

防爆型ハンドランプの安全性について(第1報)

化学課 技官 田 口 昇
 // 内 藤 道 夫
 // 駒 宮 功 額

緒 言

可燃性のガスあるいは蒸気が存在する場所では防爆構造の電気設備を使用しなければならないことは一般によく知られていることである。しかしわが国においては従来工場用の電気機器について明確な防爆基準もなく、その試験方法等も確立されていなかったため、その選定、使用等に際し少なからず困難を伴っていた。即ち僅かに鉱山用のメタン防爆の機器が防爆構造のものとして市販されている程度で一部には単に密閉構造程度のものが防爆型と称して市販されている事実もあり、一方工場側においてもこれを無批判に相当危険な場所で使用している場合も少なかった。

当所においては、この事実を鑑み昭和 29 年 6 月以来日本電機工業会、日本電設工業会、日本化学工業協会等の協力を得て、工場電気設備の防爆について危険物及び危険場所の分類、機器の選定、防爆工事方法、機器の構造、機器の試験法等について審議を進めて来たもので、昨年10月ガス蒸気防爆に関する指針の決定発表を見たものであるが、本研究はこの審議と平行して行ったもので電気機器の内しばしば爆発災害の原因となっており、最

も問題の多い市販防爆型ハンドランプについてその安全性を検討したものである。

電灯による点火危険

ハンドランプが点火源となる場合を考慮して見ると、次のような場合が挙げられる。

- (1) ハンドランプを落すか、物に打ちつけてグローブ及び電球を破壊する。
- (2) ハンドランプに他の物を打ちつけて同様に破壊する。
- (3) 低温の水または液体、高温の蒸気または液体等の接触により急激な温度変化を生じグローブ及び電球が破壊する。
- (4) 点灯時の電灯内部あるいは外部の温度上昇によるガスあるいは蒸気の着火、電球のゆるみに因る過熱。
- (5) 電灯内部における火花の発生、特に導線引込部における接触不良等。
- (6) コードの破損に基く過熱あるいは火花の発生。

次に実際の災害事例についてこれを見ると第1表の如く最近5カ年間に電灯に基く爆発 16 件、火災 8 件の計

第 1 表 電灯に基く事故 (昭和25年~29年
5ヶ年災害事故報告)

	事故種別		事故の原因				事故発生場所	
	爆発	火災	衝撃による 破	蒸気等の接触 による破壊	導線接続 不良	その他	タンク等 の内部	作業場内
白熱電灯 (裸電球)	10	4	11	2	—	1	6	8
防爆型ハンドランプ	3	3	3	1	2	—	3	3
その他	1	1	2	—	—	—	—	2
不明	2	—	1	—	—	1	2	—
計	16	8	17	3	2	2	11	13

24件が報告されており、この内 14 件は白熱電灯を裸電球のまま危険場所で使用したもので、6件はいわゆる防爆型と称する市販のハンドランプを使用しているの事故であって、この内3件が機械的の衝撃によるグローブ及び電球の破壊によるもの、1件は引火性液体との接触による急激な温度変化に基く破壊、他の2件は導線引込部の接触不良に基く引火によるものであった。事故を起した場所は3件が可燃性ガスまたは蒸気の存在するタンク等の内部他の3件は作業場での事故である。

なお、筆者等の調査によれば、上記報告以外にハンドランプに基く爆発、火災等の小事故がかなり多いことが認められた。

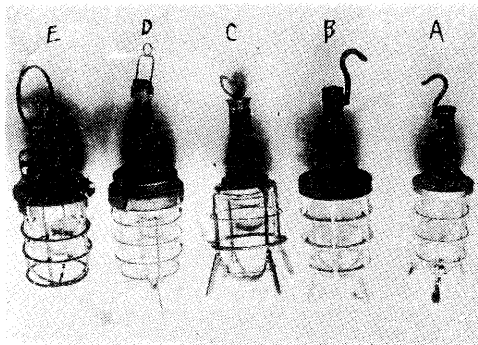
市販防爆型ハンドランプの安全性検討

電灯に対する防爆上の規定としてはドイツ防爆規定 (VDE)、米国電気工事規定 (NEC)、米国アンダーライター・ラボラトリーの規定、わが国の石炭鉱山定着灯の規定 (TISM7610) 等があり、今回公表された工場

