

実包火薬庫技術基準改正の検討について（案）

平成26年3月14日
商務流通保安グループ
鉦山・火薬類監理官付

1. 検討の趣旨

火薬類取締法（昭和25年法律第149号。以下、「法」という。）第11条に基づき、火薬類は火薬庫において貯蔵しなければならない。火薬庫の設置は、法第12条に基づき、火薬類取締法施行規則（昭和25年通商産業省令第88号。以下、「規則」という。）第22条～第31条の3の技術基準を遵守しなければならない。また、火薬庫のうち実包又は空包を貯蔵する実包火薬庫は、規則第23条に基づき、保安物件¹との間に十分な保安距離²を確保し、万一の爆発に備えることが必要となっている。

昨今の実包火薬庫周辺環境をみると、周辺に住宅地が接近するといった市街地化の進展等により十分な保安距離を確保できず、貯蔵量の削減を余儀なくされるケースが見受けられる。また、自然災害に伴う火薬庫内の火薬類が流出する事故が発生しており、山間部に実包火薬庫を設置する場合には土砂崩れや土石流等の自然災害に巻き込まれる可能性があることを示している。

実包火薬庫の移転や貯蔵量の減少を余儀なくされている実状を踏まえ、実包火薬庫の安全性の確認実験で得られた知見を基に、実包火薬庫の貯蔵量に応じた保安距離の見直し等技術基準の改正についての検討を行う。

今回、上記検討を行うに当たり、技術基準の改正の方向性について本小委員会にお諮りし、その結果を基に、今後、産業火薬保安WGにおいて技術的な観点からその安全性についての検討を行うこととしたい。

2. 実包火薬庫の安全性の確認実験の実施（別添参照）

平成24年度に実施した「実包火薬庫の設置に係る技術基準検討事業」（委託事業）において、実包を加熱したときの発火温度やその挙動、伝火（実包を並べた状態で片側の実包を加熱、発火させた時のもう一方の実包への発火等の影響）状況等を確認した。また、実包火薬庫の周辺家屋や火薬庫内部の火災を想定した実証実験を行い、実包の爆発、伝爆のリスクについての評価を行った。

上記実証実験は、具体的には、法の技術基準に従った実包火薬庫に実包

¹火薬庫の万一の発火又は爆発による影響から保護しなければならない物件のこと。国宝建造物、学校、市街地の家屋等が該当する（規則第1条第11号～第14号）。

²火薬庫における不慮の爆発に際しての危害を考慮し、予めその附近の物件に対して保有しておかなければならない距離のこと。

172,000個を貯蔵した状態で、火薬庫周辺の火災を模した外部火災実験を行い、さらに、実包火薬庫内に実包1,000個を貯蔵した状態で、火薬庫の内部火災を模した内部火災実験を行い、それぞれのケースにおいて貯蔵した実包の挙動、火薬庫内の温度等の各種データを取得した。

3. 実験結果と改正の方向性

実包火薬庫に関する安全性確認実験から得られたデータに基づく評価結果から、実包及び空包の最大貯蔵量が10万個までの実包火薬庫について、遵守しなければならない技術基準を以下のとおり改正する方向で検討することとしたい。

○保安距離（規則第23条）〈表1参照〉

貯蔵量10万個（実証実験は安全を考慮し実包17.2万個により実施。）における実包火薬庫の実証実験において、外部火災実験では火薬庫内部の急激な温度上昇は見られず、貯蔵された実包の発火等は確認されなかった。また、内部火災実験では、燃焼する実包の挙動を確認するために故意に入口の扉を開放して実施したところ、入口からの実包の飛び出し以外の事象は確認されなかった。

実包火薬庫が外部の火災にさらされ、又は火薬庫内部に火災が発生した時の危険性を考慮した場合、実証実験結果から、現行の構造等の基準に則した実包火薬庫にあっては、外部火災による内部の実包等への熱の影響や、内部火災により実包が発火した場合の外部への影響を防止するための性能を有していることが明らかとなった。

