

# 安全帯フック通過装置の開発(セーフティスルー)

## Introduction of the Safety-Thru

目黒大三郎\* 足立之彦\*\*  
Daizaburou MEGURO Yukihiko ADACHI

### Summary

Introduced here is a new, intermediate, main-rope supporting device. Fixing this device to supports allow a worker to walk past a support without re-hooking the rope tied to one's safety belt at the support. Until now, this re-hooking has been unavoidable because a main rope is generally hitched to supports. This device is called "Safety-Thru", a name given by its developers.

After confirming the feasibility of the Safety-Thru by trial manufacture of the prototype, we successively improved the prototype into one that fulfilled its desired functions. This paper compares the prototype with the latest version and gives its history, including its practical use. The Safety-Thru has been patented as a "metallic main-rope supporting device".

キーワード：安全帯, 親綱支持

### 1. セーフティスルーの目的と機能

土木・建築工事等の高所作業者は、自身の墜落を防止するために安全帯を使用し、そのロープ先端のフックを足場に沿って張り渡した親綱に掛けて移動して作業を行う。長尺に張り渡した親綱の中間点は、親綱支柱あるいは構築物を利用して取り付けられた留め具等で支持するのが一般的であり、そこではフックをいったん外して次の支間の親綱へ掛け替えなければならない。作業者がこの掛け替えのとき、バランスを崩して墜落することがないように作業者に2本の安全帯を装着させ、掛け替え時でもどちらかのフックが親綱に掛かっているような安全指導が多くなってきた。

また、親綱が作業者の近くになく、盛替えのために梯子等を登り降りするなどしなければならないこともある。いずれも作業者に負担をかけることになる。このようなムダをなくすには、フックを親綱の中間支持点で通過できるようにすればよい。

セーフティスルーはこのような目的をもつ。すなわち、作業者が親綱の中間支持点を安全な状態(セーフティ)のまま通り抜ける(スルー)ことができるようにするための親綱中間支持具である。

その実用化にあたっては、次のような機能をもたせる

ように考えた。

- ①親綱に直接掛けた大径のフックを親綱の中間支持点で掛け外ししなくて通過できる。
- ②フックに手を添えなくても安全帯のロープを引張れば通過できる。
- ③支柱に取り付けても作業者の通行に支障を与えないようにする。
- ④支持具に親綱をワンタッチで安全に装着できる。
- ⑤梁などへの取り付けは、市販のバイスクリャンプやチェーンなどを使用できる。

### 2. セーフティスルーの原理

図-1, 2によってセーフティスルーの原理を説明する。

自在に回転することができる円板の外周フランジに親綱をくわえた翼形の金物がぶら下がっている。この金物に固定された沓(ベアリング)は円板の外周フランジに乗っている。円板は外周の一部を切り欠いてある。

この状態で円板を回転させると、翼形の金物は止まったままで円板の切欠が円運動する。切欠が沓を通過するときは一時的に沓の面圧は不均等になるが、翼形の金物が脱落しないよう円板の切欠と沓の形を設計する。

