

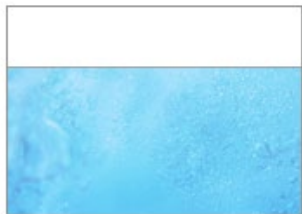
屋外タンク貯蔵所（容量1千kL以上）の地震対策

屋外タンク貯蔵所は、過去に発生した地震の教訓を踏まえて、消防法により地震動による危険物の大量流出を防止するための対策を講じている。

液面揺動（スロッシング）に対する対策

- ・ 溢流防止のための液面高さの制限
- ・ 液面揺動（スロッシング）による影響の大きい浮き屋根に対し、破損しないための強度を規定

液面揺動（スロッシング）とは



通常時

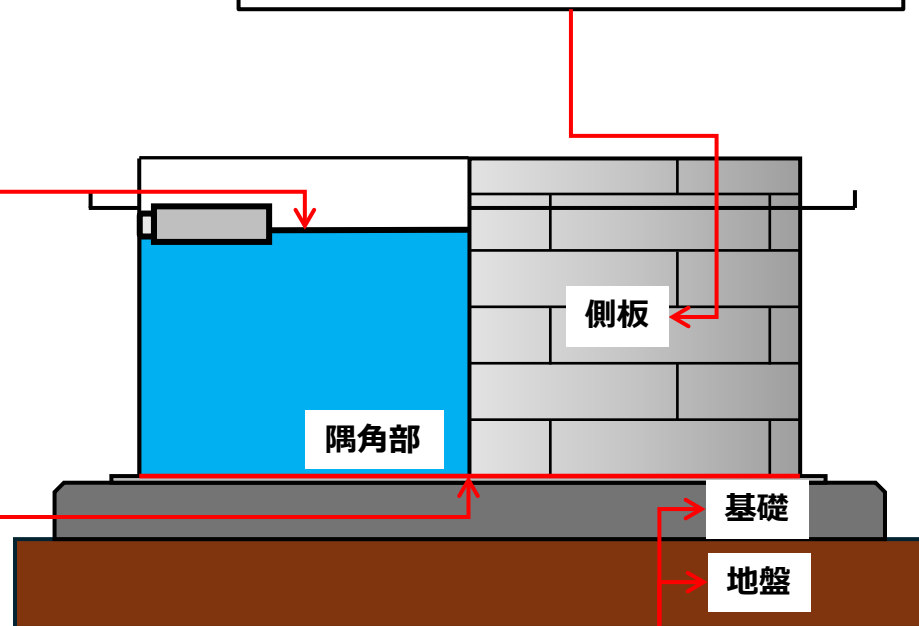


地震時

屋外タンク貯蔵所が周期数秒から十数秒の長周期地震動の揺れに見舞われると液面が大きく揺れることがある。

側板に対する対策

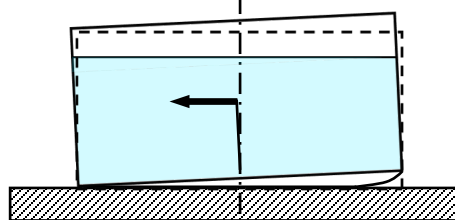
- ・ 地震動に対して変形しないための強度を規定



隅角部に対する対策

- ・ 地震時における底部の浮き上がり挙動（ロッキング）に対して破断しないための強度を規定

地震時の底部の浮き上がり挙動（ロッキング）



基礎地盤に対する対策

- ・ 地震時に基礎、地盤を維持するための強度等を規定

（参考）屋外タンク貯蔵所（容量1千kL以上）の耐震性の検証

内閣府から公開されている南海トラフ想定地震動（平成24年：短周期地震動、平成27年：長周期地震動）、首都直下想定地震動（平成25年：短周期地震動）に基づき、平成26年から平成29年かけて容量1千kL以上の屋外タンクの耐震性について検証を行い、危険物の大量流出等の大きな被害が生じる蓋然性は低いと評価された。

石油コンビナート（大型石油タンク）の地震・津波・老朽化対策（消防庁）

屋外タンク貯蔵所（容量1千kL以上）の長周期地震対策

過去に長周期地震動に見舞われた屋外タンク貯蔵所では、液面揺動（スロッシング）により被害を受けたことを踏まえて対策を講じている。

【液面揺動（スロッシング）の設計水平震度】

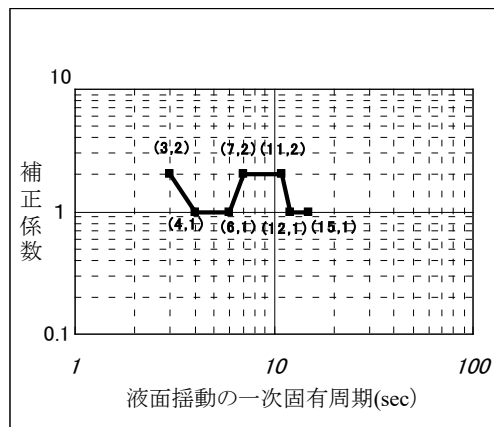
$$Kh_2 = 0.15v_1 \times v_4 \times v_5$$