また、発火した実包の保有エネルギーは低く、実包庫の外扉（厚さ3mm以上の鉄板）を閉じていれば実包の飛散を阻止することは十分に可能であることが確認された。

以上のことから、実包及び空包の最大貯蔵量が10万個までの実包火薬庫については、保安距離をとらなくてもよいこととする。

○避雷装置（規則第24条第12号）〈表2参照〉

設置が義務づけられている火薬庫の避雷装置は、落雷による火薬庫内部の火薬類への着火による不慮の火災を防止することが設置の主な目的であると考えられる。

実証実験結果から、貯蔵する実包の爆発や伝爆の発生は認められず、更に、最大貯蔵量10万個以下の実包火薬庫については、万一の内部火災による実包の発火に対する外部への影響を防止するための性能を有している

ことが明らかとなった。

以上から、当該避雷装置の設置義務を課さないこととする。

○空地（規則第24条第14号）〈表2参照〉

火薬庫の境界には、野火や山火事等による延焼を防止するための、幅2メートル以上の防火のための空地を設けることになっているが、外部火災実験では、火薬庫内部の急激な温度上昇は見られず、貯蔵された実包の燃焼等は確認されなかった。

現行の構造等の基準に則した実包火薬庫にあつては、外部火災が発生した際に、内部の実包等への影響を防止するための性能を有していることが明らかとなった。

以上から、当該空地の設置義務を課さないこととする。

4. 今後の予定

- 5月頃 産業火薬検討WGによる検討
- パブリックコメント
- 火薬類取締法施行規則の改正

表1 火薬類取締法施行規則第23条第1項〈保安距離〉の表（抜粋）

貯蔵火薬の種類	保安物件の種類及び保安距離				区分	
	第四種保安物件	第三種保安物件	第二種保安物件	第一種保安物件		
	(以上) メートル	(以上) メートル	(以上) メートル	(以上) メートル	単位	
導火線・電気導火線及び導火管無制限	爆薬 40トン(以下)	170	270	480	550	一級火薬庫 二級火薬庫又は 実包火薬庫
	35	160	260	460	520	
	30	160	250	440	500	
	25	150	230	410	470	
	20	140	220	380	440	
	19	130	210	370	430	
	18	130	210	370	420	
	17	130	210	360	420	
	16	130	200	350	410	
	15	120	200	350	400	
	14	120	190	340	390	
	13	120	190	330	380	
	12	110	180	320	370	
	11	110	180	310	360	
	10	110	170	300	340	
	9	100	170	290	330	
	8	100	160	280	320	
	7	95	150	270	310	
	6	90	150	250	290	
	5	85	140	240	280	
	4	80	130	220	260	
3	70	120	200	230		
2	60	100	180	200		
1	50	80	140	160		
0.7	45	70	120	140		
0.5	40	65	110	130		
0.3	35	55	95	110		
0.2	30	45	80	95		
0.1	25	40	65	75		

