

ビーム型タンクコンテナ

Beam Type Tank Container



化工機事業部 管理室
小林 哲士
Tetsuji Kobayashi

We have successfully developed light weighted and large volume tank container which is called as "Beam type" container under the rules of ISO.

This report describes comparison of "Frame type" and "Beam type" container and test results of "Beam type" container performed under the domestic and international regulations concerned.

えがき

当社は、1975年からタンクコンテナを商品化し、現在までに約500台のタンクコンテナを製造している。

タンクコンテナは、可燃性・非可燃性の液体、有毒・無の化学薬品などの液体、ジュース・ワイン・ビールなど食品類、などを国内間または国際間で輸送するものであり、その主力は、いわゆる20フィート国際コンテナと呼ばれるもので、幅8フィート、高さ8フィート6インチ、長さ20フィートの四隅に、吊上げ・固定用の隅金具を設けフレーム内にタンクを納めたものである。従来品の構造式としては、フレーム型コンテナに属する。

当社は、従来製品のフレーム型に加え、今回ビーム型コンテナを新たに開発した。(写真1)

フレームの形式と特長

タンクコンテナは、フレームの形式により、概略次のように分類できる。

1 フレーム型

タンクおよび内容物の重量をサドルを介して、主に長手

フレームにかけるもの。輸送・ハンドリング時の静的、動的荷重のほとんどをフレームで支持し、タンク・シェル(胴・鏡)への荷重の分担量を少なくする。(第1図)

1.2 ビーム型

タンクおよび液重量を支持板を介して前後フレームにかけるのでタンク自身も強度メンバの一部となりビームとしての働きをする。(第2図)

利点としては、長手フレームを無くし、または減らすことにより大きなサドルが不要となるため、コンテナ自重を減らすことができる。

国際標準化機構(ISO)では、寸法の他に総重量(Gross weight)=コンテナ自重(Tare weight)+積載重量(Pay load)を24000kgと規定している。

したがって、コンテナ自重が減れば、その分余計に積載重量をかける事ができる。

また、長手方向のフレームやブレースが減るため、タンクの直径を制限幅一杯まで広げる事ができ、その分タンク容量を増やす事ができる。

ビーム型とフレーム型の性能比較を第1表に示す。

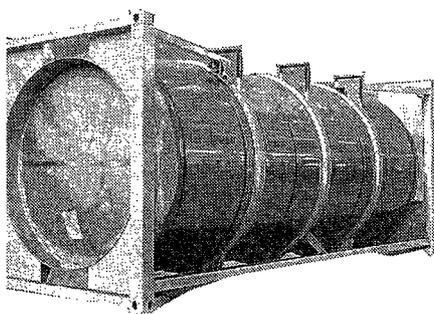
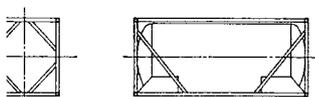
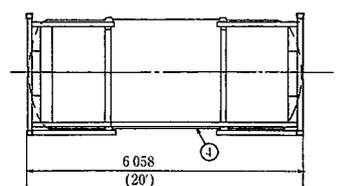
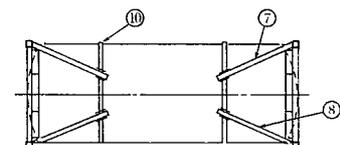
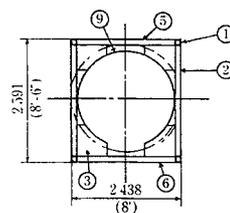
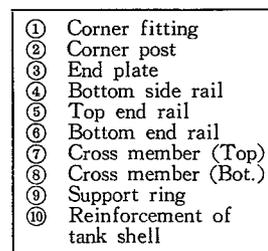


写真1 ビーム型タンクコンテナ
Photo. 1 Beam type container



1図 フレーム型
Fig. 1 Frame type container



第2図 ビーム型
Fig. 2 Beam type container

第1表 容量および重量比較

Table 1 Comparison of beam type and frame type containers (Calculated)

	Capacity liter	Tank dia mm	Tare weight kg
Beam type	23 000	2 300	2 393
Frame type	20 100	2 150	2 745

2. 新型ビーム型タンクコンテナ

ビーム型コンテナは、軽量化・タンク容量の大型化という二つの大きなメリットがあるが、設計上タンクおよびそのサポート方法に特に注意を払う必要がある。

今回製作したビーム型コンテナ（第2図）はこの点に配慮し、タンクシェル側の応力集中を避けるよう工夫した。

また、各種静的・動的試験を行うにあたり、各所において応力測定を実施し、安全性を確認した。

3. 静的荷重試験

実験方法および項目

第2図に示した供試コンテナに歪ゲージ（二軸ゲージ）を貼付け、CSC条約（安全なコンテナに関する国際条約）その他の規則に定められた荷重試験第2表により、フレームおよびタンクの強度を確認した。荷重試験の概略を第3図に示す。

