

40mmホース及び50mmホースを併用してガンタイプノズルで放水した場合のノズル元圧及び放水流量の検証

野本 秀和*, 佐藤 建司**, 日高 一誠***, 持田 春人*, 渡邊 茂男*

概要

現在、ガンタイプノズル（以下「GN」という）の活動要領では、同一の消防ポンプ車（以下「ポンプ車」という）からの口径40mmホース（以下「40mm」という）と口径50mmホース（以下「50mm」という）の併用は禁止されている。このことから、敢えて40mmと50mmを同一のポンプ車からそれぞれ1線ずつ延長し、2線共にGNで放水した場合のノズル根元圧力（以下「ノズル元圧」という）及び放水流量から、併用した場合の筒先への影響について検証を行った。その結果、同一ポンプ車で40mmと50mmを併用すると、それぞれのホースの摩擦損失圧力の違いから、一方の筒先の放水流量が著しく増加又は減少することにより、筒先担当員が保持可能な限界を超える反動力が発生し、安全確保が困難になることが確認された。

1 はじめに

現在、GNの活動要領では、同一のポンプ車からの40mmと50mmの併用は禁止されている。

そこで、今回は、40mmと50mmを同一のポンプ車から2線延長し、2線共にGNで放水した場合のノズル元圧及び放水流量から、併用した場合の筒先への影響について検証を行った。

2 検証項目

(1) 50mmに取り付けたGNを基準とした場合

ポンプ車から50mm1線及び40mm1線を延長し、50mmに取り付けたGNのノズル元圧を規定圧力である約0.7MPaに設定した場合の双方のノズル元圧及び放水流量を測定した。

(2) 40mmに取り付けたGNを基準とした場合

ポンプ車から50mm1線及び40mm1線を延長し、40mmに取り付けたGNのノズル元圧を規定圧力である約0.7MPaに設定した場合の双方のノズル元圧及び放水流量を測定した。

3 実験日及び実験場所

平成21年5月27日(水)

東京消防庁 消防学校

4 実験方法

(1) 測定方法

放水隊形を図1に示す。図1中のGN50は、50mmに取り付けたGN、またGN40は40mmに取り付けたGNを示す。ポンプ車の片側からGN50、もう一方の側からGN40を、途中、

長さ5mの口径65mmホース及び電磁流量計を介して延長した。

なお、電磁流量計のIN、OUT側及びGNの根元にそれぞれ鋼製の整流管(長さ1050mm)を設置し、放水流量は電磁流量計、ノズル元圧は整流管に圧力変換器を設置して測定した。

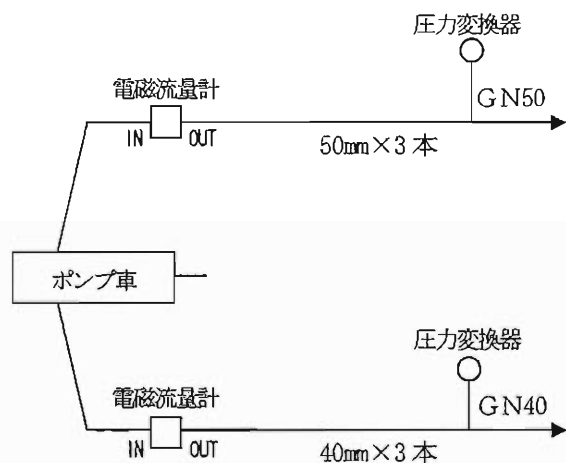


図1 放水隊形

*装備安全課 **麹町消防署 ***深川消防署

(2) 測定条件

測定条件を表1に示す。

図1に示すとおりポンプ車からGN50及びGN40を延長し、双方のGNとも同じノズル開度及び同じ流量切替えダイヤル値（以下「ダイヤル値」という）に設定して、GN50を規定圧力0.7MPaとした場合及びGN40を規定圧力0.7MPaとした場合のGN50及びGN40のノズル元圧、放水流量及びポンプ圧力を測定した。

なお、GN40については、内張りを変更した低圧力損失型のホース（以下「低圧損型」という）と従来どおりの内張りのホース（以下「従来型」という）の2種類を測定条件にいった。

