

消防科学研究所報

REPORT OF FIRE SCIENCE LABORATORY



2005 No.12

SAPPORO FIRE SCIENCE LABORATORY

札幌市消防科学研究所

はじめに

研究所報は、消防科学研究所が、積雪寒冷となる北方圏特有の気候風土の中で、市民の安全な暮らしを守るとともに、消防隊員の活動性、安全性の向上を図るため、平成5年に開所して以来、その年ごとの研究成果を取りまとめ、その内容について消防局内外に広く周知を図り、消防広報及び現場活動等に活用されること目的として発行しております。

所報目次

【消防科学研究所の業務について】

○業務実績表・本文	1
-----------	---

【研究・実験】

○消防隊員のC I V D反応と体力指標の関連	7
○メンタルヘルス対策に関する実態調査結果	12
○建物火災鎮圧後に残存する燃焼生成ガスと粉塵等の測定（最終報告）	28
○スタティックロープ（R.R.R.資機材）の強度等に関する実験的研究	33

【情報提供】

○ガソリンに対する鉍物油洗浄剤及び油処理剤使用時の危険性	66
○消防活動による石綿（アスベスト）の危険性について	68
○消防職員と他の職業を比較したストレス尺度別得点・相対危険度	72
○クロルピクリン（ CCl_3NO_2 ）とは	76
○酢酸タリウムの性質及び災害対策等について	78
○水酸化ナトリウムの危険性について	81
○喫煙と飲酒の習慣が高ストレス反応に及ぼす影響について	82

【研究実績】

○研究実績表（平成5年～平成17年）	84
--------------------	----

消防科学研究所の業務について

業 務 実 績 表 (平成16年度)

(単位：件)

研 究		燃焼実験	成分鑑定	危 険 物 確認試験	研究結果 発 表 (学会等)	報道取材	そ の 他				
身体負荷	鑑定鑑識 及び燃焼						職員提案 審査数	消防学校 初任・専 科教育等	道 消 防 学校専科 教 育 等	施設見学 行政視察 対 応 等	研究所外 出向講義 ・実験等
4 ※ 1	3 ※ 2	14 ※ 3	30 ※ 4	5 ※ 5	12	2	10 ※ 6	5 (130)	2 (45)	19 (580)	3 (132)

() 内は、対象者の人数である。

※ 1・※ 2の内訳は表 1 のとおり

※ 3の内訳は表 2 のとおり

※ 1～※ 5の測定機器の内訳は表 3 のと
おり

※ 6の内訳は表 4 のとおり

1 はじめに

消防科学研究所では、各種研究業務を始め、燃焼実験、成分鑑定及び危険物確認試験等の業務を行っている。

2 研究業務

数年に渡るテーマと年度ごとに定めたテーマについて、研究を行っている。

3 燃焼実験

火災原因を究明するための再現実験や特異な燃焼現象解明のための実験、また市民が安心・安全に暮らせるために必要な燃焼実験を実施している。

4 成分鑑定

災害現場や事業所等から収去した物品の化学分析を行い、火災原因や事故原因の究明などに役立てている。

5 危険物確認試験

「危険物の規制に関する政令」(昭和34年政令第306号)及び「危険物の試験及び性状に関する省令」(平成元年自治省令第1号)で定められている試験方法にした

がって、物品が消防法に定められている危険物の性状を有しているか否かの確認試験を行っている。

6 職員提案支援

「札幌市消防職員の提案に関する規程」(昭和45年1月13日(消)訓令第1号)に基づく職員提案について事前に技術的な支援や協力等を行っている。

表 1 研究一覧表

※ 1	消防活動の熱中症危険
	消防活動個別動作の負担
	救急活動シミュレーションの負担
	トレーニング効果
※ 2	火災現場における燃焼生成ガス等の測定と危険性把握
	鉍物油洗浄剤の燃焼実験
	ガソリン誤給油による燃焼実験

表 2 燃焼実験一覧表

回数	月	実 験 内 容
1	4	天ぶら油等発火実験
2～4	6～8	区画模型による一般住宅収容物燃焼実験
5	8	たばこ及びスプレー缶燃焼実験
6～8	9	ガソリン誤給油による燃焼実験
9～12	10・11	鉍物油燃焼実験
13・14	12	火災現場から採取した煙及び粉塵の解析等

表3 測定機器等延べ使用回数

平成16年度

	使用機器	成分鑑定・鑑識		分析関係実験等		燃焼関係実験等		その他		合計	
		件数	使用回数	件数	使用回数	件数	使用回数	件数	使用回数	件数	使用回数
1	ガスクロマトグラフ	27	74							27	74
2	質量分析装置			30	60					30	60
3	液体クロマトグラフ			35	70					35	70
4	熱分析装置	1	2	41	83					42	85
5	蛍光X線分析装置			36	36					36	36
6	分光蛍光光度計	2	4	5	10					7	14
7	恒温槽			30	30					30	30
8	低温実験ユニット			365	365					365	365
9	フーリエ変換赤外分光分析装置			7	14					7	14
10	タグ密閉式引火点測定試験器	5	10	16	16					21	26
11	セタ密閉式引火点測定試験器			13	13					13	13
12	クリーブランド引火点測定試験器	2	9	48	48					50	57
13	発火点測定試験器			5	10					5	10
14	高速度ビデオカメラ					7	14			7	14
15	サーマルカメラ					12	23			12	23
16	X線透過装置					5	5	15	15	20	20
17	ファイバースコープ					1	1			1	1
18	心拍数計					90	180			90	180
19	粉塵粒径分布別採取器					11	22			11	22
20	粉塵粒子数測定器					11	22			11	22
21	酸素測定器							2	2	2	2
22	天ぷら油加熱発火実験装置					4	8	5	5	9	13
23	過負荷電流実験装置							2	2	2	2
24	トラッキング火災実験装置							5	5	5	5
25	エアゾールガス加熱実験装置							6	6	6	6
26	エアゾール缶加熱実験装置							3	3	3	3
27	ガソリン引火実験装置							6	6	6	6
28	騒音計							2	2	2	2
29	高温高湿ユニット							45	90	45	90
30	心拍周波数解析器							90	180	90	180

表4 職員提案一覧表 等級区分順

平成16年度

提案番号	提 案 内 容
4 級～ 2 件	
361	R R R 資機材収納用バックの作製について ----- ビニール製のリュックバック式収納バックを作製した。
366	エッジプロテクターの考案について ----- ロープ等をエッジから保護する軟質ゴム製プロテクターを作製した。
5 級～ 2 件	
359	R A 連携活動の実践研修資料（V T R）の作成について ----- 消防隊等が負傷者を救急隊に引継ぐまでの外傷処置の流れをビデオ化した。
363	消火訓練用の標的の作製について ----- 伸縮自在で、風等の影響を受けにくい丈夫な標的を作製した。
努力賞～ 1 件	
362	ガスサンプリングホルダーの作製について
奨励賞～ 5 件	

消防科学研究所の業務について

業務実績表(平成17年度)

(単位：件)

研 究		燃焼実験	成分鑑定	危険物 確認試験	研究結果 発表 表 (学会等)	報道取材	そ の 他				
身体負荷	鑑定鑑識 及び開発						職員提案 審査数	消防学校 初任・専 科教育等	道 消 防 学校専科 教 育 等	施設見学 行政視察 対 応 等	研究所外 出向講義 ・実験等
3 ※1	2 ※2	19 ※3	36 ※4	1 ※5	8	13	17 ※6	4 (146)	0	27 (314)	3 (128)

() 内は、対象者の人数である。

※1・※2の内訳は表5のとおり

※3の内訳は表6のとおり

※1～※5の測定機器の内訳は表7のとおり

※6の内訳は表8のとおり

1 はじめに

消防科学研究所では、各種研究業務を始め、燃焼実験、成分鑑定及び危険物確認試験等の業務を行っている。

2 研究業務

数年に渡るテーマと年度ごとに定めたテーマについて、研究を行っている。

3 燃焼実験

火災原因を究明するための再現実験や特異な燃焼現象解明のための実験、また市民が安心・安全に暮らせるために必要な燃焼実験を実施している。

4 成分鑑定

災害現場や事業所等から収去した物品の化学分析を行い、火災原因や事故原因の究明などに役立てている。

5 危険物確認試験

「危険物の規制に関する政令」(昭和34年政令第306号)及び「危険物の試験及び性状に関する省令」(平成元年自治省令第1号)で定められている試験方法にしたがって、物品が消防法に定められている危険物の性状を有しているか否かの確認試験を行っている。

6 職員提案支援

「札幌市消防職員の提案に関する規程」

(昭和45年1月13日(消)訓令第1号)及び「札幌市消防職員の提案に関する規程実施要綱」(昭和53年消防局長決裁)を廃止し、これらを統合した「札幌市消防職員の提案に関する要綱」(平成17年消防局長決裁)を制定した。以来同新要綱に基づく職員提案について事前に技術的な支援や協力等を行っている。

表5 研究一覧表

※1	寒冷環境下における消防活動の研究
	消防職員のストレスに関する実態調査の研究
	現場における対策検証の研究
※2	火災鎮圧後に残存する燃焼生成ガスと粉塵等の測定
	スタティックロープの強度等に関する実験的研究

表6 燃焼実験一覧表

回数	月	実 験 内 容
1～4	4	天ぶら油発火等実験
5	5	防災カーテン等の着火実験
6～9	6	トラッキング火災等実験
10・11	7	ガソリンの引火等実験
12	8	ベッドの燃焼実験
13・14	8・9	たばこ火による着火実験
15	10	ローソク火による鏡の着火実験
16	11	表面フラッシュ実験
17	11	まきストーブの周囲温度等測定実験
18	11	ハロゲンヒーター・カーボンヒーターの表面温度等測定実験
19	12	塗料の自然発火実験

表7 測定機器等延べ使用回数

平成17年度

	使用機器	成分鑑定・鑑識		分析関係実験等		燃焼関係実験等		その他		合計	
		件数	使用回数	件数	使用回数	件数	使用回数	件数	使用回数	件数	使用回数
1	ガスクロマトグラフ	91	182	30	60					121	242
2	質量分析装置	33	66	40	80					73	146
3	液体クロマトグラフ			51	102					51	102
4	熱分析装置			56	112					56	112
5	蛍光X線分析装置			55	55					55	55
6	分光蛍光光度計			8	16					8	16
7	恒温槽			61	61					61	61
8	低温実験ユニット			365	365					365	365
9	フーリエ変換赤外分光分析装置			41	82					41	82
10	タグ密閉式引火点測定試験器	1	2	10	10					11	12
11	セタ密閉式引火点測定試験器			15	15					15	15
12	クリーブランド引火点測定試験器			30	30					30	30
13	発火点測定試験器			8	16					8	16
14	高速度ビデオカメラ					25	50			25	50
15	サーマルカメラ					36	72	10	10	46	82
16	X線透過装置					6	6	20	20	26	26
17	ファイバースコープ					2	2			2	2
18	心拍数計					30	60			30	60
19	粉塵粒径分布別採取器					10	20			10	20
20	粉塵粒子数測定器					10	20			10	20
21	酸素測定器							2	2	2	2
22	天ぷら油加熱発火実験装置							5	10	5	10
23	過負荷電流実験装置							3	3	3	3
24	トラッキング火災実験装置							15	15	15	15
25	エアゾールガス加熱実験装置							5	5	5	5
26	エアゾール缶加熱実験装置							5	5	5	5
27	ガソリン引火実験装置							15	15	15	15
28	騒音計							2	2	2	2
29	高温高湿ユニット							36	72	36	72
30	心拍周波数解析器							30	60	30	60

表8 職員提案一覧表 等級区分順

平成17年度

提案番号	提案内容
秀 賞～3件	
370	幼少年期から防火・防災意識の育成及び啓発を図る「防火絵本」の活用について ----- 自作の手作り絵本を幼児向け防火冊子として業務への活用を提案した。
376	消火栓水抜プラグを活用した「消火栓排水プラグ」の考案について ----- 既存の水抜プラグを水道ホースと接続可能な形状に加工した。
385	収容物損害額を算出する「かずちゃん」の考案 ----- 過去のデータから居住性住居の収容物損害額を予測する算出式を考案した。
努 力 賞～13件	
369	携帯型酸素吸入器減圧弁保護カバーの考案について
371	「テープスリング収納バック」についての提案
372	煙遮断及び水損防止についての提案
373	携帯用酸素バック背負いバンドの改良
374	現場用長靴ファスナー紐の改良
377	アルコール用初期消火訓練燃焼器具の作製について
378	現場指揮本部用テントの考案
379	多重衝突事故等に活用する識別表示灯の製作について
380	消火栓排水用補助用具の改良
381	パーライト散布機の考案について
382	教えてファイヤーマン授業用消火トレーニングマシンの考案について
383	トリアージシートの改善について
384	ドアストッパーの開発について
選 外～1件	

研究・実験

消防隊員のCIVD反応と体力指標の関連

札幌市消防科学研究所 橋本好弘
北海道大学大学院教育学研究科 川内健太郎
札幌市消防科学研究所 橋上勉
北海道大学大学院教育学研究科 森谷 紮

【要 旨】

消防隊員は、いかなる環境下でも、火災防ぎや人命救助などの活動を実施することから、強靱な肉体が必要である。

しかしながら、消防職員に必要な体力に関する研究は少ない。

そこで、S市の消防隊員65名を対照に寒冷血管拡張(CIVD)反応と体力指標との関連について分析を実施し、消防隊員に必要な体力要素を把握することにより、効果的なトレーニングに繋げる必要がある。

消防隊員のCIVD反応は、対照群と比べて高値であり、普段の鍛錬効果が高いと考えられた。

次に、CIVD反応とBMIや普段の運動習慣などの関係を分析した結果、CIVD反応の7指標は、BMIと6指標で有意な正の相関、次いで年齢と朝食摂取の頻度が2指標で有意な相関が認められた。

CIVDとBMIの構成である体成分や筋肉関係との関連を調査した結果、CIVD反応の5指標は、たんぱく質量、骨量、体水分量、筋肉量、除脂肪量、基礎代謝量、骨格筋量と有意な相関が認められた。

このことから、消防隊員に必要な体力指標は、先行研究で示されている体幹や下半身の筋持久力や全身持久力とともに筋肉量である。また、朝食の摂取は、消防隊員の現場活動に関連する重要な要因である。

1 緒 言

消防防災行政を取り巻く状況は近年大きく変化しており、消防の任務は従来の火災、救急、救助、自然災害対応から、大規模地震やテロへの対応等の危機管理が重要な課題¹⁾となっている。

また、消防庁では、近年、災害現場において消防職団員の殉職する事故が相次いで発生している事態を重く受け止め、心理学の要素を反映した効果的な教育訓練手法、現場指揮体制の充実²⁾についてとりまとめている。

この様に、災害現場の活動は、大規模地震やテロへの対応など長時間・長期間を要する活動の増加が予想されると同時に、その際の安全管理が課題となっている。

安全管理を考えるうえで活動時間や活動強度は、ヒューマンエラーの助長に繋がり重要な要素となる。

これらを踏まえて、長時間や暑熱環境下の消防活動については、近年活動負担が報告³⁾され、一定の把握が可能となった。

その中では、火災防ぎよ時は、災害現場に

到着直後から10分程度が90% $\dot{V}O_2\max$ 以上の活動、火勢鎮圧までが平均で66% $\dot{V}O_2\max$ の活動と運動強度が高い活動であり、安全を考慮すると適切な休憩が必要である。

しかしながら、防ぎよ活動や要救助者の救出活動中に安全管理の面からの休憩を取ることとは非常に限定される。

そこで、消防隊員は、日頃から効果的に体力を練成する必要がある。また、積雪寒冷地では、寒冷環境下の災害活動も非常に多いことから、消防職員の寒冷血管拡張反応と体力指標の関連について分析を実施した。

2 実験方法

2.1 被験者

被験者は、S市内のA署を選出し、指定日に勤務していた職員のうち、実験の主旨に賛同してくれた消防隊員・救助隊員など（以下、消防隊員とする。）65名とした。

被験者の平均年齢は、45.2歳(S.D ± 10.9歳)である。

2.2 実験条件

各実験は、6月13日から16日の午前10時から午後2時までの皮膚温が比較的安定している時間帯に、合計14回行った。

実験時の環境温は、平均室温が22.4℃(S.D ± 1.0℃)、氷水温が0.6℃(S.D ± 0.3℃)である。

CIVD反応は、中指を氷水に30分間浸した時の同指の爪元の皮膚温(指皮温)から評価したもので、その前後15分間の変化も併せて測定した。

2.3 CIVD反応の指標

CIVDの局所耐寒性の指標としては、次のものを使用した。

浸漬前指皮温「TBI」、浸漬開始後5～30分間の平均指皮温「MST」、浸漬開始とともに急激に低下した指皮温が上昇し始める時点(反応発現時間)「TFR」、その時点の指皮温(反応発現温度)「TTR」、浸漬開始後5～30分間の最高指皮温「HT」、「MST」・「TFR」・「TTR」をそれぞれ3点化しその合計点である抗凍傷指数「RI」⁴⁾及び血管拡張開始後の指皮温積分値(CIVD_{index})の7指標で評価した。

2.4 CIVD反応との関連調査項目

(1) 質問票

質問票の内容は、年齢、身長、体重、健康状態(3区分)、体力の自信(5区分)、勤務中を除く運動・スポーツの実施頻度(4区分)、主な運動内容、朝食の摂取(3区分)、学生時代の運動部の所属年数、同年代と比較した体力の自信及び出生地・居住地であり、自己申告の身長・体重からBMIを算出し、主な運動内容は月の合計METS値を算出した。

(2) 体成分・筋肉量等の測定

体成分・筋肉量等は、4極8点接触型電極法の体成分分析装置(BIOSPACE、Indodey3.0)を使用し測定を実施した。

(3) 主観的感覚の変化

実験の前後にVisual analog Scale(VAS)により、主観的感覚の変化を調査した。

項目は、「覚醒度」、「気分」、「意欲」、「気持ち」、「身体的疲労」、「集中」及び「意欲」の7項目について、100mmのスケール上の両端に対語を記載し、その時の状態を記入してもらうもので、得点が高いほど良好な状態を示すものである。

2.5 統計分析

統計分析は、ピアソンの相関分析や一元配

置分散分析後、Bonferroniの多重比較検定(SPSS Ver.14)などを有意水準5%で実施した。

3 実験結果

3.1 指皮温の変化

被験者全員の指皮温変化を図1に示したが、個人差が非常に大きいのがわかる。

実験前に33.5(S.D ±1.7)℃であった指皮温は、浸漬後、1分後に60.0%が10℃以下になり、2分後では同様に84.6%と指皮温低下は著しく早いものである。

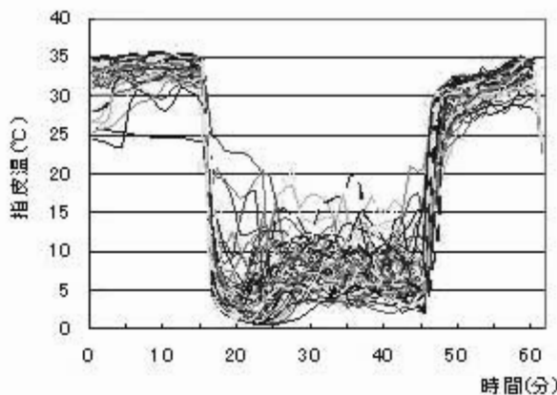


図1 指皮温度の変化

3.2 CIVD 反応の結果

消防隊員のCIVD反応と対照データを表1に示した。

CIVDは、生育地の風土による鍛錬の影響を受ける⁴⁾ことから、札幌よりも冬場の気温が低く、鍛錬効果が高いと考えられる、旭川の警察官と消防隊員を比較した結果、CIVD反応の5指標中、TBIを除く4指標で、消防隊員が有意(P<0.05)に高値であった。

表1 CIVD反応の結果

区分	TBI(%)	MST(%)	TFR(%)	TTR(%)	HT(%)	RI	CIVDscore	人数
実験結果	平均値 33.5	7.4	2.9	7.0	12.9	6.9	3.2	65
標準偏差	1.7	3.0	1.5	2.8	5.6	1.2	1.4	
旭川市	平均値 31.7	4.7*	1.7*	5.5*	7.3*			22
標準偏差	-	0.52	0.26	0.39	0.74			
アイヌ	平均値 33.7	5.5*	3.1	5.7*	8.4*	5.8*		30
標準偏差	-	0.49	0.39	0.3	0.74	0.09		
日本人	平均値					5.8*		137
標準偏差						0.09		

[注]：P<0.05

アイヌは、北海道の和人と比較して、MST、TFR、TTR及びHTが高く、凍傷抵抗性が強いことが報告されている⁴⁾が、それと比較しても消防隊員は、TBIとTFRが同等であったほか4項目で有意に高かった。

このことから、消防隊員は、凍傷抵抗性が非常に高いことが判明した。

3.3 CIVD 反応と質問票の相関分析結果

CIVD反応と年齢やBMIなどの質問票内容の関連を相関分析により調査し、その相関係数及び検定結果を示したものが表2である。

CIVD反応と最も関連が深かった項目が「BMI」であり、7指標のうちTTRを除く6指標で有意な正の相関があった。次に関連が深かったのが「年齢」と「朝食摂取の頻度」で2項目、勤務年数が1項目で有意な正の相関が見られた。

さらに、質問票の内容を3層に等分化して分散分析を実施した結果、健康状態や体力の自信、運動頻度も層間に有意な差があり、CIVD反応の関連項目であった。

表2 CIVD反応と質問票の相関分析(相関係数)

項目(区分)	TBI(%)	MST(%)	TFR(%)	TTR(%)	HT(%)	RI	CIVDscore
年齢	-0.005	-0.189	0.045	0.320**	-0.188	-0.212	-0.270**
勤務年数	0.006	-0.130	0.063	0.326**	-0.156	-0.166	-0.216
BMI	0.365**	0.340**	0.295**	-0.031	0.316**	0.276**	0.269**
健康状態	0.051	-0.164	-0.060	0.074	-0.150	-0.045	-0.118
体力の自信	0.184	0.075	0.127	0.069	-0.044	0.059	0.084
運動頻度	0.039	-0.065	0.043	0.074	-0.064	-0.020	-0.106
自宅での運動量	-0.264	0.097	0.075	-0.104	0.167	0.151	0.126
朝食の摂取頻度	-0.160	-0.196	-0.262**	-0.104	-0.258**	-0.151	-0.090
勤務中の健康状態	-0.071	0.001	-0.024	0.206	0.035	-0.101	-0.064
自宅での健康状態	0.042	0.107	0.061	0.161	0.061	0.048	0.076
運動部の所属年数	0.056	0.053	0.121	0.027	0.172	0.060	0.017
体力の自信	0.227	0.002	0.161	0.121	-0.030	0.036	-0.029

[注]：P<0.05

3.4 CIVD 反応と体成分・筋肉等の相関分析結果

消防隊員のCIVD反応とタンパク質量、骨量、体水分量、筋肉量、除脂肪量、体脂肪率、基礎代謝量及び骨格筋量の8項目について相関分析を実施し、相関係数と検定結果を表3に示した。

CIVD 反応との関連が最も強いのが、覚醒時に生体の諸機能を維持するだけの最低限度のエネルギーを示す基礎代謝量であり、骨量

や骨格筋量とともに筋肉量も高い正の相関を示した。

表3 CIVD 反応と体成分・筋肉等との相関分析結果 (相関係数)

相関係数	TBI(°C)	MST(°C)	TFR(°C)	TTR(min)	HT(°C)	RI	CIVD _{index}
タンパク質量	0.306※	0.393※	0.242	-0.076	0.438※	0.330※	0.353※
骨量	0.304※	0.392※	0.247	-0.072	0.440※	0.329※	0.351※
体水分量	0.303※	0.394※	0.245	-0.072	0.440※	0.330※	0.354※
筋肉量	0.305※	0.394※	0.245	-0.072	0.440※	0.330※	0.353※
除脂肪量	0.303※	0.394※	0.245	-0.073	0.441※	0.330※	0.354※
体脂肪率	0.231	0.279※	0.306※	0.090	0.228	0.214	0.176
基礎代謝量	0.244	0.436※	0.130	-0.220	0.467※	0.374※	0.448※
骨格筋量	0.312※	0.379※	0.207	-0.087	0.403※	0.327※	0.353※

「※」; P<0.05を表す

3.5 CIVD 反応と体成分・筋肉等の年齢層別結果

CIVD 反応と体組成・筋肉等との関係は、基礎代謝量が最も関連が深く、基礎代謝量は男性では20歳から60歳にかけて1割程度低下⁵⁾する。

そこで、表4は、体成分・筋肉等の値を年齢層別に3区分(「低」が20~41歳、「中」が42~51歳、「高」が52歳以上)したものである。

年齢区分で有意差が認められるのが体脂肪

表4 体成分・筋肉等の年齢層別結果(相関係数)

体成分・組成	年齢区分	人数	平均値	標準偏差	検定
骨量	低	21	3.10	0.36	-
	中	20	3.02	0.23	
	高	22	3.11	0.30	
タンパク質量	低	21	14.6	2.09	-
	中	20	14.2	1.37	
	高	22	14.7	1.72	
体水分量	低	21	40.2	5.75	-
	中	20	39.0	3.76	
	高	22	40.3	4.76	
筋肉量	低	21	54.8	7.83	-
	中	20	53.2	5.12	
	高	22	55.0	6.47	
除脂肪量	低	21	57.9	8.19	-
	中	20	56.2	5.36	
	高	22	58.1	6.78	
体脂肪率	低	21	16.2	4.76	低-高
	中	20	18.0	3.26	
	高	22	19.9	4.95	
基礎代謝量	低	21	1671.0	176.6	低-中, 高
	中	20	1451.3	113.6	
	高	22	1457.7	134.3	
骨格筋量	低	21	32.2	4.64	-
	中	20	31.0	3.27	
	高	22	31.9	4.21	

※年齢区分は、「低」が20~41歳、「中」が42~51歳、「高」が52歳以上である。

率の低年齢と高年齢及び基礎代謝量の低年齢と中・高年齢であり、骨量や筋肉量には顕著な差は認められなかった。

全体的な数値は、「中」年齢が低く、「低」と「高」年齢の値が等しい傾向にあったが、この要因に推察されるものはなく、今後の調査が必要であると考えられる。

3.6 CIVD 反応と VAS 値

CIVD 反応と VAS 変化値について相関分析により関連を分析した結果、最も関連が強かった身体的疲労と TTR でも有意水準が 0.071であり、全ての項目で有意(P < 0.05)な関係はなかった。

4 考察

運動トレーニングによって行動体力が改善する時には、耐寒性能も向上⁶⁾する。

米国における先行研究では、消防職員の最大酸素摂取量は、一般の人と比較して特に優れていない⁷⁾とあるが、CIVD 反応で評価した消防隊員の鍛錬効果は、一般の人に比べて有意に高かった。

CIVD 反応と自宅での運動量の関係は、勤

務中の訓練量が自宅での運動量に比べて多いことが影響して関連が低かったと考えられる。

他の質問票との内容では、朝食の摂取が CIVD 反応と相関が認められた。

調査内容は、普段の朝食の摂取の状況を質問しており、測定当日の状況ではないが、体力と朝食の摂取の関係を示す先行研究は多い。朝食の未摂取は、体温の脳血流の減少や体温の低下に影響を及ぼすことなどが起因して CIVD 反応に影響したと考えられる。

消防隊員に必要な体力要素としては、体幹や下半身の筋持久力や全身持久力を示す報告⁸⁾があるが、CIVD 反応と高い相関を示した筋肉量も必要な要素であることが判明した。

また、基礎代謝量が CIVD 反応と最も関連が深かったが、体成分・筋肉量等を年齢層別に分析した結果、基礎代謝量と体脂肪率にのみ相関に有意な差が認められた。

これについては、明確なデータ分析の結果はないが、消防隊員と一般の人との体力格差の優位性が年齢が高い程大きい傾向が見受けられることが起因したのではないかと考えられる。

【参考文献】

- 1) 総務省消防庁：「平成16年度版消防白書」 p.1, p.181
- 2) 総務省消防庁：「消防活動における安全管理に係る検討会報告書」(平成16年11月)
- 3) 橋本好弘他：「災害活動時における消防隊員の活動負荷とヒートストレス発生危険・対策」、平成16年度全国消防技術者会議資料 p.157-162、独立行政法人消防研究所
- 4) 伊藤真次：「寒さへの適応(局所寒冷反

応)」、46.6、北海道医学雑誌 1971.11

- 5) McArdle, W.D. 他：「運動生理学」、p.135-136、杏林書院(2000)
- 6) 森谷 繁他：「北国の健康科学」、p. 5、学術図書出版(2003)
- 7) 山路啓司：「最大酸素摂取量の科学」、p.186、杏林書院(2001)
- 8) 伊藤 昌夫他：「消防隊員の体力管理に関する研究」、p.98-106、東京消防庁消防科学研究所報(1999)

メンタルヘルス対策に関する実態調査結果

札幌市消防科学研究所	橋本好弘
札幌市消防科学研究所	橋上勉
北海道大学医学部	西條泰明
北海道大学医学部	上野武治

【要旨】

現在、社会環境は急激に変化しており、厚生労働省の全国調査では、「仕事に強いストレスを感じる労働者の割合」や「定期健康診断における有所見率」は急増している。

また、近年、被災者と共に災害救援者が非常事態（惨事）ストレス「CIS」を受けて、急性ストレス障害（ASD）や外傷後ストレス障害（PTSD）になる場合があることが指摘されている。

そこで、現状のストレス傾向・状態の把握と職員にストレスの関連要因を周知するために、実態調査を実施した。

日常のストレスの調査結果は次のとおりである。

- a 当局職員の日常のストレスに起因するストレス反応は、他の職業と比較して、少なかった。これは、当局職員は他の職業と比べて、体力が優れていることや仕事に対する自尊心が強いことからストレス要因には強く、また上司及び同僚の支援が多いことからストレス緩和作用が強いことなどが影響していると推察される。
- b 当局職員の中でストレス反応が最も高かったのが日勤者で次いで救急隊員であったが、比較対象の平均値よりもやや少なかった。
- c 日勤者のストレス反応と関連が深いストレス要因は、深い順に、業務上のいざこざ、仕事の量、仕事の知識量、仕事量の変動である。
- d 救急隊員のストレス反応と関連が深いストレス要因は、深い順に自尊心、同僚の支援、上司の支援のいわゆるストレス緩和に働く要因であり、仕事の量や出動件数の要因は関連が低かった。

外傷後ストレス障害の調査結果は次のとおりである。

- a 当局職員の外傷後ストレス障害の危険性の高い職員の割合は、全国調査（880名中137名で15.6%）や福岡市消防局（705名中88名で12.5%）の調査と比較して少なく9.7%（1731名中168名）であったが、川崎市消防局（523名中40人の7.6%）よりもやや高かった。
- b 当局職員の中では、水槽隊員の40歳代・50歳代や救助隊員の30歳代が当該障害が高い割合を示していた。
- c 外傷後ストレス障害は、日常のストレス要因と関連項目が、就寝時間、グループ間葛藤、上司の支援のみであり、日常のストレス要因はほとんど関係がなく死者が関係した災害活動の経験が影響している。
- d 女性は、日常及び災害時の何れのストレス要因にも弱く、ストレス反応が出やすい傾向がある。
- e ややきつめの活動が1時間30分継続すると、糖分が不足しストレスに弱くなることから、必要に応じた食料の補給はストレス対策に重要である。

1 緒言

現在、社会環境は急激に変化しており、厚生労働省の全国調査では、「仕事に強いストレスを感じる労働者の割合」や「定期健康診断における有所見率」は急増している。

また、近年、被災者と共に災害救援者が非常事態（惨事）ストレス「CIS」を受けて、急性ストレス障害（ASD）や外傷後ストレス障害（PTSD）になる場合があることが指摘されている。

そこで、現状のストレス傾向・状態の把握と職員にストレスの関連要因を周知するために、実態調査を実施した。

2 調査方法・内容

(1) 調査方法

対象者は、今後の災害出動を考慮して、消防局内の課長職以下の職員1767人とし、マークシート用紙を配布し回答を記入してもらった。

アンケートは、9月15日から10月7日までの期間に実施したが、有効回答は、長期休職者や研修出向者などの事前把握が困難であったことから、1731人（98.0%）である。

(2) 調査内容

ア 日常のストレス

日常のストレス調査に使用した質問は、米国国立職業安全保健研究所（NIOSH）が作成した職業ストレス調査票の日本語版

の抜粋を使用している。この調査票は、下図のようなストレスを多方面から分析する形式となっている。

今回のNIOSH調査では、「仕事のストレス要因」が8項目、「個人要因」が1項目、「仕事外の要因」が1項目、「緩衝要因」（ストレスを緩和させる要因）が3項目、「ストレス反応」が2項目の合計15項目から評価を実施している。