実包薬量換算（火薬類取締法施行規則第1条の6）
 ・爆薬1トンに換算される「実包又は空包」の数：200万個

○上記から、「実包又は空包」10万個の爆薬換算量は0.05トン

表 2 実包火薬庫の位置、構造、設備基準（規則第 27 条の 4）

1	火薬庫の位置は、湿地を避けて選定すること（第 24 条第 1 号）。
2	構造は、平家建の鉄筋コンクリート造、煉瓦造、コンクリートブロック造または石造とし、基礎は堅ろう高位とし、かつ、排水に留意すること（第 24 条第 2 号）。
3	入口の扉は、二重扉とし、外扉は耐火扉で厚さ三ミリメートル以上の鉄板とし、かつ、適当に補強し、内扉と外扉にはそれぞれ錠（外扉にあつては、なんきん錠および錠を除く。）を使用する等の盗難防止の措置を講ずること（第 24 条第 4 号）。
4	窓を設ける場合には、地盤面から一・七メートル以上の高さとし、その数は火薬庫の大きさに応じ採光を考慮して定め、かつ、十センチメートル以下の間隔で直径一センチメートル以上の鉄棒をはめこみ、内方には不透明ガラスを使用した引戸を、外方には外から容易に開くことのできないような防火扉を備えること（第 24 条第 5 号）。
5	搬出入装置を有する火薬庫以外の火薬庫の床は、地盤面より三十センチメートル以上の高さとし、かつ、床下には火薬庫の大きさに応じ三個以上の通気孔を設け、金網張りとし、かつ、幅二十センチメートル以上の通気孔には、約五センチメートル間隔で直径一センチメートル以上の鉄棒をはめこむこと（第 24 条第 6 号）。
6	搬出入装置を有する火薬庫以外の火薬庫の内面は板張りとし、火薬庫の床面には鉄類を表わさないこと（第 24 条第 7 号）。
7	換気孔は、金網張りとし、火薬庫の大きさに応じ天井に一個以上を設け、かつ、天井裏から外部に通ずるように両つまに各一個以上を設けること（第 24 条第 8 号）。
8	火薬庫に暖房の設備を設けるときは、温水以外のものを使用しないこと（第 24 条第 9 号）。
9	火薬庫内に照明設備を設ける場合には、防爆式の電灯を用い、配線は、金属線ぴ工事、金属管工事、がい装ケーブルを使用するケーブル工事等によるものとし、自動遮断器または開閉器は、火薬庫外に設けること（第 24 条第 10 号）。
10	火薬庫には、避雷装置を設けること（第 24 条第 12 号）。
11	火薬庫には、その境界に沿い幅二メートル以上の防火のための空地を設け、附近には貯水槽を備え、警戒札を建てる等の防火設備および警戒設備を設けること（第 24 条第 14 号）。
12	火薬庫には、警鳴装置を設置すること、ただし、見張所等を設置し、見張人を常時配置する場合には、この限りでない（第 24 条第 16 号）。
13	火薬庫の壁は、鉄筋コンクリート造の部分にあつては厚さ二十センチメートル以上、煉瓦造、コンクリートブロック造または石造の部分にあつては三十センチメートル以上とすること（第 27 条の 4 第 1 号）。
14	火薬庫の屋根は、厚さ二十センチメートル以上の鉄筋コンクリート造とすること（第 27 条の 4 第 2 号）。
15	火薬庫の外部には、できるだけ夜間点燈すること（第 27 条の 4 第 3 号）。

実包火薬庫安全性確認のための実証実験

目次

1. 予備実験（伝爆試験）
 - 1) 加熱試験①〈水平並列〉
 - 2) 加熱試験②〈垂直並列〉
 - 3) 加熱試験③〈重並列〉
- 1-2. 予備実験（飛翔試験）
- 1-3. 予備実験（初速、飛距離等測定試験）
 - 1) 弾頭の初速と飛距離
 - 2) 弾頭衝突による損傷試験
 - ①被衝突体 材質：発泡スチロール
 - ②被衝突体 材質：合板
 - ③被衝突体 材質：コンクリート
2. 本実験
 - 1) 外部火災実験
 - 2) 内部火災試験

1. 予備実験（伝爆試験）

予備実験に使用した実包は次の通り。薬量は3～4g。270WINは、国内で流通する狩猟用実包の中では薬量が極めて多い。用途は主に大型ほ乳動物の狩猟等に使用される。300H&Hは一般に国内では流通しておらず、銃の耐久性等の試験に用いられる。

略称	呼称	弾頭径		弾頭重量	
		(inch)	(mm)	(grain)	(g)
270WIN	270 Winchester 130GR	0.277	7.03	130	8.42
300H&H	300 H&H Magnum	0.308	7.82	180	11.66

(注) 1 グレイン(grain)=0.0648 グラム(g)



図 1-1-1 270WIN（上） 300H&H（下）

1) 加熱試験①〈水平並列〉

○実験内容

実包 2 個を並列に並べ、片方の実包を横からのトーチバーナーの炎により加熱、発火させた時のもう片方の実包への伝爆の有無等を確認した。

○実験結果

加熱された実包はバーナー側実包表面温度 200℃程で、雷管部やネック部（薬莖の絞り部）の破裂、弾頭の飛翔が見られた。隣接実包への伝爆は見られなかった。

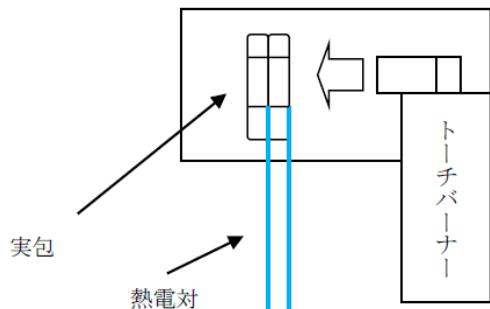


図 1-1-2 水平並列実験方法



図 1-1-3 300H&H (実験 3 回目)