3.1 実験結果

各荷重テスト時の部材長手方向の最大応力値を第3表に示す。

- (1) 積重ね試験
- (2) 横手方向ラッキング試験
- (3) 長手方向スタッキング試験
- (4) 長手方向緊縮試験

また、変形量については、そのいくつかを第4~8表に示す。

3.2 応力

1) 積重ね試験

(1) 最大応力は隅柱に発生し、その値は 13.8 kg/mm²であった。

(2) 隅柱には軸力に加え曲げ応力が発生しており、最大応力も軸力+曲げの合力である。

許容圧縮応力（短期）は下記により求められる。

$$f_c = \frac{1.5 \{1 - 0.4 (\lambda/\lambda)^2\} F}{\psi} = 23.5 \text{ kg/mm}^2$$

$$A : \text{限界細長比} = \sqrt{\frac{\pi^2 E}{0.6 F}} = 120$$

F : 許容応力度 (kg/mm²)

λ : 細長比 19.3

ψ : 安全率 1.517

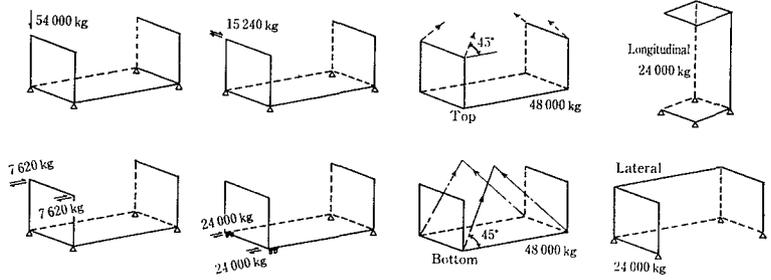
したがって、-13.8 kg/mm²（最大発生応力）< -23.5 kg/mm²（許容圧縮応力）。許容応力を超えていない。

2) 横手方向ラッキング試験

最大応力は隅柱に発生している。同様に応力評価を行う。

許容圧縮応力

$$f_c = \frac{1.5 \{1 - 0.4 (\lambda/\lambda)^2\} F}{\psi} = 21.1 \text{ kg/mm}^2$$



第3図 荷重試験概略図

Fig. 3 Outline of load tests

第2表 荷重テスト項目

Table 2 Load tests

	Load kg	Remarks
Stacking test	54 000	= 24 000 × 1.8 × 5 × 3/4
Lateral racking test	15 240	
Longitudinal stacking test	7 620	
Longitudinal restraint test	24 000	
Top lift test	48 000	Tare wt. included
Bottom lift test	48 000	Tare wt. included
Internal restraint (Longi.)	24 000	Tare wt. included
Internal restraint (Lateral)	24 000	Tare wt. included

第3表 最大応力

Table 3 Maximum stress

	Max. stress kg/mm ²	Member
Stacking test	13.8	Coner post
Lateral racking test	19.8	Coner post
Longitudinal stacking test	7.6	Cross member
Longitudinal restraint test	13.3	Bottom side rail

Load	Location of load (a)		
	Change in corner post length	Distortion of corner post	
		Longitudinal	Lateral
0	0	0	0
54 000 kg	- 2.0	- 1.4	- 1
0	0	0	0

第4表

積重ね試験部材変形

Table 4

Distortion of members in stacking test

$$A = 120, \lambda = 46.6, \psi = 1.6$$

したがって、19.8 kg/mm²（最大発生応力）< 21.1 kg/mm²（許容試験応力）

3) 長手方向スタッキング

最大応力は上部クロスメンバに発生し、軸力+曲げ成分を持っている。

ここでは曲げて応力評価を行う。

許容曲げ応力

$$f_c = \frac{1.5 F}{1.5} = F = 24 \text{ kg/mm}^2$$

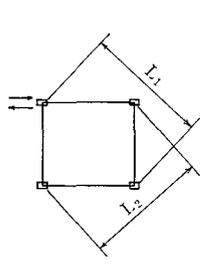
したがって、7.6 kg/mm²（最大発生応力）< 24 kg/mm²（許容曲げ応力）

4) 長手方向緊縮試験

最大応力は下桁に発生し、軸力が主成分である。

5 表 横手ラッキング試験部材変形

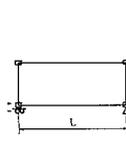
Table 5 Distortion of members in lateral racking test



