

排煙高発泡車及び大型ブローカー車の防排煙効果に関する検証

湯浅 弘章*、田鍋 憲一**、佐藤 歩*、渡邊 茂男*

概要

本検証は、地下空間での火災時における消火活動拠点を消防車両での送風により防排煙することで確保し、火点により近接して消火活動拠点を設定するための基礎的資料を得ることを目的とした。

実験において、排煙高発泡車及び大型ブローカー車を単独若しくは同時に使用した場合の消火活動拠点の遮煙開口部における防煙効果について比較、検証した。また、排煙高発泡車の遮煙袋内が消火活動拠点として活用可能かについて、排煙高発泡車の送風管を屈曲させ、また延長距離を変化させながら実験、検証した。

1 はじめに

現在、地下空間における火災への対応については、「地下街火災消防活動基準」、「地下鉄道火災消防活動要領」等の消防活動基準を基本としているが、未だ困難な課題が多数残されており、改めて安全管理に重点を置いた長時間の持続的な消防活動要領全般について検討された。この中で、大規模な防火対象物で発生した火災において、進入口から火点までの距離の長さが消防隊の消火、救助活動の障害となることが改めて示された。対策案の一つとして、消防車両での送風により地下空間の一部を良好な環境に保ち、消火活動拠点として確保することの可能性について言及された。これは可能な限り消火活動拠点を火点に近接して設定することで、消火・救助活動の効率化を図ることを期待したものである(図1)。本検証では、火災時における消火活動拠点をより火点に近接して設定するにあたり、最初の可否判断材料となる活動拠点の防排煙の可否について調査することを目的とし、排煙高発泡車及び大型ブローカー車を用いて地下長大空間を模した訓練施設等への送風実験を行った。

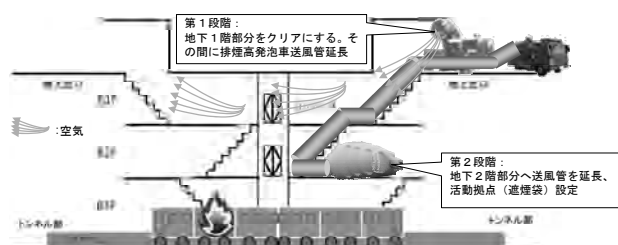


図1 地下部分活動拠点設定イメージ

2 給気加圧による煙制御と防排煙性能評価法について

火災による煙や熱に対し、公設消防隊による消防活動を支援するためのものとしての給気加圧による煙制御方法については既に様々な検討がなされている。特に、消防活動上必要な排煙機能と消防活動が円滑にできるよう給気により加圧された消火

活動拠点を主な構成要素とする加圧防排煙設備については、消防活動を支援する性能のあり方、必要な性能、火災規模と各性能との関係が明らかにされ、性能を確保するために必要な諸要件についてまとめられている¹⁾。ここでは、加圧防排煙設備を適用する防火対象物として、スプリンクラー設備等の自動消火設備の作動により、ある程度火災を抑制することができること、消防活動が継続している間は区画形成や建物構造が保持される耐火建築物であることが前提とされた。また、消火活動拠点到に必要な性能については、当該拠点到給気し、加圧することにより拠点的遮煙性能を確保すること、消防隊員が活動継続できるような温熱環境を維持することの2点が示された。

本検証が対象とする火災は、進入口から火点までかなりの距離があるために、可能な限り消火活動拠点を火点に近接して設定する必要性が生じるような、大規模な防火対象物において発生した火災であり、前述の加圧防排煙設備を適用する防火対象物(自動消火設備の備わる耐火建築物)の前提と重なると考えられる。このことを鑑み、当該拠点到給気、加圧することにより防排煙するための排煙高発泡車及び大型ブローカー車の性能については、加圧防排煙設備の性能基準に準じて評価することとした。

加圧防排煙設備の性能を確保するために必要な諸要件については、検討結果を踏まえ、「排煙設備に代えて用いることができる必要とされる防火安全性能を有する消防の用に供する設備等に関する省令(平成21年総務省令第88号)及び加圧防排煙設備の設置及び維持に関する技術上の基準(平成21年消防庁告示第16号。以下「告示」という。)」として平成21年9月15日に示されている。本検証では、告示の中で示された性能の内、特に消火活動拠点の遮煙開口部にて遮煙効果を発揮するために必要な風速について注目した。火災室の煙が消火活動拠点到容易に侵入しないようにするためには、給気機に消火活動拠点とその隣接場所の差圧を一定以上の正圧に維持するための給気性能が求められる。この一定以上の圧力差が遮煙開口