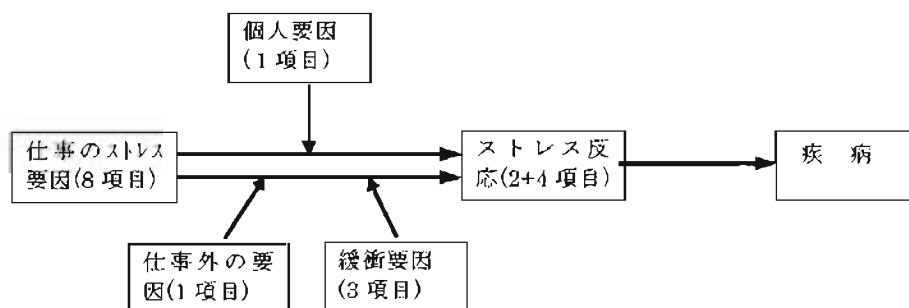
ストレス反応は、さらに中央労働災害防止協会が作成した「職場におけるメンタルヘルス対策支援委員会報告書」（平成17年3月）の心身のストレス反応に関する質問も使用し評価を実施している。

イ 非常事態（惨事）ストレス関係

非常事態ストレス関係の調査内容は、（財）地方公務員安全衛生推進協会が作成した「消防職員の現場活動に係るストレス対策研究会報告書」（平成15年2月）の質問（4項目）を参考として、ストレス要因を調査するとともに、外傷後ストレス障害（PTSD）の危険性については、PTSDの診断基準である再体験、回避、覚醒亢進を測定する改訂出来事インパクト尺度（IES-R）で、評価している。

3 回答者の属性

ここでは、「年代別」は29歳以下、30歳代、40歳代及び50歳以上の4区分、「業務区分別」



は男性の指揮隊員、水槽隊員、救急隊員、救助隊員、梯子・屈折隊員（以下、梯子隊員等）、指令課・調査係・特殊車両などの他の隊員（以下、指令調査等）、消防吏員の日勤者（以下、日勤者）、他の日勤者（以下、事務職員等）及び女性の日勤者、隔日勤務者の10区分である。

全体の平均年齢は、43.7歳で、男が44.1歳、女が32.1歳である。

男性の業務区分別の平均年齢・構成割合は、「指揮隊員」が51.2歳で7.4%、「水槽隊員」が45.3歳で41.1%、「救急隊員」が41.2歳で16.8%、「救助隊員」が34.4歳で9.9%、「梯子隊員」が52.5歳で4.5%、「指令調査隊員等」が43.5歳で5.1%、「日勤者」が44.4歳で14.5%、「事務職員等」が41.6歳で0.5%である。また、同様に女性は、「日勤者」が31.2歳で68.8%、「隔日勤務者」が34.1歳で31.3%である。

職員の疾病状況は、「疾病なし」が74.9%、最も多い疾病が「高血圧」（7.0%）、次いで「糖尿病」（2.4%）、「痛風」（2.0%）の順となっている。喫煙の習慣は、56.8%の人があり、そのうち「1日21本以上喫煙する人」が61.3%である。

飲酒の習慣は、77.4%の人があり、そのうち「毎日飲酒する人」が10.8%、「週に3から4回飲酒する人」が67.5%である。自宅での平均睡眠時間は、6.8時間であり、年代別の傾向は若い年代ほど睡眠時間が少なく、また日勤者は隔日勤務者よりも睡眠時間が少ない傾向がある。

以下、隔日勤務者の状況である。

8月の出勤件数は、最も多いのが「救急隊員」（74.1件/月）、次いで「指令調査隊員等」（6.5件/月）、「水槽隊員」（6.3件/月）である。

8月の当務数は、平均で10.1当務である。

8月の勤務時の平均仮眠時間は、全体が4.7時間で、年代別では年代が若い程仮眠時間が少なく、業務区分別では救急隊員が最も少なく4.0時間である。

非番に昼寝を実施している人は、全体の54.7%で、「男」が54.6%、「女」が66.7%である。年代別に昼寝を実施している割合は、年代が高くなるにつれて低下している。業務区分別の昼寝を実施している割合は、最も高いのが「救急隊員」（61.1%）で、次いで「指令調査隊員等」（54.7%）、「救助隊員」（52.1%）である。昼寝の平均時間は、全体が2.0時間で、隊員別では「救急隊員」や「救助隊員」が2.4時間と最も長い。自宅での就寝時間は、最も多いのが「23～0時」の30.0%、次いで「22～23時」が29.3%である。

4 日常のストレス結果

日常のストレスは、民間企業5社で実施した1万人規模の調査結果（独立行政法人産業医学総合研究所 原谷隆史氏からの提供データ）と北海道職員1万人の調査結果（北海道職員のメンタル・ヘルスに関する実態調査報告書 平成16年3月）を比較対照とした。

(1) ストレス反応項目評価（表1・2参照）

ストレス反応は、「職務満足感」・「抑うつ」・「心身のストレス反応の平均点」・「心身のストレス反応の高得点者割合」、ストレス反応として顕著である「疲れやすい・だるいの平均点」・「疲れやすい・だるいの高得点者割合」の6項目から評価した。

ア 職務満足感（仕事の満足感）【低得点はストレス反応が高い】

仕事の満足感の平均得点は、全体では比較対象と比べて得点が高く、男女別では男性の得点が高かった。

仕事の満足感の年代別平均得点は、最も高いのが「29歳以下」、最も低いのが「40歳代」、業務区分別平均得点は、最も高いのが「救助隊員」、次いで「指揮隊員」、最も低いのが「日勤者と事務職員等」である。

イ 抑うつ（不快で沈うつな感情）【高得点はストレス反応が高い】

不快で沈うつな感情の平均得点は、全体では比較対象と比べてやや得点が低く、男女別では男の得点が低かった。

沈うつな感情の年代別平均得点は、最も高いのが「50歳以上」、最も低いのが「29歳以下」、業務区分別平均得点は、最も高いのが「梯子隊員」、次いで「指令調査隊員等」、最も低いのが「事務職員等」、次いで「指揮隊員」である。

ウ 心身のストレス反応の平均得点

心身のストレス反応の平均得点は、全体が比較対象と比べて得点が低く、男女別では男の得点が低かった。

心身のストレス反応の年代別平均得点は、最も高いのが「40歳代」、最も低いのが「29歳以下」、業務区分別平均得点は、最も高いのが「事務職員等」、次いで「日勤者」、最も低いのが「救助隊員」、次いで「指揮隊員」である。

エ 心身のストレス反応の高得点者割合

心身のストレス反応の高得点者割合は、全体が比較対象と比べて得点が低く、男女別では男の得点が低かった。

心身のストレス反応高得点者割合の年代別では、最も高いのが「40歳代」、最も低いのが「29歳以下」、業務区分別では、最も高いのが「日勤者」、次いで「梯子隊員等」、最も高得点者割合の低いのが「事務職員等」である。

オ 疲れやすい・だるいの平均得点【高得点はストレス反応が高い】

疲れやすい・だるいのストレス反応の平均得点は、全体が比較対象と比べて得点がやや低く、男女別では男の得点が低かった。

疲れやすい・だるいのストレス反応平均得点の年代別は、最も高いのが「40歳代」、最も低いのが「29歳以下」、業務区分別は、最も高いのが「救急隊員」、最も低いのが「救助隊員」である。

カ 疲れやすい・だるいの高得点者割合【高割合はストレス反応が高い】

疲れやすい・だるいの高得点者の割合は、全体が比較対象と比べて得点が低く、男女別では男の得点が低かった。

疲れやすい・だるいの年代別高得点者割合は、最も高いのが「40歳代」、最も低いのが「50歳以上」、業務区分別高得点者割合は、最も高いのが「日勤者」、次いで、「救急隊員」、最も低いのが「事務職員等」、次いで「指揮隊員」である。

(2) ストレス反応とストレス要因の相関分析結果

全体の職員、ストレス反応の高い救急隊員及び日勤者について、表3に示すストレス関係要因とストレス反応の相関分析を実施した。

その結果、全職員のストレス反応への影響が大きいストレス関係要因は、影響が大きい順に「自尊心（高いとストレスが低い）」、「役割葛藤」、「グループ間葛藤」、「社会的支援（上司）（高いとストレスが低い）」、「役割曖昧さ」であった。

救急隊員のストレス反応への影響が大きいストレス関係要因は、影響が大きい順に「自尊心」、「社会的支援（同僚）」、「社会的支援（上司）」、「認知的要求」、「役割葛藤」であった。

日勤者も同様にストレス反応への影響が大きいストレス関係要因は、影響が大きい順に「役割葛藤」、「量的労働負荷」、「自尊心」、「認知的要求」及び「労働負荷の変動」であった。

(3) ストレス反応相関上位5のストレスサーのオッズ比

表4から表6に水槽隊員、救急隊員及び日勤者のストレス反応との相関が高いストレスサーを3層化した時のそれぞれのオッズ比を示した。

それぞれの上位と下位のオッズ比は有意な差があり、全てストレス反応との関連が高かった。他の区分別のオッズ比について表7から表11に示す。

5 非常事態（惨事）ストレス（CIS）関係の調査結果

(1) 外傷後ストレス障害（PTSD）の危険性得点

外傷後ストレス障害になっている危険性（IES-R）は、22問の質問を点数化して25点以上を「ケース該当」として、PTSDの危険性が高いとする調査票である。

IES-Rの結果は、全国調査との比較のために、「最近10年間に衝撃を受けた災害に出動した経験がある人のIES-R平均得点」、「最近10年間に衝撃を受けた災害に出動した経験がある人のIES-Rケース該当率」及び「回答者全体のPTSDの可能性が高い人の割合」等から評価し、その結果を示したものが表12である。

ア 最近10年間に衝撃を受けた災害に出動した経験がある人のIES-Rの平均得点

最近10年間に衝撃を受けた災害に出動した経験がある人のIES-Rの平均得点は、全体が8.3点（全国の調査結果12.4点）で

ある。

IES-Rの年代別平均得点は、最も高いのが「30歳代」（8.5点）、最も低いのが「20歳代」（7.9点）であった。

イ 最近10年間に衝撃を受けた災害に出動した経験がある人のPTSDの可能性が高い人の割合

最近10年間に衝撃を受けた災害に出動した経験がある人のIES-Rのケース該当率は、全体が9.3%（全国の調査結果15.6%）である。

IES-Rの年代別ケース該当率は、最も高いのが「30歳代」（12.2%）、最も低いのが「20歳代」（5.9%）である。

ウ 回答者全体のPTSDの可能性が高い人の割合

回答者全体のIES-Rケース該当率は、全体で168名であった。

(2) 外傷後ストレス障害（PTSD）の関連要因

表3に示す日常のストレス要因とIES-Rの得点との間には、「上司の支援」、「グループ間葛藤」など少数項目が関連あるのみであり、災害活動が大きく影響していることが推察される。

表13に、全国と本市の外傷後ストレス障害（PTSD）の関連要因を示している。

大きな衝撃を受けた災害内容では、「幼い子供が死んでしまった災害であった」、「高齢者が焼死した火災であった」の2項目が全国調査よりも高かったが、他の項目は概ね本市が低かった。

6 業務区分別のストレス傾向結果

ここでの仕事のストレス要因評価は、仕事のストレス要因8項目それぞれについて業務

区分別の順位をつけ、その総合得点から仕事のストレス全体を評価したもので、ストレス反応についても同様である。

ストレス関係とは、ストレス要因8項目に個人要因1項目、仕事外の要因1項目を加え同様に評価したものである。

(1) 指揮隊員

自尊心（仕事に対するしっかりした認識）が高くストレスに強い、仕事でのストレス要因は少ない、また周囲からの支援も多いことから、ストレス反応は少ない。

また、外傷後ストレス障害の危険性の高い人の割合は、やや高かった。

(2) 水槽隊員

自尊心が低いことからストレスに弱い、仕事・仕事外などのストレス要因は少ないことから、ストレス反応も少ない。

また、外傷後ストレス障害の危険性の高い人の割合は、「40代」・「50代」が高かった。

(3) 救急隊員

自尊心、同僚の支援、上司の支援のいわゆるストレス緩和に働く要因がストレス反応に大きく影響しており、ストレス反応は日勤者の次に高かった。ストレス反応と仕事の量、出勤件数の要因は関連が低かった。

また、外傷後ストレス障害の危険性の高い人の割合は、最も低かった。

(4) 救助隊員

仕事でのストレスは多いが、自尊心も高くストレスに強い、また周囲からの支援も多いことから、ストレス反応は最も少ない。

また、外傷後ストレス障害の危険性の高い人の割合は、「30代」が高かったが全体的には低かった。

(5) 梯子隊員

ストレス関係は標準的であり、ストレス反

応も標準的である。

また、外傷後ストレス障害の危険性の高い人の割合は、最も高かった。

(6) 指令調査隊員等

仕事のストレスは最も多く、自尊心が低くストレス要因に弱い、ストレス反応は標準的である。

また、外傷後ストレス障害の危険性の高い人の割合は、低かった。

(7) 日勤者

ストレス反応は最も高く、関連が深いストレス要因は、業務上のいざこざ、仕事の量、仕事の知識量、仕事量の変動である。

また、外傷後ストレス障害の危険性の高い人の割合は、高かった。

(8) 事務職員等

自尊心は高くストレスに強い、仕事でのストレスも少ない、周囲からの支援が多い、その結果、ストレス反応は標準的であった。

(9) 女性

女性は、日勤者及び隔日勤務者の何れもストレス反応が高くストレスに弱い傾向がある。

7 考 察

(1) 日常のストレス

今回の調査では、体力測定は実施していないが、ストレス反応には体力も大きく影響すると言われている。

当局職員の日常のストレスは、民間企業6社と北海道職員などとの調査結果と当局職員を比較した結果、ストレス反応は少ない結果であった。

この要因としては、体力が勝っていること、仕事に対する自尊心が高いこと、上司や同僚などの支援が多く、ストレスを受けにくいことが大きく影響したものと考えられる。

当局の中では、日勤者と救急隊員のストレス反応が高いが、これらは比較対照の平均値よりやや低い値であった。

日勤者のストレス反応は、業務上のいざこざ、仕事の量、仕事の知識量、仕事量の変動が大きく影響している。

救急隊員のストレス反応は、仕事に対するしっかりした認識、同僚の支援、上司の支援のいわゆるストレス緩和に働く要因が大きく影響しており、これらを念頭においた普段からの注意が必要と考えられる。

また、喫煙や飲酒の習慣は、ストレス反応に影響する要因であり、個々の状況に併せて適切に判断することが必要である。

(2) 外傷後ストレス障害 (PTSD)

外傷後ストレス障害 (PTSD) の危険性のある職員は、全国の調査や福岡市消防局 (705名中88名で12.5%) の調査と比較した結果、当局職員の割合は少なく、川崎市消防局の結果 (523名中40人で7.6%) よりも高かったが、これは大規模災害などの発生経験に差異があることが起因していたとも考えられる。

また、当局の外傷後ストレス障害 (PTSD) の危険性のある職員は、水槽隊員の40代、50代や救助隊員の30代の割合が高く、災害経験がそのまま PTSD に直結していると推察される。また、年配者は体力の低下とともに、さらにストレスに弱くなることから、普段からストレスを蓄積しないことが必要である。

なお、先行研究における PTSD の危険性のある割合は、大規模災害後の場合には15～30%に及ぶという報告もあり、日頃から対策を構築しておく必要があると考えられる。

8 対策

日常のストレスや非常事態ストレスについ

ては、次の項目を具体化することが必要である。

(1) 日常のストレス

ア ストレス状態の把握

(ア) 個人のストレスの把握・評価

(イ) 集団のストレスの把握・評価

イ 職場におけるストレス軽減対策の具体的な取り組み方法

(ア) 職場におけるストレスの具体的な予防方法・指導方法

・個人が行うストレスの軽減～ストレスへの気づき、予防方法、対処方法、自発的な相談

・管理監督者による部下への支援等～部下への支援内容、部下の表情や行動が日常からずれた場合の対処方法、相談への対応方法、部下の特徴を考慮に入れた支援

・職場環境等の改善を通じたストレスの軽減～情報の共有、勤務時間、職場内相互支援

(イ) 教育研修

・セルフケア教育

・管理監督者の教育研修

(ウ) 事業場内産業保健スタッフへの教育・自己研修

ウ 関係者の役割と事業場外資源の活用

事業場内産業保健スタッフ、心の健康づくり専門スタッフ、人事労務管理スタッフ、管理監督者の役割の明確化等

(2) 非常事態 (惨事) ストレス関係

ア 日常的な対策

(ア) ささまざまなレベルの災害を想定した訓練

(イ) 福利厚生の実施

(ウ) 隊内のコミュニケーションを図る

- (エ) 適性を把握した上での配属
- (オ) 相談窓口の整備
- (カ) メンタルヘルスに関する教育：日常のストレスや非常事態ストレスに関して
- (キ) 家族への啓発

イ 災害現場での対応

- (ア) 交代体制の徹底
- (イ) 大きく影響を受けた職員の把握と危機介入
- (ウ) 被災職員への対応：情報の収集、業務の軽減
- (エ) 業務内容と、心理的影響を受けた可能性がないかについて確認
- (オ) 仲間同士のインフォーマルなサポート
- (カ) 完全装備

ウ 活動後の対策

- (ア) 現場から戻って直後
 - ・十分な休息：水分と食料（とくに糖分）が補充できるような、清潔な場所の確保
 - ・活動内容、状況について報告する
 - ・影響を受けたであろう職員の把握：どのような心理的影響が発生するか、その対処法、および相談窓口について周知
- (イ) その後の対処
 - ・影響を受けたであろう職員に対する介入（相談窓口の利用勧奨など）
 - ・心理的影響に関する啓発（講演会やリーフレットの配布）
 - ・心理的症状についてのスクリーニング（自分でアンケートを実施し状態を把握）
 - ・ストレス解消法の周知

エ その他

被災者へのケア（必要な情報提供）

9 おわりに

日常のストレスは、「当局の全職員や業務区分別」と「他の職業等」の値を主観的に比較し、分析が必要と思料されたものについてストレス反応とストレス要因との相関分析を実施した。

現在さらに、ストレス要因の層化による分析なども進めているが、今後は、さらに様々な分析を実施し、より傾向を明確化する必要がある。非常事態ストレスについても同様である。

【参考文献】

- 1) 金 吉晴他：心的トラウマの理解とケア、じほう、2005
- 2) 東京消防庁：惨事ストレス対策の手引き、2003
- 3) 原子力安全委員会 原子力災害時におけるメンタルヘルス対策のあり方について、2002年
- 4) 財団法人公務員安全衛生推進協会：消防職員の現場活動に係るストレス対策研究会報告書、2003年
- 5) 中央労働災害防止協会：職場におけるメンタルヘルス対策支援委員会報告書、2005
- 6) 加藤 正明他：「作業関連疾患の予防に関する研究」労働の場におけるストレス及びその健康影響に関する研究報告書、作業関連疾患の予防に関する研究班、1997.3.
（独立行政法人産業医学総合研究所の原谷隆史より資料提供）

表1 日常のストレス調査結果（仕事のストレス要因・仕事外の要因・個人要因）

区 分	仕事のストレス要因								仕事外 の要因	個人要 因	人 数	
	仕事の量	仕事量の 変化	仕事知識 の要求量	職場内の いざこざ、 あらずい	職場間の いざこざ、 あらずい	役割、目 的の曖昧 さ	役割上の いざこざ	仕事の裁 量権	日常生活 の負担度	プライド		
質問数	11	3	5	8	8	6	8	16	7	10		
最高得点	55	15	20	40	40	42	56	80	7	50		
ストレスが高い	高得点							低得点	高得点			
全 体	33.4	8.2	15.6	18.5	19.5	18.3	26.8	41.8	1.0	33.5	1731	
男	33.5	8.2	15.6	18.5	19.6	18.3	26.8	41.8	1.0	33.6	1673	
女	32.0	8.2	14.6	18.2	19.1	19.3	25.9	40.1	1.0	31.4	477	
29歳以下	33.3	8.4	15.7	18.3	19.0	19.0	28.1	35.9	0.6	32.7	201	
30歳代	35.2	9.2	15.6	17.9	19.1	19.4	27.5	41.2	0.9	33.8	311	
40歳代	34.0	8.4	15.6	18.7	19.6	17.9	27.0	43.8	1.2	34.0	506	
50歳以上	32.3	7.6	15.7	18.8	19.9	17.8	26.0	42.4	1.1	33.4	654	
指揮隊員	33.0	8.0	15.9	17.8	19.0	16.5	25.0	44.8	1.1	34.6	124	
水槽隊員	31.4	7.3	15.3	19.2	19.9	18.4	26.8	40.7	1.0	33.3	687	
救急隊員	36.5	9.8	16.2	17.6	18.7	19.4	26.6	40.9	1.1	33.7	281	
救助隊員	33.5	8.3	15.9	18.1	19.2	18.5	27.6	39.0	1.0	34.5	166	
梯子・屈折隊員	30.7	7.3	15.4	18.7	20.0	18.9	27.0	39.9	1.2	33.7	74	
指令調査隊員等	35.5	9.6	16.5	18.9	19.8	18.0	27.1	42.0	1.1	33.1	85	
日勤者	36.3	8.9	15.5	18.3	19.8	17.4	27.4	47.5	1.0	33.4	241	
事務職員等	31.4	7.8	13.9	12.9	17.6	15.3	25.4	43.0	1.1	35.9	7	
指揮隊員	30歳代	34.3	9.0	16.0	16.3	18.7	13.7	24.5	51.5	1.5	33.5	5
	40歳代	34.2	8.3	15.5	18.8	19.4	17.3	26.9	42.5	1.2	34.7	29
	50歳以上	32.4	7.8	16.0	17.6	18.9	16.4	24.3	45.1	1.1	34.6	88
水槽隊員	29歳以下	32.2	7.9	15.5	18.2	18.7	18.9	27.3	34.7	0.4	31.5	95
	30歳代	31.8	7.6	15.3	18.2	19.4	19.0	27.1	39.9	0.9	32.1	69
	40歳代	31.5	7.5	15.3	19.6	20.1	18.0	27.1	43.0	1.1	34.7	202
	50歳以上	31.0	7.0	15.3	19.5	20.3	18.4	26.3	41.1	1.1	33.2	319
救急隊員	29歳以下	35.3	9.1	15.6	17.5	18.6	19.8	27.3	37.5	0.7	33.9	33
	30歳代	37.1	10.4	16.1	17.5	18.6	20.6	28.0	40.5	0.9	34.5	81
	40歳代	36.7	9.5	16.2	17.2	18.3	18.4	25.7	42.8	1.3	33.8	105
	50歳以上	35.8	9.6	16.8	18.5	19.6	19.2	25.7	40.1	1.1	32.1	59
救助隊員	29歳以下	34.0	8.8	16.2	18.8	19.2	19.0	29.9	35.3	0.8	33.9	55
	30歳代	33.1	8.3	15.4	18.4	19.3	19.1	26.8	40.4	1.0	34.5	60
	40歳代	33.3	8.1	15.8	17.4	19.3	17.4	26.0	42.0	1.2	34.9	44
	50歳以上	35.4	6.8	18.0	13.6	18.6	17.2	27.4	36.8	1.2	37.0	5
梯子・屈折隊員	30歳代	29.0	5.5	10.5	18.5	16.5	24.5	22.5	45.5	2.0	34.5	2
	40歳代	30.7	8.0	14.9	19.6	18.7	18.8	31.2	42.1	1.3	34.0	8
	50歳以上	30.8	7.2	15.7	18.6	20.3	18.8	26.5	39.4	1.1	33.7	63
指令調査隊員等	29歳以下	24.8	6.4	15.6	19.4	23.2	19.6	30.8	38.0	0.5	30.2	4
	30歳代	38.2	10.7	17.0	19.1	19.2	19.8	27.5	38.7	0.8	34.1	23
	40歳代	37.6	11.0	16.8	18.7	19.0	17.8	28.6	44.7	1.6	32.2	29
	50歳以上	33.0	7.9	15.8	18.8	20.5	16.5	24.7	42.8	0.9	33.6	28
日勤者	29歳以下	37.9	8.7	14.9	19.4	19.5	17.8	27.7	43.6	0.5	34.7	10
	30歳代	37.9	9.7	15.3	17.5	19.5	18.8	28.5	44.3	0.8	34.4	63
	40歳代	36.0	8.7	15.2	18.8	20.5	17.1	27.7	49.2	1.2	32.5	83
	50歳以上	35.3	8.6	15.9	18.3	19.4	16.5	26.3	48.7	1.1	33.5	83
女	日勤	31.5	7.3	14.0	17.6	18.9	18.9	26.1	40.2	1.1	31.1	32
	隔日勤務	33.1	10.1	15.8	19.4	19.5	20.2	25.3	39.7	0.8	32.0	14

札幌市 男

表2 日常のストレス調査結果（ストレスの緩衝要因・ストレス反応）

区 分	緩衝要因			ストレス反応						人数		
	上司の支援	同僚の支援	家族の支援	仕事の満足感	不快で沈うつな感情	心身のストレス反応の平均得点	心身のストレス反応の高得点者割合	疲れやすい・だるいの平均得点	疲れやすい・だるいの高得点者割合			
質問数	4	4	4	4	20	11	11	1	1			
最高得点	20	20	20	13	60	44	-	4	-			
ストレスが高い	低得点			低得点	高得点							
全 体	15.6	16.6	16.8	9.9	12.1	16.4	4.6%	1.9	7.6%	1731		
男	15.7	16.6	16.8	9.9	12.0	16.3	4.5%	1.9	7.2%	1673		
女	15.6	17.2	17.2	9.3	14.6	20.1	10.4%	2.5	22.9%	47.7		
札幌市	29歳以下	16.1	17.4	17.6	10.1	11.1	14.7	2.0%	1.7	5.9%	201.2	
	30歳代	16.2	17.1	16.9	9.8	11.3	16.0	5.1%	1.8	8.7%	311	
	40歳代	15.5	16.4	16.3	9.7	12.2	17.1	6.0%	2.0	8.8%	506.8	
	50歳以上	15.4	16.2	16.8	9.9	12.4	16.4	3.8%	1.8	5.5%	654.2	
	指揮隊員	16.3	16.9	16.6	10.2	10.7	15.7	4.0%	1.7	3.2%	124.4	
	水槽隊員	15.6	16.4	16.9	9.9	12.0	16.1	3.9%	1.8	5.2%	687.3	
	救急隊員	15.6	16.7	17.0	9.7	12.3	17.0	5.0%	2.1	11.7%	281.3	
	救助隊員	15.6	17.2	17.2	10.3	11.0	15.1	1.8%	1.6	4.2%	166.6	
	梯子・屈折隊員	14.9	16.0	16.8	9.8	12.7	16.3	5.4%	1.9	5.3%	74.7	
	指令調査隊員等	15.6	16.9	16.3	9.6	12.4	16.8	3.5%	1.9	8.1%	85.6	
	日勤者	15.9	16.3	16.1	9.5	12.3	17.1	7.9%	2.0	11.9%	241.6	
	事務職員等	16.5	17.4	16.3	9.5	9.1	18.1	0.0%	2.0	0.0%	7.9	
	指揮隊員	30歳代	19.0	19.0	17.8	9.0	12.3	16.3	0.0%	1.7	16.7%	5.9
		40歳代	15.6	16.2	15.2	10.0	10.3	15.9	3.3%	1.7	0.0%	29.8
		50歳以上	16.4	16.9	17.0	10.4	10.7	15.6	4.5%	1.7	3.4%	88.6
	水槽隊員	29歳以下	16.8	17.5	17.8	10.1	10.7	14.1	1.0%	1.7	4.2%	95.8
		30歳代	16.3	16.8	16.5	9.9	11.7	15.9	4.3%	1.7	5.7%	69.9
		40歳代	15.2	16.3	16.4	9.7	11.8	16.8	5.5%	1.9	5.4%	202
		50歳以上	15.4	16.1	17.0	10.0	12.7	16.3	3.8%	1.8	5.3%	319.7
	救急隊員	29歳以下	15.6	17.4	17.6	10.1	11.4	15.3	3.0%	1.8	8.8%	33.9
30歳代		16.4	17.5	17.4	9.8	10.7	16.7	7.3%	2.0	11.0%	81.8	
40歳代		15.5	16.4	16.9	9.7	13.0	17.6	5.8%	2.2	16.0%	105.7	
50歳以上		14.7	15.8	16.3	9.4	13.8	17.3	1.7%	2.1	6.7%	59.9	
救助隊員	29歳以下	15.3	17.5	17.7	10.0	11.3	15.3	3.6%	1.5	5.4%	55.8	
	30歳代	15.9	17.1	17.0	10.4	11.7	14.4	1.6%	1.6	4.9%	60.9	
	40歳代	15.4	16.9	16.7	10.7	9.6	15.6	0.0%	1.8	2.2%	44.8	
	50歳以上	16.0	17.6	18.6	9.8	10.6	17.0	0.0%	1.8	0.0%	5	
梯子・屈折隊員	30歳代	12.0	12.0	20.0	7.0	11.0	13.5	0.0%	1.5	0.0%	2	
	40歳代	16.7	17.8	17.7	9.0	14.3	18.9	11.1%	2.7	33.3%	8.9	
	50歳以上	14.7	15.9	16.5	10.0	12.5	16.0	4.8%	1.8	1.6%	63.7	
指令調査隊員等	29歳以下	14.8	16.4	16.6	10.6	11.4	14.8	0.0%	1.6	0.0%	4.9	
	30歳代	15.1	17.3	16.3	8.9	11.5	16.1	4.3%	2.0	17.4%	2.3	
	40歳代	15.6	16.5	15.6	9.3	14.5	19.0	6.9%	2.1	10.3%	29.9	
	50歳以上	16.0	17.1	16.9	10.4	11.3	15.5	0.0%	1.6	0.0%	28.9	
日勤者	29歳以下	16.1	16.7	15.6	10.2	13.4	16.2	0.0%	1.6	18.2%	10.9	
	30歳代	16.4	16.8	16.6	9.5	11.0	16.5	7.9%	2.0	9.4%	63.4	
	40歳代	16.1	16.5	15.7	9.5	12.5	17.5	9.6%	2.2	10.7%	83.7	
	50歳以上	15.3	15.7	16.0	9.4	13.0	17.3	6.0%	2.0	13.1%	83.6	
女	日勤	15.8	17.1	17.1	8.9	14.5	19.8	9.1%	2.7	13.3%	32.8	
	隔日勤務	15.1	17.5	17.5	10.1	14.8	20.8	13.3%	2.3	27.3%	14.9	

表4 水槽隊員のストレス反応相関上位5ストレッサーのオッズ比

	度数	程度	職務満足感	抑うつ	心身のストレス反応	うつ反応
自尊心	274	高い	1.00	1.00	1.00	1.00
	216	普通	1.39	2.36**	1.34	2.35
	199	低い	3.19**	7.61**	2.34**	11.72**
グループ間葛藤	262	低い	1.00	1.00	1.00	1.00
	218	普通	1.79*	1.95**	2.36**	2.50
	209	高い	4.8**	3.46**	3.62**	4.04**
役割葛藤	227	多い	1.00	1.00	1.00	1.00
	254	普通	2.59**	1.99**	1.51	1.29
	208	少ない	5.01**	3.14**	2.82**	3.17*
グループ内葛藤	208	低い	1.00	1.00	1.00	1.00
	256	普通	1.46	1.30	1.95*	2.52
	225	高い	3.54**	2.54**	3.17**	3.11*
役割曖昧さ	252	低い	1.00	1.00	1.00	1.00
	235	普通	2.14**	1.82**	1.54	1.36
	200	高い	4.31**	2.79**	1.96**	3.00**

「*」:p<0.05、「**」:p<0.01

表5 救急隊員のストレス反応相関上位5ストレッサーのオッズ比

オッズ比	度数	程度	職務満足感	抑うつ	心身のストレス反応	うつ反応
自尊心	92	高い	1	1	1	1
	70	普通	0.9	1.39	1.57	0.71
社会的支援(同僚)	120	低い	2.64**	5.06**	2.24*	1.72
	82	多い	1	1	1	1
社会的支援(上司)	70	普通	1.49	0.87	0.75	1.44
	130	少ない	2.76**	2.44**	1.64	3.11*
認知的要求	87	多い	1	1	1	1
	77	普通	1.16	0.94	0.98	0.73
役割葛藤	118	少ない	2.12*	2.26*	2.07*	1.54
	96	低い	1	1	1	1
役割葛藤	114	普通	1.61	1.14	1.76	2.24
	71	高い	2.87**	1.65	3.91**	8.5**
役割葛藤	104	低い	1	1	1	1
	88	普通	2.02	1.4	2.37*	1.58
	90	高い	4.23**	3.15**	3.13**	3.18*