Load (kg)	Push			Pull		
	Differences of diagonal lengths		Sum of differences of diagonal lengths	Differences of diagonal lengths		Sum of differences of diagonal lengths
	ΔL_1	ΔL_2		ΔL_1	ΔL_2	
0	0	0	—	0	0	—
15 240	- 4.0	+ 3	7	+ 4	- 3	7
0	0	0	—	0	0	—

6 表 長手緊縮試験部材変形

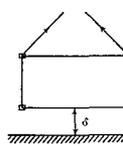
Table 6 Distortion of members in longitudinal restraint test Unit: mm



Load (kg)	Push	Pull
0	0	0
24 000	- 5	+ 5
0	0	0

第 7 表 上部吊上げ試験

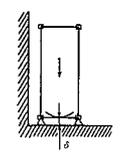
Table 7 Distortion of bottom side rail in top lift test Unit: mm



Load	lift
0	0
4 800 kg	+ 1
0	0

第 8 表 長手方向慣性試験

Table 8 Distortion of tank head in longitudinal internal restraint test Unit: mm



Load	δ
0	0
24 000 kg	4.7
0	0

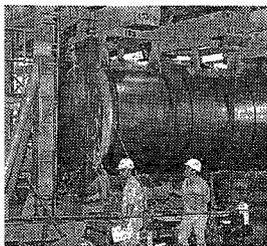
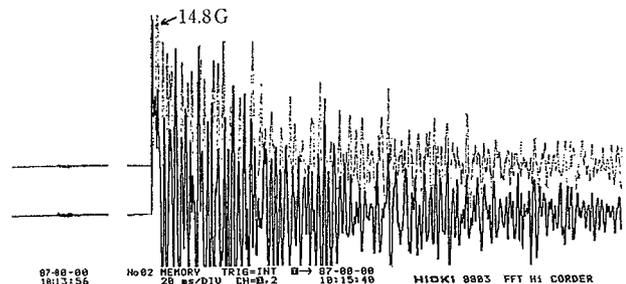


写真 2 荷重試験中のビーム型コンテナ
Photo. 2 Beam container at load test



第 4 図 加速度オシログラフ

Fig. 4 Acceleration chart

許容応力

$$f_c = \frac{1.5 (1 - 0.4(A/\lambda)^2) F}{\lambda} = 21.6 \text{ kg/mm}^2$$

したがって 13.3 kg/mm² (最大発生応力)

< 21.6 kg/mm² (許容応力)

3 変形

型式認可試験における判定に用いられる部材変形の測定第 4 ~ 8 表のように、いずれの試験においても許容値内である。測定にはダイヤルゲージおよび金尺を用いた。

4 結論

荷重試験は、コンテナの静的荷重に加えて輸送時に加わ負荷状態を想定して試験荷重が定められている。型式認可の際に荷重テストが実施されるが、可否の判定基準は各重テスト後の残留変形量で規定されている。実験結果は荷重試験において、残留応力(歪)もなく、型式認可試験に合格する強度をもつと判定される。

動的試験

1 規則

米国の鉄道会社の協会である AAR (Association of American Railroads の略) が定めたタンクコンテナの規として AAR-600 がある。その中に衝撃試験に関する規がある。また、カナダの運輸省である CTC (Canadian Transport Commission の略) にも同様の規定があり、われわれの上述のビーム型タンクコンテナをこれらの試験手に基づいて衝撃試験を行った。

4.2 試験の方法

タンクコンテナの総重量が最大 24 000 kg になるようにタンクコンテナに水を入れ、レールの上の貨車に乗せ、四隅金具を貨車に固定し、これを動力車で押して放し、慣性で軌道上を走らせる。

数十メートル離れた所にもう一台の鋼材を積載した貨車を置き、これに衝突させる。試験では加速度 5 G, 10 G および 15 G を記録した (第 4 図) が、フレーム・タンクの溶接部を含めて変形歪は認められなかった。また、瞬間応力値も妥当な値であった。

むすび

以上、新型ビーム型タンクコンテナについて概略を紹介した。

タンクの使用目的によって様々なタイプのマンホール、液出入口、各種計器の種類がオプションとして付属される。ビーム型コンテナも、こういった多種の目的に合わせてフレームやサポートの構造を若干変更する必要も生ずると思われる。たとえば、安全作業の面から、上部長手ビームをユーザの希望に合わせて追加する事も可能である。

今後共、客先ニーズをとり入れながら改良を重ね、ビーム型コンテナを育てていきたいと考えている。

タンクコンテナについてのお問い合わせ

東京食品機械(03)459-5854 大阪食品機械(06)206-7433