* 装備安全課

** 消防技術課

部で消火活動拠点内から火災室側へ向かう気流をもたらすため、結果としてどのような遮煙開口部の大きさであっても一定風速以上が確保されていれば火災室の煙が消火活動拠点に容易に侵入しないと考えることが可能である。

表1は、告示が定める、消火活動拠点を加圧する給気機が求められる給気性能の指標であり、給気機が作動したとき、当該遮煙開口部の開口幅が40cmの場合における当該遮煙開口部の必要通過風速を隣接室の区分に応じて示したものである。

表1 必要通過風速

隣接室の区分	その他の部屋	火災発生のおそれの少ない部屋		
	その他のもの	不燃材料で造られた壁若しくは床又は防火設備である防火戸で区画されたもの	準耐火構造の壁若しくは床又は特定防火設備である防火戸で区画され、かつ、開口部の幅の総和が当該壁の長さの四分の一以下であるもの	
必要通過風速 [m/s] ただし、遮煙開口部の開口部高さ h[m]	$3.8\sqrt{h}$	$3.8\sqrt{h}$	$3.3\sqrt{h}$	$2.7\sqrt{h}$

給気機の能力は単位時間当たりの給気量で示される。告示では、必要最低限の給気機の能力を一意に定める必要性等から当該遮煙開口部の開口幅を定めていると考えられる。必要通過風速については消火活動拠点隣室での火災規模が最大24MWの発熱量で想定されており¹⁾、十分な大きさであると考えられる。

本検証では、消火活動拠点とその隣接場所の差圧がある一定以上の正圧となるように維持されるかどうかの指標として、表1の必要通過風速を流用することとした。つまり、遮煙開口部の代表計測点で表1が示す風速が確保できた場合、火災室の煙が消火活動拠点に容易に侵入しないと仮定し、評価した。

本検証では前述のとおり進入口から火点までの距離の長さが消防隊の消火、救助活動の障害となることに端を発している。よって、設定する消火活動拠点についても火点からある程度離れている場合を想定した。消火活動拠点における消防隊員の脅威としては消火活動拠点の開口部からの煙、熱気の侵入を第一とし、消火活動拠点を形成する区画自体の温度上昇について無視している。なお、現在の排煙高発泡車の送風管、遮煙袋は、耐燃焼性能、遮熱性能がほとんど無いと考えられる。熱的に劣悪な環境での使用については別途対策を考える必要がある。

3 検証で使用した車両について

本検証では、大型ブローア一車1台(6HSW2)、排煙高発泡車2台(2HCX、3HCX)を使用した。(写真1、2、表2、3参照)表4に各車両の送風性能を比較して示す。



写真1 排煙高発泡車(2HCX)



写真2 大型ブローア一車

表2 排煙高発泡車の送風能力(2HCX)

最大送風量	2,000 m ³ /min (エンジン回転 2,200 r/min時)
最大締切風圧	0.55MPa

表3 大型ブローア一車の送風能力

風量及び風速	最大送風量 3,500 m ³ /min、 最大出口風速 45m/s
--------	--

表4 各車両の最大送風量の比較

	6HSW2 (大型ブローア一車)	2HCX (排煙高発泡車)	3HCX (排煙高発泡車)
最大送風量	3,500 m ³ /min	2,000 m ³ /min	1,600 m ³ /min

4 建物地上出入口から地下へ送風した場合

(1) 概要

地下空間における火災を想定し、濃煙の充満した地下部分の防排煙のため、排煙高発泡車及び大型ブローア一車を用いて建物地上出入口から送風した場合の地下への送風効果を検証した。

(2) 対象区画

全長約110mの細長い空間(東京消防庁消防学校C敷地地下通路—第1校舎地下2階廊下—西原寮手前の吹抜)

(3) 検証内容

地下通路地上部分から地下2階部分に排煙高発泡車及び大型ブローア一車により表5に示す各条件にて送風し、図2に示すそれぞれの位置で、開口部断面中央、開口高より10cm下において写真3のように風向、風速を計測した。ただし、各検証において送風口に当たる計測地点については、開口中心(送風管中心)にて測定を行った。各計測は、5秒ごとに30秒間、計6回行い、その平均値を代表値とした。測定に使用した風速計を表6に示す。本検証では熱式を使用した。



