

これから給水システムを検討される皆様へ

新水槽ビジョン

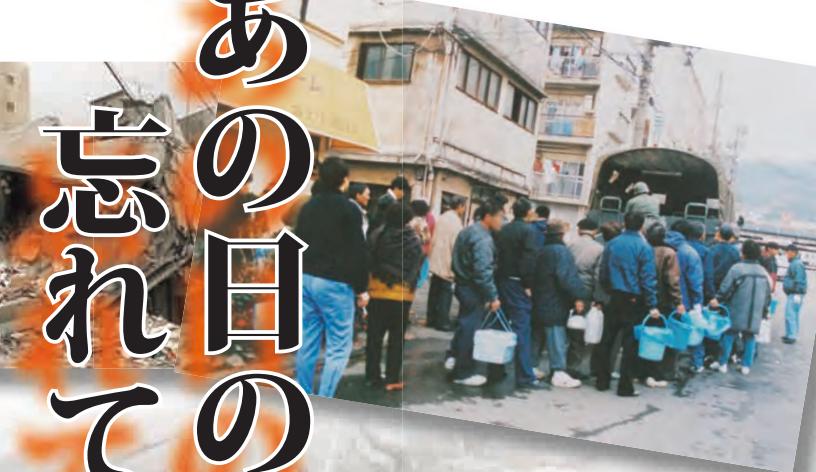
〈平成28年度版〉

「あの日の出来事を
忘れてはならない…。」

—震災アンケート調査結果に学ぶ—



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

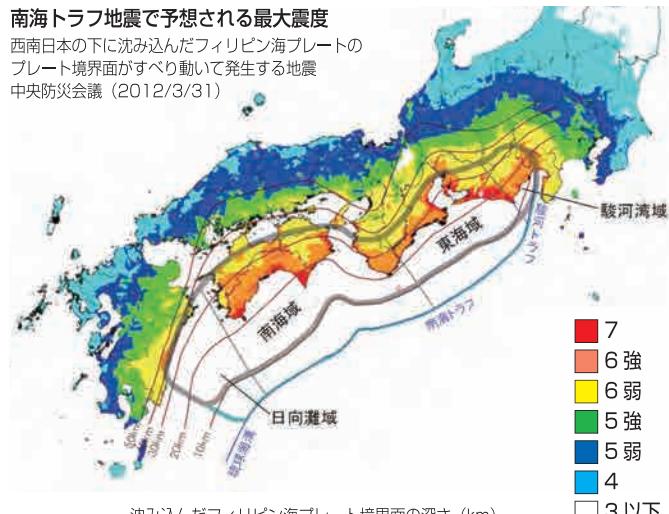


あの日の水は冷たかった…。
雪も降っていた…。
凍える手で川の水をポリバケツに入れた。
絶対に…忘れるものか。絶対に負けない…。

巨大地震への備えは…？

南海トラフ地震で予想される最大震度

西南日本の下に沈み込んだフィリピン海プレートのプレート境界面がすべり動いて発生する地震
中央防災会議（2012/3/31）



- 沈み込んだフィリピン海プレート境界面の深さ（km）
- 強震断層域：地下の境界断層面がすべり動いてプレート境界面から地震波を発生する領域
- 津波断層域：津波を起こす海底地殻変動の原因になる地下のプレート境界面の大きなすべりが生じる領域（プレート同士の噛み合いか弱く地震波を発生しない領域も含むので、強震断層域より広い）



日本は別名「地震列島」とも呼ばれ、有史以来これまで全土が地震による被害を受けてきました。今後もあらゆる地域が地震で大きな被害を受けると考えられています。

特に、静岡県沖から四国・九州沖にかけて伸びる深い海溝（トラフ）を震源とする「東海」「東南海」「南海」の3連動地震である南海トラフ地震の発生が危惧されています。

南海トラフ地震の経済的な被害は220兆円、国家予算の2年分を上回り、東日本大震災の13倍に相当するという衝撃的な試算が出されました。

この巨大地震の発生確率は、今後10年以内で20%、20年以内で40～50%、30年以内で60～70%程度と言われています。これに伴い、行政では様々な形で指針が出され、対策が具体化されてきました。

最悪の場合、想定死者数は32万3千人と言われておりますが、各種の対策を徹底することにより、6万1千人までに抑えることができる試算されています。

南海トラフ地震の被害想定では、交通網やライフルラインが広範囲でマヒし、水や食料が極端に不足するなど、生活への影響が浮かび上がってきました。

1千万人近い避難者がいる中、命を支える水や電気の復旧をどう急ぐのか…などの、課題も出ています。

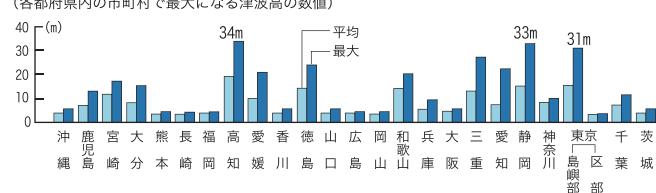
私達は万一の時を想定し、いざという時に取り乱さないよう身の回りの「備え」をもう一度見直す必要があります。

ここでは、これまでの巨大地震の情報から地震災害時での「水の確保・大切さ」を念頭に提案し、これからのご計画の一助にと考えています。

南海トラフ地震の想定死者数 (冬の深夜発生、風速秒速8mの場合の最大値)



都府県別の想定津波高 (各都府県内の市町村で最大になる津波高の数値)



（目次）

巨大地震への備えは？	1
忘れてはならない大震災の傷跡	3
東日本大震災での貯水槽の被害状況	5
東日本大震災におけるアンケート調査結果	6
アンケート調査結果からの考察	10
貯水槽の耐震設計	11
貯水槽の安全確保とは	13
災害対応について	14

南海トラフ地震の被害想定

ライフライン

●上水道

被災直後で、最大約3,440万人が断水し、東海三県の約6～8割、近畿三府県の約4～6割、山陽三県の約2～5割、四国の約7～9割、九州二県の約9割が断水すると想定される。

●下水道

被災直後で、最大約3,210万人が利用困難となり、東海三県の約9割、近畿三府県の約9割、山陽三県の約3～7割、四国の約9割、九州二県の約9割が利用困難になると想定される。

●電力

被災直後で、最大約2,710万軒が停電し、東海三県の約9割、近畿三府県の約9割、山陽三県の約3～7割、四国の約9割、九州二県の約9割が停電すると想定される。

●通信

- ①被災直後で、固定電話は最大約930万回線が通話できなくなり、東海三県で約9割、近畿三府県で約9割、山陽三県で約3～6割、四国の約9割、九州二県の約9割の通話支障が想定される。
- ②携帯電話は、基地局の非常用電源による電力供給が停止する1日後に停波基地局率が最大となる。なお、被災直後は輻輳により大部分の通話が困難となる。
- ③インターネットへの接続は、固定電話回線の被災や基地局の停波の影響により利用できないエリアが発生する。

●都市ガス

被災直後で、最大約180万戸の供給が停止する。東海三県の約2～6割、近畿三府県の最大約1割、山陽三県の最大約1割、四国の約2～9割、九州二県の約3～4割で供給が停止すると想定される。

