

テーパートグルの考案について

湖北地域消防本部（滋賀） 伊吹 友壽
池戸 孝之

1 はじめに

近年異常気象によるゲリラ豪雨によって、河川氾濫などのニュースを耳にすることが多くなってきています。今年も、中国・九州北部豪雨や兵庫県佐用町で、水害による甚大な被害が出たばかりです。河川の増水や氾濫等の災害では、ロープブリッジ線を設定しての救助活動が予測されます。

ロープブリッジ救出、中州救助、ロープブリッジ渡過と空中で高所にブリッジ線を張る救助現場や、訓練は大掛かりで消防救助の代名詞的風景と言えます。ブリッジ線の設定は、消防救助活動上必要な技術であり、日々の訓練の中で幾度となく設定してきました。【写真1参照】

2 現状での問題点（考案のきっかけ）

ブリッジ線の設定は、強固な支持物に、ふた回りふた結びでロープを結着し、もう片側はロープの端にちょう結びを作成し輪を作り、ウインチに掛け展張します。この時、ちょう結びの結び目が締め付けられても解きやすいようにトグルを差し込みます。【写真2参照】

日々の訓練でのロープの展張は、張力計で確認しながら7.5 kN に設定します。訓練開始後、ブリッジ線を何度か渡ると、ロープが伸び、張力が落ち渡過に支障をきたすため、展張し直します。更に訓練を続けると、また張力は落ち、再度展張…と、ちょう結びに差し込んだトグルは、ブリッジ線に負荷がかかるほど、どんどん締め付けられます。

撤収時、硬く締め付けられたちょう結びからのトグル抜き取りは、簡単に抜けないため、トグルを地面に何度も打ち付けて抜いたり、トグルを力任せにねじってロープに負担をかけてしまったりと問題がありました。

【写真3, 4参照】

また、訓練塔によっては、ブリッジ線の撤収を高所の狭いスペースで行わな

ければならず、力が必要なトグルを抜き取る作業は安全面でも問題がありました。【写真4参照】

そこで、これらの問題点を解消すべくテーパートグルについて考案しました。

3 テーパートグルの概要

- (1) 考案したテーパートグルは、2つの円錐の頂点を雄・雌にネジ加工し、つなげたものです。【写真5, 6参照】
- (2) 長さは30cmで、重さはアルミ製で410g、両端の直径は4.5cmで中央の直径は2.5cmになります。この形状が、大きさ、太さ共に、理にかなったものでした。
- (3) 災害現場や、訓練塔での梯子登梯時でも携行しやすいよう、カラビナを通す穴を設けました。【写真6, 7参照】
- (4) ネジ込みは10回転で外れ、ネジを外し2分割することによってトグルは簡単にちょう結びから抜き取ることができます。【図面1, 2, 写真8参照】

4 機器作成

最初に作成したトグルはSS400の鋼材で、円錐を2個繋ぎ合わせた鉄の塊でした。重量は2455gと重く、この時点での問題は重量でした。そこで、筒状に中をくり抜き軽量化し、重量は1190gと、当初重量の半分以下まで軽量化しました。【写真9参照】

さらに、アルミニウムでも作製しました。合金番号5052アルミ・マグネシウム系の合金で作製し重量は410gまで軽くなりました。従来の金属製トグルより軽く、重量の問題は解消されました。【写真10参照】

5 強度

JISの機械的性質、引張試験によると、引張強さは、5052アルミ合金で175 N/mm²以上、SS400の鋼材で400~510 N/mm²となっています。【データ資料1参照】開発したテーパートグルで、荷重のかかる中央付近の、最も細いネジ山の谷部分で換算すると、5052アルミ合金で35kN以上、SS400の鋼材では80kN以上の強度があることとなり、消防が使用す

る3つ打ちナイロンロープをダブルで使用した時の結索部分の強度より強いこととなります。【データ資料2参照】

6 従来トグルとの比較

従来木製トグルは、軽く硬いはずの檜の木が、締め付けられるロープによって凹凸ができます。この凹凸のため更にトグル抜き取りが困難になっていました。【写真11, 12参照】

従来金属トグルは、硬く丈夫ですが、ちょう結びに設定中(ロープ展張前)、締め付けが不十分だと滑り落ちる可能性がありました。【写真11, 13参照】

テーパートグルは、中央の径より両端の径が大きいため、仮に設定中締め付けが緩くても決して抜け落ちることはありません。【写真11, 14参照】

7 利点

- (1) 2分割するという特性、更に最大の利点となるテーパー形状の効果で、固く結索されたちょう結びからトグルの抜き取りが、格段に容易となり、安全な撤収作業ができる。【写真15参照】
- (2) ロープに負担をかけずに撤収することができます。
- (3) 撤収時間の短縮、撤収時労力の省力化が図れる。
- (4) 単純で強固な構造。
- (5) 安価で作製可能である。(量産すれば、3,000円程度で作製可能)

