

輸送荷姿及び蓋部の金属部への衝突が生じない 設置方法による貯蔵に用いるMSF-24P型の設計について

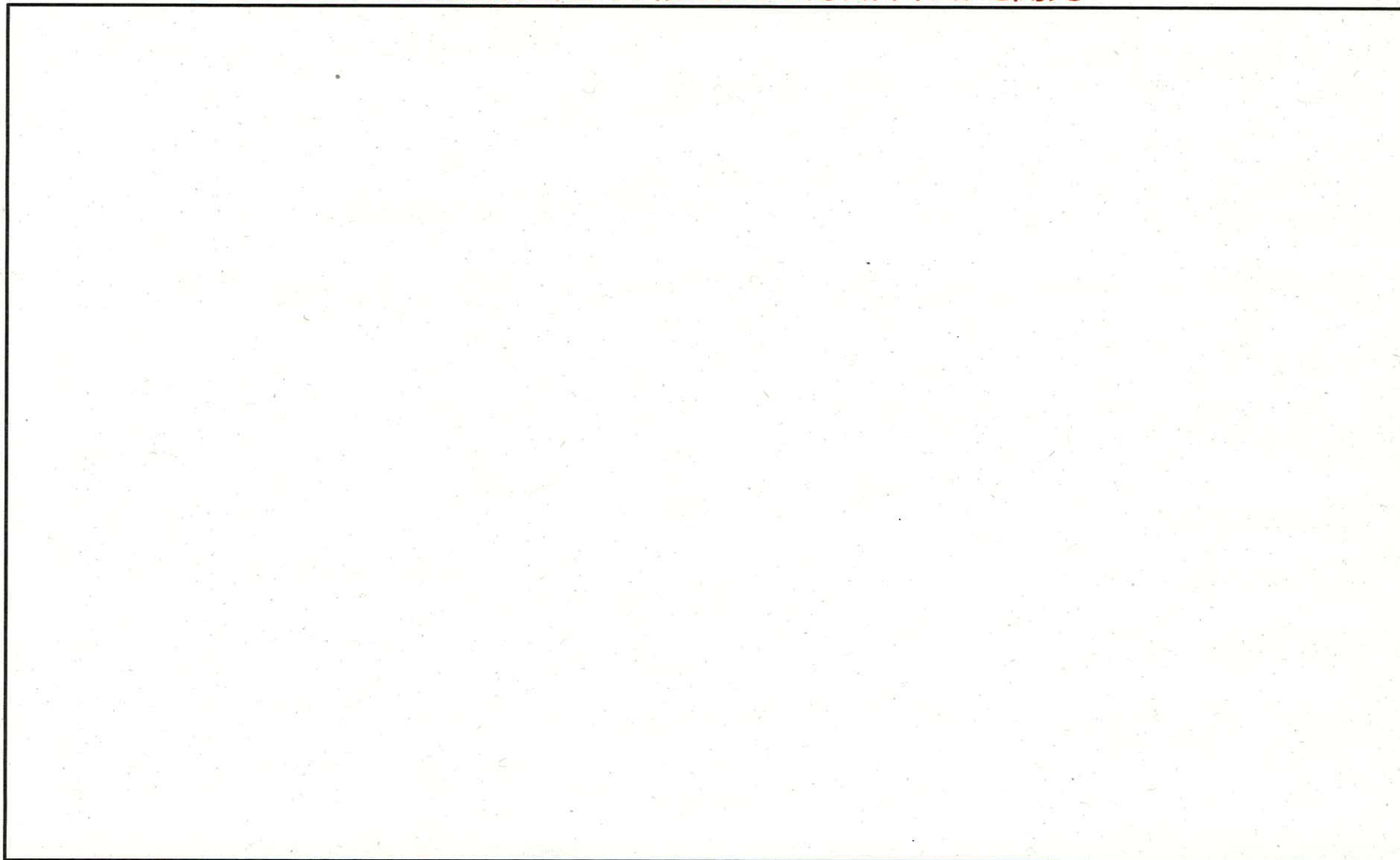
2020.2.17

三菱重工業株式会社

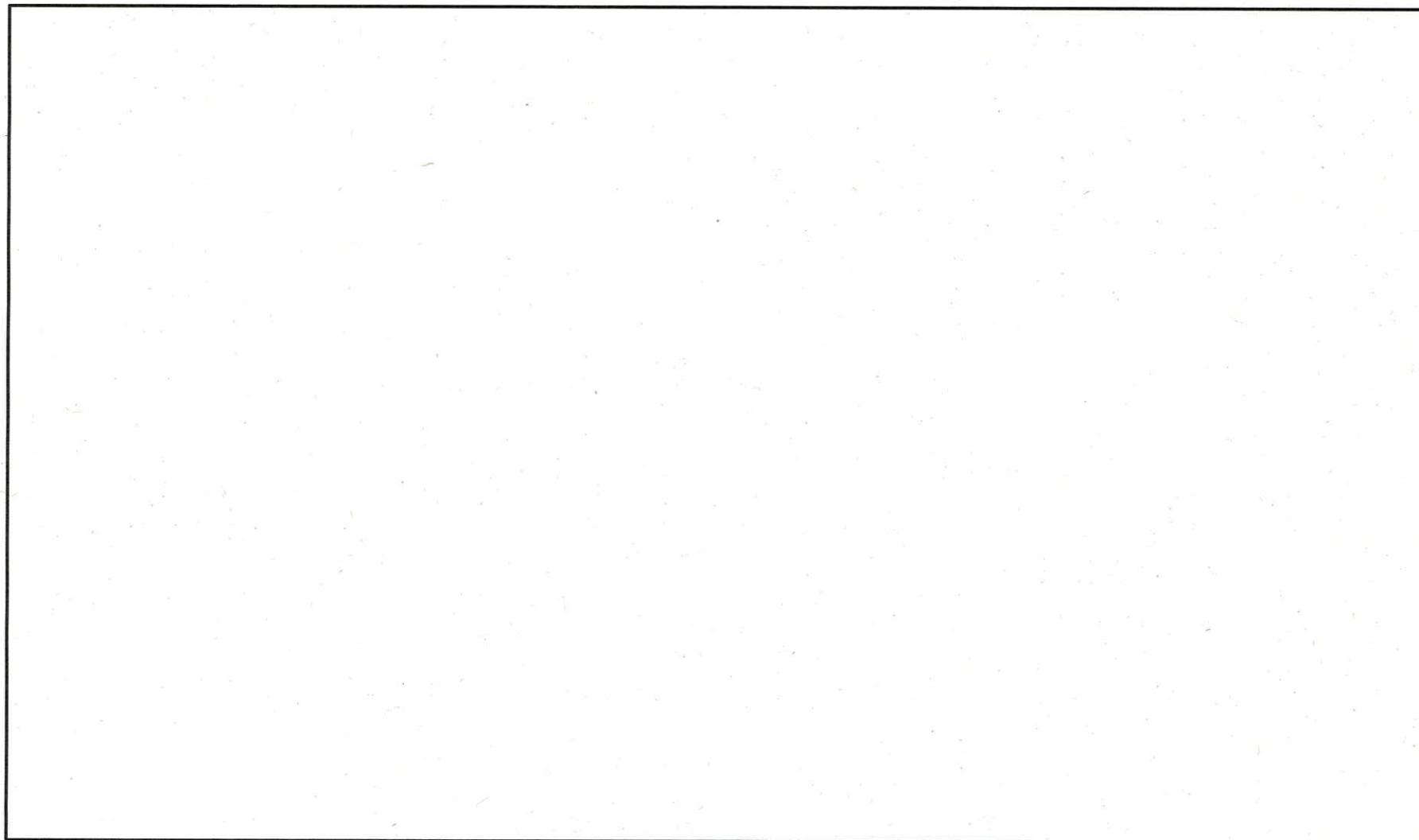
三菱のキャスク開発・設計・許認可・製造の主要実績



- 40年に亘り、各種放射性物質の輸送および貯蔵キャスクを開発



MSF型キャスクの許認可



1. 輸送荷姿等による貯蔵が成立するための前提条件

■ 輸送荷姿等^(注1)による貯蔵が成立するための前提条件

- ①輸送容器としての落下事故時の構造強度及び密封性の担保
- ②緩衝材の長期健全性維持

(注1)「輸送荷姿等」とは、輸送荷姿及び蓋部に金属部への衝突が生じない設置方法による貯蔵を示す。

■ 確認すべき項目

- ①輸送容器としての落下事故時の構造強度及び密封性の担保

- ・落下時の緩衝体変形による衝撃吸収挙動の把握
- ・木材単体および緩衝体の高温挙動の把握
- ・緩衝体から本体への荷重伝達形態

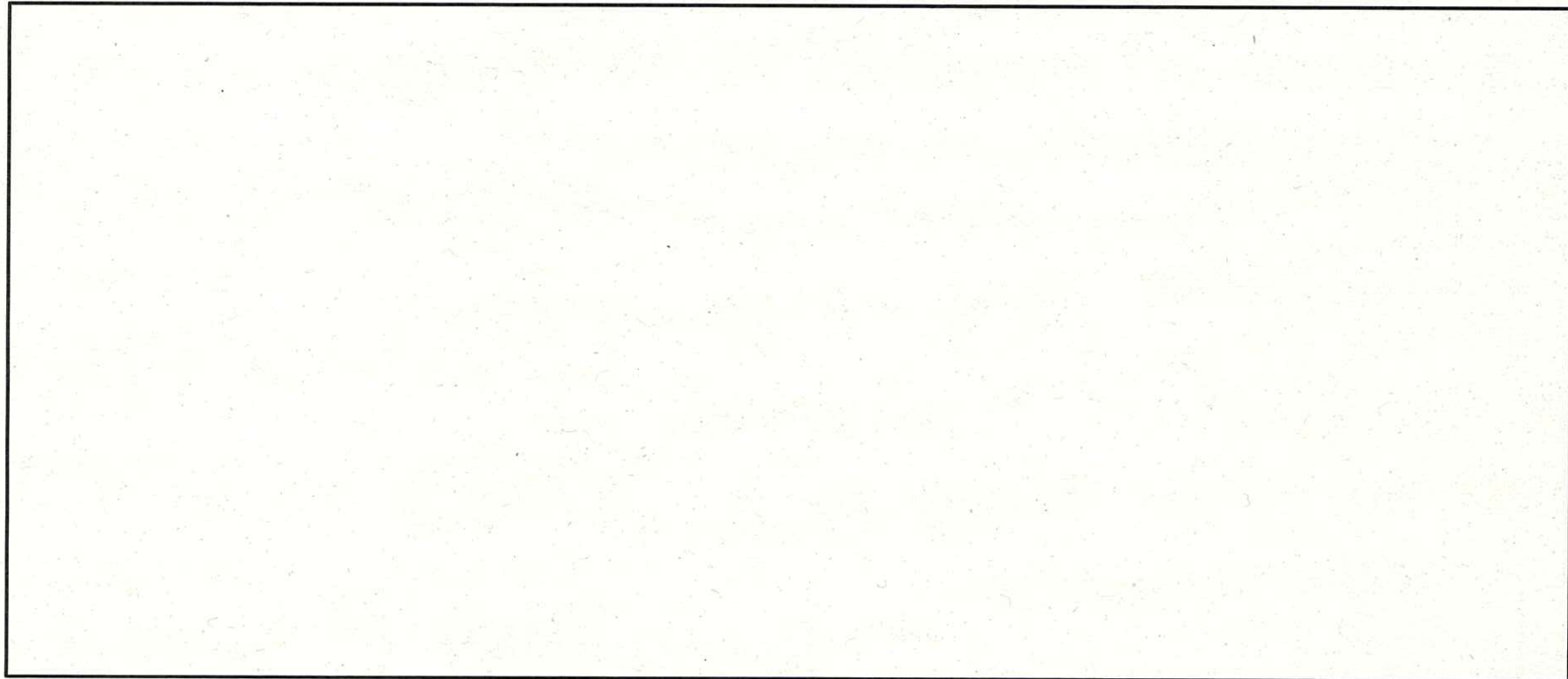
- ②木材の長期健全性

2. MSF型輸送・貯蔵キャスクの構造設計

■ 輸送容器としての構造設計

落下試験(0.3m+9m落下、1m貫通(鋼棒上)落下)

■ MSF型輸送・貯蔵キャスク設計確立の流れ



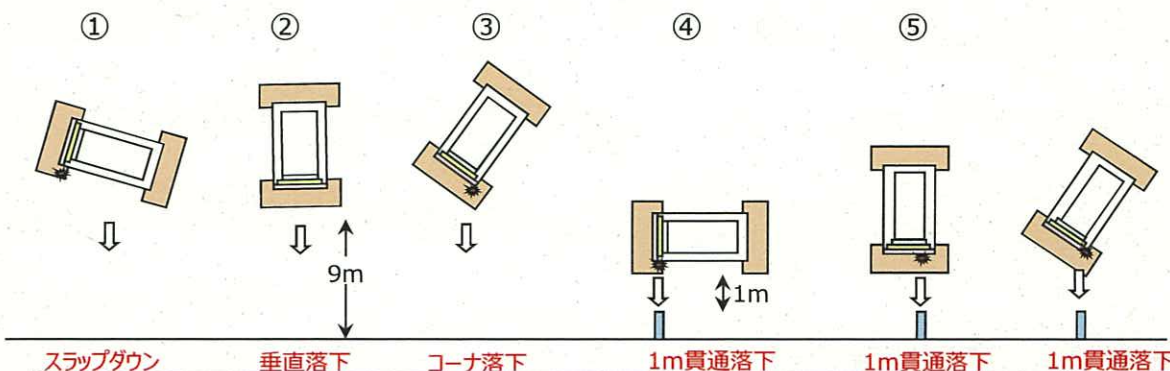
3. MSF型輸送・貯蔵キャスクの落下試験

■ 1/1スケールプロトタイプ輸送・貯蔵キャスク落下試験

- 最も厳しい落下姿勢を選定
- 大小モデル13回の試験で密封・構造健全性維持



1/1スケールモデル (MSFプロトタイプ)
重量: 127 ton、寸法: φ2.4x 5.3m

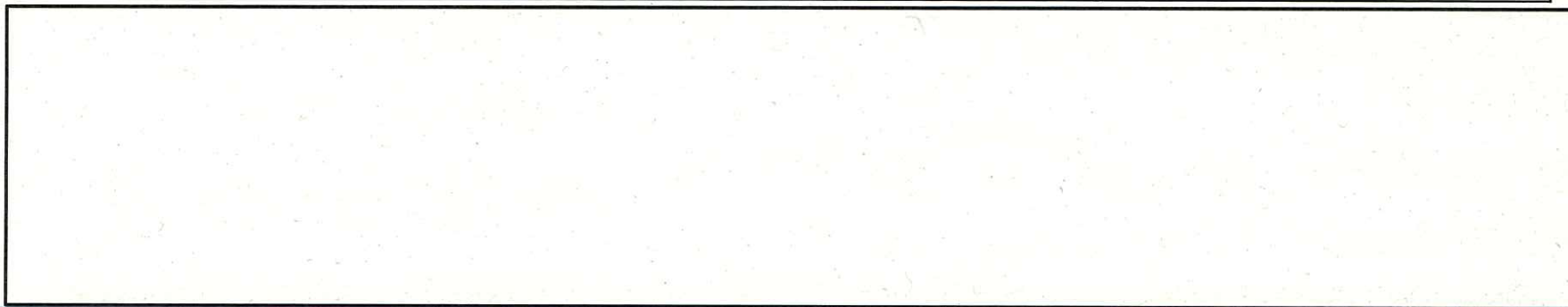


試験期間: 2004-05年 (於ベルリン、スラップダウンはPATRAM2004 放射性物質輸送国際学会にて公開試験)

