

低反動型ガンタイプノズルの考案について

四街道市消防本部（千葉） 高梨 光彦

1. はじめに

近年における災害形態は、大規模複雑化の一途をたどり想定を超えた甚大な被害をもたらす災害も発生している。このような災害に対して、消防力の強化を図るため最新鋭の消防機器が開発改良され災害現場に投げられているが、消防職員の高齢化や現場活動が長時間に至るなど、消防隊員の負担は増大しているのが現状で、現場活動時における安全管理はより一層の配慮が必要である。

また、火災防ぎょにおいては、有毒ガスを含んだ大量の濃煙が発生するなど、消防活動を阻害する要因が多くなっている中で、消火活動に伴う消火損害（以下、「水損」という。）も問題視される状況にあることから、迅速に火点を特定し、最少の消火水によって効果的な消火活動が求められている。

2. 筒先の変化

筒先（以下、「管そう」という。）は、古来ストレート型が一般的であったが、時代とともに変化を遂げ、外部形状を「“へ”の字」にすることで、放水反動力（以下、「反動力」という。）の低減が図られるなど、機能性、活動性の向上が図られてきた。一方、欧米では、ガンタイプノズル（以下、「GN」という。）の歴史は古く、強靱な消火隊員（以下、「隊員」という。）が巧みに操り、片手でGNを保持し、消防ホース（以下、「ホース」という。）を脇に抱えるように消火活動をする姿は圧巻である。

日本においては、欧州製GNの輸入製品で国内向けにアレンジを施されていたものが主流であったが、現在では国内T社のGNも市場に展開されるようになり、普及に拍車が掛かっている。

3. GNの有効性

GNは、長寸の管そうを要しないため軽量コンパクトであることに併せて、

放水パターン（棒状、広角噴霧状）、放水量の調整や放水・停水の操作を手元で行なうことができる利点がある。軽量コンパクトな形状は、屋内に進入し狭隘な区画において、迅速な消火活動を展開することができ、特に取り回しが容易なため、放水を必要とする場所に的確かつ効果的に行なうことができ、無駄な放水による水損を防ぐことができる。

また、狭隘な区画における消火活動は、隊員の動きを制限されるが、GNを使用することで身体的な負担を軽減し、無理なく容易に行なうことができる。

4. GNの注水姿勢

GNを使用した基本の注水姿勢は、右手で握り手（以下、「グリップ」という。）を握り、ホースを脇で強く抱え込むように保持し、左手をノズルに添えるように保持するとともに、従来の管そうと同様に反動力に耐えるため重心を移しながらバランスを保ち放水する。基本の注水姿勢においては、腕の支点となる肩から近い胸元に両腕が肘を中心に屈曲した状態で集中し、右手と左手が接近して、胸元で抱えるように力を一点に集中させることができる。

従来の管そうとGNでは、保持する位置の違いはあるが、反動力に対して体全体でバランスを保ち、保持しなければならない点は共通している。ここで比較対象となるのが保持する位置である。従来の管そうは、腰部で保持するのに対して、GNは脇部である。体格的な個人差はあるが、概ね腰部から脇部まで30センチメートルから40センチメートル位であるとするならば、GNは、従来の管そうと比較すると保持する位置が高くなることになる。このことは、一定圧力で送水され通水状態にあるホースが接地摩擦面となる地面と接するまでの距離が若干なりとも長くなる（ホースの浮き上がり）ことから、前後方向に掛かる反動力に対して更に耐える必要がある。

欧米の消防隊員と日本の消防隊員では、身体条件が異なるため、反動力に対する深い認識が必要である。また、GNは、胸元で保持し、ホースを脇で強く抱え込むように使用すると有効に活用できるが、従来の管そうを保持するように、腰部の位置まで下げて保持すると、必要以上に反動力が肩及び腕に掛かってしまい危険な状態になるとともに効果的な放水を行うことができ

ないことから、注水姿勢を意識する必要がある。

5. GNの改良

GNは、ノズルの先端からホース結合部まで直線管形状で構成され、軽量コンパクトかつ機能が集約されていることから、全体的なバランスに優れている。しかしながら、欧米の消防隊員と日本の消防隊員では、身体条件が異なることや従来の管さうの注水姿勢が身に付いてしまっていることなどから、GNの有効性を発揮できない実態がある。