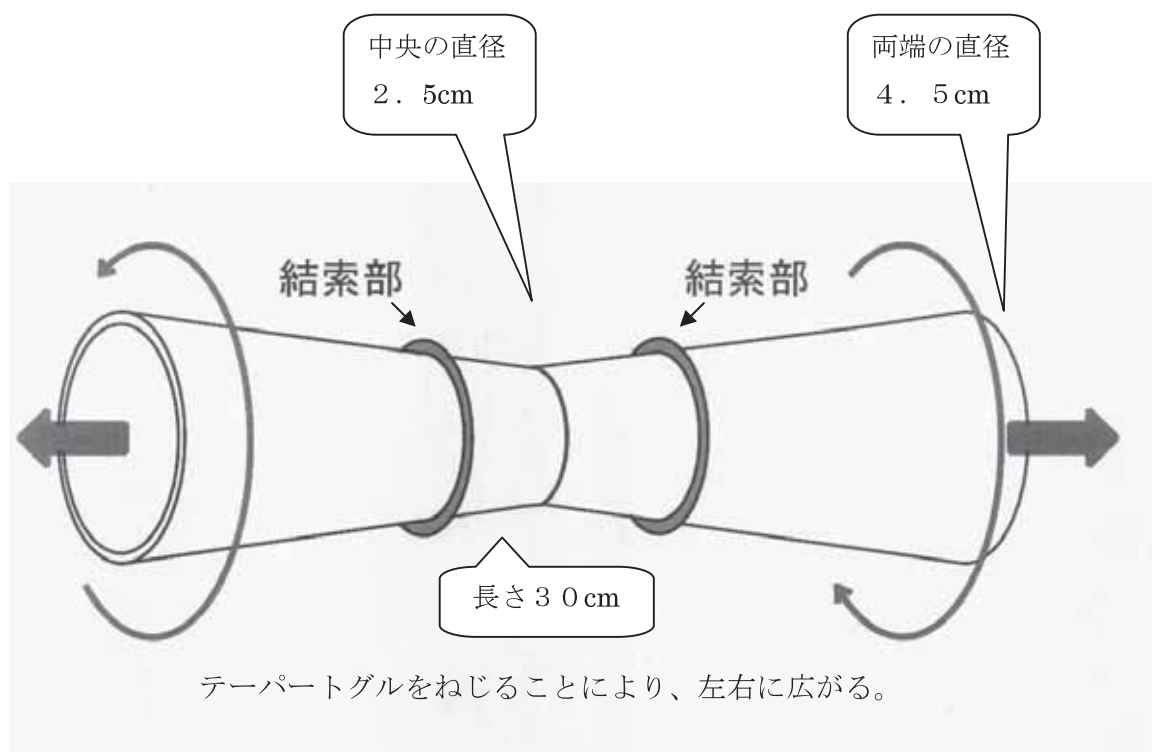
8 実験

- (1) 実際にブリッジ線を張って、何度もテーパートグルを使用しましたが、展張した後のちょう結びからの抜き取りは常に容易で、当初の問題点は完全に解消されました。
- (2) 今年の消防救助技術指導会に向けた訓練で毎日使用してきましたが、不具合、問題点は全くありません。
- (3) 救助現場で過大な力が加わった状態を仮定し、10kN以上の張力で実験しましたが、トグルの変形は無く、ちょう結びから抜き取り不能や抜き取りに時間を要するなどの問題はありませんでした。