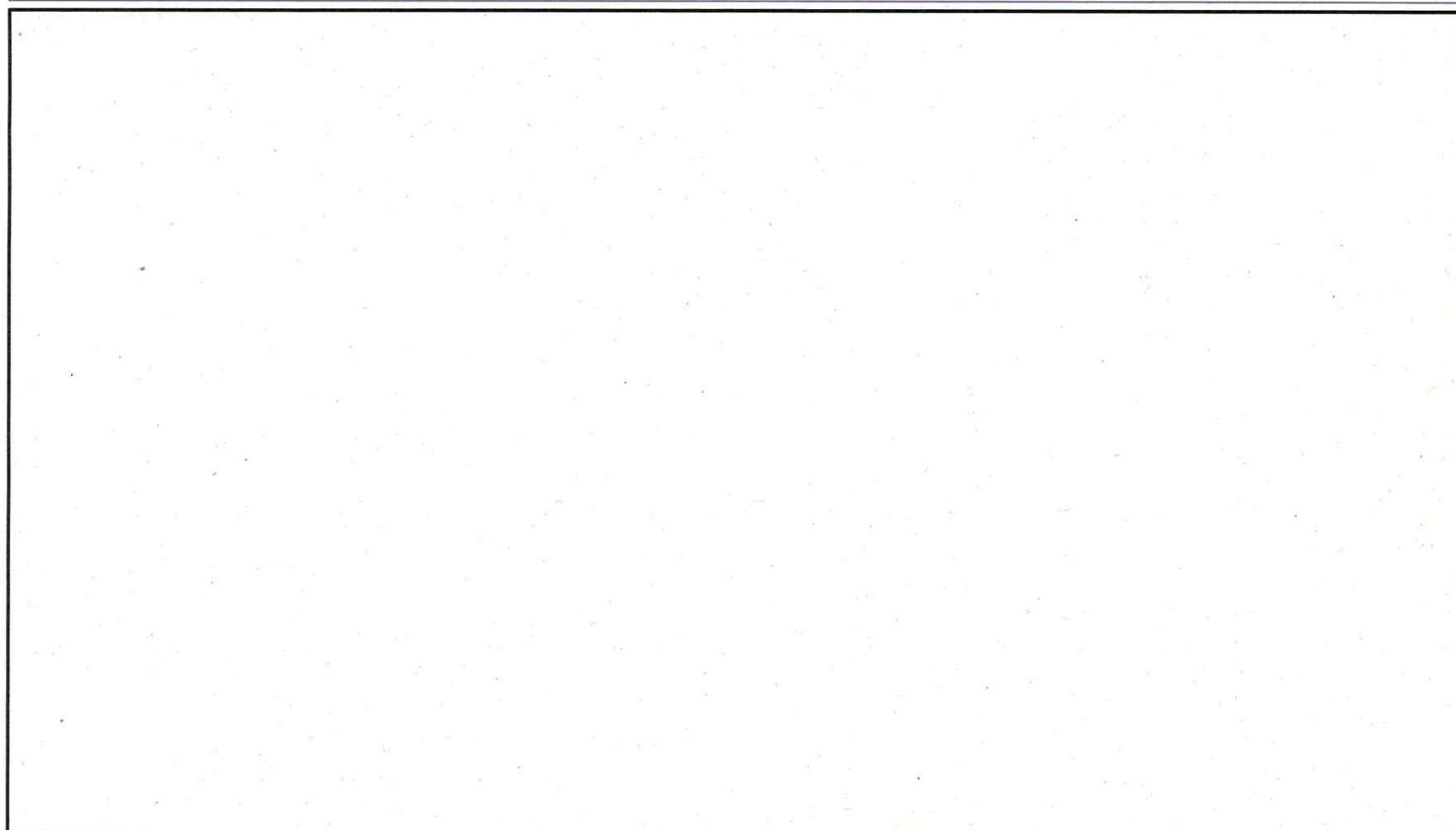
3. MSF型輸送・貯蔵キャスクの落下試験

■MSFプロトタイプ落下試験実施ケース

供試体	試験No.	試験条件	備考
1/1 スケール (127ton)	1-1	9.3 m スラップダウン	9.3=0.3+9の重畳(以下同じ)
	1-2	1m水平貫通 (No.1-1, 1-2は連続試験)	スラップダウン→1m貫通の重畳
	1-3	9.3 m 頭部垂直	
	1-4	0.3 m スラップダウン	
	1-5	9.0 m スラップダウン (No.1-4, 1-5は連続試験)	
1/2.5 スケール (9.1ton)	2-1	9.3 m 頭部垂直	
	2-2	1.37 m 頭部垂直貫通 (No.2-1, 2-2は連続試験)	頭部垂直→1m貫通の重畳
	2-3	9.3 m 水平	スラップダウンとの挙動比較
	2-4	9.3 m コーナ	
	2-5	1.39 m コーナ貫通 (No.2-4, 2-5は連続試験)	コーナ→1m貫通の重畳
	2-6	0.3 m スラップダウン	
	2-7	9 m スラップダウン	
	2-8	1.25 m 水平貫通 (No.2-6, 2-7, 2-8は連続試験)	スラップダウン→1m貫通の重畳

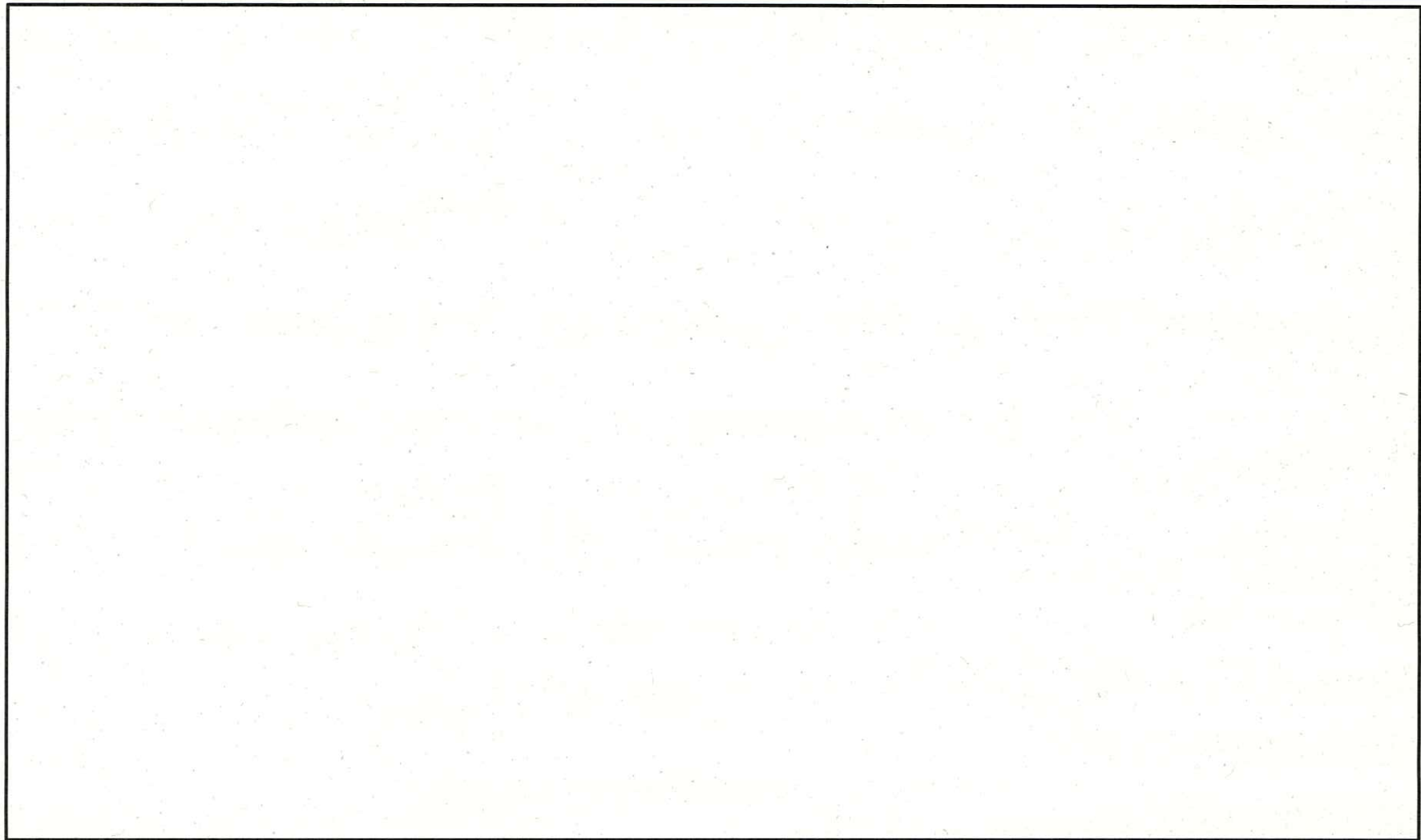


3. MSF型輸送・貯蔵キャスクの落下試験



9mスラップダウン(10° 傾斜落下)

3. MSF型輸送・貯蔵キャスクの落下試験

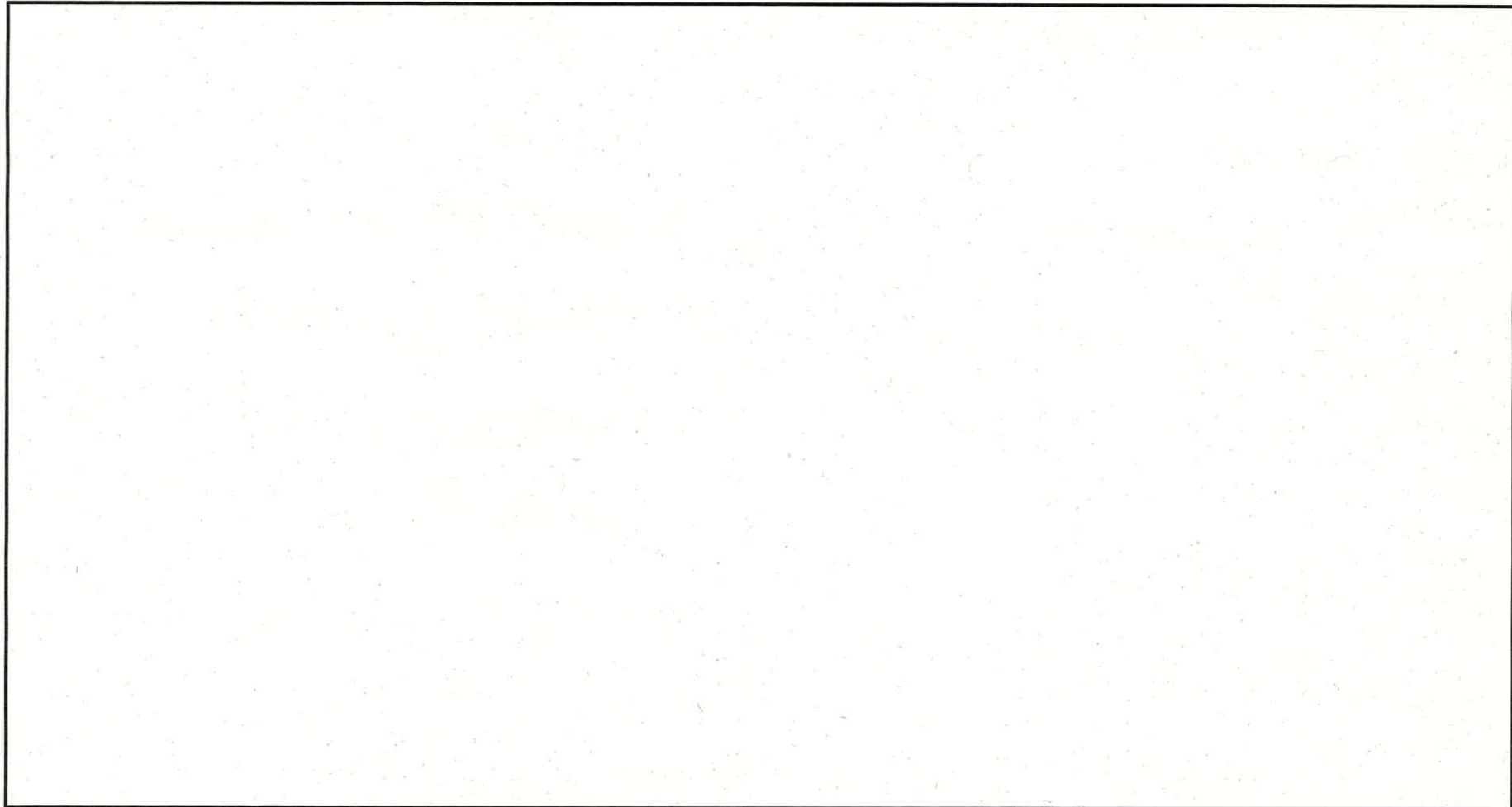


(1/2.5スケールモデルによる比較)

重量 : 9.1 ton(緩衝体含)

寸法 : ϕ 1.0x 2.1m(緩衝体除く)

