



東日本大震災における給水タンク調査

一般社団法人リビングアメニティ協会 給水タンク委員会

1. はじめに

2011年(平成23年)3月11日14時46分18秒(日本時間)、宮城県牡鹿半島の東南東沖130kmの海底を震源として発生した東北地方太平洋沖地震は、日本における観測史上最大の規模、マグニチュード(Mw)9.0を記録し、震源域は岩手県沖から茨城県沖までの南北約500km、東西約200kmの広範囲に及んだ。この地震により、場所によっては波高10m以上、最大遡上高40.5mにも上る大津波が発生し、東北地方と関東地方の太平洋沿岸部に壊滅的な被害をもたらした。

1900年以降に起きた地震では、1960年のチリ地震(M9.5)、1964年のアラスカ地震(M9.2)、2004年のスマトラ沖地震(M9.1)に次ぎ、1952年のカムチャッカ地震

(M9.0)と並ぶ第4位の規模になる。

リビングアメニティ協会の参加メーカーで構成する給水タンク委員会では、本地震における給水タンクの被害状況を調査した。

2. 給水タンクの耐震仕様と法令の変遷

給水タンクの耐震基準は、1950年に建築基準法が制定され、過去大きく2度見直し強化されている。

1980年に建築基準法施行令改正によって、水平震度が見直された。

その後兵庫県南部地震を機に、1997年耐震基準はさらに強化されている。

下記にその変遷を示す。

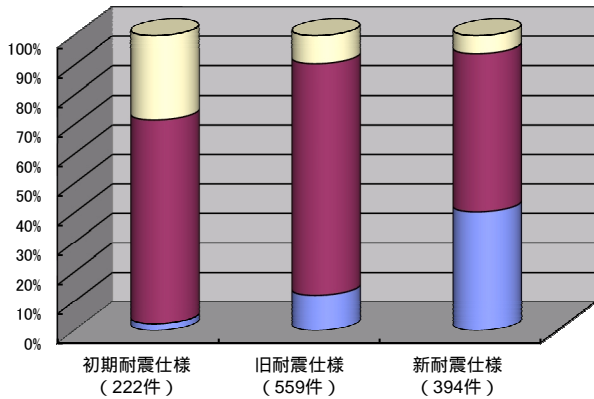
給水タンク 耐震仕様と法令の変遷

仕様	年代	地震	法規・基準等	耐震基準																													
初期耐震仕様タンク	1981年 (昭和56年)以前		1950年(昭和25年) 「建築基準法」制定	水平震度：0.3G(垂直震度は含まず)																													
旧耐震仕様タンク	1982~96年 (平成8年)まで	1978年 (昭和53年1月) 伊豆大島近海地震 (昭和53年6月) 宮城県沖地震	地震被害調査の結果 ↓ ●1980年(昭和55年7月) 建築基準法施行令改正 同年11月 建設省告示第1790~1795号 同年12月 建設省告示第1799号 1981年(昭和56年3月) 建築設備の耐震設計・施工指針 1981年(昭和56年6月) 建設省告示第1101号 ↓ ●1981年(昭和56年6月) 建築基準法施行令適用開始 ↓ 1994年(平成6年12月) 建設省告示第2375号	↓ ■1980年 建築基準法施行令による設計水平震度 <table border="1"> <tr> <td>上層階・屋上及び塔屋</td> <td>1.0G</td> <td>1.5G</td> </tr> <tr> <td>地下及び1階</td> <td>2/3G</td> <td></td> </tr> </table>	上層階・屋上及び塔屋	1.0G	1.5G	地下及び1階	2/3G																								
上層階・屋上及び塔屋	1.0G	1.5G																															
地下及び1階	2/3G																																
新耐震仕様タンク スロッシング対応	1997年 (平成9年)以後	1995年 (平成7年1月) 兵庫県南部地震	地震被害調査の結果 ↓ 1996年(平成8年11月) 官庁施設の総合耐震計画基準 機械設備工事共通仕様書 ↓ ●1997年(平成9年7月) 「建築設備耐震設計・施工指針」改訂 ↓ ●2005年(平成17年5月) 「建築設備耐震設計・施工指針」改訂	↓ ■1997年 建築設備耐震設計・施工指針による設計水平震度 <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">設置場所</th> <th colspan="4">耐震安全性の分類</th> </tr> <tr> <th colspan="2">特定の施設</th> <th colspan="2">一般の施設</th> </tr> <tr> <td></td> <td>重要水櫃</td> <td>一般水櫃</td> <td>重要水櫃</td> <td>一般水櫃</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>上層階・屋上及び塔屋</td> <td>2.0G</td> <td>1.5G</td> <td>1.5G</td> <td>1.0G</td> </tr> <tr> <td>中間階</td> <td>1.5G</td> <td>1.0G</td> <td>1.0G</td> <td>0.6G</td> </tr> <tr> <td>地下及び1階</td> <td>1.5G</td> <td>1.0G</td> <td>1.0G</td> <td>0.6G</td> </tr> </tbody> </table>	設置場所	耐震安全性の分類				特定の施設		一般の施設			重要水櫃	一般水櫃	重要水櫃	一般水櫃	上層階・屋上及び塔屋	2.0G	1.5G	1.5G	1.0G	中間階	1.5G	1.0G	1.0G	0.6G	地下及び1階	1.5G	1.0G	1.0G	0.6G
設置場所	耐震安全性の分類																																
	特定の施設		一般の施設																														
	重要水櫃	一般水櫃	重要水櫃	一般水櫃																													
上層階・屋上及び塔屋	2.0G	1.5G	1.5G	1.0G																													
中間階	1.5G	1.0G	1.0G	0.6G																													
地下及び1階	1.5G	1.0G	1.0G	0.6G																													