写真3 風向、風速の測定

表5 送風条件

検証番号	送風車
検証1-1	3HCXによる送風
検証1-2	3HCXと6HSW2による同時送風
検証1-3	6HSW2による送風

表6 使用した風速計

商品名	マルチ環境計測器	
メーカー	テストターム株式会社	
型式	FC-452	
測定方式	熱式	ベーン方式
使用測定範囲	0~10.00 m/s	0.2~60.0m/s
分解能	0.01 m/s	0.1 m/s
計測精度	±0.1m/s (0~5.0m/s) ±0.2m/s (5~10.0m/s)	±0.4m/s

表8 計測位置における風速

検証番号	計測位置における風速[m/s]					
	①	②	②'	③	④	⑤
1-1	-	7.2	-	3.0	1.8	2.1
1-2	-	-	7.0	6.9	5.8	5.0
1-3	11.0*	10.5*	-	10.7*	5.9	5.6
(送風直前) (風向き)	0.7 ①→②	0.5 ①→③	-	0.3 ④→②	0.3 ⑤→③	0.3 ④→⑤

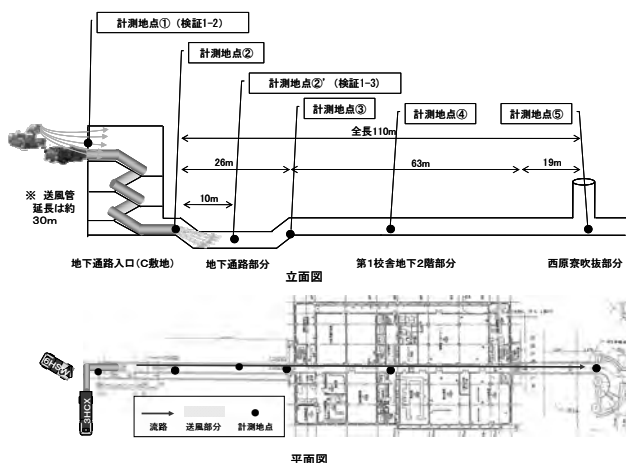


図2 対象区画の立面図、平面図と測定位置

(4) 送風条件と送風位置

各検証において、送風時は各車両の持つ最大能力にて送風を行った(表4参照)。各検証における3HCX送風管の送風口位置、及び6HSW2送風位置については表7、写真4のとおり。

表7 各検証における送風位置

検証1-1	図2における計測地点②の位置
検証1-2	3HCX送風管の送風口については図2における計測地点②の位置。6HSW2の部署位置は地下通路地上出入り口(計測地点①)より8.6m外側。
検証1-3	地下通路地上出入り口(計測地点①)より8.6m外側。



写真4 3HCX送風管の送風口位置、及び6HSW2送風位置

(5) 結果

各検証における各計測結果を表8に示す。表8を見ると、検証1-3の6HSW2による送風が計測位置全般で高い風速を示しており、検証1-2の3HCXと6HSW2による同時送風と比較しても、全ての計測位置で上回る結果となった。また、全体的に最も風速が出ていなかったのは検証1-1の3HCXによる送風であった。

(6) 考察
ア 防排煙の可否について

風速計測結果をもとに、各区画開口部の風速から風上区画の防排煙の可否を判断する。防排煙の可否の判断は、表1を基に算出した必要通過風速(表9)と比較して行った。

表9 計測位置における防排煙に必要な通過風速

計測位置 (開口高さ h[m])	計測位置における必要通過風速[m/s]			
	②'	③	④	⑤
2.7√h	4.1	4.2	4.3	4.2
3.3√h	5.0	5.1	5.2	5.1
3.8√h	5.8	5.9	6.0	5.9

各区画開口部の風速計測結果(表8)から、各計測地点における風上区画に対する防排煙の可否予想について判断した結果を表10に示す。最も深部に消火活動拠点が設定できる確実な条件は、大型ブローア一車単独、もしくは排煙高発泡車及び大型ブローア車により同時に送風したときで、入口から地下約11m、更に水平距離約26mまで進んだ位置であった。

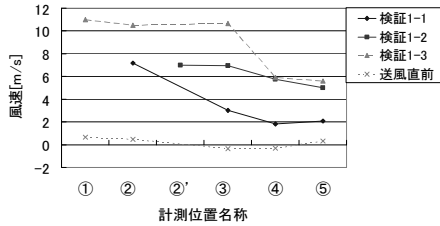
表10 各計測地点における防煙効果(○:防煙可 x:防煙不可 -:未測定)

検証番号	防煙効果				
	②'	③	④	⑤	
2.7√h	1-1	-		x	
	1-2		○		
	1-3	-		○	
3.3√h	1-1	-		x	
	1-2		○		x
	1-3	-		○	
3.8√h	1-1	-		x	
	1-2		○		x
	1-3	-	○		x