生活への影響

●避難者

避難者は断水の影響を受けて1週間後に最大で約950万人が発生し、避難所への避難者は1週間後に最大で約500万人と想定される。

●帰宅困難者

①平日の12時に地震が発生し、公共交通機関が全域的に停止した場合、一時的にでも外出先に滞留することになる人（自宅のあるゾーン外への外出者）は、中京都市圏で約400万人、京阪神都市圏で約660万人に上がると想定される。

②地震後しばらくして混乱等が収まり、帰宅が可能となる状況になった場合において、遠距離等の理由により徒步等の手段によっても当日中に帰宅が困難となる人（帰宅困難者）は、中京都市圏で約100万～110万人、京阪神都市圏で約220万～270万人に上がると想定される。

●物資

- ①食料の不足量は、発災後3日間の合計が最大で約3,200万食と想定される。
- ②飲料水の不足量は、発災後3日間の合計が最大で約4,800万リットルと想定される。
- ③毛布の不足数は、最大で約520万枚と想定される。

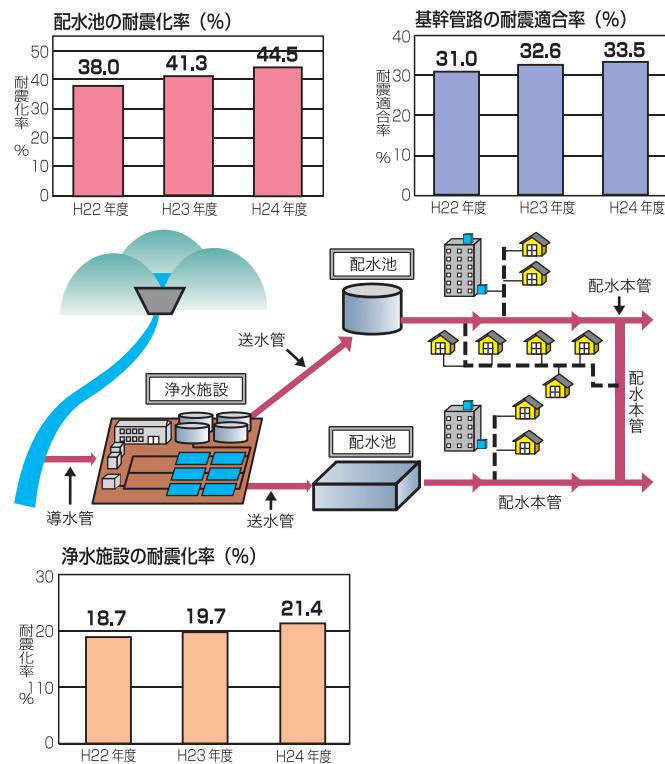
●医療機能

重傷者、医療機関で結果的に亡くなる者及び被災した医療機関からの転院患者を入院需要、軽傷者を外来需要とした場合、被災都府県で対応が難しくなる患者数は最大で入院が約15万人、外来が約14万人と想定される。

不安を残す日本の水道行政の現状

日本の水道はその普及率のみならず、水質や漏水率の低さなどの観点から、世界でも高度なシステムとして知られています。また、日本の水道事業は、インフラという公共性と敷設にあたつての莫大なコストを長時間で回収するという産業の特性から、地方自治体が中心となって進めています。しかし、この体制は世の中の環境変化によって多くの課題を抱えるようになりました。それは人口減少や、飲料水離れによる水道料金の減収や、財源がない中の配水管の耐震化の問題などです。左図は、日本の水道システムと各施設の直近の耐震化率を示したもので、配水管の耐震化率は、阪神淡路大震災以降、大幅に進んでいないとも言われています。それは1kmで1億円もかかると言われている配水管の耐震化コストが原因です。

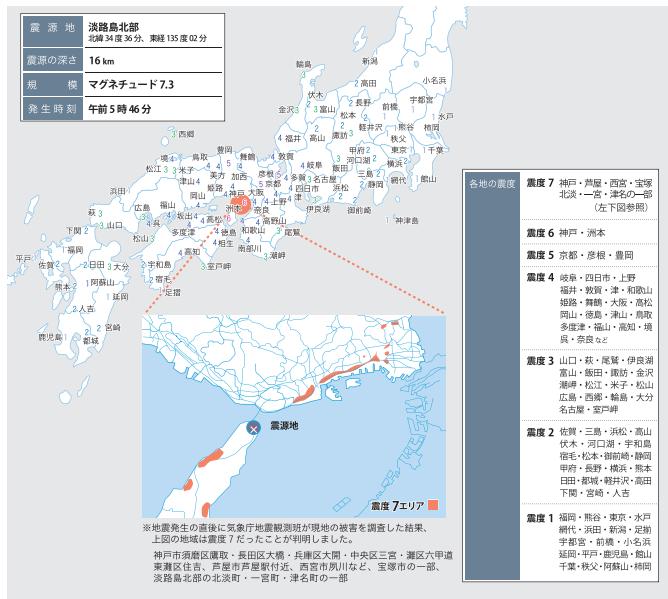
最近では、地下に埋設された水道管の老朽化が原因で破裂した浸水・断水事故のニュースが多々見受けられます。突然発生する地震も配水管の老朽化による事故も、住民に生活不安を与えます。配水管の耐震化は、地震災害時に飲料水・生活用水だけでなく消火用水を供給するためにできるだけ早く促進したいものです。そのためにもインフラ整備については水道行政では行政間の壁を除いた取組みが必要と考えます。



◀老朽化が原因で水道本管が破裂。大量の上水が流れ出る。

忘れてはならない大震災の傷跡

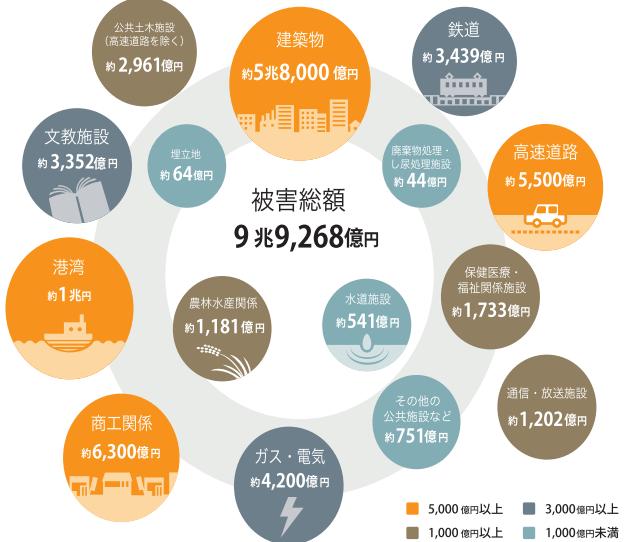
阪神淡路大震災



1995年（平成7年）1月17日5時46分、淡路島北部沖の明石海峡を震源として、M7.3の兵庫県南部地震が発生しました。

近畿圏の広域が大きな被害を受けました。特に震源に近い神戸市市街地の被害は甚大で、日本国内のみならず世界中に衝撃を与えるました。戦後に発生した地震では最大規模の被害が出ており、特に被害の特徴としては都市の直下で起きた地震による災害であるということです。

道路、鉄道・電気・水道・ガス・電話等のライフラインは寸断されて広範囲において全く機能しなくなりました。この震災以降、都市型災害および地震対策を語る上で、ライフラインの早期復旧・活断層などへの配慮・建築工法上の留意点・仮設住宅供給など行政の対策が注目されるようになりました。



