

# ガラス固化体の落下試験

1991年 5 月



動力炉・核燃料開発事業団

複製又はこの資料の入手については、下記にお問い合わせ下さい。

〒107 東京都港区赤坂1-9-13

動力炉・核燃料開発事業団

技術協力部 技術管理室

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to: Technical Evaluation and Patent Office, Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation 9-13, 1-Chome, Akasaka, Minato-ku, Tokyo 107, Japan

動力炉・核燃料開発事業団 (Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation) 1991

## ガラス固化体の落下試験

間野 正\*、大鷹秀生\*\*

### 要 旨

高レベル放射性廃棄物をステンレス鋼製容器内に固化ガラスとして注入したガラス固化体の落下事故時の挙動や健全性を評価し、プラント設計の資料を得ることを目的として、非放射性的の模擬ガラス固化体を用い、落下高さ、落下姿勢及び被衝撃体を変えて落下衝撃試験を実施した。その結果、以下の成果を得た。

- ① ガラス固化体の正立と斜正立落下では、被衝撃体の種類、落下高さに関係なく、変形は下部スカート部にとどまり、内容物の放出等は認められない。また、首部での取扱治具の使用に支障をきたさない。
- ② 水平落下では、変形が胴部にわずかに生じた。

## 目 次

	頁
1. 概 要 .....	1
2. 試験条件 .....	1
3. 試験方法 .....	2
4. 試験結果 .....	2
5. まとめ .....	4

## 1. 概 要

高レベル廃棄物ガラス固化体は、落下防止対策を講じた台車、クレーン等を用いて貯蔵庫へ搬送される。本試験は、万一の落下事故が生じた場合におけるガラス固化体の落下衝撃挙動について実験的に検討し、その安全性を確認することにより、高レベル廃液ガラス固化プラントの設計に資することを目的としたものである。

## 2. 試験条件

ガラス固化体の移送及び貯蔵ピットへ搬入する過程で想定される落下事故により、固化体の受ける衝撃力は、その重量、落下高さ、衝突姿勢、被衝撃体などの影響を受ける。このため、落下試験モードは取扱い状況を想定して、以下の条件を組み合わせるものとした（表－1参照）。

### (1) 落下高さ

処理工程の最大吊り上げ高さとして、9 m及び貯蔵施設の冷却ピット深さを考慮して17mとした。

### (2) 落下姿勢

ガラス固化体の落下による被衝撃体への衝突姿勢を想定して、正立・斜正立・水平の3種類とした（図－1参照）。

### (3) 被衝撃体

処理施設及び貯蔵施設を想定して、次のとおりとした。

- ① 処理施設内の床面を想定して鉄筋コンクリートブロック上に、90mmの鋼板を敷設した落下衝撃台を用いた（図－2参照）。
- ② 貯蔵ピットの受台を想定して、貯蔵ピット下部模擬構造体を用いた。
- ③ 貯蔵ピットに保管中のガラス固化体に、別のガラス固化体が落下衝突する場合を想定し、貯蔵ピット下部模擬構造体にガラス固化体を置き、この上に別の固化体を落下させた。

#### (4) ガラス固化体

落下試験に使用するガラス固化体は、高さ約1 m、直径430mmの円筒形である（図-3参照）。

ガラス固化体の全重量は約380kg、そのうち固化ガラスを300kg充填してある。

### 3. 試験方法

(1) 落下試験に先立って、ガラス固化体に以下の準備作業を行った。

- ① 落下衝突によるガラス固化体の変形を求めるため、ガラス固化体表面のけがき及び寸法測定。
- ② 落下試験時の加速度、ひずみを記録するため、ガラス固化体に加速度計取付、ひずみゲージ貼り付け及びリード線の処理。