電気設備防爆指針もこれ等を参考として定められたものであって、白熱電灯については、ガス蒸気存在する場所で使用される電灯を耐圧防爆構造（全閉構造で容器内部で爆発性ガスの爆発が起ってもその圧力に耐え、かつ外部の爆発性ガスに引火するおそれの無いもの）及び安全増防爆構造（使用中に火花、アーク、または過熱を生じてはならない部分にその発生を防止するように構造上または温度上昇について安全度を増加したもの）の2種に分類し、それぞれ耐圧防爆構造及び安全増防爆構造の要求に適合する外ガード、グローブ等の構造、気密性、温度上昇限度、衝撃に対する強度等が要求されている。

現在市販されている防爆型ハンドランプは本指針に基づいて製作されたものではないがその安全性の程度を知ることには使用条件の決定あるいは将来の改善に際し参考となるものと考え、特に市販の防爆型ハンドランプ5種を選び気密性、温度上昇、防爆性、機械的強度等の検討を行ったものである。試験資料は写真1に示す如きもので

写真 1

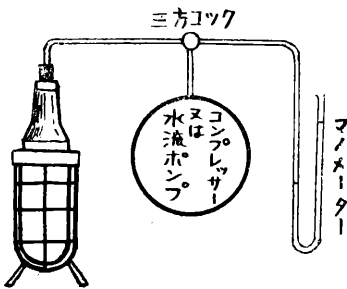


これをA, B, C, D, Eの5種とする。この内D及びEは耐圧防爆構造のものであるがA, B, Cは密閉型乃至安全増のものとして認められる。ただ試験に当ってはすべて同じ条件で行った。なお参考のために資料の重量を示すと次の通りである。

A...1, 100g B...2, 290g C...1, 600g D...2, 800g E...3, 360g

(1) 気密試験 第1図 ハンドランプの気密試験

防爆指針では安全増防爆構造の器具はガス又は蒸気の侵入を防ぐため、できる限り気密な構造とすることとし、密閉にパッキンを使用する



場合は、抵抗力及び耐久力を有すべきこととしている。

本試験は第1図の如くハンドランプ内部を水流ポンプあるいはコンプレッサーで減圧または加圧し、その減衰状況を以て気密度を比較したものであって、結果は第2表の通りであった。即ちAが最も気密性が良好

第2表 市販防爆型ハンドランプの気密試験

試料	気 密 度	
	加 圧	減 圧
A	106.6~54.2	116.5~66.6
A'	<1	<1
B	5.8	7.9
C	<1	<1
D	<1	<1
E	<1	<1

（水柱 200mm に加圧又は減圧しこれが30分後に半減するものを100とした。
A'はAを工場で約1年使用したもの）

では殆んど気密性の無いことが判った。Aはゴム製のパッキンをガードに取付けられた押上金具でグローブを押し締めたもので、押上金具の締付け方によって気密性がかなり変化すること、及び使用日時の経過によりパッキンが老化して気密性が失われることが認められた。

(2) 温度上昇試験

安全増防爆構造においては対象ガス、蒸気の発火度と関連して電灯内外の温度を第3表の如く定めてあ

第3表 電灯の温度上昇限度

ガス、蒸気の種類	温度上昇限度（周囲温度40°C）		
	口金（セメント部分）	内 部 最高温度	外 部 最高温度
発火度	A 450°C 超過	150°C	210°C
	B 300~450°C	150	180
	C 175~300°C	100	100
	D 120~175°C	60	60

第4表 市販防爆型ハンドランプの温度上昇試験

試料	口金（セメント部分）	内 部 最高温度	外 部 最高温度
A	104°C	133°C	49°C
B	110	130	51
C	105	135	48
D	102	142	51
E	113	129 ⁽¹⁾	57 ⁽²⁾

（数字は周囲温度で引いた値）
註(1) > グローブ下端
(2) > グローブ下端

り、耐圧防爆構造においては外部温度のみを同じ表の如く制限している。

資料ハンドランプ5種についてこれを点灯の上各部の温度を測定した結果を示すと第4表の通りである。これは周囲温度を引いた値であるが第3表に比較してA及びBの発火度の対象ガスに対しては問題は無いが安全増においてはC、D級のガスに対して、耐圧防爆においてはD級のガスについて問題のあることが認められた。

