

軽量 LP ガス容器の開発*

守川 勝利*² 山口 忠政*³ 菅原 大八*⁴

Development of Refillable Welded Light Cylinder for Liquefied Petroleum Gas

Katsutoshi Morikawa, Tadamasa Yamaguchi, Daiya Sugawara

1 はじめに

一般家庭で使用される液化石油ガス (LP ガス) は、充てんガス重量が 50 kg 以下の小型容器にて配送・販売されている。このような容器は主として鋼製のものが使われているが、従来から、①軽いこと、②錆にくいことの2点の要求があった。

軽量化の動きは、鉄以外の材料としては、1986年頃より、業界の一部でアルミニウム合金製の容器が市場に登場しはじめ、FRP製の容器も検討されはじめた。しかしアルミニウム合金製の容器は高価格のため用途が限られており、FRP製の容器は技術的に実用化の段階に至っていない。

これに対し、鋼製容器の軽量化は川鉄コンテナ(株)が業界の先頭を切って開発を進めており、これまでに鋼材の強度をアップすることにより薄肉化することで軽量化を図ることに成功した。1987年11月より20 kg容器を、1988年4月より50 kg容器を全面的に切り替え生産販売している。以下に軽量容器の概要を紹介する。

2 開発の基本構想

2.1 軽量化する品種

家庭用 LP ガス容器は、充てんするガス重量により7種類に分類されている。ここ数年の全国生産比率では、7種類のうち50 kg容器と20 kg容器で全体の3/4を占めているので、この2種類の容器を軽量化することにした。

鏡のプレス加工限界から容器の構成は、二つの鏡を1箇所溶接組み立てした2部構成容器と、二つの鏡と一つの胴を2箇所溶接組み立てした3部構成容器とに分けられる。

現在日本では20 kg容器前後を境にして分かれており、当社では20 kg容器は2部構成、50 kg容器は3部構成である。それぞれの容器形状を Fig. 1 に示す。

2.2 軽量化率

高圧ガス取締法に基づく必要最小肉厚 (SG 37 で 1.9 mm) に加工時の減肉を見込むことと、同じく容器の安全率を 3.5 以上に保つことを必須条件に容器の設計を行った結果、50 kg 容器は SG 37 の板厚 2.5 mm を、20 kg 容器は SG 30 の板厚 2.5 mm を使用することにし、最終の軽量化率の目標を 10~20% の範囲に置くことにし

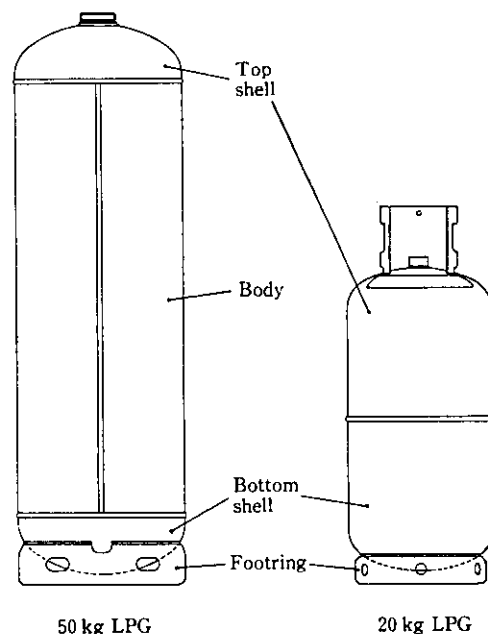


Fig. 1 Shapes of cylinders

た。

2.3 外部衝撃に対する強度

容器搬送中の落下、転倒等による損傷を防止する必要があり、特に法規制はないが従来容器と同等以上の強度を確保することにした。

2.4 刻印打刻による凹み対応

法令により容器管理のための諸元を本体に刻印打刻することが義務づけられており、当社では容器番号 (5桁) と容器重量を成形完了後に鏡部に打刻している。

番号打刻は従来からその部分の凹みが出やすい作業であり、薄肉化した場合は大きな凹みが懸念された。

この対策として3部構成の50 kg容器については胴部のみを薄肉化することにし、2部構成の20 kg容器についてはあらかじめ別の鋼板 (銘板) に刻印を打刻し、その銘板を鏡に溶接することにした。