地震発生直後には断水戸数は127万戸にものぼり、完全復旧に約3ヶ月かかりました。断水により飲料水だけでなく、消火用水・医療用水・生活用水などが不足し、全てにおいて緊急な対応が必要でした。

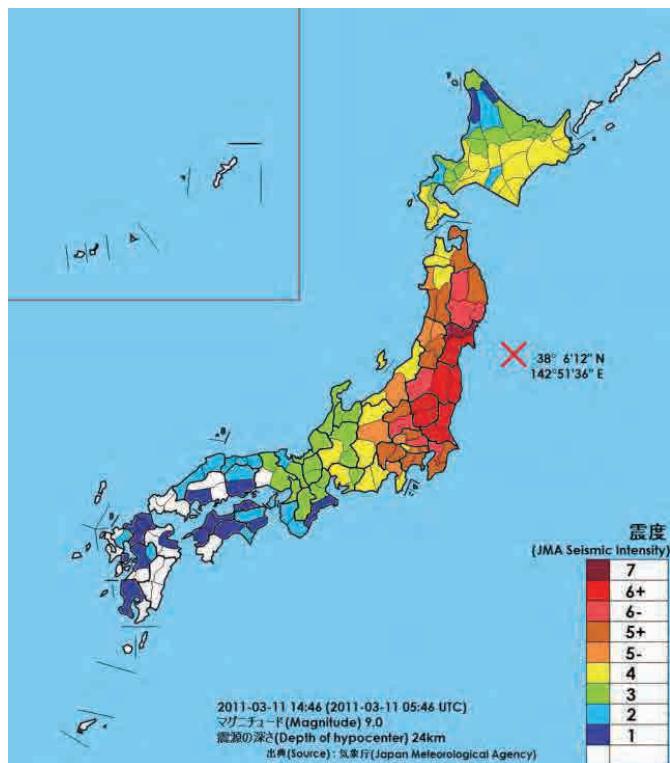
古い木造住宅を中心に建物が倒壊し、また、ライフライン機能が麻痺する中で、多くの住民が避難所などで生活を余儀なくされました。（ピーク時の避難所生活者は約32万人）

都市部災害では避難者の対応が大きな問題となります。阪神淡路大震災では上水の復旧に3ヶ月要しました。復旧が長期化すると、飲料水だけでなく生活用水の需要が急増し、その供給は極めて困難になります。生活用水は日数とともに必要量が増大し、給水車での給水は限界にあります。早期に管路による給水体制が必要です。

■ ライフラインの被害と復旧の概要

区分	主な被害	復旧年月日
電気	約260万戸が停電（大阪府北部含）	H7.1.23. 倒壊家屋等除き復旧
ガス	約84万5千戸が供給停止	H7.4.11. 倒壊家屋等除き復旧
水道	約127万戸が断水	H7.2.28. 仮復旧完了
		H7.4.17. 全戸通水完了
下水道	被害施設：22処理場・50ポンプ場 管渠延長約164km	H7.7.20. 仮復旧完了
電話	交換機系：約28万5千回線が不通	H7.1.18. 交換設備復旧完了
	加入者系：約19万3千回線が不通	H7.1.31. 倒壊家屋等除き復旧

東日本大震災



■推計被害額

項目	推計被害額	項目明細
建築物等	約 10 兆 4000 億円	住宅・宅地、店舗・事務所、工場・機械等
ライフライン施設	約 1 兆 3000 億円	水道、ガス、電気、通信、放送施設
社会基盤施設	約 2 兆 2000 億円	河川、道路、港湾、下水道、空港等
農林水産関係	約 1 兆 9000 億円	農地・農業用施設、林野、水産関係施設等
その他	約 1 兆 1000 億円	文教施設、保健医療、福祉関係施設、廃棄物処理施設、その他公共施設等
総 計	約 16 兆 9000 億円	



▲原発事故



▲津波による被害（仙台市）

2011年（平成23年）3月11日14時46分、宮城県牡鹿半島の東南東沖130kmの海底を震源として東北地方太平洋沖地震が発生しました。

この地震は日本における観測史上最大の規模、M9.0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の広範囲に及びました。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ました。また、巨大津波以外にも、地震の揺れや液状化現象、地盤沈下、ダムの決壊などによって、北海道南岸から豊北を経て東京湾を含む関東南部に至る広大な範囲で被害が発生し、各種インフラが寸断されました。

2015年（平成27年）3月時点では、震災による死者・行方不明者は18,457人、建築物の全壊・半壊は合わせて403,621戸が公式に確認されています。震災発生直後のピーク時において避難者は40万人以上、停電世帯は800万戸以上、断水世帯は180万戸以上が報告されています。

復興庁によれば2015年2月時点で避難者等の数は209,862人となっており、避難が長期化していることが特徴です。



▼帰宅困難者が集まる仙台市庁前



▲東京都内では交通機関がマヒし、帰宅困難者が街に溢れた。



東日本大震災の大きな特徴は大津波の発生、福島第一原発事故、首都圏における交通遮断と帰宅困難者の発生です。これによる被害総額は約16兆9000億円にも登りますが、これには福島第一原発事故による被害額は含まれていません。

この地震は日本の政治・経済を揺るがす被害が発生しており、現時点でも復興の目処が立っていません。特に福島第一原発事故問題は汚染の問題が解決できず、今後の世界的な原発是非論に発展しています。

東日本大震災の影響を受け、東京都内では3月12日未明、最大で合計1,030施設に約9万4千人が帰宅困難者として一時受け入れ施設に滞在しました。都市災害の問題がクローズアップされました。全てにおいて想定外の規模の被害であり、これから起きるであろう「南海トラフ地震」への対策の見直しが余儀なくされました。

東日本大震災での貯水槽の被害状況

「貯水槽」調査依頼件数の分析

(一社) リビングアメニティ協会の参加企業に震災後調査依頼のあった貯水槽の件数は合計 1,175 件であり、調査結果を出荷仕様別にまとめると右図の通りです。ただし、津波による破損が明らかな件数は除いています。設置場所（高架・高置と地上・地下）により被害の状況に差があるのか…も調査しました。これからわかるることは設置年数が長くなると、更新必要の割合が多くなり、異常なしの割合が少ないことです。これは設置された当時の耐震基準で製造されており、貯水槽そのものの耐震性が低いことを示しています。

新耐震仕様「貯水槽」被害割合の推定

該当地区出荷台数より、新耐震仕様の貯水槽の被害率を推定しました。(一社) リビングアメニティ協会の参加企業で生産した新耐震仕様（1997 年以降の生産品）の貯水槽は、被災地 5 県に合計 36,930 基出荷されていました。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行うと以下の通りとなります。