(3) 爆発試験

耐圧防爆構造のハンドランプは内部に可燃性ガスが入って発火爆発しても、容器ガスの爆圧に耐え、また火焰が外部ガスに引火しないことが定められているが、この点について第2図及び写真2に示す如き装置

第2図 爆発試験装置

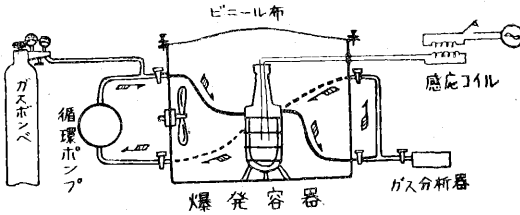
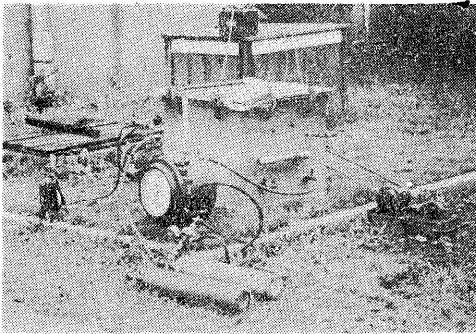


写真2



によって爆発試験を実施した。即ち、爆発試験装置の内部にハンドランプを入れ、ハンドランプ内及びその周囲を各種爆発性混合ガスで満たし、ハンドランプ内

第5表 市販防爆型ハンドランプの爆発試験

1 爆発等級(2)のガス(メタン3 水素7 空気中18%)で実施

試料	試験結果
A	× 1回で火焰逸走 パッキンはみ出る
B	○ 30回連続 火焰逸走せず
C	× 1回で火焰逸走 グローブ破損
D	○ 30回連続 火焰逸走せず
E	○ 30回連続 火焰逸走せず

2 爆発等級(1)の蒸気(n-ヘキサン 空気中2.17%)で実施

試料	試験結果
A	○ 30回連続 火焰逸走せず
A'	× 1回で火焰逸走 グローブ破損、蓋板亀裂
B	省略
C	× 1回で火焰逸走 グローブ粉碎
D	省略
E	省略

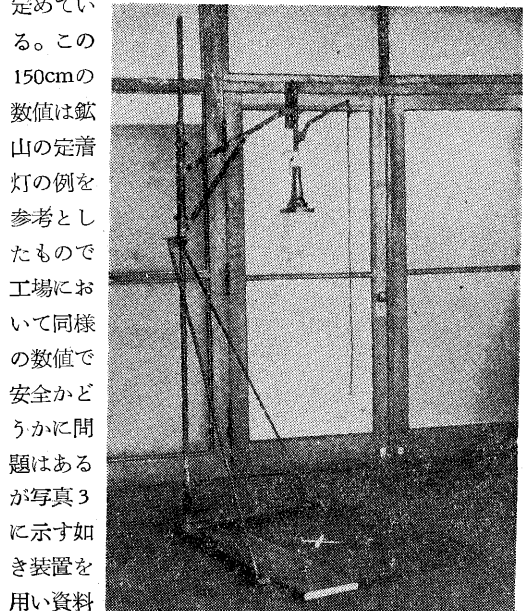
(A'はAを1年近く使用したものがパッキンの老化が認められるもの)

のガスに点火し、ハンドランプの耐圧力と火焰逸走の有無を調べた。爆発ガスは爆発等級1のものと2のものと2種を用いただけで止めたが結果は第5表の1及び2の通りで爆発等級2のガスによってはA及びCが1度で火焰逸走し、防爆性の無いことを示し、爆発等級1のガスによってはCが1回で破壊したが、Aは30回の爆発に耐えた。しかしAの使用品でパッキンの老化したものは全く防爆性が失われていることが認められた。

(4) 強度試験

ハンドランプの災害事例でも判るが爆発原因の多くが外傷によるハンドランプの破壊によって起っている。防爆指針においてはこの点に鑑み、特に移動灯に対してはケースを上にして150cmの高さよりコンクリート床においた厚さ5cm以下の杉または松板上に落下させる場合でも破損または著るしい変形をしないことを