(2) 落下試験は、以下の順に実施した。

- ① リード線結線後、計測器の零点調整、校正値の設定、測定記録装置の作動確認。
- ② ガラス固化体は落下姿勢を確認し、所定の高さに吊り上げ静止させる。
- ③ 高速度カメラを所定の位置に据え付け作動することを確認する。
- ④ 初めにデータレコーダが起動されて記録状態となり、次に高速度カメラが撮影を開始し、その後にガラス固化体を落下させる。

データレコーダ及び高速度カメラは、ガラス固化体が着地後静止するまでの数秒間記録を継続した後に停止する。

### 4. 試験結果

(1) 落下衝突時の挙動は、高速度カメラ撮影フィルムの映像解析により、衝突姿勢はほぼ予想どおりであることが確認できた。

(2) 落下衝突による変形は、ガラス固化体表面にけがいたメッシュの間隔測定、及び外観検査により行った。ガラス固化体の変形を図-4に示す。

落下衝撃台への正立落下ではスカート部の永久変形が大きく、これにより落下衝撃を

吸収していることがわかる。斜正立落下では、衝突部分で変形が大きかった。水平落下における胴部の変形量はごくわずかであった。

貯蔵ピット下部模擬構造体の受台上及びガラス固化体上への落下では、いずれも受台上の緩衝体の変形した。受台上へ直接落下させたガラス固化体（CN03）のスカート部はほとんど変形しなかったが、ガラス固化体上への落下では落下物（CN04）の一部が変形するとともに被緩衝体（CN05）の肩部円板が変形した。

固化パッケージの寸法測定から求めた軸方向の変形量は表-2に示す。

- (3) ガラス固化体は被衝撃体（落下衝撃台）に衝突後、再び空中に跳ね上がり落下衝突する。正立落下では2回目以後の衝突で傾きが増し横転した。斜正立ではリバウンドで回転運動を伴った。

水平ではリバウンド高さ、回転運動が大であった。リバウンド高さを表-2に示す。

- (4) ガラス固化体が被衝撃体に接触している衝突の継続時間は、表-2に示す。衝突継続時間の長短は、ガラス固化体の変形挙動、被衝撃体の変形挙動及び衝突部分の構造と永久変形量に依存するものと考えられる。

- (5) 主要部のひずみのピーク値及び加速度の高い周波数成分を含むピーク値とこれを除いた低周波数成分の概略値を表-2に示す。

衝突部に近いところで大ひずみとなり、衝突部から離れた胴体部分では弾性範囲のひずみ値である。

ひずみ・加速度からみたガラス固化体の挙動は、衝突部の剛性が低く、変形が大きいと加速度が小さく、衝突継続時間が長くなる。逆に衝突部の剛性が高く、変形が小さいと加速度が大きく衝突継続時間が短くなる。

- (6) 落下試験後の各ガラス固化体の外観検査の結果、収納物が漏れるような損傷変形はなかった。

## 5. まとめ

ガラス固化体の落下衝撃試験を落下高さ、落下姿勢及び被衝撃体を変えて実施した結果は、以下のとおりである。

- (1) ガラス固化体の損傷は外観検査によると、容器の密封性に影響を与えるものはなかった。
- (2) ガラス固化体の変形は落下姿勢により異なり正立、斜正立落下ではスカート部の直径が増加した。
- (3) 保管ピット受台の緩衝体は落下衝撃力を吸収し、ガラス固化体を衝撃力から保護するものと考えられる。



表 - 1 落下試験モード

落下高さ及び 条件 落下姿勢	9 m 自由落下 落下衝撃台上	17m 自由落下 落下衝撃台上	17m 自由落下 ピット受台上	17m 自由落下ピット 受け台ガラス 固化体上
正 立	○	○	○	○
斜 正 立	○	—	—	—
水 平	○	—	—	—