このことから、日本の消防隊員に適したGNを研究し、身体条件や注水姿勢を自然に補うことができるGNの改良に着手した。

GNを改良するに当たり、本来の機能を損なうことなく、日本の消防隊員の身体条件に適し、容易に扱うことができることを主眼とした。消火活動は、火災の種類や規模によって様々な戦術を展開することになるが、戦術を限定することなく、あらゆる条件化において適切に対応することができ、最小限の改良で効果が得られるように行なった。

GNは、規定された圧力を超えた送水や注水姿勢を誤ると、GNを保持する隊員の負担が増加し、特に肩から腕、そして手首に掛かる反動力は著しいものになる。また、規定された圧力で送水され、適正な注水姿勢で消火活動を行なった場合においても、長時間に至る場合や狭隘な区画で放水を行なう場合においては、反動力に対する疲労は著しいものになる。このことから、隊員が放水活動に受ける反動力による負担を軽減し、効果的な放水が持続できるように改良を行なった。

6. 低反動型GN

GNを改良するにあたり、ノズルの先端からホース結合部、そしてホースに至るまでを検証すると、ノズルには、①ノズル揚力と②ノズル反動力が掛かり、ホースには、③水流の力と④接地圧が掛かることになる。このノズルに掛かる力とホースに掛かる力を相反した方向に作用させ、作用する力の向きを合わせてバランス（相反した力を平行にさせる。）を取ることで、反動力を減少させることができる。このように相反した方向に作用させ、作用する

力の向きを合わせるためには、ノズルの先端からホース結合部、そしてホースに至るまでの形状を緩やかな“S形状”にする必要がある。この形状を作り出すためには、GNを“への字”の形状にして、GNのホース結合部からホースが接地摩擦面となる地面と接する部分で実現し、完結させることが求められる。

GNの全体寸法については、GNの利点である“コンパクト”を重視するためには、無駄に大型化することはできない。ノズル揚力とノズル反動力の均等を保つためには、ある程度の寸法が必要とされるが、GNにおいては大きさ、重量バランスを崩すことになる。このことから、寸法については、グリップ後方からホース結合部に向かって若干伸ばす程度に止め、重量バランスについてもグリップを握った状態で若干手元側に移る程度に止めた。また、グリップを握る動作や手首の保持角度などに負担を生じない最適な形状が求められ、隊員がグリップに手を掛け握る際に、曲管部を意識することなく容易に握れることが必要である。

このような条件を網羅した結果として、GNにおいては、ノズル揚力とノズル反動力の均等を狭小範囲で保たなければならないことから、完全な無反動化を図ることは困難であったが、低反動化とすることで、GNとしての利点があることが判明した。

低反動型のGN（以下、「低反GN」という。）にするためには、ノズルの形状を“への字”にする必要がある。あらゆる放水条件下において効率的に反動力を低減するため、屈曲部（以下、「曲管部」という。）の角度と寸法を検討し、グリップを保持する際に障害を伴わない曲管部の角度、間隔や圧力流量特性などの検証を行なった。その結果、条件に適合する角度は、グリップ後方からホース結合部に向かって下向きに30度曲管させることで、グリップを握り手首を動かした際に違和感が生じず、重量バランスが保たれることが確認された。

7. 改良結果

GNの基本注水姿勢は、右手でグリップを握り、ホースを脇で強く抱え込み保持し、左手をノズルに添えるように保持することになるが、ホースを脇

で強く抱え込むように保持するのは負担を伴うことになる。低反GNでは、完全な無反動化を図ることはできないが、従来前後方向に作用していた反動力の大半を減少させ、若干残った反動力は上下方向に作用させることができるようになった。このことは送水圧力が高くなり、反動力が大きくなると低反GNの“への字”形状の原理からGNに対して上方向に力が作用することになる。このためホースは必然的に脇に引き込まれるような状態となるため、隊員は自然に脇でホースを抱え込むような状態で保持することになる。併せて低反GNに作用する前後方向の反動力が大幅に減少したため、ガングリップをしっかりと胸元で保持することができるため、反動力による動揺を大幅に軽減することができる。無反動化を重視するのではなく、低反動化を選択したことによって、GNの有効性を欠くことなく、更なる活動性の向上を図ることができた。