写真3 落下強度試験装置



を定めている。この150cmの数値は鉾山の定着灯の例を参考としたもので工場において同様の数値で安全かどうかには問題はあるが写真3に示す如き装置を用い資料

第6表 市販防爆型ハンドランプの落下強度試験結果

1 コンクリート上厚さ3cm木板上に落下
(ケースを上にして)

試験 落下 高度	A	B	C	D	E
1 m	○	○	○	○ ガード先端 変形	○
1.5m	○	○	× グローブ 粉砕	○ ガード 変形	○

2 コンクリート上厚さ10cm鋼板上に落下
(ケースを上にして)

試験 落下 高度	A	B	C	D	E
1.5m	○ ガード 変形	○ ガード 一部折損	省略	○ ガード 一部折損	○

5種について1.5mの高さよりの落下試験を行った結果は第6表の通りである。

結果はグローブにネチを切った構造のCが強度的にも弱く1.5mの落下によってグローブが破壊したのに対し、他の4種はこれに耐えた外更にコンクリート上に落下させた場合もガードに一部損傷を見る外は大きな破損を示さなかった。

試験結果に対する考察

- (1) 気密性についてはゴムパッキンを使用した押上式グローブのものが最も良好の結果を示したが、これは押上金具の締め方により気密度が相当変化すること及びパッキンの老化により気密性が失われること等が認められ、安全増防爆構造のものは気密保持にパッキンを使用する場合抵抗力、耐久力等に充分注意し、特にパッキンの保全に注意の必要なことが認められた。

耐圧防爆構造の器具はスキの存在のため気密保持が困難なこと、またCの如くグローブにネチを切ったものは密閉構造程度としても事実上は密閉の困難なことが認められた。

なお、押上金具の使用及びネチを切ったグローブの使用は共に防爆指針で認めていない。

- (2) 温度上昇については、安全増防爆構造については発火度C、D級、耐圧防爆構造については発火度D級の対象ガスに対して温度上昇限度を超えることが認められたが、ヘキサン、二硫化炭素等低発火度の対象ガスに対して使用されている事例も少くないと思われるので注意を要する。もちろん使用電球は明確に指定し、またこの指定を厳守すべきで電球の過大を使用した場

合対象ガス中でも温度上昇による危険が充分予想される。

なおハンドランプの点灯位置、点灯場所等も温度上昇に相当影響するものと思われる。

(3) 爆発試験

耐圧防爆構造のものが共に爆発試験に耐えたのに対し、A及びCが1回で火焰逃走したのは元来密閉構造程度のものであるだけに当然の結果と見られる。なおAのパッキンの新しいものは爆発度の弱いガスに対して案外の耐久力を示したが、パッキンの老化により防爆性は簡単に失われることが認められた。

なお、本試験においては更に爆発性の高いガスによる試験を実施しなかったが爆発試験は一般に一般上のガスで行うのが常識であるから爆発等級2及び3のガスに対しては更に検討を必要とする。

(4) 強度試験

グローブにネチを切った構造のものが1.5mの落下により破損した外全部が1.5mの落下に耐えることが認められた。木材を鉄板に変えてもほぼ同様の結果を示した。ただ落下によりガード等に多少の損傷を生ずる点を考慮すれば、その取扱は充分注意が必要であろう。1.5m以上の落下について及びその他の衝撃については検討を行わなかったがハンドランプの事故が外傷によるものが多いこと及び使用条件等も考え更に検討の余地があるものと思われる。

- (5) 全般に対象ガスの明示が無く、比較的良好な結果を示したのも爆発等級及び発火度の如何によっては、危険性が考慮されるため爆発等級及び発火度防爆構造の明示が不可欠と認められた。

- (6) 全試験を通じてグローブにネチの切ったものが最も危険であることが認められたが、この種の構造のもの使用は厳重に注意することが必要と思われる。

- (7) 比較的良好な結果を示したのも全般に重量が重く大きさが大きい点はハンドランプの使用条件から考えて改善の余地があるものと認められた。

結 語

本試験は種々の破壊試験を伴うものである関係から十分な試験資料の確保が望まれたのであるが、最少の資料で行わねばならなかったため甚だ不十分な結果しか得られなかった。ただ一応防爆指針に定められた内容と市販の防爆型ハンドランプの安全性との関係がある程度明らかにできた点と将来の改良の端緒が得られたことが収穫であった。

なお引続き資料及び試験装置の整備をまって実験を実施する予定である。