3. MSF型輸送・貯蔵キャスクの落下試験



1/2.5スケール

・重量 : 9.1 ton

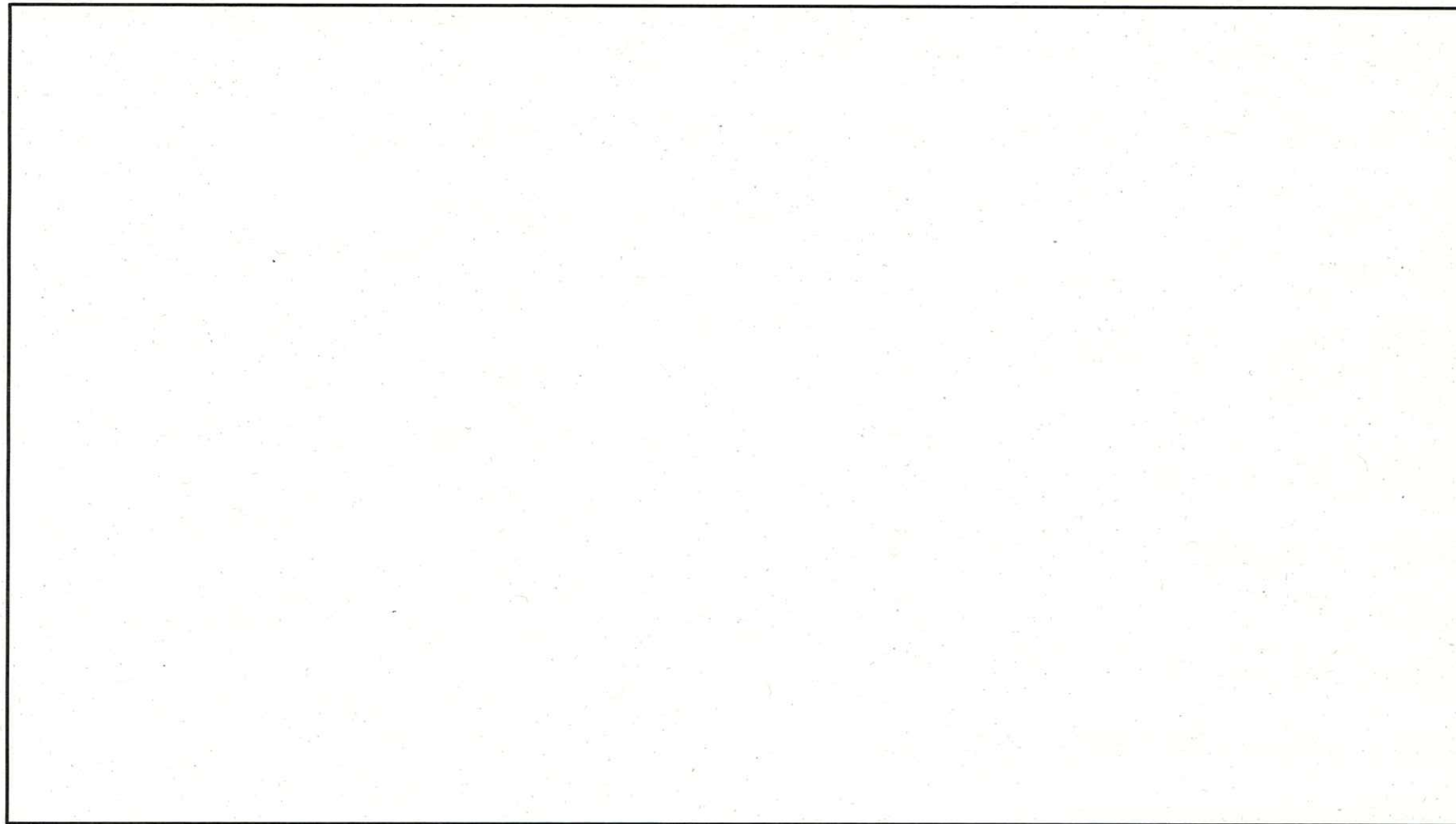
・寸法 : ϕ 1.0x 2.1m

1/1スケール

・重量 : 127 ton

・寸法 : ϕ 2.4x 5.3m

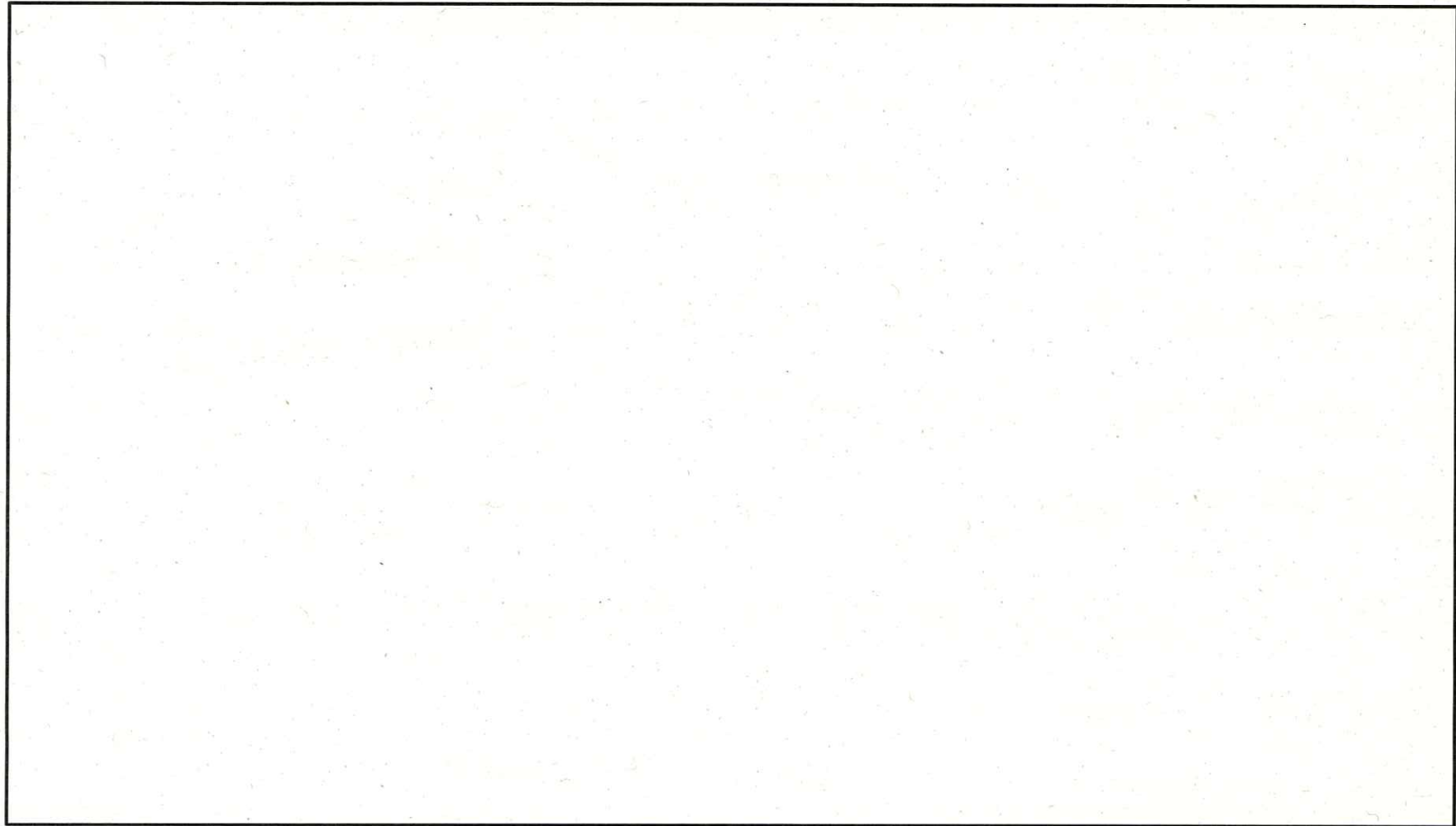
3. MSF型輸送・貯蔵キャスクの落下試験



9m頭部垂直落下

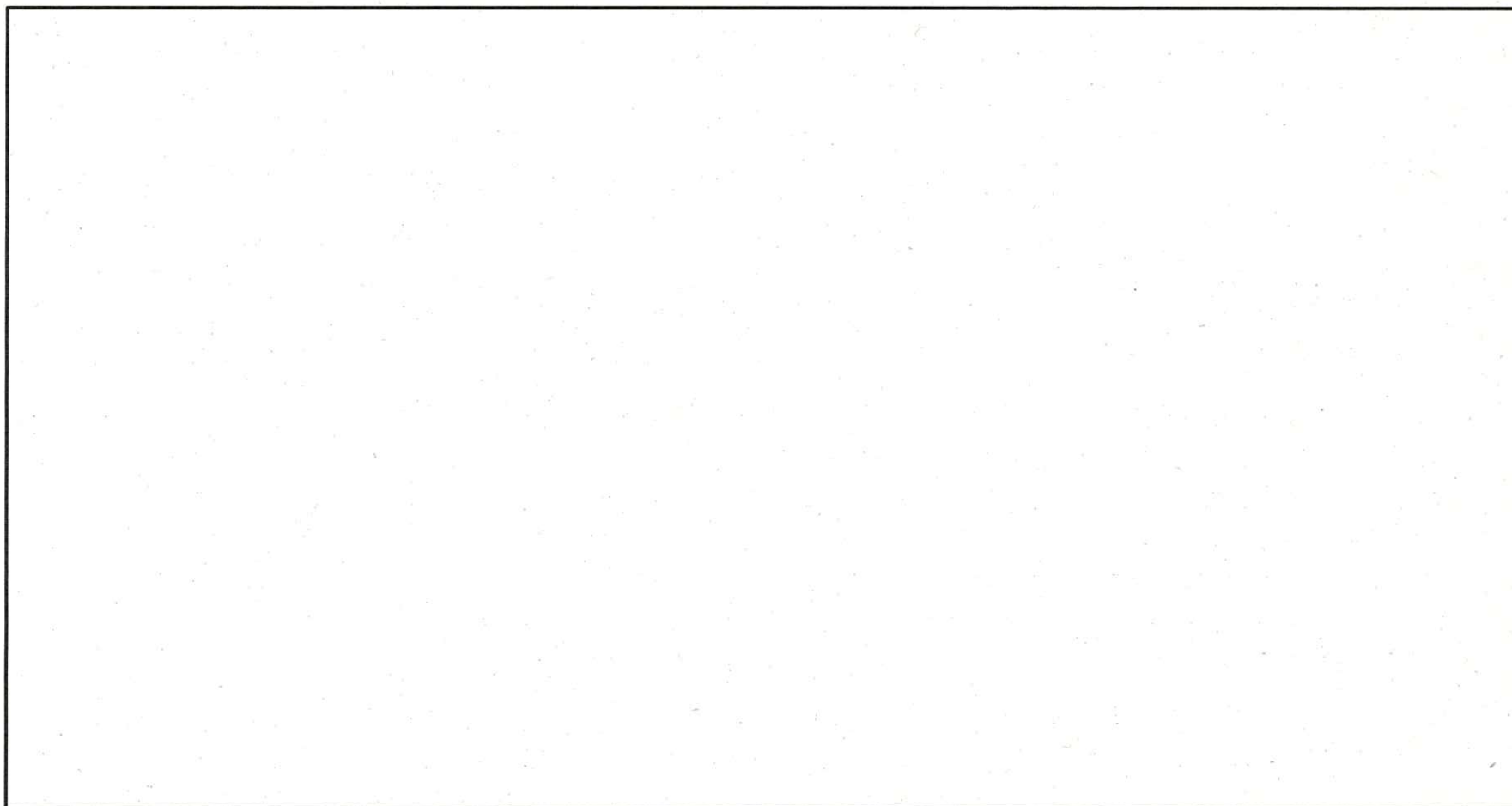
(内部収納物の遅れ落下)

3. MSF型輸送・貯蔵キャスクの落下試験



1m水平貫通

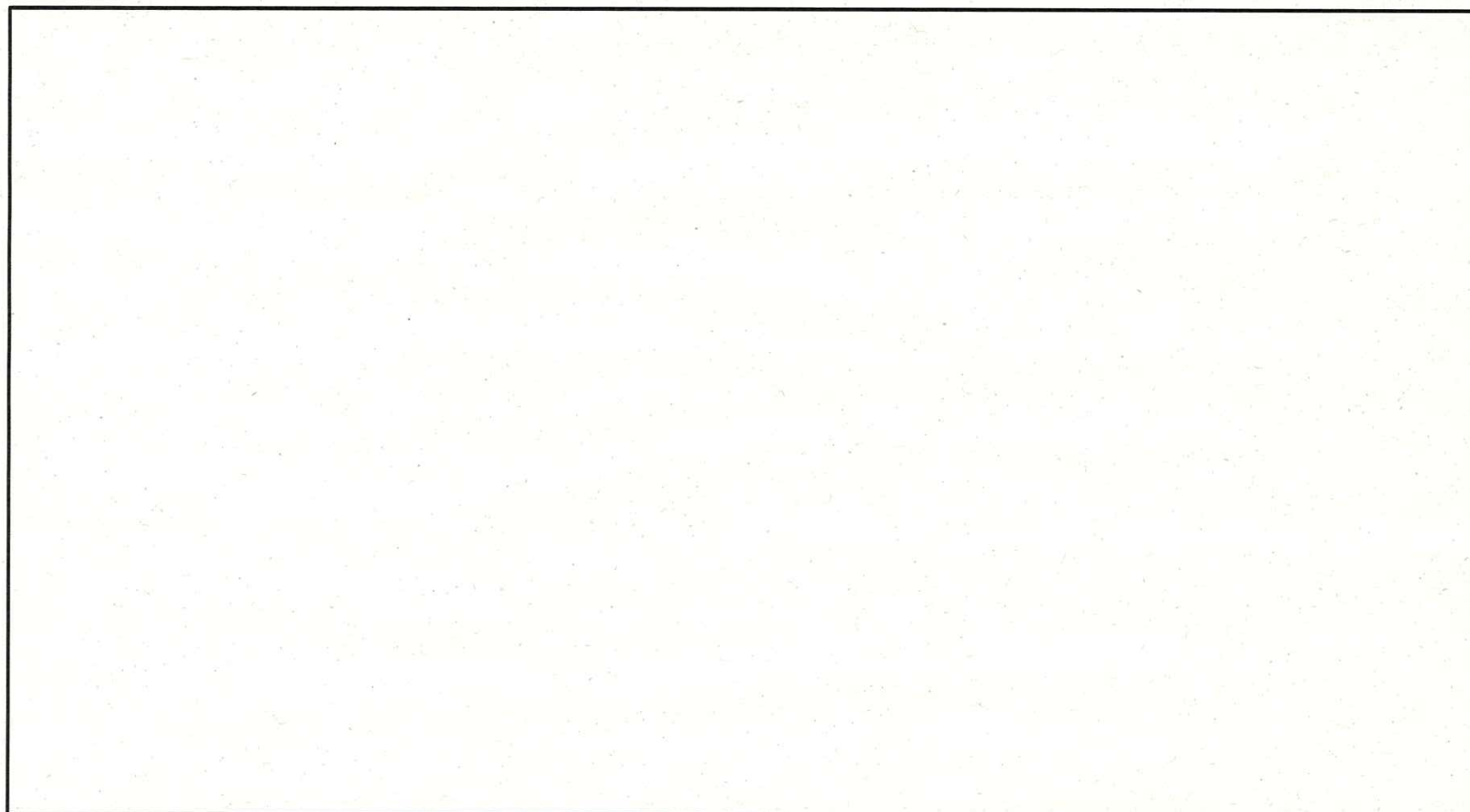
3. MSF型輸送・貯蔵キャスクの落下試験



1m頭部垂直貫通



3. MSF型輸送・貯蔵キャスクの落下試験



9m頭部コーナ落下(1/2.5スケールモデル)

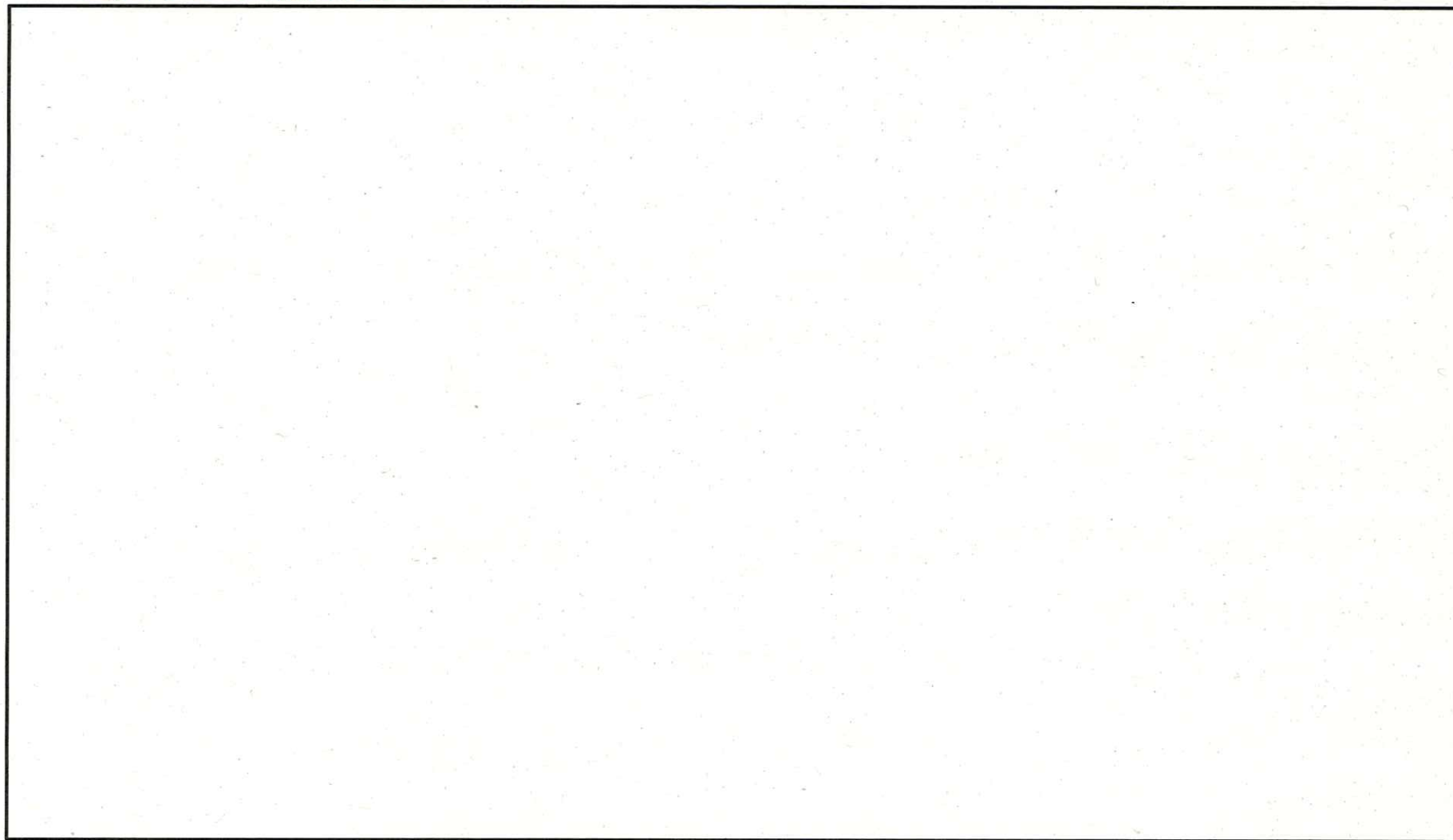
3. MSF型輸送・貯蔵キャスクの落下試験

(参考) 1/1スケールモデル落下試験前後の漏洩率変化

No.	落下条件	漏洩率 (Pa·m ³ /s)		一次蓋(金属ガスケット)		二次蓋(金属ガスケット)	
		落下前	落下後	落下前	落下後	落下前	落下後
1-1	9.3 m スラップダウン	< 1 × 10 ⁻¹¹	< 1 × 10 ⁻¹¹	7.4 × 10 ⁻⁹	1.6 × 10 ⁻⁶		
1-2	1m水平貫通 (No.1-1, 1-2は連続試験)	< 1 × 10 ⁻¹¹	2.0 × 10 ⁻¹¹	1.6 × 10 ⁻⁶	7.8 × 10 ⁻⁷		
1-3	9.3 m 頭部垂直	1.0 × 10 ⁻⁸	3.9 × 10 ⁻⁶	2.0 × 10 ⁻¹¹	1.7 × 10 ⁻¹¹		
1-4	0.3 m スラップダウン	2.5 × 10 ⁻¹¹	1.0 × 10 ⁻¹¹	1.5 × 10 ⁻¹¹	< 1 × 10 ⁻¹¹		
1-5	9.0 m スラップダウン (No.1-4, 1-5は連続試験)	1.0 × 10 ⁻¹¹	< 1 × 10 ⁻¹¹	< 1 × 10 ⁻¹¹	3.0 × 10 ⁻⁷		