\* 宮地建設工業(株)MT工事部専門部長

\*\* 宮地建設工業(株)安全技術本部元機材センター長

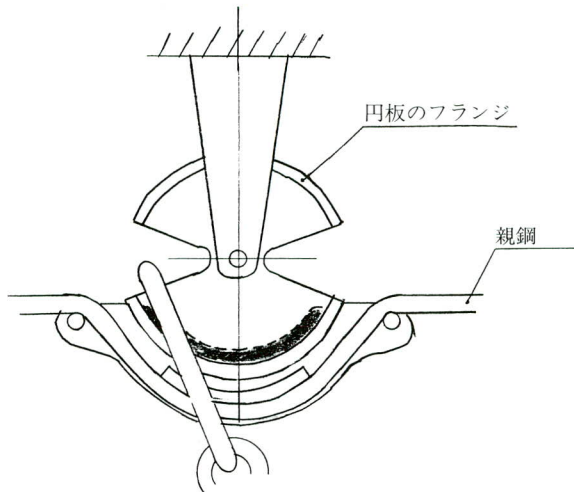


図-1 フック通過前

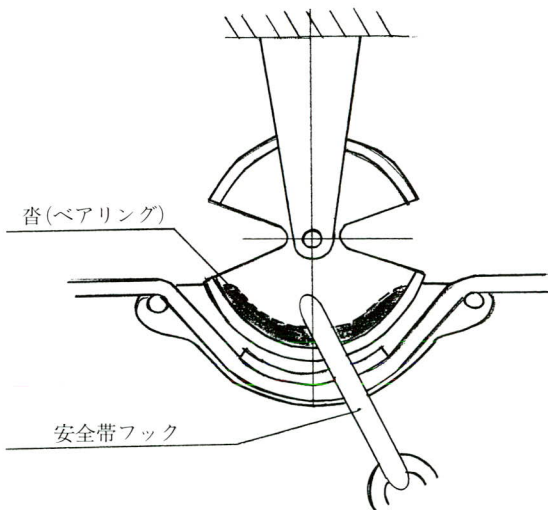


図-2 フック通過中

### 3. 他社の通過装置

セーフティスルーと同じ目的をもつものが既に他社で実用化されている。

筆者がカタログ等から知り得たものは次に示す5種類である。それぞれが優れた機構が使われているが、フックの通過原理はセーフティスルーと異なっている。親綱上を滑動する専用のホルダーを用いているものが多いが、安全帯の使用者にとってはホルダーを持ち歩くか、ホルダーのあるところでないで使用できないので、前述した作業者の負担は完全にはなくなる。機構としてはフックの形状にとらわれないので自由性はある。

