

G6エリアタンクインサービス時タンク損傷について

2019.10.31

TEPCO

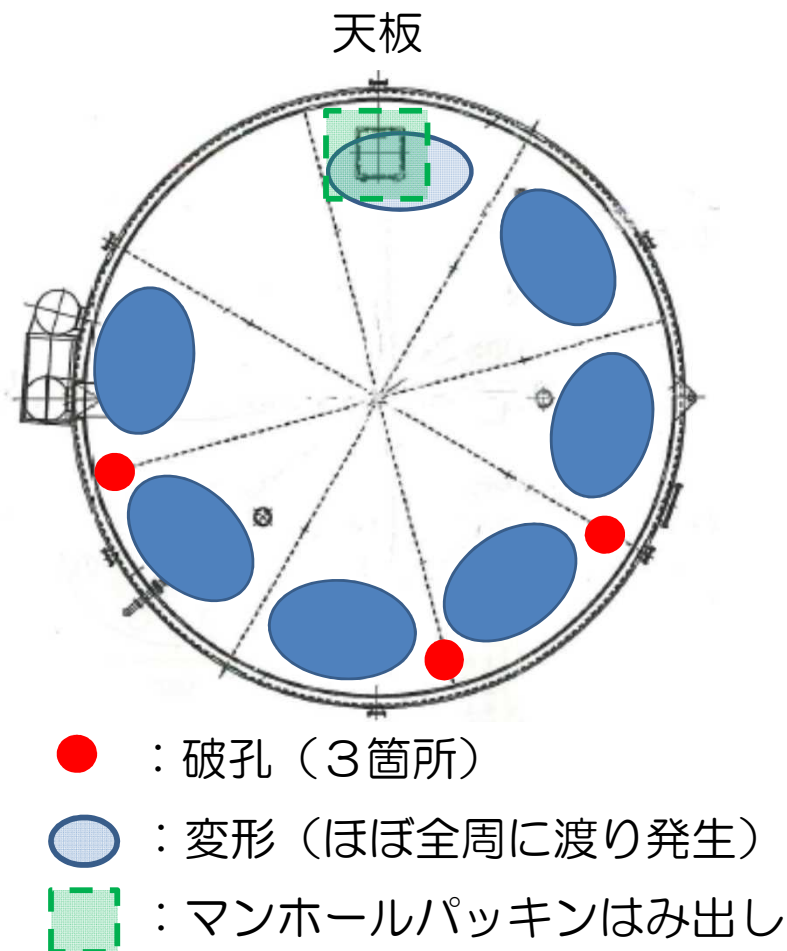
東京電力ホールディングス株式会社

TEPCO

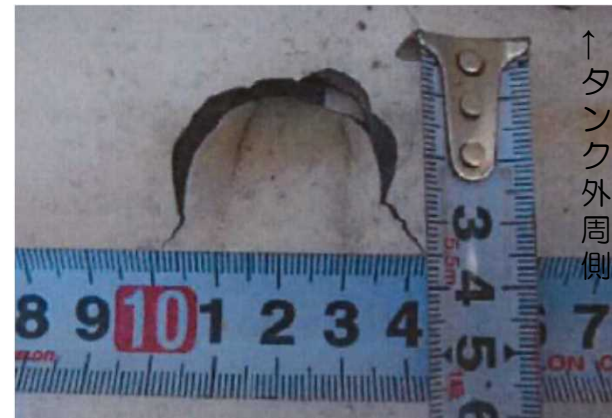
□：空タンク

2. 天板損傷状況

- ・変形および破孔は、何れもタンクの内側方向に発生している ←負圧の作用
- ・下図、天板中心から8方位に走る点線は天板補強板であり、変形は補強板の間（最大深さ60mm）、破孔は補強板の終端部に発生している
- ・マンホールパッキンは、蝶ネジの間隔が広い箇所が外側にはみ出している ←正圧の作用