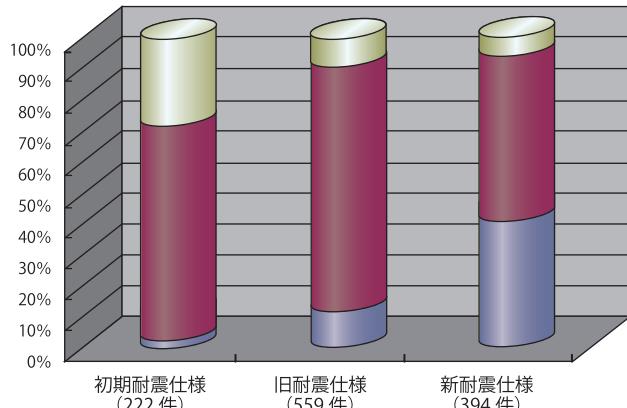
更新が必要 **0.06%**
修理すれば使用可能 **0.57%**

被災地 5 県で更新が必要と判断された基数は、設置基数全体の 0.06% であると推定されます。

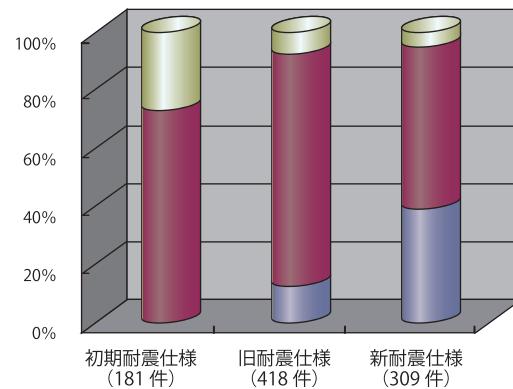
また、設置場所（高架・高置と地上・地下）による被害状況の違いは見られませんでした。

この結果、1997 年以降に施工された新耐震仕様の貯水槽は、実地震に耐えて貯水機能を維持したことがわかります。

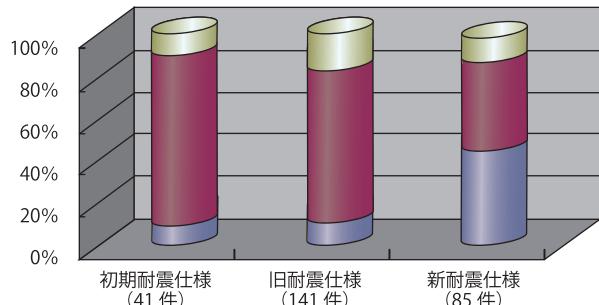
地震時の給水タンク被害状況（調査件数：1,175 件）



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)



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

東日本大震災におけるアンケート調査〈1〉

日本給水タンク工業会では、震災発生後の貯水槽への影響と管理の現状を把握し、更なる水の確保の改善に役立てる目的でアンケート調査を行いました。

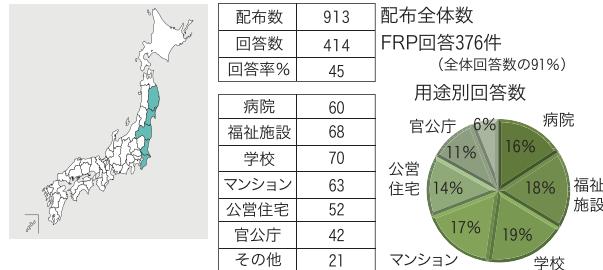
この調査は東日本大震災で甚大な被害を受けた5県の建築物用途を限定し、津波被害については除外しました。調査を行うにあたっては（一社）全国給水衛生検査協会の協力を得て、実施しました。具体的な調査方法、調査内容については下表に示します。

アンケート調査内容

- 震災時の貯水槽の被害状況
1) 貯水槽の被害状況と被害箇所
2) 貯水槽の設置年数と被害状況
- 震災時にに対する事前の対策
1) 貯水槽の事前対策
2) 遮断弁の設置状況
- 応急給水としての利用状況
1) 受水槽本体への供給状況

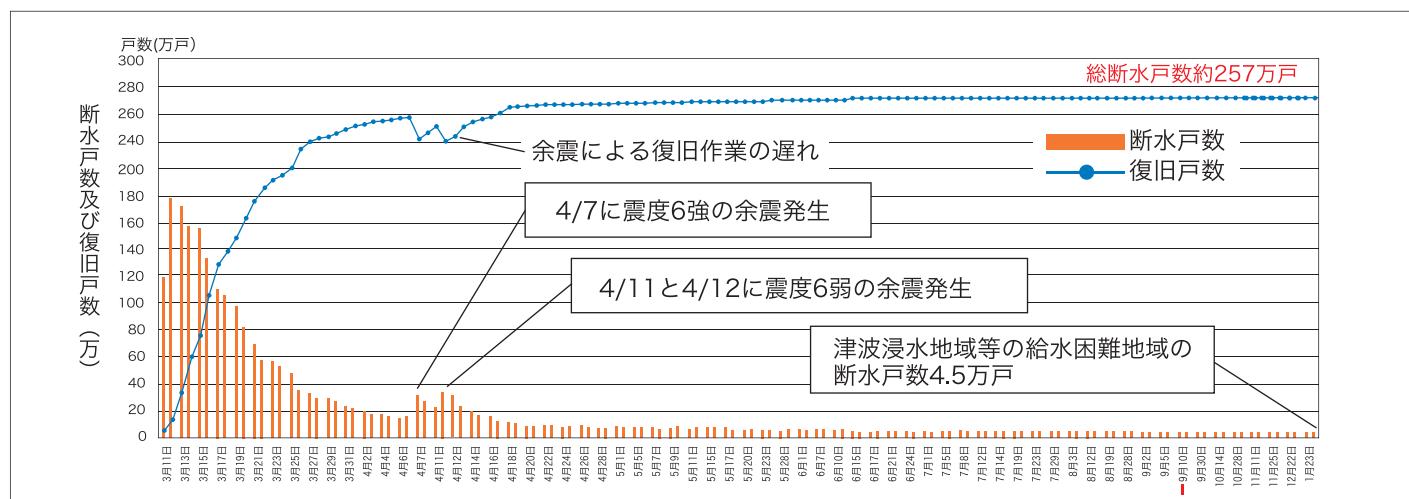
調査期間：2012年7月16日～2012年8月22日
調査対象：**簡易専用水道施設**（FRP受水槽334、FRP高置水槽160）
(受水槽有効容量10m³を越える)

アンケート方法：一般社団法人全国給水衛生検査協会会員
岩手県薬剤師会、宮城県公衆衛生協会、福島県保健衛生協会、茨城県薬剤師会、千葉県薬剤師会に依頼
断水地区に依頼、津波被害地区は対象外



東日本大震災での水道断水 / 復旧状況

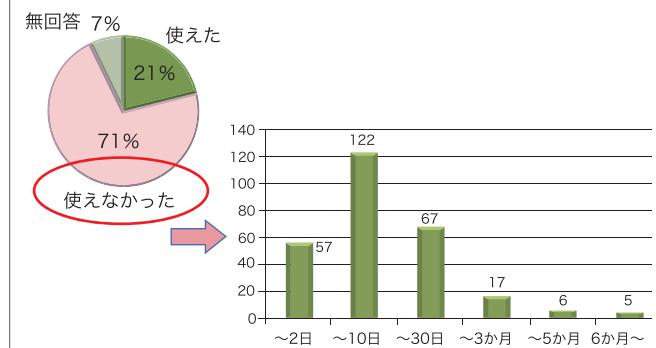
下図は厚生労働省が発表した東日本大震災における水道の断水・復旧状況を示したグラフです。被災地区における断水戸数は250万戸を超え、未曾有の被害を受けました。その復旧には半年近くもの期間を要しました。大きな余震が相次ぎ、復旧作業が遅れたのもその原因でした。



東日本大震災での水道本管の復旧状況

右図は水道本管の復旧状況を調査した結果です。調査した中では約70%が水道本管からの水の供給が受けられませんでした。また、水道本管が使えなかった施設のうち、60%強の施設が復旧するのに10日間、90%復旧するのに1か月もかかっていることが判りました。被害の大きさにより、復旧に時間がかかったものと考えられます。