- (1) F社 ツヨロンマンセーフシステム\*
- (2) SA社 タイタンセーフティスライダー\*
- (3) SE社 パスボックス\*

(4) SE社 パスリング

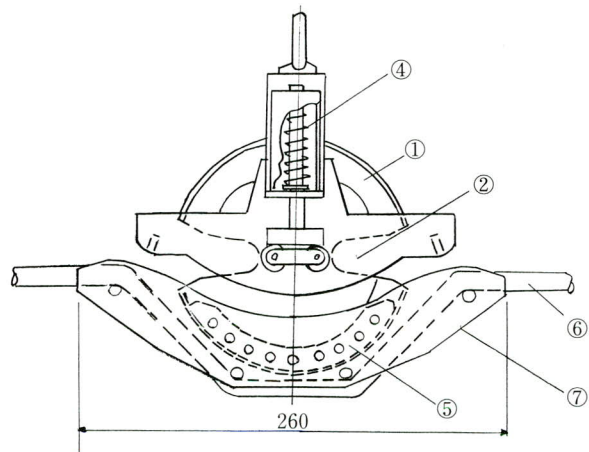
(5) SU社 命綱スルーパスホルダー

\*印のものがホルダーを使用したものである。

### 4. プロトタイプと改良型の構造概要

#### (1) プロトタイプ

プロトタイプの全体図を図-3に、通過テスト中の状況を写真-1に示す。



- ① 回転体
- ② 切り込み
- ③ カム
- ④ 圧縮ばね
- ⑤ すべり軸受け
- ⑥ 親綱
- ⑦ 親綱支持金物

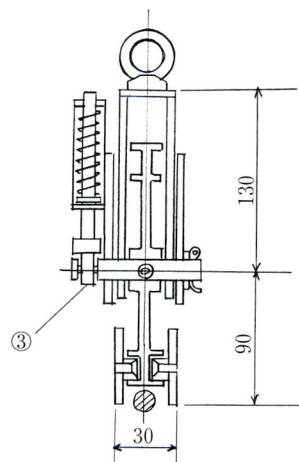


図-3 プロトタイプの全体図

#### (2) 改良型

改良型の全体図を図-4に、支柱に取り付けた状態を写真-2に示す。



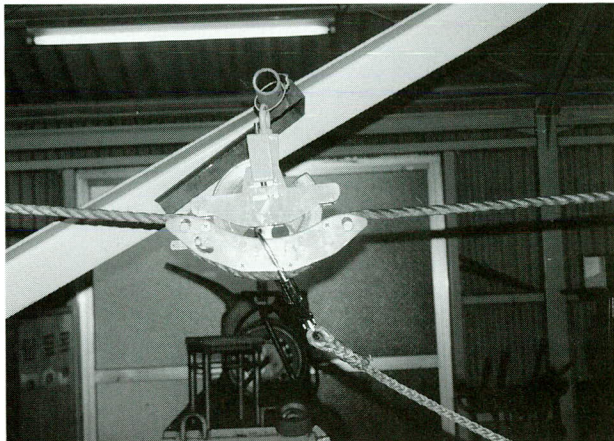


写真-1 通過テスト中

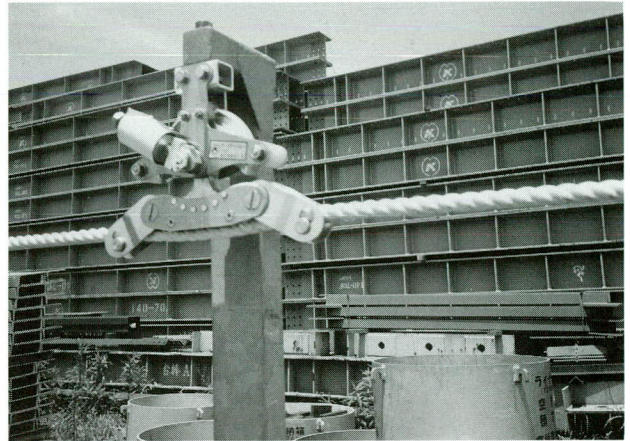
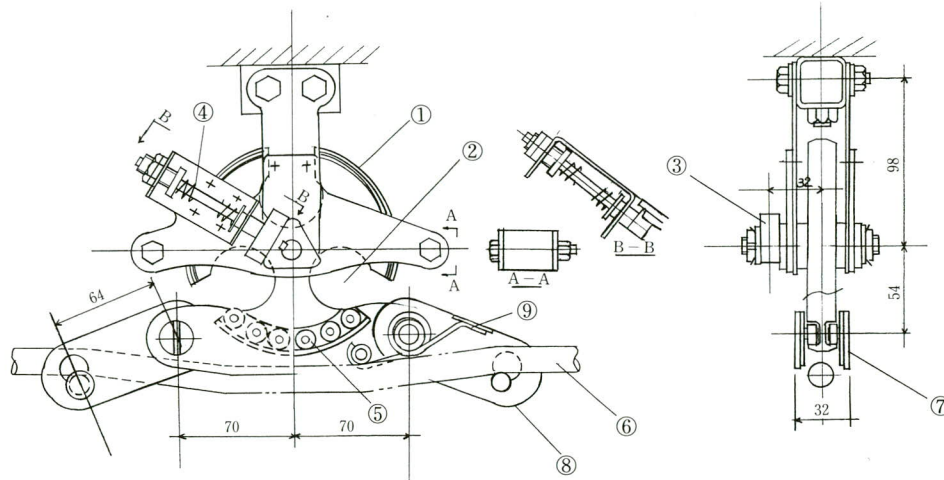


写真-2 支柱に取り付けた状態



- ① 回転体
- ② 切り込み
- ③ カム
- ④ 圧縮ばね
- ⑤ 玉軸受け
- ⑥ 親綱
- ⑦ 親綱支持金物
- ⑧ アーム
- ⑨ 巨りコイルばね

図-4 改良型の全体図

## 5. プロトタイプと改良型の比較

設計条件を表-1に示す。

ここではプロトタイプと最新の改良型の違いを明らかにし(表-2)、改良型の効果をそれぞれの項目についてコメントする。

### (1) 親綱支持器

プロトタイプでは、親綱に張力が導入されると本器へのセットが困難である。親綱張力が支持器を開くような曲げモーメントを与えるので支持器が変形しそれに固定されているベアリングも変形して回転体との接触面圧が大きくなり回転体がスムーズに回転しなくなる。