「*」:p<0.05、「**」:p<0.01

表6 日勤者のストレス反応相関上位5ストレッサーのオッズ比

オッズ比	度数	程度	職務満足感	抑うつ	心身のストレス反応	うつ反応
役割葛藤	77	低い	1	1	1	1
	94	普通	2.64*	3.21**	2.45*	1.7
量的労働負荷	72	高い	6.19**	7.99**	6.34**	5.54**
	70	低い	1	1	1	1
自尊心	56	普通	2.26	1.09	0.61	1.74
	117	高い	3.13**	2.78**	2.98**	5.25**
認知的要求	80	多い	1	1	1	1
	72	普通	0.5	2.57*	1.15	1.12
労働負荷の変動	91	少ない	2.62**	10.98**	1.91**	2.83*
	127	低い	1	1	1	1
労働負荷の変動	57	普通	1.64	1.15	0.81	0.8
	59	高い	3.71**	3.13**	2.55**	3.31**
労働負荷の変動	71	低い	1	1	1	1
	81	普通	2.13	1.67	1.07	1.47
	91	高い	2.85*	2.23*	2.7**	2.86

「*」:p<0.05、「**」:p<0.01

表7 就業区分別のストレス反応オッズ比

オッズ比	度数	職務満足感(低)	抑うつ	心身のストレス反応	うつ反応	IES-R
水槽隊員	689	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
指揮隊員	125	0.84	0.89	0.66	0.60	0.88
救急隊員	282	1.22	1.23	1.47*	2.40**	0.46**
救助隊員	167	0.99	0.88	0.65	0.79	0.62
梯子・屈折隊員	74	1.00	0.91	1.01	1.02	1.08
指令・調査員等	84	1.56	1.07	1.26	1.61	0.70
日勤者	243	1.54*	1.34	1.65**	2.45**	1.06
事務職員	8	0.67	1.02	2.20	0.00	1.27
女性日勤者	33	2.68**	2.26*	4.41**	6.81**	1.13
女性隔日勤務者	15	0.72	1.11	5.51**	2.79	1.39

「※」: p<0.05、「**」: p<0.01

表8 就業区分・年代別のストレス反応オッズ比

	職務満足感(低)				抑うつ				心身のストレス反応				うつ反応				IES-R			
	20歳以下	30代	40代	50以上	20歳以下	30代	40代	50以上	20歳以下	30代	40代	50以上	20歳以下	30代	40代	50以上	20歳以下	30代	40代	50以上
全体	1.00	0.92	1.07	0.77	1.00	0.87	1.04	0.86	1.00	1.68*	1.85**	1.34	1.00	1.13	1.12	0.66	1.00	1.96*	1.82	1.84
指揮隊員		1.00	0.50	0.28		1.00	0.84	0.54		1.00	0.50	0.28		1.00	0.00	0.17		1.00	0.12	0.16
水槽隊員	1.00	0.82	1.42	0.82	1.00	1.30	1.27	1.25	1.00	2.77**	4.21**	3.82**	1.00	1.34	1.32	1.29	1.00	0.91	2.39	2.13
救急隊員	1.00	0.81	0.85	1.06	1.00	0.91	1.53	1.62	1.00	1.63	1.65	1.35	1.00	1.27	1.97	0.74	1.00	3.12	2.02	1.14
救助隊員	1.00	1.11	0.51	0.00	1.00	0.68	0.36	0.00	1.00	0.50	0.25	3.07	1.00	0.91	0.90	0.00	1.00	3.92	1.24	0.00
日勤	1.00	0.60	0.23	1.01	1.00	0.41	0.60	0.42	1.00	1.94	2.17	2.02	1.00	0.47	0.54	0.68	1.00	1.60	0.89	1.03
女性	1.00	0.59	0.25	1.75	1.00	0.33	0.50	0.00	1.00	1.93	0.50	0.92	1.00	0.89	0.36	0.00	1.00	0.47	0.94	0.00

「※」: p<0.05、「**」: p<0.01

表9 仮眠時間区分別のオッズ比

	仮眠時間区分	指揮隊員	水槽隊員	救急隊員	救助隊員	梯子隊員	指令調査員等
職務満足感	多い(5.01~)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	普通(4.01~5.0)	0.45	0.85	1.95	0.79	0.51	0.48
	少ない(~4)	1.02	1.42	2.01	1.04	0.76	1.32
抑うつ	多い(5.01~)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	普通(4.01~5.0)	1.11	0.95	1.11	1.12	1.04	2.40
	少ない(~4)	1.69	1.24	2.00	1.45	2.08	10.23*
心身のストレス反応	多い(5.01~)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	普通(4.01~5.0)	1.15	0.92	1.19	1.40	1.89	2.55
	少ない(~4)	2.16	1.02	2.81	2.32	1.73	3.36
うつ反応	多い(5.01~)	-	1.00	1.00	-	-	1.00
	普通(4.01~5.0)	-	0.84	0.40	-	-	7.50
	少ない(~4)	-	1.33	2.10	-	-	6.11

「※」: p<0.05、「**」: p<0.01

表10 喫煙区分・就業区分別のストレス反応オッズ比

ストレス反応	喫煙区分	全体	水槽隊員	救急隊員	日勤者	女性
職務満足感(低)	喫煙習慣なし	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	喫煙1日20本以下	0.94	0.93	0.97	0.77	1.23
	喫煙1日21本以上	1.26	1.10	1.49	1.90	1.23
抑うつ	喫煙習慣なし	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	喫煙1日20本以下	0.83	0.71	0.83	0.79	0.25
	喫煙1日21本以上	1.21	1.17	1.55	1.59	-
心身のストレス反応	喫煙習慣なし	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	喫煙1日20本以下	0.86	0.94	0.54	1.66	1.62
	喫煙1日21本以上	1.27	1.56*	1.10	3.03**	0.40
うつ反応	喫煙習慣なし	1.00	1.00	1.00	1.00	-
	喫煙1日20本以下	1.15	0.48	0.73	5.01**	-
	喫煙1日21本以上	0.99	1.46	1.10	2.13	-
ISE-R	喫煙習慣なし	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	喫煙1日20本以下	0.93	0.87	1.10	0.72	3.88
	喫煙1日21本以上	0.89	1.06	1.10	0.75	-

「※」: p<0.05、「**」: p<0.01

表11 飲酒頻度・就業区分別のストレス反応オッズ比

		全体	水槽隊員	救急隊員	日勤者	女性
職務満足感(低)	飲酒習慣なし	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	飲酒週に1回	1.14	1.22	0.36	1.01	0.46
	飲酒週に3,4回	0.86	1.21	0.51*	0.78	0.46
	飲酒毎日	0.70	0.75	0.76	0.90	0.62
抑うつ	飲酒習慣なし	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	飲酒週に1回	1.01	0.62	0.38	0.98	0.38
	飲酒週に3,4回	0.75	0.80	0.95	0.41	0.64
	飲酒毎日	1.02	0.94	2.13	0.97	1.07
心身のストレス反応	飲酒習慣なし	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	飲酒週に1回	1.24	1.41	0.73	0.86	0.36
	飲酒週に3,4回	0.75	1.12	0.83	0.48	0.81
	飲酒毎日	0.77	0.79	0.90	1.17	0.38
うつ反応	飲酒習慣なし	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	飲酒週に1回	1.33	1.12	-	1.23	-
	飲酒週に3,4回	0.65	0.65	2.34	0.62	-
	飲酒毎日	1.25	0.63	4.37*	1.12	0.62
ISE-R	飲酒習慣なし	1.00	1.00	1.00	1.00	-
	飲酒週に1回	0.84	0.91	0.00	1.46	-
	飲酒週に3,4回	0.79	0.84	1.65	2.11	-
	飲酒毎日	0.81	0.84	1.15	3.17	-

「※」: p<0.05、「**」: p<0.01

表12 外傷後ストレス障害（PTSD）の調査「問25」

12.1 この10年間で、衝撃を受けた災害等へ出動したことがある人

区 分		IES-R平均点(25点以上でPTSDの可能性が高い)	PTSDの可能性が高い人の割合	人 数※2
質問数・最高得点		22問・88点	-	-
全国 ※1 調査	全体	12.4	15.6%	880
	20代	-	8.0%	187
	30代	-	14.2%	211
	40代	-	18.8%	256
	50代	-	20.8%	173
札幌市	全体	8.3	9.3%	820
	20代	7.9	5.9%	101
	30代	8.5	12.2%	189
	40代	8.3	8.7%	264
	50代	8.4	9.1%	263

12.2 回答者全体

区 分		IES-R平均点(25点以上でPTSDの可能性が高い)	PTSDの可能性のある人の割合	人 数	
米国の国民調査(男)		-	5.0%	-	
米国の国民調査(女)		-	10.0%	-	
札幌市	総 計	8.1	9.7%	1731	
	男	8.1	9.6%	1683	
	女	8.8	12.5%	48	
	29歳以下	6.8	5.8%	224	
	30歳代	8.1	11.0%	328	
	40歳代	8.3	10.1%	517	
	50歳以上	8.4	10.2%	659	
	指揮隊	8.3	10.2%	127	
	水槽隊	8.9	11.0%	691	
	救急隊	6.8	5.9%	288	
	救助隊	6.9	7.2%	167	
	梯子・屈折隊	8.3	11.8%	76	
	指令調査隊員等	6.8	7.6%	92	
	日勤者	8.3	11.6%	277	
	指揮隊員	30歳代	17.2	42.9%	7
		40歳代	6.7	6.7%	30
		50歳以上	8.2	9.0%	89
	水槽隊員	29歳以下	7.9	6.3%	96
		30歳代	5.5	5.7%	70
		40歳代	10.2	13.3%	203
	救急隊員	50歳以上	9.2	12.1%	322
		29歳以下	6.4	5.4%	37
		30歳代	7.5	8.4%	83
	救助隊員	40歳代	6.5	5.6%	107
		50歳以上	6.5	3.3%	60
		29歳以下	4.8	3.6%	56
	梯子・屈折隊員	30歳代	9.1	13.1%	61
40歳代		6.4	4.4%	45	
50歳以上		5.6	0.0%	5	
指令調査隊員等	30歳代	17.5	50.0%	2	
	40歳代	4.5	11.1%	9	
	50歳以上	8.5	10.8%	65	
日勤者	29歳以下	1.2	0.0%	6	
	30歳代	5.5	7.4%	27	
	40歳代	9.0	13.3%	30	
日勤者	50歳以上	6.8	3.4%	29	
	29歳以下	9.1	10.7%	28	
	30歳代	10.7	14.9%	74	
日勤者	40歳代	7.7	10.0%	90	
	50歳以上	6.5	10.7%	84	

※1 「消防職員の現場活動に係るストレス対策研究会報告書」の数値を使用

※2 ここでの人数は、IES-R平均点の対象人数を表したものである。

表13 非常事態（惨事）ストレス「CIS」結果

衝撃を受けた出勤経験

問14	人数	出勤無し	出勤あり
札幌	1731	47.4%	52.6%
全国	1516	35.3%	64.7%

衝撃を受けた出勤の災害内容

問15	人数	出勤無し	出勤あり							
			建物火災	地震災害	水害災害	交通事故・火災	その他の災害	急病等の緊急活動	その他	不明
札幌	1731	47.4%	23.3%	21%	3.8%	181%	72%	10.6%	5.7%	0.5%
全国	1516	35.3%	13.9%	6.8%	3.8%	13.7%	-	8.8%	6.7%	6.7%

衝撃を受けた災害時の隊員名

問17	人数	指揮隊員	水害隊員	救助隊員	救助隊員	その他
札幌	820	13.2%	40.9%	30.4%	22.9%	10.1%
全国	880	3.2%	27.3%	26.8%	17.6%	-

衝撃を受けた災害時の任務

問18	人数	隊員長	隊員	指揮不詳要員	搬運員	その他	不明
札幌	820	30.0%	58.8%	4.3%	17.9%	5.6%	1.3%

衝撃を受けた災害内容

問19	人数	大規模な地震災害であった	高齢者が死亡した火災であった	弱い子どもが死んでしまった火災であった	自分と同年代の者が死亡した火災であった	死体が遺体、あるいは衝撃的な災害であった	死体を見た、死体に触れた	遺体が残っていた	死傷者のいるところで、長時間作業した	作業スペースが狭かった	作業場所が暗かった	悪臭が強くなかった・強い臭いがした	身体への大きな負担を感じた	ふたんの災害より過度に体力を消耗した	見聞間にならざる活動で人員交替がなかった	災害活動中、現場での情報量が著しく不足した
札幌	820	3.7%	13.4%	22.1%	10.2%	41.6%	29.3%	18.9%	13.0%	8.0%	5.4%	11.7%	15.5%	14.9%	8.9%	4.3%
全国	880	12.4%	13.3%	20.7%	23.3%	48.0%	51.7%	24.0%	29.7%	20.2%	20.1%	14.2%	20.2%	32.7%	16.1%	19.1%

衝撃を受けた災害時の症状

問20	人数	肩がつかえたような痛みがあった	現場で吐き気をもよおした	強い動悸があった	活動に必要な道具が不足して、危険を感じた	生存者がいたかもしれないのに、適切な救助ができません、不安に思ったり（無力感）	活動中、見た情報が、現場のものと思えなかった	現場が混乱し、圧迫されるような状況を感じた	活動する上で、重要なものとそれほどこでもないものとの判断が難しくなった	活動中に感じた衝撃が、数時間しても目の前から消えなかった	現場で活動したが、突如知らない結果に終わった	一時的に時間の感覚が麻痺した	目の前の困難に立ち、考えを真中でできなかった	その他	以上のような症状は全くなかった
札幌	820	6.0%	10.1%	10.7%	3.8%	6.8%	24.6%	6.1%	3.9%	23.7%	13.0%	4.4%	9.8%	13.2%	18.7%
全国	880	14.3%	13.4%	21.8%	15.7%	13.1%	37.6%	17.3%	10.6%	40.8%	24.8%	10.1%	20.0%	5.1%	5.0%

活動2〜3ヶ月後の症状

問21	人数	日中、何かのきっかけで災害現場の光景が目に浮かぶことがあった	当時の臭いや騒音が思い出された	悪夢・悪癖	強い無力感や悔しさを覚えた	悪夢になった、気が遠くなるようになった	以上のようなことは全くなし
札幌	820	26.8%	14.6%	5.0%	9.8%	6.6%	43.4%
全国	880	25.8%	14.4%	12.3%	10.6%	10.1%	29.8%

衝撃を受けた災害の頻度

問16	人数	月に数回以上	月に1回程度	年に数回	年に1回程度	数年に1回	1回のみ
札幌	450	3.3%	5.6%	31.1%	13.8%	31.8%	14.4%
全国	560	3.6%	3.9%	26.1%	21.3%	37.1%	6.1%

活動後の問題やストレス

問22	人数	問題やストレスを感じたことはなかった	報告書などに返れなかった	同僚と現場のことについて話さなかった	現場内で活動の困難さが指摘されたり、責任を譲渡された	遺族への対応が負担だった	その他
札幌	450	29.8%	19.6%	9.3%	7.8%	5.1%	39.1%
全国	560	19.8%	34.3%	8.8%	9.8%	5.9%	28.4%

ストレス解消法

問23	人数	運動や趣味により発散した	一緒に災害出動した同僚等との会話で発散した	飲酒で発散した	睡眠や休養に努めた	家族や、消防隊員以外の知人等との会話で発散した	一緒に出勤しなかった同僚等との会話で発散した	何もなかった
札幌	450	44.7%	20.9%	20.9%	19.6%	21.6%	9.3%	18.4%
全国	560	45.4%	37.7%	24.7%	23.6%	20.5%	13.9%	9.3%

ストレスを受けたことでの家族への影響

問24	人数	家族が、私のストレス解消を手伝ってくれた	家族が心の支えになった	家族が災害のことをよく聞いてくれた	家族が私を心配したり、不安に感じたりした	家族には何の影響も出なかった
札幌	450	14.4%	20.7%	12.4%	8.4%	52.2%
全国	560	14.6%	29.6%	14.8%	11.3%	38.2%

ストレス対策の考え方

問26	人数	職務上、重たい現場に派遣する可能性があるのは当然である	何らかの対応が必要である	家族に対する対策も必要である	惨事ストレスに対する事前予防対策を含む教育が必要である	重たい現場活動後のミーティングを行ってほしい	隊員のストレスに対応する措置が必要である	隊員のストレスに対応する専門家の配置が必要である
札幌	1731	76.4%	50.6%	23.6%	31.1%	22.5%	26.6%	40.0%
全国	1516	90.7%	72.0%	31.2%	24.3%	32.4%	-	31.8%

建物火災鎮圧後に残存する燃焼生成ガスと粉塵等の測定(最終報告)

消防科学研究所 川瀬 信
橋上 勉
五十嵐 征爾
橋本 好弘
市衛生研究所 立野 英嗣
木原 敏博

1 はじめに

昨年に引き続き、市衛生研究所との共同研究のもと、火災現場から発生する燃焼生成ガスや粉塵を採取し、それらの毒性について検証を実施した。

また、ダイオキシン類の採取・分析についてもあわせて行った。

2 採取方法

(1) 燃焼生成ガス

捕集バックとポンプにより 5 L を捕集。

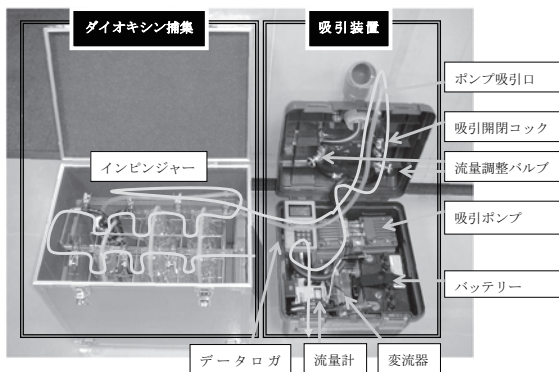


写真1 ダイオキシン類捕集装置

(詳細は当市研究所報 No.11参照)

(2) 粉塵〔タールも含む〕

粉塵採取装置により毎分15Lで60分間採取。

(詳細は当市研究所報 No.11参照)

(3) ダイオキシン類

インピンジャーにより毎分15Lで60分間液体捕集。(写真1及び図1)

3 測定・分析方法

(1) 燃焼生成ガス

低沸点有機ガスについては、ENTECH 7000試料濃縮導入によるガスクロマトグラフ-質量分析装置「GC/MS/ENTECH」により分析し、低沸点を除く有機ガスは、テナックス TA (吸着剤) に吸着させ、ゲステル加熱脱着によるガスクロマトグラフ-質量分析装置「GC/MS/GESTEL」により分析を行った。

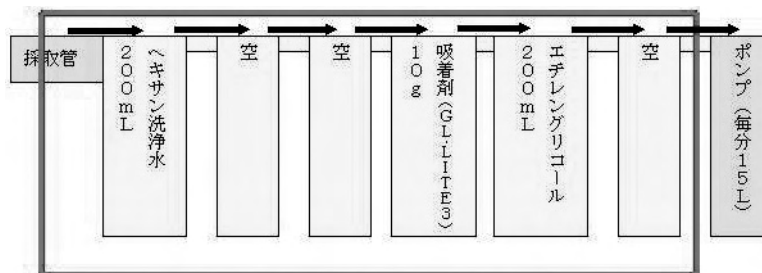


図1 ダイオキシン類捕集部内部

(2) 粉塵〔タールも含む〕

重量測定は、乾燥室内で24時間乾燥後、上皿電子天秤[A&D ER-180A、標準偏差0.1mg]により測定した。また、粉塵粒子測定は、現場にて粉塵粒子カウンタ[KANOMAX DIGITAL AEROSOL MONITOR MODEL 3411]により測定した。

(3) ダイオキシン類

ヘキサン洗浄水やジエチレングリコールはジクロロメタン抽出を行い、吸着剤GL-LITE3はトルエンで16時間ソックスレ抽出による洗浄を行った。分析には、GC/MS [Agilent Technologies 6890Puls、日本電子 JMS 700D]を使用した。



写真2 ソックスレ抽出の様子

(4) CO（一酸化炭素）計測器

高濃度一酸化炭素濃度計（ホダカ株式会社 HT-1210+）により、採取場所付近におけるCO濃度を測定した。（詳細は当市消防科学研究所報 No.11参照）

4 採取現場とその状況

表1に示した、4件の火災現場においてサンプルを採取した。写真3はサンプル2の採取時のもので煙や粉塵は薄い状況であった。写真4はサンプル3の採取時のもので煙や粉塵は濃い状況であった。煙や粉塵が濃くなる

ほど鼻や咽喉への刺激も大きくなると感じた。

表1 燃焼生成ガス及び粉塵等の採取状況

サンプル No.	建物種別	採取場所	視認による煙・粉塵の残存状況	鼻や咽喉への刺激※
1	一般住宅	1階居間	煙薄く、粉塵濃い	有り（弱）
2	一般住宅	2階寝室	煙・粉塵薄い	有り（弱）
3	一般住宅	2階廊下	煙・粉塵濃い	有り（強）
4	一般住宅	2階居室	煙・粉塵濃い	有り（強）

※ 鼻や咽喉への刺激には、個人差があるため、あくまでも採取した研究所員の受けた刺激について参考に記載したものである。



写真3 サンプル2の採取状況



写真4 サンプル3の採取状況

5 分析結果及び考察

(1) 燃焼生成ガス

図2は、燃焼生成ガスに含有する有機ガスの中で、ACGIH（米国労働衛生専門家会議）、NIOSH（米国労働安全衛生研究所）、日本

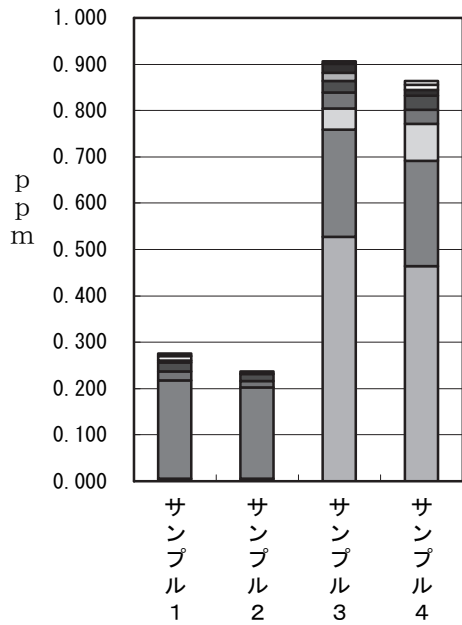


図2 有機ガス濃度

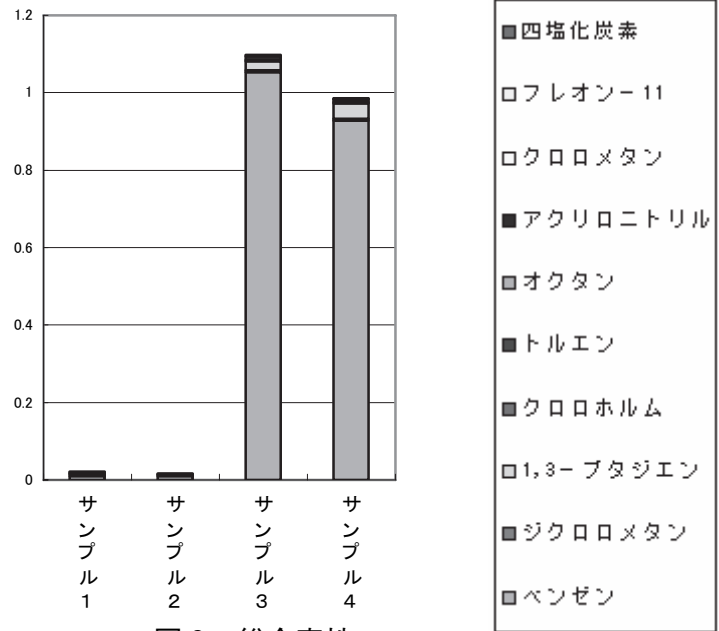
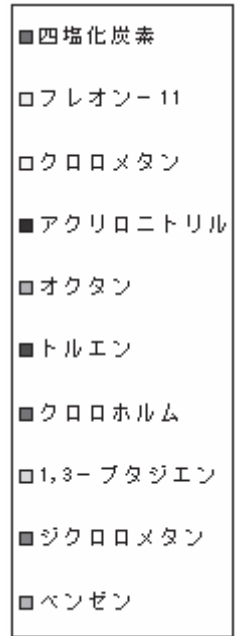


図3 総合毒性



産業衛生学会で勧告されている物質に該当し、 5×10^{-3} ppm 以上の濃度で検出された10成分についての定量結果である。

このグラフからもわかるようにベンゼンやジクロロメタンの濃度が高いことがわかる。

また、図3はこれらの物質を ACGIH で示す慢性毒性の限界濃度TWA値（以下「TWA値」という）で総合毒性として評価したものである。この結果から、総合毒性に占めるベンゼンの割合が特に高いことがわかる。

(2) 粉塵〔タールも含む〕

時間経過に伴う粉塵粒子数の変化を図4に示し、災害現場別の粉塵量を図5に示した。

図4からもわかるように、測定開始から約15分が経過した時点で、測定開始時の25%以下にまで減少している。また、図5から粉塵量がTWA値を超えた現場は、4サンプル中、1サンプル（サンプルNO.3）で、昨年度の4サンプル中1サンプルであった結果と比較しても、約2割程度の火災現場でTWA値の粉塵量を超えていることがわかる。

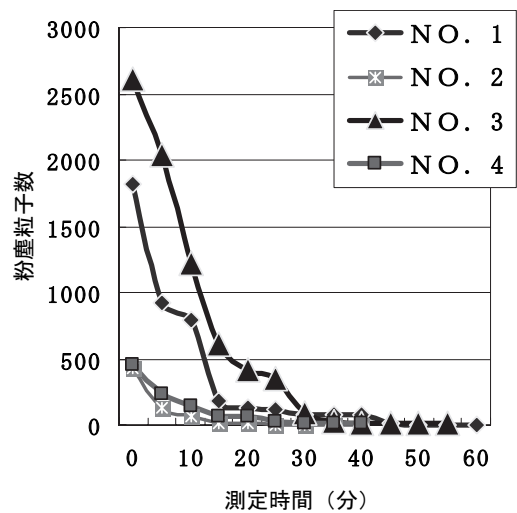


図4 時間経過による粉塵粒子数の変化

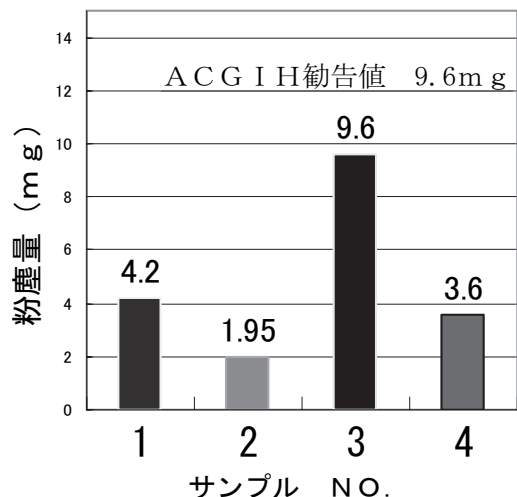


図5 災害現場別の粉塵量

(3) ダイオキシン類

定量分析した結果を図6に示した。

ここからわかるように、有機ガスや粉塵の場合ではサンプル3が最も高い値であったのに比べ、ダイオキシン類はサンプル2が最も高い12pg-TEQm³を示しており、そこに有機ガスや粉塵との相関性を見ることはできない。

また、全てのサンプルが大気環境の基準である0.6pg-TEQm³を上回っているが、この基準は常にダイオキシン類が存在した場合の許容限界濃度であり、今回、採取に要した時間がわずか60分間という短い時間であったことやその後も継続して発生し続けているとは考えにくい状況などから、最も高い値を示したサンプル2の火災現場であっても、危険性が高いと言える濃度ではないと考える。

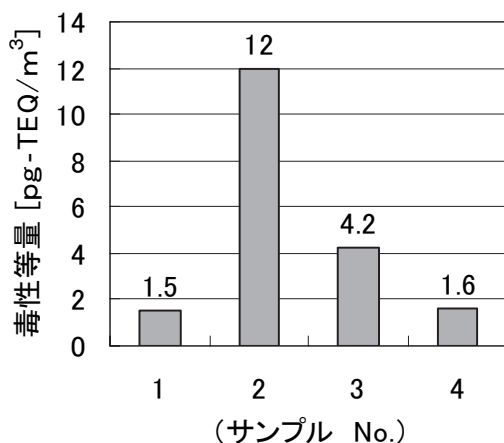


図6 ダイオキシン類の毒性等量

(4) CO濃度測定

図7に示したようにNO.1~3の火災における採取開始からの10分間は、1000ppm以上の濃度を示し、NO.3が最も高い3600ppmを示した。1000ppmを超えると目や鼻、喉に強い刺激を受け、100ppm程度までは、煙が残存している。

また、測定開始から30分経過した時点で、全ての火災現場でTWA値の25ppmを下回っているが、この頃には、すでに煙は残存

していない状態である。

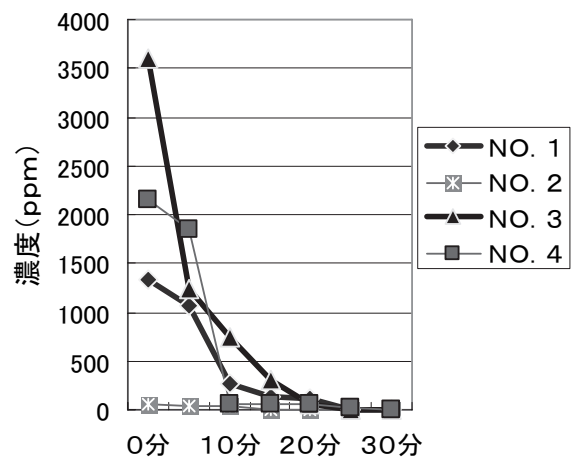


図7 各火災現場のCO濃度

6 まとめ

一般住宅火災の鎮圧後に残存する燃焼生成ガスや粉塵等の検証を行った結果、次のことが考えられる。

(1) 呼吸保護の必要性

燃焼生成ガス中の有機成分にはベンゼンが多く含有しており、サンプル3の含有ベンゼンはTWA値(ベンゼン0.5ppm)を上回っている。また、ベンゼン以外の有機成分は濃度も比較的安く安全な範囲といえる。しかし、この時のCO濃度は、3600ppmとTWA値(CO25ppm)の140倍を超えており、鎮圧後、約30分間が経過するまでは、TWA値を上回る濃度でCOが残存し続けている。このことから、ベンゼン等の燃焼生成ガスに対する対策も無視することはできないが、第一義的にはCOへの対策が必要である。

また、粉塵についても鎮圧後、約15分間は多くの粉塵が滞留しており、粉塵のTWA値を上回る量の粉塵が存在していることも確認され、残火活動や破壊等を伴う作業により再度粉塵が舞うおそれもあることから、空気呼吸器離脱後も粉塵への呼吸保護が必要である。

今回、ダイオキシン類含有の可能性について火災現場の雰囲気を採取し、検証を行ったが検出されたダイオキシンは低い濃度であった。通常、ダイオキシン類はその約8割が粉塵に吸着し、残りはガス化していると言われており、今回、分析をおこなったのはガスのみで粉塵は含まれない。したがって、今回の結果だけで燃焼生成ガス等におけるダイオキシン類含有の可能性を完全に否定できるものではない。今後は、これら粉塵に吸着したダイオキシンの危険性やその発生原因の特定など、課題も多く残っており、これらの検証は必要であると考え。

(2) 具体的呼吸保護対策

現在、火災現場において延焼の恐れがないと判断した場合、煙が残存していても空気呼吸器を離脱して活動するケースが多くみられるが、本研究の結果から、これらの作業環境では多くの有機ガスや粉塵などが存在し、煙が目視できない状況であっても、人体に悪影響を与える濃度のCOが存在していることが明らかとなった。

現在できうる対策としては、目視により煙が確認できなくなるまで、空気呼吸器の使用を延長することや鎮圧状態であっても排煙活動を充分に行うことが挙げられる。

今後については、煙が目視により確認できなくなつてから以降の活動において、COや有機ガスが除去可能で、長時間の使用に適した防塵機能付きマスクの使用などによる空気呼吸器使用の長時間化軽減対策などが必要である。

7 おわりに

この結果から、当研究所では平成18年度から平成19年度までの2年間でこれらの対策を

目的とした消火活動に適した防塵・防毒マスクの開発を実施致します。引き続き、火災現場や訓練等においてご協力頂きますよう、よろしくお願い致します。

スタティックロープ(R.R.R.資機材)の強度等に関する実験的研究

札幌市消防科学研究所 五十嵐 征 爾
橋 上 勉
橋 本 好 弘
川 瀬 信

概 要

札幌市消防局において導入した救助システムである「R.R.R.」の使用資機材をより効率的に、かつ安全に使用していくためには、その気候風土や使用環境下での特性把握など、より多くの基礎データを蓄積する必要がある。