水道本管の復旧状況

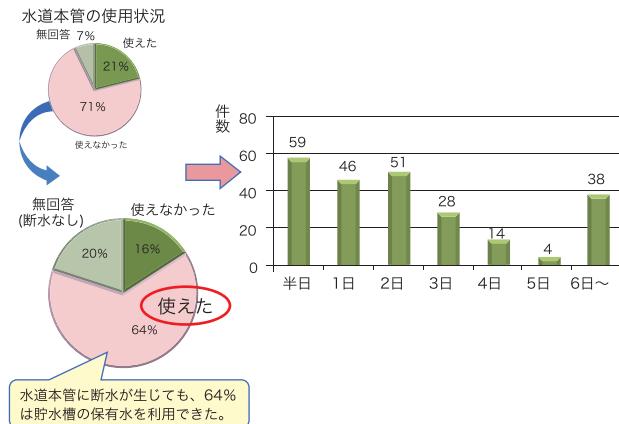


東日本大震災におけるアンケート調査〈2〉

「貯水槽」の保有水の状況は…

右図は、貯水槽内の保有水を利用した日数を調査したものです。その結果 70%以上の水道本管が断水しても、64%の貯水槽はその保有水を利用できることが判りました。保有水の利用日数としては、80%近くの施設が最大 3 日間近くも保有水を利用できたことが判ります。

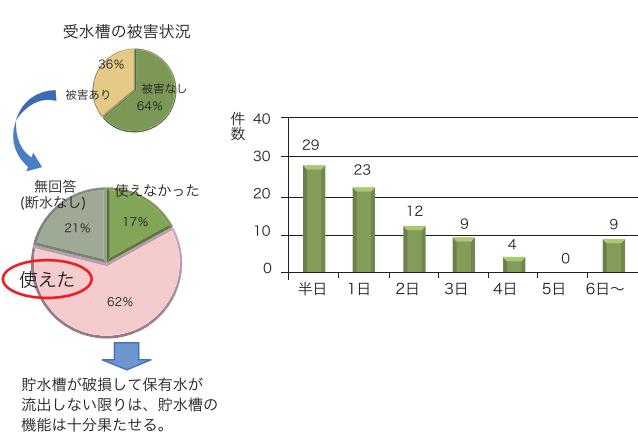
貯水槽内の保有水の利用日数



破損した「貯水槽」の保有水の状況は…

また、30%強の貯水槽水道は地震により、何らかの被害を受けたことが判りましたが、その中でも 60%強は貯水槽の保有水を利用できたことが判りました。保有水の利用日数としては 85%近くの施設が最大 3 日間近くも保有水を利用できたことが判ります。貯水槽が破損して、保有水がただちに流出しない限りは、破損した貯水槽でも保有水を確保するという機能は十分果たせると考えます。

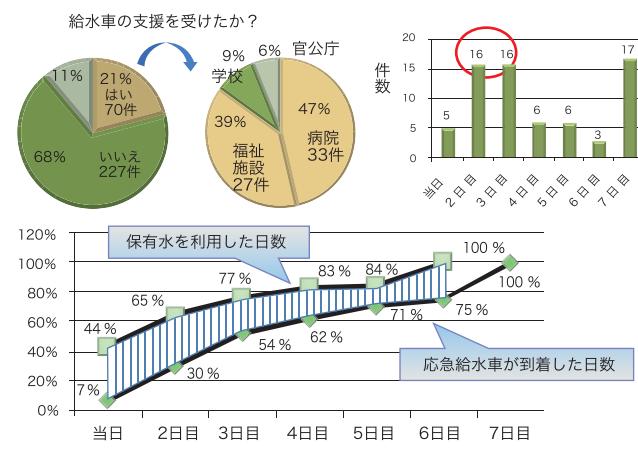
破損した貯水槽の保有水利用日数



応急給水車が到着した日数は…

これは応急給水車が到着した日数を示したグラフです。震災当日から給水車が到着することは難しいことが判ります。給水車の到着は 2 日、3 日に集中しています。応急給水車投入は病院、福祉施設等の弱者施設給水が主で全体の 86%でした。下のグラフは保有水を利用した日数と給水車の到着した日数を比べたものです。保有水を利用した日数は給水車が到着した日数を上回っています。水槽の一部が破損しても貯水槽が全壊して保有水が確保されない限りは、破損した貯水槽でも応急的な給水設備としてその役割を果たすことが可能であると考えます。

応急給水車が到着した日数



「貯水槽」の状況は…

貯水槽の被害状況についてまとめてみました。

受水槽、高架水槽とも被害なしも60%強、30%以上が被害を受けたことが判りました。

この表は被害を受けた部位を示しています。被害として多かった事象は漏水、配管接続部の不具合でした。また、天井、マンホール部分の破損については、スロッシングによる影響があるものと考えられます。

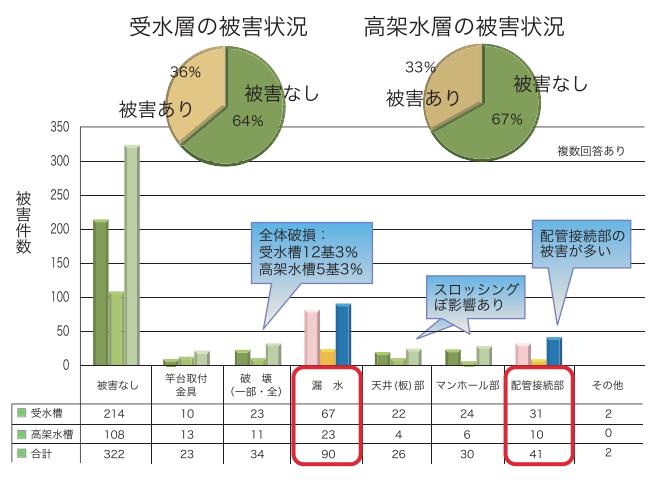


▲コンクリート基礎から貯水槽と架台が移動
(旧耐震設計)

▼スロッシング現象による
天井コーナー部の破壊
(旧耐震設計)



貯水槽の被害状況



「貯水槽」以外の被害状況は…

これは貯水槽以外の関連施設について被害状況を調べたグラフです。被害を受けた全体の80%近くが配管系統がしめております。

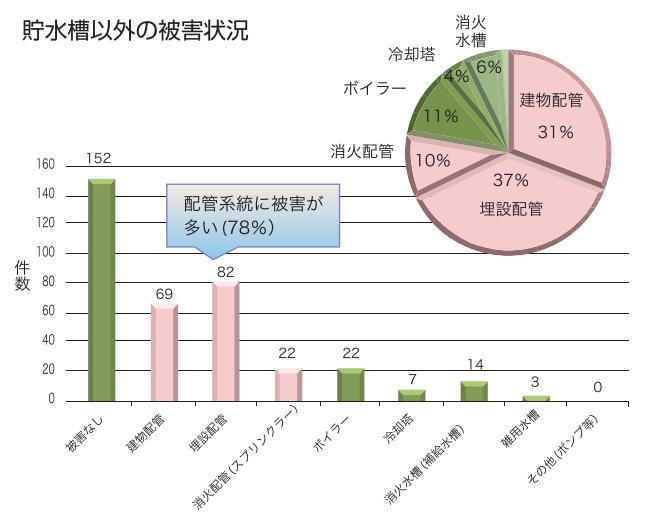
貯水槽でも被害が多かったように、地震時の横揺れ、縦揺れに對しての配管の固定方法に問題があると考えられます。