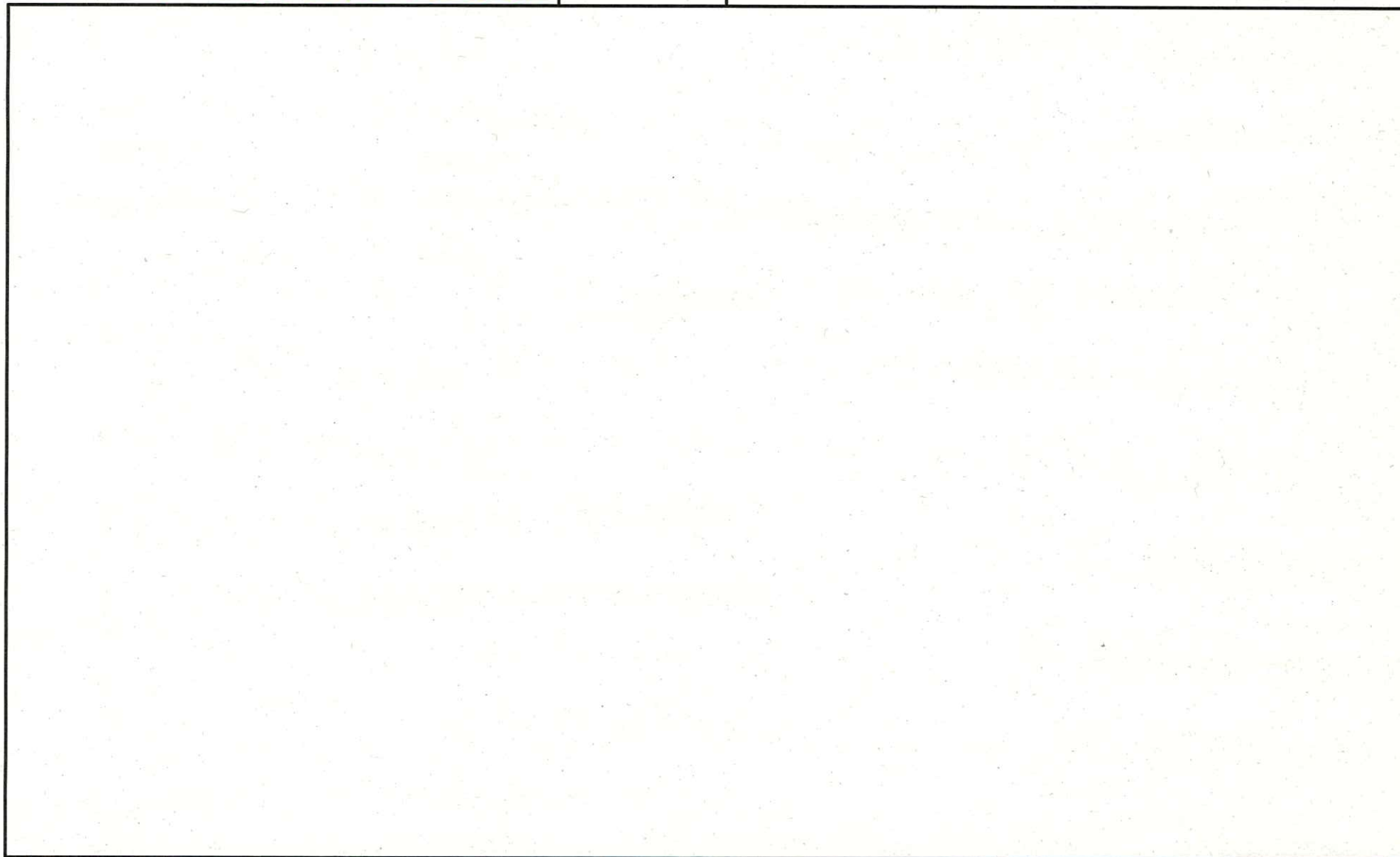
3. MSF型輸送・貯蔵キャスクの落下試験

■ 落下時の漏洩発生メカニズム



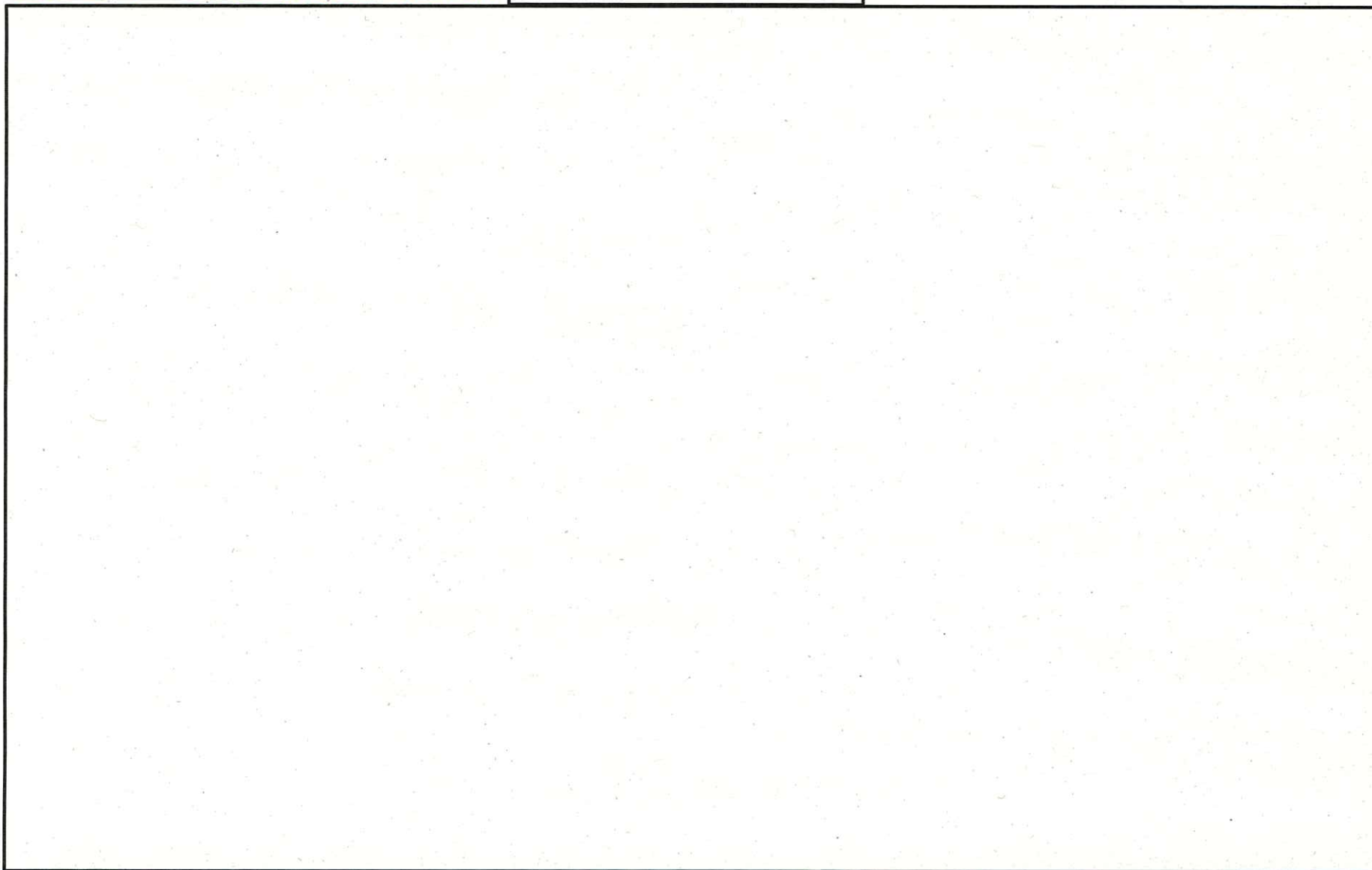
3. MSF型輸送・貯蔵キャスクの落下試験

■ 1/1スケール落下試験モデル緩衝体



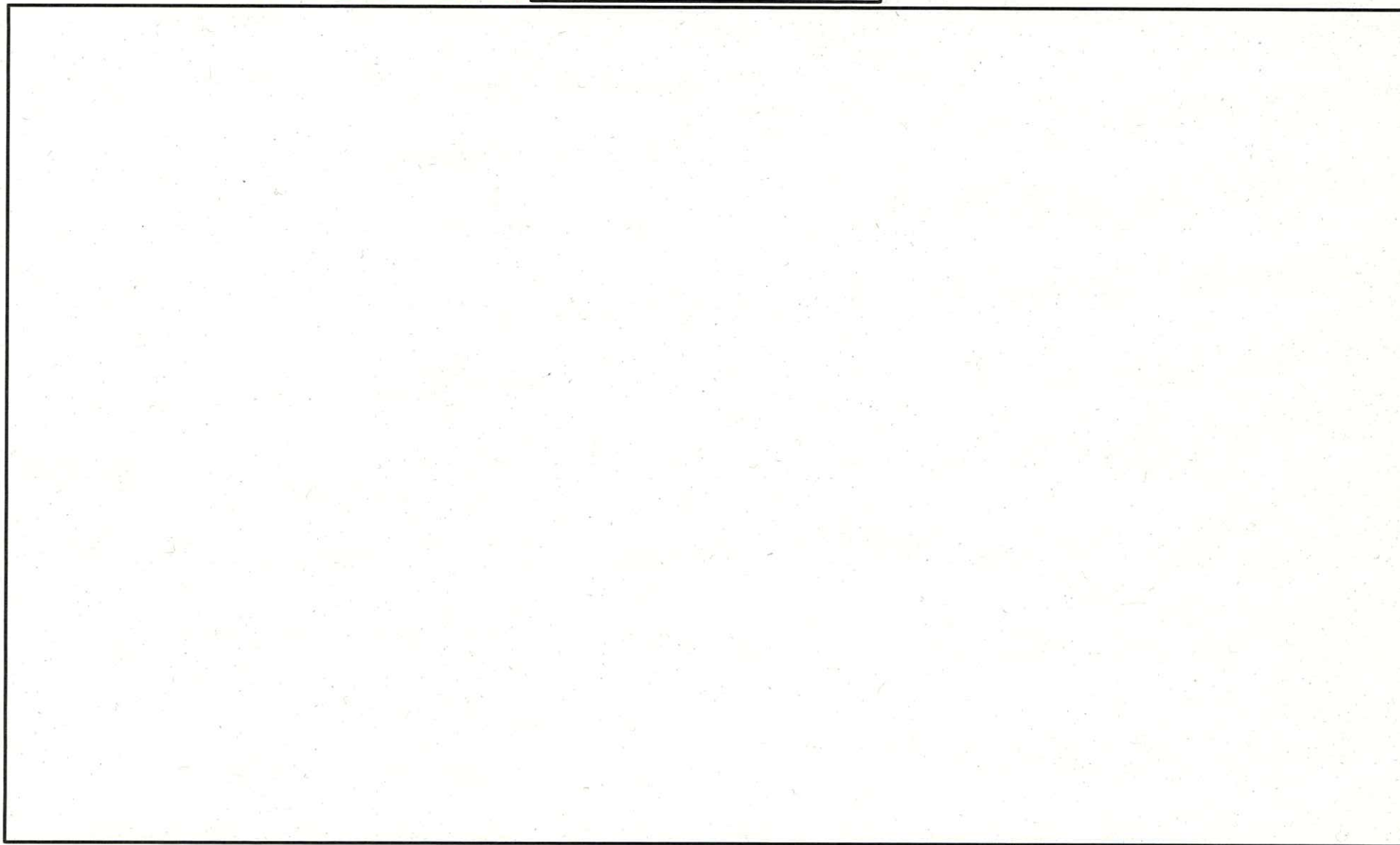
3. MSF型輸送・貯蔵キャスクの落下試験

■ 1/1スケール落下試験後の緩衝体



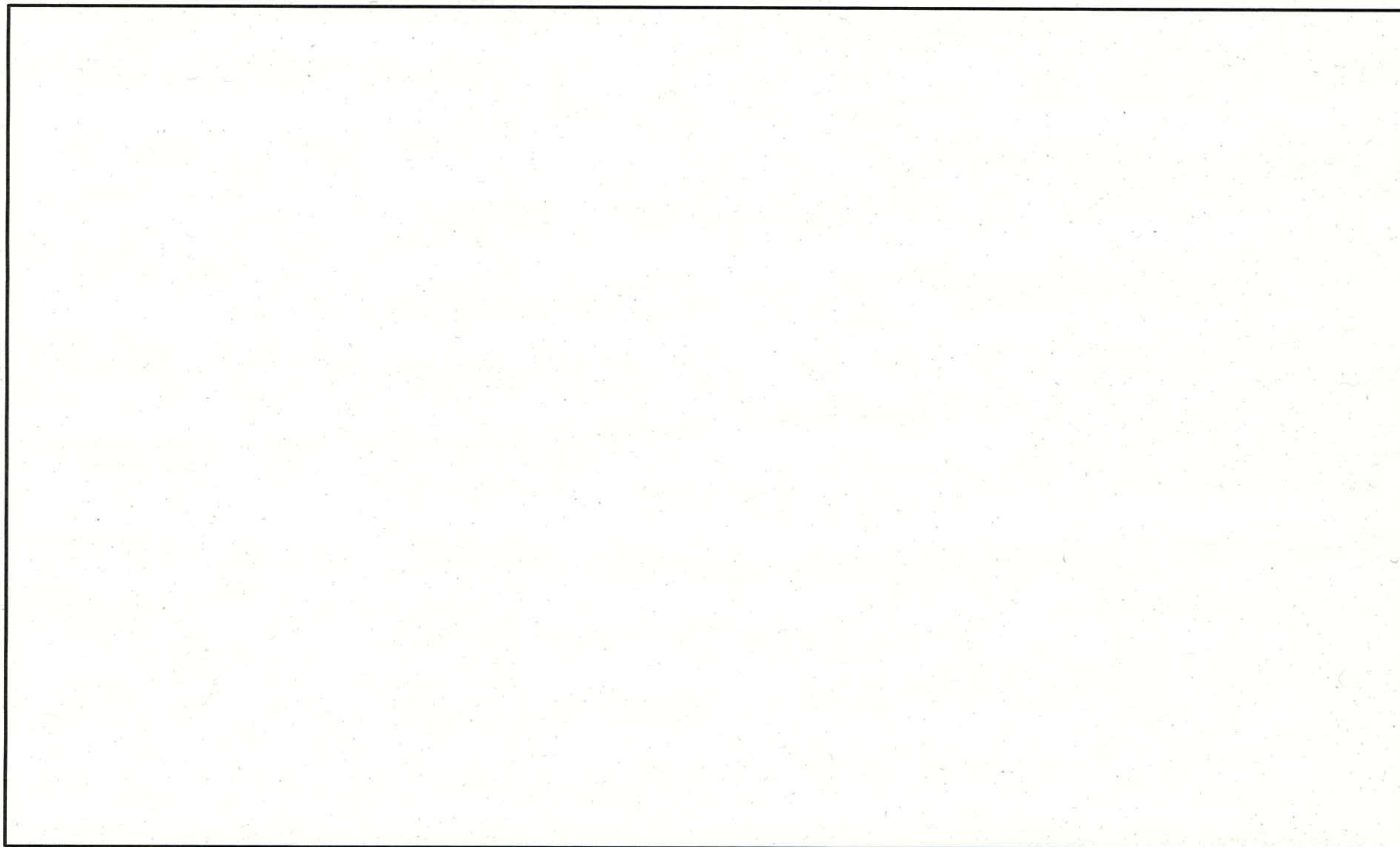
3. MSF型輸送・貯蔵キャスクの落下試験

■ 1/1スケール落下試験後の緩衝体



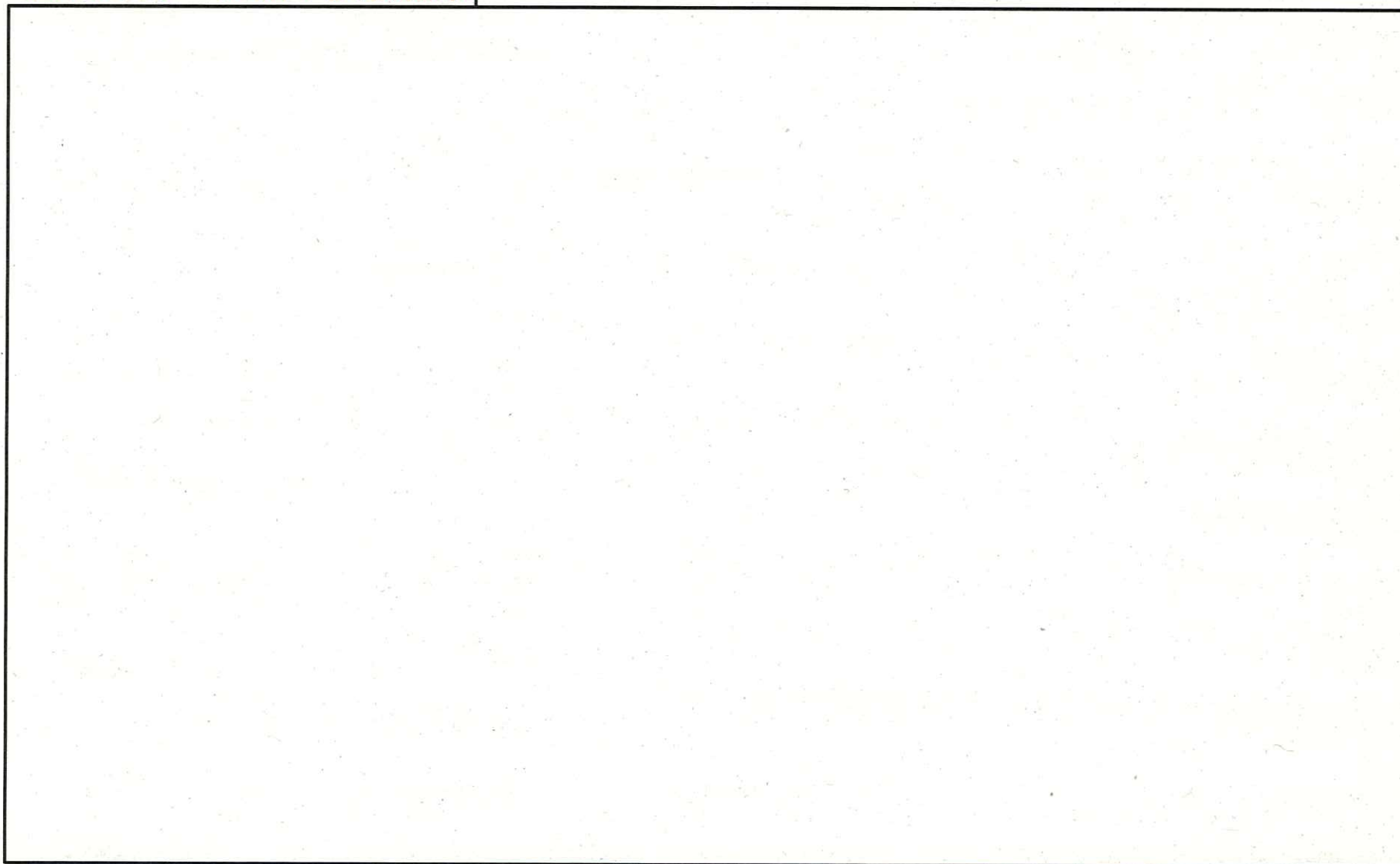
3. MSF型輸送・貯蔵キャスクの落下試験

■1/1スケール落下試験による検証項目