①破孔（代表）



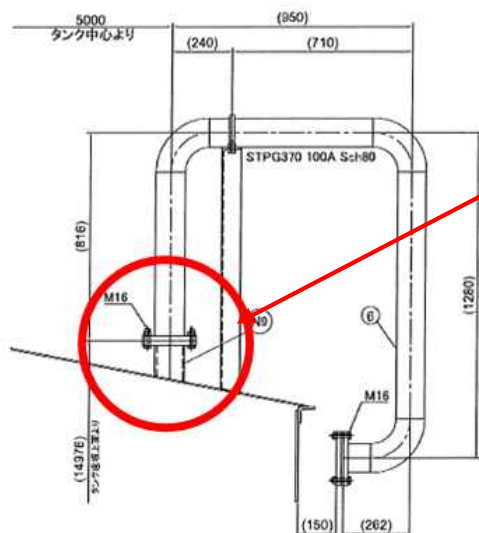
②変形（代表）：最大深さ60mm



③マンホールパッキンはみ出し



3. ベント管調査結果・損傷原因



養生テープ

1. 調査結果

- ・タンクからベント管を切り離し点検したところ、ベント管側のフランジ面に養生テープが付いた状態であることを確認した。

2. 製造プロセス

- ・養生テープは、ベント管塗装の際に管製作ベンダで取付実施。輸送中のシート面保護を兼ねるため、タンクメーカーに養生テープを取り付けたまま工場へ納品される。
- ・タンクメーカーにおいて、ベント管をタンクに接続する直前に養生テープを取り外す手順であるが、これを失念したことにより養生テープが残置された。
- ・ベント管は、タンクに接続された状態で現地に搬入。

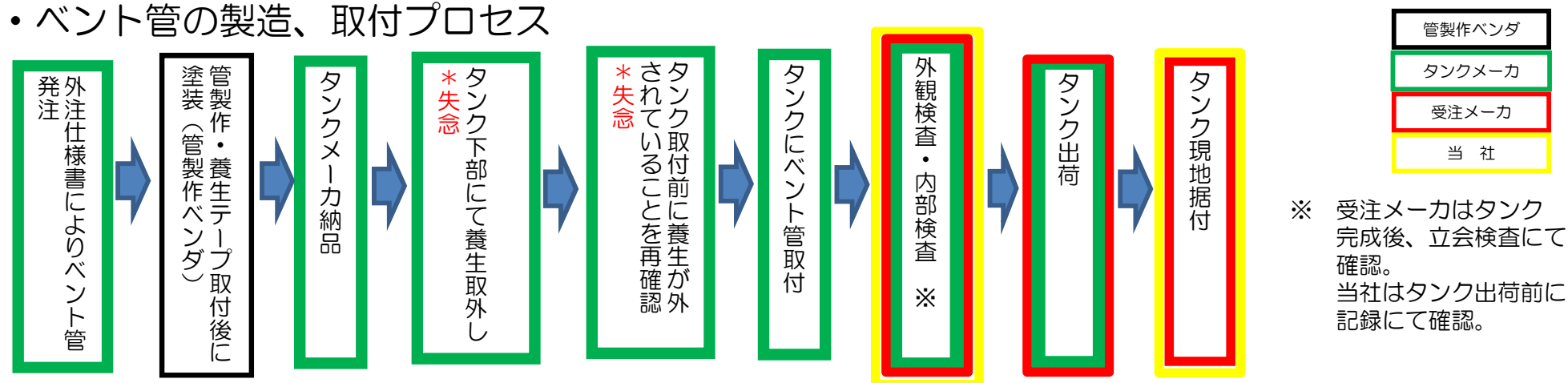
3. 損傷メカニズム

- ・吸排気を行うベント管が養生テープで閉塞した状態でタンク内の水を払出したため、タンク内空気の圧力が低下し、大気圧との差圧が過重となって天板に作用し変形および破損に至ったものと推定。
- ・天板マンホール部のパッキンがはみ出した要因は、過去のタンクインサービス時に水の流入によりタンク内空気の圧力が上昇し、逃げ場を失った空気が強度の弱い（マンホールは蝶ネジで固定）マンホールパッキン部から噴き出したものと推定。

4. 原因究明、再発防止策検討（工場製造不適合）

タンクメーカーにおける養生外し忘れ再発防止を図るべく、原因の深掘り、対策を立案する

・ベント管の製造、取付プロセス



・なぜなぜ分析による原因の深掘り～再発防止策検討

所掌	原因	対策
タンクメーカー	- 管製作ベンダに養生方法の指示がなかった - 養生取外しについて記録を残していなかった - チェック体制、チェックシートとにもなかった	- タンクにベント管が取り付けられない養生とするよう、養生方法を明確に指示する。（袋養生等） - 養生取外しに関する手順を追加し、記録を残すよう指示する。
受注メーカー	- ベント管は付属品という意識が働き管理項目から抜けてしまった（管理をタンクメーカー任せにしていた） - 万が一、取り外し忘れがあっても、フランジ隙間検査で検知できると思い込んだ。	- 管理をタンクメーカー任せにせず、受注メーカーでも管理する項目を追加する。 - 隙間検査では養生は検知できないことから、ベント管組立前に、ベント管両端及び内部の異物確認を仕様書にて要求する。
当社	仕様書にベント管組立に関する品質上の記載はなかった	仕様書にベント管組立についての品質管理について明文化する。