そこで、今後における救助隊員及び消防隊員の安全管理等に関する基礎資料とするため、資機材の中心となるスタティックロープとテープスリングについて諸条件における強度等の機械的特性を把握した。

1 はじめに

札幌市消防局において全国に先駆けて導入した救助システムである「R.R.R.」の使用資機材に関する強度特性や使用基準についてはある程度メーカーから提示されている。

しかし、応用力の高いR.R.R.資機材をより効率的に、かつ安全に使用するための基本として、その気候風土や使用環境下での特性を把握するとともに、使用や廃棄に関するより多くの基礎データを蓄積する必要がある。

そこで、今後における救助隊員及び消防隊員の安全管理をはじめとする活動要領に関する基礎資料とするため、R.R.R.主要資機材であるスタティックロープとテープスリングについて現場活動を想定した損傷、劣化などの諸条件のもとに強度特性及び伸び特性などの機械的特性を把握した。さらに、熱分析による熱特性試験、赤外分光光度計による劣化試験、高速度カメラや実体顕微鏡による破断状況観察等の物性試験を実施した。

2 スタティックロープに関する実験項目

- (1) 新品ロープの強度（静荷重）
- (2) 人為的に使用負荷を掛けたロープ強度
- (3) 経年劣化の影響
- (4) 結索による強度変化
- (5) 結索者による強度変化
- (6) 構成部分別強度
- (7) 水の影響
- (8) 薬品・石油類の影響
- (9) 摩擦熱の影響
- (10) 温度の影響
- (11) 凍結の影響
- (12) 結索径（被結索物径）による強度変化
- (13) 伸び率測定試験
- (14) 伸び率測定試験（結索後）
- (15) 伸び率測定試験（CE：ヨーロッパ基準）
- (16) 磨耗試験
- (17) 折損試験
- (18) せん断衝撃試験
- (19) 落下衝撃試験（動荷重）
- (20) 疲労試験

- (21) 分子構造変化の測定
- (22) 熱特性の測定
- (23) 破断状況観察試験

3 テープスリングに関する実験項目

- (1) 新品スリングの強度及び経年劣化の影響
- (2) 水の影響
- (3) 灯油の影響
- (4) 温度の影響
- (5) 切断の影響
- (6) 磨耗試験
- (7) 分子構造変化の測定
- (8) 熱特性の測定
- (9) 破断状況観察試験

4 スタティックロープの実験

(1) 新品ロープの強度 (静荷重)

- ア 試料 新品未使用スタティックロープ
：ホワイト色、2005年製11mm径 (a ロット、b ロット、c ロット)
- イ 試験装置 ロープ引張試験機 島津式
横引 RH-100
- ウ 試験場所 当研究所及び芦森工業(株)
大阪工場
- エ 試験方法 専用チャック (挟み具) を
用い JIS L2704 に準じた引張試験を
実施。なお、ロープ引張試験機を写真 1 に、
新品ロープの引張試験状況について写真
2 に示す。

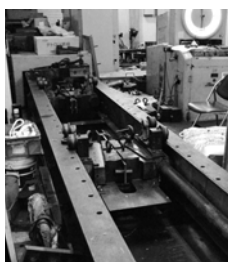


写真1
ロープ引張試験機

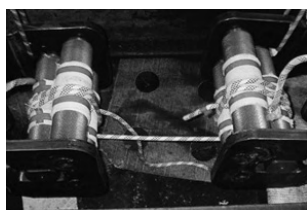


写真2
新品ロープの引張試験

オ 結果及び考察 新品ロープにおける各ロットごとの引張強度の平均値と標準偏差について図1に示す。

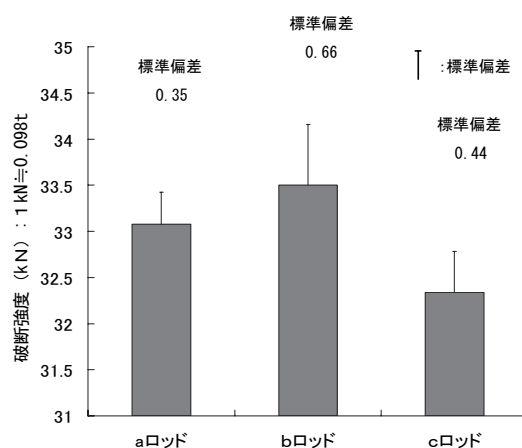


図1 新品ロープ強度

メーカー資料によると、製造上におけるロープ強度の公差 (バラツキ) は、破断強度33.0kN に対して ± 3 kN とされている¹⁾。本測定において、各ロットの平均値は、a ロットが33.1kN、b ロットが33.5kN、c ロットが32.3 kN となり、各ロットの平均値の差は最大で約1.2kN、3 ロット全体の平均値は33.0kN であった。データに対するバラツキの大きさを示す標準偏差は、多いものでも0.66、3 ロット全体で見ても0.7程度であり、製造過程におけるロットのバラツキはあまり見られなかった。

(2) 人為的に使用負荷を掛けたロープ強度

- ア 試料 新品未使用スタティックロープ
：ホワイト色、2005年製11mm径
- イ 試験装置 ロープ引張試験機 島津式
横引 RH-100
- ウ 試験場所 当研究所及び芦森工業(株)
大阪工場
- エ 試験方法 札幌市内の各消防署におい

てロープの使用状況を記載しているロープログブックから算出した3年、6年及び9年分の平均的な使用負荷、回数及び時間を算出し、実際に新品ロープにその負荷を掛けた後（実施期間13日間）、JIS L2704に準じた引張試験を実施。なお、気温などの諸条件を一定にするため、3年及び6年については終了後も、9年が終了するまで無負荷で吊るし続けた。使用劣化したロープの作製状況を写真3に示す。

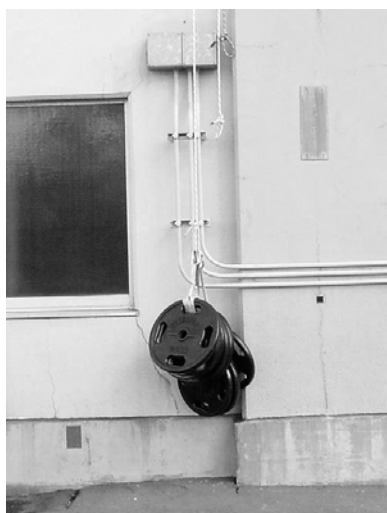


写真3 使用劣化したロープの作製

オ 結果及び考察 使用劣化させた各年ごとのロープ強度について図2に示す。

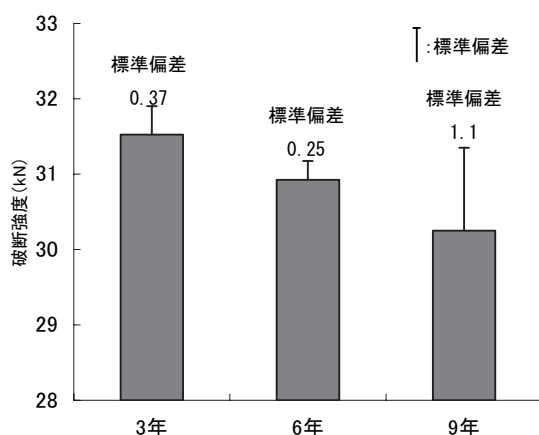


図2 経年劣化の影響

破断強度は新品未使用が33.0kN、3年は31.5kN、6年は30.9kN、9年は30.2kNであり、新品未使用のロープ強度を100%とすると、強度低下率は、3年が4.5%、6年が6.4%、9年が8.5%となった。強度のバラツキは、9年分が最も高かったが、標準偏差は1.1程度であった。

各ロープ製作時、3年から6年、さらに9年になるにつれてロープの伸びや硬さが増加していたが、外観上損傷はなく、芯抜けなどの内部損傷も見られなかった。

今回は13日間という短期間に使用負荷を連続でかけたものであるが、短期的に集中した使用で損傷が見られない場合、大きく強度低下しないものと考えられる。

(3) 経年劣化の影響

ア 試料 使用したスタティックロープ：
ホワイト色、2003製11mm径（札幌市内a署で1.5年使用、b署で1.5年及び2年使用）及び1995年製10.5mm径（メーカー提供10年使用）

イ 試験装置 ロープ引張試験機 島津式横引 RH-100

ウ 試験場所 当研究所及び芦森工業(株)大阪工場

エ 試験方法 JIS L2704に準じた引張試験を実施。

オ 結果及び考察 経年劣化したロープの外観と内部の状況について写真4、ロープ強度に対する経年劣化の影響について図3及び4に示す。

図3において新品未使用ロープの強度33.0kNを100%とすると、a署及びb署で1.5年使用したロープの強度低下率はそれぞれ約31%、10年使用したロープ（10.5mm径、

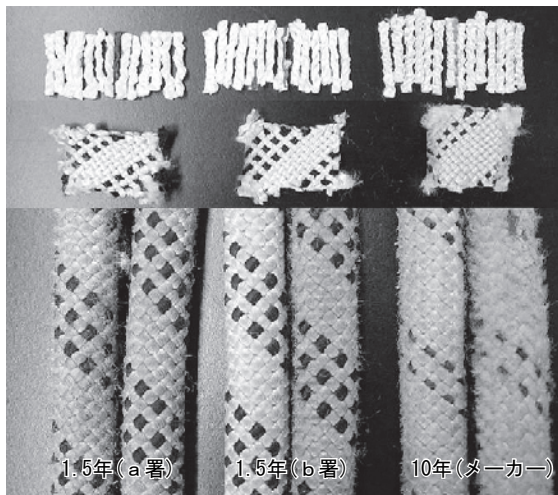


写真4 経年劣化したロープの外観及び内部

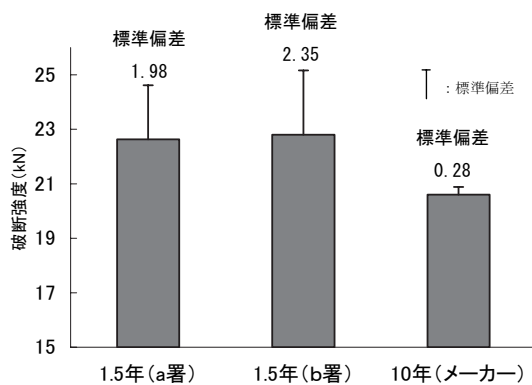


図3 経年劣化の影響1

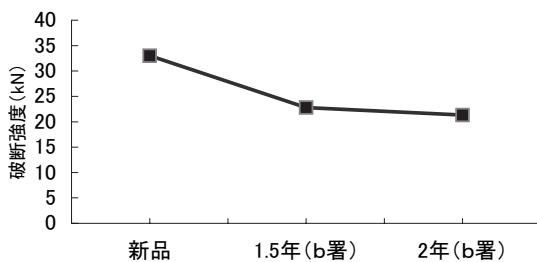


図4 経年劣化の影響2

新品強度30.0kN)は31.3%となった。a署のロープ外観は全体的に黒く汚損し、所々外皮表面が摩耗しているが、大きく磨耗している箇所は見られなかった。10年使用したロープは、全体的に磨耗しており毛羽立ちが目立った。強度のバラツキは、b署が標準偏差2.35と最も高かったが、若干黒く汚損し磨耗している部分と比較的きれいな部分があり、

この差異がバラツキに影響したものと考えられる。また、新品ロープに比べ1.5年、さらに10年使用のものにおいて、ロープ直径の増加が認められる。内部を見ると、損傷はあまり見られず外皮による保護効果が確認されたが、わずかに細かな埃の付着が見られ、b署、a署、10年の順に、白色からベージュ色へより顕著な変色が見られた。

図4において、新品未使用ロープの強度を100%とすると、b署で1.5年使用したロープの強度低下率は約31%、同じく2年使用したものの強度低下率は約35%であった。

(4) 結索による強度変化

ア 試料 新品未使用スタティックロープ
：ホワイト色、2005年製11mm径

イ 試験装置 ロープ引張試験機 島津式
横引 RH-100

ウ 試験場所 当研究所及び芦森工業(株)大
阪工場

エ 試験方法 試料の両端にフィギュアエイトオンアバイト、ダブルフィギュアエイト、フィギュアナイン、ブーリンノット及びダブルブーリンノットを作製し、専用ピン状チャック(直径40mm)を用いJIS L2704に準じた引張試験を実施。

試料寸法について図5(以下、両端にフィギュアエイトオンアバイトを作製する試験に共通)に、フィギュアエイトオンアバイトを利用した引張試験の状況について写真5に、各結索の外観について写真6に示す。

オ 結果及び考察 各結索強度について表1に示す。

今回選定した5種類の結索は、救助活動時に使用頻度の高い結索であり、新品未使用

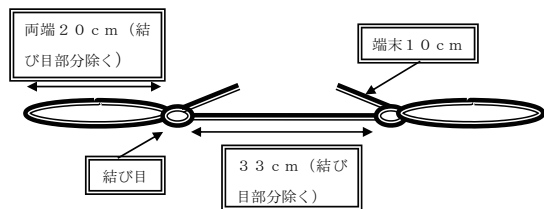


図5 試料寸法

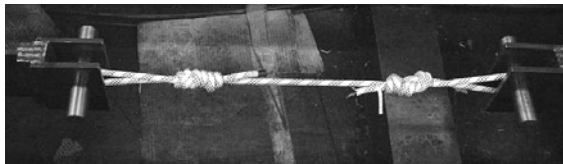


写真5 フィギュアエイトオンアバイトを利用した引張試験



写真6 各結索

表1 各結索強度

各結索の種類	平均強度	強度低下率
フィギュアエイトオンアバイト	21.6kN	約34.5%
ダブルフィギュアエイト	22.1kN	約30.0%
フィギュアナイン	26.6kN	約19.4%
プーリンノット	21.5kN	約34.8%
ダブルプーリンノット	20.2kN	約38.8%

ロープの強度33.0kNを100%とすると、最も強度保持率の高かったのは、フィギュアナインの80.6%で、次いでダブルフィギュアエイトの70.0%、フィギュアエイトオンアバイトの65.5%、プーリンノットの65.2%、ダブルプーリンノットの61.2%の順となった。

(5) 結索者による強度変化

ア 試料 新品未使用スタティックロープ

：ホワイト色、2005年製11mm径

イ 試験装置 ロープ引張試験機 島津式横引 RH-100

ウ 試験場所 当研究所及び芦森工業(株)大阪工場

エ 試験方法 救助経験年数0年、5年及び10年以上の者がそれぞれ試料の両端にフィギュアエイトオンアバイトを作製し、専用ピン状チャック（直径40mm）を用いJIS L2704に準じた引張試験を実施。

オ 結果及び考察 各結索者による結索部の状況について写真7に結索者による強度のバラツキについて図6に示す。

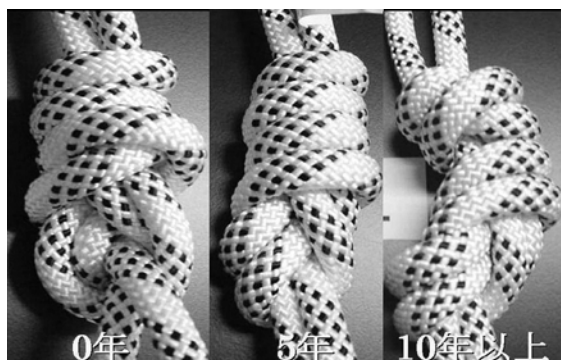


写真7 各結索者による結索部（フィギュアエイトオンアバイト）

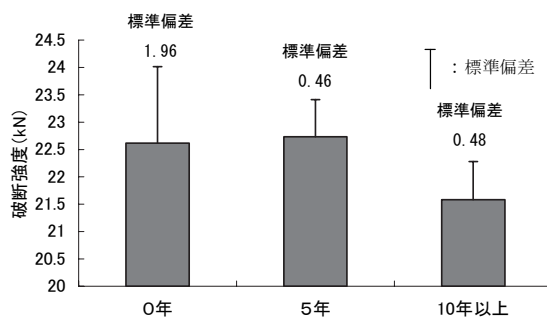


図6 結索者による強度のバラツキ

結索強度は救助経験年数10年以上の者による結索に比べ、5年及び0年の者によるものが高結果であった。10年以上の者による結索は、他者のものに比べ結びが小さく非常に硬く締まっており遊びが殆ど見られず、最もド

レッシングされている。引張試験機による破断の際、硬く締まった結索より、むしろ遊びがあり、更に締まる余裕が多い結索のほうが、試験機により引張る過程で均等に締まっていくため、均等な繊維の引き揃え効果により、破断強度が高くなる傾向があるものと考えられる²⁾。結索者による平均強度差は、最大で約1 kN程度であるため、消防活動には、ドレッシングされ、結びが硬く締まり遊びがない結索を作製することが、結索違いや結索解け防止などの面からも重要であると考えられる。なお、結索強度のバラツキに関しては、10年以上及び5年の者の方が0年の者に比べ少ない結果であった。

(6) 構成部分別強度

ア 試料 新品未使用スタティックロープ
：ホワイト色、2005年製11mm径

イ 試験装置 ロープ引張試験機 島津式
横引 RH-100

ウ 試験場所 当研究所及び芦森工業(株)大
阪工場

エ 試験方法 外皮のみ、内芯のみ、スト
ランドを1本、3本、7本及び10本抜い
た試料の両端にフィギュアエイトオンア
バイトを作製し、専用ピン状チャック(直
径40mm)を用いJIS L2704に準じた引
張試験を実施。

オ 結果及び考察 写真8にロープの構造、
外皮と内芯の外観について写真9に、構
成部分別強度を図7に示す。

試料ロープは、ナイロン製のセミスタティ
ックロープで、カーンマントル構造の編みロ
ープに分類される。また、同ロープは、マン
トルと呼ばれる編み込まれた外皮とカーンと
呼ばれる内芯による二重構造をしており、さら

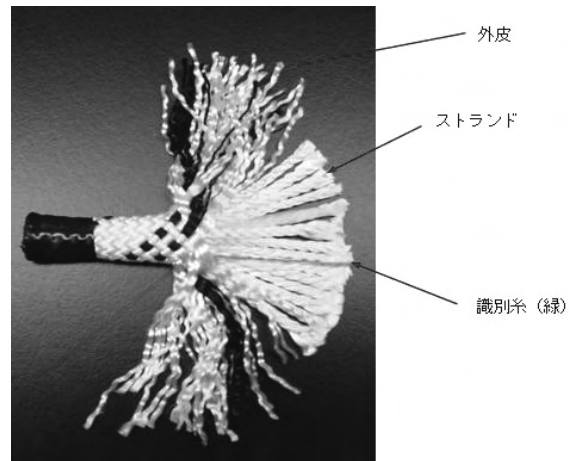


写真8 ロープの構造



写真9 外皮と内芯

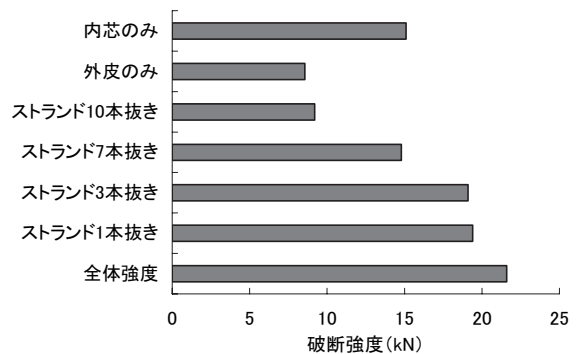


図7 構成部分別強度

にカーンにはそれぞれ3つ打ちに縊られた14本のストランドが平行に組み込まれている。

ストランドは、半数づつをS縫り、Z縫りとする事でキンクや縊りの発生を抑え、操作性を向上させている。内芯に混じり社名等が印字されたマーキングテープと、製造年が

確認できる色のついた識別糸と一緒に織り込まれており¹⁾、識別糸の色により、2000年製がトルコ石、2001年製がライラック、2002年製がオリーブ、2003年製が紫、2004年製が黄、2005年製が緑となっている。

検証の結果、フィギュアエイトオンアバイトにおいて、全体強度は21.6kN、外皮の強度は8.5kN、内芯の強度が約15.0kN、ストランド1本あたりの強度は約1.1kNであった。外皮と内芯の強度を合計すると、全体強度に近似しているほか、概ね抜いたストランドの合計数分だけ強度低下している。このことから、外皮は、全体強度の約36%の比率を占めており、ロープの点検をするにあたり、外皮の切損や摩耗状況について特に注意を払う必要があると考えられる。

(7) 水の影響

ア 試料 新品未使用スタティックロープ
：ホワイト色、2005年製11mm径

使用したスタティックロープ：ホワイト色、2003製11mm径（札幌市内a署で2年使用）

イ 試験装置 ロープ引張試験機 島津式横引 RH-100

ウ 試験場所 当研究所及び芦森工業(株)大阪工場

エ 試験方法 試料の両端にフィギュアエイトオンアバイトを作製し、新品未使用の試料については20℃±2℃の水に30秒、1、5、10、30分及び1時間浸漬して取り出し、一週間常温で静置したものと、取り出して1分間以内に、また、使用した試料については20℃±2℃の水に30分浸漬して取り出し後1分間以内に、それぞれ専用ピン状チャック（直径40mm）

を用い、JIS L2704に準じた引張試験を実施。

オ 結果及び考察 新品ロープの各水濡れによる強度変化について図8、2年使用したロープの水濡れによる強度変化について図9に示す。

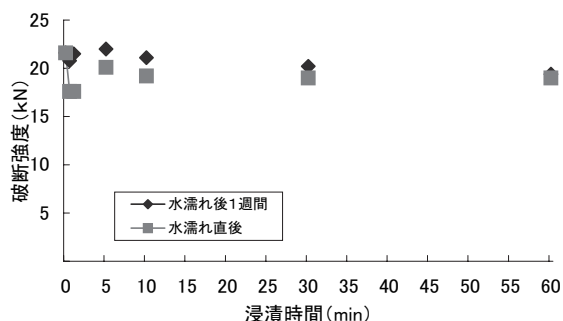


図8 水濡れの影響

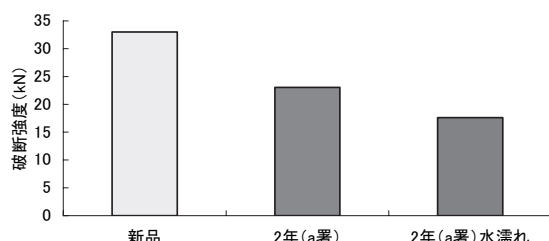


図9 経年劣化したロープの水濡れの影響

図8において、新品未使用ロープを水濡れ後1週間常温にて放置したもので強度の最大低下率は約10%となり、浸漬時間の違いによる強度変化はあまり見られなかった。なお、試験時結索部分が締まっていく過程で若干水が滴り落ちていたことから、残存した水分により、強度低下が見られたもので、完全に乾燥されれば、強度低下はさほど見られないものと考えられる³⁾。水濡れ直後に強度測定したものは、1週間常温放置したものと同様に浸漬時間による強度変化はあまり見られなかったが、強度の最大低下率は約19%とやや高い結果となった。また、水濡れ直後のロープは、手触りによってしなやかさの低下が確認されたが、文献によると、水濡れにより破断伸度は低下するものである⁴⁾。

ナイロンをはじめとする繊維は細長い鎖状高分子が多数凝集して形成されるが、1本の高分子から繊維にいたる構造は一樣ではなく、複雑な高次構造を示し、これらは繊維の種類によって異なる。有用な繊維はすべて結晶性高分子から成り、繊維内部には部分的に高分子鎖が規則正しく配置している結晶領域（微結晶）と乱れた配置をとる非晶（非結晶）領域が存在し、繊維間には隙間が存在している⁴⁾。

ナイロン $\left[\text{NH}-(\text{CH}_2)_6-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} \right]_n$ は、高温下で酸素を含んだ水により酸化されるが、純水には化学的に侵されることなく影響があるとしても、すべて物理的なもので、水が可塑剤として作用した結果である⁵⁾。

ナイロンは、分子中にアミド基（—NHCO）を、分子の末端にアミノ基（—NH）、カルボキシル基（—COOH）をもっているが、これらは、「親水基」と呼ばれ、水素結合によって水分を吸着させる性質をもっているので吸湿することが容易となる⁶⁾。

加えて、水は繊維間隙間を毛細管流れによって伝わる。さらにナイロンは親水性繊維であるため繊維内部まで吸水し、膨潤する。

このような現象は吸水といわれている。なお、水濡れによる強度低下についてはナイロンロープに関する文献値等と一致しており⁴⁾、測定により、試料ロープは構造上密度が低く、30秒浸漬後には、吸水率はほぼ最大に至るものと推察される。

図9を見ると、a署で2年使用したロープを更に水濡れさせたものは新品ロープに対する強度低下率は約47%であった。このことから、使用済みロープにおいても水濡れすることにより、約17%の強度低下が見られたものであり、前実験における新品ロープの水濡れ

による低下率と近似した結果となっている。

(8) 薬品・石油類の影響

ア 試料 新品未使用スタティックロープ
：ホワイト色、2005年製11mm径

イ 試験装置 ロープ引張試験機 島津式
横引 RH-100

ウ 試験場所 当研究所及び芦森工業(株)大
阪工場

エ 試験方法 試料の両端にフィギュアエイトオンアバイトを作製し、23℃±2℃の試験液（10wt%水酸化ナトリウム水溶液、エンジンオイル〔5 W-30〕、白灯油及びレギュラーガソリン）中に30秒、1、5、10、30分間及び1時間静置（JIS K7114に準拠）して取り出し、一週間常温で静置した後、専用ピン状チャック（直径40mm）を用いJIS L2704に準じた引張試験を実施。また、白灯油については、23℃±2℃の試験液に10分間浸漬させて取り出し後、1分間以内に試験した。酸については、23℃±2℃の試験液（37wt%硫酸）に一瞬、10、30秒、1、3分間静置し（JIS K7114に準拠）、取り出し、一週間常温で静置した後、引張試験を実施。試験液への浸漬状況を写真10に、常温静置状況を写真11に示す。

オ 結果及び考察 各試験液付着後における外観の状況を写真12に、強度変化を図10に示す。また、酸による外観変化を写真13に、強度変化を図11に示す。

外観すると、アルカリ（水酸化ナトリウム）については、全体的に白く色あせが確認された。エンジンオイルについては試験色自体の影響で黄色がかっているが、ガソリンと灯油については顕著な変化は見られなかった。

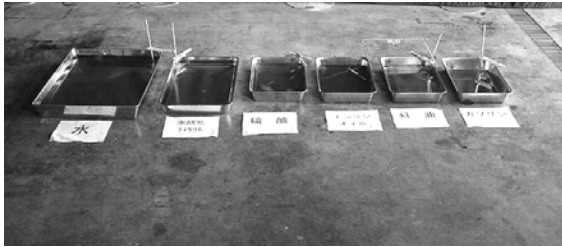


写真10 試験液への浸漬状況

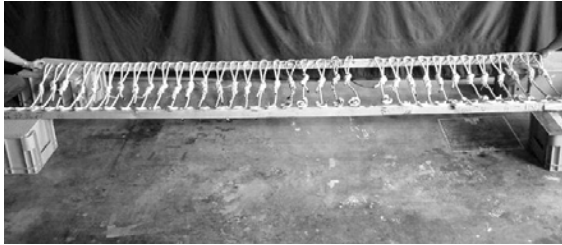


写真11 常温静置状況



写真13 酸の影響

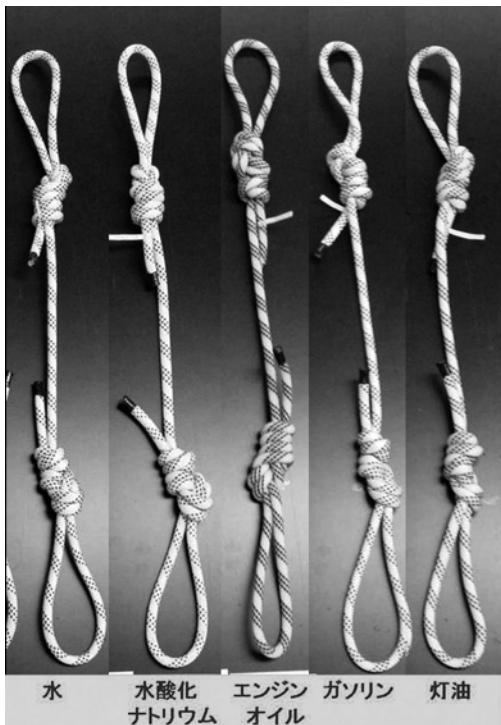


写真12 1時間浸漬後の状況

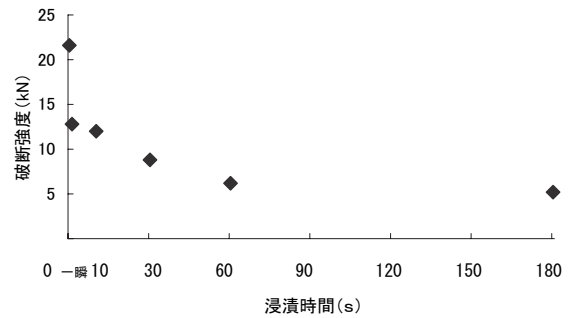


図11 酸の影響

各強度変化を見ると、アルカリについては強度の最大低下率が約20%で、10wt%まで希釈された水酸化ナトリウム水溶液でも顕著な強度低下が確認された。

エンジンオイルでは強度が最大で約10%増加している。ロープの切断は繊維同士の摩擦が影響するものであり、⁷⁾ オイルが潤滑剤の役割を果たして摩擦が低下し、結果強度が増加したと考えられるが、グリップ低下等の活動上における悪影響が考えられるため、安易に付着させないことが必要である。

ガソリンでは強度の最大低下率が約6%、灯油については、付着後1週間常温放置したものは、強度の最大低下率が約8%、付着直後のものは、さらに強度低下し、最大低下率

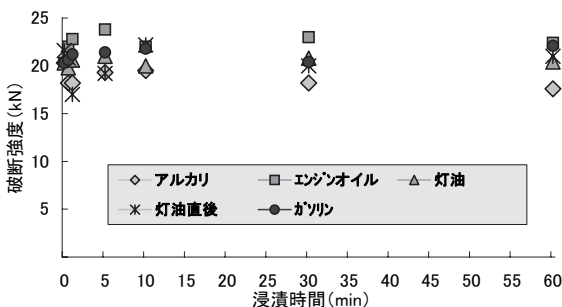


図10 薬品・油類の影響

は約12%であった。ナイロンは、油類や燃料に対しては極めて優れた耐性を有するものであり、若干の吸収があるものの、劣化や化学変化はないものである⁴⁾⁵⁾。よって本実験により、灯油やガソリンにおいて確認された強度低下は、化学変化によるものではなく、完全に乾燥しておらず膨潤による寸法変化等の物理変化の影響であると考えられる。

図11を見ると、酸付着後から3分間にかけて急激な強度低下が見られ、強度の最大低下率は約76%であった。今回、充電されたバッテリー液を想定し、試験液に37wt%硫酸を使用したものであるが、一瞬浸したものでも大きな強度低下（低下率約41%）と溶融が見られた。ナイロンは濃度2%の塩酸や硫酸のほか、これらの蒸気にも侵されるものであり⁵⁾⁸⁾、現場では特にバッテリー液などの酸の付着に留意するのはもちろん、アルコールが含まれている油性マジックなどで安易に記入等しないことが肝要である。

(9) 摩擦熱の影響

ア 試料 札幌市内c署の訓練中に降下器具との摩擦により受熱したスタティックロープ：ホワイト色、2003年製11mm径ロープ

イ 試験装置 ロープ引張試験機 島津式横引 RH-100

ウ 試験場所 当研究所及び芦森工業(株)大阪工場

エ 試験方法 試料の両端にフィギュアエイトオンアバイトを作製し、専用ピン状チャック（直径40mm）を用いJIS L2704に準じた引張試験を実施。

オ 結果及び考察 摩擦により受熱した試料の状況を写真14、強度の低下率を表2

に示す。



写真14 摩擦により受熱したロープ

表2 摩擦熱の影響

	破断強度 (kN)	強度低下率 (%)
試料1	16.8	22
試料2	14.6	32.4

試料は、訓練中に隊員が連続降下した際に降下器具との摩擦により受熱したロープであり、強度の最大低下率は約32.4%であった。

同ロープは1.5年使用したものであることから、強度低下には経年劣化も影響していると考えられるが、(3)で検証した同程度経年劣化した2署のロープ以上の強度低下が確認された。

外観すると、外皮表面が断続的に溶融し若干光沢を帯びた状態で認められる。ナイロンロープは摩擦熱に弱いと言われており、急速な懸垂下降は、最初から制動がかけられた墜落のようなもので、下降中に摩擦熱を持ってしまう⁹⁾¹⁰⁾。

(10) 温度の影響

ア 試料 新品未使用スタティックロープ：ホワイト色、2005年製11mm径

イ 試験装置 ロープ引張試験機 島津式
横引 RH-100
低温装置 矢野特殊自動車 試験用冷凍庫 TD43C4L
高温装置 東洋精機製作所 標準ギヤー老化試験機