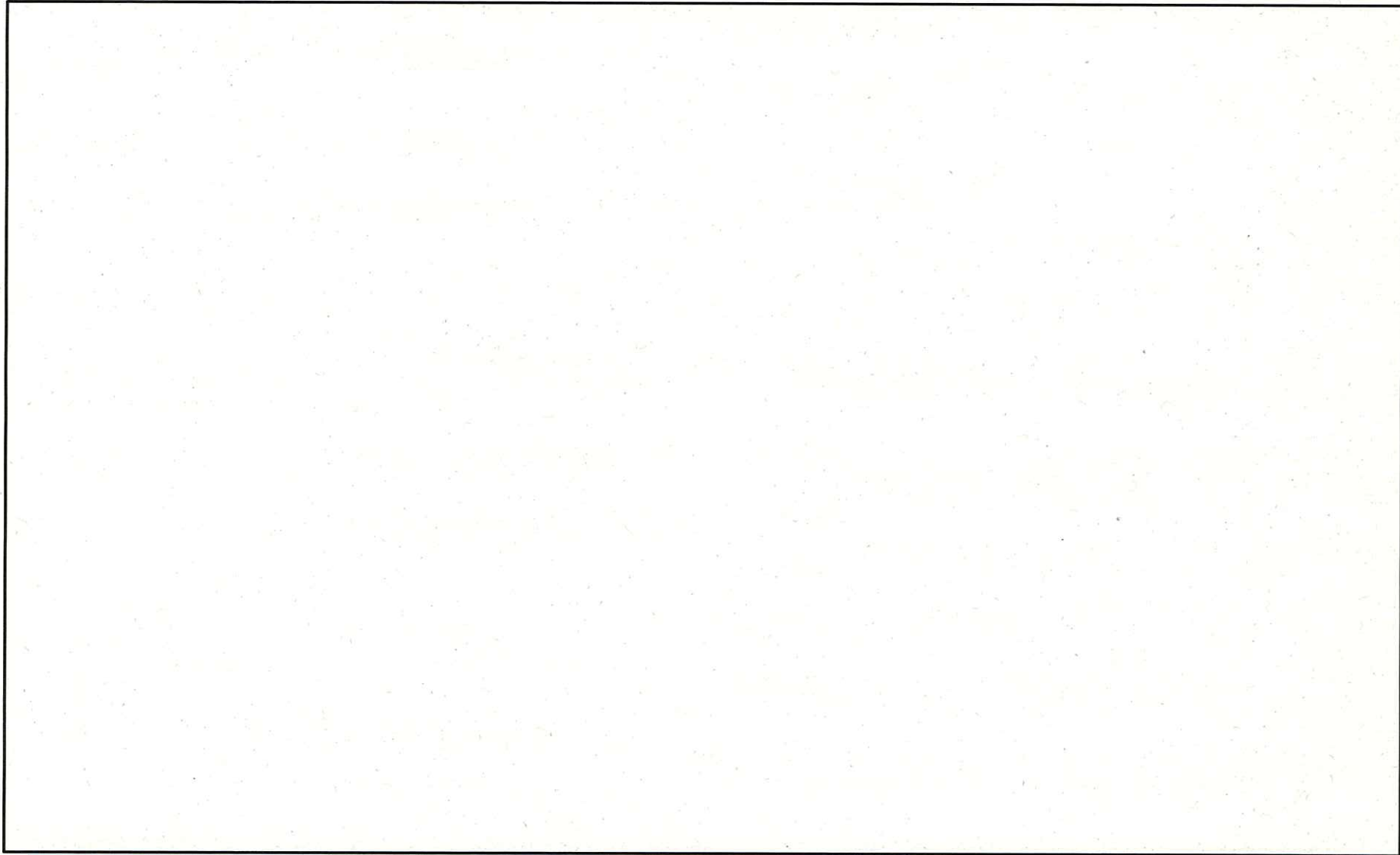
4. MSF型輸送・貯蔵キャスクの構造評価

■ 1/1スケール落下試験結果



4. MSF型輸送・貯蔵キャスクの構造評価

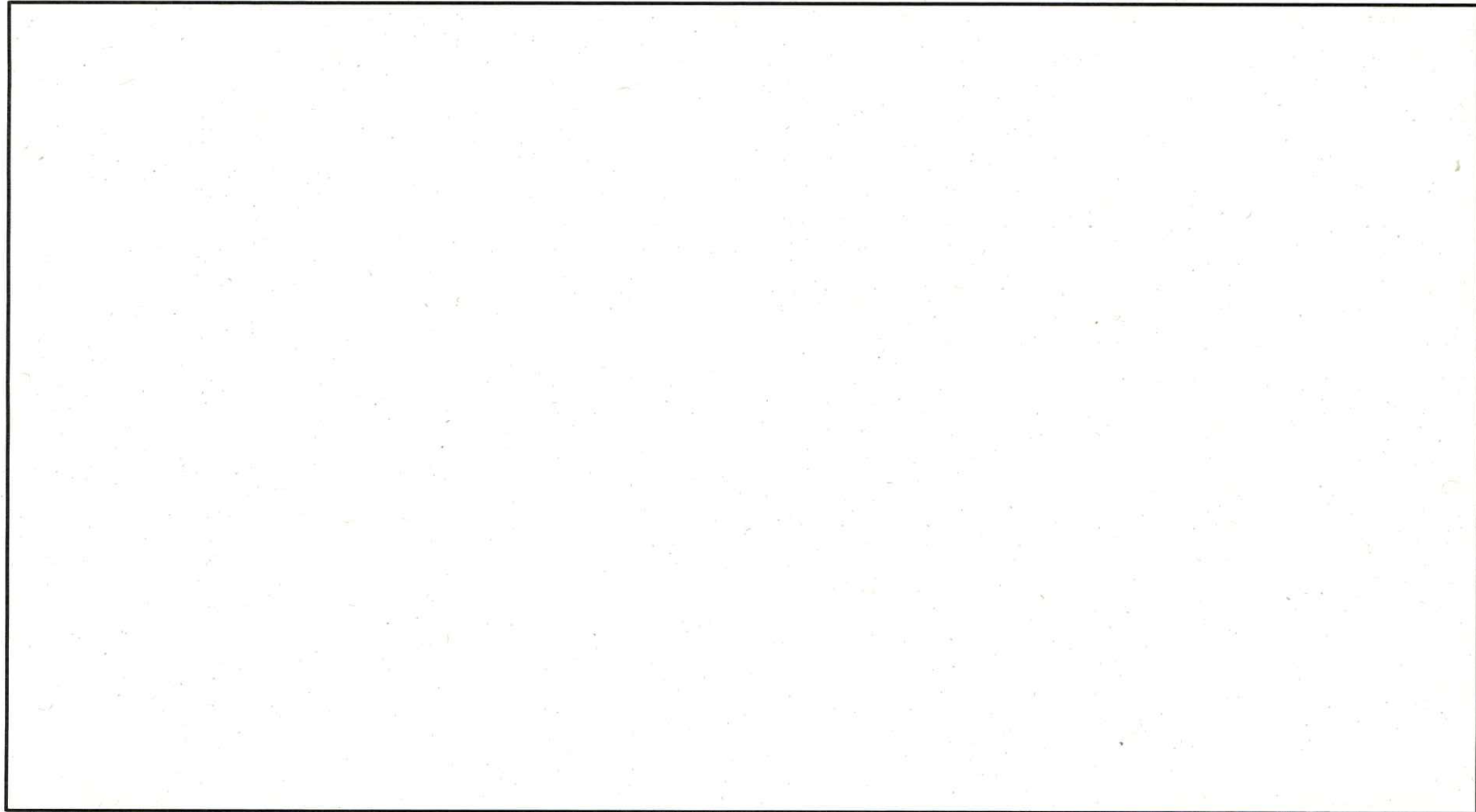
落下解析モデル検証 -影響因子の抽出-



4. MSF型輸送・貯蔵キャスクの構造評価

落下解析モデル検証 ー①衝撃荷重ー

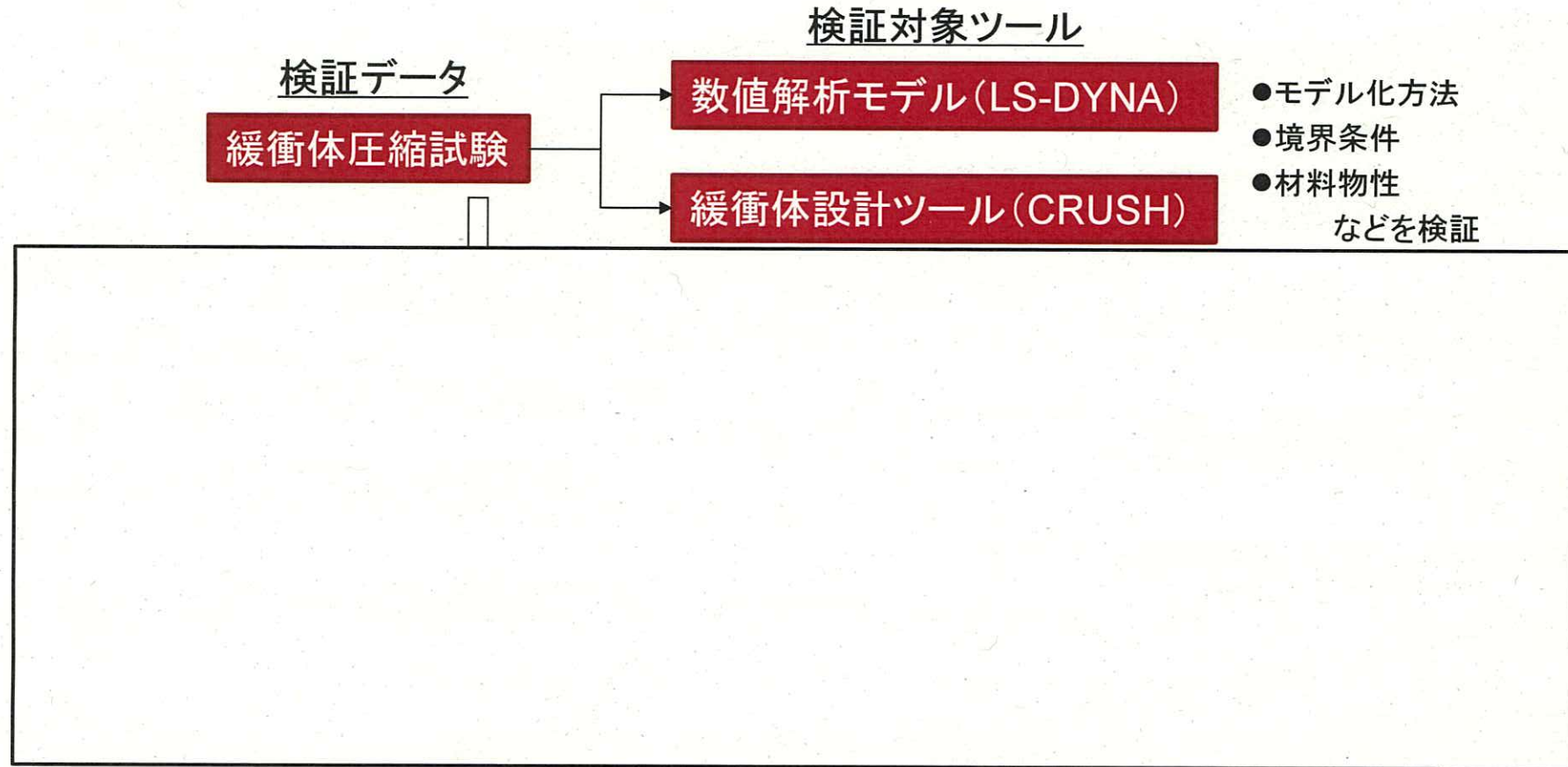
①衝突荷重



4. MSF型輸送・貯蔵キャスクの構造評価

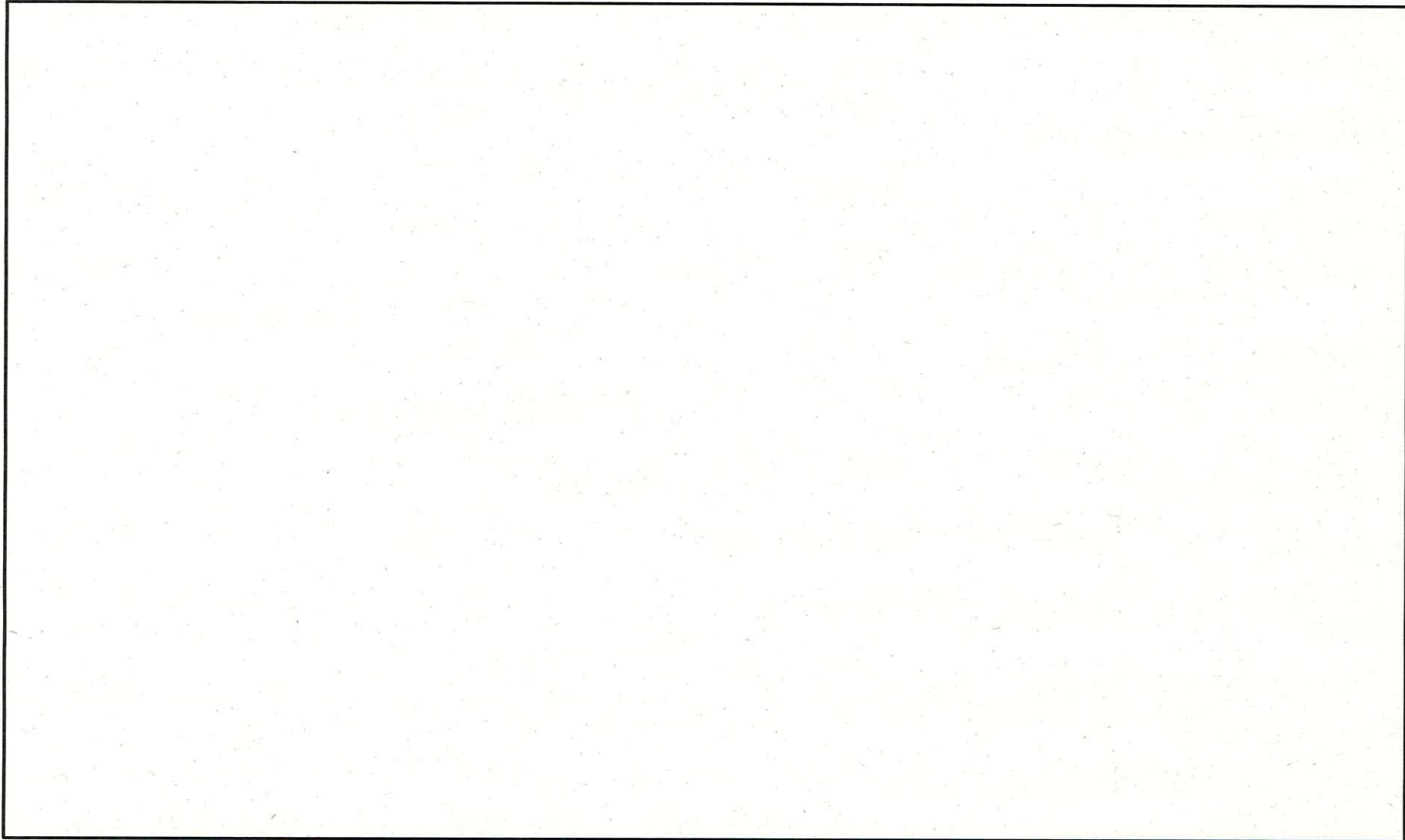
落下解析モデル検証 ー①衝撃荷重ー

●検証プロセス

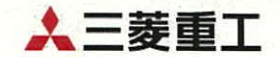


4. MSF型輸送・貯蔵キャスクの構造評価