2) 加熱試験②〈垂直並列〉

○実験内容

実包 2 個を垂直並列に並べ、片方の実包を下からのガスバーナーの炎により鉄板を介して加熱、発火させた時のもう片方の実包への伝爆の有無等を確認した。

○実験結果

加熱された実包は鉄板側実包表面温度 240℃程で、雷管部やネック部（薬莖の絞り部）の破裂、弾頭の飛翔が見られた。隣接実包への伝爆は見られなかった。

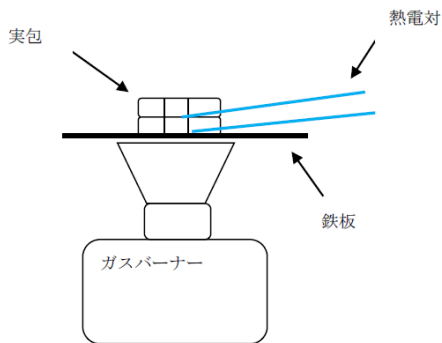


図 1-1-4 垂直並列実験方法



図 1-1-5 300H&H (実験 1 回目)

3) 加熱試験③〈重並列〉

○実験内容

実包を梱包状態で20個並べ、横からのトーチバーナーの炎により加熱、発火させた時の梱包内の実包への伝爆の有無等を確認した。

○実験結果

加熱された実包は箱内側温度260℃程で、雷管部やネック部（薬莖の絞り部）の破裂が見られ、隣接実包への伝爆は見られなかった。なお、外箱の燃焼により内部の樹脂ホルダーは溶け、1個目の実包が破裂した後の注水消火中にさらにもう1個の実包が破裂するケースも見られた。

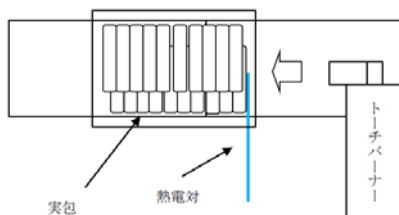


図 1-1-6 重並列実験方法



図 1-1-7 270WIN (実験 2 回目)



図 1-1-8 270WIN (実験 3 回目、発火は加熱中1個、消火開始後1個が破裂した。)

1-2. 予備実験（飛翔試験）

○実験内容

実包を横からのトーチバーナーの炎により加熱、発火させた時の弾頭の飛距離、初速を測定した。

○実験結果

加熱により破裂した実包の弾頭の初速は18.9～28.2 m/sであり、飛翔した弾頭は数メートル先の位置に着地したあと、最大で27.2 mまで到達するものがあった。

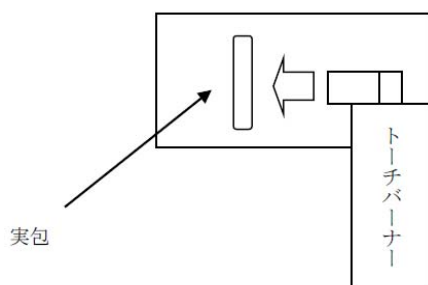


図 1-2-1 飛翔実験方法



図 1-2-2 300H&H（実験 3 回目）

番号	種類	発火状況	初速 (m/s)	薬莖 (m)	弾頭 (m)	着地点 (m)
4-1	300H&H	ネック部が発火、ほぼ同時に雷管部が発火→破裂、弾頭は回転しながら飛翔	28.2	17	25.4	-
4-2	300H&H	雷管部が発火→ネック部が発火→破裂、弾頭飛翔	22.5	3.6	27.2	7
4-3	300H&H	ネック部が発火→雷管部が発火→破裂、弾頭は回転しながら飛翔	21.1	6.8	22.2	7.3
4-4	270WIN	雷管部が発火→ネック部が発火→破裂、弾頭飛翔	18.9	5.5	-	8.3
4-5	270WIN	雷管部が発火→薬莖部伸長→ネック部が発火→破裂、弾頭飛翔	21.2	-	-	4.6

