの共通点や特徴に着目して、層別されたデータから、層による違いや傾向を見つけやすくなる。層別も品質管理において大切な事項で、QC7つ道具の活用を通して、あらゆる場合に層別して考えるという態度を身に付けることが大切である。

1 グラフ

グラフは、統計的手法のもっとも基本的な道具といえます。統計的手法を活用する目的は、問題の悪さ加減と問題を発生させた原因を明らかにすることにあります。グラフだけで問題を解決することはできませんが、データを数字ではなく、図に表すことによっていろいろな層別や原因のありかを推測することが可能になります。

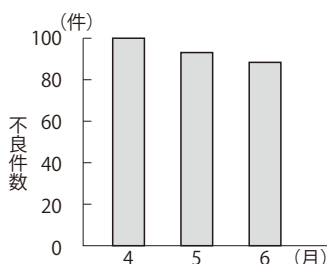
グラフを問題解決の道具として使うことは、とても重要です。

(1) 棒グラフ

棒グラフは棒図ともいわれ、2つ以上の数量の大きさを適当な幅の棒の長さで表して比較することを目的としています。棒グラフには、タテ型で表わすタテ棒グラフと、ヨコ型で表わすヨコ棒グラフがありますが、タテ棒グラフの方が一般的であるといえます。

棒グラフは、折れ線グラフと並ぶグラフの中の双壁とみなされていますが、実際には折れ線グラフ以上に、もっともよく使われているグラフです（図表1・2）。

図表1・2 棒グラフ

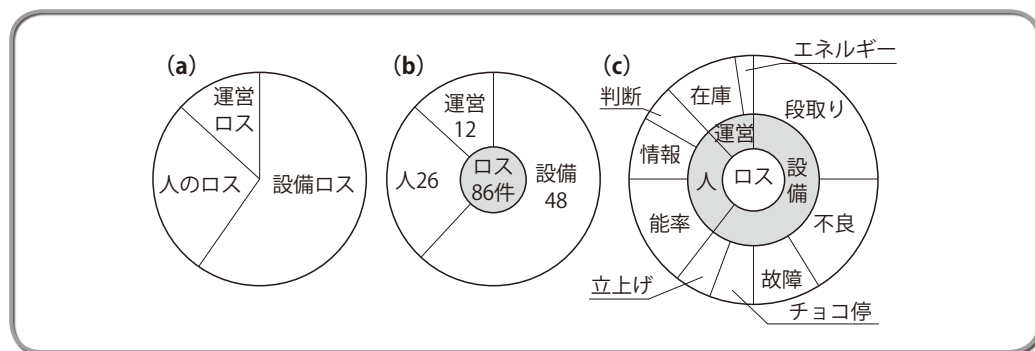


(2) 円グラフ

円グラフは、①収集したデータを、②それぞれの目的に従って分類し、③各分類項目がどれくらいの割合になっているかを円を区切って表したグラフです。そして、構成割合を比較することに一番のねらいがあります。

円グラフは、円形内訳グラフや扇形グラフ（図表1・3 (a)）、あるいはパイグラフ（同

図表1・3 円グラフ



第2章

効率化の考え方と ロスのとらえ方



1 TPM[®]の基礎知識

1 TPMの定義

TPM (Total Productive Maintenance) とは“全員参加の生産保全”の頭文字をとって略したものです。

TPMは、次のように定義されています。

- ① 生産システム効率化の極限追求（総合的効率化）をする企業体質づくりを目標にして、
- ② 生産システムのライフサイクル全体を対象とした“災害ゼロ・不良ゼロ・故障ゼロ”などあらゆるロスを未然防止する仕組みを現場現物で構築し、
- ③ 生産部門をはじめ、開発、営業、管理などのあらゆる部門にわたって、
- ④ トップから第一線従業員に至るまで全員が参加し、
- ⑤ 重複小集団活動により、ロス・ゼロを達成すること

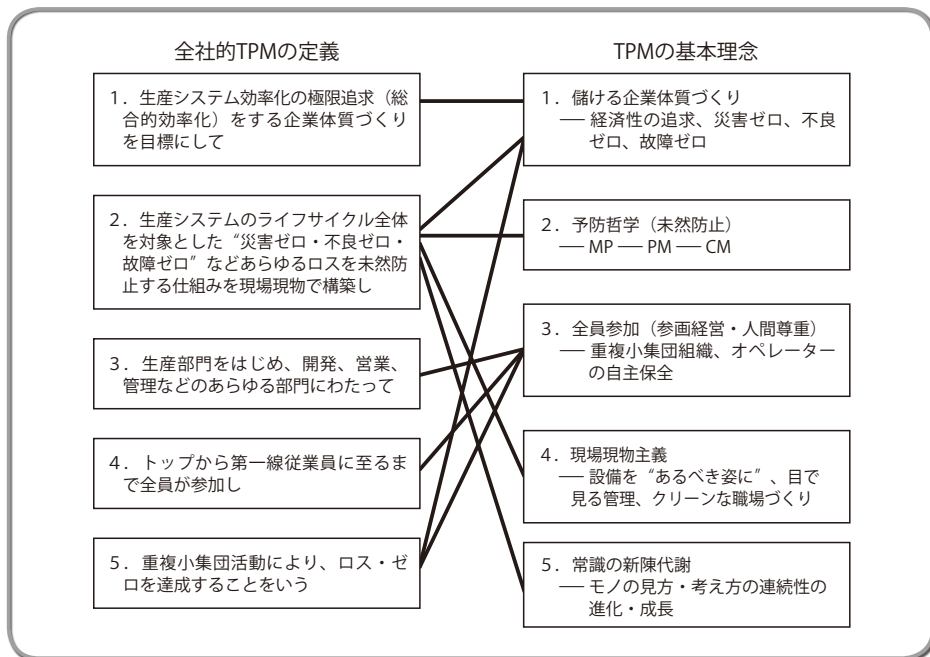
TPMは、ここに示した5つの項目が必須条件であり、これらがそろってはじめてTPMを実施しているということになります。