▲水道配管の破壊

▼空調配管の破壊

貯水槽以外の被害状況

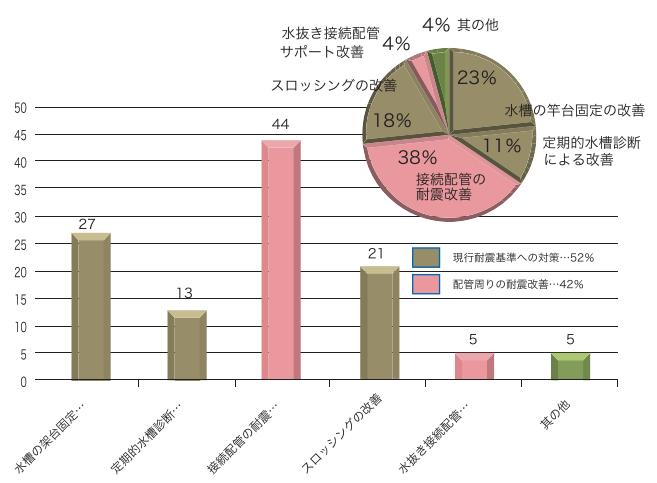


事前に被害を防止できた可能性がある対策…

これは貯水槽に被害があった場合、事前に被害を防止できた可能性のある対策を調査したグラフを示したものです。

配管周りの耐震改善が42%、現行耐震基準への対策が52%となっております。上述の事から、配管周り、耐震化と言った結果がでてくるのは当然のことです。

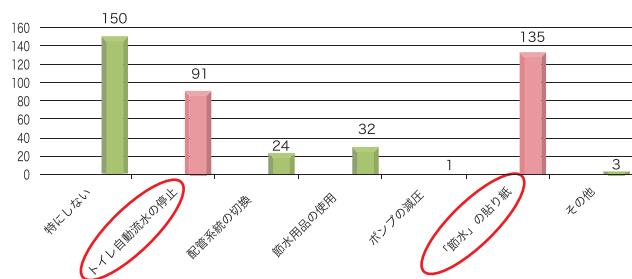
事前に被害を防止できた可能性がある対策



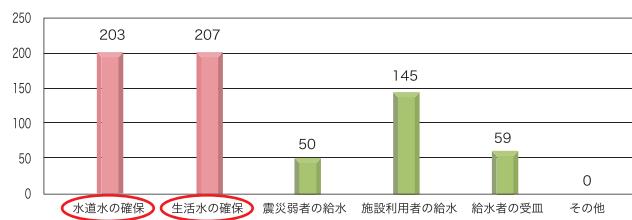
節水方法と「貯水槽」の利点は…

右上グラフは、水道が復旧するまでに実施した節水方法を示しています。「トイレの自動給水の停止」、「節水の貼り紙」など必要以上の水の節約を示していることが判ります。また、右下グラフでは大地震時での貯水槽の利点の中で、「水道水の確保」、「生活水の確保」として保有水を利用していることが判ります。

水道が復旧するまでに実施した節水方法



震災時に水を安定供給できる受水槽の利点



アンケート調査からの声を拾ってみました。

- 停電により高置水槽への供給ができなかった。
補助電源などの設備が必要と思われた。
- 受水槽に残っている水の採水に苦労した。
給水栓があれば便利だった。
- 給水車の支援は病院が優先なので、他の施設への支援がなかった。
- 水道断水の場合、施設内トイレが使用できなかった。
断水と停電が問題。
- 震災の影響で1週間断水になったが、受水槽を飲料用水の受け皿、貯水タンクとして活用できた。
- 給水施設に損害がなく、飲料水が確保できたことは非常に重要であった。
- 停電となると断水してなくとも水が使えなくなることに対する対策が必要であると感じた。
- 受水槽内の水を生活用水として使用するため災害時使用のためのバルブが必要と思われる。
- 受水槽加圧方式なので停電になると水がストップしてしまった。自家発電が必要。
- 直圧方式と違い、震災後に水がでたことは心強かった。
- 人命を左右しかねない水の大切さは今回の震災を経験して痛感した。もし、改善を考えるならばもっと耐震性の高いものを提供してほしい。

- 震災時にはポンプなどを停止して、破損箇所がないか確認する必要性を感じた。
- 貯水槽に非常用給水栓を設けた場合の管理方法。
- 有事に備え貯水槽から直接水を汲むことができるよう、蛇口を設置したのが功を奏した。最低3日分の備蓄を確保したい。
- 停電時に高架水槽へのポンプが停止した時に、貯水槽から直接水を取る方法を考えなければならない。
- 震災直後、水道本管から赤水が流入したため、受水槽の水が少し赤くなった。流入バルブを止めるなどの対策が必要であった。
- 停電でも水道に影響ないと思っている人がおり、高架槽の住民はなにも気にせず使用していた。(洗車など)
- 震災は、いつ起こるかわからないので、定期点検時に不具合の箇所があれば入念にチェックし、修理、修繕、補修などできるものはすぐに行い、事前に被害を防止し、断水等が発生したときは、早期に生活水の確保ができるように、普段からシミュレーションを描いて対策を進めたい。
- 市水が断水した今回の大震災では貯水槽タイプの給水方式は大変有効なことが十分わかりました。日頃のメンテナンスの重要性を改めて感じている。

アンケート調査結果からの考察

アンケートのまとめ -1

今回のアンケート調査の結果から、大きく2つの事象が考えられます。一つは貯水槽の耐震化です。具体的には…

①スロッシング対策等、現在の基準に則した耐震化が必要であること

②水槽本体の固定方法や配管サポートのフレキシブル化が必要であること

③地震を感じ、破損による漏水を遮断する遮断弁を設置することです。

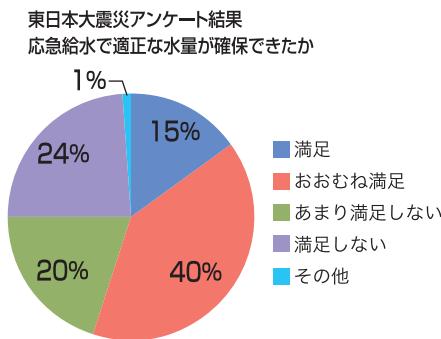
また、もう一つは応急給水の改善です。具体的には…

①停電時には、自動的にポンプが稼働できるように自家発電装置を設けること

②受水槽に給水栓を設け、非常時に水の供給ができるようにすることです。

アンケートのまとめ -2

貯水槽の水を有効に使うためにも、日々の備えをして、安全な事前対策をする必要があります。このためには、行政と設置者が連携し、貯水槽の応急給水方式（右写真）を選定することが大切です。また、災害時の応急給水には貯水槽からの「抜き水」が有効です。抜き水することで、断水や停電が発生しても数日間は使用可能です。貯水槽には給水車から直接補給が可能であり、給水車は多くの避難所にある貯水槽に補給することで、災害時における市民の生活確保に役立ちます。



アンケート結果からの提案

アンケートの結果から、災害時には貯水槽は安定供給水としての役割を果たしていることが判りました。そのため、今後、早急な普及整備をするには、貯水槽の設置者や管理者に対する意識向上を図ることが必要です。

