

テクニカルインフォメーション TI-B10 セーフティブレーキ

- ☑ 自己増力機構による高いクランプ力
- ☑ 空圧作動
- ☑ "荷重負荷への静的な保持装置"としてDGUV認証



技術的な情報や付属品については、以下の資料をご覧ください。

- ・ "テクニカルデータシート TI-B11"
(KSPシリーズ)
- ・ "テクニカルデータシート TI-B20"
(スプリングベースオプション)

DGUVによる認可、およびEC型式審査証明書については、以下の資料をご覧ください。

- ・ "EC Type-examination Certificate TI-B40"

SITEMA セーフティブレーキの操作、取付け、及び動作試験の詳細については、以下の資料をご覧ください。

- ・ "操作マニュアル BA-B10"

目次

1	目的	1
2	機能	1
3	コントロール	3
4	正しいタイプの選択	4
5	ロッドの設計と取り付け	4
6	寿命について	4
7	DGUV 試験証明書	4
8	リスクアセスメント	5
9	作動条件	5
10	能力試験	5
11	メンテナンス	5
12	様々な取り付け方法	5

1 目的

空圧システムの漏れや故障による重量物落下等の事故から作業者を保護するため、およびそのような事故を未然に防ぐために、このセーフティブレーキは使用されます。セーフティブレーキは円筒状の形状で、機械取付時にはボア内にロッドを通しておきます。セーフティブレーキ作動時には貫通ロッドを確実にクランプし、危険な落下事故から作業員および機械を保護します。ロッドのストローク範囲内であればどの位置でも確実なクランプ力を発揮します。さらに、ロッドクランプ時には落下荷重を利用し、クランプ力をさらに増大させる機構を備えており、高い安全性を保証します。

1.1 静的負荷の保持

静的な荷重を機械的に保持する装置としてセーフティブレーキを使用できます。これは、DGUV(ドイツ法的損害保険組合)のGS-HSM-02の審査によって証明されています。詳細については、www.site-ma.comにて"EC type examination certificate TI-B40"をダウンロードして下さい。

1.2 緊急ブレーキ

非常時において、一方向への荷重負荷に対するブレーキ装置としてもセーフティブレーキはご利用が可能です。緊急ブレーキとしての制動力はカタログ表記の許容荷重値よりも高く、そのエネルギーはユニット内部機構の挙動によってある程度吸収される構造になっています。

本書における"緊急ブレーキ"とは、例外的な状況下でマシンの挙動を人為的に制止させるブレーキとご認識下さい。

2 機能

2.1 ロッドのリリース

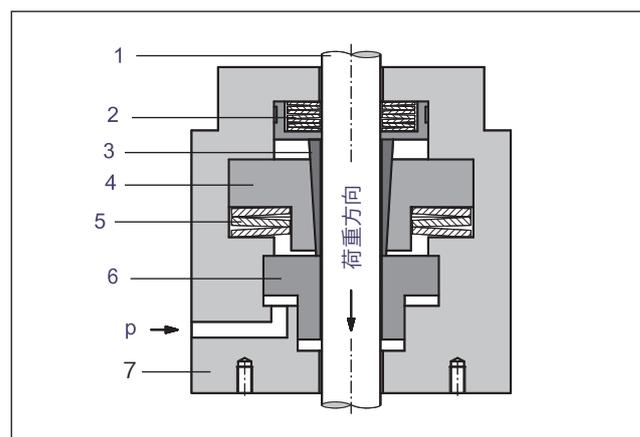


図1: セーフティブレーキはリリース状態 (ロッドは自由に動けます)
(1)ロッド(2)スプリング(3)クランプスリーブ(4)クランプリング(5)スプリング(6)ピストン(7)ハウジング

ハウジング内には、クランプスリーブが内輪、クランプリングが外輪となるクサビ式のシステムが構成されています。(p)から圧力を与え、ピストンがクランプスリーブを押し上げロッドは自由に動けるようになります。