表1 測定条件

| 項番 | 使用ホース口径 | | ダイヤル値 [L/min] | 規定圧力 (0.7MPa) 設定GN |
|----|---------|--------------|------------------|--------------------------|
| | GN50 | GN40 | | |
| 1 | 50mm | 40mm 低圧損型 | 115 | GN50 |
| 2 | | | | GN40 |
| 3 | | | 230 | GN50 |
| 4 | | | | GN40 |
| 5 | | | 360 | GN50 |
| 6 | | | | GN40 |
| 7 | | | 475 | GN50 |
| 8 | | | | GN40 |
| 9 | | 40mm 従来型 | 115 | GN50 |
| 10 | | | | GN40 |
| 11 | | | 230 | GN50 |
| 12 | | | | GN40 |
| 13 | | | 360 | GN50 |
| 14 | | | | GN40 |
| 15 | | | 475 | GN50 |
| 16 | | | | GN40 |

(3) 測定機器等

ア 電磁流量計

愛知時計電機社製

TAV065V-30UEFIZ010 (精度±0.5%)

イ 圧力変換器

共和電業社製

PG-20KU (定格容量2MPa)

ウ データロガー

KEYENCE社製

GR-3000 (サンプリング周期0.05秒)

エ ひずみ測定器

共和電業社製

DPM-613A

(4) 資器材等設定状況

資器材等の設定状況を写真1から写真4に示す。

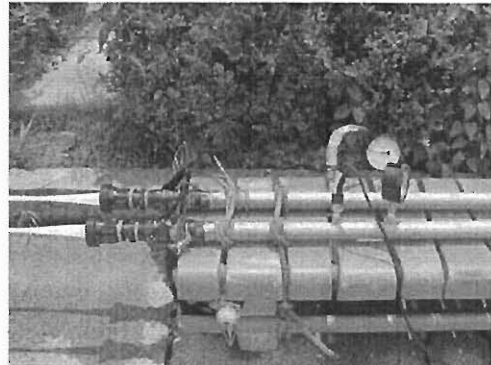


写真1 GN及び圧力変換器等の設定状況



写真2 ホース延長状況①



写真3 ホース延長状況②



写真4 電磁流量計設定箇所周辺

5 実験結果

測定結果を表2及び図2から図9に示す。また、各項番における放水状況を写真5～写真20に示す。

表2 測定結果

| 項番 | 使用ホース口径 | | ダイヤル値 (L/min) | 規定圧力 (0.7MPa) 設定GN | GN50 | | GN40 | | ポンプ圧力 [MPa] |
|----|----------|--------------|------------------|--------------------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|
| | GN 50 | GN40 | | | ノズル元圧 [MPa] | 放水流量 [L/min] | ノズル元圧 [MPa] | 放水流量 [L/min] | |
| 1 | 50 mm | 40mm 低圧損型 | 115 | GN50 | 0.700 | 127.1 | 0.664 | 127.8 | 0.78 |
| 2 | | | | GN40 | 0.740 | 130.0 | 0.702 | 131.2 | 0.84 |
| 3 | | | 230 | GN50 | 0.703 | 235.1 | 0.606 | 231.8 | 0.85 |
| 4 | | | | GN40 | 0.815 | 252.6 | 0.706 | 249.8 | 0.98 |
| 5 | | | 360 | GN50 | 0.691 | 370.3 | 0.534 | 339.7 | 0.96 |
| 6 | | | | GN40 | 0.905 | 427.0 | 0.708 | 393.2 | 1.25 |
| 7 | | | 475 | GN50 | 0.721 | 509.6 | 0.523 | 435.5 | 1.16 |
| 8 | | | | GN40 | 0.981 | 590.8 | 0.708 | 518.4 | 1.55 |
| 9 | | 40mm 従来型 | 115 | GN50 | 0.694 | 128.6 | 0.641 | 124.2 | 0.80 |
| 10 | | | | GN40 | 0.750 | 128.0 | 0.694 | 129.5 | 0.85 |
| 11 | | | 230 | GN50 | 0.709 | 237.0 | 0.548 | 221.3 | 0.86 |
| 12 | | | | GN40 | 0.915 | 269.2 | 0.707 | 251.4 | 1.10 |
| 13 | | | 360 | GN50 | 0.706 | 374.2 | 0.433 | 305.4 | 0.98 |
| 14 | | | | GN40 | 1.131 | 513.0 | 0.719 | 393.9 | 1.58 |
| 15 | | | 475 | GN50 | 0.715 | 506.7 | 0.387 | 370.5 | 1.15 |
| 16 | | | | GN40 | 1.379 | 701.5 | 0.719 | 517.6 | 2.12 |