3. 被害調査

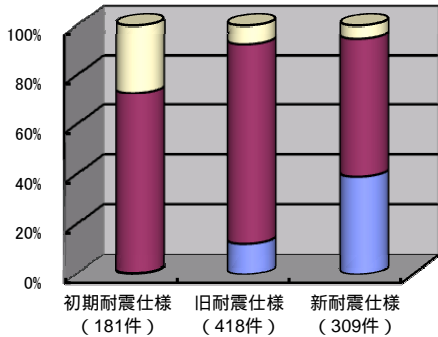
3-1 給水タンクの調査依頼件数の分析

リビングアメニティ協会の参加メーカーに、震災後調査依頼のあった給水タンクの件数は計1,175件であり、調査結果を出荷仕様別にまとめると次表となる。但し、津波による破損が明らかな件数は除いてある。
地震時の給水タンク被害状況(調査件数：1,175件)



設置場所(高架・高置と地上・地下)により被害状況に差があるかの調査も実施した。

地震時の給水タンクの被害状況 (地上・地下設置受水槽 調査件数：908件)



3-2 新耐震仕様の被害割合の推定

該当地区出荷台数より、新耐震仕様の給水タンク被害率を想定した。

リビングアメニティ協会の参加メーカーで生産した、新耐震仕様(1997年製以降生産品)の給水タンクは、被災地5県¹⁾に計36,930基出荷されていた。

この基数が、すべて現在も設置されていると仮定して被害割合の推定をおこなうと下記となる。

更新必要	0.06%
修理すれば使用可能	0.57%

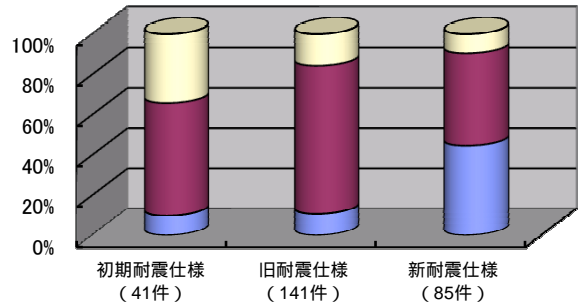
被災地5県¹⁾で、更新必要と判断された基数は、設置基数の0.06%であると推定される。

設置場所(高架・高置と地上・地下)による被害状況の違いはなかった。

1997年以降に施工された給水タンクは、実地震に耐え、貯水機能を維持した。

¹⁾ 岩手県、宮城県、福島県、茨城県、千葉県

地震時の給水タンクの被害状況 (高架・高置水槽 調査件数：267件)

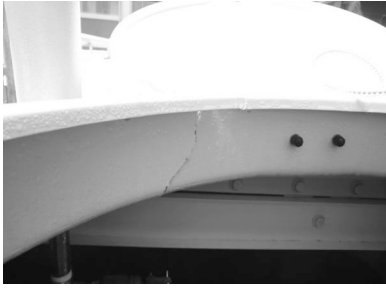


- 更新必要：パネルが破損して貯水機能を確保できない状態
- 修理すれば使用可能：貯水機能を確保しているが、部品・部材の交換が必要な状態
- 異常なし：増し締めなどの軽微な処置を含め、貯水機能を継続できる状態