貯水槽を最大限利用するためには

①貯水槽の耐震化整備計画

②水槽診断の実施

③応急給水訓練の向上が今後の課題であると考えます。

■耐震化への備え（アンケートより）



▲緊急遮断弁と給水栓の設置



▲緊急遮断弁感知器の設置



▲自家発電装置の設置



▲防振装置の設置

■応急給水事例



① 貯水槽に生活水を供給する給水車



② サイホン利用しマンホールから給水



③ 給水管に蛇口を付け給水



④ 貯水槽本体に直接蛇口を付け給水

災害時の貯水槽は、安定供給水として役割を果たしていた。更に強靭化する必要がある。

そのためには…

貯水槽管理者の意識向上を図る

① 貯水槽の耐震化整備計画

② 貯水槽の水槽診断の実施

③ 貯水槽の応急給水訓練の実施

貯水槽の耐震設計

耐震設計の基本的な考え方

地震は地下で起きる岩盤の「ずれ」により発生する現象です。地球を構成するマントルが対流することで、そのマントルの上層にあるプレートが動く時に発生するひずみが蓄積され、限界に達すると地震が発生します。日本周辺では複数のプレートによって複雑な力がかかっており、世界でも有数な地震多発地帯となっています。

地震の伝わり方は震源の断層、断層からの距離、表層地盤の特性によって異なり、振幅、周期、継続時間が影響されます。

右図は兵庫県南部地震と東北地方太平洋沖地震の速度応答スペクトルを表したグラフですが、これによると2つの地震のピークが異なることがわかります。すなわち、東北地方太平洋沖地震では、加速度が大きかった地域の卓越周期は0.3秒ほどでした。木造住宅の倒壊を引き起こす周期1～2秒の応答は兵庫県南部地震の1/3～1/5程度です。東北地方太平洋沖地震は大きな加速度を記録した反面、建物の倒壊被害が少なかった要因と考えられます。

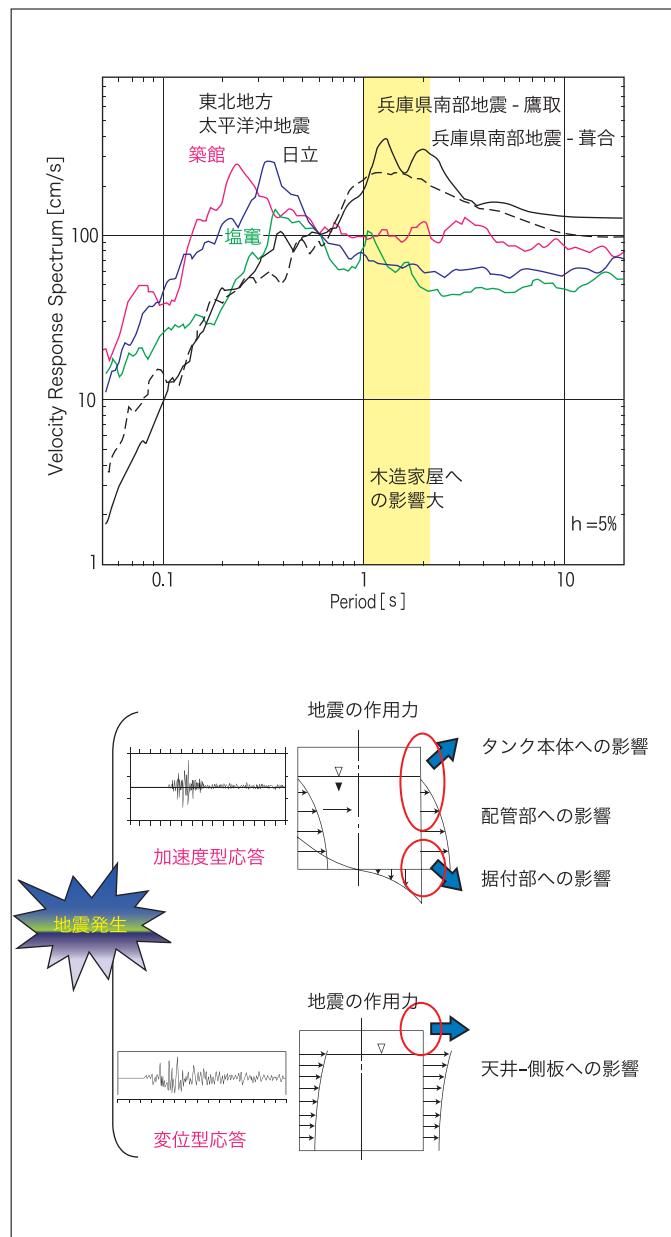
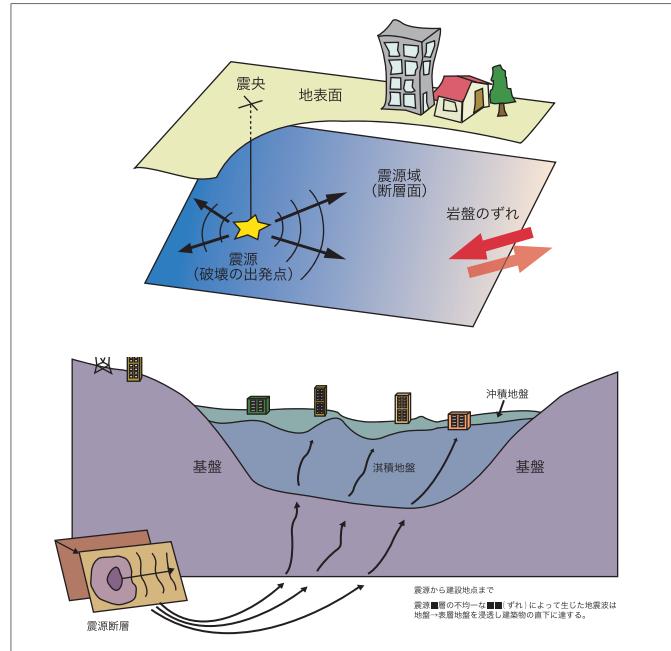
一般に貯水槽の卓越周期は0.1秒以下であり、共振現象により被害が増大することは少ないと考えられます。

貯水槽の設計にあたっては、このように地震の特性を考える必要があります。

激しい揺れが生ずる周期の短い地震の場合、貯水槽の共振に近い揺れがあるため、加速度型応答と呼んでいます。この場合、地震の作用力は貯水槽本体への影響、配管部への影響、据付部特にアンカーボルト、コンクリート基礎などへの影響が考えられます。従って、本体、配管の接続方法、基礎との固定方法などの強度を検討する必要があります。

一方、ゆっくりした揺れが生ずる周期の長い地震の場合、貯水槽内の水の共振に近い揺れがあるため、変位型応答と呼んでおります。この場合、地震の作用力は天井周辺への影響が考えられます。従って、本体天井部、天井配管、通気管、マンホールなどの強度を検討する必要があります。

貯水槽は緊急時にライフラインの中で重要な“水”を確保するための必要な設備であり、建築設備の中でもっとも早くから耐震基準作り、耐震設計基準作りに取り組んだ設備です。



耐震設計の基本的な考え方

貯水槽の耐震設計は1950年に建築基準法が制定され、これまでに2度大きく見直しがあり強化されてきました。それは過去に起きた大きな地震による貯水槽の被害が引き金になっています。