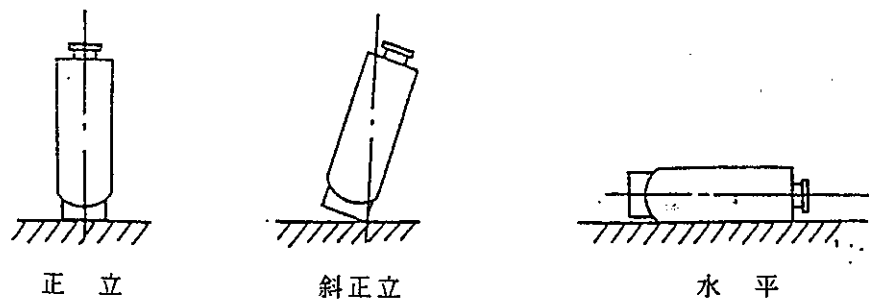


図-1 落下姿勢

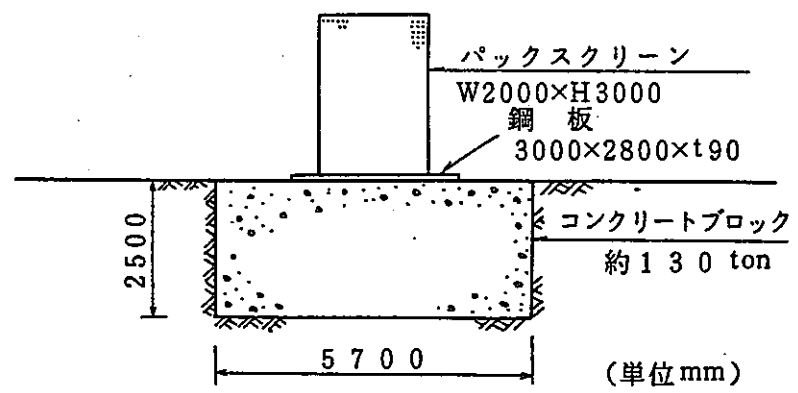
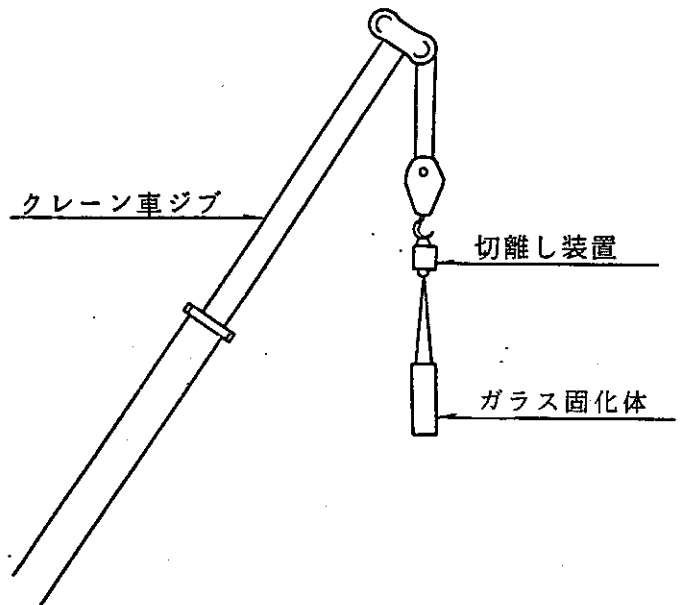