4. 被害事例

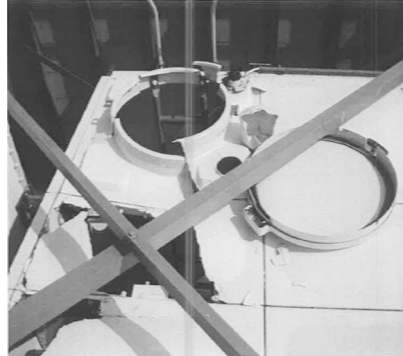
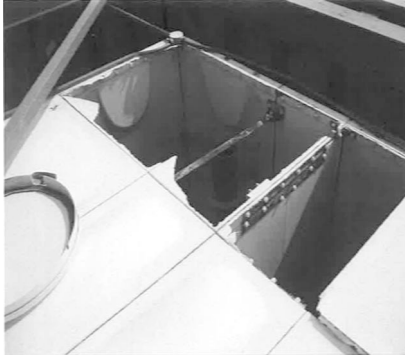
4-1 マンホール・ハッチ部破損例



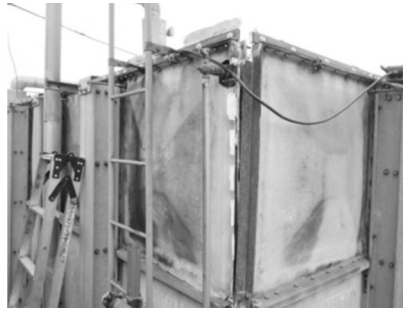


FRP製パネルタンク。
スロッシング水圧によって、マン
ホールハッチ部が破損。
修理すれば、使用可能。

4-2 天井パネルの破損例

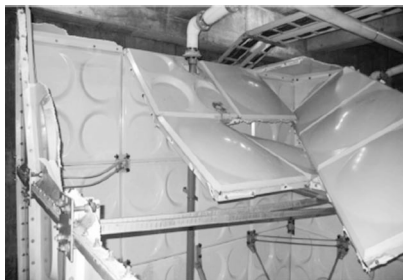


FRP製タンク(20t)。
スロッシング水圧によって、天井パ
ネルが破損。
修理すれば、使用可能。



FRP製タンク(150t)。
スロッシング水圧によって、天井パ
ネルと上部タンクコーナーが破損。
修理すれば、使用可能。

4-3 パネル破損例



FRP製タンク(192t)。
スロッシング水圧によって、側壁パ
ネル、天井パネルも落下。
更新必要。



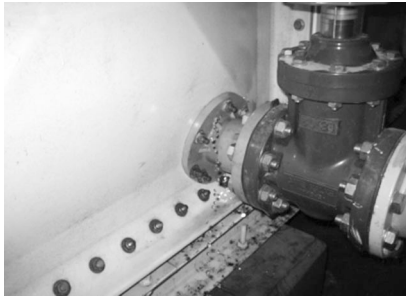
FRP製タンク(108t)。
スロッシング水圧によって、上段側
板パネルが破損。
修理すれば、使用可能。

解説

スロッシングとは

水槽の水が地震の比較的長周期な振動によって液面が揺動すること。地震の加速度が小さくても、地震の長周期成分と水槽のスロッシング周期が近接すると天井が破損する水圧を発生させることがある。