※網掛け部は基準側の数値を示す

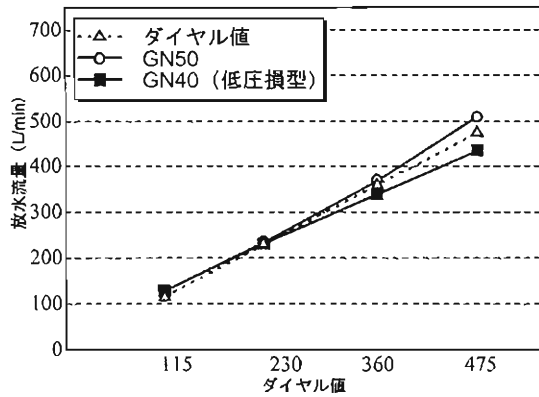


図2 放水流量 (GN50 規定圧力、GN40 低圧損型)

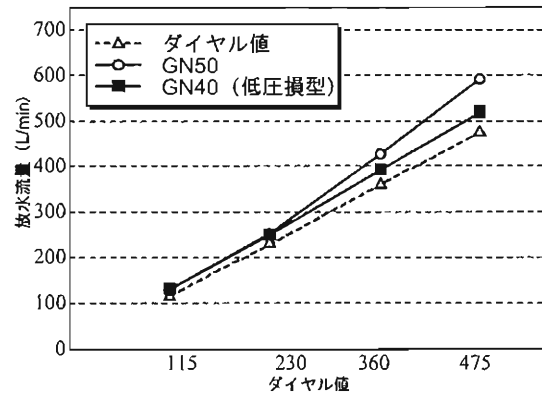


図6 放水流量 (GN40 規定圧力・低圧損型)

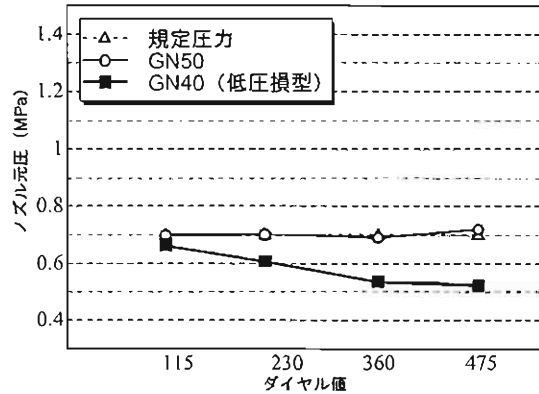


図3 ノズル元圧 (GN50 規定圧力、GN40 低圧損型)

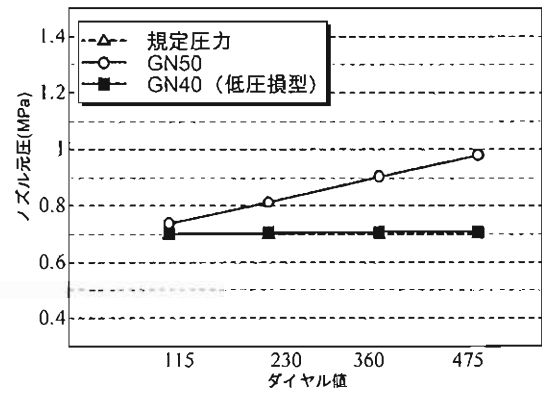


図7 ノズル元圧 (GN40 規定圧力・低圧損型)

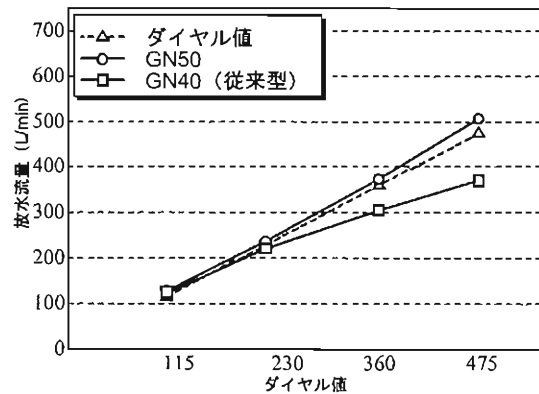


図4 放水流量 (GN50 規定圧力、GN40 従来型)