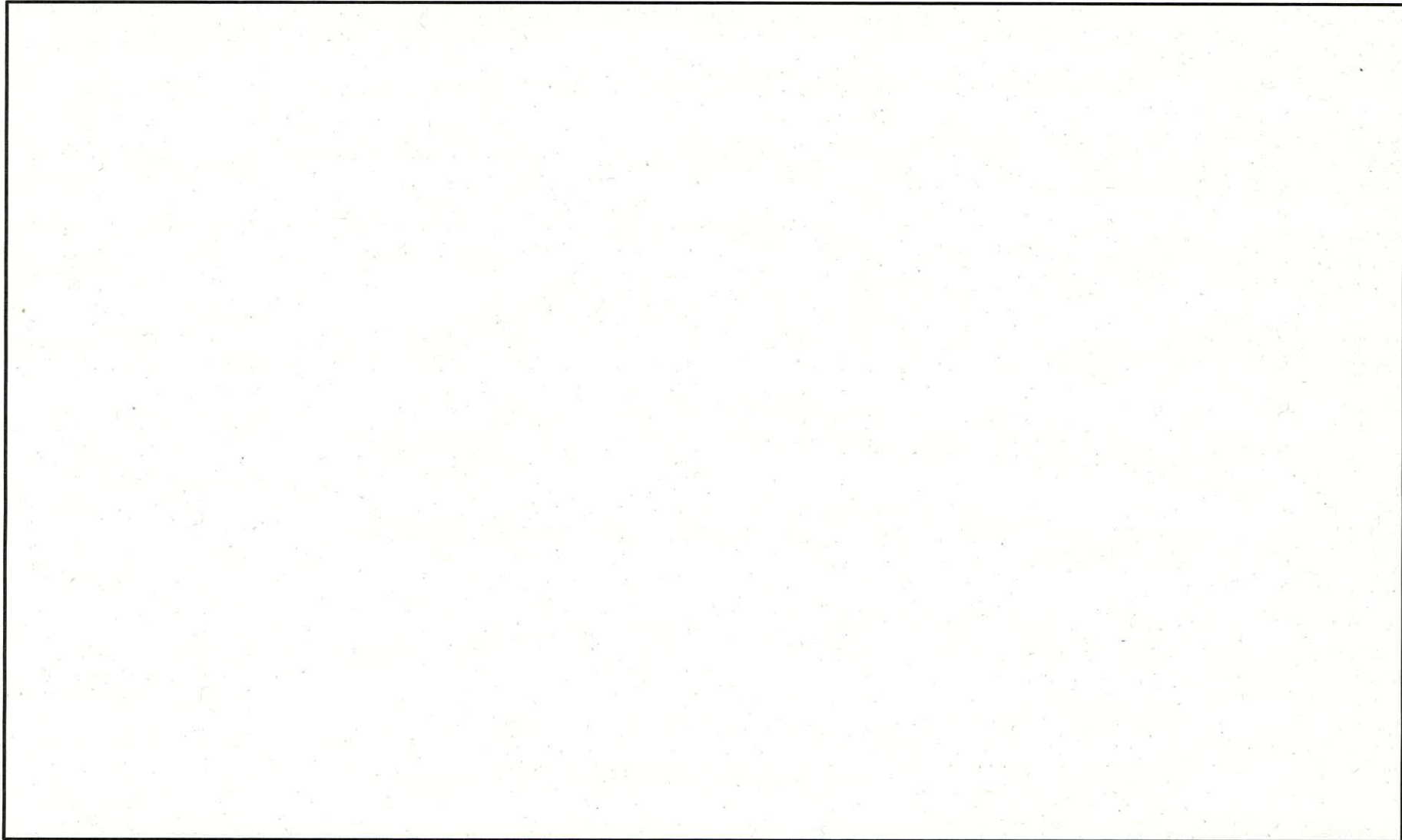
落下解析モデル検証 ー①衝撃荷重ー



4. MSF型輸送・貯蔵キャスクの構造評価

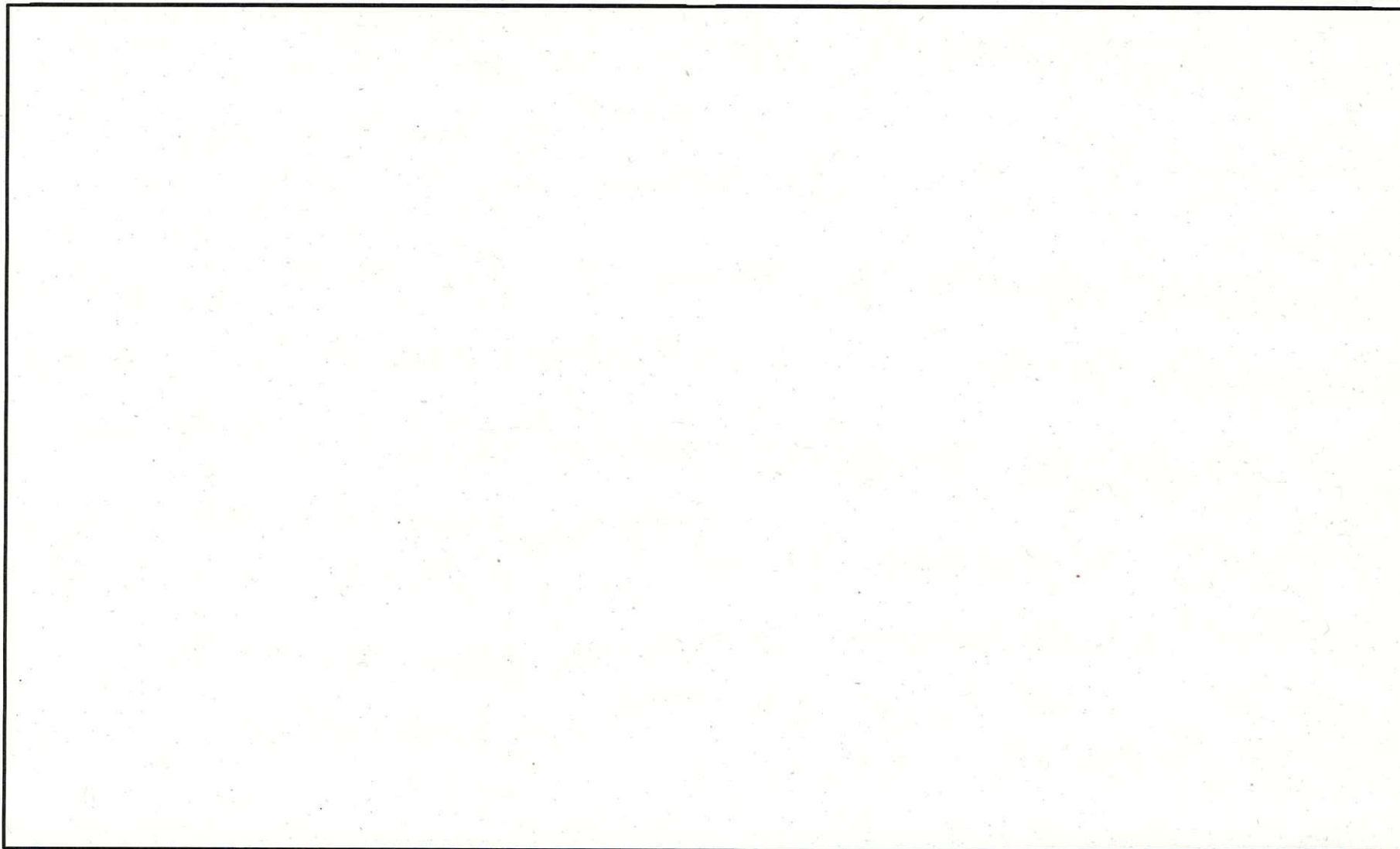


落下解析モデル検証 ー①衝撃荷重ー



4. MSF型輸送・貯蔵キャスクの構造評価

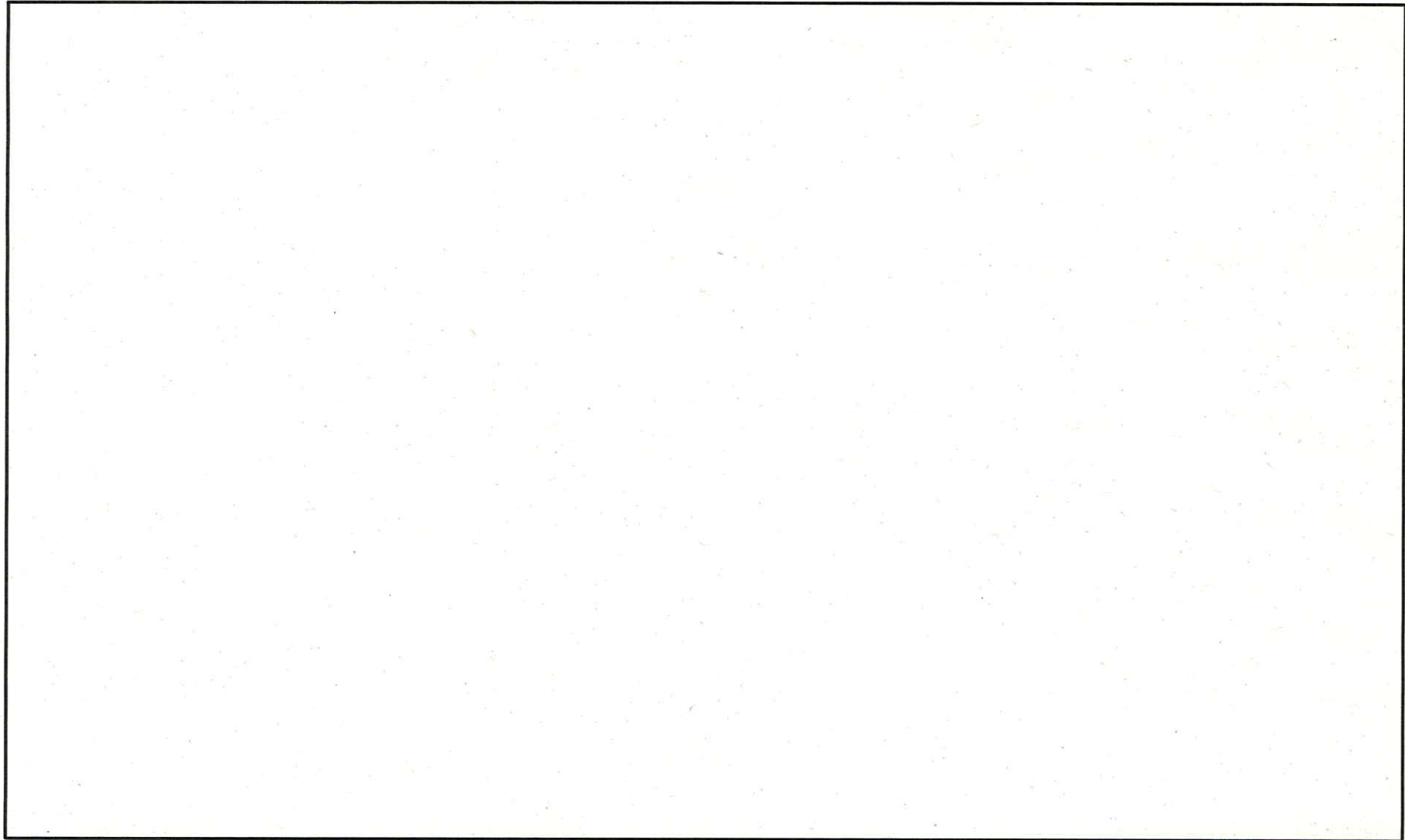
落下解析モデル検証 ー①衝撃荷重ー



4. MSF型輸送・貯蔵キャスクの構造評価

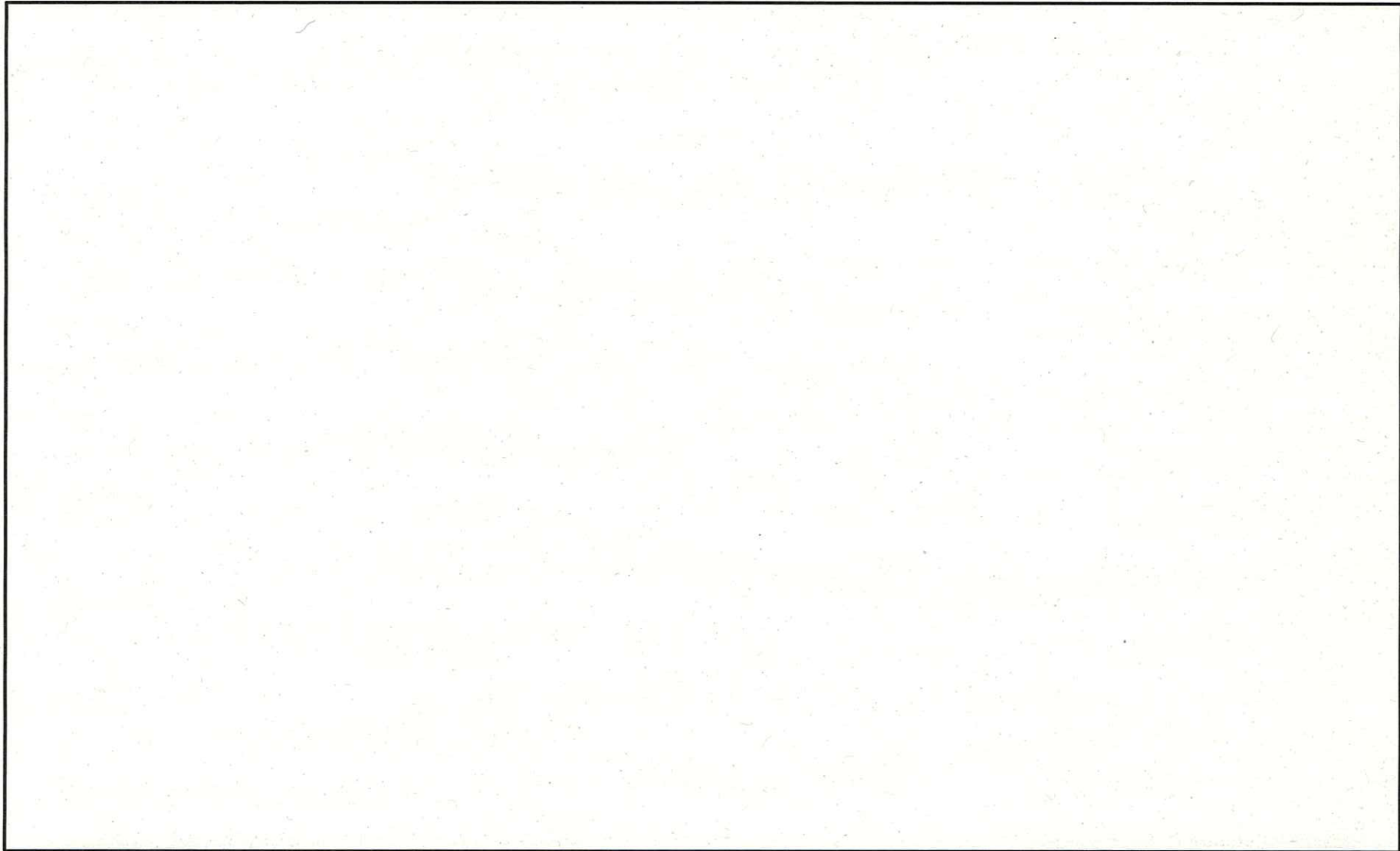


落下解析モデル検証 ー①衝撃荷重ー



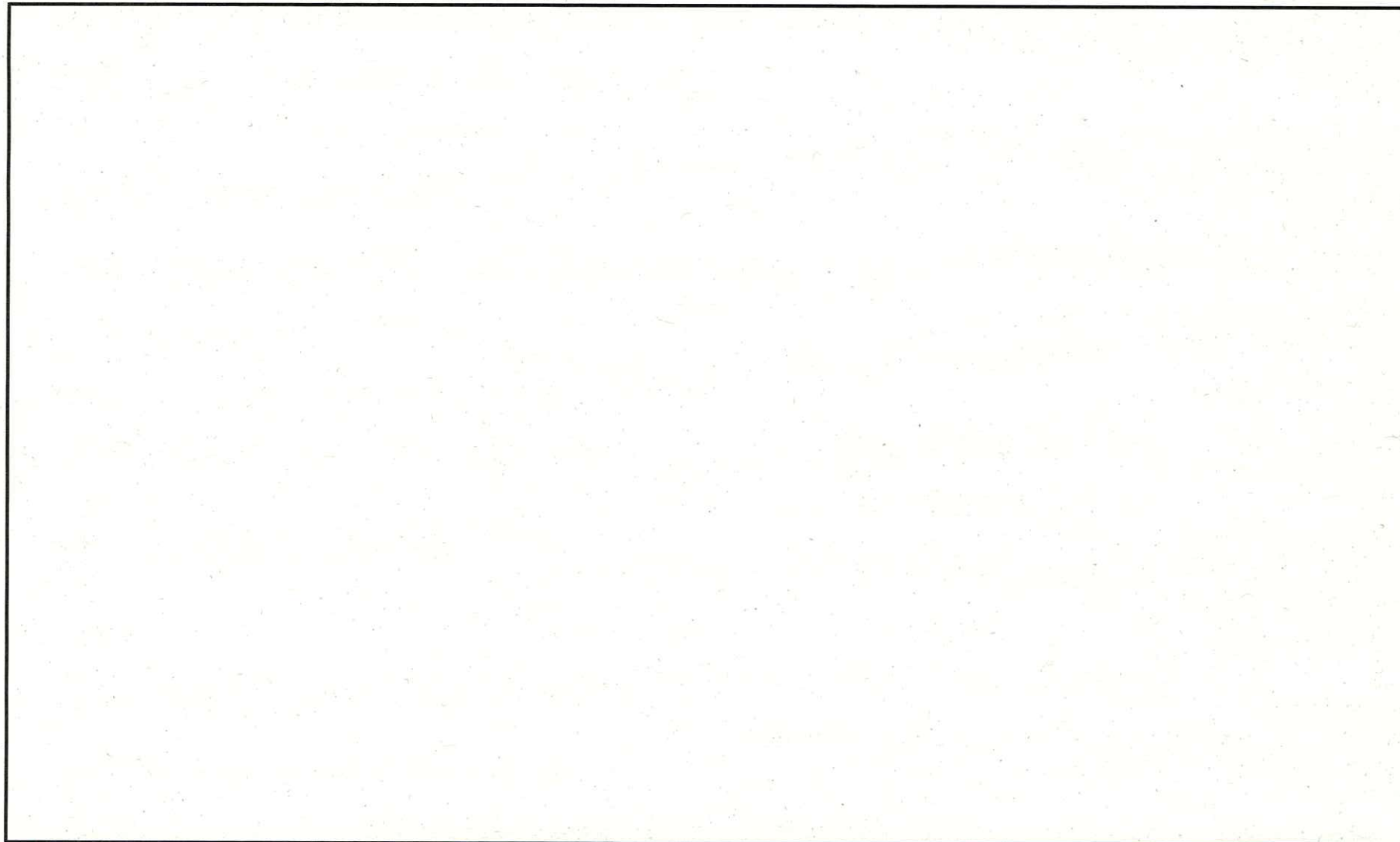
4. MSF型輸送・貯蔵キャスクの構造評価

落下解析モデル検証 ー①衝撃荷重ー



4. MSF型輸送・貯蔵キャスクの構造評価