2 TPMの基本理念

TPMの理解を深めるために、その定義に関連づけた基本理念として、次に示す5つのキーワードがあります。

図表2・1にTPMの定義と基本理念の関係を示します。

図表2・1 TPMの定義と基本理念



- ① 儲ける企業体質づくり
- ② 予防哲学（未然防止）
- ③ 全員参加（参画経営・人間尊重）
- ④ 現場現物主義
- ⑤ 常識の新陳代謝

1 儲ける企業体質づくり

TPMで不良や故障をゼロにすることによって、品質（Q）、コスト（C）、納期（D）で顧客満足度（CS）*を最高にします。

2 予防哲学（未然防止）

予防哲学は、予防保全の導入以来、TPMに引き継がれた哲学でありコンセプトです。

***顧客満足度：**Customer satisfaction（米国 1980年代～）の訳語である。人は物品を購入するとき、その物品に何らかの満足を感じて購入する。その満足度合いを定期的に評価して、自社の商品開発や改良に反映させる。「お客様第一」と経営理念にうたわれ始めて久しいが、生産性や効率一辺倒では、厳しい企業競争に生き残れなくなっている。J.D.パワーの顧客満足度調査が有名。

3 全員参加（参画経営・人間性尊重）

全員参加とは、重複小集団活動にほかなりません。オペレーターの自主保全活動は、まさに参画経営・人間性尊重です。

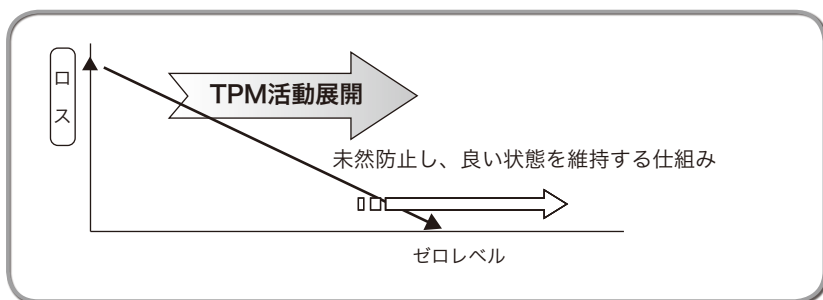
TPMでは、各階層の小集団が不良ゼロ、故障ゼロなどの目標を自ら決定し、全員参加で問題を解決し、目標達成に取り組めます。全員で目標の達成感・成功感を味わうことで、成長欲求が充足されていきます。

4 現場現物主義

TPM活動では、従来の“のこぎりの刃”状の改善活動（せっかく改善を行ってもしばらくすると元の状態に逆戻りし、アップダウンを繰り返す状態）のような進め方ではなく、設備の一生涯のロスを極限までミニマム化することを目指して、良い状態を維持する仕組みづくりを促進します（図表2・2）。

そのためには、TPMでは現場の日々の問題対応にあたって、常に現場・現物・現実主義によって、真の問題・原因をつかみ処理するという考え方を基本として活動し、企業体質として根付かせます。その上で、初めて効果的な再発・未然防止に結びつく処置が可能になります。

図表2・2



5 常識の新陳代謝

これまでの体験と学習から得られたモノの見方や考え方（常識）を、時代や環境に合わせて変革することによって、人間の力を進化、成長させることが大切です。常に古いものを新しいものに変える新陳代謝をし続けることで連続的な進化、成長を図ることができ、ひいては企業の繁栄の源泉にもつながります。

3 TPMのねらい

1 人の育成

TPMのねらいは、ひと言でいえば「人と設備の体質改善による企業の体質改善」です。人については、オペレーター、保全員、生産技術者について、以下のような能力を持った人の育成を目指します。

- ・ **オペレーター**：自分の設備は自分で守る自主保全能力
- ・ **保全員**：メカトロ設備*（NC工作機械、産業用ロボット、無人搬送車などのメカトロニクス機器）の保全能力
- ・ **生産技術者**：信頼性・保全性の高い設備計画・設計能力

2 設備の改善

人の体質改善をすることによって、設備の体質改善を図ります。それには、次の2段階の展開があります。

(1) 現在の設備の体質改善

まずは現存設備の効率化から始めます。個別改善や自主保全などによって、故障停止ロス、段取り調整ロス、チョコ停ロス、品質不良ロスなどのゼロ化、すなわち現在使用中の設備の体質改善を行います。

(2) 新設備の体質改善と垂直立ち上がり

現存設備の改善活動から得られた改善情報を、フィードバックして新しい設備の体質改善をします。その体質改善とはLCC設計と垂直立ち上がりです。ここでLCCとは**ライフサイクルコスト**の略で、新設備の導入時に発生する購入・取得費用と、運転維持費の合計の一生涯費用を最小にするような設計をいいます。要は、設計段階から同じ問題を起こさない保全予防（MP）を図ることでもあります。

***メカトロ設備**：機械装置に電子工学的な知見を組み入れた設備。すなわち機械の運転・制御などにコンピュータを導入し、高性能化、自動化、省力化を図る。メカトロとか、メカトロニクスは、機械工学（メカニクス）と電子工学（エレクトロニクス）の二つの意味を合成した和製英語である。