本検証の条件では、3HCXと6HSW2による同時送風、もしくは6HSW2のみでの送風により、計測地点③まで消火活動拠点を進めても火災条件によらず煙、熱気が消火活動拠点を汚染しないと予想された。また、3HCXによる送風では、計測地点③の位置において既に消火活動拠点が求める防排煙の必要条件を満たすことができないことが予想された。

イ 排煙高発泡車と大型ブローア車の比較

各測定地点における風速を検証ごとと比較する(グラフ1)。



グラフ1 各検証の計測地点における風速

グラフ1を見ると、全体的に最も風速が出ていなかったのは検証1-1の3HCXによる送風であった。この主な原因は、階段室内での送風管の4回の屈折により風速が減衰したことが推察される。また検証1-3の6HSW2による送風が計測位置全般で高い風速を示しており、検証1-2の3HCXと6HSW2による同時送風を全ての計測位置で上回る結果となった。この主な原因は、同時送風により6HSW2の送風が通過する階段室内の断面積が3HCXの送風管により減少した影響が、3HCXの送風効果より大きかったことが推察される。また、グラフ1計測地点②から③、②'から③の風速の推移を見ると、3HCX単体での送風のみ大きく減少している。6HSW2は入口開口部を常に一定の風速以上に保つことができているため、建物通路途中での風速が比較的衰えにくいと推察される。それに対し3HCXは初期風速が不足しているため、慣性により空気が遠方に運ばれる傾向が強くなり、6HSW2と比較し建物通路途中での風速が衰え易かったと推察される。

5 地下1階と地下2階へ同時に送風した場合

(1) 概要

地下空間における火災を想定し、濃煙の充満した地下部分の防排煙のため、排煙高発泡車及び大型ブローカーを用いて建物地上出入口から送風した場合の地下への送風効果を検証した。また地下1階部分及び地下2階部分の両階同時に送風した場合の風量の違いについて確認した。

(2) 対象区画

図3に示す地下空間（東京消防庁第三消防方面訓練場地下1階、地下2階）

(3) 検証内容

地下通路地上部分から地下1階部分及び地下2階部分それぞれに排煙高発泡車及び大型ブローカーにより表11に示す各条件にて送風し、図3に示すそれぞれの位置で、開口部断面中央、開口高より10cm下において写真5のように風向、風速を計測した。ただし、各検証において送風口に当たる計測地点については、開口中心（送風管中心）、計測地点⑧、⑫についてはおおむね2mの高さにて測定を行った。表12に各計測位置の開口部断面寸法を示す。各計測は、5秒ごとに30秒間、計6回行い、その平均値を代表値とした。測定に使用した風速計は表6に示す熱式とした。



写真5 風向、風速の測定

表11 送風条件

検証番号	送風対象	送風車
検証2-1	地下1階	3HCXによる送風
検証2-2	地下2階	3HCXによる送風
検証2-3	地下1、2階	3HCXによる送風
検証2-4	地下1、2階	3HCXと6HSW2による同時送風
検証2-5	地下1、2階	6HSW2による送風

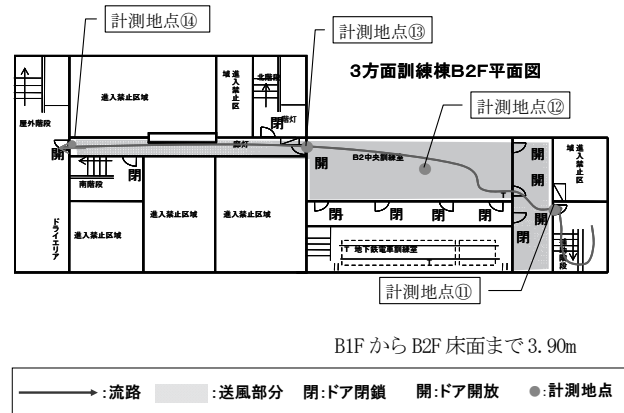
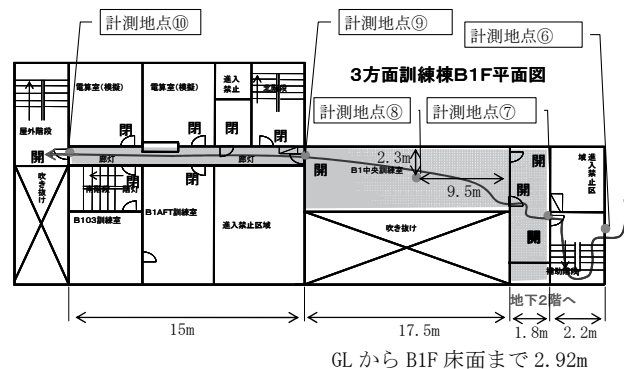