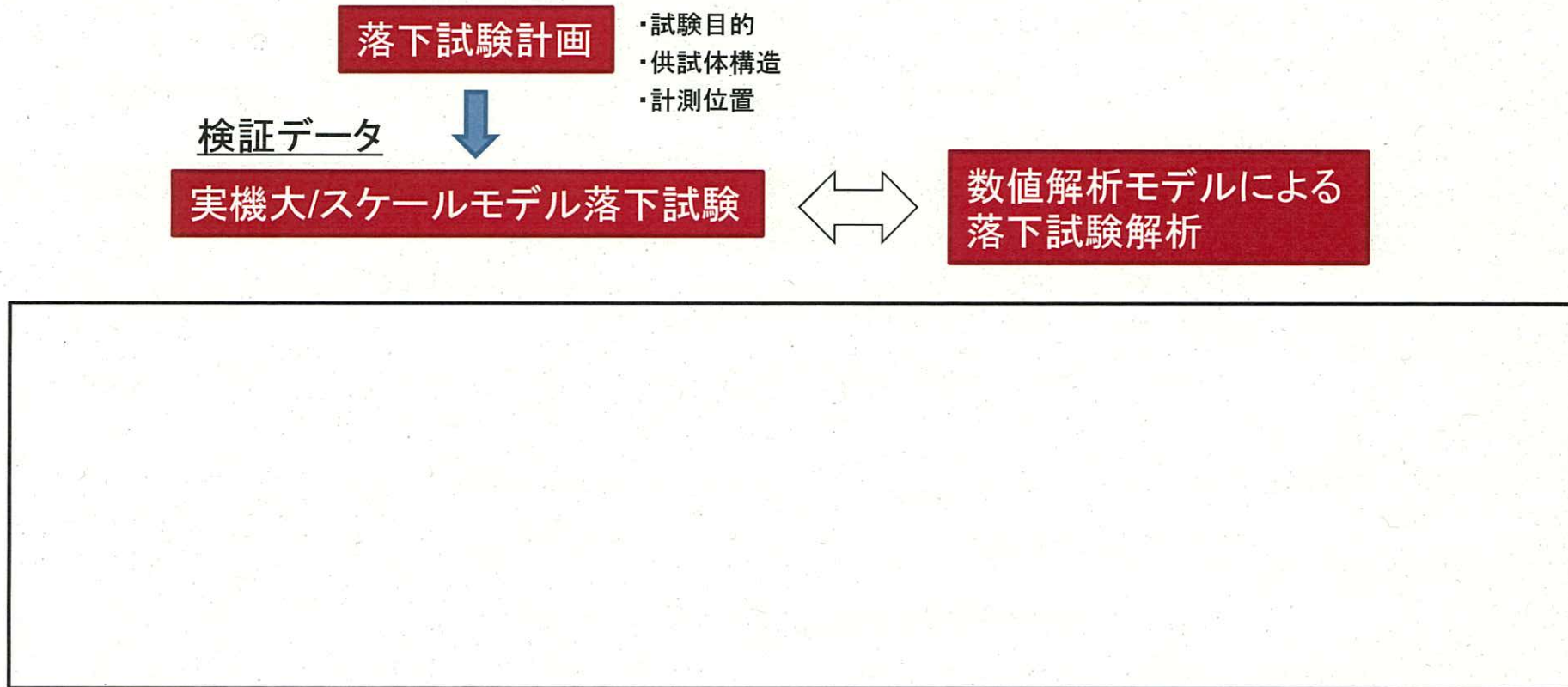
落下解析モデル検証 ー①衝撃荷重ー



4. MSF型輸送・貯蔵キャスクの構造評価

落下解析モデル検証 ー②構造健全性ー

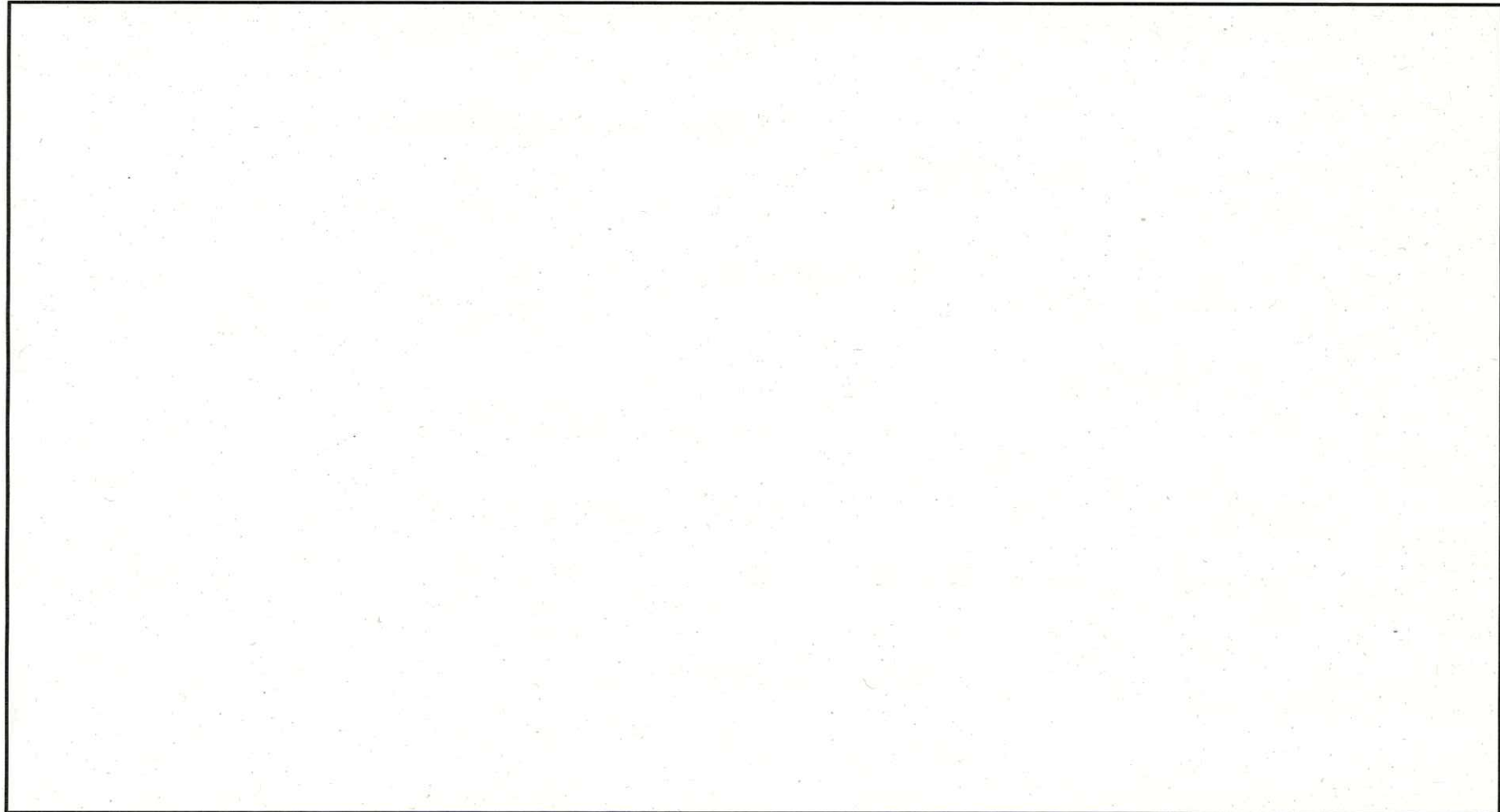
●検証プロセス



4. MSF型輸送・貯蔵キャスクの構造評価

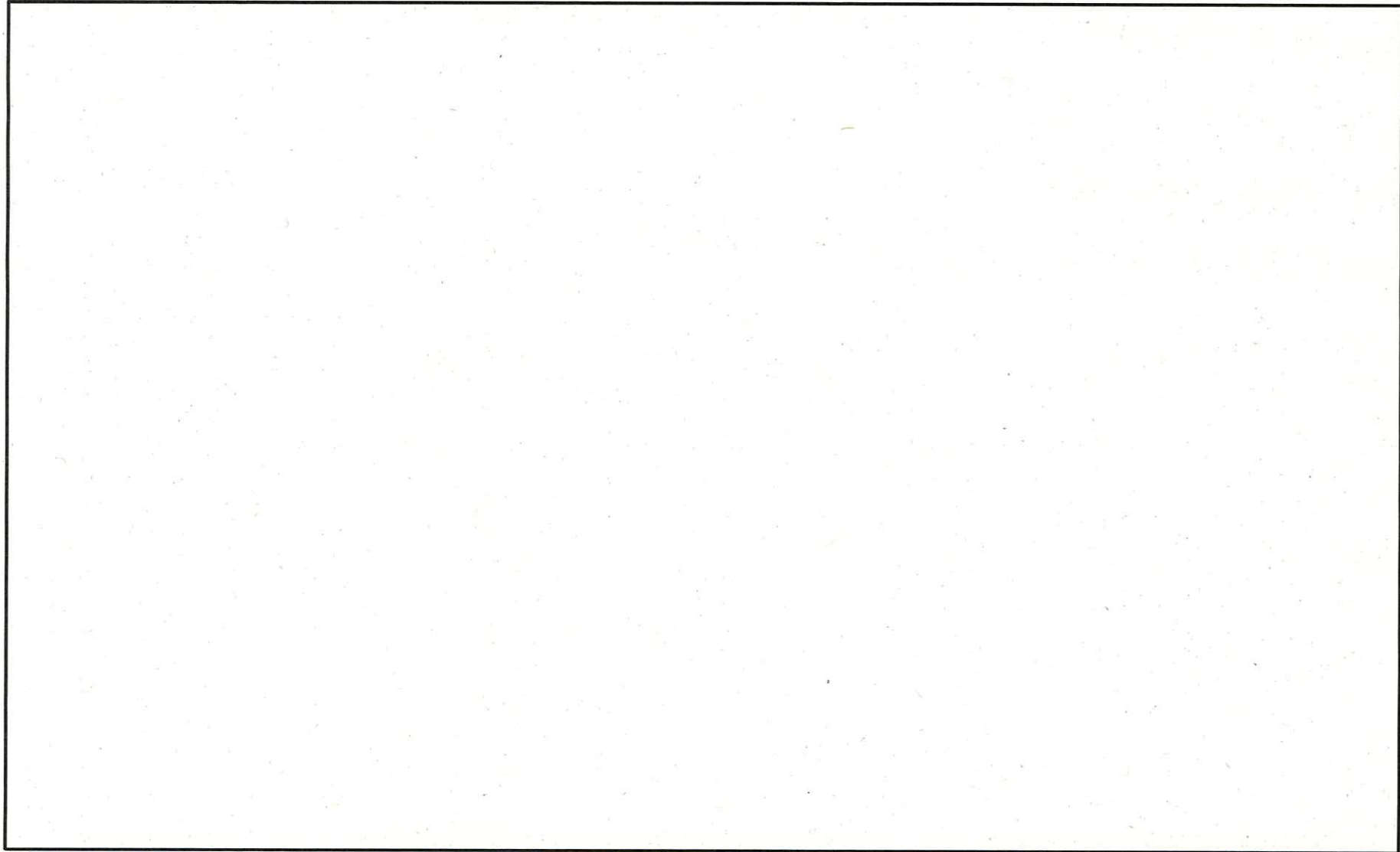


落下解析モデル検証 ー②構造健全性ー



4. MSF型輸送・貯蔵キャスクの構造評価

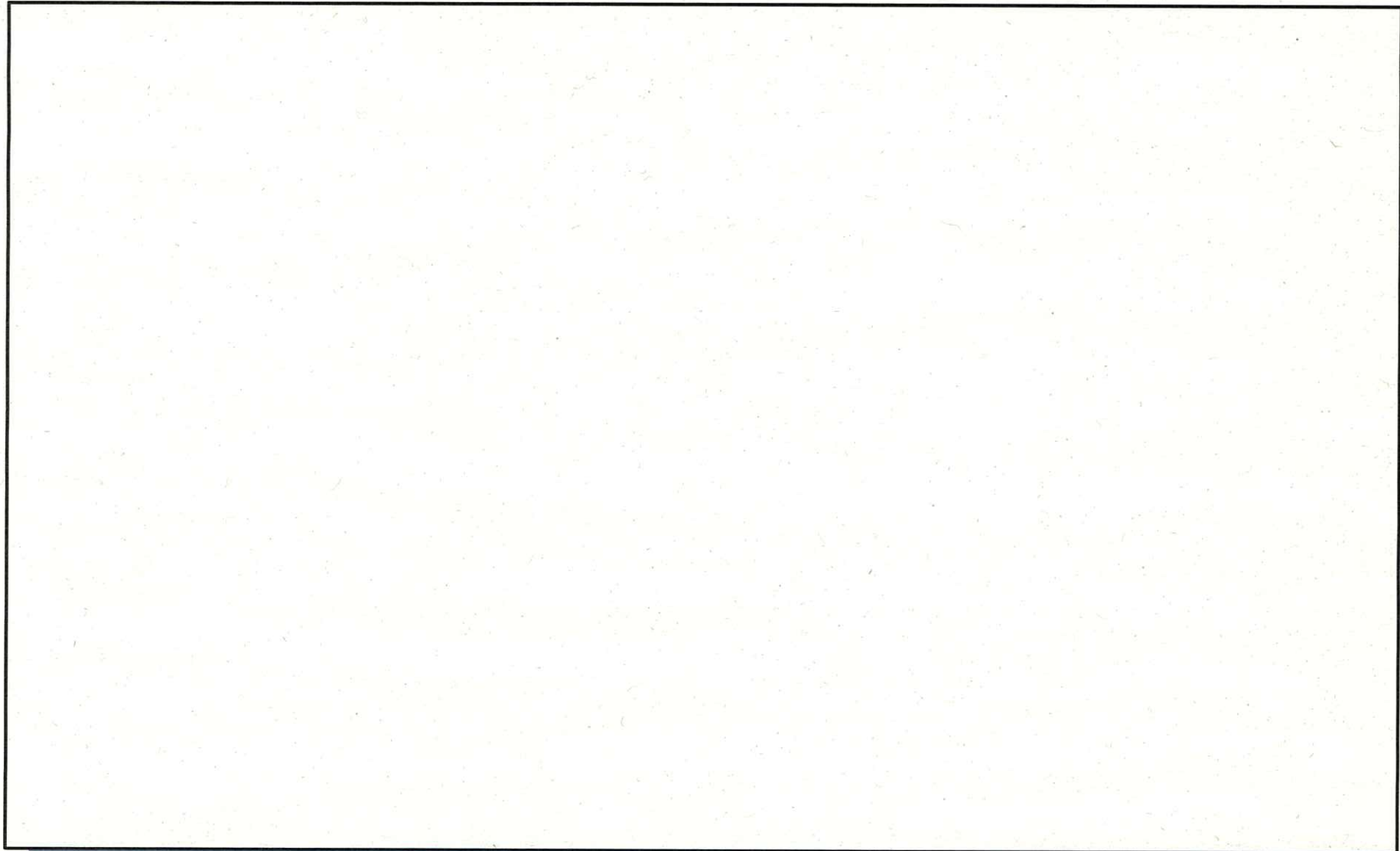
落下解析モデル検証 ー②構造健全性ー



4. MSF型輸送・貯蔵キャスクの構造評価



落下解析モデル検証 ー②構造健全性ー



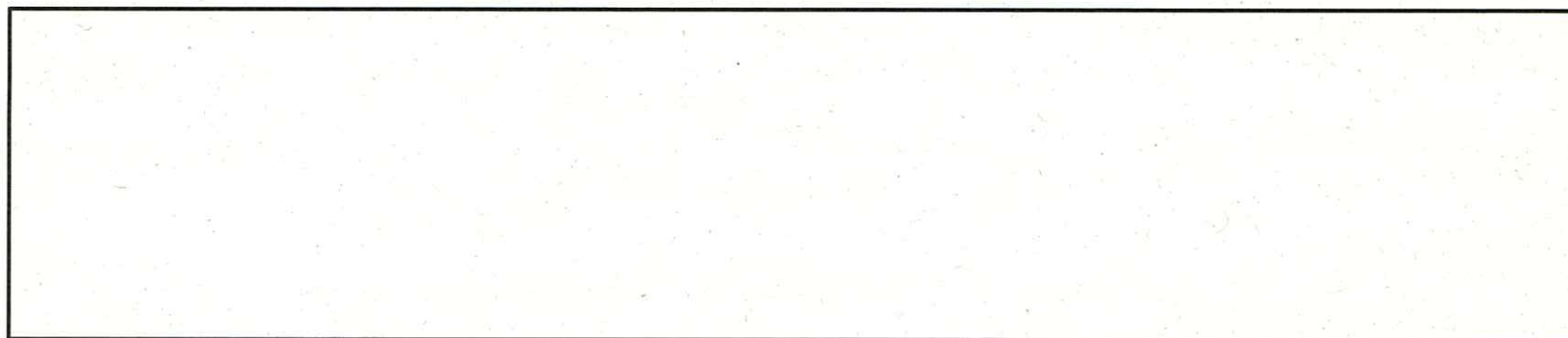
4. MSF型輸送・貯蔵キャスクの構造評価