ウ 試験場所 当研究所及び芦森工業(株)大阪工場

エ 試験方法 試料の両端にフィギュアエイトオンアバイトを作製し、冷高温装置内に100、215及び250℃で1、5、10分間、-20、50℃で1時間及び3時間保持し、取り出し後、1分間以内に専用ピン状チャック（直径40mm）を用いJIS L2704に準じた引張試験を実施。



写真15 高温（250℃10分）による受熱

オ 結果及び考察 高温（250℃10分）による受熱状況を写真15に、高温の影響について図12に、寒冷及び中高温の影響について図13に示す。

メーカーでは、使用中試料ロープの融点付近である約215℃に達すると危険であるとしている¹⁰⁾。

図12を見ると、各温度において、加熱時間が増すにつれ強度は低下傾向となり、10分後において、100℃では強度の低下率が約11%、215℃の熱気では強度低下率が約59%、同じ

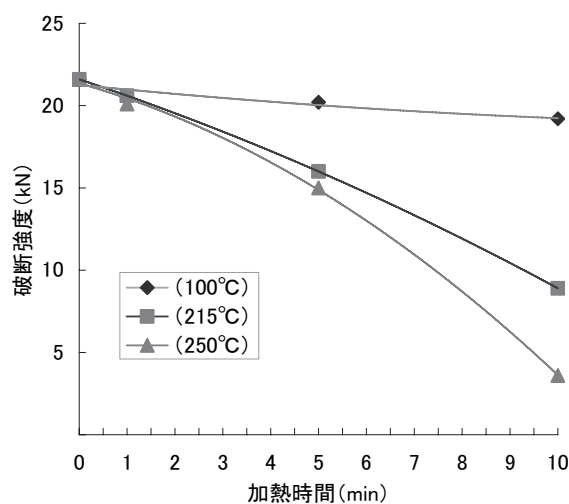


図12 高温の影響

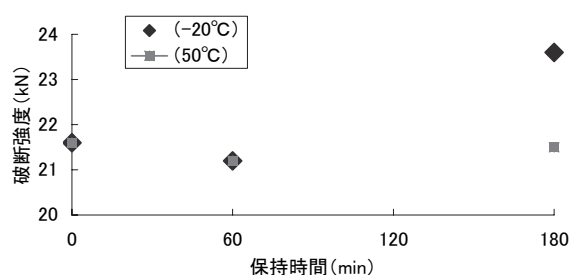


図13 寒冷・中高温の影響

く250℃の熱気では強度低下率が約83%となり、もはや使用に耐えうる残存強度は無かった。100℃、215℃、さらには250℃になるにつれ強度の低下率が大きくなり、高温による強度低下は明確である。外観の状況は、100℃では変化はあまり見られないが、215℃5分では表面が薄褐色を呈し、250℃10分では黒く表面炭化した状態で認められる。

メーカー資料では、試料ロープの使用可能な気温範囲を-35℃から55℃の間と設定している¹⁰⁾。図13により、約-20℃の寒冷において強度は上昇傾向にあったほか、50℃では3時間経過後も強度変化はほとんど見られなかったことから、大まかに設定気温の範囲内における、安全性が確認された。

なお、寒冷による強度増加は、ナイロン繊維自体の強度が増加するほか⁵⁾、ロープの引

張時に発生する繊維間の摩擦熱に対する低下作用が考えられる。

(11) 凍結の影響

ア 試料 新品未使用スタティックロープ
：ホワイト色、2005年製11mm径

イ 試験装置 ロープ引張試験機 島津式
横引 RH-100

低温装置 矢野特殊自動車 試験用冷凍
庫 TD43C4L

ウ 試験場所 当研究所及び芦森工業(株)
大阪工場

エ 試験方法 試料の両端にフィギュア
イトオンアバイトを作製し、 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$
の水に30秒、1、5、10、30分及び1時
間浸漬させた後、 -20°C の低温装置内に
3時間静置する。取り出し後、1分間以
内に専用ピン状チャック（直径40mm）を
用い JIS L2704に準じた引張試験を実
施。凍結の状況について写真16に示す。

オ 結果及び考察 凍結の影響について図
14に示す。

凍結（ -20°C ）したロープの強度増加率は
約13%であり、(7)の実験結果と同様に凍結前
における水の浸漬時間による強度変化はあま
り見られず、浸漬し30秒後には、吸水率はほ

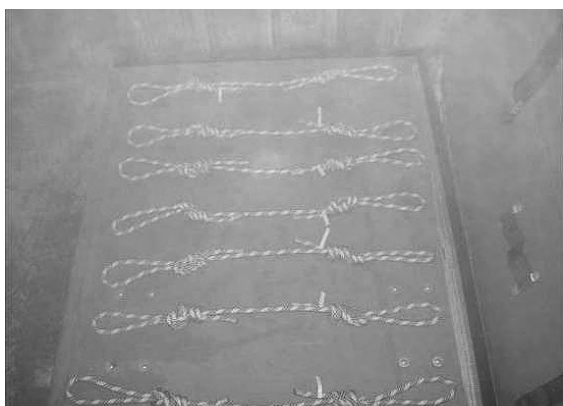


写真16 凍結状況

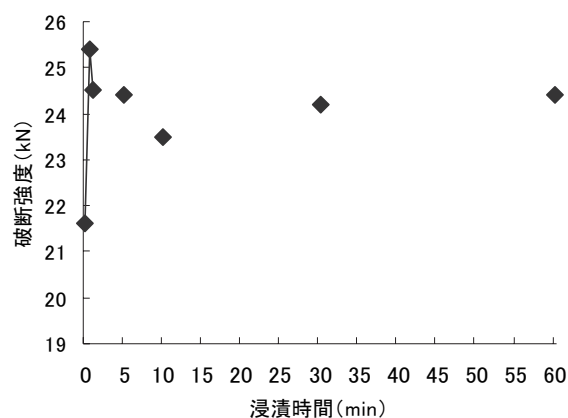


図14 凍結の影響

ほ最大に達しているものと推察される。

本実験は、(10)の実験と違い吸水させた後に
寒冷下において凍結させるものであるが、結
果は同様に増加傾向にあった。吸水し物理変
化による強度低下以上に、寒冷による繊維自
体の強度増加や、摩擦熱低減が強度に対しよ
りプラスに影響しているものと考えられる。

(12) 結索径（被結索物径）による強度変化

ア 試料 新品未使用スタティックロープ
：ホワイト色、2005年製11mm径

イ 試験装置 ロープ引張試験機 島津式
横引 RH-100

ウ 試験場所 当研究所及び芦森工業(株)
大阪工場

エ 試験方法 試料の両端にフィギュア
イトオンアバイトを作製し、ピン状
チャックの直径を10mm、15mm、20mm及び
30mmに変化させて（40mmは通常使用して
いる径）、JIS L2704に準じた引張試験
を実施。各ピン状チャックを写真17に示
す。

オ 結果及び考察

破断強度は、支点にたまた被結索物
（ピン状チャック）の径（直径10mmから
40mmまで）変化による影響は見られな

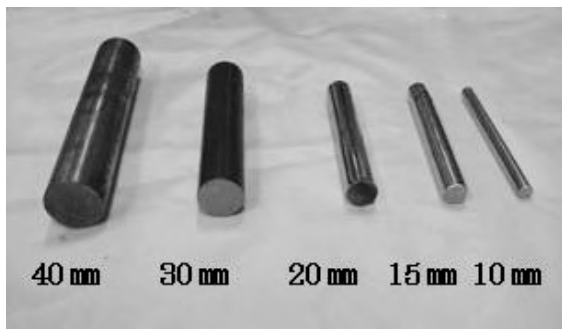


写真17 各ピン状チャック（被結索物）

かった。

ワイヤーロープの場合、D（支点径）/d（ロープ径）の値が1で50%、5で約30%強度低下し¹¹⁾、いわゆる小曲げによる強度低下が顕著であるが、ナイロンロープに関してはワイヤーロープに比べ伸びが大きく同様の結果には至らないものである。また、輪の部分においてピン接触部を介して力が二分され、同部分での破断に至らず、結索部で破断したことから、直径10mmのピンを使用時にもピンとの接触部では、結索部以上の強度が保持されていたものである。しかし、今回の実験では表面が滑らかでかつ円柱形のピンを使用した結果であることから、支点が鋭利であったり、表面に凹凸がある場合は摩耗等に起因する強度低下に注意を払う必要がある。

(13) 伸び率測定試験

ア 試料 新品未使用スタティックロープ
：ホワイト色、2005年製11mm径

使用したスタティックロープ：ホワイト色、2003製11mm径（札幌市内 a 署～1.5年使用）

イ 試験装置 ロープ引張試験機 島津式横引 RH-100

ウ 試験場所 当研究所及び芦森工業(株)大

阪工場

エ 試験方法 専用チャックを用い JIS L2704 に準じた引張試験を実施し、チャック間及び標点間（試料のチャックに巻かれていない部分において取った2箇所の標点間）における伸び率を測定。
オ 結果及び考察 新品未使用ロープの伸び率を図15、使用後のロープの伸び率を図16に示す。

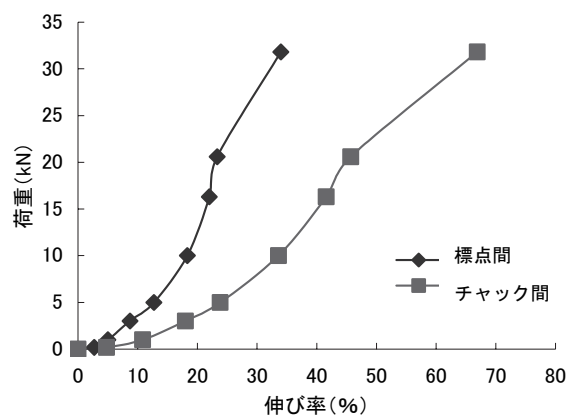


図15 新品ロープの伸び率

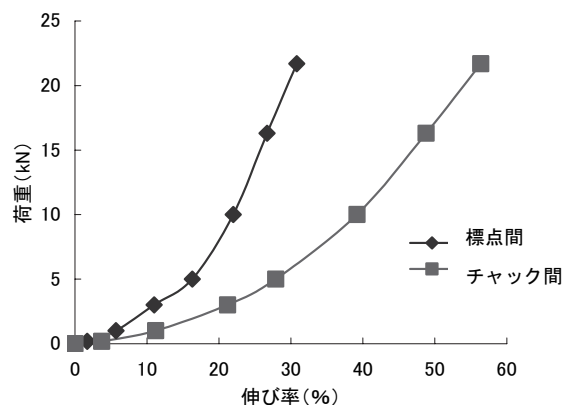


図16 使用後ロープの伸び率

図15を見ると、新品ロープにおいて、標点間では破断時の伸び率（破断伸度）は約34%である。これに対しチャック間では、チャックに巻かれたロープも伸びることにより標点間に比べ倍近くの伸び率（66.9%）となっている。このことから、実際のロープが破断に

至るまでの伸び率は、標点間における結果に近いものと考えられる。

図16の1.5年使用したロープでは、評点間において約30.8%、チャック間では、56.4%の伸び率となり、破断強度と同様、新品に比べ低い数値となっている。

(14) 伸び率測定試験 (結索後)

ア 試料 新品未使用スタティックロープ
：ホワイト色、2005年製11mm径

イ 試験装置 ロープ引張試験機 島津式
横引 RH-100

ウ 試験場所 当研究所及び芦森工業(株)大
阪工場

エ 試験方法 試料の両端にフィギュアエ
イトオンアバイトを作製し、専用ピン状
チャック (直径40mm) を用い JIS L2704
に準じた引張試験を実施し、その際、0.5、
1.5、5、10、15kN 及び破断時の伸び
を全長で測定する。

オ 結果及び考察 荷重に対する伸び特性
について図17に、平均伸び率について表
3に示す。

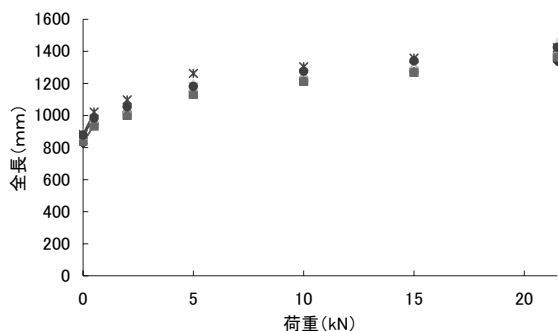


図17 荷重に対する伸び

荷重が0.5、1.5、5、10、15kN 及び破断時の伸びを全長の変化で測定した結果、破断時の伸びは約62%となった。表3から、現場においてフィギュアエイトオンアバイトを利

表3 平均伸び率

荷重 (kN)	平均伸び率 (%)
0.5	13
1.5	21
5	38
10	46
15	52
破断時 (平均 21.6)	62

用した引き上げ等の際、展張時の長さが元の長さの概ね20%増で1.5kN、概ね40%増で5kNの荷重がかかっており、新品ロープを使用しても伸びが概ね60%に至ると破断する可能性が高い。

(15) 伸び率測定試験 (Ce : ヨーロッパ基準)

ア 試料 新品未使用スタティックロープ
：ホワイト色、2005年製11mm径 (a ロッ
ド、b ロッド)

使用したスタティックロープ：ホワイト色、
2003製11mm径 (札幌市内 a 署~1.5年使
用)

イ 試験装置 ロープ引張試験機 島津式
横引 RH-100

ウ 試験場所 当研究所及び芦森工業(株)大
阪工場

エ 試験方法 無負荷時を0点とし50kg
及び150kg 負荷時の伸び率のほか、CE
(ヨーロッパ基準に適合)のEN1891 (セ
ミスタティックロープに関するヨーロッ
パ基準) に準拠し、50kg 負荷時を0点と
し150kg 負荷時の伸び率を測定する。

オ 結果及び考察 EN1891に準じた伸び
率等について表4に示す。

メーカー資料によると、同ロープの伸び率は、EN1891に準拠しており¹⁾、静荷重によつて求められ、50→150kgで3.6%±1%とされ

表4 EN1891に準じた伸び率等

	伸び率 (0→50kg) %	伸び率 (0→150kg) %	EN1891伸び率 (50→150kg) %
新品(aロッド)	3.0	5.0	2.0
新品(bロッド)	2.9	4.9	1.9
使用后(a署)	4.1	6.0	2.3

ているが、本測定では、新品各ロッド及び使用后ロープともにやや低い値となった。なお、新品ロッドごとのバラツキはあまり見られず、EN1891に準じた伸び率は、使用后ロープがやや高い値を示した。なお、0→50kgでの伸び率を見ると、使用后ロープは新品ロープに比べ1%以上増加しており、測定前に使用后ロープが新品ロープに比べ約5%縮んでいたことも影響しているものと考えられる。

(16) 磨耗試験

ア 試料 新品未使用スタティックロープ
：ホワイト色、2005年製11mm径

イ 試験装置 ロープ引張試験機 島津式
横引 RH-100

ロープ磨耗試験機 芦森工業(株) 三連式

ウ 試験場所 当研究所及び芦森工業(株)大
阪工場

エ 試験方法 試料の両端にフィギュアエイトオンアバイトを作製し、磨耗試験機にて、磨耗面に粒度#120のサンドペーパーを用い、磨耗速度50回/min、10kg負荷の条件下で50回、100回及び150回を結索間について実施後、専用ピン状チャック(直径40mm)を用いJIS L2704に準じた引張試験を実施。また、上記条件で破断するまでの磨耗回数を測定した。写真18にロープ磨耗試験機、写真19に磨耗試験の状況を示す。

オ 結果及び考察 磨耗による損傷状況を

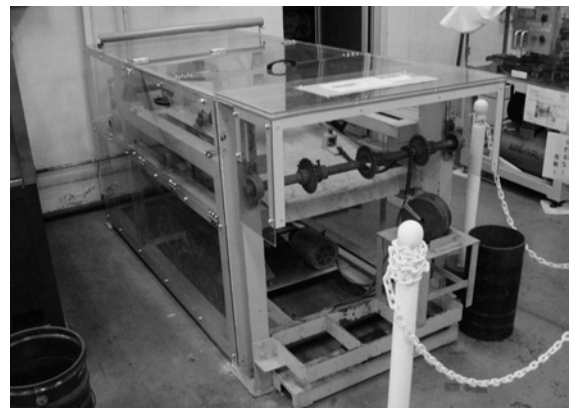


写真18 ロープ磨耗試験機

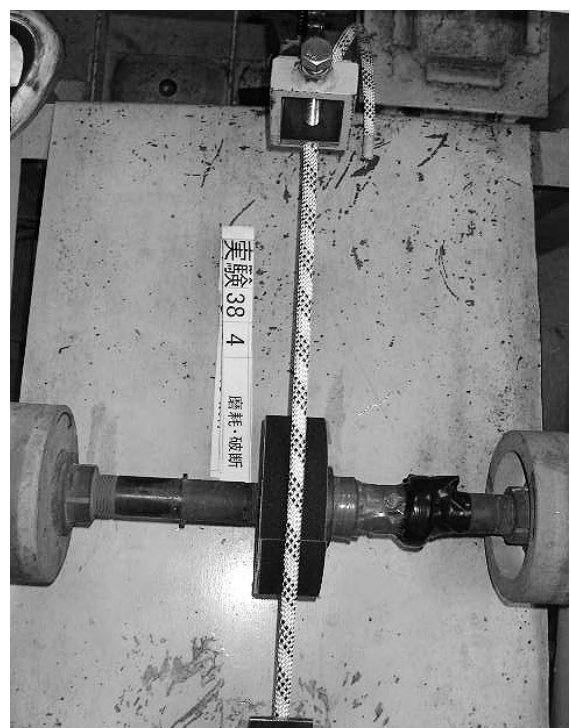


写真19 磨耗試験

写真20に、磨耗試験後の破断強度について図18に示す。また、磨耗による破断状況について写真21に、破断に至るまでの磨耗回数について表5に示す。

磨耗後の破断強度を見ると、磨耗50回では、磨耗の無い結索部で破断し、磨耗部分における結索部以上の強度保持が確認された。磨耗100回では、磨耗部分で破断し、破断強度は17.2kNとなり、同じく磨耗150回では強度が15.0kNに低下した。破断に至るまでの摩

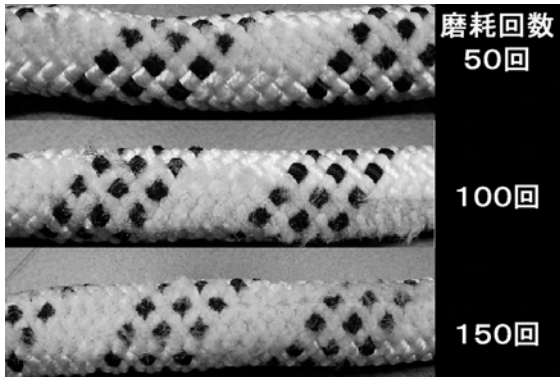


写真20 磨耗状況

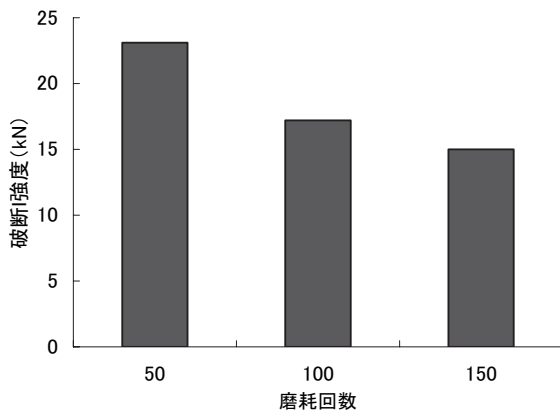


図18 磨耗の影響



写真21 磨耗による破断状況

表5 破断に至るまでの磨耗回数

	磨耗回数
試料 1	215 回 (外皮は約 140 回で破損)
試料 2	191 回 (外皮は約 140 回で破損)
試料 3	273 回 (外皮は約 140 回で破損)

耗回数を見ると、外皮はそれぞれ約140回で破損し、200回弱で完全な破断に至るものが見られた。

(17) 折損試験

ア 試料 新品未使用スタティックロープ
：ホワイト色、2005年製11mm径

イ 試験装置 ロープ引張試験機 島津式
横引 RH-100

ウ 試験場所 当研究所及び芦森工業(株)
大阪工場

エ 試験方法 試料の両端にフィギュアエイトオンアバイトを作製し、写真22のように、外皮の網の目をカッターによりロープ直径方向に0.3cm、0.6cm、0.9cm幅で折損させた後、専用ピン状チャック(直径40mm)を用いJIS L2704に準じた引張試験を実施。写真23に折損試験の状況を示す。

オ 結果及び考察 折損試験後の破断強度について図19に示す。

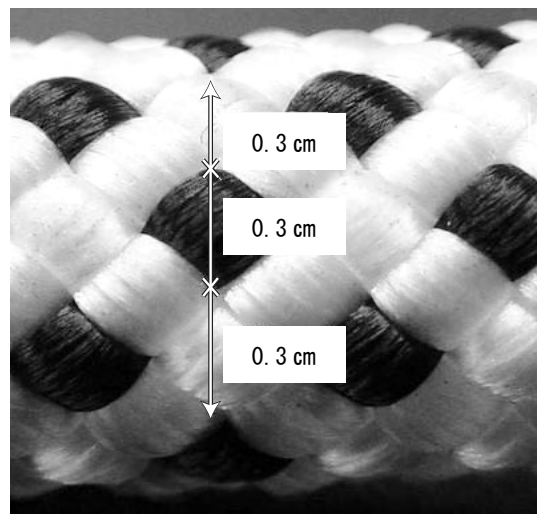


写真22 折損箇所

折損後の破断強度を見ると、外皮を0.3cm、0.6cm、0.9cm幅で折損したものでは、折損の

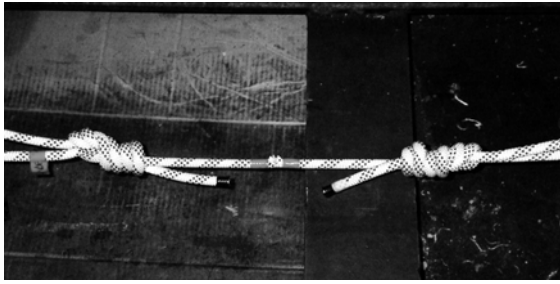


写真23 折損試験

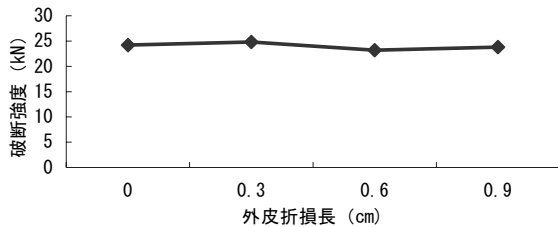


図19 外皮折損率による強度変化

無い結索部で破断しており、折損部分は結索部以上の強度保持が確認された。しかし、現場において1cm弱の損傷でも、使用時の荷重による損傷の拡大は明白であり、内芯が見えるほどに損傷したものは再使用しないことが大切である。

(18) せん断衝撃試験

ア 試料 新品未使用スタティックロープ

：ホワイト色、2005年製11mm径

イ 試験装置 登山用ロープ落下衝撃試験施設

ウ 試験場所 当研究所及び独立行政法人製品評価技術基盤機構北関東支所

エ 試験方法 図20に示す登山用ロープ落下衝撃試験施設により、1本のロープから採取した3点の有効長さ2.8mのロープ一端を固定し、支点の上方2.5mの高さから、ロープの先端に80kgのおもりをつるして落下させ、衝撃応力を測定する。なお、支点の材質は、日本工業規格 G4303 (1991年) ステンレス鋼棒に定める SUS304で、支点形状は、90度の角度で

面とりを施さないものである。また、支点の表面は、粗さが日本工業規格 BO601 (1994年) 表面あらさの表に定める3.2 μ mRy のものを使用。

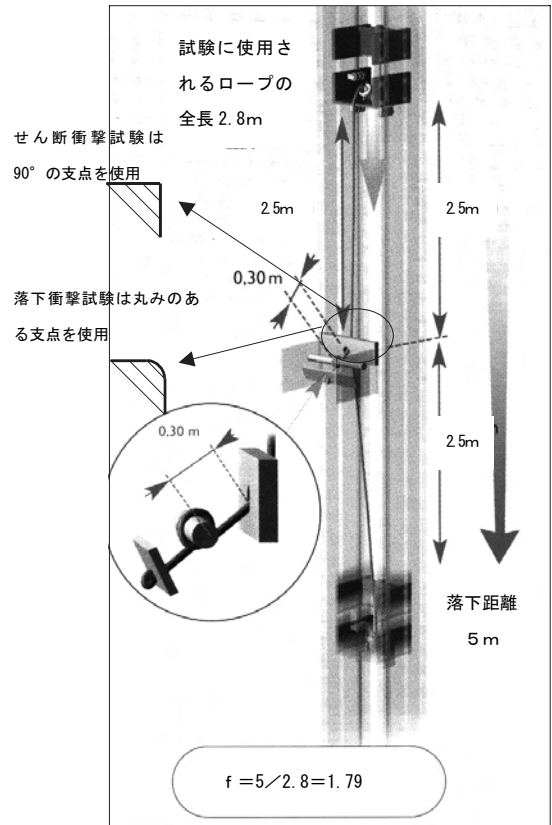


図20 衝撃試験の概要

オ 結果及び考察 せん断衝撃試験の実施結果について表6に示す。

表6 せん断衝撃試験の結果

	1回	1.60kN
せん断衝撃試験	2回	1.60kN
	3回	1.59kN

国内においてせん断試験は、主に登山中の滑落時にロープが鋭い角のある岩に接触した場合の安全性を検査するもので、せん断衝撃力が1.471kN以上であることが合格条件であり、落下係数は約1.79となる¹²⁾。落下係数(f)とは、落下の激しさを数値化したもので、図21のように落下した距離／繰り出したロー

プの長さで求められ、最大値で2となる。図のような登坂形態はリードクライミングと呼ばれている¹³⁾。

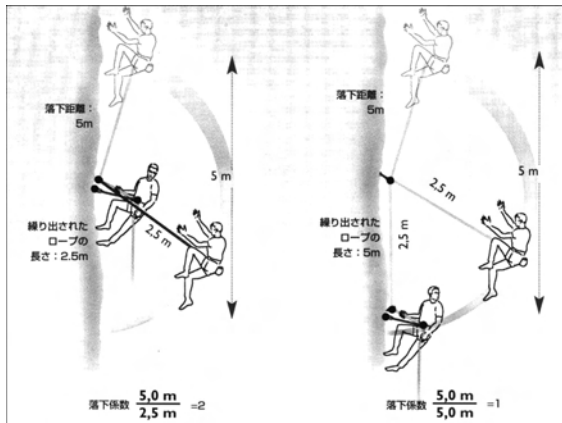


図21 落下係数について

試験の結果、せん断衝撃荷重は、3回の平均で1.60kNとなり、Sマーク取得にかかるせん断試験の合格条件である1.471kN以上を上回る結果となっている。

(19) 落下衝撃試験

- ア 試料 新品未使用スタティックロープ
：ホワイト色、2005年製11mm径
- イ 試験装置 登山用ロープ落下衝撃試験施設
- ウ 試験場所 当研究所及び独立行政法人製品評価技術基盤機構北関東支所
- エ 試験方法 (18)の図20に示す登山用ロープ落下衝撃試験施設により、有効長さ2.8mのロープの一端を固定し、所定の支点上方2.5mの高さから、ロープの先端に80kgのおもりをつるして、同一試料について2回自然落下させ、初回はオシログラフによってロープの衝撃応力を測定し、2回目は試料が切断しないかどうか目視により確認を行う。試験に使用する支点には、日本工業規格 G4303 (1991

年) ステンレス鋼棒に定める SUS304 であって曲率半径 5 mm ± 0.1mm のものを用いる。また、試料の結び方は、ブーリンノットで行う。

オ 結果及び考察 落下衝撃試験の実施結果について表7に示す。

表7

落下衝撃試験	1回	15.94kN
	2回	切断しない

国内において落下衝撃試験は、主に登山中の滑落時におけるロープの衝撃吸収性を検査するもので、衝撃荷重(応力)が11.7683kN以下であること等が要求され、加えてせん断衝撃試験の合格と外観仕上げ等の検査に合格することによりSマークが貼付され、落下係数は約1.79となる¹²⁾。

試料は、登山用の伸びの大きいダイナミックロープと異なり、伸び率の少ないセミスタティックロープであり、衝撃荷重については規定外である。ダイナミックロープについてはCEでのEN892(ダイナミックロープに関するヨーロッパ基準)によって規定され、認証試験場において、2.5mのロープの一端を固定し、直径10mmのエッジ(支点)上方2.3mの高さからビレイヤー体重とギア重量の合計の平均値である80kgのおもりをつけて落下させ、この際のロープにかかる1回目の最大衝撃荷重が、人体が耐えられる限界の衝撃とされている12kN未満であること等が要求されており、国内のSマークに類似した基準内容となっている¹³⁾。なお、登山、クライミング等での墜落や落下は、落下距離による運動エネルギーが、それを止めるロープの伸びにより弾性エネルギーと支点、ビレイヤーへの衝撃といった形で保存される。墜落による

衝撃はロープによって大半は吸収されるが、吸収し切れなかった衝撃は、支点、ビレイヤーに掛かってくる。もしもロープが完全な弾性体で衝撃の全てを吸収するとしたらそれはバンジージャンプのようなものである¹⁴⁾。

質量Mのものが高さHのところにある時の位置エネルギーをE (Nm=kgm²/s²) とすると、次式が成り立つ。

$$E=MGH$$

墜落によりこれだけのエネルギーが運動エネルギーに変わる。

地面に墜落する瞬間の落下速度をV (m/s)、G：重力加速度 (9.81m/s²)、墜落距離をH (m)、落下時間をT (秒) とすると次式が成り立つ。

$$V=GT、H=VT/2=GT^2/2$$

例えば70kgの人間が、20m上がった地点からさらに20m上った地点において墜落すると、落下距離は40mとなり、その墜落による運動エネルギーは70×9.81×40=274.4 (kJ)で、約27ton もの衝撃荷重となる。

また、墜落時間は2.85秒、墜落速度は秒速27.9 (m/s)、時速にすると100 (km/h) に達する。

ロープが吸収する弾性エネルギーは次式で近似的に表すことができ、運動エネルギーからこの弾性エネルギーを差し引いたエネルギーが衝撃荷重となる。

$$D=KX^2/2 \quad K：バネ定数 (N/m)$$

なお、UIAA (国際アルピニスト協会により定められた規格) やCE規格品のダイナミックロープに限って示された衝撃荷重の計算式を下記に示す¹⁴⁾。

$$F = M/80 \times f \times 4.5 \quad F：衝撃荷重 (kN)$$

M：落下するおもりの質量(kg) f：落下係数

また、ロープは完全な弾性体でないが、一般的なロープの衝撃荷重の計算値は概ね次式で示される¹³⁾¹⁴⁾¹⁵⁾。

$$F = MG + MG\sqrt{1+2fK/MG}$$

F：衝撃荷重(N)

M：落下するおもりの質量(kg)

G：重力加速度(9.81m/s²)

f：落下係数、

K：ロープの標数

これらは理論値であり、実際の墜落では、衝撃荷重はロープの伸びやダイナミックビレイ等幾つかの要因により吸収されることもあるが、逆に岩角等へのロープのジャミング等により落下係数が大きくなるために、衝撃荷重が増える場合もある¹⁶⁾。

試料ロープのロープの標数(K)は引張り強さ/伸び率から約「93530」と算出され¹³⁾¹⁵⁾、本試験において理論計算上は約16.9kNの衝撃荷重となるが、表7のとおり1回目の破断荷重は15.94kNとなり、やや理論値を下回っており、前述したようにロープの伸び等幾つかの要因により衝撃が吸収されたものと考えられる。

また、万が一の落下による衝撃を軽減するための対策として、f (落下係数) を小さくすることが必要であり、出来る限り上に自己確保を設定し、落下距離を短くしたり、出来るだけロープを長くするほか、フィックスロープのようにロープを横に渡してやる等の対策が考えられる。

(20) 疲労試験

ア 試料 新品未使用スタティックロープ
：ホワイト色、2005年製11mm径

イ 試験装置 ロープ引張試験機 島津式
横引 RH-100

ロープ疲労試験機 芦森工業(株) 50t 式

ウ 試験場所 当研究所及び芦森工業(株)大
阪工場

エ 試験方法 試料の両端にフィギュアエ
イトオンバイトを作製し、ロープ疲労
試験機にてロープを600kg弱の負荷で
5000サイクル、600kg負荷で10000サイ
クルの繰り返し引張り後、専用ピン状チャ
ック（直径40mm）を用い JIS L2704に準
じた引張試験を実施。ロープ疲労試験機
を写真24に、疲労試験の状況について写
真25に示す。