図-2 落下衝撃試験台

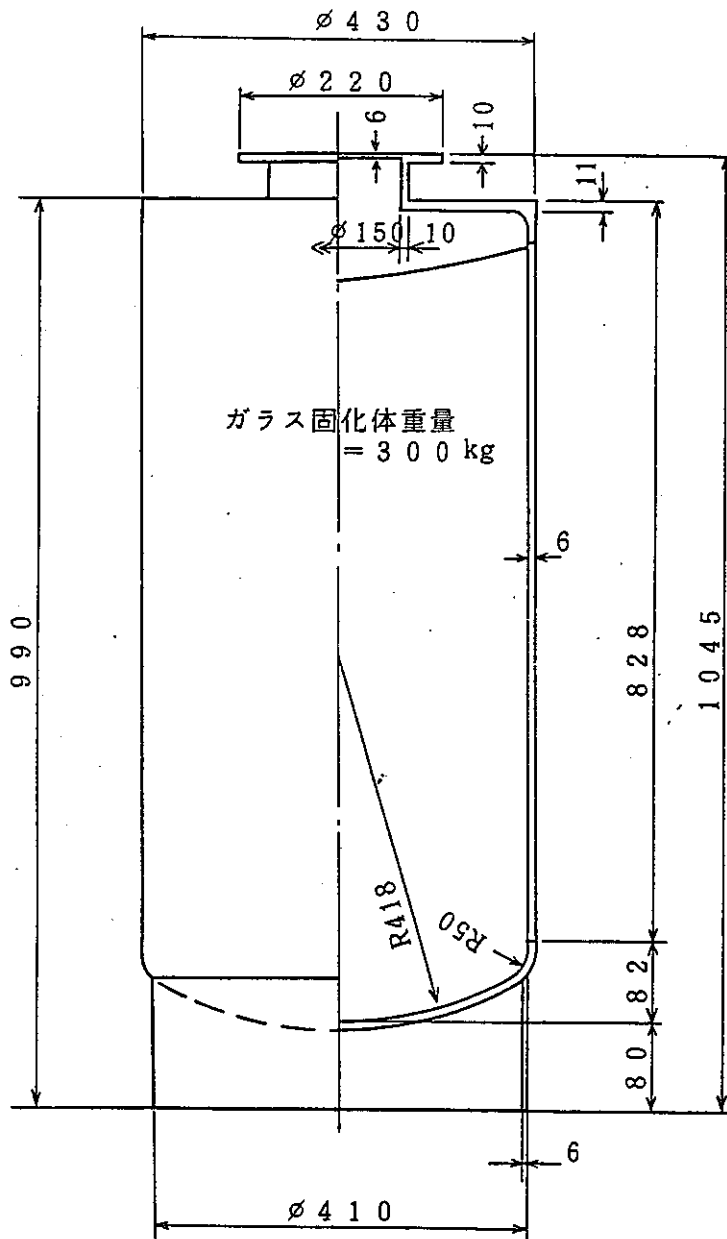


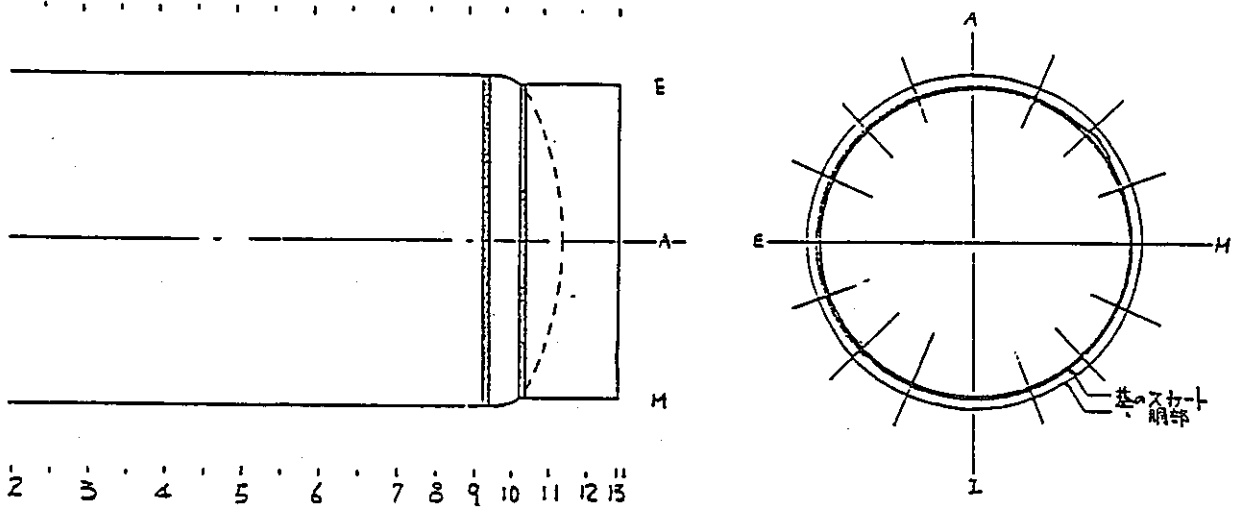
図-3 ガラス固化体基本構造図



供試体 CN03