4-4 取り出し口・配管破損例



タンクと配管サポート間に、可とう性継手(フレキシブルジョイント)の設置がなく、継手破損。修理すれば、使用可能。



タンク内部の立上配管が破損。配管サポートの設置がない。修理すれば、使用可能。

4-5 アンカーボルト破断による移動例

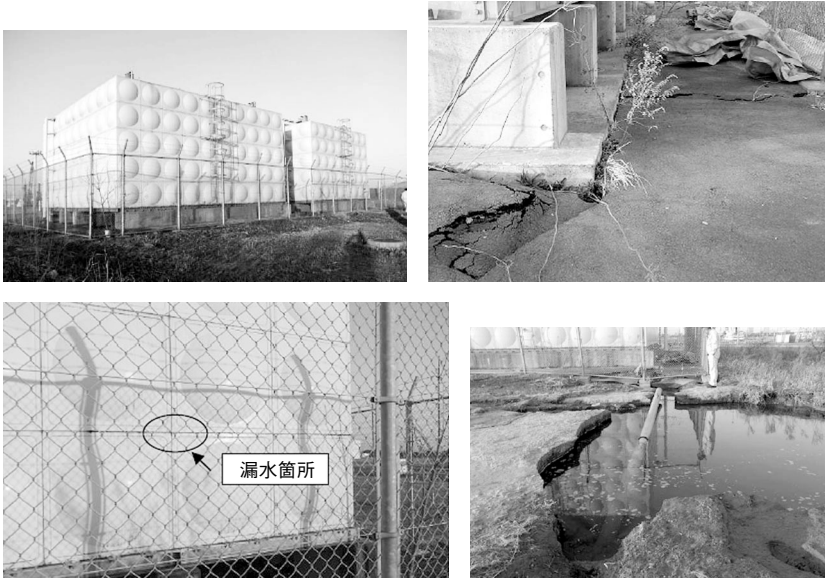


地震水平力によって、アンカーボルト破断。基礎の破損が発生。

4-6 地盤沈下・液状化による被害例



FRP製タンク(18t)。地盤沈下による傾斜。更新必要。

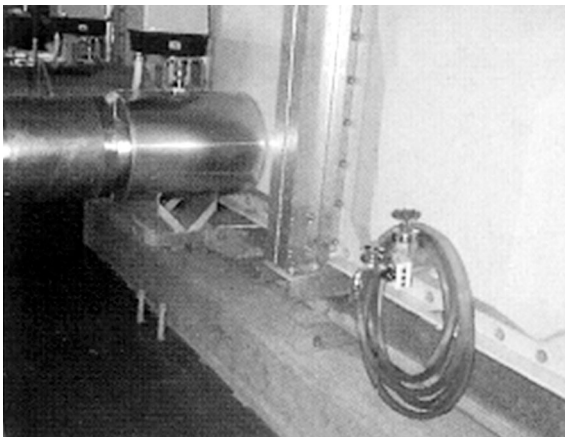


ステンレス製パネルタンク(480t)。
地盤不等沈下・液状化によって側板
接合部より漏水。
修理すれば、使用可能。

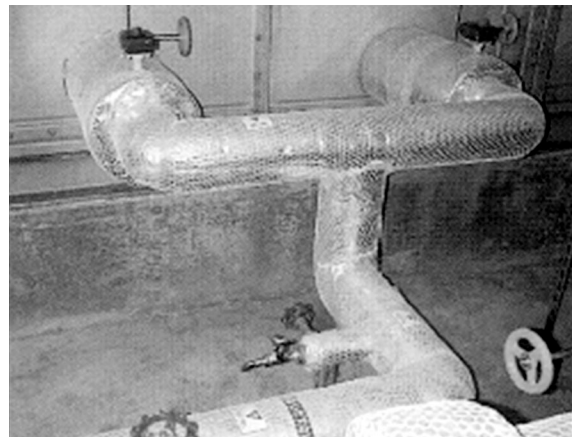
5. 緊急時の給水タンクの活用

5-1 貯水槽の緊急給水方式

貯水槽は緊急時、「抜き水」をすることにより応急給水とすることができる。



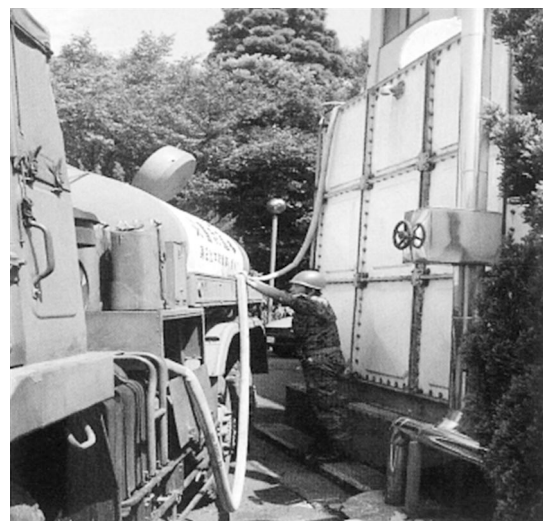
① 貯水槽本体に直接蛇口を付け給水



② 給水管に蛇口を付け給水



③ サイホン利用しマンホールから給水



④ 貯水槽に生活水を供給する給水車