垂直立ち上がりとは、設備の据付後、フル生産にいたるまでの期間を3ヵ月かかるとするのではなく、初月度からフル生産ができるように初期故障や初期トラブルの起きないように、新設備の設計等、開発段階の仕事の質を高めようという活動で、初期流動期間（設備の据付、試運転～量産稼動までの期間）や開発リードタイムを短縮し総合的な効率化を目指します。

4 TPMの特色

アメリカ流のPMは、アメリカ式の機能分業の考え方を背景とした、保全担当部門中心のPMです。

それに対して、日本流PMであるTPMは全員参加、とくにオペレーターの自主保全が大きな特色です（図表2・3）。

TPM活動の特色がこの自主保全です。TPM以前の主流であった予防保全、生産保全とTPMの持つ特色の違いを図表2・4に表します。

1 経済性の追求（儲けるPM）

「経済性の追求（儲けるPM）」は、TPMの特色です。ただし、これは予防保全時代、生産保全時代にも採られてきた方策でもあります。

2 トータルシステム（MP—PM—CM）

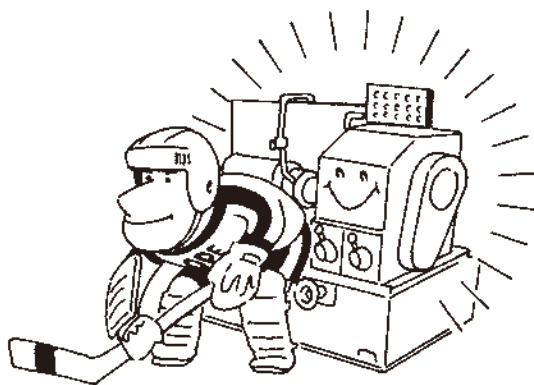
設備の生まれる前の保全予防（MP：保全不要の設計）、生まれてからの予防保全

図表2・3 TPMの特色と米国流PMとの相違点

TPMの特色	米国流PM
TPMは生産システム効率化の総合的な極限追求を目標とする ——設備のつくり方、使い方、保全の仕方を改善することにより、生産効率を極限まで高める	設備の専門家中心のPMであるため、設備のつくり方、保全の仕方の改善による設備効率の極限追求をしても、設備の使い方まで踏み込んだ生産効率の総合的な極限追求はされていない
TPMの特色は“オペレーターの自主保全”（自分の設備は自分で守る） ——日常保全（清掃・給油・増締め・点検など）はオペレーターが担当し、設備の検査（診断）や修理は専門の保全マンが担当する	米国流PMでは、オペレーターは生産（運転）に専念し、日常保全、検査、修理などの保全の仕事はすべて保全員が担当する
TPMは全員参加の小集団活動 ——職制と一体の小集団活動で、トップ層、ミドル層、第一線まで全員が参加し、これを“重複小集団活動”と呼んでいる	米国流PMでは、全員参加の小集団活動は行っていない

第3章

改善・解析手法の知識



1 改善・解析技術

生産効率化を進めるには、あらゆるロスを未然防止するシステムの構築が必要です。そこで、現状分析を行い、問題点を見出し、原因を究明して適切な対策を講じる必要があります。ここでは、改善活動に必要な、さまざまな解析法を解説します。

1 QCストーリー

QCストーリーは問題解決の際のもっとも基本的な手順を示したもので、次のステップによって構成されています。

- ① 「テーマ」
- ② 「取り上げた理由」
- ③ 問題の発生状況をデータで示す「現状の把握」
- ④ 「目標の設定」「活動計画の立案」
- ⑤ 問題がなぜ発生したのかという原因を調べる「解析」
- ⑥ 原因に対する「対策」
- ⑦ 「効果の確認」
- ⑧ 対策が後戻りしないようにする「標準化（歯止め）」
- ⑨ 「残された問題と今後の進め方」

もともとQCストーリーは、過去の問題解決事例をわかりやすく説明するために工夫された報告書の構成でした。しかし、このQCストーリーに沿った活動をすると、問題解決の手順が整理されていてわかりやすく、確実に解決が図れることから、未知の原因によって起きた問題を解決していくときの進め方として定着してきました。

参考に図表3・1に、QCストーリーの各段階で使われる各種手法の関係を示します。このうち、5W1HならびにQC7つ道具については、第1章の「生産の基本」を復習しましょう。

図表3・1 QCストーリーと解析手法の関係例

No	QCストーリー	活用したい解析手法	分類
1	テーマ： 取り上げた理由 (テーマ選定の背景)	ブレインストーミング	
		特性要因図	QC7
		なぜなぜ分析手法	
		チェックシート	QC7
		(マトリックス図法)	新QC7
2	現状の把握	ブレインストーミング	
		特性要因図	QC7
		グラフ・パレート図・層別	
		ヒストグラム	
		要素作業分析	IE
3	目標の設定・ 活動計画の作成	5W1H	
		ガントチャート	
		(PERT)	新QC7
4	要因の解析	ブレインストーミング	
		特性要因図	QC7
		層別・散布図	
		相関分析	
		なぜなぜ分析手法・PM分析手法	
		(マトリックス図法・系統図)	新QC7
5	対策の検討・実施	5W1H	
		(マトリックス図法・系統図)	新QC7
		ガントチャート	
		(PERT)	新QC7
		なぜなぜ分析手法	
6	効果の確認	グラフ・レーダーチャート	QC7
		ヒストグラム・パレート図	
7	歯止め (標準化・管理の定着)	5W1H	
		グラフ・管理図	QC7
		各種標準・QC工程表	