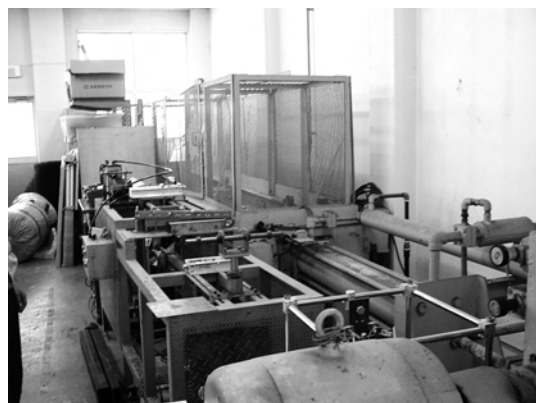


写真24 ロープ疲労試験機

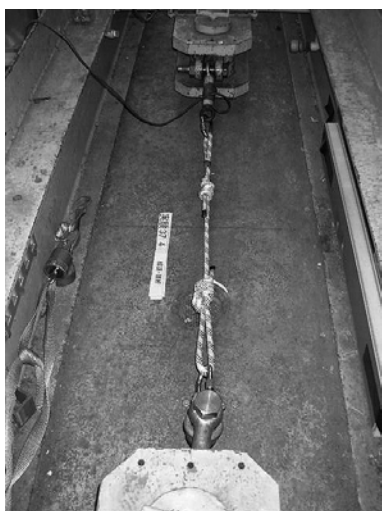


写真25 疲労試験

オ 結果及び考察 疲労試験後の破断強度
について図22に示す。

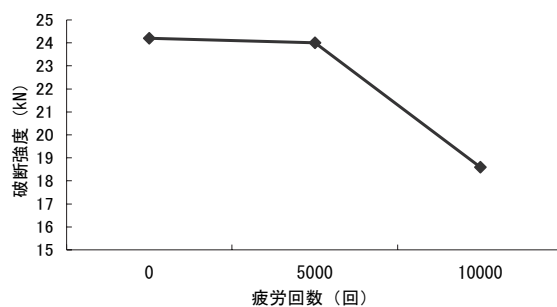


図22 疲労試験後の破断強度

図22のとおり、600kg弱の負荷で5000サイ
クルでは24.0kN となり、強度変化はあまり
見られなかったが、600kg負荷で10000サイ
クル後では18.6kN となり、23%の強度低下が
見られた。なお、いずれにおいても結索部
において破断する結果であった。

(21) 分子構造変化の測定

ア 試料 新品未使用スタティックロープ
：ホワイト色、2005年製11mm径

使用したスタティックロープ：ホワイト
色、2003製11mm径（札幌市内 a 署、b
署で各1.5年使用）及び1995年製10.5mm
径（メーカー提供10年使用）

イ 測定装置 赤外分光光度計 日本分光
（株） FT/IR -620V

ウ 試験場所 当研究所

エ 試験方法 赤外分光光度計を使用して
各試料の成分特定及び酸化状況を確認す
る。

オ 結果及び考察 実施各試料（外皮濃色
部分）とナイロン6の赤外線吸収スペク
トル（比較）を図23、同じく実施各試料
の赤外線吸収スペクトルを図24、同スペ
クトルの一部拡大図を図25に示す。

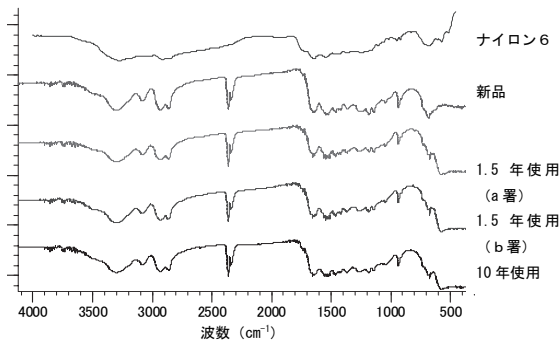


図23 ロープとナイロン6の赤外線吸収スペクトル(比較)

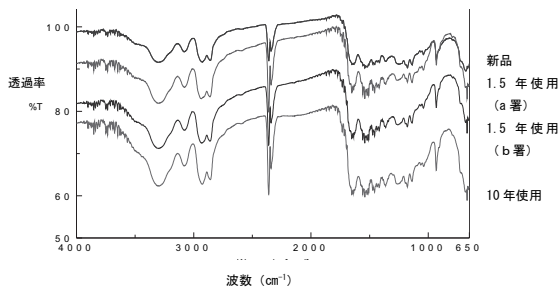


図24 ロープの赤外線吸収スペクトル

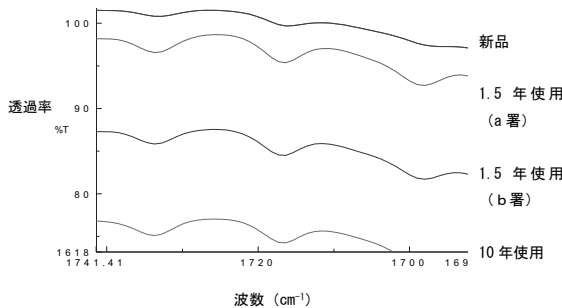


図25 ロープの赤外線吸収スペクトル(一部拡大)

図23の各ロープにおいて測定した赤外線吸収スペクトルを見ると、ナイロン6のスペクトルと違い空気中にある二酸化炭素の影響による吸収が 670cm^{-1} 付近のほか、大きく 2350cm^{-1} 付近に見られるが、スペクトルの出現波数とそのピーク強度の割合一致率(約71%~77%)がライブラリー中で最も高い物質はナイロン6であり、試料ロープの成分はナイロン6であると確認される。

ナイロン6は日光や酸化等により経年劣化することが知られている。日光による劣化は、光吸収に伴う光化学反応で、紫外光による分

子結合の切断が主原因である⁴⁾。また、酸化反応によりカルボニル基が生成されると、そのピークの発生は 1715cm^{-1} 付近に予想される²⁾。ナイロン6のペクトルを見ると、同付近に大きな吸収帯が存在していること¹⁷⁾。また、図24により、測定したスペクトルにおいても空気中の水蒸気の影響と思われる細かな連続波形($1200\sim 1800\text{cm}^{-1}$ 付近、 $3000\sim 4000\text{cm}^{-1}$ 付近)が混在している。このため、図24及び図25において、確認される 1715cm^{-1} 付近の波形がカルボニル基の生成を示すものか、ナイロン6元々の波形或いは水蒸気によるものなのか明確でないものの、10年使用したロープにおいても、酸化時に生成されるカルボニル基の波形が顕著には見られないことから、比較的酸化に強いものと考えられる。

(22) 熱特性の測定

ア 試料 未使用スタティックロープ：ホワイト色、2005年製11mm径

使用後のスタティックロープ：ホワイト色、2003製11mm径(札幌市内a署、b署)及び1995年製10.5mm径(メーカー提供)

イ 測定装置 熱分析装置 SII TG/DTA6300

ウ 試験場所 当研究所

エ 試験方法 熱分析装置を使用して各試料を10mg採取し、空気を $300\text{ml}/\text{min}$ で供給しながら熱特性を測定。

オ 結果及び考察 新品ロープの熱分析を図26、1.5年使用したロープの熱分析を図27、10年使用したロープの熱分析を図28に示す。

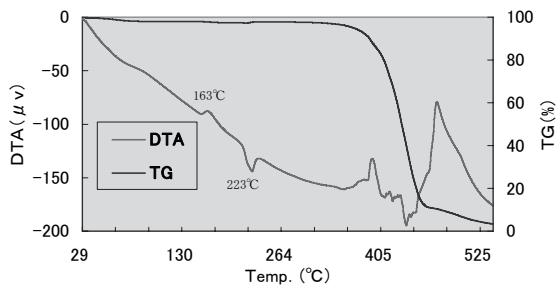


図26 新品ロープの熱分析 (外皮白色部)

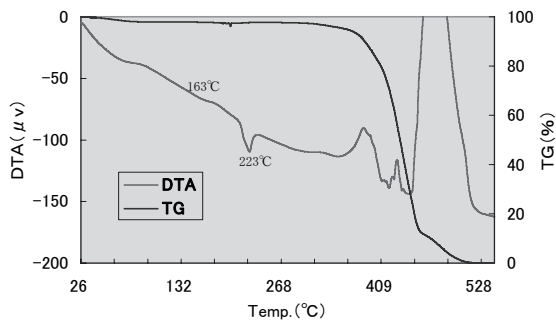


図27 1.5年使用したロープの熱分析 (外皮白色部)

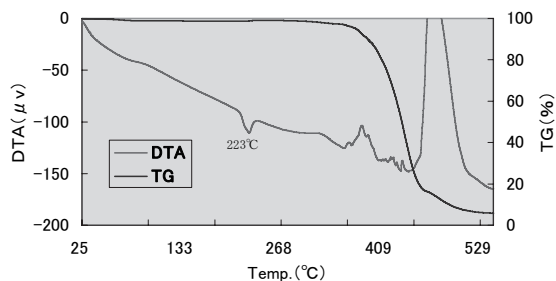


図28 10年使用したロープの熱分析(外皮白色部)

新品ロープの軟化ピーク温度は約163℃、融解ピーク温度は約223℃であり、メーカー提供のナイロン6の軟化点及び融点に関する性状と概ね一致したほか、それぞれ経年劣化したロープにおいても融解ピーク温度は約223℃を示した。一方で、軟化を示す吸熱ピークについては、1.5年使用したロープにおいて約163℃付近に見られるものの、そのピークは新品に比べ小さく、10年使用したロープに関しては軟化の吸熱ピークは明確に現れなかった。ナイロンは経年や使用劣化により次第に硬化することが知られており、硬化していることにより熱が加わっても顕著に軟化せ

ず、やがて融点に達したときに突然溶け出すものと考えられる。ほか、軟化点以外の熱特性に関し新品との差異はあまり見られなかったことから、試料ロープは、比較的経年による耐熱性の低下は少ないものと考えられる。

(2) 破断状況観察試験

ア 試料 新品未使用スタティックロープ
：ホワイト色、2005年製11mm径

イ 測定装置 ロープ引張試験機 島津式
横引 RH-100

高速度カメラ フォトロン FASTCAM
-APXRS250K FASTCAM-APXR
S250KC

実体顕微鏡 オリンパス SZ6045TR

デジタルマイクロスコープ キーエンス
VHK-500

ウ 試験場所 当研究所及び芦森工業(株)
大阪工場

エ 試験方法 試料の両端にフィギュアエイトオンアバイトを作製し、専用ピン状チャック(直径40mm)を用いJIS L2704に準じた引張試験を実施。その際、高速度カメラにより15000及び31500fpsで破断状況を撮影するとともに、実体顕微鏡及びデジタルマイクロスコープにより各結索の破断箇所について検証した。

オ 結果及び考察 写真26にフィギュアエイトオンアバイト、写真27にダブルフィギュアエイト、写真28にフィギュアナイン、写真29にブーリンノット、写真30にダブルブーリンノットの破断状況を示す。また、フィギュアエイトオンアバイトの破断箇所について写真31に、デジタルマイクロスコープで撮影した破断箇所について写真32に、高速度カメラにおいて

15000fps で撮影した破断状況について
写真33に、同じく31500fps で撮影した
破断状況について写真34に示す。

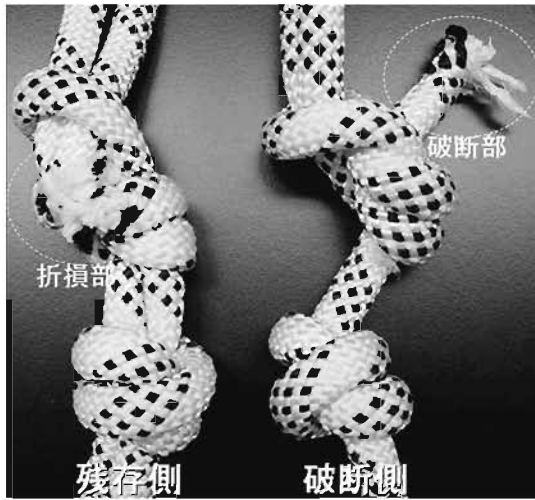


写真26 破断状況
(フィギュアエイトオンアバイト)

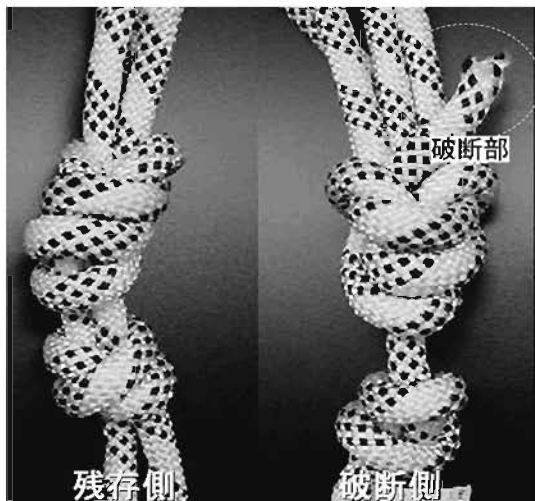


写真27 破断状況 (ダブルフィギュアエイト)



写真28 破断状況 (フィギュアナイン)



写真29破断状況 (ブーリンノット)

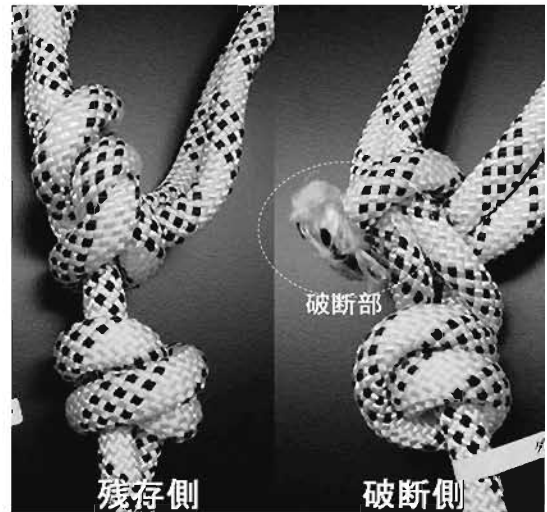


写真30 破断状況 (ダブルブーリンノット)



写真31 破断箇所
(フィギュアエイトオンアバイト)

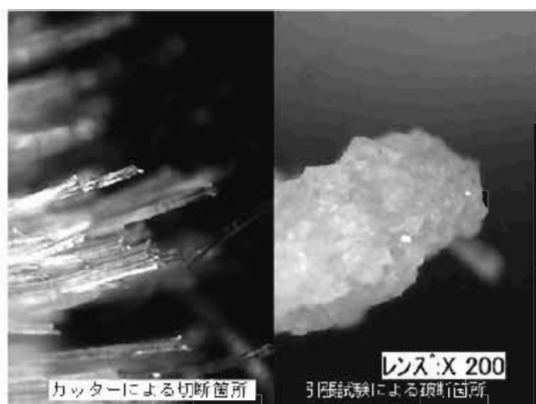


写真32 デジタルマイクロスコブによる破断画像（倍率200）



写真33 高速度カメラによる破断画像（フィギュアエイトオンアバイト15000fps）



写真34 高速度カメラによる破断画像（フィギュアエイトオンアバイト31500fps）

殆どの結索において破断は、結び目内部からこの際にかけての範囲で発生している。ロープのストランドは螺旋構造であり、引張応力が作用すると各ストランドにはロープ中心方向に応力が生じる⁷⁾。加えては引張応力により結び目を構成するロープが縮まること

で、結び目内にあるロープ部分との間に生じる摩擦が増加して損傷し破断に至るものと思われる。また、試験直後のロープは試験前に比べ温かくなっており、破断部分を実体顕微鏡及びデジタルマイクロスコブ（写真32）で観察すると、ストランド表面に損傷が見られるほか、一部が融着している。カッターによる切断箇所と比較すると違いは明確であり、ストランド相互の摩擦により熱が発生している状況が確認される⁷⁾。

この結果から、ロープ使用時には特に結び目における損傷の有無について留意する必要があると思料される。

5 テープスリングの実験

(1) 新品テープスリングの強度及び経年劣化の影響

ア 試料 新品未使用テープスリング：イエロー色、2005年製 幅19mm、長さ120cm
使用後のテープスリング：オレンジ色、2003年製 幅19mm、長さ120cm（札幌市内a署で2年使用）

イ 測定装置 ロープ引張試験機 島津式横引 RH-100

ウ 試験場所 当研究所及び芦森工業(株)大阪工場

エ 試験方法 専用ピン状チャック（直径40mm）を用い JIS L2704 に準じた引張試験を実施。新品及び2年使用したテープスリングの外観について写真35に示す。

オ 結果及び考察 新品スリング及び経年劣化したテープスリングの強度について図29に示す。

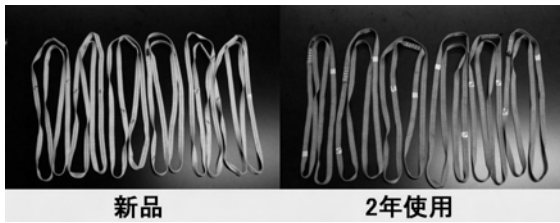


写真35 テープスリング外観

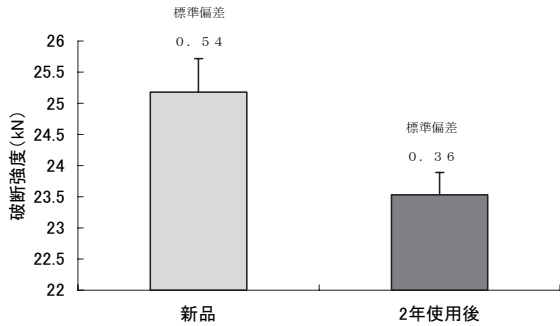


図29 新品及び劣化したテープスリングの強度

新品テープスリング強度の平均値は約25.2kNとなり、メーカーが示す新品スリングの破断強度である22.0kN以上となったほか¹⁸⁾、標準偏差は、0.54であり、製造過程におけるロット強度のバラツキはあまり見られなかった。また、2年経過したスリング強度の最大低下率は新品に比べ約9%で、標準偏差は、0.36であり、実験前、他に比べ突出して損傷した試料が無く、強度のバラツキはあまり見られなかった。

(2) 水の影響

- ア 試料 新品未使用テープスリング：イエロー色、2005年製 幅19mm、長さ120cm
- イ 測定装置 ロープ引張試験機 島津式 横引 RH-100
- ウ 試験場所 当研究所及び芦森工業(株)大阪工場
- エ 試験方法 試料を、20℃±2℃の水に10分間、30分間及び1時間浸漬させる。取り出し後、1分間以内に専用ピン状チャック(直径40mm)を用いJIS L2704

に準じた引張試験を実施。

オ 結果及び考察 水濡れによる強度変化について図30に示す。

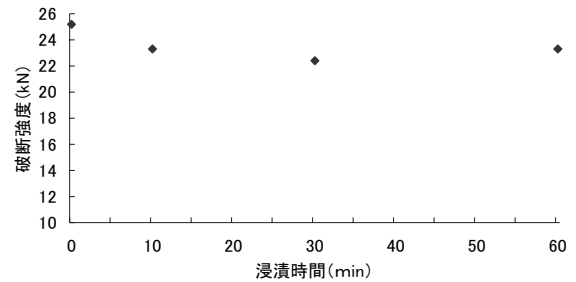


図30 水濡れの影響

水への浸漬時間の違いによる強度変化はあまり見られず、ロープと同様に水濡れによる強度の低下傾向が見られ、最大で約11%の強度低下が見られた。

(3) 灯油の影響

- ア 試料 新品未使用テープスリング：イエロー色、2005年製 幅19mm、長さ120cm
- イ 測定装置 ロープ引張試験機 島津式 横引 RH-100
- ウ 試験場所 当研究所及び芦森工業(株)大阪工場
- エ 試験方法 試料を、23℃±2℃の白灯油中に30秒、10分及び1時間完全に静置(JIS K7114)後取り出し、一週間常温で静置した後、専用ピン状チャック(直径40mm)を用いJIS L2704に準じた引張試験を実施。
- オ 結果及び考察 灯油による強度変化について図31に示す。

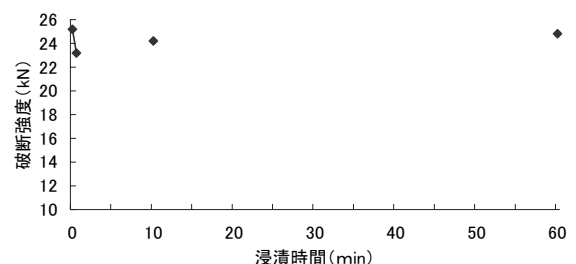


図31 灯油の影響

灯油付着後1週間常温放置したスリング強度の最大低下率は約8%である。ナイロンは、油類や燃料に対しては極めて優れた耐性を有するものであり、若干の吸収があるものの、劣化や化学変化はないものである⁴⁾⁵⁾。このことから、ロープの実験(8)と同様に灯油において確認された強度低下は、化学変化によるものではなく、完全に乾燥しておらず膨潤による物理変化の影響であると考えられる。

(4) 温度の影響

ア 試料 新品未使用テープスリング：イ

エロー色、2005年製 幅19mm、長さ120cm

イ 測定装置 ロープ引張試験機 島津式

横引 RH-100

低温装置 矢野特殊自動車 試験用冷凍庫 TD43C4L

高温装置 東洋精機製作所 標準ギヤ老化試験機

ウ 試験場所 当研究所及び芦森工業(株)大阪工場

エ 試験方法 試料を、-20℃の低温装置内に1時間及び3時間、高温装置内に50℃で3時間、100℃で10分間、250℃で1分及び3分間保持して取り出し後、1分間以内に専用ピン状チャック(直径40mm)を用いJIS L2704に準じた引張試験を実施。

オ 結果及び考察 寒冷による強度変化について図32に、中高温による強度変化について図33に示す。

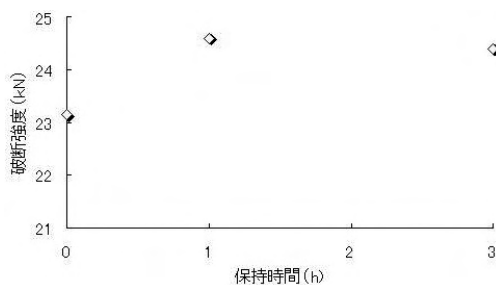


図32 寒冷(-20℃)の影響

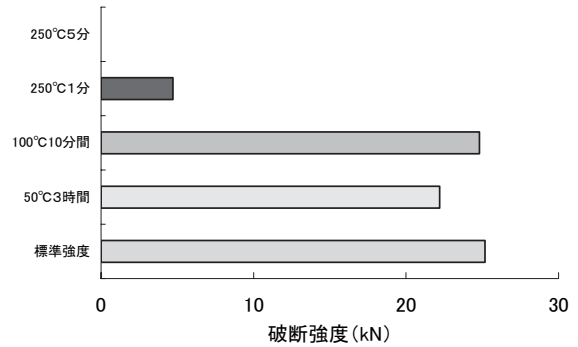


図33 中高温の影響

約-20℃の寒冷では、強度は最大で約6%増加し、ロープ同様に寒冷による増加傾向が認められた。

50℃での中温域では、強度の低下率約11%、100℃の熱気では強度の低下率約2%となり、それぞれ強度は低下傾向を示した。なお、250℃の高温で1分間保持した場合、強度は約81%まで急激に低下し、250℃5分では溶解し測定不能の状態となった。

(5) 切損の影響

ア 試料 新品未使用テープスリング：イ

エロー色、2005年製 幅19mm、長さ120cm

イ 測定装置 ロープ引張試験機 島津式

横引 RH-100

ウ 試験場所 当研究所及び芦森工業(株)大阪工場

エ 試験方法 試料を、幅19mmに対して1/4、1/2切ったものを専用ピン状チャック(直径40mm)を用いJIS L2704に準じた引張試験を実施。試料の破断状況を写真36に示す。



写真36 折損状況

オ 結果及び考察 切断による強度変化について図34に示す。

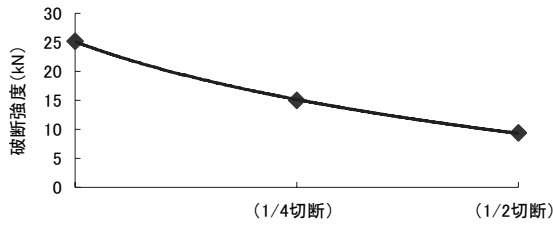


図34 折損の影響

測定の結果、それぞれ折損箇所まで破断に至っている。テープスリングは幅19mmであり、今回1/4 (約4.75mm) 切断したスリングの強度低下率は約40%、1/2 (約9.5mm) 切断したスリングの強度低下率は約65%であった。図34から例えば1/8 (約2.375mm) 切断した場合、残存強度は概ね20kN弱となり、約21%の強度低下率となるもの推察される。

(6) 磨耗試験

ア 試料 新品未使用テープスリング：イエロー色、2005年製 幅19mm、長さ120cm

イ 測定装置 ロープ引張試験機 島津式 横引 RH-100

ロープ磨耗試験機 芦森工業(株) 三連式

ウ 試験場所 当研究所及び芦森工業(株)大阪工場

エ 試験方法 磨耗試験機にて、磨耗面粒度の#120サンドペーパーを用い、磨耗速度50回/min、10kg負荷の条件下で50回、100回及び150回の磨耗を縫製部分と縫製部分以外について実施後、専用ピン状チャック(直径40mm)を用いJIS L2704に準じた引張試験を実施。

オ 結果及び考察 縫製部における磨耗試験後の破断状況について写真37に、縫製部分以外における磨耗試験後の破断状況について写真38に、同じく縫製部分以外

における磨耗試験後の磨耗状況について写真39、各磨耗試験後の破断強度について図35に示す。

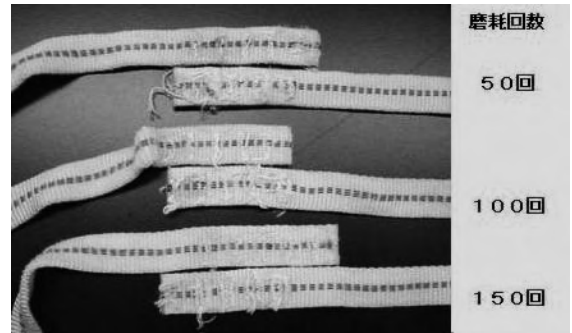


写真37 縫製部における磨耗試験後の破断状況

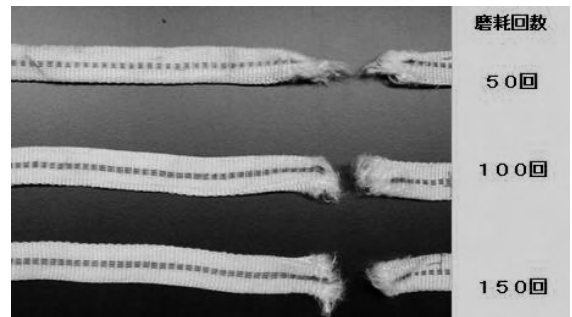


写真38 縫製部分以外における磨耗試験後の破断状況

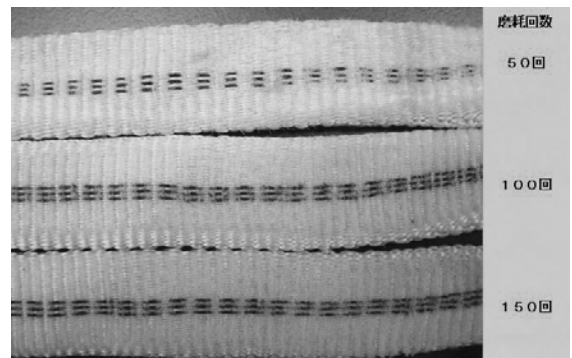


写真39 縫製部分以外における磨耗試験後の磨耗状況

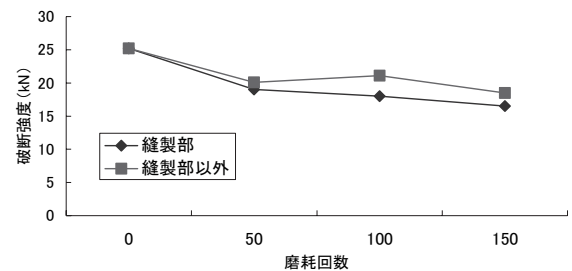


図35 磨耗の影響

破断箇所は全て摩耗箇所であった。縫製部分及び縫製部分以外にも50回、100回及び150回になるにつれ強度はほぼ低下傾向を示している。なお、強度低下率は、縫製部分以外に比べ、縫製部分の方が大きい。

(7) 分子構造変化の測定

ア 試料 新品未使用テープスリング：イエロー色、2005年製 幅19mm、長さ120cm
 使用後のテープスリング：オレンジ色、2003年製 幅19mm、長さ120cm（札幌市内a署で2年使用）

イ 測定装置 赤外分光光度計 日本分光（株）FT/IR-620V

ウ 試験場所 当研究所

エ 試験方法 赤外分光光度計を使用して実施。各試料の成分特定及び酸化状況としてカルボニル基の生成について測定する。

オ 結果及び考察 実施各試料とナイロン6の赤外線吸収スペクトル（比較）を図36、同じく実施各試料の赤外線吸収スペクトルを図37、同スペクトルの一部拡大図を図38に示す。

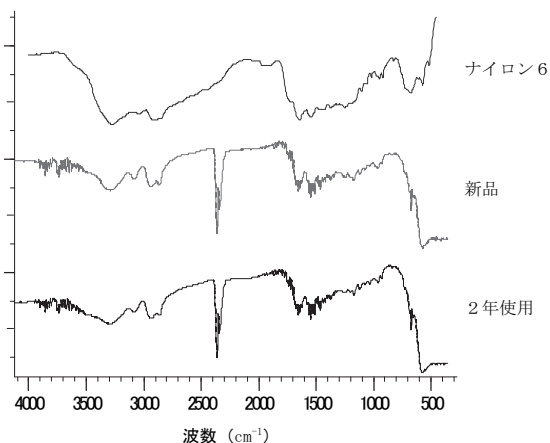


図36 テープスリングとナイロン6の赤外線吸収スペクトル（比較）

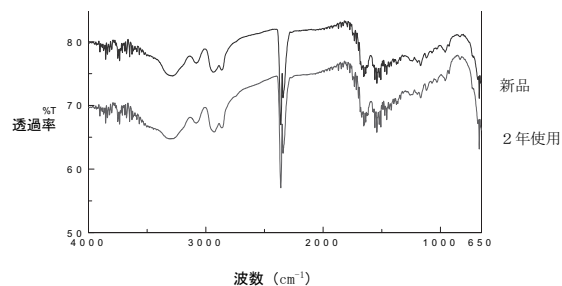


図37 テープスリングの赤外線吸収スペクトル

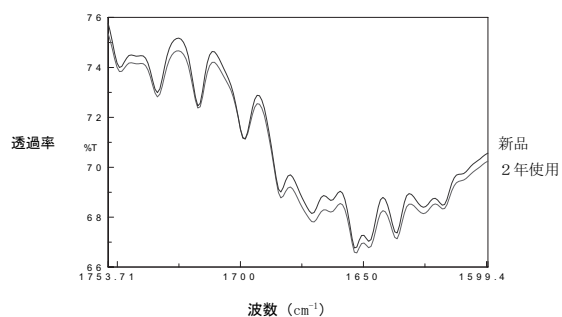


図38 テープスリングの赤外線吸収スペクトル（一部拡大）

実施した各スリングの赤外線吸収スペクトルを見ると、ナイロン6のスペクトルと違い空気中にある二酸化炭素の影響による吸収が 670cm^{-1} 付近のほか、大きく 2350cm^{-1} 付近に見られるが、スペクトルの出現波数とピーク強度の割合一致率（約70%）から、試料の成分はナイロン6であると同定された。ロープでの実験(21)の結果と同様に確認される 1715cm^{-1} 付近の波形がカルボニル基の生成を示すものか、ナイロン6元々の波形或いは水蒸気によるものなのか明確でないものの、酸化時に生成されるカルボニル基の波形が顕著には見られないことから、比較的酸化に強いものと考えられる。

(8) 熱特性の測定

ア 試料 新品未使用テープスリング：イエロー色、2005年製 幅19mm、長さ120cm
 使用後のテープスリング：オレンジ色、2003年製 幅19mm、長さ120cm（札幌市内a署で2年使用）