8. 付随部分の改良

低反GNは、反動力の低減に併せて、保持を容易にするため、肩ベルト用リングを追加した。この追加したリングにカラビナをセットし、安全帯のD環に掛けることで、腰部での保持を容易にした。また、梯上放水時には、カラビナを梯子横棧に掛けて使用することで、消火活動を容易に行うことができる。梯上放水では、低反GNが30度下向きになっていることで、ホースに負担を掛けることなく、自然なホースラインが展開できるため、ホースの跳ね上がり等により隊員がバランスを崩す危険性を軽減することができる。

9. まとめ

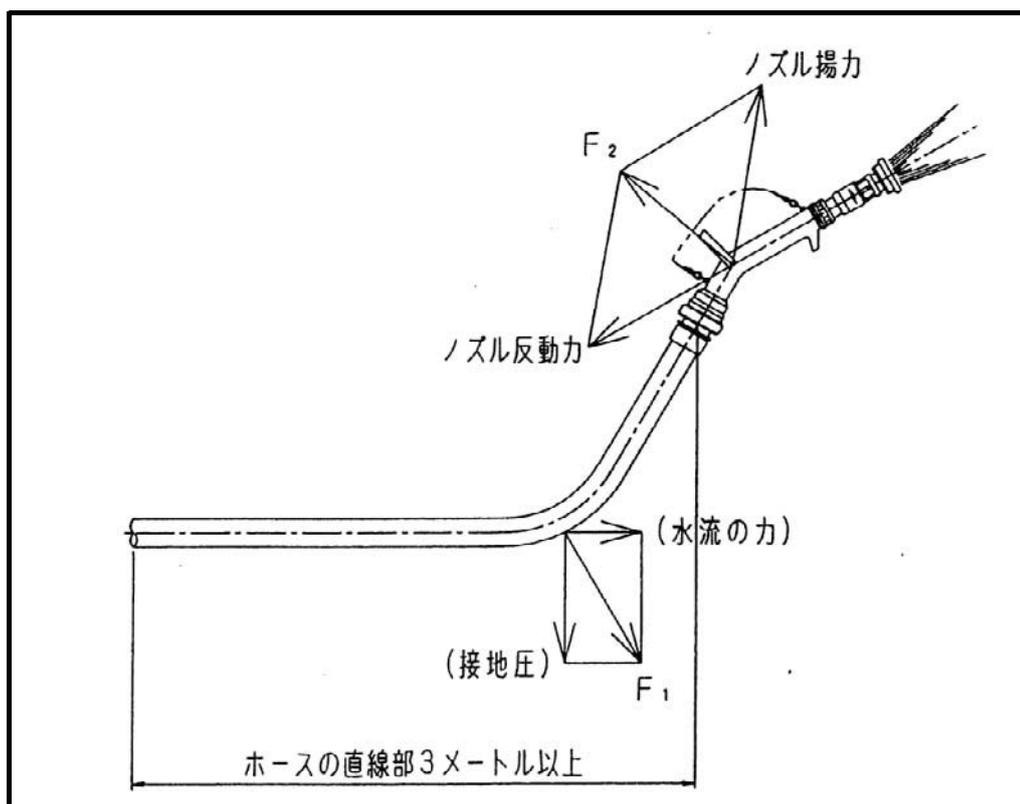
我々、消防職員のおかれている状況は、年々厳しさを増している一方で、地域住民の消防に寄せる期待は高まるばかりであり、その期待に応えなければならない。厳しい状況であるからこそ、日々進化を遂げ、終わりなく探求しなければならない。低反GNは、消火戦術を展開する中で有効な放水器具であることから、これを活用し隊員の負担が軽減され、より安全に活動することができることを願うものである。