※「活用したい解析手法」の中の（ ）表示は、新QC手法を示しています。

2 ブレインストーミング

チームで行う自由奔放な発想法のひとつです。会社によっては「独創力開発コース」といった講座で扱っていますが、発想法を天才に学ぼうとするもので、職場で大いに活用してほしい手法です。

1 4つのルール

実施にあたって次の「4つのルール」が基本的な原則となります。

① 批判厳禁

他人の意見を批判することを慎むのはもちろんですが、自分自身のアイデアを批判的に考えるのもやめましょう。途端にアイデアが出なくなるものです。

(批判内容例：できっこない・金がかかる・恥ずかしい・叱られる・笑われる…など)

② 自由奔放

とらわれない心で、いろいろな視点から考えてみるのが大切です。

③ 質より量

アイデアを出し合うには、まずは質より量を重視します。

④ 他人のアイデアに便乗歓迎

連想という方法がありますが、アイデアを出し合う時には、他の人の発想を利用することも効果的です。

2 活用の工夫

このブレインストーミングをチームで生かす場合、次のような工夫が役立ちます。

- ① 問題点をみんなの視点で討議する場合と、対策案を討議する場合の、2段階に分けて取り組むと良いでしょう。
- ② アイデアを生み出す段階で「批判厳禁」とするのは、その後に出されたアイデアを整理し選択する時点で「判断」というステップが控えているからです。この段階では効果、実現可能性、かかる費用などの視点から判断を下します。

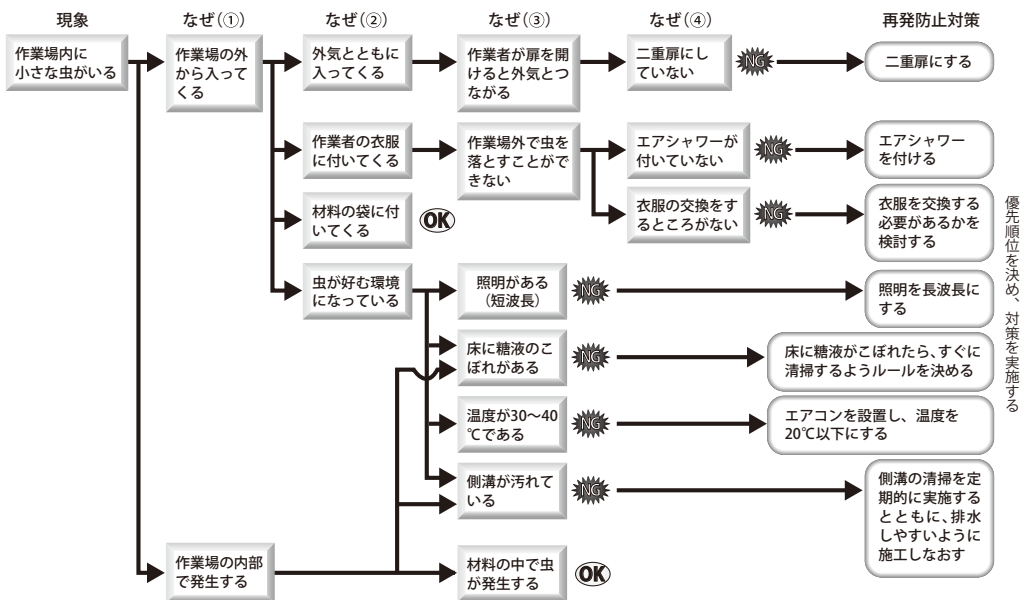
- ③ 出されたアイデアの整理法として、**KJ法**という方法があります。これは「似た内容」という視点でいくつかのグループ分けをして整理する方法ですが、この整理された状態を見て、上記の「アイデア便乗（連想）」のルールに従って「自由奔放」に意見を追加することも効果的です。
- ④ KJ法を理解し、楽しく実行しましょう。

3 なぜなぜ分析

故障、チョコ停、不良などの故障・不具合が発生した場合、発生現象をスタートに、その原因が「なぜ」起きたのか調査することが大切です。そして、出された結果について再度「なぜ」と調査します。

このように「なぜ」「なぜ」を繰り返すことによって、故障・不具合の原因（真因）を規則的に順序よく、漏れなく出し切り、最後の「なぜ」を裏返して的確な対策を立てる手法を「**なぜなぜ分析**」といいます（図表3・2）。

図表3・2 なぜなぜ分析の事例



なぜなぜ分析を実行するにあたって、以下の点に注意しましょう。

(1) 手法を使う前

① 問題をしっかり「具体的な事実」でつかむ

「ラインが停まった」といった漠然とした現象把握ではなく、「〇〇が切断した」のように具体的につかみましょう。5W1Hや層別による情報の集約も大切です。

② 問題になっている部分の構造や役割（機能）を理解する

(2) 一通りなぜなぜ分析が終わった時に、必ず最後の「なぜ」の部分から最初の問題とした「現象」まで、逆に読んで理論的に戻れること。一番の急所となりますので、これを必ず実行することに慣れてください。

(3) 未経験の場合、最初はそれほど多くの原因（要因）を思い浮かばないものです。現場・現物・現象（現実）を確認することで、未経験を補いましょう。

(4) 次のような原因（要因）表現は、避けましょう。

- ・ 〇〇が悪い
- ・ 疲れていた
- ・ ボーッとしていた
- ・ 生産で忙しかった

4 PM分析

1 PM分析とは

PM分析とは、慢性ロス（不良・故障）を低減させるための分析の方法、考え方です。対象とする現象（phenomena/phenomenon）を物理的（physical）に解析し、メカニズム（mechanism）を解明することから、PMの頭文字をとってPM分析と呼ばれています。

PM分析は、次のステップから成り立っています。

第4章

設備の日常保全 (自主保全全般)