イ 測定装置 熱分析装置 SII TG/DTA6300

ウ 試験場所 当研究所

エ 試験方法 熱分析装置を使用して各試料を10mg採取し、空気を300ml/min 供給しながら熱特性を測定。

オ 結果及び考察 新品テープスリングの熱分析を図39、2年使用したテープスリングの熱分析を図40に示す。

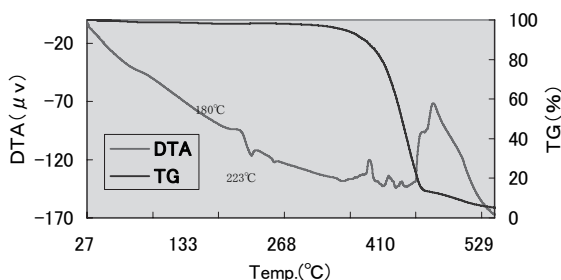


図39 新品テープスリングの熱分析

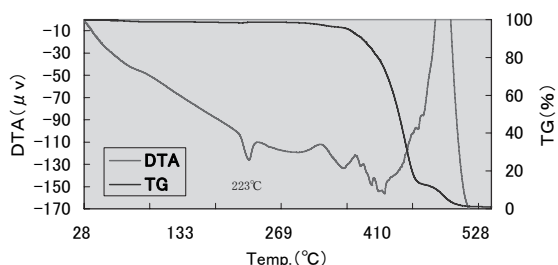


図40 2年使用したテープスリングの熱分析

測定の結果、新品スリングの軟化ピーク温度は約180°C付近、同じく融解ピーク温度は約223°C付近を示した。2年使用したスリングについては、融解ピーク温度は新品と同様に約223°C付近であったが、軟化を示す吸熱ピークについては、明確に現れなかった。このことから、ロープでの実験(22)の結果と同様に、新品に比べ、経年及び使用劣化から硬化していることにより熱が加わっても顕著に軟化せず、硬化状態で融点に達したものと考えられる。ほか、軟化点以外の熱特性に関し新品との差異はあまり見られず、試料スリングは、比較的経年による耐熱性の低下は少ない

ものと考えられる。

(9) 破断状況観察試験

ア 試料 新品未使用テープスリング：イエロー色、2005年製 幅19mm、長さ120cm

イ 測定装置 ロープ引張試験機 島津式横引 RH-100

高速度カメラ フォトロン FASTCAM-APXRS250K

実体顕微鏡 オリンパス SZ6045TR

ウ 試験場所 当研究所及び芦森工業(株)大阪工場

エ 試験方法 専用ピン状チャック（直径40mm）を用い JIS L2704 に準じた引張試験を実施。その際、高速度カメラにより45000fps で破断状況を撮影し、目視のほか実体顕微鏡により破断箇所について検証した。

オ 結果及び考察 写真40に縫製部及び縫製部での破断状況、写真41に縫製部際での破断状況、写真42に縫製の状況、写真43に高速度カメラで撮影した破断状況について示す。

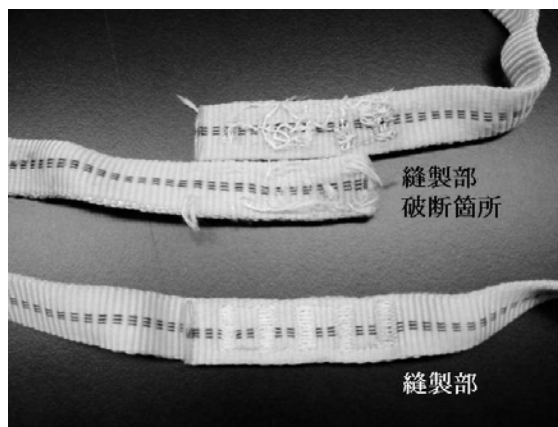


写真40 破断状況（縫製部）

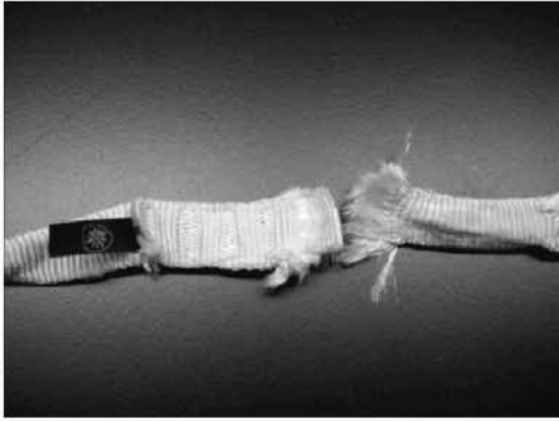


写真41 破断状況（縫製部際）

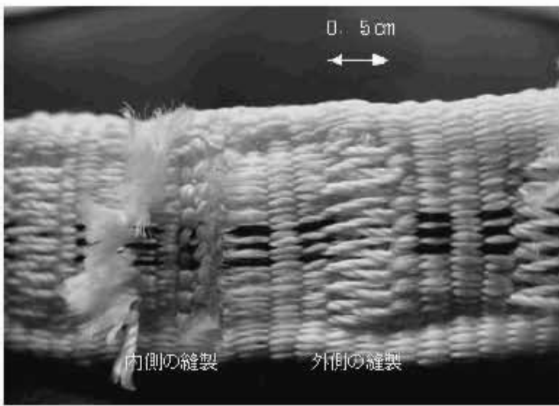


写真42 縫製の状況

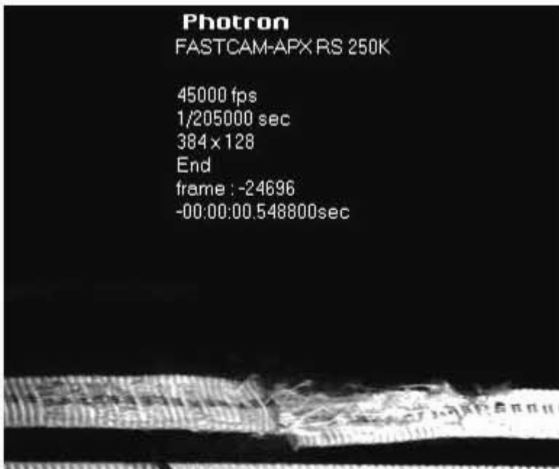


写真43 高速度カメラによる破断映像
(45000fps)

写真40のとおり、テープスリングの縫製部分を見ると、大まかに見て5箇所において三つ打ちに縫られた縫製糸により縫製されている。1箇所の縫製部分は外側において長さ

(縦) 方向に約0.5cm幅で10箇所にかけてジグザグに縫製され、さらにこの内側において幅(横) 方向において2列にわたって縫製されており、それぞれ裏側まで縫製されている(写真42)。高速度カメラにより縫製が徐々にほつれて破断に至る過程が確認された(写真43)。また、写真40及び写真41に示すとおり、破損箇所は縫製部分もしくはこの際であり、点検の際にはこれらの部分について特に注意を払う必要がある。

なお、メーカー資料によると、テープスリングは伸び率がほとんどないことから、衝撃吸収性が低いので注意が必要である。

6 まとめ

本研究において次のことが確認された。

(1) ロープについて

ア 新品ロープの破断強度は約33.0kNで、製造過程におけるロッドのバラツキは少ない。

イ 新品ロープは、短期的に集中した使用で損傷が見られない場合、大きく強度低下しない。

ウ 1.5年使用したロープの強度低下率は約31%、2年使用したロープは約35%であった。

エ 結索の種類による強度保持率は、フィギュアナインが80.6%、ダブルフィギュアエイトが70.0%、フィギュアエイトオンアバイトが65.5%、プーリンノットが65.2%、ダブルプーリンノットが61.2%となった。

オ 硬く締まった結索に比べ、遊びがあり更に締まる余裕が多い結索の方が破断強度は高い。

カ フィギュアエイトオンアバイトにおい

て、外皮の強度は8.5kN、内芯の強度が約15.0kN、ストランド1本あたりの強度は約1.1kNで、外皮は、全体強度の約36パーセントの比率を占めている。

キ 水濡れ後1週間常温にて放置したものは、強度の最大低下率が約10%、水濡れ直後においては最大で約19%低下した。さらに、2年使用したロープの水濡れ直後における強度は、新品ロープに比べ最大で約47%低下した。

ク アルカリ（10wt%水酸化ナトリウム水溶液）の付着により全体的に白く色あせが確認され、強度の最大低下率が約20%であった。酸（37wt%硫酸）に3分間浸漬させたものの強度低下率は約76%で、一瞬浸したものでも大きく強度低下した。エンジンオイルでは強度が最大で約10%増加した。ガソリンでは強度の最大低下率が約6%、灯油については、付着後1週間常温放置したものは、強度の最大低下率が約8%、付着直後のものは、最大低下率が約12%であった。

ケ 降下器具との摩擦により受熱したロープ強度の最大低下率は約32.4%で、急速な懸垂下降は、下降中に摩擦熱を持ってしまう。

コ 100℃10分間の熱気では強度の最大低下率が約11%、215℃10分間では強度の最大低下率が約60%、同じく250℃10分間の熱気では強度の最大低下率が約85%となり、もはや使用に耐えうる残存強度は無かった。約-20℃の寒冷で強度は上昇傾向にあったほか、50℃では3時間経過後も強度変化はほとんど見られなかったことから、メーカーが設定した使用気温（-35℃から55℃）の範囲内における

安全性が確認された。

サ 凍結（-20℃）すると、強度は約13%増加する。

シ 破断強度は、支点の径（直径10mmから40mmまで）変化による影響は受けない。

ス 新品ロープにおいて、破断時の伸び率（破断伸度）は約34%、同じく1.5年使用したロープでは、約30.8%の伸び率であった。

セ フィギュアエイトオンアバイトを利用した試料において破断伸度は約62%であり、引き上げ等の際、展張時の長さが元の長さの概ね20%増で1.5kN、概ね40%増で5kNの荷重がかかっていると判断できる。

ソ EN1891に準拠した伸び率は、新品ロープで約2%、中古ロープでは2.3%となった。無負荷状態では中古ロープは、新品ロープに比べ約5%縮んでおり、0→50kgでの伸び率を見ると、新品ロープに比べ1%以上増加している。

タ #120のサンドペーパーで10kgの負荷を掛け摩擦を繰り返した際、磨耗50回では、磨耗の無い結索部で破断し、結索部以上の強度保持が確認された。磨耗100回では、磨耗部分で破断し、強度低下率は約26%となり、同じく磨耗150回では強度低下率が約35%であった。破断に至るまでの磨耗回数を見ると、外皮はそれぞれ約140回で破損し、200回弱で完全な破断に至るものが見られた。

チ 外皮を0.3cm、0.6cm、0.9cm幅で折損したものでは、折損の無い結索部で破断しており、折損部分は結索部以上の強度保持が確認されたが、使用時の荷重による損傷の拡大は明白であり、内芯が見え

るほどに損傷したものは再使用しないことが大切である。

ツ 落下係数が約1.79で80kgの重りを落下させた時のせん断衝撃荷重は、1.60kNとなり、Sマーク取得にかかるせん断試験の合格条件である1.47kN以上を上回る結果となった。

テ 試料ロープのロープの標数(K)は約「93530」となり、M(隊員等重量)とf(落下係数)を計算式 $F = MG + MG\sqrt{1 + 2fK/MG}$ に代入することによりF(衝撃荷重)の理論値が求められる。

万が一の落下による衝撃を軽減するための対策として、出来る限り上に自己確保を設定して落下距離を短くしたり、出来るだけロープを長くすること等が必要である。

ト 疲労試験として600kg弱の負荷で5000サイクル繰り返し引張り後の強度は24.0kNとなり、新品と比較して強度変化はあまり見られなかったが、600kg負荷で10000サイクル後では18.6kNとなり、23%の強度低下が見られた。

ナ 赤外分光光度計による分析の結果、ロープの主成分はナイロン6であると同定された。なお、酸化時に生成されるカルボニル基が顕著には見られないことから、比較的酸化に強いものと考えられる。

ニ 熱分析装置による熱分析の結果、各ロープの融解ピーク温度は約223℃であった。軟化を示す吸熱ピークについては、新品が約163℃付近に比較的顕著に現れるが、1.5年使用したロープにおいてそのピークは小さく、10年使用したロープに関しては明確に現れなかった。このことから、ナイロンは経年や使用劣

化により次第に硬化すると、顕著に軟化が生じないうちに融点に達し突然溶け出すことがあるものと考えられる。ほか、軟化点以外の熱特性に関し新品との差異はあまり見られず、試料ロープは、比較的経年による耐熱性の低下は少ないものと考えられる。

ヌ 殆どの結索において破断は、結び目内部からこの際にかけての範囲で発生しており、ロープ使用時には結び目付近における損傷の有無について特に留意する必要がある。

(2) テープスリングについて

ア 新品スリング強度の平均値は約25.2kN、2年経過したスリング強度の最大低下率は新品に比べ約9%で、製造過程におけるロットのバラツキは少ない。

イ 水への浸漬時間の違いによる強度変化はあまり見られず、水濡れにより強度は低下傾向にあり、最大で約11%の強度低下が見られた。

ウ 灯油付着後1週間常温放置したスリング強度の最大低下率は約8%である。

エ 約-20℃3時間の寒冷では、強度は最大で約6%増加し、寒冷による増加傾向が認められた。50℃3時間での中温域では、強度の低下率約11%、100℃10分間の熱気では強度の低下率約2%となり、それぞれ強度は低下傾向を示した。250℃の高温で1分間保持した場合、強度は約81%まで急激に低下し、250℃5分では溶解した。

オ 幅に対し1/4切断したスリングの強度低下率は約40%、1/2切断した時の強度低下率は約65%であった。

カ #120のサンドペーパーで10kgの負荷を掛け50回、100回及び150回の摩耗を縫製部分と縫製部分以外について実施した後の引張試験では、破断箇所は全て摩耗箇所となった。縫製部分及び縫製部分以外ともに摩耗回数が増加するにつれ強度はほぼ低下傾向を示した。また、強度低下率は、縫製部分以外に比べ、縫製部分の方が大きい。

キ 赤外分光光度計による分析の結果、スリングの主成分はナイロン6であると同定された。なお、酸化時に生成されるカルボニル基が顕著には見られないことから、比較的酸化に強いものと考えられる。

ク 熱分析装置による熱分析の結果、新品スリングの軟化ピーク温度は約180℃付近、同じく融解ピーク温度は約223℃付近を示した。2年使用したスリングについては、融解ピーク温度は新品と同様であったが、軟化を示す吸熱ピークについては、明確に現れず、新品に比べ硬化していることにより熱が加わっても顕著な軟化を示さないうちに融点に達したものと考えられる。ほか、軟化点以外の熱特性に関し新品との差異はあまり見られず、試料スリングは、比較的経年による耐熱性の低下は少ないものと考えられる。

ケ 高速度カメラにより縫製が徐々にほつれて破断に至る過程が確認された。破損箇所は縫製部分もしくはこの際であり、点検の際これらの部分について特に注意を払う必要がある。

7 参考文献

1) エーデルリッド：DEALER WORK BOOK2005

- 2) 加藤ら：繊維ロープの劣化特性とリユース
- 3) 札幌市消防局：警防活動要領Ⅱ
- 4) 日本繊維製品消費科学会：新版繊維製品消費科学ハンドブック
- 5) ユニチカ(株) homepage：ユニチカ樹脂サイト
- 6) 白崎繊維工業：homepage 繊維の種類と水分に対する性能
- 7) 杉浦ら：繊維ロープのアイスプライス、結節強さ
- 8) (株)ロストアロー：ベアールロープ取扱説明書
- 9) 洲鎌 猛雄 homepage：inspirepeak ロープの強度、寿命について
- 10) エーデルリッド：セミスタティックロープ取扱説明書
- 11) 中村工業(株) homepage：ロープファクトリー玉掛索の取扱い上の注意
- 12) 商産業省製品評価技術センター北関東支所資料：登山用ロープの安全性試験の概要
- 13) (株)ロストアロー：ベアールミニカタログ
- 14) 勝野惇司ら：The EXPERT Alpine Technique Manual
- 15) Stemhen W. Attaway：Rope System Analysis
- 16) 雲海著：落下係数の正しい解釈
- 17) 堀口博：赤外吸光図説総覧
- 18) エーデルワイス：テープスリング取扱説明書

情報提供

ガソリンに対する鉍物油洗淨剤及び油処理剤使用時の危険性

五十嵐 征 爾

平成16年、札幌市内において、廃棄予定の地下タンク内のガソリンを抜き取り後、鉍物油洗淨剤と水を混ぜて噴射し、タンク内洗淨を行っていたところ、爆発する火災が発生しました。

これを受け研究所で実験等により、鉍物油洗淨剤や流出油処理剤であるスノーラップEについてガソリンに対して使用する際の危険性を確認しましたのでお知らせします。

スノーラップEの取扱説明書からの抜粋を表に示します。

特 長
乳化性能が抜群
毒性が非常に少ない
経済的である
経時変化が少ない

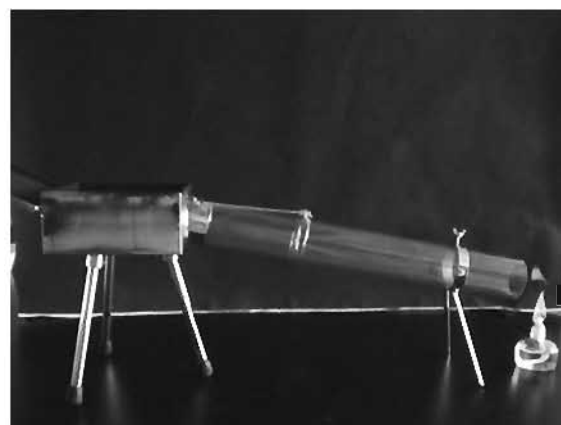
性状及び物性		
項 目	代表物性値	試験方法
色	淡黄色透明液体	
比 重	0.8±0.1	浮沈法にて測定
引 火 点	97℃以上	JISK2265
老 化 性	性状に変化なし	65℃で24時間放置

使 用 方 法	
流出油種	流出油に対する乳化剤撒布量
原 油	10 ～ 20%
A 重 油	10 ～ 15%
B 重 油	10 ～ 20%
C 重 油	10 ～ 15%
軽 油	10 ～ 15%
ガソリン	10 ～ 20%

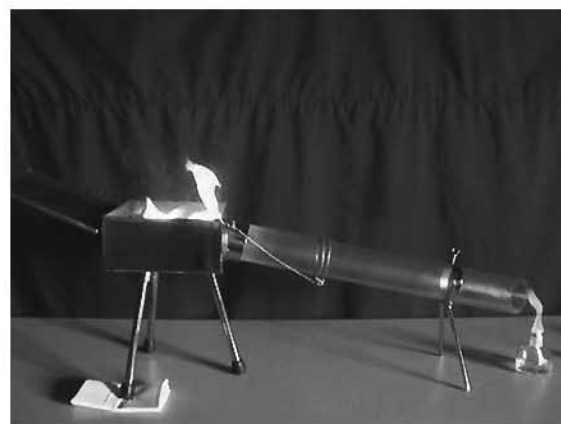
使用方法によると、ガソリン濃度が80～90%以下となるようスノーラップEを撒布し、消防用ホース等でかく拌することにより、処理できることとなっています。

研究所で行った開放空間内での実験では、ガソリンにそれぞれ鉍物油洗淨剤やスノーラップEを混ぜ合わせた場合とガソリンに水で50%に稀釈した鉍物油洗淨剤やスノーラップEを混ぜ合わせた場合のいずれにおいても、ガソリン濃度が20%未満では口火により引火しなかったが、ガソリン濃度が20%以上の場合には引火した。(図1～2参照)

図1 ガソリンと鉍物油洗淨剤の混合液体



ガソリン15%・鉍物油洗淨剤85%



ガソリン20%・鉍物油洗淨剤80%

図2 ガソリンと水で希釈した油処理剤の混合液体



ガソリン15%



ガソリン20%

また、試験物品が密閉状態である引火点測定器により、これらの混合液体の引火点を測定した結果、ガソリン濃度が10%で $\pm 0^{\circ}\text{C}$ 以下、20%でガソリン単体と同様に -20°C 以下となりました。

これらのことから、密閉された空間では揮発したガソリンのベーパーが拡散されずに充満し、口火があればさらに容易に引火する可能性があると判断されます。

スノーラップEの主成分は界面活性剤であり、同活性剤に水を添加することにより活性剤が油に付着して、その界面張力を弱め、ガソリン等の油を乳化することにより危険性を少なくし、除去し易い状態とする作用があります。しかし、ガソリンが完全に中和され

たわけではなく、スノーラップEの使用方法によるガソリン濃度が80~90%では口火があれば引火することが予想され、ガソリンの持つ危険性を大きく変える訳ではありません。このように、ガソリンに対して鉱物油洗浄剤及びスノーラップEを取り扱う際は、ガソリンそのものを取り扱うと同様、細心の注意が必要であることを念頭に入れていただき、油処理業者に対する指導等に役立てていただければと思います。

詳しくは研究所報のNo11に掲載していますのでこちらをご覧ください。

文責 五十嵐 征爾

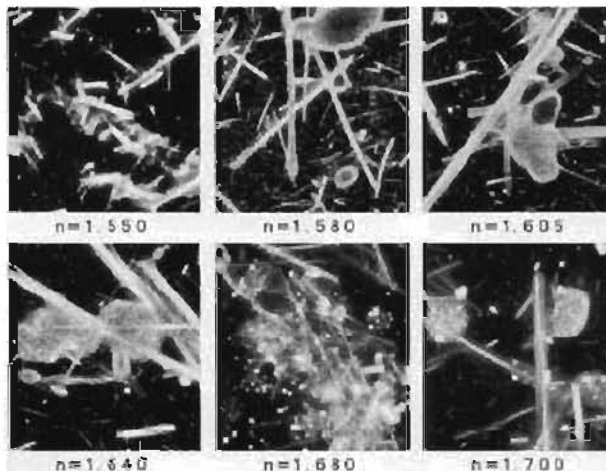
消防活動による石綿（アスベスト）の危険性について

川 瀬 信

1. 石綿とは

石綿（アスベスト = Asbestos）の語源は、ギリシャ語の「不滅」という言葉からきており、火や熱により消滅（燃焼）することがないという意味から、このように呼ばれるようになったようです。また、酸やアルカリにも強く丈夫であることが特徴です。

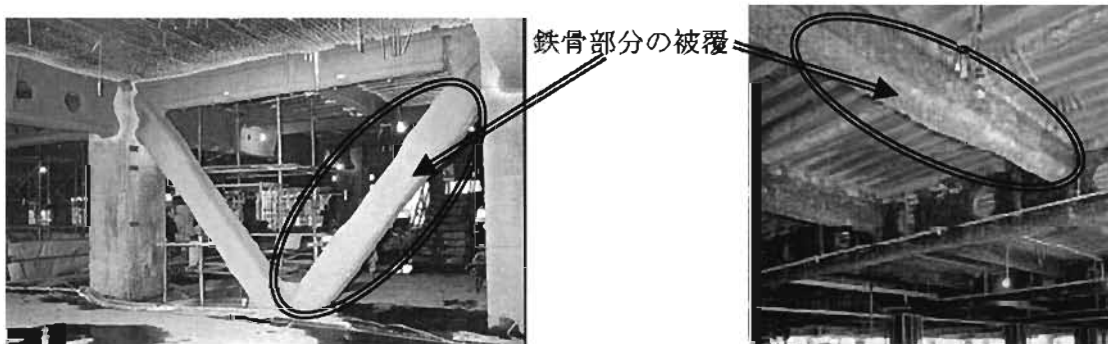
原料は、天然鉱物繊維のアクチノライト、アモサイト（茶石綿）、アンソフィライト、クリソタイル（白石綿）、クロシドライト（青石綿）、トレモライトの6種類で、「石綿」とは、これらを示す総称であります。（下写真はアモサイトの分散色写真）



※分析時に使用する溶液は 25℃で、①n=1.550、②n=1.640、③n=1.680、④n=1.700 の4環境で、アモサイトは n=1.680 で褐色、n=1.700 で青色、クロシドライトは n=1.680 で褐色、n=1.700 で青色の最も敏感な分散色を呈する。

（出典：建築物解体等に際するアスベスト飛散防止対策マニュアル（写真は(株)日本作業環境測定協会の小西 研究技術部長より提供） ぎょうせい）

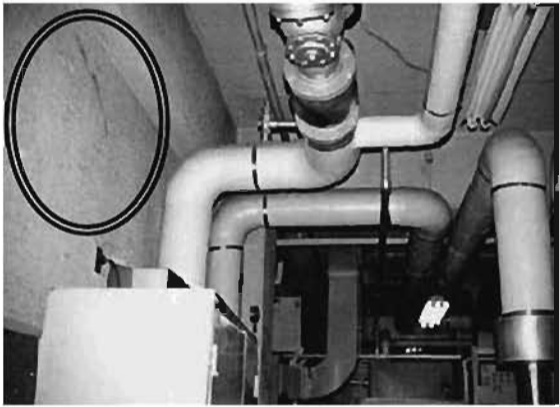
「環境局ホームページより」



耐火被覆剤吹付け石綿の写真

2. 使用の状況

古くは、紀元前から使用されており、日本においても1900年代に入り工業の急速な発展とともに広く使用されるようになりました。使用量として最も多いのはクリソタイルで約90%以上を占めております。1988年の市環境対策課での調査では、学校施設114ヶ所を含む157ヶ所の市有施設で断熱材として使用されてきました。



吸音・断熱材吹付け石綿の写真

「環境局ホームページより」

3. 健康への影響

石綿の健康への影響を考えるにあたって最も重要なことは、目にも見えないくらいの細かい繊維のため、気付かないうちに吸い込むおそれがあり、ごく短時間の高濃度による暴露や低濃度の長時間暴露であっても、危険性が非常に高いという点であります。

4. 発症例と潜伏期間

発症する疾患名としては、次の4つに大別することができます。

(1) 石綿肺

職業的に高濃度の暴露を受けた場合に発生するもので、じん肺とも呼ばれています。潜伏期間はわずか数年の場合もあり、比較的に発症や進行が早い。

(2) 石綿肺がん

職業的に比較的高濃度の暴露を受けた場合に発生するもので、喫煙者が暴露した場合、暴露のない非喫煙者に比べ50倍以上の発症率である。潜伏期間は20年から40年と言われている。

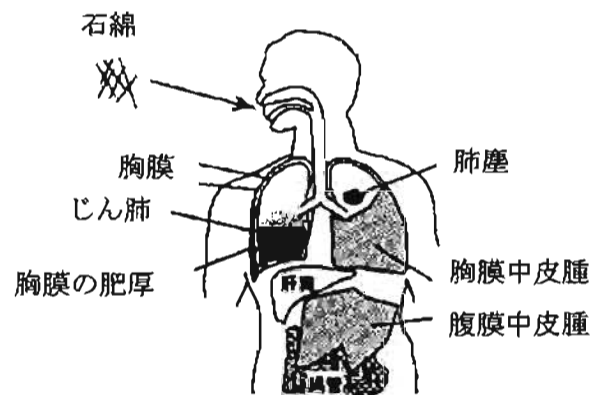
(3) 悪性中皮腫

原発性の腫瘍で治療が困難と言われてお

り、肺がんや他の腫瘍の転移と誤診されることも多い。潜伏期間は40年以上の場合が多く、発症後、死亡に至るまでの期間は比較的短い。

(4) びまん性胸膜肥厚、石綿胸膜炎

びまん性胸膜肥厚とは胸膜の病変、石綿胸膜炎とは石綿による胸水を言う。暴露量が比較的少ない場合に発症し、肺活量などに肺機能障害を引き起こす。



石綿によって起こる病気とその部位

(せきめん読本より)

5. 健康影響への原因

石綿は溶け難く細長い針状のもので、一度肺部に入ると長期間滞留し、表面活性（活性酸素の生成）などにより細胞（遺伝子構造）に影響を与え続けることで悪性腫瘍を発生させる原因となっている。

6. 今後の課題

石綿を大量に使用した施設は、市有施設だけでも100施設を超えと言われており、現在、担当部局で調査中ではありますが、これに私有施設や少量が含有した建材を使用した一般住宅などを加えるとその数を把握することは困

難を極めると予想されます。

また、前述のように、石綿は目には見えず気付かないうちに吸い込むおそれがあり、一度肺部に入ると細胞に影響を与え続け、様々な疾患を発症させます。また、潜伏期間も長いことから、対策が後手にまわりやすいという問題点があり、日本での発症のピークは、2010年から2030年あたりであると言われており、石綿問題が現在進行形であるという意識は、暴露の可能性のある我々消防職員も十分に持つ必要があります。

7. 対策

厚生労働省では、建物解体作業等における石綿暴露防止対策の推進を目的とし「石綿障害予防規則」を制定しており、作業レベルに応じた対策（別添参照）が義務づけられています。

また、消防庁でも消防活動（消火、救助、破壊等の活動）を行う際、空気呼吸器や石綿粉塵の吸入を防ぐことのできる防塵マスク等を装着するよう通知を出しており、これらの規則や通知に基づいて、対策を講じていくことが望ましいと考えられます。

「石綿障害予防規則」について

表1 石綿を取り扱う作業に使用する呼吸用保護具一覧

作業レベル	呼吸用保護具の種類
レベル1	全面形のフレッシュデマンド形複合式エアラインマスク JIS T 8153
	全面形のフレッシュデマンド形エアラインマスク JIS T 8153
レベル2	電動ファン付呼吸用保護具 JIS T 8157、フィルターの捕集効率99.9%以上
レベル3	送気マスク(一定量形エアラインマスク、送気形ホースマスク) JIS T 8153
	全面形防じんマスク、区分はRL3またはRS3、捕集効率99.9%以上
レベル2	全面形防じんマスク、区分はRL3またはRS3、捕集効率99.9%以上
レベル3	半面形防じんマスク、区分はRL3またはRS3(使い捨て式は不可)、捕集効率99.9%以上
レベル3	半面形防じんマスク、区分はRL3またはRS3(使い捨て式は不可)、捕集効率99.9%以上
	半面形防じんマスク、区分はRL2またはRS2(使い捨て式は不可)、捕集効率95%以上

表2 作業レベルの分類

	作業レベル	対策			作業の種類	建材の種類
		必要な対策	隔離等	湿潤化		
発じんの 度合い ↓ 高 ↑	レベル1	著しく発じん量が多い作業で、高濃度の粉じん量に対応した防じんマスク、保護衣を適切に使用するなど、厳重なばく露防止対策が必要なレベル	隔離及び立入禁止	水を噴霧するなどの湿潤化	石綿含有吹付け材の除去作業	石綿含有吹付け材
	レベル2	比重が低く、発じんしやすい製品の除去作業であり、レベル1に準じて高いばく露防止対策が必要なレベル	立入禁止		石綿を含有する保温材、断熱材、耐火被覆材などの除去作業	石綿含有保温材、耐火被覆材、断熱材
	レベル3	発じん性が比較的低い作業で、破碎、切断等の作業においては発じんを伴うため、湿式作業を原則とし、発じんレベルに応じた防じんマスクを必要とするレベル	立入禁止		レベル1、レベル2以外の石綿含有建材(例えば形成板などの除去作業)	その他の石綿含有建材(形成板等)

※呼吸保護具や作業衣等の洗浄(付着した石綿の除去)が終るまでは呼吸保護具を離脱してはならない。

消防職員と他の職業を比較したストレス尺度別得点・相対危険度

橋本好弘

1. はじめに

近年、図1に示すように「職場における強いストレスを感じている労働者」の割合は増加し、「定期健康診断における有所見率」は急増しています。(厚生労働省資料)

消防職員についても、近年、凄惨な災害現場で強いストレスを受け、精神的及び身体・情動・行動にさまざまな障害が発生してくる恐れが指摘されています。

そこで、当研究では、北海道大学と共同で本市消防職員におけるメンタルヘルスの実態調査を実施し、ストレス要因やストレス傾向を分析し、今後のメンタルヘルス対策推進の基礎資料とします。

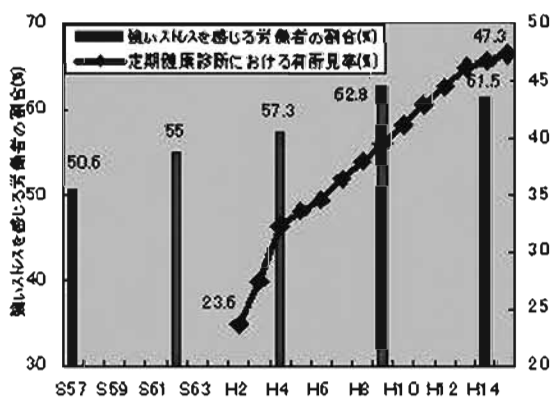


図1 ストレスや健康診断における有所見率の状況

2. 分析データ

ここで紹介する分析データは、平成15年度の健康診断時に同意者が実施したアンケート調査を使用しています。(同時に血管年齢も測定しています。)

このデータは、共同研究者である北海道大学医学部公衆衛生学教室(教授 岸玲子)の西條先生が同教室の河原田先生などと実施したもので、データは解析途中ですが先生方の好意により頂いたものを抜粋・省略したものです。