5. 再発防止策検討（既設置・設置中タンク）

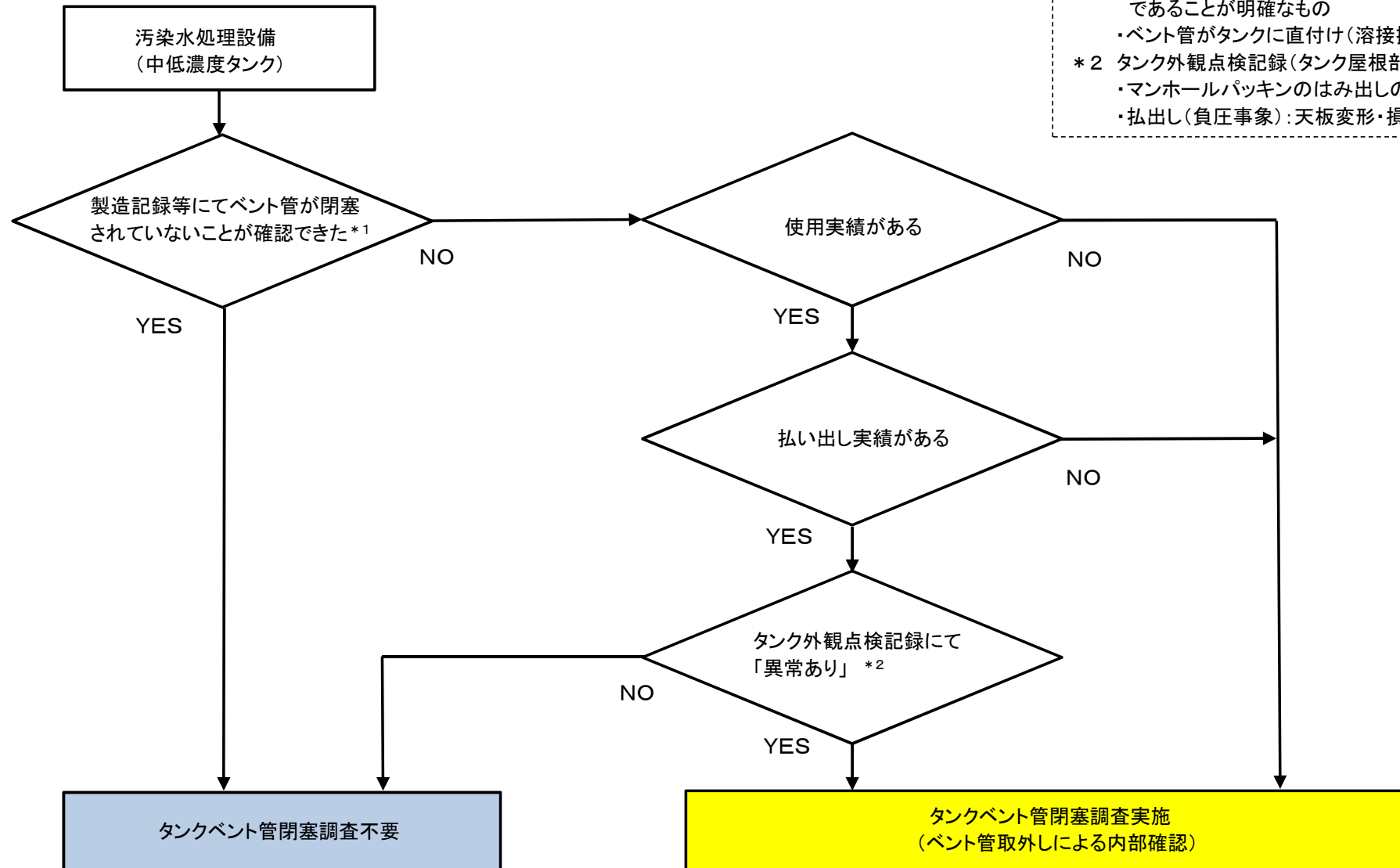
設置済みで運用中のタンクにおいて、ベント管部養生の外し忘れがないか、設置過程にあるタンクにおける養生外し忘れを防ぐべく、対策を立案する