落下解析モデル検証 ー③密封健全性ー

●検証プロセス



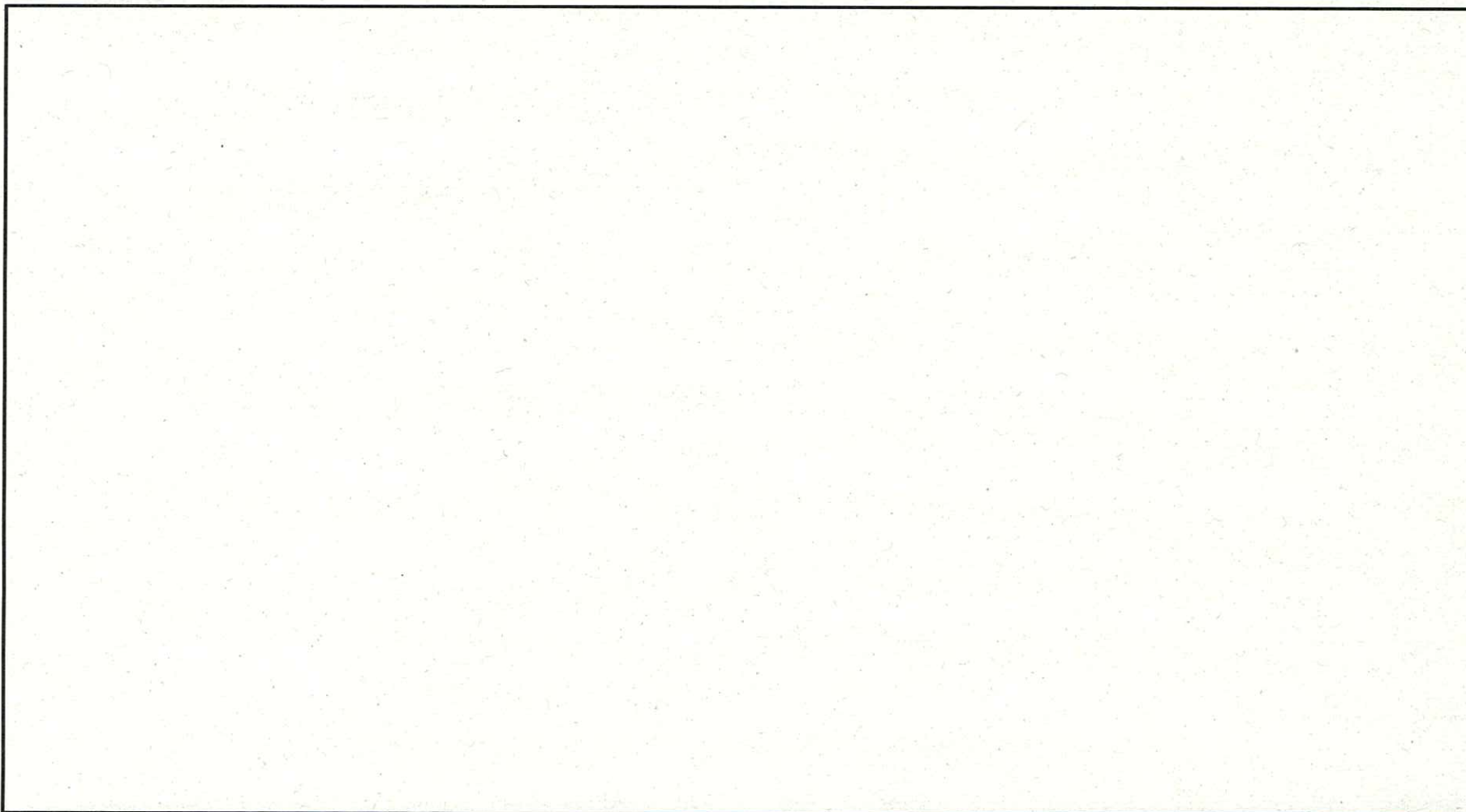
基本構造が同様になるように設計



4. MSF型輸送・貯蔵カスクの構造評価

落下解析モデル検証 ー③密封健全性ー

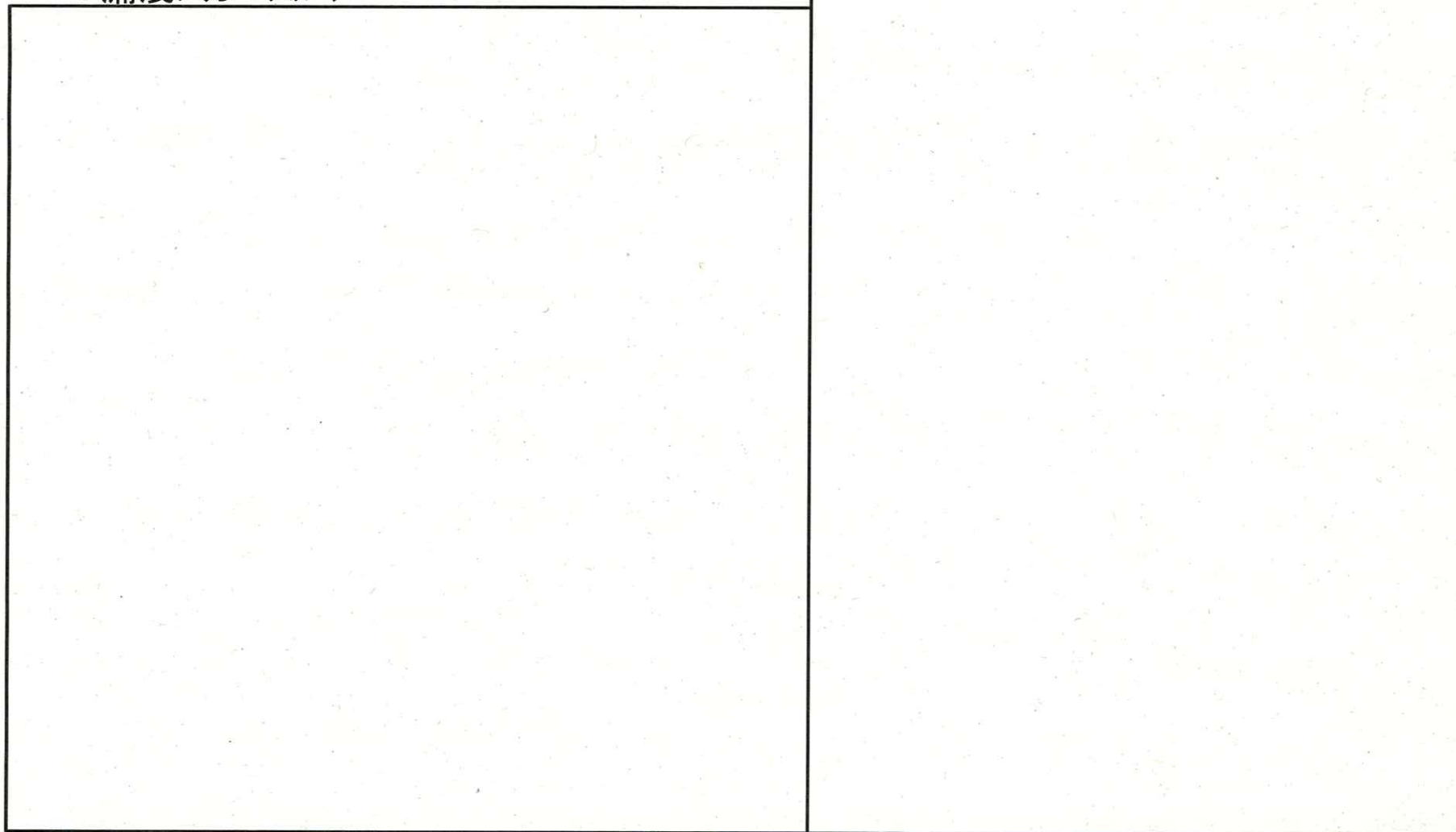
③密封健全性



4. MSF型輸送・貯蔵キャスクの構造評価

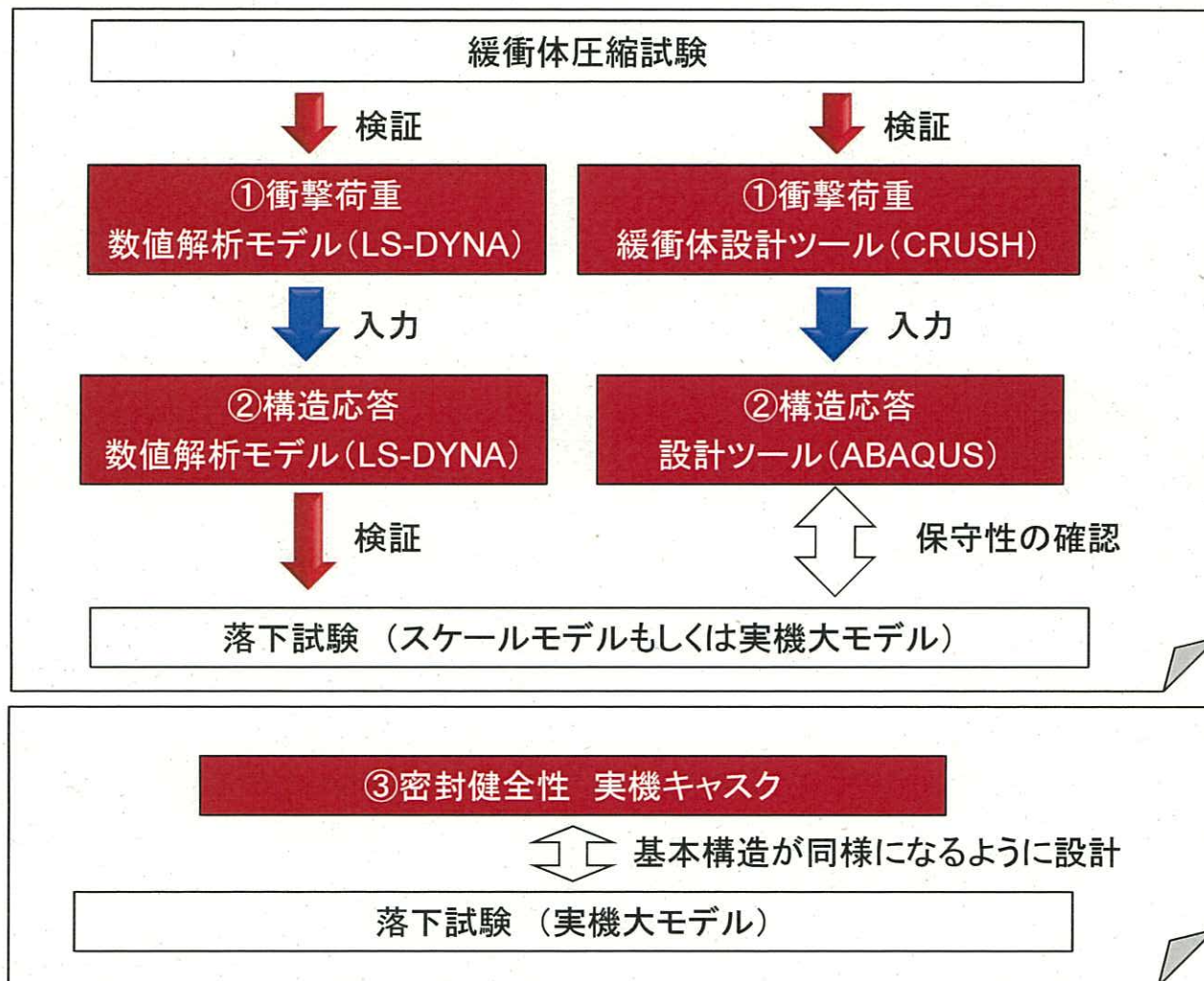
落下解析モデル検証 ー③密封健全性ー

●漏洩メカニズム



4. MSF型輸送・貯蔵キャスクの構造評価

●検証プロセスのまとめ



実機キャスクの安全性・健全性を確保

MOVE THE WORLD FORWARD

**MITSUBISHI
HEAVY
INDUSTRIES
GROUP**

無断複製・転載禁止 三菱重工業株式会社

無断複製・転載禁止 三菱重工業株式会社