3. 職業別のストレス傾向及び考察

(1) ストレス尺度の得点

表1は、日本職業分類を元に職業を分類しストレス尺度毎の得点を算出・補正したもので、保安職業従事者のほとんどが当局の職員です。

この表から、消防職員は他の職業と比較して「仕事の要求度」、「仕事の裁量度」、「報酬(主に社会的評価)」が最も高く、「努力」も3番目であり、非常に特色がある職業であることがわかります。

表1 職業別の職業性ストレス尺度の平均得点(男性)

職業分類	人数	仕事の要求度	仕事の裁量度	努力	報酬 ¹⁾	オーバーコミットメント ²⁾
管理的職業	634	11.5	17.0	9.7	51.0	13.0
専門技術職	2,115	12.0	17.0	10.8	49.1	13.5
事務職	2,282	11.5	15.8	10.2	49.4	13.3
保安職業従事者(消防職員)	518	12.1	17.0	10.4	51.2	13.0
サービス職	40	10.0	16.0	10.1	47.8	13.3
運輸・通信職	448	10.1	12.9	10.5	49.1	12.4
生産工程・労務作業	774	10.8	15.8	9.2	49.4	12.3
得点の評価(ストレスが高い人)	-	高得点	低得点	高得点	低得点	高得点

1) 「報酬」とは、金銭的報酬よりも社会的評価を主に表します。

2) 「オーバーコミットメント」とは、主に仕事へののめりこみ度を表します。

(2) 高ストレス群の相対危険度及び考察

ストレスは、以下の3つのモデルでそれぞれ評価しています。

ストレス得点は、「仕事の要求度・裁量モデル」（低裁量・高要求度の人をストレスが高い人と定義）、「努力・報酬不均衡モデル」（高努力・低報酬の人を高ストレスと定義）及び「オーバーコミットメント」（努力・報酬不均衡モデルの内在的構成要素からストレス評価）で評価しており、表2は事務職を基準としたそれぞれの職業の相対危険度（事務職を1としたとき、何倍高ストレス群になりやすいか）を表しています。

仕事の要求度・裁量モデルによる高ストレスとなる相対危険度について、消防職員は事務職にくらべやや低いですが、管理的職業、専門技術職、生産工程・労務作業よりも高い結果です。また、努力—報酬不均衡モデルによる高ストレスとなる相対危険度では、管理的職業の次に低くなっています。

しかし、消防職員は、「裁量」や「報酬」が低下すると、高ストレス群の相対危険度が急増する傾向が他の職業と比較して高いと考えられます。

このことから、市民の信頼を損なう行為は個人にはとどまらず、全職員の極端なストレス増に繋がっていきます。勤務中はもちろん、私生活でもこのことに留意することが、各自

のストレスを抑制する効果があると考えられます。

※ この調査は一般的なストレスであり、PTSDなどの特殊なストレスは含まれていません。

4 メンタルヘルス対策の在り方

「過重労働・メンタルヘルス対策の在り方に係る検討会報告書」（厚生労働省）の中では、メンタルヘルス対策の在り方が次のとおり示されています。

- (1) 計画の策定
- (2) 職場のストレスの把握と改善
- (3) 個人のストレス対処能力の向上
- (4) メンタルヘルスの不調に早期に対応する方策
- (5) メンタルヘルスの不調による休業者の職場復帰支援

5 惨事ストレスの対策の例

東京消防庁の惨事ストレス対策は、平成9年に委員会を設置し、その後、実態調査や研修などを行い、平成12年に事務処理要綱を設置し、惨事ストレスケア実施基準を定めています。別添資料に「惨事ストレス対策の手引き（東京消防庁人事部管理室）」の抜粋を記載していますので、一例として参考にして下さい。

表2 職種別の高ストレス群となる相対危険度（男性）

職業分類	ストレスモデル	仕事の要求度・裁量モデル	努力-報酬不均衡モデル	オーバーコミットメント
管理的職業		0.46	0.44	0.70
専門技術職		0.55	1.29	1.07
事務職（基準）		1.00	1.00	1.00
保安職業従事者（消防職員）		0.96	0.58	0.89
サービス職		1.35	1.00	1.33
運輸・通信職		0.78	1.06	0.65
生産工程・労務作業		0.68	0.63	0.55

資料

1 用語の解説

(1) 急性ストレス障害 (ASD)

Acute Stress Disorder

悲惨な状況や危険な状況に直面したことにより、感情の麻痺など、強いストレス反応を生じ2日～4週間持続する状態。

(2) 心的外傷後ストレス障害 (PTSD)

Post-Traumatic Stress Disorder

ASDと同じ理由により、強いストレス反応にさいなまれ、その状態が1カ月以上も続く状態をいう。概ね3カ月程度で治まってくる急性型、3カ月以上続く慢性型、発症の時期が6カ月以上経過してからの遅発型に分けられます。

(3) 惨事ストレス (CIS)

Critical Incident Stress

消防、警察、自衛隊、医療関係者等の災害時に救助等に携わる者が、悲惨な状況や危険な状況に直面したことにより強いストレス反応にさいなまれる状態をいいます。

これらの症状は、通常は時間の経過により軽快していくことがほとんどですが、場合によっては症状が長引き深刻な事態になることも考えられることから、初期のデフュージングやデブリーフィングの対応が重要になります。

なお、CISを「惨事ストレス」と訳したのは東京消防庁です。

(4) デフュージング (Defusing)

自由な会話による、ストレスの解消を目的として短時間で行うもので「発散」や「解消」させる応急ミーティング。(中・小隊長等が事故後概ね8時間以内に実施)

(5) 惨事ストレスデブリーフィング

(Critical Incident Stress Debriefing)

単にデブリーフィングともいいます。臨床心理学の専門家及び同僚支援デブリーファークリアー(ピアデブリーファークリアー)がチームを組み、惨事ストレス体験を対象に、発災から概ね24～72時間後の間に行われるもので、その時の体験や感情を話し合うグループミーティング。デブリーフィングは心理学の専門家などが実施しますが、決して治療やカウンセリングではありません。あくまでも受けたストレスを発散し、ストレス反応等心身に及ぼす影響を軽減させることを目的としたものです。

(6) ピアデブリーファークリアー (同僚支援デブリーファークリアー Peer Debriefing)

デブリーファークリアー研修を修了し、惨事ストレス対策についての一定の知識、技術を修得した職員で、デブリーフィングを実施する専門家の補助を行う。同僚の立場から惨事ストレスを受けた職員の心情を共感的に支持し、話しやすい雰囲気にすることが主な役割です。

2 惨事ストレス対策に対する個人及び組織の考え方

(1) 個人の考え方

- ア 人との会話は、ストレスの緩和になることを理解する。
- イ ストレスの存在を肯定的に考える。
- ウ 個人装備の完全な着装など普段から、現場活動の自分が持つ不安要素を少しでも取り除く。

(2) 組織的に考えなければならないこと

- ア 職員に対する事前教育
- イ 災害現場での予防的対策
完全装備、情報の提供、休憩の取り方、作業管理、隊員のストレス管理及び一人

にしない

(3) 事後対策

活動終了後は、報告書の作成を優先させて
しますが、出来る限り職員本位に考える。

3 惨事ストレスケア実施基準

(デフュージング)

- (1) 所属長は、必要と認めた場合は、消防活動終了後中隊長又は小隊長にデフュージングを行わせるものとする。
- (2) 所属長は、必要と認めた場合は人事部長に対してデブリーファ―及び支援デブリーファ―の出向を要請することができる。
- (3) 所属長は、デブリーフィングを実施することが必要と認められた場合は人事部長にデブリーフィングの実施を要請することができる。

4 デフュージングとデブリーフィングの基本的ルール

- (1) 秘密の保持
- (2) 他の人の感情を批判しない
- (3) 発言の強制はしない
- (4) 治療でないので心理的解釈はしない
- (5) 理解ある雰囲気の中で行う
- (6) 一切記録を取らない、残さない
- (7) 休憩をとらない。

5 ストレス反応

- (1) 身体的特徴～呼吸、心拍数の増加・頭痛・下痢・発汗・不眠・食欲減衰
- (2) 精神的特長～悪夢・入眠困難・想起困難・感情の麻痺・現実感の消失・注意力の低下・フラッシュバック(忘れようとしている事が意に反して突然蘇る、情景が突然現れる。)

- (3) 情動的特長～不安・恐怖心・おびえ・怒り・悲嘆・無力感・罪悪感・悔恨
- (4) 行動的特徴～過度の活動性・落ち着きの無さ・深酒・過度の薬物利用等

6 ストレス解消法

- (1) 運動～軽運動を定期的に行う。
- (2) 食事の節制～暴飲・暴食を避ける。ビタミンB群やビタミンC群の摂取に気を配る。
- (3) リラクゼーション～全身の力を抜いて余計なことを考えずにゆったりする時間を作る。
- (4) 十分な睡眠～規則正しい睡眠習慣を持つ。
- (5) その他～家族や信頼のおける友人との会話による解消、発散。

クロルピクリン (CCl₃NO₂) とは・・・

橋本好弘

1. 用途

殺虫菌剤、穀物用クン蒸剤、軍用毒ガス

2. 性質

無色油状液体

3. 有毒性

(1) 危険性

- ア 極めて有毒である。
- イ 腐食性がある。
- ウ 反応性が高い。

(2) 吸引した場合

- ア せきや鼻汁が出る。
- イ 気管支及び肺を強く刺激し、重度障害をまねく。
- ウ 多量に吸引すると悪心、血尿を認め、胃腸炎、肺炎、呼吸困難、肺水腫をおこす。

応急処置…新鮮な場所に移動し衣服をゆるめ、毛布等でくるみ保温する。医師の診断を受ける。

(3) 皮膚に触れた場合

水疱を生じる。

応急処置…汚染された衣類や靴を脱がせ、付着又は接触部を清水で十分に洗い流す。医師の診断を受ける。

(4) 目に入った場合

- ア 粘膜を刺激し催涙する。
 - イ 結膜の炎症により視力障害をおこす。
- 応急処置…清水で十分に洗い流す。医

師の診断を受ける。

4. 漏出時の措置

- (1) 土砂等で漏洩の拡大防止を図り、防水シート等で表面を被膜する。
- (2) ソーダ灰 (Na₂CO₃) で中和する。

5. 危険性情報

- (1) 加熱、摩擦、衝撃により爆発する。
- (2) 加熱すると有毒ガス（ホスゲン、塩素）を発生する。
- (3) 水と接触しても危険性なし。
- (4) 空気と接触し、有毒ガスとなる。
- (5) 有毒ガスは低所に流れる。
- (6) 酸化剤、金属と接触すると爆発する。

クロルピクリンに関する出動状況



現場の状況 1



現場の状況 2



約10本程度の瓶が
埋まっていた。



瓶を拡大して撮影

酢酸タリウムの性質及び災害対策等について

五十嵐 征 爾

1 タリウムとは・・・

金属元素 (Tl) のひとつで、天然には硫化鉍やある種の雲母の中に微量に存在する。

特性は鉛や水銀に近いが、毒性はそれらより強く、致死量は成人で約 1 g であり、無味無臭で水に溶け易く皮膚や肺からも吸収される。

以前は殺鼠 (さっそ) 剤や農薬など広範に用いられていたが、現在では人口宝石の製造や医療関係等でしか使用されていない。

一般にタリウム化合物は、吸入や摂取により、嘔吐等の症状が現れ、場合によっては死に至る恐れがある。

最近、母親への殺人未遂事件で用いられたとして新聞等の話題となっている酢酸タリウム (CH₃CO₂Tl) は、薬局のほかインターネット上等で販売されており、保管場所での災害

をはじめテロ等の人為的に使用される危険性もあることから、今回その性状や対策等について紹介します。

2 性状

外 観 白色粉末

危険性 可燃性

刺激性～皮膚、眼、粘膜などを刺激する恐れがある。

急性毒性～吸入や摂取により、嘔吐、不眠、脱毛、精神錯乱、関節痛、咽頭痛、腎炎、衰弱などの症状が現れ、場合によっては死に至る。

慢性毒性～中枢神経系、末梢神経系、心臓、腎臓、肝臓などに障害を起こす恐れがある。

3 接触等時の症状と応急処置

状 況	症 状	応 急 処 置
皮膚に接触	有害であるほか、皮膚を刺激する(かぶれる、ただれる、発赤する)。	汚染された衣類、靴などを速やかに脱ぎ捨てる。 多量の水または微温湯を流しながら洗浄する。 必要に応じて石鹼などを用いて十分に洗い落とす。 その場で痛みなどの症状がなくても、障害が遅れて現れることがあるので、必ず医師の診察を受ける。
眼に混入	粘膜を刺激する。	直ちに清浄な流水で15分以上洗浄した後、医師の診察を受ける。 洗浄の際には、まぶたを開いて眼球のすみずみまで水が行き渡るようにする。 寸秒でも早く洗眼を始め、入った物質を完全に洗い流す必要がある。 洗眼を始めるのが遅れると障害を増大させる恐れがある。

吸 入	嘔吐、不眠、脱毛、 精神錯乱、関節痛、咽 頭痛、腎炎、衰弱	被害者を直ちに空気の新鮮な場所に移し、衣服、ネクタイ、ベルト等を緩め、毛布などで保温して安静にする。 直ちに医師の診断を受ける。その間、呼吸が停止、あるいは弱い場合には、状況に応じて人工呼吸を行う。 嘔吐がある場合は、頭を横向きにして窒息に注意する。
摂 取	嘔吐、不眠、脱毛、 精神錯乱、関節痛、咽 頭痛、腎炎、衰弱～致 死量約 1 g	水でよく口の中を洗浄し、可能であれば吐かせる。 意識がない場合は、決して吐かせようとしてはならない。 安静にし、直ちに医療処置を受ける手配をする。

4 火災時の措置

- 消火方法
- ・適切な保護具（面体、ゴム等の不浸透性手袋、空気呼吸器、防火衣や不浸透性の保護服、状況に応じ前掛け、長靴等～以下同じ。）を着用する。
 - ・火災を増大させる危険性があるものを周囲から速やかに取り除く。
 - ・災害対応者以外は安全な場所に退去させる。
 - ・消火活動は風上から行い、周囲の状況に応じた適切な消火方法を用いる。
 - ・燃焼や高温により分解し、有毒蒸気を発生する恐れがあるので注意する。
- 消火剤
- ・水噴霧
 - ・泡
 - ・粉末
 - ・二酸化炭素

5 漏出時の措置

- ・災害対応者以外の立ち入りを禁止する。
- ・付近の着火源、高温体などを速やかに取り除く。
- ・作業に際しては適切な保護具を着用し、吸い込んだり、眼、皮膚及び衣類に触れないようにするほか、取扱い後は、手、顔などを良く洗う。
- ・衝撃、静電気にて火花が発生しないような装置、材質の用具を用い、着火した場合に備えて、適切な消火剤を準備しておく。
- ・粉塵の飛散に注意しながら掃き集め、密閉容器に回収する。
- ・完全に回収後、汚染された場所及びその周辺を多量の水で洗浄する。
- ・河川等へ排出されて、環境への影響を与えないよう注意する。
- ・作業者が直接暴露されないように、できるだけ密閉化した設備又は局所排気装置を設ける。
- ・取扱い場所の近くに洗眼及び身体洗浄用の設備を設ける。

6 廃棄上の注意（主に廃棄業者の業務）

- ・処理に際しては、十分な知識を有した専門家に相談した後、危険性に充分配慮する。
- ・適切な保護具を着用する。
- ・毒物及び劇物の廃棄の方法に関する基準に従って処理する。
- ・保健衛生上危害を生じる恐れがないようにする。

- ・空容器を処分する時は、内容物を完全に除去した後に行う。
- ・処理施設がないなどの理由で廃棄できない場合は、許可を受けた産業廃棄物処理業者に危険性、有害性を充分告知の上処理を委託する。

7 販売商品

過去に販売されたタリウム系殺鼠剤

農薬の種類	農薬の名称	会社名	登録	失効
タリウム液剤	強力ヤソ	三丸製薬	1961/12/12	1991/12/12
タリウム液剤	液体液体サッソ	第一農薬	1972/ 3/20	1993/ 3/20
タリウム液剤	タリウム液剤	琉球産経	1972/ 5/ 4	1993/ 5/ 4
タリウム水溶剤	水溶タリウム50%	大塚薬品	1963/11/ 1	1991/ 8/ 9
タリウム水溶剤	水溶タリム	成毛製薬	1960/ 5/10	1992/ 7/ 2
タリウム粒剤	粒剤サッソ	第一農薬	1972/ 5/ 4	1990/ 5/ 4
タリウム粒剤	タリム-H	成毛製薬	1964/12/14	1991/12/14
タリウム粒剤	タリム団子ヤソ	成毛製薬	1964/12/14	1991/12/14
タリウム粒剤	ラットロン	丸山化学研究所	1965/ 5/10	1992/ 5/10
硫酸タリウム殺そ剤	ラットロン1	丸山化学研究所	1973/ 2/28	1992/ 6/ 7
硫酸タリウム粒剤	硫酸タリウム10	北海三共	1969/10/13	1990/10/13
硫酸タリウム粒剤	T・S殺そ剤3号	北海道森林保全協会	1962/ 9/14	1992/ 9/14

平成16年2月4日現在登録されているタリウム系殺鼠剤

登録番号	農薬の種類	農薬の名称	会社名	一般名	濃度	
5886	タリウム液剤	液剤タリウム「大塚」2%	大塚薬品工業(株)	硫酸タリウム	2.0%	
13286	タリウム粒剤	固形タリウムS「大塚」	大塚薬品工業(株)	硫酸タリウム	0.30%	
5887		固形タリウム「大塚」			1.0%	
6604		メリーネコ6号	大丸合成薬品(株)		硫酸タリウム	0.30%
6605		メリーネコタリウム				

水酸化ナトリウムの危険性について

川 瀬 信

1. 水酸化ナトリウムとは

強いアルカリ性を持つ物質で、毒物及び劇物取締法により毒物に指定されている毒性の高い物質であります。見た目は5 mm程度の白く丸い粒状のものが一般的で、吸湿性が高く、空气中に放置しておくと、すぐに溶解発熱を起こします。そのため、火災に発展する危険性もあります。また、腐食性が高く皮膚に触れた場合、重度の熱傷となることもありますので十分に注意する必要があります。

2. 保管方法

密封し、冷乾燥した場所に保管すること。

3. 毒性（許容濃度）

日本産業衛生学会勧告値及び

ACGIH「TLV - TWA 値」… 2 mg/m³

- (1) 吸入した場合…「症状」気管や肺などに炎症を起こすことがある。
「処置」新鮮な場所に移し、医師の診断を受ける。
- (2) 皮膚に触れた場合…「症状」腐食し、腫れや発熱、熱傷を引き起こす。
「処置」汚染した衣服は脱がせ清水で洗い流し、医師の診断を受ける。
- (3) 目に入った場合…「症状」結膜や角膜が侵され、視力低下や失明することがある。
「処置」清水で十分に

洗い流し、医師の診断を受ける

- (4) 飲み込んだ場合…「症状」口、喉、胃の灼熱感、嘔吐、下痢、虚脱などが現れる。
「処置」口をすすぎ、大量の水を飲む。吐かせないこと。

4. 火災時の措置

- (1) 服装
防護衣が望ましいが、無い場合は防火衣を着装し、直接皮膚に触れる作業は行わない。
- (2) 空気呼吸器
必ず着装する。
- (3) 消火
粉末又は二酸化炭素を使用する。
※ 絶対に水を使用しないこと。
- (4) 付近に密閉された容器（ドラム缶など）があった場合
容器を破壊しないように火点から遠ざけ、容器を水により冷却する。
※ 水が薬品に触れないようにすること。

5. 漏洩時の措置

- (1) 防水シートで覆い飛散を防止する。
- (2) スチール製容器に回収する。
- (3) 酸（できれば酢酸）で中和し、大量の水で洗い流す。
- (4) 服装及び空気呼吸器に関しては「火災時の措置」と同じ。

喫煙と飲酒の習慣が高ストレス反応に及ぼす影響について

橋本好弘

1 目的

消防職員は、市役所の職員に比べて10ポイント程度喫煙率が高く、また、飲酒もストレスと様々な関係が言われていることから、これらについての分析を実施し、職員の健康対策の一資料とする。

2 調査方法

昨年9月に課長職以下の全職員を対象に実施したメンタルヘルスに関する実態調査のデータを使用した。

3 喫煙習慣とストレス反応

ストレスは、表1に示すとおり、「職務満足感が低い人」、「抑うつ(不快で沈うつな感情)が多い人」及び「心身のストレス反応が高い人」の3要因から評価した。

表1は、喫煙習慣が無い人を基準とした場合の「1日20本以下喫煙する人」と「1日21

本以上喫煙する人」の高ストレスリスクを示したものである。

全職員では、「喫煙習慣が無い人」と「1日20本以下喫煙する人」の高ストレスリスクは同じであるが、「1日21本以上喫煙する人」は、「喫煙習慣が無い人」に比べて高ストレスリスクが1.21倍から1.27倍になっている。

日勤者は、特に1日21本以上の喫煙が高ストレスリスクに大きく影響している。

4 飲酒習慣とストレス反応

表2は、表1同様に飲酒習慣が無い人を基準とした飲酒習慣がある人の高ストレスリスクを表している。

全体的な傾向としては、飲酒によって高ストレスリスクが低減されている。

表1 喫煙習慣別の高ストレスリスク

ストレス反応	職務満足感(低)			抑うつ			心身のストレス反応		
	喫煙習慣が無い人	喫煙習慣有		喫煙習慣が無い人	喫煙習慣有		喫煙習慣が無い人	喫煙習慣有	
		1日20本以下の喫煙の人	1日21本以上の喫煙の人		1日20本以下の喫煙の人	1日21本以上の喫煙の人		1日20本以下の喫煙の人	1日21本以上の喫煙の人
全職員	1.00	0.94	1.26	1.00	0.83	1.21	1.00	0.86	1.27
水櫃隊員	1.00	0.93	1.10	1.00	0.71	1.17	1.00	0.94	1.56
救急隊員	1.00	0.97	1.49	1.00	0.83	1.55	1.00	0.54	1.10
日勤者	1.00	0.77	1.90	1.00	0.79	1.59	1.00	1.66	3.03
女性	1.00	1.23	1.23	1.00	0.25	-	1.00	1.62	0.40

※ 表中の数字は、オッズ比(喫煙習慣が無い人のストレスを1とした場合の喫煙者の高ストレスリスク)を表す。

表2 飲酒習慣別の高ストレスリスク

ストレス反応	職務満足感(低)			抑うつ			心身のストレス反応					
	飲酒習慣が 無い人	飲酒習慣がある人		飲酒習慣が 無い人	飲酒習慣がある人		飲酒習慣が 無い人	飲酒習慣がある人				
		週に1回 飲酒する 人	週に3.4 回飲酒 する人		毎日飲 酒する 人	週に1回 飲酒する 人		週に3.4 回飲酒 する人	毎日飲 酒する 人	週に1回 飲酒する 人	週に3.4 回飲酒 する人	毎日飲 酒する 人
全職員	1.00	1.14	0.86	0.70	1.00	1.01	0.75	1.02	1.00	1.24	0.75	0.77
水槽隊員(男)	1.00	1.22	1.21	0.75	1.00	0.62	0.80	0.94	1.00	1.41	1.12	0.79
救急隊員(男)	1.00	0.36	0.51	0.76	1.00	0.38	0.95	2.13	1.00	0.73	0.83	0.90
日勤者(男)	1.00	1.01	0.78	0.90	1.00	0.98	0.41	0.97	1.00	0.86	0.48	1.17
女性	1.00	0.46	0.46	0.62	1.00	0.38	0.64	1.07	1.00	0.36	0.81	0.38

※ 表中の数字は、オッズ比(飲酒習慣が無い人のストレスを1とした場合のそれぞれの高ストレスリスク)を表す。

5 考察

ストレスへの喫煙と飲酒の習慣について分析した結果、1日21本以上の喫煙はストレスの増加に繋がることや飲酒はストレスを発散させる働きがあることが当局職員についても確認された。

しかし、喫煙や飲酒は他の様々な疾病と関連していることから、個々に適切に判断していくことが必要と考えられる。

研究実績表

研究実績表

年度	所報 No	分野	研究テーマ	研究担当者	件数
平成5年度	No. 1	燃 焼	耐火煉瓦の遮熱効果と低温加熱着火について	小島・工藤	3
		開 発	高規格救急車（トライハート）における防振ストレッチャー架台の防振性能評価について	桜井 清明	
		鑑 定	燃焼による灯油成分の変化について	橋上 勉	
平成6年度	No. 2	燃 焼	バックドラフトに関する研究（その1）	小島 秀吉	6
			木炭の燃焼に伴う一酸化炭素の発生について	小島 秀吉	
		開 発	高規格救急車（トライハート）における防振ストレッチャー架台のバネ選定について	桜井・伊藤	
		鑑 定	燃焼面積の違いによる灯油成分の変化について（その1）	橋上 勉	
		情 報	サリン [(CH ₃) ₂ CHO ₂ PFCH ₃] の特性について	橋上 勉	
火災現場における有毒ガスの発生とその毒性について	桜井 清明				
平成7年度	No. 3	燃 焼	バックドラフトに関する研究（その2）	小島 秀吉	5
		開 発	防火衣の保温性能に関する実験結果について	伊藤 潤	
			赤外線カメラの使用時に発生した特異現象について	伊藤 潤	
			低温下における空気呼吸器の特性について	伊藤 潤	
鑑 定	燃焼面積の違いによる灯油成分の変化について（その2）	橋上 勉			
平成8年度	No. 4	燃 焼	バックドラフトに関する研究（その3）	小島 秀吉	9
			タオル・ハンカチの除煙効果に関する実験研究	小島 秀吉	
			粉じん爆発について	小島 秀吉	
		開 発	高規格救急車（トライハート）内における電子サイレン音等の騒音調査	伊藤 潤	
			アクリル樹脂について	伊藤 潤	
		鑑 定	車両火災における原因考察について	橋上 勉	
		情 報	酸素欠乏について	橋上 勉	
都市ガス等の性質について 航空燃料と化学熱傷について	伊藤 潤 橋上 勉				
平成9年度	No. 5	燃 焼	硬質発砲ウレタンとABS樹脂について	上田 孝志	7
			放水音・空気呼吸器警報音・レスクトーン警報音調査	菅原 法之	
			バックドラフトに関する研究（その4）	小島 秀吉	
			噴霧ノズルの角度について	菅原 法之	
			噴霧注水による排煙効果について	小島 秀吉	
		開 発	自動放水停止器具の開発について	橋上 勉	
鑑 定	過マンガン酸カリウムと酸及びアルコールについて	橋上 勉			
平成10年度	No. 6	燃 焼	空中消火の延焼阻止効果に関する研究	上田 孝志	8
			バックドラフトに関する研究（その5）	橋本 好弘	
			市民等の消火体験訓練に使用する燃料の見直しについて	橋上 勉	
		開 発	無落雪型木造共同住宅における小屋裏感知器のあり方に関する研究について（その1）	橋本 好弘	
			無落雪型木造共同住宅における小屋裏感知器のあり方に関する研究について（その2）	橋本 好弘	
		鑑 定	灯油とガソリンの混合比の分析について	菅原 法之	
		安 全	静電気に関する調査・研究について	橋上 勉	
情 報	放射性物質等に関する基礎知識	上田 孝志			

年度	所報 No	分野	研究テーマ	研究担当者	件数
平成11年度	No. 7	燃 焼	バックドラフトに関する研究 (その6) <総括>	橋本 好弘	8
			噴霧注水による排煙効果に関する研究)	橋本 好弘	
		安 全	静電気に関する調査・研究 (その2) - 静電気帯電量 -	溜 真紀子	
			静電気に関する調査・研究 (その3) - 静電気除去実験 -	溜 真紀子	
			濃煙熱気下における消防隊員の安全管理に関する研究 - 温度管理用示温材 (サーモラベル) に着目して -	菅原 法之	
		鑑 定	電気配線の過負荷電流について	菅原 法之	
		情 報	有珠山噴火に伴う火山性ガスについて	花蘭 一正	
			熊撃退スプレーについて - カプサイシンに着目して -	菅原 法之	
平成12年度	No. 8	燃 焼	バルコニー付近形状が噴出火炎性状に及ぼす影響	花蘭 一正	10
			寒冷地型建物燃焼時の温度分布・ガス濃度の研究 - その1 和室の測定結果 -	橋本 好弘	
			寒冷地型建物燃焼時の温度分布・ガス濃度の研究 - その2 洋室の温度, CO ₂ , CO, O ₂ 結果	橋本 好弘	
			エアゾール缶・カセットボンベなどのついで調査・実験	橋本 好弘	
		開 発	高規格救急車のタイヤチェーン装着時などにおける振動・騒音の調査研究	橋本 好弘	
		鑑 定	災害現場における燃焼生成ガス等の危険性の把握とその対策に関する研究	溜 真紀子	
			空間容積の違いによる一酸化炭素とシアン化水素の致死燃焼量	橋本 好弘	
		安 全	居室内におけるLPG漏洩時の滞留状況及び有効な排出方法に関する研究	菅原 法之	
		情 報	火災原因の各種再現実験及びビデオ化	橋本 好弘	
			トリクロロシランについて	菅原 法之	
平成13年度	No. 9	燃 焼	爆風から受ける消防被服内部の衝撃及び温度に関する実験的研究	橋本 好弘	10
		開 発	降雪時の消火栓除雪対策用機器(遠赤外線面状発熱体)に関する研究	菅原 法之	
			高規格救急車の振動実験	橋本 好弘	
			危険物施設内における返油システムに関する研究	菅原 則之	
		鑑 定	寒冷地型建物燃焼時における燃焼生成ガス等の測定及び危険性の把握に関する研究	溜 真紀子	
			灯油及び軽油に含有しているガソリンの混合比による比較実験	溜 真紀子	
		安 全	冬道自己転倒の救急出動分析 (その1 全体の傾向)	橋本 好弘	
			冬道自己転倒の救急出動分析 (その2 すすきの地区・気象との関係)	橋本 好弘	
		情 報	米国アラスカ州フェアバンクス周辺での森林火災現地報告	橋本 好弘	
硫化水素について	菅原 法之				

年度	所報 No	分野	研究テーマ	研究担当者	件数
平成14年度	No.10	燃 焼	有風下における建物内部の燃焼状況変化について	橋本 好弘	8
			節水型消火薬剤(界面活性剤)の実験的研究結果	花蘭 一正	
			雷による森林の着火機構に関する実験	橋本 好弘	
		開 発	降雪時の消火栓除雪対策用機器(遠赤外線面状発熱体)に関する研究	花蘭 一正	
			高規格救急車の振動実験	橋本 好弘	
			危険物施設内における返油システムに関する研究	花蘭 一正	
		鑑 定	鎮火後に残存している燃焼生成ガス	川瀬 信	
RDF(ごみ固形燃料)の性状について	川瀬 信				
平成15年度	No.11	燃 焼	危険物貯蔵タンク内を洗浄する鉍物油洗浄剤及び危険物流出時に使用する油処理剤について	澤田 勝美	7
			誤給油による灯油ストーブの異常燃焼実験	澤田 勝美	
		鑑 定	一般住宅等の収容物資材が燃焼する時に発生する粉塵やガスについて	川瀬 信	
			建物火災鎮火後に残存する燃焼生成ガスと粉塵等の測定(中間報告)	川瀬 信	
		情 報	クレゾールの性質について	川瀬 信	
			塩素系洗剤の誤使用等による塩素ガス漏洩事故への対策について	川瀬 信	
			硫酸ピッチと不正軽油について	川瀬 信	
平成16・17年度	No.12	安 全	消防隊員のCIVD反応と体力指標の関連	橋本 好弘	11
			メンタルヘルス対策に関する実態調査結果	橋本 好弘	
		開 発	スタティックロープ(R.R.R.資機材)の強度等に関する実験的研究	五十嵐征爾	
		鑑 定	建物火災鎮圧後に残存する燃焼生成ガスと粉塵等の測定(最終報告)	川瀬 信	
		情 報	ガソリンに対する鉍物油洗浄剤及び油処理剤使用時の危険性	五十嵐征爾	
			消防活動による石綿(アスベスト)の危険性について	川瀬 信	
			消防職員のストレス傾向	橋本 好弘	
			クロルピクリンとは	橋本 好弘	
			酢酸タリウムの性質及び災害対策等について	五十嵐征爾	
			水酸化ナトリウムの危険性について	川瀬 信	
喫煙と飲酒が高ストレス反応に及ぼす影響について	橋本 好弘				

消防科学研究所報

(2005 No.12)

市政等資料番号	01-P00-06-512
---------	---------------

平成18年 9 月発行

編集・発行 札幌市消防科学研究所

〒063-0850

札幌市西区八軒10条西13丁目 3 番 1 号

電 話 (011) 616-2262

F A X (011) 271-0957

E-mail fire.labo@city.sapporo.jp

印 刷 ひまわり印刷株式会社