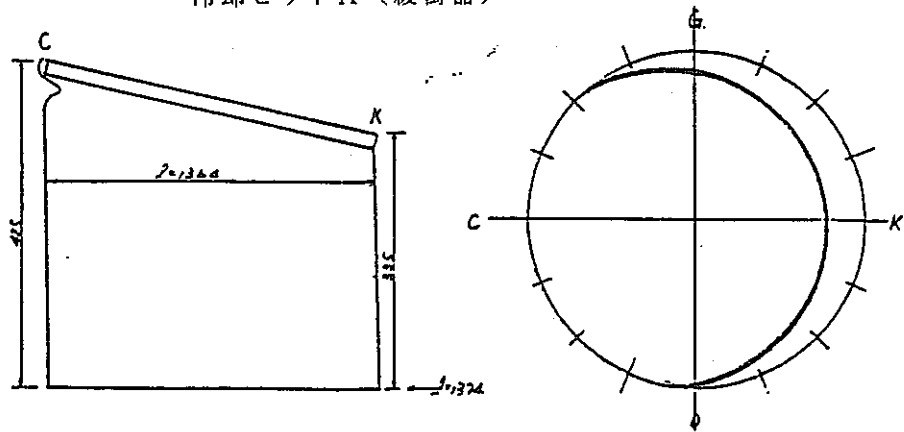
落下高さ 17 m

落下姿勢 正立 ピット受台上



固化体のスカート部にわずかな変形が見られるだけで本体には影響が見られなかった。

冷却ピットA (緩衝器)



