

陽圧式防護衣及び毒劇物防護衣のグローブフィット性能を高め、消防活動能力とその安全性を向上させる機器（HAZMAT テクニカルグローブ）の考案について

東京消防庁（東京） 千村 俊明
生子 裕士
佐野 啓介

1 はじめに

NBC 災害と言えれば何かという問いに、3. 11 東日本大震災における福島第一原発事故、10 年以上経過しても風化することのない地下鉄サリン事件が思い浮かぶ人も多いのではないだろうか。どこか日常生活では起こり得ない、滅多に起こることのない災害のように感じてしまうが、近年その様相を変える事件が頻発していることを見逃してはならない。

北朝鮮ではヒドラジンという人体有害物質を含んだミサイルの発射、シリアでは内戦での化学兵器（サリン）使用、アメリカではリシンが入れられた封筒が送りつけられる事件等、化学物質等が起因した出来事が相次いで発生している。さらに、日本国内でも化学反応工程から製品を作り出す工場が爆発し殉職者が出た火災や、フッ化水素酸を被害者の靴に塗り薬傷を負わせる事件が発生した。人に酸性の液体を浴びせる等して傷害を負わせることを、アシッドアタックといい、中東を中心に事件が後を絶たず社会問題となっている。今や、NBC 災害は地震同様、世界中のいつどこで起こってもおかしくないものとなっている。

2 現状の NBC 災害活動について

NBC 災害の多くは、液体や気体、放射線等その危険性が見えにくく、敵が何なのか分からない状況での活動を強いられ、その困難性は測り知れないものがある。また、硫化水素や塩素等による自損案件を除けば、二つと同じ災害は無く、消防活動上のリスクは心理的、体力的いずれも高く、活動隊員の安全を確保することも大きな課題となっている。

また、災害発生の切迫性はあるものの、その特異性から災害件数はそれほど多くなく、世代交代の進む状況下で、現場経験の浅い職員が増え、NBC 災害における活動技術の習得や伝承が難しくなっている状況にある。

3 開発機器の概要

そこで、見えない敵に立ち向かうべく、困難を極める NBC 災害における消防活動を少しでも効率よく安全に実行することができないかと考え、消防活動能力の向上と安全管理体制の強化を実現する、HAZMAT テクニカルグローブ（以下テクニカルグローブという。）の開発に至る。

テクニカルグローブは、伸縮性及び密着性の高いゴム製のグローブ（図 1）で、陽圧式防護衣及び毒劇物防護衣のグローブの上から着装する（図 2）。これにより、防護衣グローブのフィット性能を高め、指先の作業効率が向上する（図 3）。物質の採取や測定等、指先で小さな資器材（図 4）を駆使しての活動が求められる NBC 災害現場での活動隊員を強力にバックアップするものである。

拇指と示指のみを残し、他の指部を切り落とす形は、小さな資器材を使用する場合、拇指と示指を中心に使用することから、拇指と示指のグローブフィット性能を高めることと、すべての指を残した形よりも着装が容易であることを理由に開発した。（図 5）

材質はニトリルゴムで、伸縮性に優れているため、着装も容易である。また、安価で大量に手に入るため、グローブは使い捨てとし、現場で離脱し破棄することもできる。使い捨てにできることで、NBC 災害現場で一番に汚染物質の付着が懸念される手部の除染にも役立つ。

なお、陽圧式防護衣を着装する場合、無線操作等で腕の抜き差しを行う必要があるため、テクニカルグローブは原則、利き手のみに着装する。これは、防護衣グローブのフィット性が高まることで、手の抜き差しがしにくくなるためである。

4 活用例と検証

テクニカルグローブの有用性を確認するため、以下の条件で検証を行った。

(1) 検証 1

白い粉がまかれた現場における、綿棒を使った剤の採集と、ラピッドキット（タンパク質検出キット）を使用した測定を、防護衣グローブのみで実施した場合と、テクニカルグローブを着装して実施した場合で、連続してそれぞれ 3 回実施し、そのタイムを計測した。（図 6）

(2) 検証 2

何らかの液体が漏洩した現場における、パックテストを使用した測定を防護衣グローブのみで実施した場合と、テクニカルグローブを着装して実施した場合で、連続してそれぞれ 3 回実施し、そのタイムを計測した。（図 7）

(3) 検証 3

テクニカルグローブを着装した状態で、次亜塩素酸ナトリウム水溶液を上から流下し、グローブを離脱した際の水溶液の付着状況（pH 値の測定）から、除染効果の確認を行った。（図 8）

(4) 検証 4

テクニカルグローブの材質に採用したニトリルゴムの耐薬性能試験を実施し、その耐久性を確認した。（図 9）

5 検証結果とその効果

検証 1、検証 2 では、作業時間の短縮が可能になるとともに、タイム差が少ないことから、作業の確実性が高まっていることが分かる。また、この作業効率の差は、心理的・体力的ストレスの高い現場では貴重であり、消防活動能力の向上と安全管理という表裏一体の関係を同時に実現することができる。

検証 3 では、手部に付着物があっても、離脱することで高い除染効果が期待できることが証明された。手部の除染がその場で簡単にできることで、除染後の傷病者搬送も迅速に対応することができ、傷病者の早期収容、早期搬送が可能となる。