2.2 静的荷重の保持

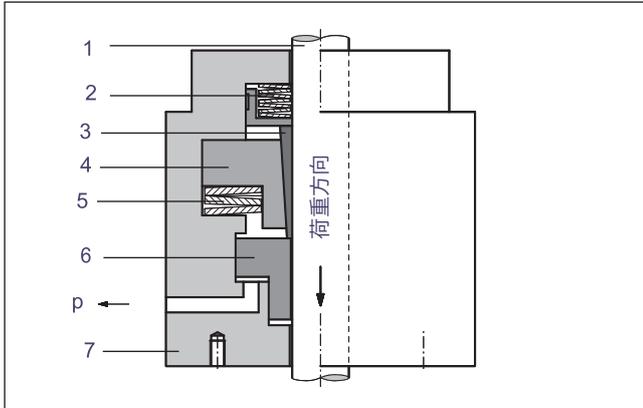


図2: クランプ状態

2.2.1 ロッドのホールド

セーフティブレーキは、(p)への圧力がなくなると、(2)スプリングにより(3)クランピングスリーブはクランピングポジションに移動し、ロッドをホールドします。しかし、この時点では、ロッドを完全にクランプしていません。

2.2.2 自己増力によるロッドクランプ

セーフティブレーキのクランプ力は、ロッドが荷重に伴い動く、本来のクランプ力を発揮します。製品スペックの許容荷重Mを超える荷重が掛からない限りロッドの移動量はとて少なく、一般的には0.5mm程度です。この時内部の(4)クランピングリングは(5)スプリングのばね力が掛かっている為、許容荷重値を超えない限りそのままの位置を保ちます。

2.3 緊急ブレーキ: 動的荷重の制止

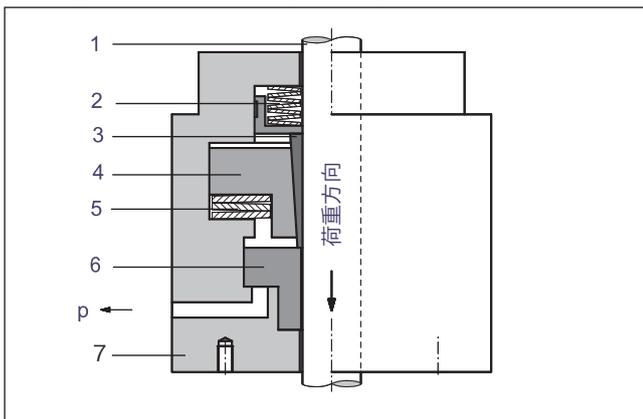


図3: 緊急ブレーキ状態

一般的には動的荷重は静的荷重よりも高い値となる為、クランピングシステムにおいて動く物体を制止する為には、運動エネルギー以上のクランプ力(制動力)を必要とします。

(5)スプリングのばね力を超える荷重が掛かった場合、(3)クランピングスリーブ、(4)クランピングリング、(6)ピストンはロッドと共にハウジング内で(5)スプリングを圧縮しながら稼働できる限界位置まで約2mm沈みます。この位置まで来た時(5)スプリングは完全には潰れず、わずかに弾みます。これが、セーフティブレーキの最大クランプ力が発揮されている状態です。

それ以上の荷重がかかった場合、ロッドはセーフティブレーキと共にスリップをします。このスリップする時の値は許容荷重Mの2~3.5倍にコントロールされています。その為減速度(荷重がMと同等の場合はG(重力加速度)~2.5Gの間となります。