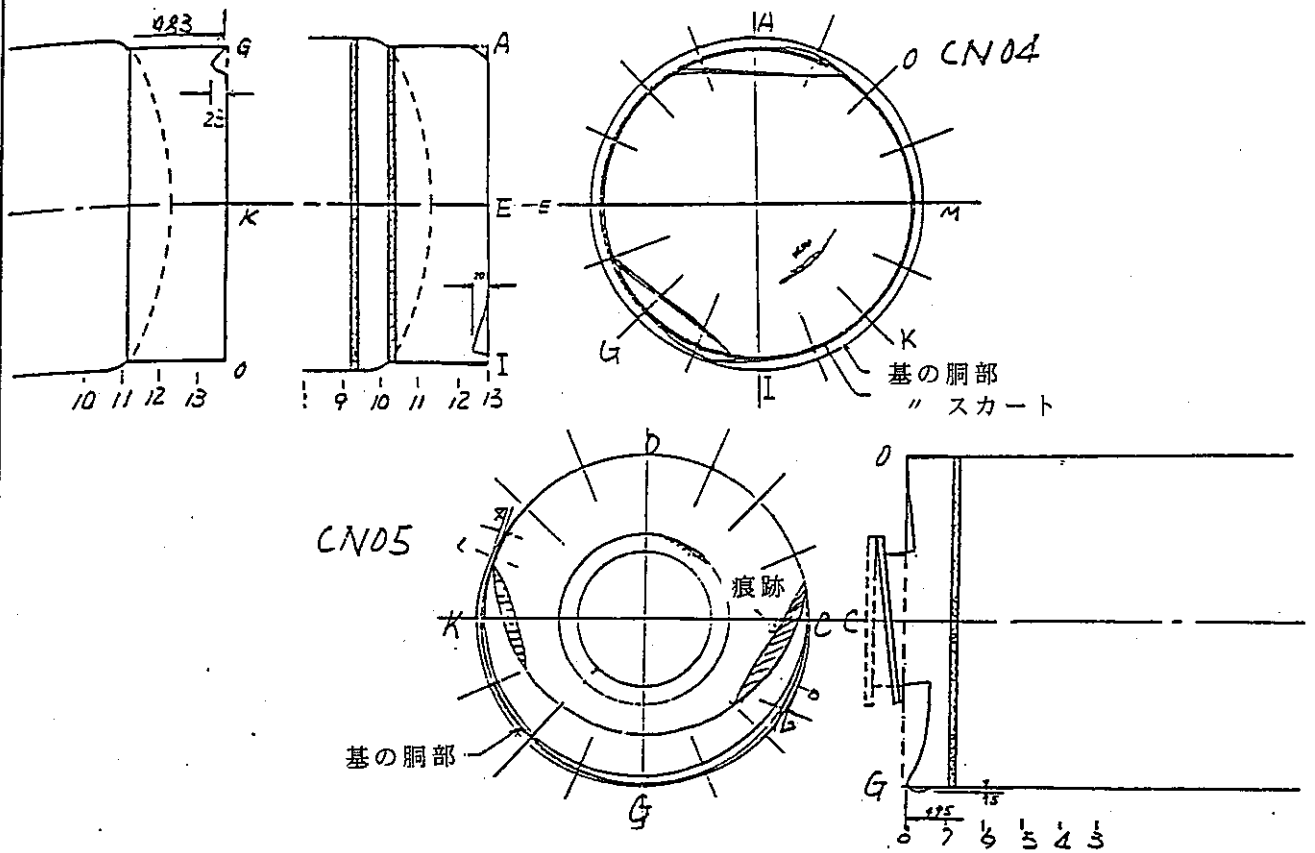
ピット受台の緩衝器の衝突個所が最大195 mm (平均162 mm) 座屈変形した。

図 - 4 (2) 変形スケッチ

供試体 CN04,05

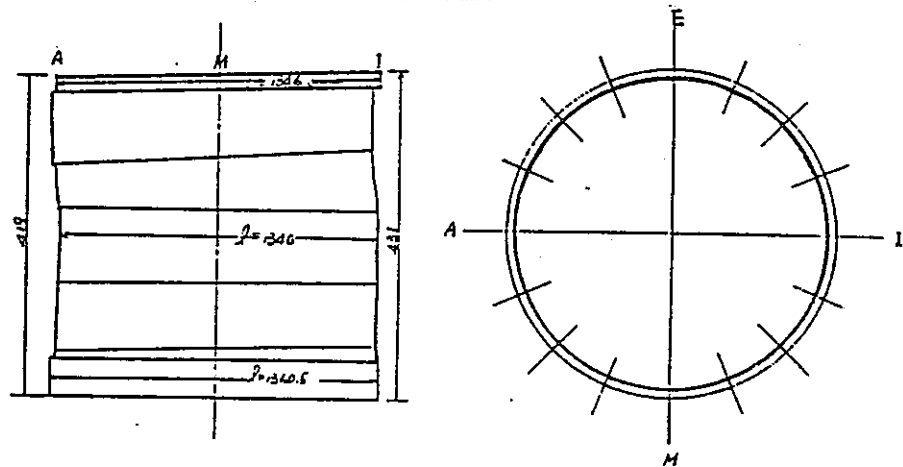
落下高さ 17 m

落下姿勢 正立 ピット内のCN05上



Bピット受台にCN05固化体を置き、その上にCN04固化体を正立落下させた。CN04は、約50 mmずれてCN05の肩部に落下した。CN04の変形は、スカート部のみであり、2ヶ所内側に折れ曲がった。CN05は肩部円板の曲げ変形であり、長手方向に最大40 mm縮んだ。なおCN04の底部とCN05の頭部にわずかな接触が見られた。両固化体にも本体には影響が見られなかった。