1 自主保全の基礎知識

1 自主保全とは

1 なぜ、自主保全が求められるのか

企業が生き残っていくための手段として、近年、保全活動の重要性が認識されるとともに、オペレーターや保全業務の見直しが必要となってきました。

また、企業ではQCサークル*やZD（zero defect）*グループなどの小集団活動が広く普及したことにより、自分の仕事は自分で自主的に管理することが定着してきました。さらに、この考え方を徹底・進化させ、『**自分の設備は自分で守る**』という、いわゆる自主保全の考え方が生まれてきました。

2 自分の設備は自分で守る

企業規模の拡大やめざましい技術の進歩に伴って、設備は高度化・複雑化しています。

その流れに従い、製造部門は生産することだけに専念し、設備の保全は保全部門に任せるという、いわゆる「私つくる人、あなた直す人」という考え方が次第に定着してきたといえます。

その結果、製造に携わる人は、ワークの着脱や設備の起動・停止だけを行う「つくる人」に終始し、設備の手入れや給油など、設備に関する一切のことは「保全の仕事」、あるいは品質チェックは「検査の仕事」と考えるようになってきたのです。しかし、その考え方は、生産性向上を目指す企業にとって大きな障害となってきました。

今では、設備も人間の健康維持と同様に病気（故障や品質不良）にかかる前に、未然に防止することが欠かせなくなっています。しかし少数の保全だけではたくさんの設備を守ることはムリがあります。そのため、オペレーターも日々管理として保全の作業を分担することが必要になってきています。

オペレーターが分担する日常の保全を、「オペレーターによる自主保全」と呼び、自

* **QCサークル**：同じ職場内で品質管理活動を自主的に行う小グループのことで、全社的品質管理活動の一環として自己啓発、相互啓発を行い、QC手法を活用して職場の管理・改善を継続的に全員参加で行うもの。

* **ZD（zero defect）**：無欠陥を目指して、正しい仕事（作業）を心がけようとする無欠点運動。TPMの「ゼロ志向」は、この考えと共通であるが、可能ならばゼロを目指すというのではなく必要だからゼロにするという点で、よりシビアといえる。

分の設備の日常点検・異常の早期発見・精度チェック・給油・部品の一部交換・簡単な修理などを自らの手で行います。言い換えると、作業員一人ひとりが『自分の設備は自分で守る』ことを実行することです。

3 設備に強いオペレーター

自主保全を行うためには、オペレーター1人ひとりが『設備に強いオペレーター』になることが求められます。オペレーターは、設備を正しく操作できるようになることがもちろん基本となりますが、それだけでは不十分で、清掃・点検・給油などの日常保全ができるようにならなければなりません。自動化・ロボット化が進めば進むほど、その必要性は大きくなってきました。

オペレーターが『設備に強い』ためには、第1に『異常を発見できる力』を持つことです。すなわち品質や設備に関して“これはおかしいぞ！”と、普段と異なる異常を感じとる能力を身につけること（目利きになること）です。これを含めて、『設備に強いオペレーター』として、次の4つの能力が必要とされます。

- ① 異常を異常として見る目を持っていること（異常発見能力）
- ② 異常に対して正しい処置が迅速にできること（処置・回復能力）
- ③ 正常や異常の判定基準を定量的に決められること（条件設定能力）
- ④ 決めたルールをきちんと守れること（維持管理能力）

具体的には、さらにオペレーターの1人ひとりが次のような力を身につけなければなりません。

- ① 設備の不具合を発見できる力と改善できる力を持っている
- ② 設備の構造機能を理解し、異常の原因系*を発見できる力を持っている
- ③ 設備と品質の関係を理解し、品質異常の予知と原因系*の発見ができる力を持っている
- ④ 修理できる力を持っている

設備に強いオペレーターとなるためには、こうした能力が必要ではありますが、一度に身につけることはできません。自主保全活動の段階を踏んで、1つひとつ身につけていくことが大切です（図表4・1）。

*原因系：ボルトのゆるみによる振動や、油切れによる摩耗、あるいは異常な発熱など、故障や不良発生といった不具合発生に結びつく要因のこと。

図表4・1 設備に強いオペレーターへの段階

4	設備の小修理ができる	真に設備に強いオペレーター
3	4M条件(設備・材料・人・方法)と製品品質の関係がわかる	維持管理できる能力
2	設備の機能・構造を知っている	条件を設定できる能力
1	不具合を不具合として見ることができ、設備改善の考え方、進め方を身につけている	処置・回復できる能力 異常を発見できる能力

4 自主保全展開の考え方

「私つくる人、あなた直す人」という現場の体質は、設備の効率を上げるという点でいくつかの弊害をもたらしてきました。その状況を改善するために考え出されたのが自主保全です。