図3 対象区画の平面図と測定位置

表12 計測位置の開口部断面寸法

計測位置(B1F)	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
高さ[m]	2.0	2.0	4.8	2.0	2.0
幅[m]	0.86	0.86	2.6	0.95	0.95
計測位置(B2F)	⑪	⑫	⑬	⑭	
高さ[m]	2.0	4.8	2.0	2.4	
幅[m]	0.86	3.55	0.86	0.86	

(4) 送風条件と送風位置

各検証において、送風時は各車両の持つ最大能力にて送風を行った(表4参照)。各検証における3HCX送風管の送風口位置、及び6HSW2送風位置については表13のとおり。

表 13 各検証における送風位置

検証番号	送風位置
検証 2-1 検証 2-2 検証 2-3	図 3 における計測地点⑥の位置
検証 2-4	3HCX 送風管の送風口については図 3 における計測地点⑥の位置。6HSW2 の部署位置は地下通路地上出入口 (計測地点⑥) より 5.4m 外側。
検証 2-5	地下通路地上出入口 (計測地点⑥) より 5.4 m 外側。

(5) 結果

各検証における各計測結果を表 14 に示す。

表 14 計測地点における風速

検証番号	計測位置における風速[m/s]								
	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭
2-1	35.1*	8.0	1.1	8.9	8.0	-	-	-	-
2-2	-	-	-	-	-	10.7	0.9	10.8	7.7
2-3	28.6*	6.1	0.7	6.2	5.5	8.2	0.6	7.4	5.2
2-4	29.7*	8.2	0.8	6.2	6.3	9.1	0.8	8.4	6.2
2-5	11.5*	6.1	0.7	5.8	4.8	8.7	0.7	7.0	4.8

(6) 考察

ア 防排煙の可否について

風速計測結果をもとに、各区画開口部の風速から風上区画の防排煙の可否を判断する。防排煙の可否の判断は、表 1 を基に算出した必要通過風速 (表 15) と比較して行った。

表 15 計測位置における防排煙に必要な通過風速

計測位置	計測位置における必要通過風速[m/s]				
	⑦	⑨	⑩	⑪	⑬
(開口高さ h[m])	(2.0)				(2.4)
2.7√h	3.82				4.18
3.3√h	4.66				5.11
3.8√h	5.34				5.89

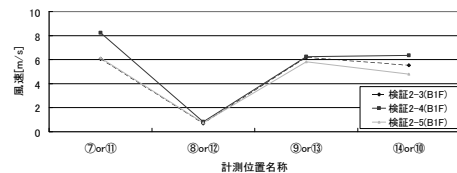
各区画開口部の風速計測結果 (表 15) から、各計測地点における風上区画に対する防排煙の可否予想について判断した結果を表 16 に示す。最も深部に消火活動拠点が設定できる確実な条件は、排煙高発泡車及び大型ブローア一車により同時に送風したときで、入口から地下約 6.8m、更に水平距離約 34m まで進んだ位置であった。本検証の条件では、3HCX による送風について、消火活動拠点とする対象の階のみに送風した場合は、計測地点⑩、⑭まで消火活動拠点を進めても火災条件によらず煙、熱気が消火活動拠点を汚染しないと予想された。3HCX もしくは 6HSW2 単独で送風した時、地下 1 階、地下 2 階同時に送風した場合は、計測地点⑩、⑭にて、激しい火災想定では消火活動拠点が求める防排煙の必要条件を満たすことができなくなってくる。また、地下 1 階、地下 2 階同時に送風した場合は、例えば地下 2 階は消火活動拠点が求める防排煙の必要条件を満たしていても、地下 1 階は満たされていない、といったことが起こり得ることが確認された。

表 16 測定地点における防煙効果 (○: 防煙可 x: 防煙不可 -: 未測定)

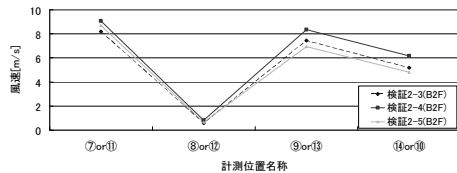
検証番号	⑦	⑨	⑩	⑪	⑬	⑭
2.7√h	2-1	○			-	
	2-2	-			○	
	2-3			○		
	2-4			○		
	2-5			○		
3.3√h	2-1	○			-	
	2-2	-			○	
	2-3			○		
	2-4			○		
	2-5			○		x
3.8√h	2-1	○			-	
	2-2	-			○	
	2-3			○		x
	2-4			○		
	2-5	○	x		○	