v_1 : 地域別補正係数

v_4 : 液面揺動の一次固有周期を考慮した応答倍率

v_5 : 長周期地震動に係る地域特性に応じた補正係数

屋外タンク貯蔵所の設置地域・固有周期（タンクが持つ共振する周期）別に液面揺動の設計水平震度を規定



区域Ⅱ（ v_5 の一例）

（京葉北部・中部・南部、東京国際空港、京浜、根岸）

【溢流防止対策】

溢流防止のための空間高さ

H_c

$$(H_c = 0.45 \times D \times Kh_2)$$

$>$

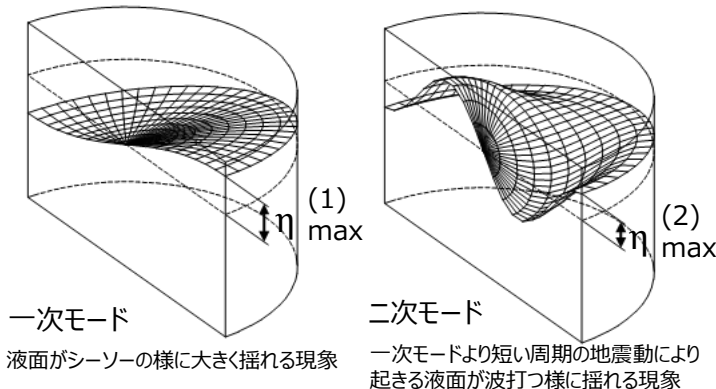
液面揺動（スロッシング）高さ

$\eta_{\max}$

$$(\eta_{\max} = 0.42 \times D \times Kh_2)$$

液面揺動の設計水平震度に基づき液面高さを制限

【浮き屋根の強度規定】



一次モードの液面揺動高さ

$$\eta_{\max}^{(1)} = \frac{D}{2g} \times 0.837 \times \left(\frac{2\pi}{Ts_1} \right) \times Sv$$

二次モードの液面揺動高さ

$$\eta_{\max}^{(2)} = \frac{D}{2g} \times 0.073 \times \left(\frac{2\pi}{Ts_2} \right) \times Sv$$

Ts_1 : 液面揺動の一次固有周期 (s)

Ts_2 : 液面揺動の二次固有周期 (s)

D : タンク内径 (mm)

g : 重力加速度 (mm/s²)

Sv : 速度応答スペクトル (mm/s) ($Sv = 1054v_1 \times v_5$)

液面揺動（スロッシング）の影響が大きい容量2万kL以上又は、容量2万kL未満であって、溢流防止のための空間高さ2 m以上となる浮き屋根を有する屋外貯蔵タンクについては、当該タンクの在する地域、固有周期に応じて、一次モード及び二次モードの液面揺動に対して浮き屋根が破損しないための強度を規定

（参考）長周期地震動に対する検証

内閣府から公開されている南海トラフ想定地震動（平成27年：長周期地震動）に基づき、浮き屋根の強度について詳細に検証を行い、危険物の大量流出等の大きな被害が生じる蓋然性は低いと評価された。

屋外タンク貯蔵所（容量1千kL以上）の津波対策

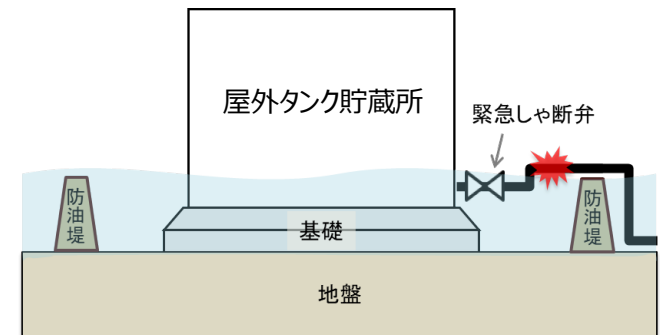
平成23年東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）では屋外タンク貯蔵所の付属配管が破損し、危険物の流出へ繋がったことを踏まえて、以下の対策を規定している。

【ハード対策】

容量1万kL以上の屋外タンク貯蔵所については、緊急しゃ断弁（遠隔操作、予備動力源）の設置

【ソフト対策】

津波浸水深に応じた屋外タンク貯蔵所毎の津波発生時の応急措置等（緊急しゃ断弁や元弁等による緊急しゃ断体制）を予防規程に含めること



屋外タンク貯蔵所（容量1千kL以上）の老朽化対策

【点検の義務】

事業者による定期点検に加え、容量1万kL以上の屋外タンク貯蔵所は、市町村長等による保安検査（底部の板厚、溶接部の健全性を確認する検査）を行うことを規定

【維持管理義務】

事業者等の管理者が屋外タンク貯蔵所の板厚等を技術上の基準に基づき維持することを規定

保安検査周期（8年）

保安検査



板厚検査



溶接部検査

出典：危険物保安技術協会ホームページ（<https://khk-syoubou.or.jp/>）