10. 参考文献

東京法令出版 新・消防機器便覧

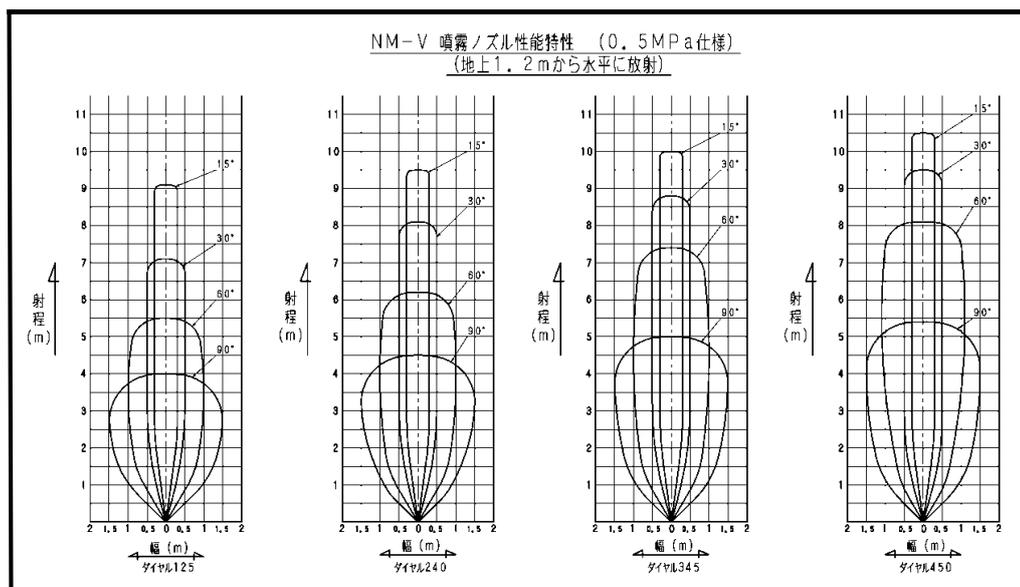
東京サイレン株式会社 リニアノズル取扱説明書

図表 1 放水反動力



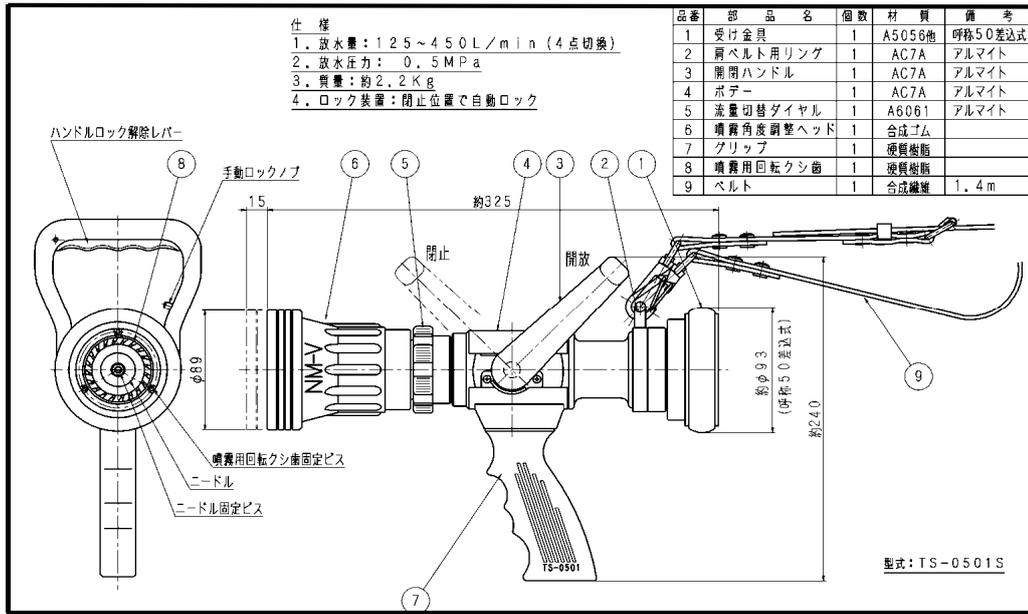
☆無反動管そうに生じる放水反動力等の図説
 放水時は、ホースの曲り部に下向きの合成力F1が生じ、ノズルの曲管部には上向きの合成力F2が生じる。ノズルの方向とホースを一直線にすれば合成力F1とF2が相殺されて反動力が減少できる。(F1とF2の線が平行になった時に反動力が減少する。)

