

—水槽の被害状況—

株式会社エヌ・ワイ・ケイ
水上 邦夫

1. はじめに

3月11日に発生した東日本大震災から早や9ヶ月が経過したが、復旧・復興が進む中、いまだに安住の地が定まらず、家族や肉親を失い、多くの行方不明者がいることを忘れてはならない。

当社では震災後間もない3月17日から4回にわたって震災地に入り、鋼板製一体型水槽、FRP製パネル水槽、ステンレス鋼板製パネル水槽などについて地震と津波による被害状況を調査したので、ここにその概要を述べる。

2. 調査した地域

図1は、震度7から5弱を記録した岩手県、宮城県、福島県、茨城県、栃木県、群馬県などの震度と主な調査地域を示し、調査した中から抜粋し、その被害状況の概要を次ページ以降に述べる。

津波による水槽の被害は、地震の被害とは違った状況であり、コンクリート基礎ごと跡形もなく消え去ったり、基礎だけ残ったもの、水槽回りの配管が抉り取られ下部だけ残った水槽など津波の持つエネルギーのすごさを見ることができた。

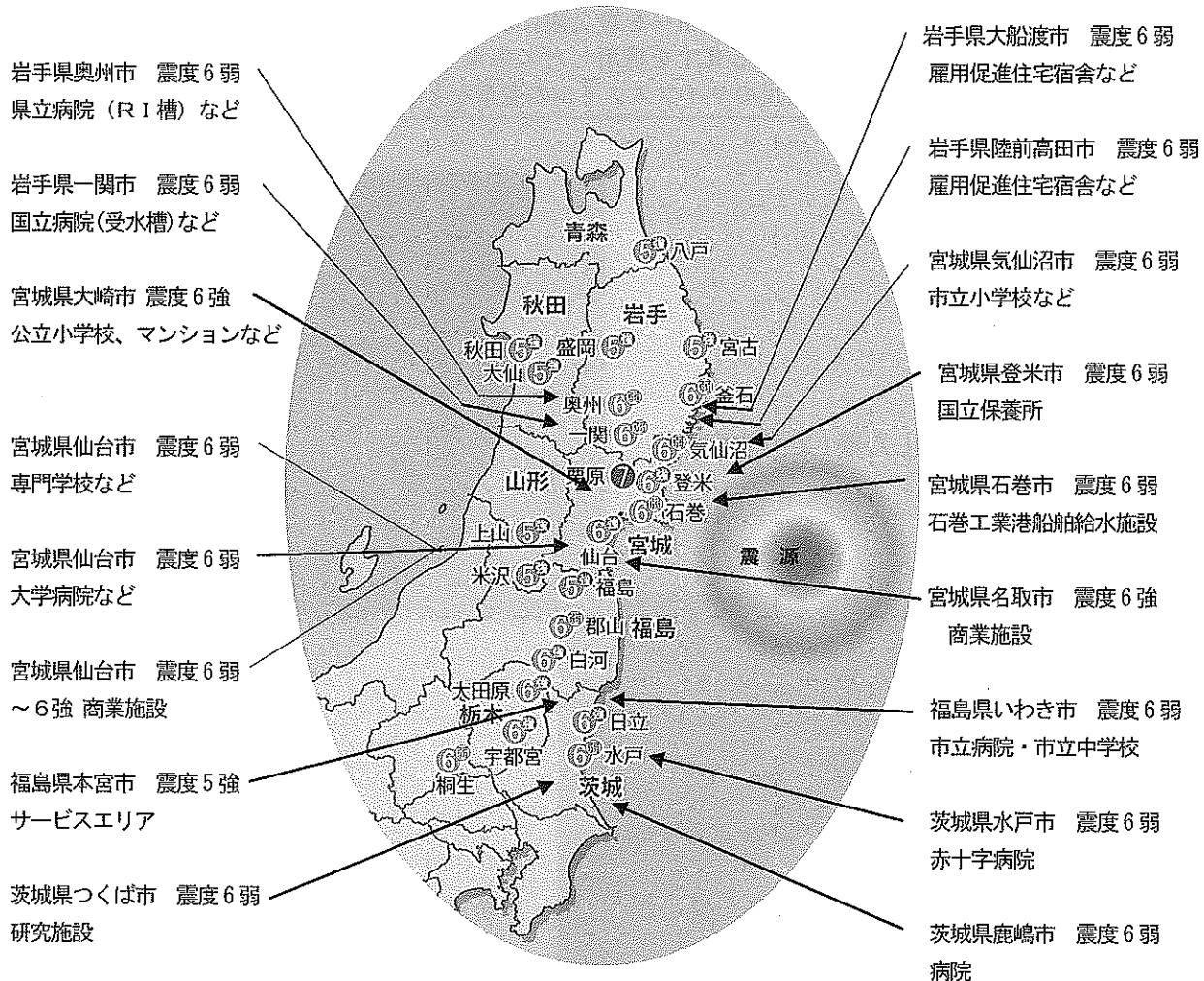


図1 各地の主な震度と水槽調査マップ

3. 被害状況

(1) 地震による被害状況

1) 鋼板製一体型水槽

鋼板製一体型水槽は、その耐震性、耐久性、衛生性などの特徴から、納入先は病院、学校、福祉施設など非常時の避難施設として使われる建物が多い。



写真1 岩手県一関市内(震度6弱) 国立病院120m3 受水槽 断熱+サイディング仕様 被害なし

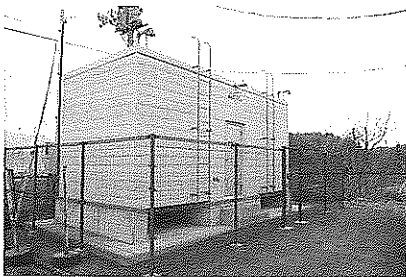


写真2 岩手県大船渡市内(震度6弱) 雇用促進住宅 30m3 ポンプ室付受水槽 被害なし

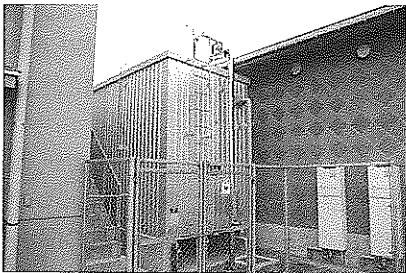


写真3 宮城県大崎市内(震度6強) 小学校 22m3 受水槽 被害なし