イ 排煙高発泡車と大型ブローア一車の比較

グラフ 2、3 に、3HCX のみ (検証 2-3)、6HSW2 と 3HCX 同時 (検証 2-4)、6HSW2 のみ (検証 2-5) にて地下 1 階、地下 2 階同時に送風した場合の地下 1 階、地下 2 階における風速をそれぞれに示す。



グラフ 2 地下 1 階における風速



グラフ 3 地下 2 階における風速

グラフ 2、3 より、傾向として、6HSW2 と 3HCX 同時、3HCX のみ、6HSW2 のみの順に風速が大きいたことが確認された。ただしそれぞれの差は検証 1-1 と比較するとそれほど大きくはない。このことについては、①3HCX は送風管の屈折も無く、小さな開口部を覆うように送風管を設定したため比較的効果的に送風できた、②6HSW2 の送風機の能力は 3HCX と比較して高いが、入口となる開口部が小さかったこと (幅 0.9m × 高さ 2.0m) から、6HSW2 から送られた空気の一部しか開口部に入り込めなかった、③3HCX と 6HSW2 による同時送風では、入口となる開口部が送風管により半分以上覆われていたために、6HSW2 から送られた空気はわずかしが地下空間に送り込めなかった、などの原因が推察された。

6 送風管の延長形状、延長長さを変化させたときの先端の遮煙袋出入口の風速について

(1) 概要

排煙高発泡車の送風において、地下大空間に送風管を延長し、先端に遮煙袋を設定したとき、遮煙袋内を消火活動拠点として使用可能かどうかを予想するため、送風管の延長形状、延長長さを変化させたときの先端の遮煙袋出入口の風速について計測した。

(2) 検証場所

東京消防庁第二消防方面訓練場

(3) 検証内容

送風管先端に遮煙袋を接続した排煙高発泡車について、表 17（写真 6、7、8）に示す各送風管の延長形状、距離にて送風し、遮煙袋出入口で、開口部断面中央、開口高より 10 cm 下中央において風向、風速を計測した（写真 9）。各計測は、5 秒ごとに 30 秒間、計 6 回行い、その平均値を代表値とした。測定に使用した風速計は表 5 の通りで、風速 10m/s 以下のとき熱式、風速 10m/s 以上のときはペーン方式を使用した。

(4) 送風条件

各検証において、送風量は送風機の回転数 4 段階とし、それぞれ 600、1000、1500、1800 (rpm) について遮煙袋出入口で風速の計測を行った。

(5) 遮煙袋出入口の開口条件

各検証において、遮煙袋出入口は 1 箇所、全開とした。ただし、参考として出入口を想定した 2 箇所を開放したときの 1 箇所目の風速の衰え等についても確認した。



写真 6 検証 3-1



写真 7 検証 3-2



写真 8 検証 3-3

表 17 送風管の延長形状、距離

検証番号	送風管の延長形状	送風管延長距離	延長内訳	使用車両
3-1	直線	86.4m	φ 1.2m 17.4m φ 1.2m→φ 0.9m 2.7m φ 0.9m 53m 遮煙袋 13.3m	3HCX
3-2	蛇行	62m	φ 1.2m 17.4m φ 1.2m→φ 0.9m 2.7m φ 0.9m 28.6m 遮煙袋 13.3m	2HCX
3-3	直線	130.3m	φ 1.2m 17.4m φ 1.2m→φ 0.9m 2.7m φ 0.9m 97m 遮煙袋 13.2m	3HCX



写真 9 測定状況

(6) 結果

各検証における各計測結果を表 18 に示す。表 18 を見ると、検証 3-1 と比較し送風管を更に長く延長した検証 3-3 とはほぼ同じような風速であり、延長距離の影響が見られない。送風管を蛇行させた検証 3-2 は検証 3-1 と比較して著しく風速が低下している。

(7) 考察

ア 防排煙の可否について

風速計測結果をもとに、送風機の回転数 1800[rpm]にて開口部 1 箇所のみを出入口とし、遮煙袋内を消火活動拠点としたときの、遮煙袋内の防排煙の可否を判断する。表 1 を基に算出した必要通過風速（表 19）と比較して行った。各風速計測結果（表 18）から、遮煙袋内に対する防排煙の可否予想について判断した結果を表 20 に示す。