これに対し改良型では、ばねは親綱の自重によってアームにかかるモーメントを受ける。その力は回転体のスムーズな回転を防げるほど支持器を変形させない。親綱張力が大きくなるほど水平に近くなる。張力がいかに大きくてもアームを押し下げて容易にセットできる。

### (2) 回転体と切り込み

プロトタイプでは回転体の切り込みが2ヶ所であり、フックの通過軌跡が半円状であったが、改良型では回転体の切り込みを3ヶ所にしたことにより、フックの通過軌跡が緩い凹型曲線となり、フックの通過がスムーズになった。

表-1 設計条件

親綱	直径16mm繊維ロープ(*-1)
安全带フック	大径フック
設計荷重	900Kgfの鉛直衝撃荷重が親綱支持器の中央にかかるとする(*-2)
許容応力	引張・曲げ許容応力は材料の降伏点または耐力とし、剪断許容応力はその $1/\sqrt{3}$ とする(*-3)
目標重量(Kg)	2~4kg (ﾌﾟﾛﾄﾀｲﾌﾟ 6Kg, 改良型 2Kg)

- \*-1 橋梁工事でよく使用されるロープである。ロープが鋼製の場合は曲げ剛性が強いのでプロトタイプでは使用できない。この器具の形状・寸法はロープ材質とフック形状によって支配される。
- \*-2 安衛法“安全带の規格”第九条によれば、フックにかかる衝撃荷重は「75Kgの砂のうを安全带ロープの長さと同じ高さから落下させたとき 900Kgf 以下でなければならない」としている。  
国内の代表的な安全带メーカーの衝撃荷重の目標値は650Kgf程度である。  
衝撃荷重の値は、ロープの伸び性質によって異なるが本器を用いて仮設工業会で行った上記「」条件での実験結果は平均 550Kgf であった。ただし安全带ロープはショックアブソーバーなしのものであった。
- \*-3 安全带より低いところにフックをかけることは各現場で禁止されているので、上記設計荷重に対して、この許容応力をとっておけば、フック形状によって生ずる不均等荷重に対しても充分対応できる。

### (3) ベアリング

改良型では、玉軸受けにしたことによりフック通過時の抵抗が小さくなった。玉軸受けの必要耐力は極短期荷重に対して破損しないこととし、アムスラー引張試験機によって静的に900kgfの負荷をかけて異常のないことを確認した。

### (4) 回転体位置決め装置

この器具の機構のなかで回転体位置決め装置は重要な役目をもっている。

フックが右また左から回転体の切り込みに入るとき、切り込みの位置を常に一定にしておく必要がある。そのため、カム装置を用いて位置決めを行う。

改良型では、回転板が120°回転するごとに回転前の位置に復元する。フックによって回転板を0~60°まで回転させることはできるが、残りの60~120°はフックにより回転力を回転板に与えることはできないので、0~60°回転の間に60~120°回転のエネルギーを蓄えておく必要がある。そのためにカムの受動子に圧縮ばねを装着した。

回転体の初期回転力は、カムと受動子の接触点が頂点に達するまでフックによって与えられるが、以後の回転力は圧縮ばねの弾性力によって与えられる。

回転体の軸には、圧縮ばねの弾性変形、玉軸受けの摩擦、回転体軸受けの摩擦によって抵抗モーメントが発生する。通過時には、このモーメントに抗ってフックを引っ張る必要がある。その力の計算結果を表-3に示す。親綱は9mスパンで張り渡され十分に水分を含むとした。実験中では抵抗はほとんど感じなかった。