表 1-2-1 飛翔実験結果一覧

1-3. 予備実験（初速、飛距離等測定試験）

1) 弾頭の初速と飛距離

○実験内容

市販のスリングショット（ゴム鉄砲）を用いて、ゴムの伸びと弾速の関係、弾頭の初速と飛距離の関係を確認した。

○実験結果

ゴムの伸び、弾頭の初速、飛距離の結果は表 1-3-1 のとおり。



図 1-3-1 スリングショット



図 1-3-2 実験の様子

番号	実包種類	ゴム長さ/cm	弾初速/m/s	着地点距離/m	ころがり 到達距離/m
1	270WIN	40	24	6.4	17.3
2	〃	〃	24	7.2	17.8
3	〃	〃	24	6.4	20.6
4	〃	60	36	12.7	34.5
5	〃	〃	36	13.0	34.7
6	〃	〃	36	12.3	34.7
7	〃	80	47	18.7	55.7
8	〃	〃	47	21.7	55.7
9	〃	〃	47	22.9	55.7
10	300H&H	50	24	8.4	26.4
11	〃	〃	24	10.0	20.0
12	〃	〃	24	10.4	35.9
13	〃	70	38	20.7	43.0
14	〃	〃	38	20.8	53.2
15	〃	〃	38	19.8	44.4
16	〃	80	45	19.8	39.5
17	〃	〃	45	22.1	55.7
18	〃	〃	45	18.3	55.7

表 1-3-1 弾頭の初速と飛距離

2) 弾頭衝突による損傷試験

○実験内容

二種類の弾頭について、異なる初速により被衝突体（〈材質〉発泡スチロール、合板、コンクリート）の損傷状況を確認した。

○実験結果

損傷等結果は表 1-3-2、1-3-3、1-3-4 のとおり。飛翔実験では、実包は破裂の際、弾頭がおよそ 19～28 m/s の初速度で飛翔することが確認されているが、当該実験により、数ミリの合板を損傷させる程の威力であることが確認できた。

①被衝突体 材質：発泡スチロール

番号	実包種類	ゴム長さ/cm	弾初速/m/s	貫入深さ/mm	板厚/mm	備考
1	270WIN	40	24	12	50	
2		"	24	14	50	
3		60	36	貫通	50	
4		"	36	貫通	100	
5		"	36	160	300	
6		80	47	貫通	300	
7		"	47	230	300	底部から侵入
8	300H&H	50	24	60	300	
9		"	24	25	300	
10		70	38	155	300	
11		"	38	130	300	
12		80	45	210	300	
13		"	45	210	300	

表 1-3-2 弾頭と損傷の関係（発泡スチロール）



図 1-3-3 貫通状況（表 1-3-2 「番号 3」）



図 1-3-4 損傷状況（表 1-3-2 「番号 12, 13」）

②被衝突体 材質：合板

番号	実包種類	ゴム長さ/cm	弾初速/m/s	貫入深さ/mm	板厚/mm	備考
1	270WIN	40	24	弾頭の跡が少々	2.4	
2	"	"	24	弾頭の跡が少々	2.4	
3	"	60	36	穴が開く(反射)	2.4	
4	"	"	36	穴が開く(反射)	2.4	
5	"	80	47	貫通	2.4	33m転がる
6	"	"	47	貫通	2.4	26m転がる
7	300H&H	50	24	弾頭の跡が少々	2.4	
8	"	"	24	弾頭の跡が少々	2.4	
9	"	70	38	貫通	2.4	
10	"	"	38	貫通	2.4	
11	"	80	45	弾頭の跡が大	4	
12	"	"	45	貫通	4	
13	"	"	45	弾頭の跡が少々	8	
14	"	"	45	弾頭の跡が少々	8	

表 1-3-3 弾頭と損傷の関係（合板）



図 1-3-5 貫通状況 (表 1-3-3「番号 10」)

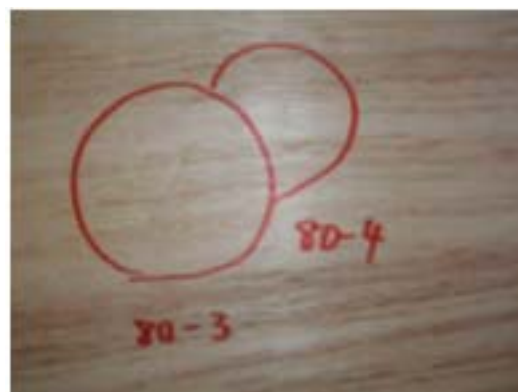


図 1-3-6 損傷状況 (表 1-3-3「番号 13, 14」)