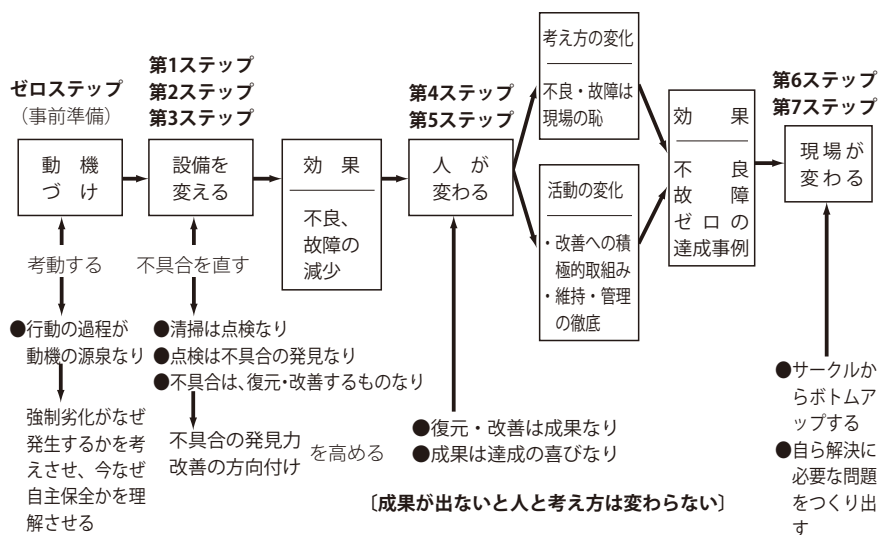
オペレーターにとって、設備を操作して製品を加工あるいは組立を行う本来の業務以外に、保全の仕事の一部を分担することは、なじみのうすいものです。そこで、自主保全が身近なものになるよう、「自主保全活動」という形で展開します。自主保全活動の基本的な考え方は次のとおりです。

〈基本的な考え方〉

- ① 設備の故障や品質不良は、設備に携わっているすべての人がその考え方や行動を変えれば、“不良ゼロ”“故障ゼロ”にすることができる。
- ② 設備が変われば人が変わり、人が変われば現場が変わる。
- ③ 職制主導のもとに、活動は全員参加で段階的にステップ方式で確実にいき、レベルアップを図っていく。

自主保全活動には、この「全員参加で、ステップアップを図る」ことが特徴です（図表4・2）。

図表 4・2 自主保全活動ステップ展開の考え方



2 製造・保全部門の役割と活動

1 自主保全活動における製造と保全の役割

よく見かけるのは、保全部門が製造部門から依頼を受けて、「頼まれた工事をやってあげる」という受け身の態度で仕事をしていることです。確かに、設備が故障した場合、製造部門としては、一刻も早く修理してほしいと思うのは当然で、つい「お願いします」という形になりがちです。

そして、保全部門としても、工事要求が多ければさばききれないという現実から「やってあげる」という態度が出てしまうのかもしれませんが、しかし、双方の関係がこのような状態では生産性の向上は望めません。

そこで製造部門ができることとして、保全の基本である「劣化を防ぐ活動」を担わなければなりません。

ちょっとした異常を感知するといった保全の役割は、毎日設備に触れている製造部門だからこそできるのです。このような分担ができてこそ保全部門の担当する専門的保全手段がその真の威力を発揮し、効率的保全へ踏み出すことができるのです。

2 保全の分類と分担の仕方

ここで保全手段とその分類について整理し、その中で自主保全としては何を分担すべきかについて整理します（図表 4・3）。

図表4・3 保全の分類と分担の例

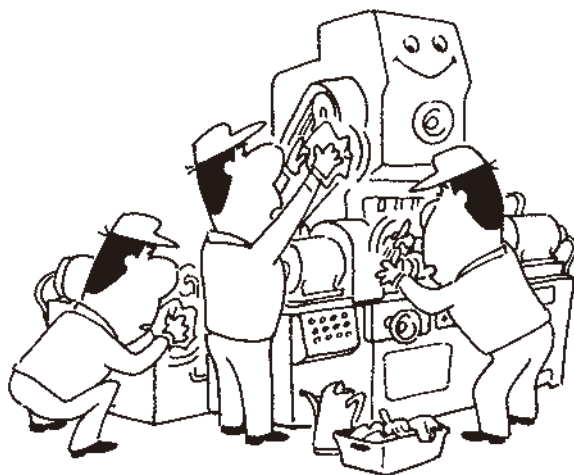
手段分類	実施活動			分担	
	劣化を防ぐ	劣化を測る	劣化を復元する	製造	保全
生産保全	予防保全	正しい操作		○	
		段取り調整		○	
		清掃・潜在欠陥摘出・処置		○	
		給油		○	
		増締め		○	
		使用条件、劣化の日常点検		○	
	定期保全		小整備	○	
		定期点検		○	○
		定期検査			○
	予知保全		定期整備		○
		傾向検査		○	
改良保全	改良保全（信頼性）		不定期整備		○
		強度向上		○	
		負荷の軽減		○	
	改良保全（保全性）		精度向上	○	
			コンディション・モニタリングの開発		○
			検査作業の改善	○	
	その他操作性・安全性など		整備作業の改善	○	
			整備品質の向上	○	
	保全予防	MP活動		○	○
	事後保全	計画事後保全			○
		緊急保全	状況の早期発見と確実迅速な処置連絡	○	
事後保全			突発修理	○	○

保全目標を達成するための活動は、次の大きく2つに分けられます。

- ① 維持活動……故障をくい止める、故障を直す
- ② 改善活動……寿命を延ばす、保全時間を短縮する

第5章

日常保全の基礎



1 日常保全の基礎

1 締結部品

機械要素は、ねじ、リベット、キー・コッター、歯車伝達、軸・軸受、リンク・カム、管・管継手など非常に多様です。したがって、全部に習熟することはむずかしいし、その必要もないでしょう。ここでは機械要素の基本中の基本であり、もっとも多く使用されて機械の精度と故障にも関係する、ねじ、リベットなどの締結について学びます。

1 機械の精度

工作機械やプレス機械などの精度は、良いものを安く、安全につくるために、少なくとも1年に1回は測定して問題の有無を確認する必要があります。総点検では、自分たちのできる範囲で以下の項目をチェックして、異常の有無を明らかにしておきましょう。

- ① 機械の芯
- ② テーブルの水平度
- ③ 主軸の直角度および振れ

2 締 結

締結の種類には、キー、リベット、ピン、コッター、スプライン、ねじなどがあります。その役割と略図、おもな用途、総点検でのチェックポイントについて図表5・1に示します。

