

## 各種 LPG 容器バルブおよび ACME アダプターの強度比較試験

2006年3月12日  
安全委員会 広田 和弘

### 1. 目的

2005年8月に渡良瀬遊水地で発生したLPG容器バルブとACMEアダプタ接続部の破損に起因する火災炎上事故をふまえ、現在使用されている各種タイプのLPG容器バルブとACMEアダプタの組み合わせの強度比較を行う。

\*)安全委員会では事故が発生したタイプの組み合わせは、安全が確認されるまでは、使用禁止としている。

### 2. 試験サンプル

試験対象とした組み合わせは、下記の4種である。それぞれ2個ずつサンプルとして準備した。各サンプルを写真1~4に、各ACMEアダプターの比較を写真5に示す。

#### 1) NPT3/8 タイプバルブ

「NPT3/8 オスバルブ」 + 「NPT3/8 メス - ACME アダプタ」(写真1:事故機と同型:)

バルブ: HAMMAI F003

アダプター: REGO7141M

#### 2) POL タイプバルブ 1

「POL メスバルブ」 + 「POL オス - ACME アダプタ(タイプ 1)」(写真 2)

バルブ: HAMMAI F044

アダプター: POL 用に製作された専用アダプタ

#### 3) POL タイプバルブ 2

「POL メスバルブ」 + 「POL オス - ACME アダプタ(タイプ 2)」(写真 3)

バルブ: HAMMAI F044

アダプター: REGO7141M を POL 用に追加工したもの

#### 4) ACME タイプバルブ

「ACME コネクターバルブ」 (写真 4:アダプタなし)

バルブ: MULLER 製

\*)バルブの名称と等は、刻印を元に行っているもので、正式な型番とは異なる可能性があります。

### 3. 試験方法

写真6のように、各バルブを固定用治具に固定し、コネクタ部先端から10mmを圧子により一定速度で押し込み、チャート紙に記録された変位 - 荷重曲線から破断したときの荷重を読み取る。

固定用治具の外観を写真7に示す。厚さ20mmのアルミ板にアルミ容器用ネッキングを溶接にて取り付けたものである。(ネッキング:実際のアルミ容器のバルブ取り付け部に使用されているもの)。

試験サンプルの固定用治具への取り付けは、はじめ、通常取り付けのようにねじ込んでいたが、後述するように、コネクタ部に荷重をかけることにより、バルブ取り付け部のネジが破損し、十分な強度での固定ができなくなったため、途中から、約10tf程度の荷重で圧入することにした。そのため、いくつかのサンプルは一度ねじ込みにより固定して試験を実施したが、十分な荷重をかけられなかったため、再度圧入により固定して試験を実施した。

### 4. 試験実施日時および場所

試験実施日: 2006年2月18日(土)

試験場所: 名古屋大学工学部

## 5. 結果

試験結果を表 1 に示す。

### 1)NPT3/8 タイプバルブ

いずれのサンプルも写真 8 のように事故時と同様にアダプタ端面の接続部で破断した。破断した荷重は約 250kgf と 300kgf であった。

### 2)POL タイプバルブ

どちらのアダプタの場合も、写真 9 のようにバルブ自体は破損せず、容器側取り付け部が破損し、バルブ自体が傾くようになった。いずれの場合も 750kgf 程度で容器側取り付け部の破損が始まった。

### 1)ACME タイプバルブ

写真 11、12 に示すようにバルブ根元部が破断した。破断した荷重は約 1500kgf トンであった。

## 6. 考察

以上の結果より、事故機と同じ NPT3/8 タイプバルブがもっとも低い荷重で破断することがわかった。一方、アダプタを介す必要のない ACME タイプバルブはバルブの根元で破断することがわかった。

これらに対して POL タイプバルブは、この試験では、バルブ自体は破断せず容器側取り付け部が破損した。これは、容器への取り付けが実際よりも浅かったためと考えられる。したがって、ACME タイプバルブと同程度までねじ込むことができれば、アダプタとの接続部が根元部で破断する可能性もある。ちなみに、ACME タイプバルブは容器取り付けネジ部のテーパ角が小さく、深くまでねじ込むことができたため、荷重をかけても、取り付け部の破損が起こらなかったと考えられる。

そこで、POL タイプバルブと NPT3/8 タイプバルブのアダプタ接続部の強度を検討する。図 1 のように NPT3/8 タイプバルブの場合、アダプタとの接続部の破断を考えると、破断部位の最大引張応力はネジ部での応力集中を無視すると、式 1 で近似することができる。このとき、P は荷重、L は距離、ID は破断部の内径、OD は破断部の外径である。

$$\sigma_{\max} = \frac{64 * P * L * OD / 2}{\pi(OD^4 - ID^4)} \quad \text{式 1}$$