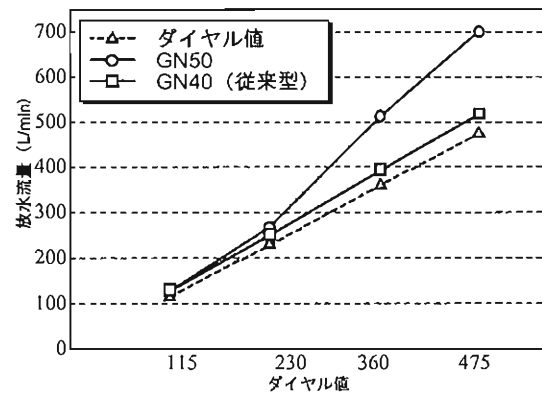


図8 放水流量 (GN40 規定圧力・従来型)

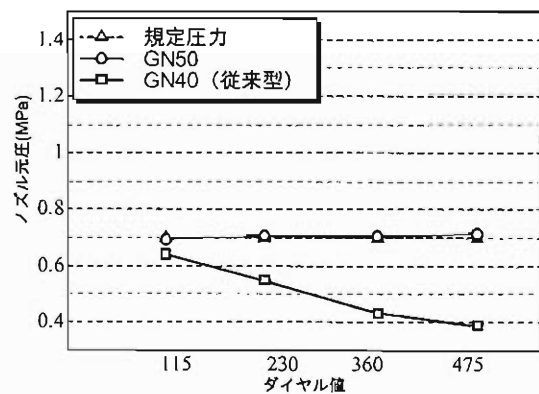


図5 ノズル元圧 (GN50 規定圧力、GN40 従来型)

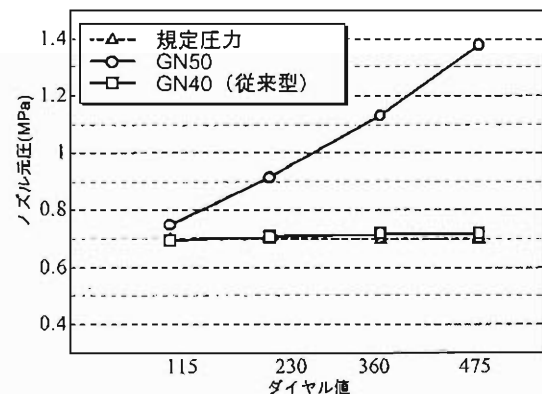


図9 ノズル元圧 (GN40 規定圧力・従来型)



写真5 項番1



写真9 項番5



写真6 項番2



写真10 項番6



写真7 項番3



写真11 項番7



写真8 項番4



写真12 項番8



写真13 項番9



写真17 項番13



写真14 項番10



写真18 項番14



写真15 項番11



写真19 項番15



写真16 項番12



写真20 項番16

(1) GN50を規定圧力0.7MPaに設定した場合

(図2から図5)

GN40の放水流量及びノズル元圧は、いずれもダイヤル値及び規定圧力より低い値を示し、ダイヤル値を上げるとその差は拡大した。

また、従来型を使用した場合の方が、低圧損型を使用した場合よりも、GN40の放水流量の減少、並びに規定圧力からのノズル元圧の低下が顕著となった。特に、従来型を使用した場合は、ダイヤル値475 L/minにおいて放水流量が370.5 L/min (ダイヤル値の78%) まで減少し、ノズル元圧が0.387MPa (規定圧力の55%) まで低下した。

(2) GN40を規定圧力0.7MPaに設定した場合

(図6から図9)

GN50の放水流量及びノズル元圧は、いずれもダイヤル値及び規定圧力より高い値を示し、ダイヤル値を上げるとその差は拡大した。

特に、低圧損型を使用した場合よりも従来型を使用した場合は、図8及び図9に示すとおりGN50の放水流量及びノズル元圧共に、ダイヤル値及び規定圧力からの増加は顕著となり、ダイヤル値360 L/min および475 L/minにおいて放水流量が急激に増大した。

低圧損型を使用した場合、ダイヤル値475 L/minにおいてGN50の放水流量が590.8 L/min (ダイヤル値の約124%) まで増加し、ノズル元圧については0.981MPa (規定圧力の約140%) まで増加した。

従来型を使用した場合、ダイヤル値475 L/minにおいてGN50の放水流量が701.5 L/min (ダイヤル値の約148%) ノズル元圧については1.379MPa (規定圧力の197%) にまで達した。

6 考察

(1) 圧力損失の違いによる影響

ア GN40を規定圧力0.7MPaに設定した場合

GN50の放水流量及びノズル元圧は、ダイヤル値(115、230、360、475 L/min) 及び規定圧力0.7MPaより高くなった。これは、50mmの圧力損失が40mmと比較して小さい為であると考えられる。