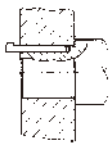
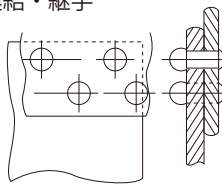
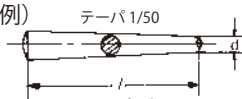
3 ボルト・ナット

(1) ねじの原理

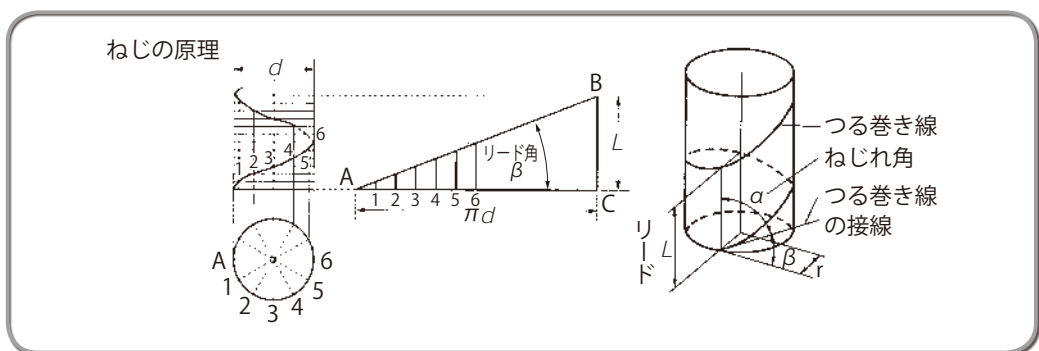
直角三角形の紙を円筒上に巻き付けたとき、この直角三角形の長辺がつくる曲線はらせん状となります。これを“つる巻線”と呼びます。

また、つる巻線の傾きを示す角度(β)を“リード角”と呼びます。つる巻線に添ってみぞを掘ったものと、さらに円筒内に同様の細工をしたものを組み合わせて使用することによって、小さな力で大きな締結力を発生させたり、円運動を直線運動に変えること（この逆も可）ができるようになります（図表5・2）。

図表5・1 締結の種類とその特徴

締結の種類	役割と略図	おもな用途	チェックポイント
1. キー 平行キー(埋込みキー) こう配キー(打込みキー) 半月キー	トルクの伝達 (例)  打込みキー	回転軸に歯車、 カップリング、 スプロケット、 プーリーなど を固定	①異音 ②ガタ ③摩耗 ④段付き ⑤抜け出し
2. リベット 丸リベット さらリベット 薄平リベット なべリベット 平リベット 他	連結・継手 	圧力容器 (ボイラー) 橋梁 建物 航空機 クレーン	①ゆるみ ②腐食 ③摩耗 ④ガタ ⑤曲がり
3. ピン テーパピン 平行ピン 割ピン スプリングピン	締結・固定・抜止め・ 位置決め (例)  テーパピン	ハンドル チェーン 各種部品の固 定 位置決め	①異音 ②錆(腐食) ③摩耗 ④脱落 ⑤空回り
4. コッター 片側傾斜 両側傾斜	引張り力と圧縮力の両方を 受ける軸の締結  コッター ソケット	機関車 自動車のペダル	①異音 ②ガタ ③摩耗
5 ボルト・ナット	3 ボルト・ナットを参照		

図表5・2 ねじの原理



(2) ねじの基本事項

① おねじとめねじ

つる巻線にそって円筒上にみぞを切ったものが“おねじ”です。また、円筒内にみぞを切ったものを“めねじ”といいます。

② 一条ねじと多条ねじ

1本のつる巻線で作られているねじを“**一条ねじ**”、2本以上で作られているものを“**多条ねじ**”と呼びます。

③ リードとピッチ

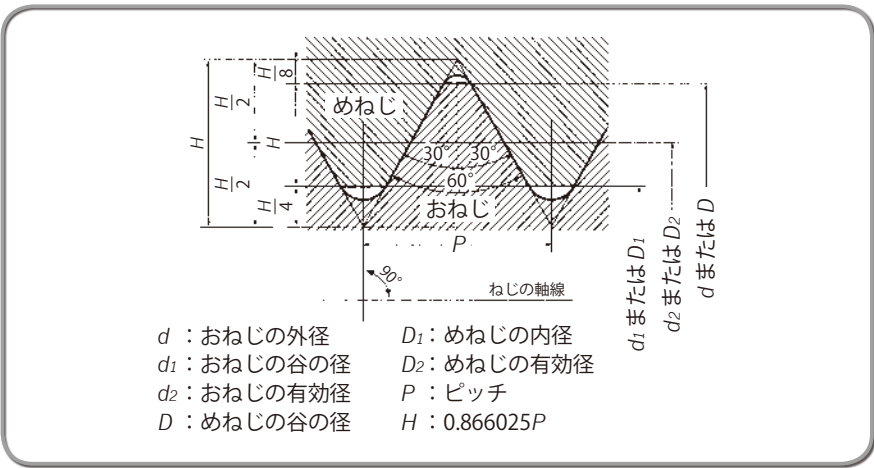
互いに隣り合ったねじ山の中心線間の距離を“**ピッチ**” (p) といいます。また、ねじを1回転させたとき、ねじ山の進む距離を“**リード**” (L) といいます。

リードを L 、ピッチを P 、条数を n とすると $L = n \times P$ の関係があるため、一条ねじでは $L = p$ となり、多条ねじにすれば回転が少なくて早く締め付けることができます。