*1 平成元年10月19日原稿受付

*2 川鉄コンテナ(株)伊丹工場管理室 課長

*3 川崎製鉄(株)鉄鋼研究所鋼材研究部強度・接合研究室 主任研究員

*4 川鉄コンテナ(株)伊丹工場第3製造課 次長

Table 1 Specifications of cylinder

	50 kg LPG cylinder		20 kg LPG cylinder	
	Conventional	Light	Conventional	Light
Weight* ¹	(kg) 41	36	21	17
Inside volume	(<i>l</i>) 118	118	47 or 48	47
Outside dia.	(mm) 368	368	320	320
Height	(mm) 1277	1272	838	835
Wall thickness of body	(mm) 3.2	2.5		
Wall thickness of shell	(mm) 3.2	3.2	3.2	2.5
Material of body* ²	SG 30	SG 37		
Material of shell* ²	SG 30	SG 30	SG 26	SG 30
Inside angle between shell and footring (°)	65	65	77	100
Stamping	on shell	on shell	on shell	on plate

*¹ Approximate weight*² JIS G 3116

2.5 底部腐食対応

容器は使用時の暴露環境がいろいろあり、環境が苛酷な場合には時として底部に錆が発生し腐食から漏れに至ることもある。

一般に 50 kg 容器に比べ 20 kg 容器の暴露環境が悪く、5 年ごとに行われる容器再検査（50 kg 容器は 4 年ごと）における不合格率も高い。また、前述のように 50 kg 容器の鏡部は従来板厚のまま（3.2 mm）であることから、軽量化に際しては特に 20 kg 容器に対して底部腐食対策をとることにした。

具体的には最も錆が発生しやすい鏡とスカートの接合部に塗料の厚塗りを容易にするために、スカート形状を変更して接合角度を 77° から 100° に広げることにした。

以上 2.1~2.5 の基本構想で決定した内容を Table 1 に示す。

3 製造工程、設備および作業方法の変更点

今回の軽量化にあたっての製造工程、設備および作業条件の主な変更点は次のとおりである。

- (1) 20 kg 容器製造ライン
 - (a) 鋸板溶接工程の追加と同ロボット溶接機の設置
 - (b) 天地鏡プレス作業、スカート作成条件の変更
 - (c) 円周溶接施工条件の変更
- (2) 50 kg 容器製造ライン
 - (a) 超音波探傷工程の追加と同設備の設置
 - (b) 胴および円周溶接施工条件の変更

変更後の 20 kg, 50 kg 容器の製造工程を Fig. 2 に示す。

4 品質特性

軽量化された 20 kg, 50 kg 容器の主要品質特性を Table 2 に示す。

- (1) 必要最小肉厚と安全率

成形した鏡板と胴の肉厚は設計計算値を十分に満足した。

破裂試験結果は、20 kg, 50 kg 容器とも 80 kgf/cm² であり、それぞれ設計計算値より 19%, 14% の増加となり高い安全率を示している。
- (2) 恒久増加率