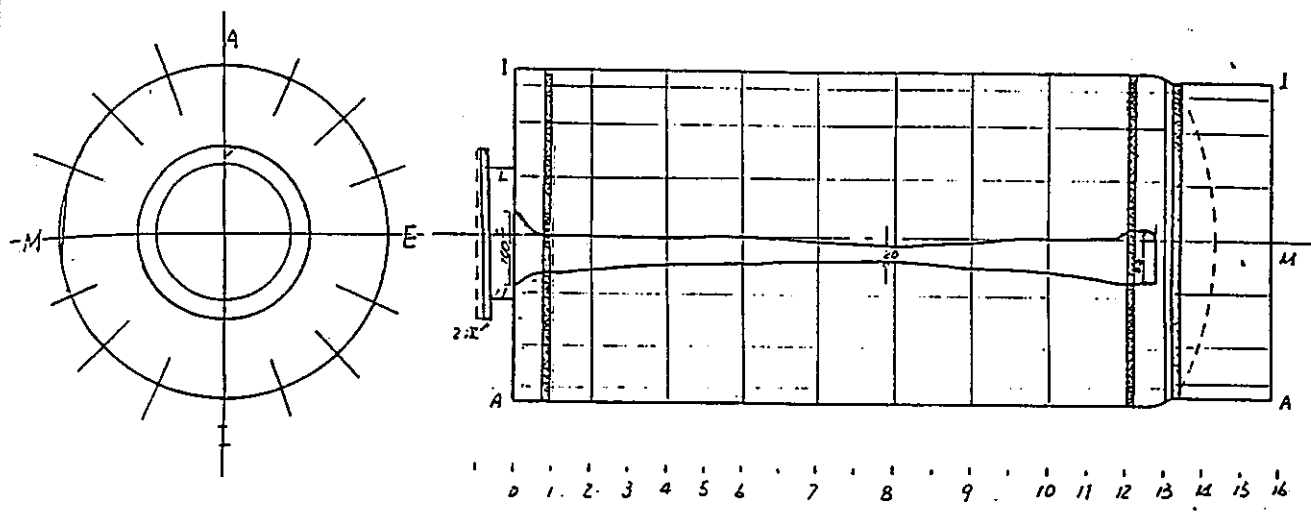
冷却ピットB (緩衝器)