図4の荷重と距離グラフ内の色が塗られた部分は受け止めたエネルギーを表しています。

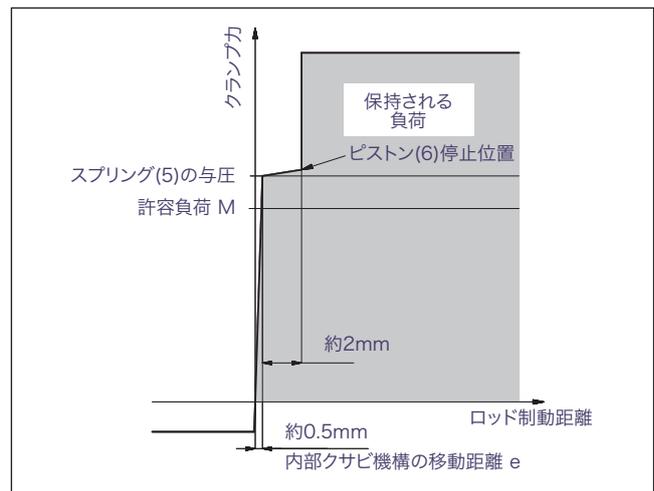


図4: クランプ時のロッド制動距離グラフ

2.4 ロッドのリリース

ロッドのホールド動作(チャプター2.2.1参照)後は、Lポートに十分な圧力を供給すればロッドをリリースできます。

ロッドのクランプ動作(チャプター2.2.2参照)および緊急ブレーキ後は、Lポートへの圧力供給に加え、荷重方向とは逆方向にロッドを移動させなければ、ロッドをリリースできません。逆に言えば、このようにセーフティブレーキのクランプ状態は完全なコントロール下のもとリリース工程を踏む必要があるため、意図しないリリースは起こり得ず、安全が保証されていると言えます。

2.4.1 反対方向への動作

ロッドを反対方向へ動かす為には、通常ポートLへ圧力を掛けクランプを解放する事により、ロッドをリリース状態にします。特別なケースとして、瞬間的な動きであればロッドをクランプしていても(ポートLへは無加圧状態)反対方向への動作は可能です。保持力はその時許容荷重Mの15~20%になります。正常運転時では、荷重方向とは反対方向へ動く場合ポートLはクランプを解放する為、常に加圧されていなければなりません。この時、2の近接スイッチ"リリース状態(clamping released)"はアクティブになります。

2.4.2 通常運転時の荷重方向への動作

通常運転時では、リリース状態に限り、荷重方向への動作が可能です。セーフティブレーキの動作は近接スイッチにより監視されます。荷重方向への通常動作においては、2の近接スイッチ"リリース状態(clamping released)"はアクティブになります。従って、この信号はコントロールユニットによって適切に処理しなければなりません。

3 コントロール

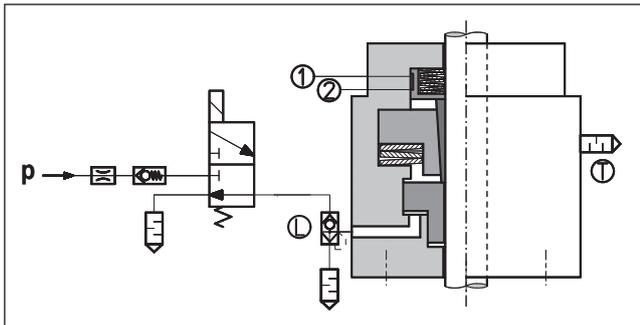


図5: 空圧回路

- * ポートLから油圧供給時、インパクトノイズが発生する場合は、p-ライン上にあるフローコントロールバルブで解消できます。
- ** p-ライン圧力が不安定な場合、p-ラインにチェックバルブの配置を推奨いたします。

⚠ WARNING!

油圧など圧力媒体の排出に関する注意!

圧力媒体の排出速度が遅い場合、クランプにかかる時間が通常よりも長くなってしまいます。

- 圧力ポートLから、圧力媒体の排出を妨げるような配管設計にしないで下さい。
- 全ての接続配管経路は、ねじれが無いようにして下さい。
- 配管ホースに、ねじれが起きる危険性がある場合、適切な予防策を講じて下さい。(保護用管の使用、より厚手のホースの使用、など)

もし、確実な反応速度が必要な場合は、次の必要条件を満たして下さい。

- ・ 配管距離を短くして下さい
- ・ バルブを使用して下さい
- ・ 適切なコントロールを行なって下さい
- ・ ポートLに放出弁を接続して下さい

3.1 圧力流体について

ドライかつフィルタを通したエアを使用して下さい。SITEMA社はISO 8573-1:2010[7:4:4]に準じたエアを推奨致します。

3.2 3/2方向弁について

ほとんどのアプリケーションにおいて、図5のような配管設計で使用されます。3/2方向弁が電氣的印加作動した時にセーフティブレーキが解放状態になるように、設計します。例えば、停電、圧カラインでの漏れ、緊急停止などの場合にセーフティブレーキは有効となりロッドをホールドし、その後ロッドを完全にクランプします。