④ 有効径

ねじの厚みと谷のすき間とが等しくなるような円筒の直径を“**有効径**” (d_2 または D_2) といいます。また、おねじの外径を d 、谷の径を d_1 と呼びます (図表5・3)。

図表5・3 ねじの構造



図表5・4 三角ねじの種類と特徴

名 称		ねじ山の 角度	ねじの形状		ピッチ の単位	呼び径 の寸法
			山頂	谷底		
メートルねじ		60°	平ら	丸み	mm	mm
インチねじ	ユニファイ ねじ	60°	平ら	丸み	山 数 インチ	番号また はインチ
	ウイット ねじ	55°	丸み	丸み	山 数 インチ	並目インチ 細目 mm



⑤ 呼び径

呼び径とは、ねじの寸法を代表する直径で、主としておねじの外径の基準寸法が使われます。**図表5・3**では、おねじの外形 d が、呼び径となります。

(3) ねじ部品の機械的性質

2個以上の部品を締結するためのねじ部品のもっとも重要な条件は、その“機械的な性質”です。むずかしい解説は省きますが、2個の部品が引っ張られてちぎれてしまうようでは困ります。すなわち「**引っ張り強さ**」が重要なのです。

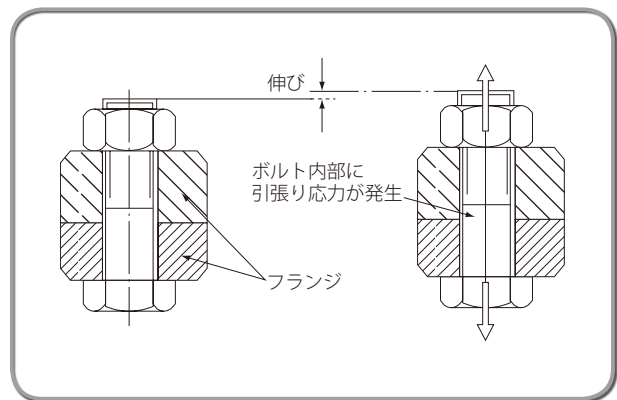
ボルトやナットでは、この引っ張り強さを基準として、いろいろな機械的強さを「**強度区分**」という分け方をしています。引っ張り強さは、Tという記号を使っていて、4Tとか10Tと表示します。

(4) ボルト・ナットの締結の仕組み

今、2枚のフランジをボルトで締め付けると仮定すると、ナットを締め付けるに従って、ボルトは上下方向に引っ張られ、ごくわずかですが伸ばされます。

このとき、ボルトには、その力（軸力）に相当する引っ張り応力が内部に発生します。発生した引っ張り応力が、ナットの座面を介してフランジを締め付ける力（締め付け力）となります。このとき、フランジにはその力に相当する圧縮応力が作用しています。鋼鉄のボルトも、締め付けられると眼には見えませんが伸ばされています。そして、伸ばされたボルトが元の長さに戻ろうとする力（弾力）が、相手を締め付ける力になっているのです。**図表5・5**にボルトの伸びを示します。

図表5・5 ボルトの伸び



(5) ボルト・ナットの締め付け力（締め付けトルク）

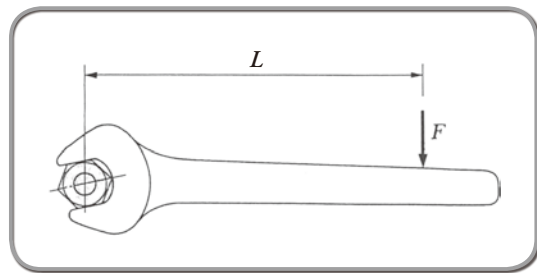
適正な締め付けとは、ボルトに必要な軸力を与えることです。ボルトの締め付けには一般にスパナを使いますが、これによりナットに締め付けトルク（回転トルク）を与えて、必要な軸力（締め付け力）を発生させます。

締め付けトルクは、ボルトの軸心から作用点までの距離 L と回す力 F の積です（**図表5・6**）。

締め付けトルクは次の式で求められます。

$$T = F \times L \text{ (kgf} \cdot \text{cm)}$$

図表5・6 ボルト・ナットの締付け



(6) ボルト・ナットのゆるみ

① ボルトはなぜゆるむのか

ボルト・ナットのゆるみ発生個所は、次のような個所が多くなります。

- ・衝撃荷重のかかるところ
- ・振動の発生しやすいところ
- ・温度変化の激しいところ
- ・機械・装置の内部構造に使われ、保守管理が困難なところ

図表5・7に、ねじのゆるみの分類をまとめました。

図表5・7 ねじのゆるみの分類

ナット回転の有無	ゆるみの原因
ナットが戻り回転しない	① 接触部の小さな凹凸のへたり ② 座面部の被締付け物への陥没 ③ ガasketなどのへたり ④ 接触部の微動摩耗 ⑤ 熱的原因
ナットが戻り回転する	⑥ 衝撃的外力 ⑦ 被締付け物同士の相対的変位

② ゆるみの現象

「ねじのゆるみ」とはどんなことでしょうか。それは、ボルトの締付けで生じた軸力が必要値以下に低下するか、なくなってしまう現象をいいます。

③ ナットが回転しないで生じるゆるみ

●接触面の小さな凹凸のへたり

ねじの締結体は、一般に図表5・8のようにボルトやナットの座面部、締結された品物同士の接合面のそれぞれにおいて、圧縮力のもとに接触しています。

これらの接触面にある小さな凹凸が、面圧の変動によってつぶされて平坦化され、図表5・9のように接近し、これにより締付け長さが減少し、そのためボルト軸力が低下します。