さらに検証 4 では、ニトリルゴム自体が弱いとされる薬品において耐薬性能試験を実施したところ、一回の活動時間を想定した 20～30 分では大さ

な浸食や変形等は見られず、テクニカルグローブの安全性が確認できた。

6 まとめ

インターネット社会の普及で、様々な情報が手軽に入手でき、利便性が向上する反面、化学物質や毒劇物を利用した自損方法、爆発物の作成方法等、危険な犯罪に利用されるケースも後を絶たない。また、中東を中心にテロリストによる破壊活動が世界各地で発生している状況で、日本国内にも複数のテロリストが既に潜伏しているとの懸念もぬぐい去れない。テロやNBC災害はもはや対岸の火事ではない。

社会の高度化や国際化が新たな災害を発生させる危険性が高い状況下でも、我々消防職員はいかなる災害にも立ち向かわなければならない。今後、テクニカルグローブの現場における検証から、その効果が実証され、全国のNBC専門部隊における資器材の一つとして実用化されることを願う。テクニカルグローブは、消防職員の活動技能及び安全性の向上を通じて、さらなる日本国内の安全・安心をつかむことができるものと確信する。



図 1

素材はニトリルゴム製

拇指・示指を残し、その他の指は切り落とした形とすることで、着装のしやすさ、活動のしやすさを考慮している。



図 2

テクニカルグローブ着装時は、補助者を付けて行う。

着装時間は、5～10秒程度で迅速な着装が可能である。



図 3

グローブのフィット性能が高まり、小さな資器材の取り扱いや細かい作業も容易となる。

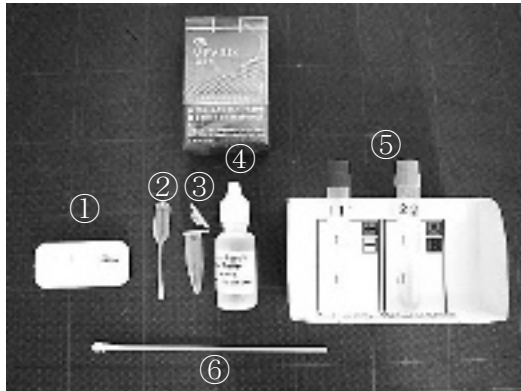


図 4

NBC 災害で扱う小さな資器材

- ①テストストリップチケット
- ②スポイト
- ③バイアル管
- ④バッファー液
- ⑤ラピッドキット
- ⑥綿棒



図 5

上図のように、すべての指を残すと、着装が容易でなくなってしまう。



下図のように、すべての指を切り落とすと、指先のフィット性能が落ちてしまう。



図6 実施手順

- 1 ①のパックから綿棒を取り出す。
- 2 綿棒で白い粉を採集し、②のテスト液が入った管の中へ投入する。
- 3 テスト液の変色を確認する。

実施結果

	1回目	2回目	3回目	平均	最大の時間差
グローブなし	88 秒	55 秒	45 秒	62 秒	43 秒
グローブあり	38 秒	39 秒	27 秒	34 秒	11 秒

平均で見ても作業の効率性が伺えるが、時間差の小ささから、大きな失敗等がなくスムーズに作業を行うことができています。



図7 実施手順

- 1 ①の袋から②の試験薬が入ったパックを取り出す。
- 2 ③の検査対象となる液体を②のパックで吸水する。
- 3 パックを10回程度振り、変色を確認する。

実施結果

	1回目	2回目	3回目	平均	最大の時間差
グローブなし	22 秒	24 秒	26 秒	24 秒	4 秒
グローブあり	15 秒	14 秒	16 秒	15 秒	2 秒

大きな差は認められないが、7種類あるパックテストを全て実施することを想定すると、全体の作業効率は確実に向上する。



図 8

上図は、左右とも左手がテクニカルグローブ未装着のもの。

左図の状態、次亜塩素酸水溶液を両方のグローブに流下し、テクニカルグローブを離脱した後の pH 値を測定した。

実施結果

テクニカルグローブ未装着では、pH 4 程度の酸性を表示した。

テクニカルグローブ装着部分は変化なく、離脱による除染効果が確認できた。

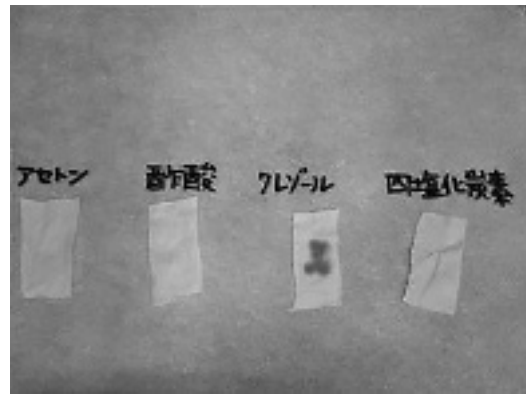


図 9

アセトン・酢酸・クレゾール・四塩化炭素の四種を滴下し、ニトリルゴムの変形と、浸透状況を確認した。

変化が分かりやすいよう、検証は白のニトリルゴムで実施し、下にはキッチンペーパーを敷き、薬液の浸透があれば明確になるようにした。

実施結果

25 分間の検証で、若干のゴムの変形が確認できたが、浸透はせず安全性が確認できた。