イ GN50を規定圧力0.7MPaに設定した場合

GN40の放水流量及びノズル元圧が、それぞれダイヤル値及び規定圧力より低い傾向を示した。これも、前アと同様の理由によるものと考えられる。

ウ 前ア及びイより、片方のGNの放水流量及びノズル元圧がダイヤル値及び規定圧力から乖離する特性は、従来型を使用した場合の方が圧力損失が大きいため、低圧損型より一層顕著になるものと考えられる。

(2) GN40を規定圧力に設定した場合の危険性

ア 放水流量

ダイヤル値を475 L/minとしたGN50の放水流量は低圧損型使用時で約600 L/min、従来型使用時で約700 L/minにまで達した。このとき、いずれも一人保持限界を超える反動力が生じるので、1人での筒先保持は非常に危険である。

イ ノズル元圧

ダイヤル値を475 L/minとしたGN50のノズル元圧は、低圧損型使用時で約1MPa、従来型使用時で約1.4MPaにまで達した。GNのノズル耐圧が1.4MPaなので、従来型使用時のGN50にかかる負担は許容限界に達することがわかった。

また、表2、項番16で、GN50のノズル元圧は1.379MPaとなった。表3¹⁾より、50mm3本で放水流量700 L/minにおける圧力損失は0.561MPaであるから、この場合は、ポンプ車の放口付近のホースにかかる圧力は約1.9 MPaとなり、50mmの使用圧力1.6MPaを超えてしまうことがわかった。

表3 50mmの圧力損失(MPa)

| ホース本数 | 流量(L/min) | | | | |
|-------|-----------|-------|-------|-------|-------|
| | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 |
| 1 | 0.002 | 0.005 | 0.021 | 0.045 | 0.077 |
| 2 | 0.003 | 0.023 | 0.06 | 0.113 | 0.182 |
| 3 | 0.006 | 0.037 | 0.092 | 0.173 | 0.277 |
| 4 | 0.009 | 0.051 | 0.126 | 0.233 | 0.374 |
| 5 | 0.008 | 0.058 | 0.151 | 0.286 | 0.463 |
| ホース本数 | 流量(L/min) | | | | |
| | 600 | 700 | 800 | 900 | 1000 |
| 1 | 0.118 | 0.167 | 0.225 | 0.291 | 0.366 |
| 2 | 0.268 | 0.371 | 0.489 | 0.625 | 0.777 |
| 3 | 0.407 | 0.561 | 0.74 | 0.943 | 1.172 |
| 4 | 0.547 | 0.754 | 0.993 | 1.265 | 1.57 |
| 5 | 0.682 | 0.944 | 1.248 | 1.595 | 1.984 |

7 おわりに

GN50とGN40を同時に使用し、GN40側のノズル元圧を規定圧力0.7MPaに設定した場合、ホースの圧力損失の影響からGN50のノズル及びホースに許容限界を超える圧力等がかかる場合があり、非常に危険であることを示した。

今後、口径の異なるホースを併用してGNを使用する消防戦術等を検討する場合は、ポンプ運用による放口開度の調整や流量制御機器の使用等、ホース間の圧力損失差を調整する方策が必要であると考えられる。

[参考文献]

- 1) 中川英二ほか 消防用ホース等の性能検証について 消防技術安全所報 第44号 27ページ 平成19年

Verification of the Water Pressure and the Discharge Rate at the Gun-Type Nozzles When Water is Discharged through 40 mm and 50 mm Hoses Simultaneously

Hidekazu NOMOTO*, Kenji SATOU**, Issei HIDAKA***, Haruto MOCHIDA*, Shigeo WATANABE*

Abstract

The current operating procedures of the gun-type nozzle (hereinafter referred to as "GN") prohibit the concurrent use of a 40 mm hose and a 50 mm hose connected to the same pump truck.

To verify the reasons for this, we intentionally extended 40 mm and 50 mm hoselines from a single pump truck and applied water from GNs to examine how the water pressure and the discharge rate are affected at the nozzles.

As a result, we learned that when the 40 mm and 50 mm hoselines are used at the same time on a single pump truck, the nozzle reaction force may become too huge for the firefighter to control, risking his/her safety. This is because the discharge rate at the nozzle of each hose remarkably increases or decreases owing to the difference in the frictional pressure loss.