3.3 近接スイッチでのモニタリング

近接スイッチ1"load secured"は、クランプ状態と、クランプ前のホールド状態で、ONとなります。近接スイッチ2"clamping release"は、ロッドのストローク可能検知のために使用されます。それぞれの検知状態を比較することで、故障等を発見することが出来ます。両方のセンサーがON状態を示す場合は、何らかの異常が発生していることを意味します。(瞬間的に、重複しているような場合を除いて)

3.4 セーフティブレーキのコントロールシステムの論理図案

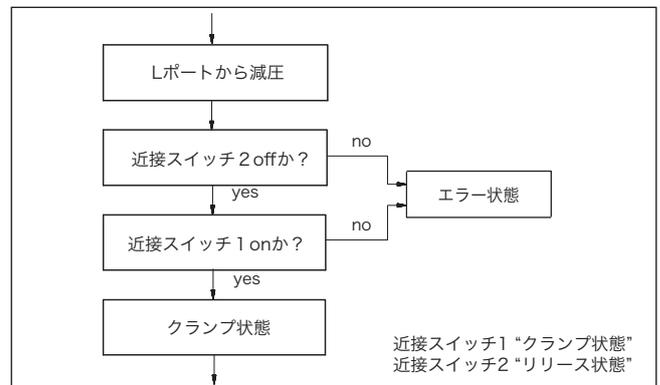


図6: ホールド状態までの過程

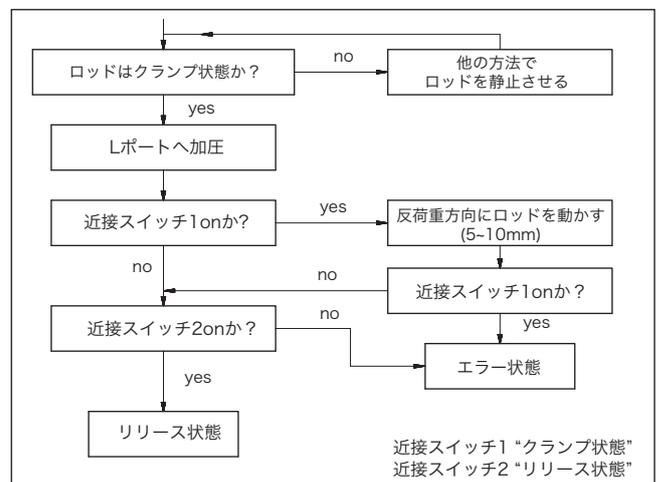


図7: クランプの解放

4 正しいタイプの選択

セーフティブレーキの許容荷重[M]はモデル別に“テクニカルデータシート TI-B11”に示されています。

通常用途(垂直落下防止用途)では、次の条件を満たす必要があります。

$$M \geq \frac{\text{負荷重量}}{\text{セーフティブレーキの設置数}}$$

セーフティブレーキの実効クランプ能力はカタログ規格値[M]の2~3.5倍の能力を誇ります。(ロッドに作動油付着、乾燥状態の場合)この点については、チャプター5もご覧下さい。

安全対策用途のアプリケーションに使用される時は、“EC type-examination certificate TI-B40”にあるDGUV証明書に付随する情報を必ずご覧になり、遵守して下さい。

5 ロッドの仕様

セーフティブレーキは、以下の条件を満たす適切な表面に仕上げてあるロッドでのみ、正常に作動します。

- ・ 仕上げ公差 ISO f7 あるいは h6
- ・ 表面硬度 HRC56以上
- ・ 焼き入れ深さ
 - ロッド径φ30mm以下 最低1mm以上
 - ロッド径φ30mm超え 最低1.5mm以上
- ・ 表面粗さ Rz=1~4μm(Ra 0.15~0.3μm)
- ・ 防錆処理 ハードクロムめっき 20 ± 10μm
- ・ ロッド端面の面取り基準
 - ロッド径φ18~φ80の場合 4x30°以上
 - ロッド径φ80を超えφ180以下の場合 5x30°以上
 - ロッド径φ180を超えφ380以下の場合 7x30°以上