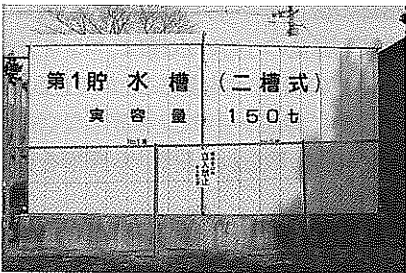


写真4 宮城県登米市内(震度6弱) 国立療養所 150m3 貯水槽 被害なし



写真5 宮城県仙台市内(震度6弱) 大学病院 950m3ポンプ室付受水槽 被害なし

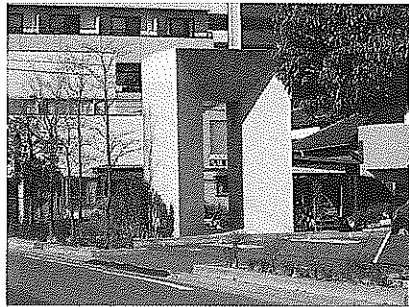


写真6 福島県いわき市内(震度6弱) 集合住宅 10m3 デザインタンク受水槽 被害なし

調査した鋼板製一体型水槽は、屋外に独立して設置された受水槽が多いが、今回の地震でも本体、アンカーボルト、基礎、水槽回り配管などに被害はなく、異常が認められなかった。阪神・淡路大震災、新潟県中越地震、新潟県中越沖地震においても破損、漏水などによる被害はなく、非常時にも水槽としての役割を果たした。

2) FRP製パネル水槽の被害例

- ①宮城県仙台市内(震度6弱～6強) 病院
高置水槽のパネル天板および側板、パネル継ぎ目部がスロッシングおよび地震力により破損。
- ②宮城県仙台市内(震度6弱～6強) 宿舍
受水槽の天板がスロッシングにより破損。
- ③宮城県栗原市内(震度7) 中学校
受水槽のパネル継目部が破損 FRP本体と継目のボルトなどが経年劣化している。

3) ステンレス鋼板製パネル水槽の被害例

- ①宮城県仙台市内(震度6弱～6強) 病院
高置水槽のパネル継目部が破損し漏水、一部の配管も変形。
- ②宮城県仙台市内(震度6弱～6強) 病院
高置水槽のパネル継目溶接部が破損。
- ③茨城県つくば市内(震度6弱) 研究施設
受水槽がスロッシングや地震力により内部補強材が破損し、負圧によると思われるパネル変形。
- ④宮城県名取市内(震度6強) 商業施設
受水槽がスロッシングによる内部負圧などにより内

部補強材やパネル継目溶接部が破損し、流出した水により敷地に面した公道のフェンスやガードレールが道連れ破損。

* スロッシング現象とは:

地震発生時に水槽内の水が上下左右に激しく揺れ動くことで大きな波立ちが起こり、水槽の天井面や側面に大きな力(正圧や負圧)がかかる現象を言う。

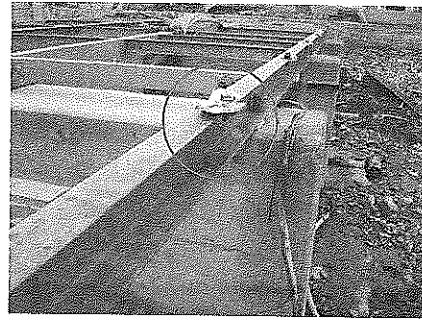


写真9 岩手県陸前高田市内(津波15.0m 震度6弱)

(2)津波による被害状況

1)鋼板製一体型水槽の被害例

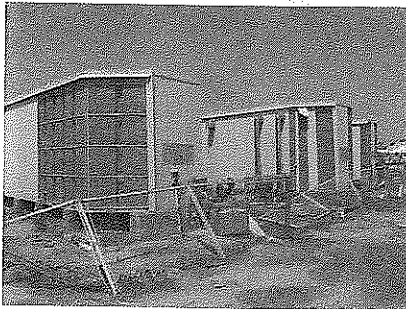


写真7 宮城県石巻(津波5m・震度6弱)

工業船舶給水施設 300m³ ポンプ室付3基
海から約100mの位置にあり、水槽は津波に水没したが、内部へは水は入らず。水槽本体と配管には破損はなく、断熱材の仕上げ材(サイディング)が破損。



写真8 写真7の津波後の水槽内部

水槽内部は震災直前の水位を保っていたと思われる。ポンプ室へは扉から浸水し、ポンプ、盤、配管・弁類などは水没した。

2)FRP製パネル水槽の被害例

- ①宮城県女川町内(津波17.6m・震度6弱) 海から約100mの旅館。3階PHに設置の3m³耐震型高置水槽が津波により破損し使用不可。架台周りに漂流物がある。
- ②宮城県南三陸志津川町内(津波15.4m、震度6弱) 海から約1.5kmにある中学校。32m³耐震型受水槽が津波により本体、配管とも大破。

- ③海から約50mのホテル。FRPパネル受水槽のアンカーボルトにFRPの破片だけ残り水槽は流失。
- ④宮城県大船渡市内(津波9.5m、震度6弱) 海から約200mの雑居ビル。10m³受水槽が津波で基礎ごと押し流され破損。

3)ステンレス鋼板製・鉄パネル水槽の被害例

- ①宮城県石巻市内(津波5m、震度6弱) 海から約900mの小学校。18m³耐震型受水槽は津波を受けたが破損少なく、再使用可能。
- ②宮城県陸前高田市内(津波15.0m、震度6弱) 海から約1.2kmの病院。60m³受水槽は津波により本体、配管とも大破。
- ③宮城県南三陸志津川町内(津波15.4m、震度6弱) 病院。31m³受水槽は津波により鉄パネルの表面が剥離し再使用困難。

(3)被害状況のまとめ

鋼板製一体型水槽は地震による被害はなく、石巻漁港では津波に水没したが、内部に水は入ることなく、地震当時の状態を保っていた。清掃すれば再使用可能と思われるが、水槽に併設したポンプ室が水没し、断熱材と仕上材は部分的に破損した。

FRP製パネル水槽は最も多く使われており、地震による被害は調査した全域で見られた。特にスロッシングによる天板と側板の破損が多く、パネル継目部からの漏水や配管接続が不適切のため破損した。

ステンレス鋼板製パネル水槽は、FRP製パネル水槽と同様に継目溶接部の破損やパネルの変形が見られた。

津波の被害で、容量の小さい水槽は、コンクリート基礎ごと押し流され、津波の凄まじさを見ることができる。FRP製パネル水槽は、まともに津波を受けると跡形もなく消え去るか、漂流物がぶつかり削り取られ、配管とも原形を留めていない。

FRP製水槽は(社)強化プラスチック協会の“FRP水槽構造計算法”で、FRPの強度計算(破壊強さ)は“耐用15年間を考えた時の値”にしているため、15年を超えて使用している水槽は、その耐震仕様は低下していることを認識しておく

べきであり、設置して15年経過した水槽は交換することが望ましいと言える。

4. 水槽の災害対応

災害でライフラインが遮断された時に、その機能を如何に確保するかが重要である。今回は地震と津波による被害があったが、下記のような対応が考えられる。

(1) 地震への対応

- 1) 耐震性に優れた、強度のある水槽の採用
- 2) 緊急遮断弁制御システムの採用

配管の破損による流出を防止するため、地震の加速度を感知すると水槽の給水弁を閉じ、水槽内の水を確保するシステムの設置。

3) 給水車対応型水槽の採用

非常時に給水車から給水を受ける時に、水槽が大きいと水位がなかなか上がらず取水することが難しい。そこで水槽内部に壁(水位調整壁)を設け、給水車の水量でも水位が上がる構造の受水槽を設置。(図2、写真24)