表-2 プロトタイプと改良型の比較

項目	プロトタイプ	改良型
親綱支持器	親綱が逆ハの字型になる形で支持する	支持器両端にアームをピン接合しコイルばねで支持する
回転体と切り込み	外径 174mm 材質 S45C V字型切り込み：外周に180°振分けで回転軸中心に向かって2ヶ所	外径 129mm 材質 Al-YH-75 Ω字型切り込み：外周に120°振分けで回転軸中心に向かって3ヶ所
ベアリング	並列2ヶの滑り軸受 回転体との接触面半径 82mm 厚み 8mm 材質 グラスファイバー補強4フッ化エチレン	並列6ヶの両シールド形小径玉軸受12ヶ 回転体との接触面半径 60.5mm
回転体位置決め装置	平板状直動カム 1/2回転で回転体は180°毎に位置決めされる	三角板状直動カム 1/3で回転体は120°毎に位置決めされる



表-3 通過時の必要引張力

$\theta$ (度)	抵抗モーメント (Kgf・mm)	引張力 (Kgf)	$\theta$ (度)	抵抗モーメント (Kgf・mm)	引張力 (Kgf)
60	166	4.2	-	-	-
45	201	5.0	-15	-20.9	-0.5
30	193	4.8	-30	-93.8	-2.3
15	144	3.6	-45	-134	-3.4
0	65.8	1.6	-60	-132	-3.3

### (5) 親網支持器の復元動作

改良型におけるフック通過時の模式図を図-5に示し、以下に補足説明を行う。

- ① フックが右から親網上を本器に接近している。
- ② フックが本器に入ろうとしてアームの傾斜面を押し、アームの傾斜面を押し、回転体の切り込みに向かう。このとき、支持器を回転体の外周に沿って角度 $r$ 回転させ、緩やかな傾斜面をつくる。
- ③④⑤ 左側のアームは、コイルばねの弾性とフックの押しつけ力によってフックが通過する前の状態に戻り、回転体の角度 $r$ が0となる。

### (6) 安全効果

フック通過中に、衝撃荷重が本器の中央部以外にかかっても、アームの回転がそれを外に逃がすことができる。

## 6. おわりに

セーフティスルーは、部分的に切り込みのある円（回転体）と円弧（親網支持金物）との相対回転をその基本的な原理とする。円弧であるベアリング列と円との接触が間けつ的に起こることによる不連続な動きや力の発生を簡単な機構で吸収することは困難である。しかし、セーフティスルーの通常使用時における各部の動作速度・

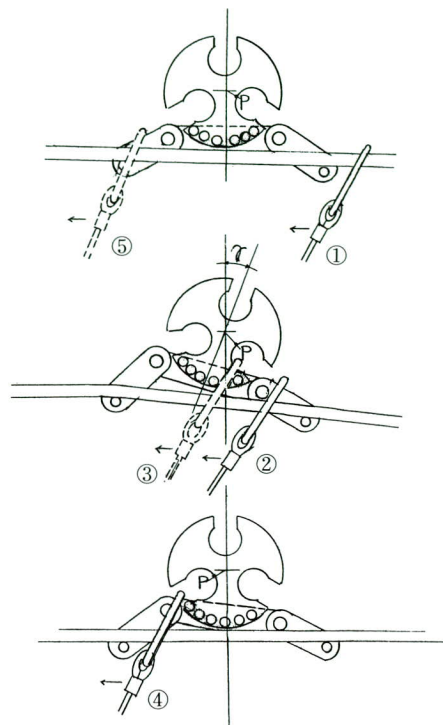


図-5 フック通過時の模式図

作用力の大きさやその頻度からみて、器具としての機能と機械としての機能をそれぞれある程度簡略化したことによって実用化の道が開けた。全体寸法・形状は、使用する安全带フックの形状によって支配されるので足場パイプにも掛けることのできる大径フック用では、これ以上コンパクトなものにはできないと考える。

今後は、一つひとつの部材の材質・部材どうしの接合方法などを改良することによって、コストダウンを図らねばならない。

最後に、約5年に亘って試作費用や実験作業の面で支援を頂いた「関係各位」に厚く御礼を申し上げます。

1999.11.1 受付