また、以下のようなロッドの場合、以上の条件を満たしている事があるので、そのまま使用することができます。

- ・ ピストンロッド 仕上げ公差 ISO f7
ハードクロムめっき処理
- ・ リニアシャフト 仕上げ公差 ISO h6

ロッドの潤滑油として、グリースを使用してはいけません。

セーフティブレーキの実際のクランプ能力は、データシートや図に示されている許容荷重[M]より高い数値です。Mの3.5倍よりも高い数値にはなりません。したがって、荷重のかかる部分(ロッドや、その周辺部品)は、少なくともMの3.5倍以上の荷重に耐えるようにしなければなりません。この最大の力(3.5×M)は、緊急ブレーキがかかる時や、制御エラーによってセーフティブレーキに対して最大負荷が加わることを想定して、ロッドや荷重のかかる周辺部品は、少なくとも[M]値の3.5倍以上の負荷に耐えるように設計するべきです。

オーバーロードの時、ロッドはスリップを起こしますが、通常は、ロッドやセーフティブレーキを傷めることはありません。

一般的に、ロッドの材質は十分な強度が求められます。さらに、圧縮負荷を受ける場合には、十分な耐曲げ強さ強度も求められます。

6 寿命について

寿命を推定するため、以下の負荷状況分類を考慮して、推定致します。

6.1 ホールド状態での負荷

ホールド荷重(チャプター2.2.1状態)の時は、ロッドとセーフティブレーキにはほとんどストレス掛かりませんので、数百万時間の使用に耐えることが出来ます。

6.2 クランプ状態での負荷

セーフティブレーキが作動してロッドに落下荷重が追加され、ロッドが停止している状態(チャプター2.2.2状態 例えば空圧回路の異常など)この時、セーフティブレーキへは限界近くまでの負荷が生じていることでしょう。このような負荷状態を想定して、設計されていますので、ロッドがスリップするようなことはありません。

6.3 緊急ブレーキ時の負荷

稼動しているロッドにブレーキ力を作用させる為、多大な負荷が掛かりますがそのような負荷でも数百、数千回の動作に耐える事が出来ます。

より長くご使用いただくために、次のような状況は避けて下さい。

- ・ 頻繁な、衝撃荷重によるクランプ(チャプター6.6.2、6.6.3の状況)を行うこと
- ・ クランプ状態で、不正なシリンダ作動を行うこと
- ・ セーフティブレーキへ空圧の供給をせずに、荷重逆方向へロッドを作動させること

耐疲労試験の結果によると、クランプを何回も行った後でさえもロッドの真円度や軸表面への影響はほとんど見られず、セーフティブレーキの保持力は数年間の使用後もごくわずかな低下でしかありませんでした。

さらに、耐用年数を延ばすために、次のような対策をとることを推奨します。

- ・ ロッドには、ロッド~ユニット間のミスアライメントに起因する横方向荷重を受けさせないこと
- ・ 極端に表面が粗いロッドを使用しないこと
- ・ セーフティブレーキ内部に錆びや異物が入らないように保護すること
- ・ 3.1圧力流体についてに記載があるようにドライエアーのみを使用すること
- ・ 静止状態になってからクランプを行い、適切な制御プログラムミングによって正しい連続的な作業状態を確立すること

7 DGUV試験証明書

SITEMA社製セーフティブレーキは、以下の機械に取り付けられるために、DGUV試験によって保証されています。

- ・ 油圧プレス機(EN 693)
- ・ 機械式プレス機(EN 692)
- ・ 射出成型機(EN 201)
- ・ ゴム/プラスチック製造機(EN 289)
- ・ 油圧プレスブレーキ(EN 12622)

DGUV試験証明については、EC型式審査証明書をご覧ください。さらなる情報については、EC型式審査証明書のTI-B40をご覧ください。

8 リスクアセスメント

リスク評価(EN ISO 12100:2010)の要求を満たすため、安全関連のアプリケーションに使用されるセーフティブレーキの寸法や配置は、必ず守らなければいけません。また同様に、使用目的に適用するさらなる基準や規則に従わなければなりません。セーフティブレーキは、単独では完全な安全機構としては成り立ちません。全ての付属品や取り付け部品も同様です。これは、一般的に工場管理者やオペレータの義務です。