恒久増加率はそれぞれの容器で、法令の 10% 以下を十分に

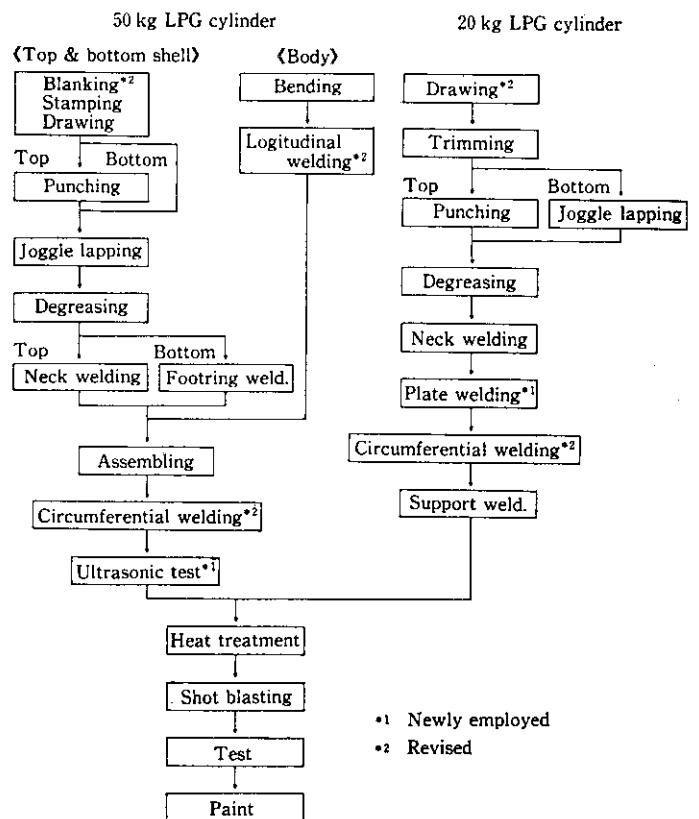


Fig. 2 Manufacturing process

満足しているし、従来容器と比較しても 70% 程度減少しており品質の向上を示している。

- (3) 外部衝撃に対する強度

容器にそれぞれの充てんガス重量担当の水を入れ、トラック荷台高さ（1.4 m）からの水平落下、地面への転倒および地面上の突起物への転倒試験の結果、20 kg, 50 kg 容器ともに従来容器と同等以上の強度を示している。
- (4) 20 kg 容器のスカート強度

軽量化に伴い形状を変更した 20 kg 容器スカートの 30° 斜角落下試験の結果は、従来容器よりも強く、十分に耐えることが確認された。

Table 2 Results of performance test

		50 kg LPG cylinder*1		20 kg LPG cylinder*2	
		Conventional	Light	Conventional	Light
Permanent expansion (%)		3~4	2~3	3~5	2~3
Burst pressure (kg/cm ²)		90~95	80~85	95~100	80~85
Transformation of cylinder after dropped*3 (mm ³)	Dropped on the flat floor*4	202	112	521	570
	Fall down on the flat floor	213	192	6.0	1.2
	Fall down on the corner	692	655	70	94
Transformation of footing after dropped*5 (cm ²)				16.9	12.9

*1 Water of 50 kg weight is charged into cylinder.

*2 Water of 20 kg weight is charged into cylinder.

*3 Total transformation, that is, Width(W) × Length(L) × Depth(D).

*4 Dropping height is 1 400 mm.

*5 Total transformation, that is, Width(W) × Length(L) Dropping height is 1 400 mm and dropping angle is 30°.

また、スカートと地鏡の接合部の塗装膜厚は、従来容器に比べて10~20%増加しており、底部の耐食性も向上した。

(5) 溶接品質

新溶接条件での溶接部の材料試験およびX線透過試験結果は良好で、規格値および基準等級を十分に満足している。

特に、薄肉突合わせ溶接である50kg容器の胴溶接部については、ライン内に超音波探傷装置を設置し、溶接品質の維持と一層の向上を期している。

このように軽量容器はすべての点で従来容器と同等以上の品質性能を示し、最終的に50kg容器で5kg(12%減)、20kg容器で4kg(19%減)の軽量化を達成することができた。

5 おわりに

当社はユーザーニーズに応える容器として、ハイテン材を使用した高品質の軽量容器を他社に先がけて生産販売し、ユーザーの高い評価を得ており今後一層の拡販が期待されている。

参考文献

- 1) 川鉄コンテナ(株): 実公昭 61-186898
- 2) 川鉄コンテナ(株): 実公昭 63-177396
- 3) 川鉄コンテナ(株): 実公昭 63-190699
- 4) 川鉄コンテナ(株): 実公昭 64-007999

<問い合わせ先>

川鉄コンテナ株式会社 伊丹工場 管理室
 TEL 0727 (81) 1586 FAX 0727 (81) 8764