	具体的実施事項	期日
既設置タンク	・ G6エリアタンク全38基についてベント管点検を実施する	11月中
	・ 次項のフローに従い、点検が必要なタンクを選定し、ベント管の養生外し忘れがないか点検する。	選定 ～11/6 選定後、点検実施
設置中タンク (現地組立型)	・ 輸送時のベント管養生方法について確認する	即日（実施済み）
	・ 輸送後、取付までのベント管およびタンク管台側の養生状態を確認する(既納入分)	
	・ 組立時の養生取外し確認を組立記録に追加する ※	11月中旬
	・ 養生取外し確認記録を受領する ※	

※未設置のタンクについても同様の対応を実施する。

6. 全エリアタンクベント管健全性確認手法（案）

- * 1 ・製造記録にベント管取付時、内部確認の記載あるもの
・現地施工で、養生を取り外さないとベント管接続が不可であることが明確なもの
・ベント管がタンクに直付け（溶接接続）されているもの等
- * 2 タンク外観点検記録（タンク屋根部）
・マンホールパッキンのはみ出しの有無
・払出し（負圧事象）：天板変形・損傷の有無



7. 今後のスケジュール

内容	10月				11月				12月					1月～
	7	14	21	28	4	11	18	25	2	9	16	23	30	
主要工程					▼ G6-C5～C10インサースビス予定 ▼ H6(Ⅱ)-C2～4インサースビス					評価・まとめ				▼ 1月31日 G6最終検査
側板の健全性評価 (D9タンク)	モデル解析				内径計測					※ 側板の健全性は解析で確認済み。今後寸法検査を行い、 合格すれば側板は再使用する。				
原因究明・ 再発防止策検討 (工場製造時)	原因深掘り				再発防止策立案									
再発防止策検討 (既設置タンク)	G6エリア全38基ベント管点検				全エリアベント管点検水平展開検討					必要に応じ、ベント管点検				
天板修理	要領検討				D9⇒D5 水移送					足場組立				変形・破孔部修理

(参考) 損傷タンク (G6-D9) の応急処置

- 当該タンク周辺を区画し、立入禁止措置を行う (10/8完了)
- 天板に確認された破孔3箇所について、雨水侵入防止の観点から養生を行う (10/9完了)
- タンクベント管内部に異物がないことを確認しベント管を取付 (10/9完了)

【天板破孔部補修状況】



①鉄板をダクトテープ養生



②耐候テープ養生



③ビニール養生

(参考) G6エリアC群のベント管健全性確認について

- G6エリアタンクC5～C10のインサービスが11/1に予定されているため、先行してインサービスを完了しているC1～C4も含めてC群全てのベント管健全性確認を実施
- C1～C10ベント管をフランジ部より切り離し、フランジ部、管台部、ベント管内部の健全性確認を行い、配管内に養生や閉塞物がないことを確認済み(10/17完了)



①ベント管外観



②フランジ部の確認



③ベント管管台部の確認：
目視により



④ベント管内部の確認：
ファイバースコープにより



⑤ベント管復旧

(参考) 胴板の健全性評価

- 天板は6mm厚さ(材質：SS400)、胴板は「12mm厚さ+トップフランジ9mm厚さ」(材質：SM490A)という構造から、胴板より先に天板が変形、部分損傷したと考えられる
- 二次元解析、三次元解析共に天板に発生した負圧は-20kPa程度、このときの胴板応力は約300MPaであり、胴板(材質SM490A)の最小降伏点325MPa以下の弾性域内にある
- 解析結果および胴板の目視検査にて、変形や皺等が観察されていないことから、**胴板は健全であると評価**する
- タンク内の水を抜き、内径寸法計測を実施する。(解析結果と現物との妥当性確認のため)

1. 二次元解析・・・天板損傷(破孔)部に着目し、内面に発生する応力を求める

- 雨水止水板の位置は、天板溶接部を0として、外側202.7mm、内側208.8mm(図1)
- 雨水止水板の内側に応力が立っている(表1)
- この応力が天板材質SS400の最小引っ張り強さ400MPaとなるのは、負圧-21.81kPaがタンク内面にかかるときである(表1)
- 負圧-21.81kPaが生じたとき、胴板頂部は天板に引っ張られ応力ピークが立つが、その大きさは約300MPaである(表2)