9 作動条件

セーフティブレーキの周囲の環境は、乾燥状態かつ清潔でなければいけません。その環境を汚染するもの、例えばグリス、ゴミ、切り粉からの保護が必要です。クーラント液や攻撃性薬剤、その他化学薬品などがハウジングの中に入ると、クランプ能力の低下を引き起こします。特に重要なことは、軸の表面にグリス類を塗布しないことです。

許容環境温度(表面温度)は0 ~ 60°Cです。

- ・ マシンの製造者は、上記のような物質・液体がハウジングの中に入らないように、適切な処置を施さなければいけません。
- ・ 不明点があれば、SITEMA社までご連絡ください。

10 能力試験

セーフティブレーキは定期的に、機能テストを行う必要があります。このチェックは、セーフティブレーキが長期間使用できるということを確実にするための唯一の方法です。

詳細に関しましてはオペレーティングマニュアルをご覧ください。

11 メンテナンス

通常の作動テスト結果が、メンテナンスとなります。セーフティブレーキが求められている機能を発揮することが出来なければ、機械の安全動作はできなくなります、このようなケースでは、緊急に修理対策しなければなりません。

セーフティブレーキは安全要素部品ですので、修理やオーバーホールはSITEMA社が行わなければなりません。SITEMA社以外で修理やオーバーホールされたものに関しては、一切の責任は負いません。

12 取り付け方法

セーフティブレーキは機械の固定フレームの構成部品としても、可動荷重の構成部品としても機械に設置する事が可能です。レイアウトを構想する際、ロッドと、特にセーフティブレーキに対してどの程度荷重が掛かるのか見極めなければなりません。セーフティブレーキKSPシリーズはプレッシャ固定用です。荷重負荷時にはセーフティブレーキを機械に押し付ける様な負荷が掛かります。この負荷は、セーフティブレーキの取り付けしている端面を通じて機械に伝わります。

- i** ロッドやその周辺部品等の据え付けられた構成部品へ伝わる荷重は、許容荷重Mの最大でも3.5倍以下になるようにしなければなりません。詳しくは”5ロッドの仕様”をご覧ください。

- i** ロッドへの横方向からの荷重を避ける為、セーフティブレーキもしくはロッドに浮動性を持たせるフローティングアタッチメントをつけて下さい。セーフティブレーキのフローティングアタッチメントとしてスプリングベースをご利用下さい。詳しくは”Technical Data Sheet TI-B20”をご覧ください。

12.1 固定式セーフティブレーキ

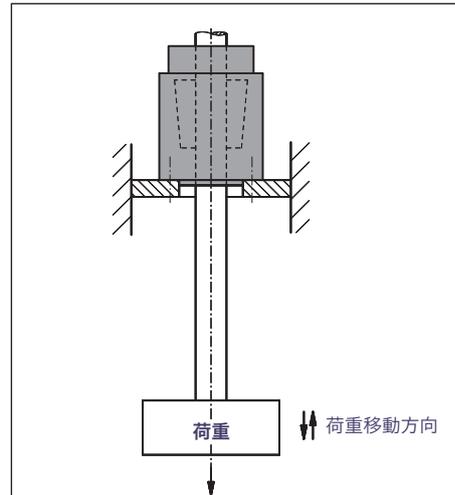


図8: 固定式セーフティブレーキの取付

セーフティブレーキが固定式で取り付けられた場合、ロッドは固定されません。

12.2 可動式セーフティブレーキ

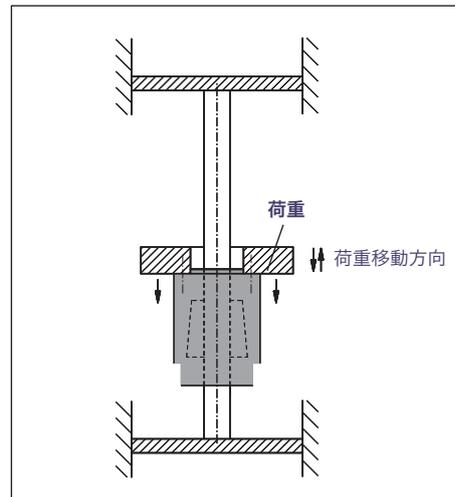


図9: 可動式セーフティブレーキの取付

セーフティブレーキが可動式で取り付けられた場合、ロッドは固定されます。