③被衝突体 材質：コンクリート

番号	実包種類	ゴム長さ/cm	弾初速/m/s	貫入深さ/mm	板厚/mm	備考
1	270WIN	80	47	弾頭の跡が残る程度	50	跳ね返りで保護アクリル板貫通
2	"	"	47	弾頭の跡が残る程度	50	
3	300H&H	"	45	弾頭の跡が残る程度	50	弾がバナナ状に変形
4	"	"	45	弾頭の跡が残る程度	50	弾がバナナ状に変形

表 1-3-4 弾頭と損傷の関係（コンクリート）



図 1-3-7 損傷状況 (表 1-3-4 「番号 3, 4」)

2. 本実験

1) 外部火災実験

○実験内容

火薬類取締法に定められた技術基準に沿った実包火薬庫に実包 17.2 万个を設置した状態で、薪と灯油による外部火災を模した実験（火炎に対する暴露時間はおよそ 60 分）を行い、設置した実包の挙動、火薬庫内の温度等の各種データを取得した。

○実験結果

火炎の温度は 800℃を越え、コンクリート外壁の温度は最大 543℃まで上昇したが、コンクリート内壁の温度は最大 23℃（外気温程度）であり、室内温度は最も高いところで 46.2℃であった。本実験の結果、厚さ 20 cm の鉄筋コンクリート壁は一定の断熱性能を有し、およそ 60 分の火炎においては実包火薬庫内部の雰囲気温度は、実包が破裂する温度には至らないことが確認された。