CN05固化体の下に置いた、ピット受台の緩衝器は、最大111 mm (平均107 mm) 高さが減少した。

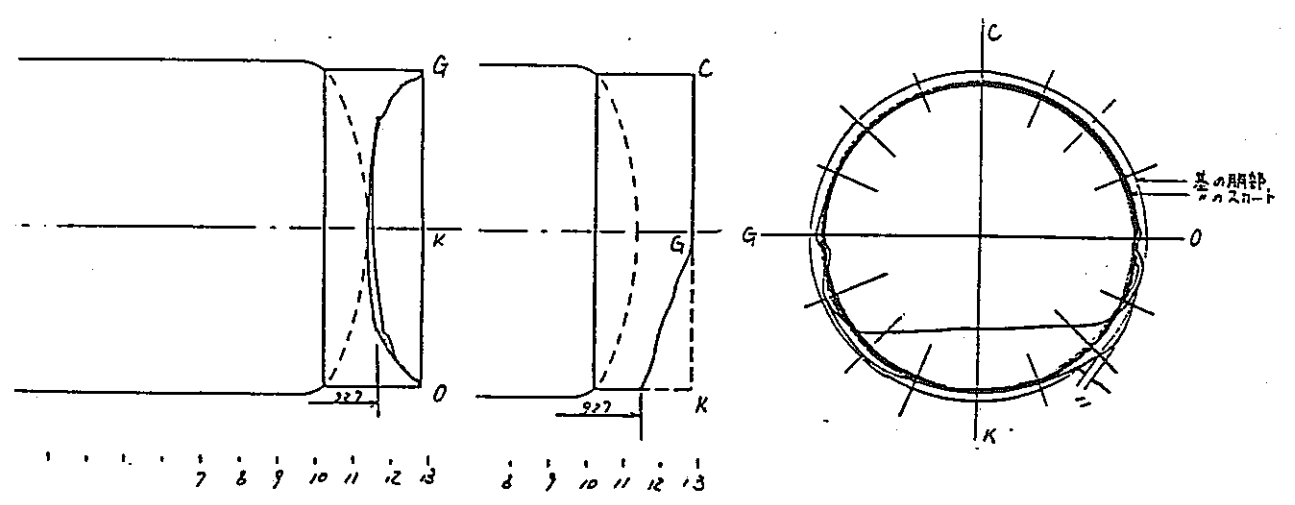
図-4(3) 変形スケッチ

供試体 CN09	落下高さ 9 m	落下姿勢 水平 鋼板上
----------	----------	-------------



固化体の胴部に全長にわたり最大巾 100 mm, 最小巾 20 mm の痕跡があった。  
 固化体本体には, 影響がなかった。

供試体 CN10	落下高さ 9 m	落下姿勢 斜正立 鋼板上
----------	----------	--------------



固化体のスカートのほぼ半円が座屈し, 内側に折り曲がり, 長手方向に最大 63 mm 縮んだ,  
 固化体の本体には, 影響が見られなかった。

図 - 4 (4) 変形スケッチ

表 - 2 落下試験結果

キタニスター No	落下高さ (m)	姿勢	被衝体	第 1 次 衝突箇所	変形 (縮み)量 (mm)	接触時間 (msec)	リバウンド 高さ (m)	ひずみ値 ( $\times 10^{-6}$ )		加速度 (Peak値) (g)				加速度 (低周波成分) (g)			
								衝突部	胴部	P 1	P 2	P 3	P 4	P 1	P 2	P 3	P 4
3	17	正立	ピット受台	スカート	-2(max)	4.27	0.00	S-4X : -4,620 S-4Y : 5,060	S-6X : -1,410 S-6Y : 750	5,483	885	92 -99	108 -54	263	132	36 -36	32 -37
4	17	正立	キタニスター	スカート	-19.5(max)	5.45	0.01	S-2X : 10,340以上 S-2Y : 5,270	S-6X : -480 S-8X : -400	4,630	658	184 -131	230 -154	342	208	53 -27	84 -104
5*				肩部	-25.3(平均) -42(max)	/	/	S'-5X : -16,440 S'-8X : -11,390	S'-1 : -250 S'-3 : -740	/	/	/	/	/	/	/	/
2	17	正立	鋼板	スカート	-36.5(平均) -63(max)	6.71	0.23	S-3X : -50,000 S-3Y : 50,000	S-5X : -2,760 S-10X : -164	2,027	639	879	731	575	402	—	534
1	9	正立	鋼板	スカート	-13.5(平均) -21.5(max)	5.26	0.14	S-1X : -50,000 S-1Y : 46,160	S-6X : -1,920 S-10X : -420	2,999	1,333	1,483	1,555	690	581	496	618
10	9	斜正立	鋼板	スカート	-63.5(max)	10.06	0.25	S-2X : -40,000 S-2Y : 22,860以上	S-5X : -490 S-6X : -90	609	325	343	211	228	218	219	202
9	9	水平	鋼板	胴部	—	3.66	0.85	S-2X : -2,500 S-2Y : 4,870	S-6X : 2,470 S-9X : -2,470	3,742	5,000	5,278	/	1,342	1,786	2,468	/

\*ピット受台上に配置