本検証の条件では、送風管の延長形状を直線とした場合は 130m の送風管長さであっても消火活動拠点が求める防排煙の必要条件を満たすことが確認された。また、本検証の条件のように、送風管の延長形状を蛇行させた場合は送風管の延長距離が 62m においても消火活動拠点が求める防排煙の必要条件を満たすことができなくなることが確認された。

表 18 各計測結果

検証番号	開口数	測定位置	送風機の回転数[rpm]			
			600	1000	1500	1800
3-1 風速 [m/s]、(開口高さ、 [m])	1	①開口高10cm下	6.1 (0.9)	6.6 (1.2)	7.3 (1.5)	11.3 (1.8)
		①開口部断面中央	4.1 (0.9)	5.4 (1.2)	7.5 (1.5)	9.1 (1.8)
	2	①開口高10cm下	-	6.7 (1.3)	7.6 (1.6)	6.6 (1.8)
		①開口部断面中央	-	6.4 (1.3)	10.3 (1.6)	7.1 (1.8)
		②開口部断面中央	-	7.5 (1.2)	9.3 (1.1)	9.9 (1.8)
	(遮煙袋内部)	-	-	-	3.0	
3-2 風速 [m/s]、(開口高さ、 [m])	1	①開口高10cm下	2.3 (0.8)	4.2 (1.1)	3.7 (1.4)	2.9 (1.7)
		①開口部断面中央	2.9 (0.8)	5.1 (1.1)	4.5 (1.4)	3.1 (1.7)
	2	①開口高10cm下	2.6 (0.7)	4.2 (0.9)	4.2 (1.2)	3.1 (1.4)
		①開口部断面中央	3.5 (0.7)	3.4 (0.9)	4.7 (1.2)	3.6 (1.4)
		②開口部断面中央	2.2 (-)	2.6 (-)	7.8 (-)	8.7 (-)
	3-3 風速 [m/s]、(開口高さ [m])	1	①開口高10cm下	5.2 (1.6)	6.1 (1.7)	7.9 (1.7)
①開口部断面中央			4.6 (1.6)	6.5 (1.7)	7.7 (1.7)	9.4 (1.8)
2		①開口高10cm下	3.3 (1.2)	5.5 (1.4)	8.3 (1.6)	8.8 (1.8)
		①開口部断面中央	4.3 (1.2)	4.6 (1.4)	5.7 (1.6)	6.2 (1.8)
	②開口部断面中央	2.9 (-)	3.7 (-)	2.8 (-)	1.6 (-)	

表 19 計測位置における防排煙に必要な通過風速

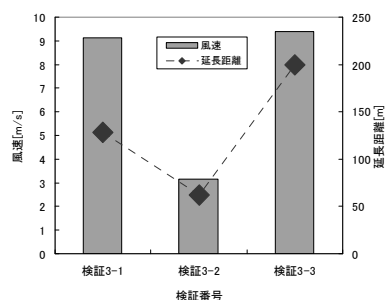
検証番号	計測位置における必要通過風速[m/s]		
(開口高さh[m])	3-1	3-2	3-3
2.7√h	3.62	3.52	3.62
3.3√h	4.43	4.30	4.43
3.8√h	5.10	4.95	5.10

表 20 測定位置における防煙効果 (○: 防煙可 ×: 防煙不可)

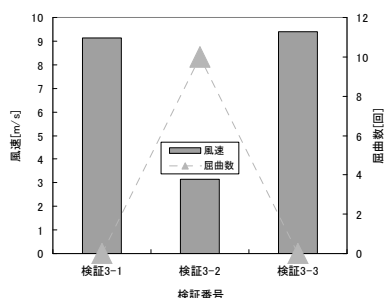
検証番号	3-1	3-2	3-3
2.7√h			
3.3√h	○	×	○
3.8√h			

イ 各検証の比較

開口部断面中央の風速計測結果をもとに、送風機の回転数1800[rpm]にて開口部1箇所のみときの各検証の風速について、送風管の延長距離、送風管の屈曲回数との比較をグラフ4、5に示す。これより、送風管の延長距離が短いほど送風管の摩擦損失は低くなるにもかかわらず、検証3-2は風速も大きく減衰していることから、本検証の条件では送風管の延長距離と送風管の摩擦損失との関係はあまり大きな影響を及ぼしておらず、送風管の屈曲回数と送風管の摩擦損失との大きな関係があることが確認された。