POL タイプバルブの場合はアダプタ側のネジ部について同様に計算することができる。したがって、各バルブの材料が同じことから、この引張応力が小さいほど強度があると考えられ、 $(OD \times L) / (OD^4 - ID^4)$ の値を比較すれば、概略の強度比較ができる。各バルブの上記 ID、OD、L、および $(OD \times L) / (OD^4 - ID^4)$ の値と、それをもとにした各タイプのバルブの強度比を表 2 に示す。表 2 からわかるように、POL タイプのほうが、4 倍以上の強度があると考えられる。したがって、NPT3/8 バルブの破断荷重が 250 ~ 300kgf であることから、POL タイプの場合、アダプタ部で破断する荷重は 1000kgf 以上と考えられる。

したがって、POL タイプバルブの場合は、十分ねじ込んで容器に取り付けることが可能であった場合には、アダプタとの接続部でアダプタのネジ部が破断する可能性もあるが、そのときの荷重は 1000kgf 以上であると考えられる。また、ACME タイプバルブ同様、バルブの根元で破断する可能性もあるが、この場合でも 1000kgf 以上の荷重が必要であると思われる。

## 7. 結論

以上の結果より、事故機と同じ「NPT3/8 オスバルブ」+「NPT3/8 メス - ACME アダプタ」の組み合わせがもっとも強度が低いため、継続して使用禁止とすべきと判断される。また、代替品として提示した「POL メスバルブ」+「POL オス - ACME アダプタ」の組み合わせについては、3 倍以上の強度があり、1000kgf 以上の荷重まで対応できると考えられることから、現時点では使用しても問題はないと判断できるが、コネクタ部に不要な荷重がかからないように注意すべきである。

## 謝辞

今回のバルブ破壊試験については、名古屋大学工学部田川哲哉助教授に全面的に協力していただきました。バルブ固定治具の製作においては、朝日ガス株式会社中山吉男様にご協力をいただきました。この場を借りて、厚くお礼を申し上げます。

表1 各バルブの試験結果

サンプル No	バルブ	アダプタ		試験結果 (kgf)	固定方法	破断部位、状況	
1	NPT3/8	1	NPTタイプ	1	250	圧入	アダプタ端面の接続部で破断 (事故と同部位で破断)
2		2		2	300		
3	POL	1	POLタイプ (専用製作品)	1	770	圧入	700kgくらいから容器取付け部のネジが破損
4		2		2	810		
5		3	POLタイプ (NPTタイプに 追加工)	1	960	圧入	
6		4		2	実施せず		
7	ACME	1	/		1500	ねじ込み	バルブの根元部が破断
8		2	/		実施せず		

表2 各バルブとアダプタ接続部の強度比較

バルブ	破断想定部	OD	ID	L	$(OD \times L) / (OD^4 - ID^4)$	強度比
NPT3/8	バルブ側	14.5	9.7	63.8	0.0265	1
POL(アダプタ1)	アダプタ側	20.5	8.0	48.3	0.0058	4.6
POL(アダプタ2)	アダプタ側	20.5	14.4	42.4	0.0065	4.1



写真 1 NPT3/8 タイプバルブ



写真 2 POL タイプバルブ 1



写真 3 POL タイプバルブ 2



写真 4 ACME タイプバルブ



写真 5 アダプタの比較  
左:REGO7141M (NPT3/8 用)  
中:REGO7141M を POL 用に追加工  
したもの (タイプ 2)  
右:POL 用に製作された専用アダプタ  
(タイプ 1)



写真 7 固定用治具  
(バルブを固定しているアルミ製の板)



写真 6 試験装置の外観図



写真 8 NPT3/8 タイプバルブの破壊状況



写真 9 POL タイプバルブ 1 の破壊状況



写真 11 ACME タイプバルブの破壊状況



写真 12 ACME タイプバルブの破壊部位

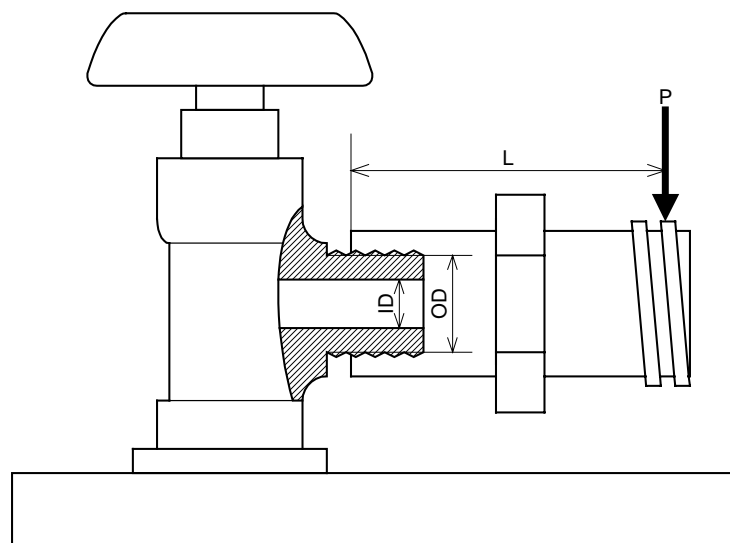


図 1 バルブの模式図