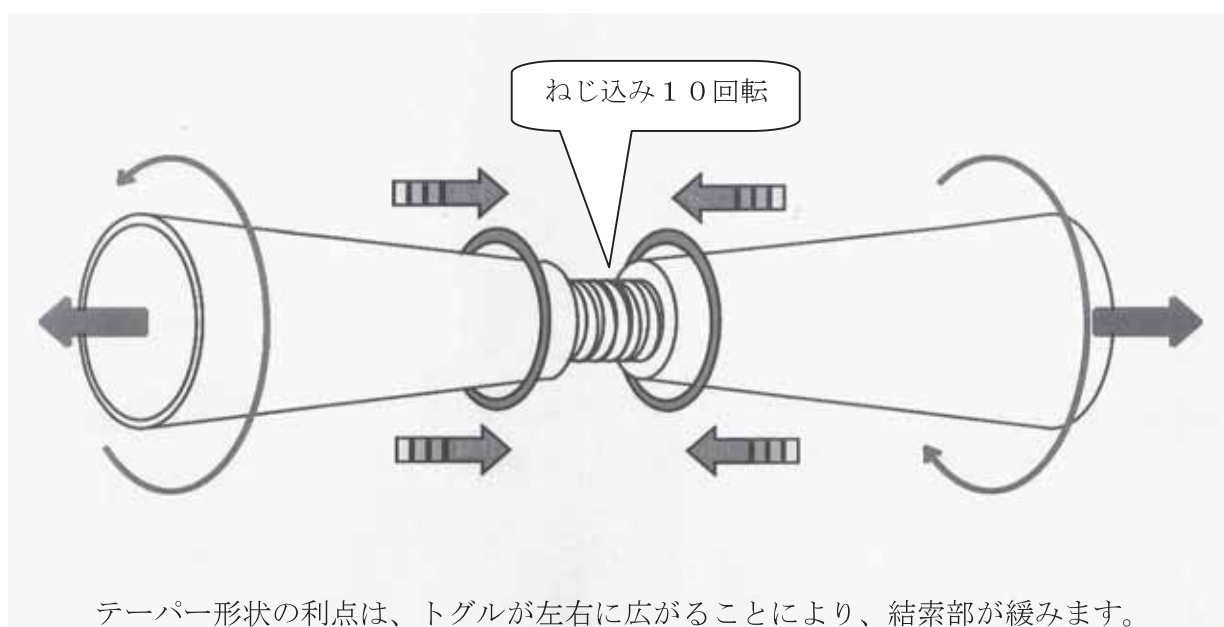
9 まとめ

このテーパートグルは、今までのトグルと比べ間違いなく便利で安全になりました。ブリッジ線を設定する災害時に、また訓練時には無くてはならない資器材として、全国の救助工作車に積載され、すべての消防署に配備されることを願います。

図面 1 結索部が緩む仕組み



図面 2 結索部が緩む仕組み



データ資料 1

機械的性質

材質名	引張強さ
5052 アルミニウム合金	175 N/mm ²
SS400 鋼材	400～510 N/mm ²

JIS機械的性質引張試験より

データ資料 2

破断強度実験データ

ナイロン三つ編みロープをダブルで使用し、ロープの端にふた回りふた結び、ちょう結びを作製しての破断実験。

ロープはどちらも結び目から破断する。

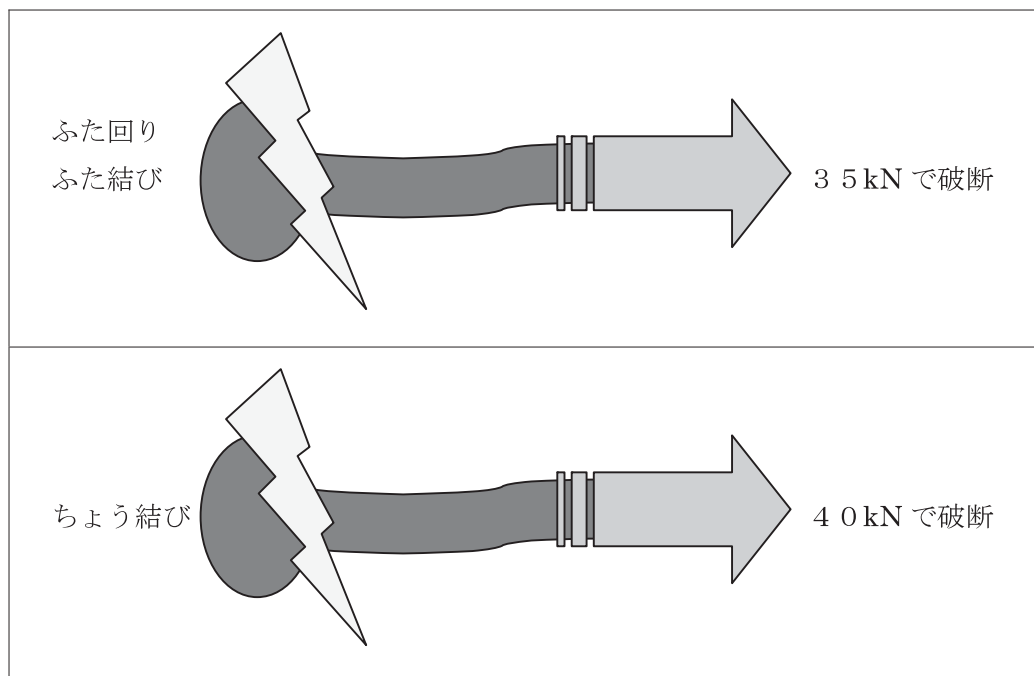


写真 1



ブリッジ線を設定した中州救助訓練風景

写真 2



ちょう結びに従来金属性トグルを差し、ウインチで展張している状況

写真 3



木製トグルは、地面に打ち付けて抜いていた

写真 4



金属性トグルは、力任せにねじって抜いていた

写真 5



考案したテーパートグル

写真 6



2分割されたテーパートグル

写真7



テーパーパートの携行状況

写真8



ねじ込みを外した状況

写真9



筒状に中をくり抜き軽量化

写真10



アルミニウム製テーパーパートは410g

写真11



テーパーパート(左)、従来金属トグル(中央)、木製トグル(右)

写真12



締め付けられるロープによって凹凸ができた木製トグル

写真 13



設定中（ロープ展張前）、締め付けが緩いと滑り落ちる危険があった

写真 14



中央の径より両端の径が大きいため、仮に設定中締め付けが緩くても、決して抜け落ちることが無い形状

写真 15



テーパートグルを使用すると、狭い塔上でも無理なく安全に作業できる