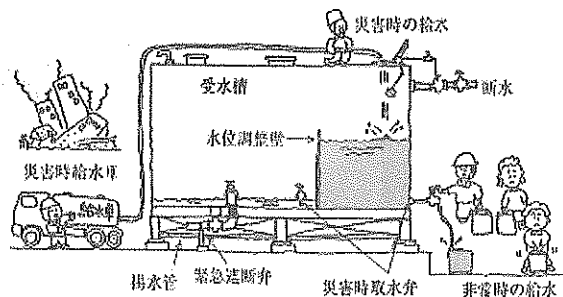


図2 給水車対応型受水槽

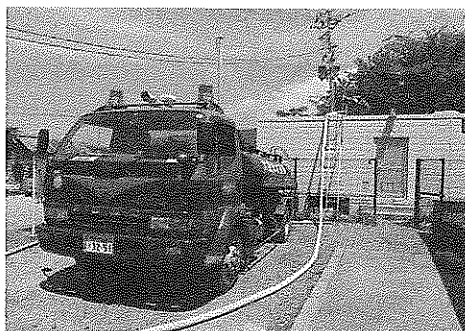
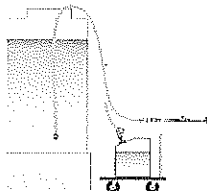


写真10 陸前高田市 雇用促進住宅陸前高田宿舍
震災後に給水車から給水車対応型受水槽へ給水しその機能が発揮できた。

4) 受水槽用緊急時取水装置(WATERGET2)の採用



配管の損傷などにより受水槽に水があっても取り出せない場合、図3のようなホースとサイフォンを発生させる特殊手動ポンプにより水槽内の水を吸引できる。

図3 緊急時取水装置

(2) 津波への対応

調査結果から、海の近くで津波の直撃を受けてもRC造の壁やルーバーがあることにより水槽の流失や被害を免れ

た建物がある。(写真11,12) もっとも水槽だけで考えるのではなく、病院や学校など避難施設になりうる建物や商業施設などでは、BCPやMCPなども考慮して建物全体で考えなければならない。

今回の震災では津波火災が問題になったが、火災に対しては、銅板製やSUS製水槽の方がFRP製より有効といえる。

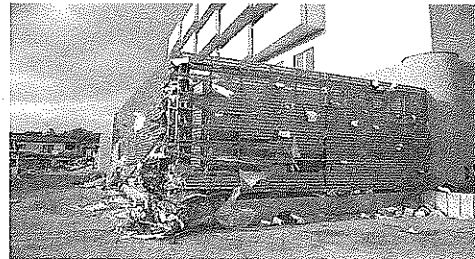


写真11 石巻市 (津波5.0m、震度6弱)
目隠しルーバーにより内部の耐震型FRP製パネル水槽(40m³×2基)は津波の被害を受けなかった。

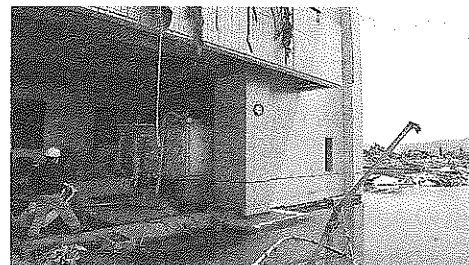


写真12 南三陸志津川町(津波15.4m、震度6弱)
海岸線に面して建っているRC造4階建の会館。
建物の後が海でFRP製パネル水槽は壁1枚で津波による流失は免れたが、配管は部分的に破損している。

水槽など建築設備の耐震については“建築設備耐震設計・施工指針”(日本建築センター)などに建物の規模や耐震クラスにより設計用標準震度を設けている。津波については水槽本体の強度があれば、ある程度の津波なら据付けを指針通りにおけば有効といえるが、あくまでも本体だけの設定であり、津波の場合は高さによる破壊力の違い、漂流物の有無など不確定要素がある。設置場所の選定、防護壁(何らかの遮蔽物)の設置などを考慮することにより津波による直撃や流失に対し有効と言える。

5. おわりに

水槽の被害状況と対応について述べたが、今回の震災から多くのことを学び、地震・津波に伴う今後の災害対応について考える一助になれば幸いである。

最後に、震災で亡くなられた方々のご冥福を心からお祈り申し上げます。また、被災された方々に対し心よりお見舞い申し上げ、被災地の一日も早い復旧・復興を祈念申し上げます。