グラフ4 送風管の延長距離と風速の関係



グラフ5 送風管の屈曲回数と風速の関係

7 まとめ

今回の検証において、以下のことが確認された。

- ・検証1において、建物区画を利用して最も深部に消火活動拠点点が設定できる条件は、大型ブローア一車単独、もしくは排煙高発泡車及び大型ブローア一車により同時に送風したときで、入口から地下約11m、更に水平距離約26mまで進んだ位置であった。
- ・検証2において、建物区画を利用して最も深部に消火活動拠点点が設定できる条件は、排煙高発泡車及び大型ブローア一車により同時に送風したときで、入口から地下約6.8m、更に水平距離約34mまで進んだ位置であった。
- ・大型ブローア一車単独で送風した方が、排煙高発泡車及び大型ブローア一車により同時に送風したときよりも大きな風速を得られることも確認された。
- ・検証3において、排煙高発泡車の送風管を直状に延長し、先端に遮煙袋を設定して遮煙袋内を消火活動拠点とした場合、入口から水平距離約130mの位置について消火活動拠点を設定することが可能であることを確認した。しかし送風管を10回屈曲させた場合は送風管の延長距離が約62mにおいても消火活動拠点が求める防排煙の必要条件を満たすことができなかった。
- ・検証3の条件では送風管の延長距離は送風管の摩擦損失にあまり大きな影響を及ぼしておらず、送風管の屈曲回数と送風管の摩擦損失との大きな関係があることが確認された。

8 おわりに (検証から得られた活動上の課題)

今回の検証は、火災時における消火活動拠点をより火点に近接して設定するにあたり、最初の可否判断材料となる活動拠点の防排煙の可否についてのみ注目して行った。しかし、たと

え活動拠点の防排煙が可能となったとしても、現実活動する上での運用上の様々な課題が山積しており、これらの解決の方がより重要であると感じた。よって最後に本検証において確認された活動上の課題の一部について付記する

- ・各検証において、排煙高発泡車による送風時に送風管が出入口、通路をふさいでしまい、建物への出入りや通路を利用した移動ができなくなってしまった。実際の活動時においても活動に支障が生じることが予想された（写真10）。



写真10 開口部付近と送風管

- ・各検証において、排煙高発泡車による送風時に送風管の外れが頻発した。送風管に繋いだ遮煙袋を消火活動拠点とした場合、送風管の外れは活動拠点の消防隊員に致命的な影響を与えることが予想された（写真11）。



写真11 根本付近の送風管のはずれ

- ・火災建物に排煙高発泡車の送風管を投入する場合、たとえ遮煙袋内を防煙できる風速を維持できたとしても、火災の熱により送風管、遮煙袋が溶ける恐れがある。送風管につないだ遮煙袋を消火活動拠点とした場合、送風管等の漏気は活動拠点の消防隊員に致命的な影響を与えることが予想された。

- ・火災の熱により、送風管等が溶けない場合でも、遮煙袋内は火災の熱が外から伝わることで消防隊員が耐えられない環境になる事が予想された。

- ・排煙高発泡車による送風で遮煙袋を設定する場合、回転数1500rpm以上でないと出入口が不自由なく使えるほど遮煙袋が膨らまないことが確認された（写真12、13、14）。



写真12 検証 2-1 600rpm 写真13 検証 2-1 1000rpm 写真14 検証 2-1 1500rpm

- ・各検証において、排煙高発泡車の送風管を延長する作業には、平常時においても多くの時間と人員を必要とした。濃煙熱気内への送風管の延長時は、多くの隊員が長時間の過酷な活動を余儀なくされることが予想された（写真15）。



写真15 送風管の設定

- ・建物内への送風は、各開口部の開閉設定、排気口の設定が必要不可欠であるが、濃煙熱気内での消防隊員による排気口の設定作業は容易ではないことが想像された。

- ・建物内へ送風するときは、ドアの急激な閉鎖、また閉鎖後の開閉障害が発生した。建物内部に逃げ遅れが存在する場合、避難行動を妨げる可能性が想像された。

- ・建物内の送風により、送風口から火点までの環境は改善するが、火点から排気口までの環境は著しく悪化する。実際の火災では火点の把握は困難であることが予想され、さらに火点から排気口までに逃げ遅れが存在するかどうかの確認も困難であると想像された。

なお、建物区画を利用して消火活動拠点を設定する場合、消火活動拠点から排気される風速、また各検証結果の傾向は、建物構造、規模、開口部の条件に完全に依存するものである。本検証結果についてはあくまで一例であり、定性的に解釈する必要がある。

[参考文献等]

1) 消防活動支援性能のあり方検討会報告書（平成19年度），消防庁予防課，2008