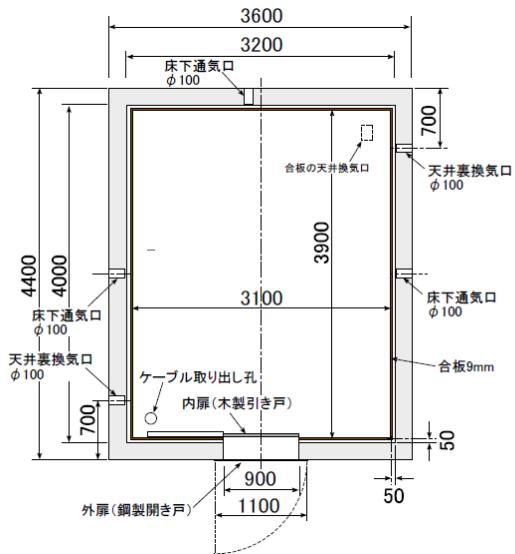


図 2-1 実包火薬庫俯瞰図



図 2-2 実包火薬庫外観



図 2-3 実包火薬庫内部



図 2-4 実包の設置状況



図 2-5 薪の設置状況



図 2-6 薪による外部模擬火災状況

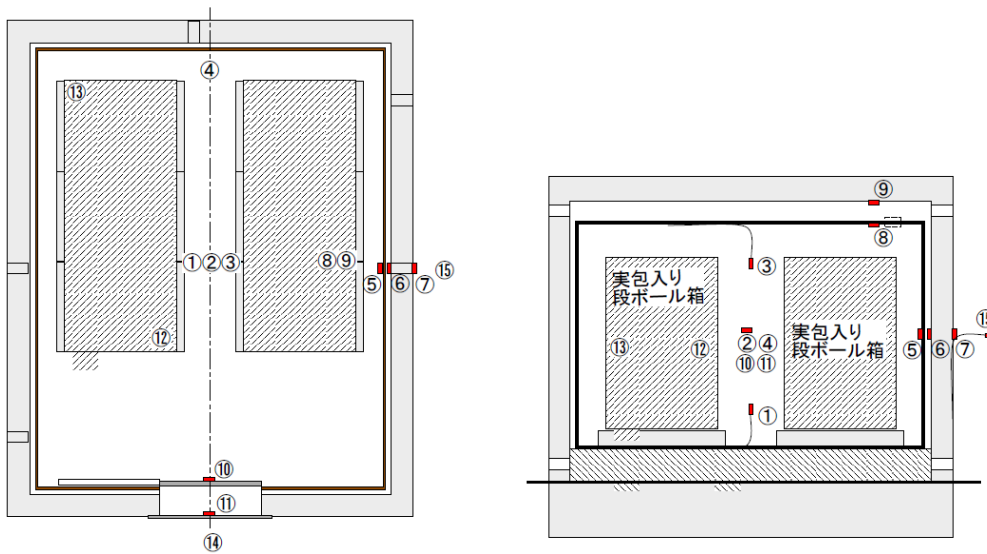


図 2-7 熱電対温度計測位置

ch	初期値	15 分後	30 分後	45 分後	60 分後	最大値	最大値-初期値
1	23.5	23.0	23.4	24.6	24.8	24.8	1.3
2	23.7	23.6	26.6	31.8	32.3	32.3	8.6
3	23.8	27.3	40.0	45.9	43.5	46.2	室内温度最大値
4	23.5	23.4	26.4	31.1	31.2	31.3	7.8
5	23.1	23.0	25.4	29.4	29.9	29.9	6.8
6	21.5	21.6	21.8	22.2	23.0	23.0	コンクリート内壁温度
7	27.5	235.5	376.7	320.4	237.6	543.5	コンクリート外壁温度
8	23.3	24.6	32.2	37.0	35.9	37.0	13.7
9	21.7	22.0	22.5	22.9	23.7	23.7	2.0
10	25.2	56.1	111.7	119.0	107.4	121.9	96.7
11	32.2	177.5	333.0	269.7	225.2	338.1	305.9
12	26.0	25.7	25.3	26.5	27.3	27.3	1.3
13	25.8	25.5	25.2	25.2	24.8	25.9	0.1
14	27.8	312.6	806.4	616.2	503.2	881.7	853.9 火炎温度
15	26.5	494.1	467.0	449.2	191.9	936.0	909.5

表 2-1 外部火災実験時の熱電対温度 (°C)

2) 内部火災実験

○実験内容

実包火薬庫内部に実包 1 千個を設置し、外扉を開けた状態で薪と灯油による内部火災を模した実験を行い、設置した実包の挙動、火薬庫内の温度等の各種データを取得した。

○実験結果

点火後、火炎温度は急速に上昇し、実包の入った段ボール中に設置した熱電対温度が点火 106 秒後に 240℃に達すると実包の破裂音が聞こえ始め、10 分を過ぎると破裂音は聞こえなくなった。燃焼により、設置した実包は順次破裂し、その一部は扉開放部から外に飛散したが、1 千個の実包が一斉に爆発することはなかった。なお、コンクリート外壁の温度に主立った変化は見られなかった。



図 2-8 内部模擬火災の様子

領域	破片 (樹脂)	破片 (金属)	弾頭 (中空)	弾頭	葉莢	雷管	区間合計
0-2m	0	5.332	2.939	81.354	298.478	0	388.103
2-4m	0	3.662	0	46.580	101.821	0	152.063
4-6m	0	3.728	0	58.268	30.115	0	92.111
6-8m	2.520	2.011	0	23.248	0	0	27.779
8-10m	1.735	2.428	2.903	58.147	14.107	0	79.320
10-12m	0.298	1.516	0	23.323	0	0	25.137
12-14m	0	0.891	2.802	58.203	13.984	0	75.880
14-16m	0	0.594	0	23.325	59.003	0.230	83.152
16-18m	0.294	1.079	0	69.841	88.396	0.228	159.838
18-20m	0	1.150	0	46.614	74.677	0	122.441
20-22m	0.865	0	0	46.510	146.198	0	193.573
22-24m	0	0.318	0	46.554	13.549	0	60.421
24-26m	0	0	0	46.589	28.721	0	75.310
28-30m	0	0	0	11.626	0	0	11.626
34-36m	0	0	0	11.633	13.720	0	25.353
40-42m	0	0	0	0	13.619	0	13.619

(備考) 弾頭 (中空) は鉛が溶けて抜けた弾頭

表 2-2 扉開放部から飛散し回収された試料一覧 (単位: g (グラム))