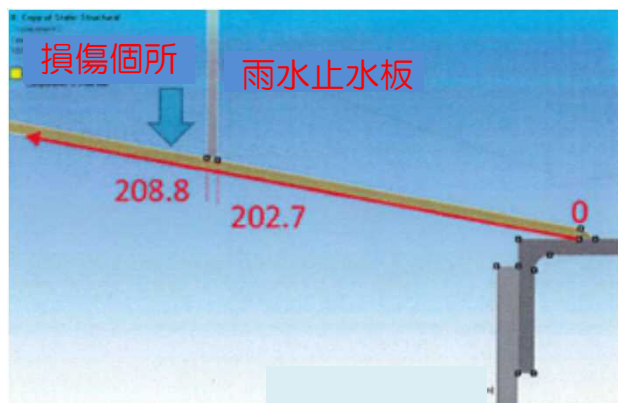
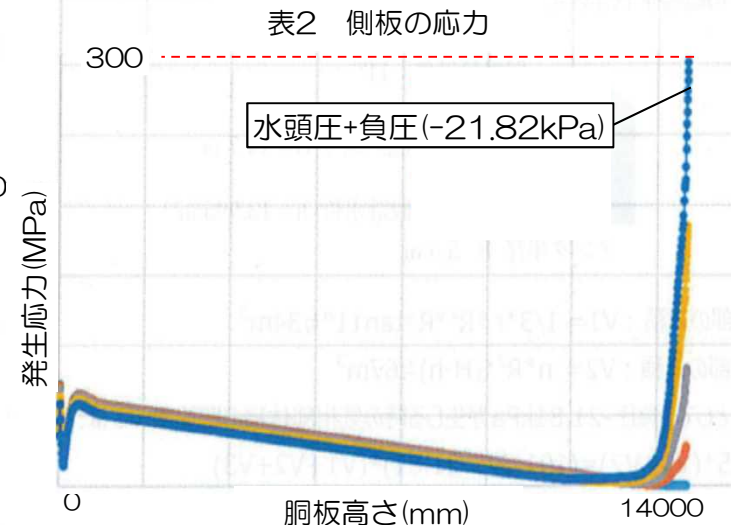
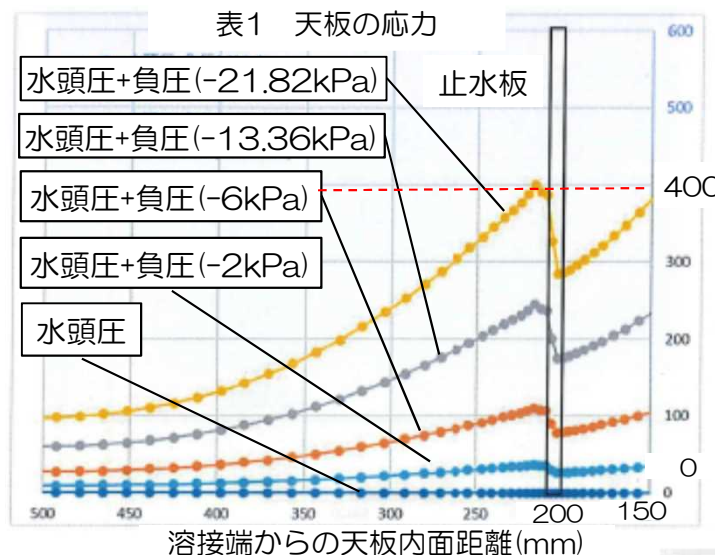
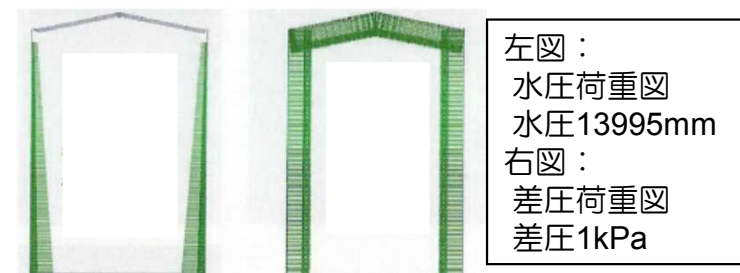


図1 雨水止水板位置



2. 三次元解析・・・天板裏側に設置した補強板をモデル化した3Dにて評価する

- 差圧は単位荷重として、1kPaを負荷
- 解析の結果、1kPaの差圧に対し、天板補強間の変形は約3mmとなった
- 実測の変形量60mmから、天板全体には約20kPaの差圧が生じたと推測する



左図：
水圧荷重図
水圧13995mm
右図：
差圧荷重図
差圧1kPa