図表 2 ガンタイプノズル放水性能特性



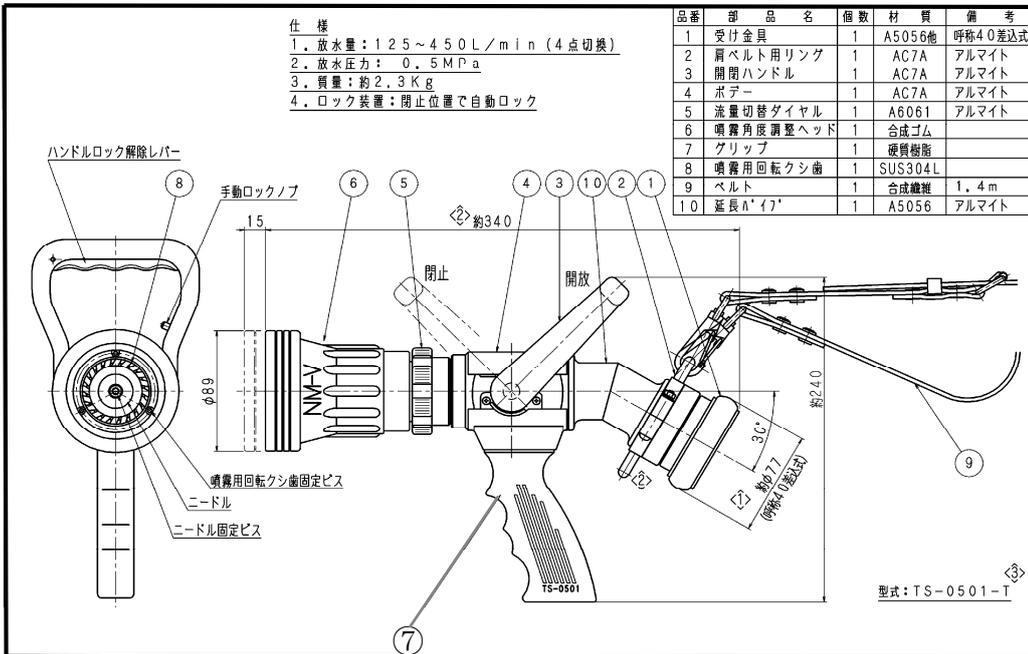
☆ガンタイプノズル (0.5MPa仕様) の性能特性

図表3 図面



☆従来のガンタイプノズルの図面

図表4 図面



☆低反動力型ガンタイプノズルの図面

ノズル中心軸から下向きに30度屈曲させて、放水反動力を低減している。



写真1

低反動力型ガンタイプノズル

ガングリップ後方からホース結合部に向かって下向きに約30度曲管させた。



写真2

写真上
標準型のガンタイプノズル
プノズル

写真下
低反動力型ガンタイプノズル



写真3

曲管部の角度を検証した際の
の試作品

写真上
試作した低反動力型ガンタ
イプノズル

写真下
低反動力型ガンタイプノズル



写真 4

曲管部の拡大

下向きに30度屈曲させた。



写真 5

胸元での注水姿勢

低反動力型ガンタイプノズルを胸元で保持する。
自然体で注水姿勢を保つことができる。



写真 6

胸元での注水姿勢

ホース結合金具が下向きに作用している。



写真7

腰部での注水姿勢

ガンタイプノズルの先端からホース結合部、そしてホースに至るまで緩やかな“S形状”を描く。



写真8

腰部での注水姿勢

ノズルの先端からホース結合部、そしてホースに至るまで緩やかな“S形状”を描く。



写真 9

肩ベルト用リング活用例

肩ベルト用リングにカラビナを設け、安全帯のD環にカラビナを掛けて放水する。



写真 10

肩ベルト用リング活用例

肩ベルト用リングにカラビナを設け、安全帯のD環にカラビナを掛けて放水する。



写真 11

肩ベルト用リング活用例

肩ベルト用リングにカラビナを設け、安全帯のD環にカラビナを掛けて放水する。



写真 1 2

大量放水時の応急活用例

大量放水等には、ハンドルを地面側にセットする。



写真 1 3

大量放水時の応急活用例

約30度の曲管によって、様々な効果をもたらすことができる。



写真 1 4

低反動力型ガンタイプノズル

①下向きに約30度曲管させ、放水反動力の低減を図った。

②肩ベルト用リングを追加した。

③肩ベルト用リングにカラビナを設けた。

- ※1 写真中のホースは、ホースラインを表現するため、65mmホースを使用して撮影したもので、実際は、40mm又は50mmホースを使用しています。
- ※2 写真について、救助訓練中の隊員の協力を得て撮影したため、防火服等の適正な装備を着装していません。不適切な点につきましては、あらかじめご了承ください。

一般財団法人 全国消防協会

郵便番号 102-8119

東京都千代田区麴町一丁目6番2号

アーバンネット麴町ビル5階

電話 (03) 3234-1321(代)

FAX (03) 3234-1847

※禁無断転載