1978年に起きた伊豆大島近海地震、宮城県沖地震により1980年に建築基準法施行令が改正され、水平震度の値が引き上げられました。その後、1995年に起きた兵庫県南部沖地震により1997年に「建築設備耐震設計・施工指針」が大幅に見直され、現在の耐震基準に至っています。この時、貯水槽の天井まわりに被害が多く発生したことから、スロッシングに対する対策も考慮されるようになりました。

日本給水タンク工業会は、(一社)強化プラスチック協会と協力して貯水槽水槽の設計基準となる「FRP水槽耐震設計基準」「FRP水槽構造設計計算法」。(一社)日本ステンレスタンク工業会は、ステンレス鋼板製パネルタンク(溶接型)の「耐震構造基準書」、「設計指針建築設備編」を作成。また、(一財)日本建築センターは「建築設備耐震設計・施工指針」が発行されています。

発行：
強化プラスチック協会



発行：
日本ステンレスタンク工業会



発行：
日本建築センター



●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	<ul style="list-style-type: none"> 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 <p>1994年(平成6年12月) 建設省告示第2375号</p>	<p>■1980年 建築基準法施行令による設計水平震度</p> <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	<ul style="list-style-type: none"> 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 ●2014年(平成26年9月) 「建築設備耐震設計・施工指針」改訂 	<p>■2005年 建築設備耐震設計・施工指針による設計水平震度</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">設置場所</th> <th colspan="2">耐震安全性の分類</th> </tr> <tr> <th>特定の施設</th> <th>一般の施設</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>重要水槽</td> <td>一般水槽</td> <td>重要水槽</td> <td>一般水槽</td> </tr> <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	重要水槽	一般水槽	重要水槽	一般水槽	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																										
重要水槽	一般水槽	重要水槽	一般水槽																									
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																								

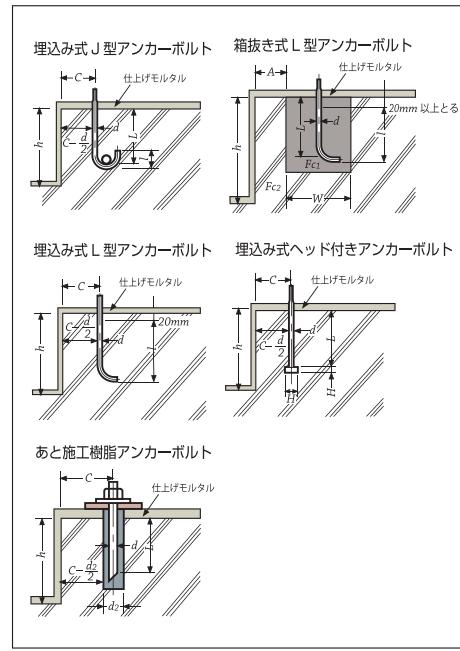
耐震設計の設計・施工時の留意点

■アンカーボルト・基礎の設置基準

(一財)日本建築センターでは、「建築設備耐震設計・施工指針」で、アンカーボルト・基礎部にも耐震性を考慮した設計基準を定めています。

コンクリート基礎は、貯水槽を確実に支持し、地震時に貯水槽に作用する地震力を床スラブや梁などの主要構造躯体に伝えるため、建築物躯体と一体化する必要があります。

設置状況や貯水槽の種類などで設計が変わりますので、各メーカー施工図面にて確認のうえ作業をお願いします。



●埋込み方式について
は、アンカーボルトと
基礎鉄筋を緊結するこ
とが望ましい。

●埋込み方式及び箱抜
き方式については、基
礎レベル仕上げ後、有
効ネジ部を50mm以
上設ける。

●ナットは緩みのないダ
ブルナットが望ましい
特にアンカーボルト露
出部の保護を必要とす
る場合、アンカーキャッ
プにて保護する。

「建築設備耐震設計・施工指針」

■配管設計・施工上の留意点

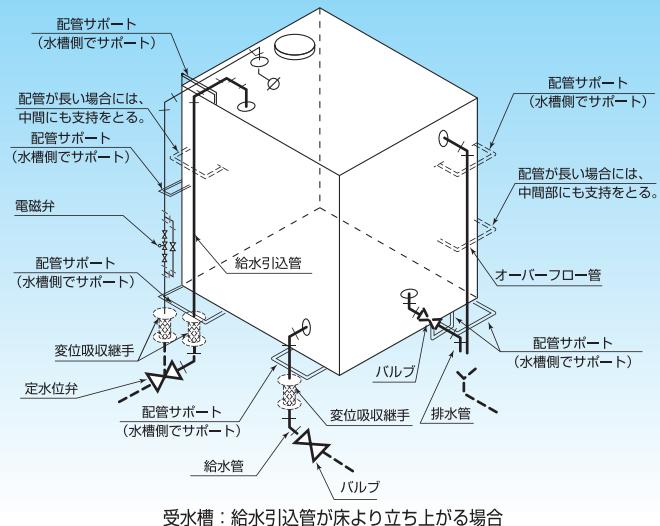
東日本大震災では、配管サポートや変位吸収継手が付いていなかったり、付いていても間違った位置に取り付けて、被害を受けた事例が多くありました。右図に具体的な取り付け位置を示します。

配管支持材（配管サポート）は建築物躯体と一体化となるように固定してください。

本体と配管との振動を分離するために変位吸収継手を挿入してください。設置状況や貯水槽の種類で取り付け位置などが変わりますのでメーカー図面にてご確認ください。

水槽回りの配管と支持〈例〉

「建築設備・昇降機耐震診断基準及び改修指針 1996年版」（165頁）



■緊急遮断弁の設置

地震から水を守るために、受水槽・高置水槽には地震感知器で作動する緊急遮断弁を設けることとなりました。

右図に具体的な取り付け位置を示します。また、受水槽には仕切弁及び給水栓を取り付けることが定められ、緊急時での応急給水が可能となりました。

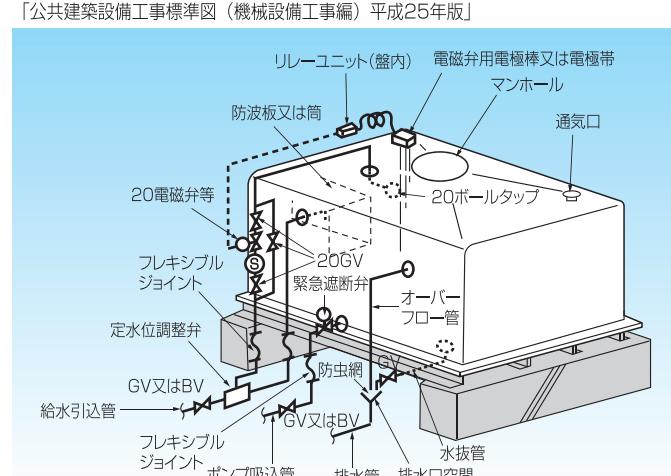
国土交通省大臣官房工務課監修

「機械設備工事監理指針平成25年版（744頁）」より

- (8) 受水タンク及び高置タンクには、特記により地震感知器で作動する緊急遮断弁等をもうけ、水源の確保を講じる。その場合は、受水タンクには、直接採水可能なように、仕切弁及び給水栓を設ける。

受水タンク回り配管要領

国土交通省大臣官房工務課監修
「公共建築設備工事標準図（機械設備工事編）平成25年版」



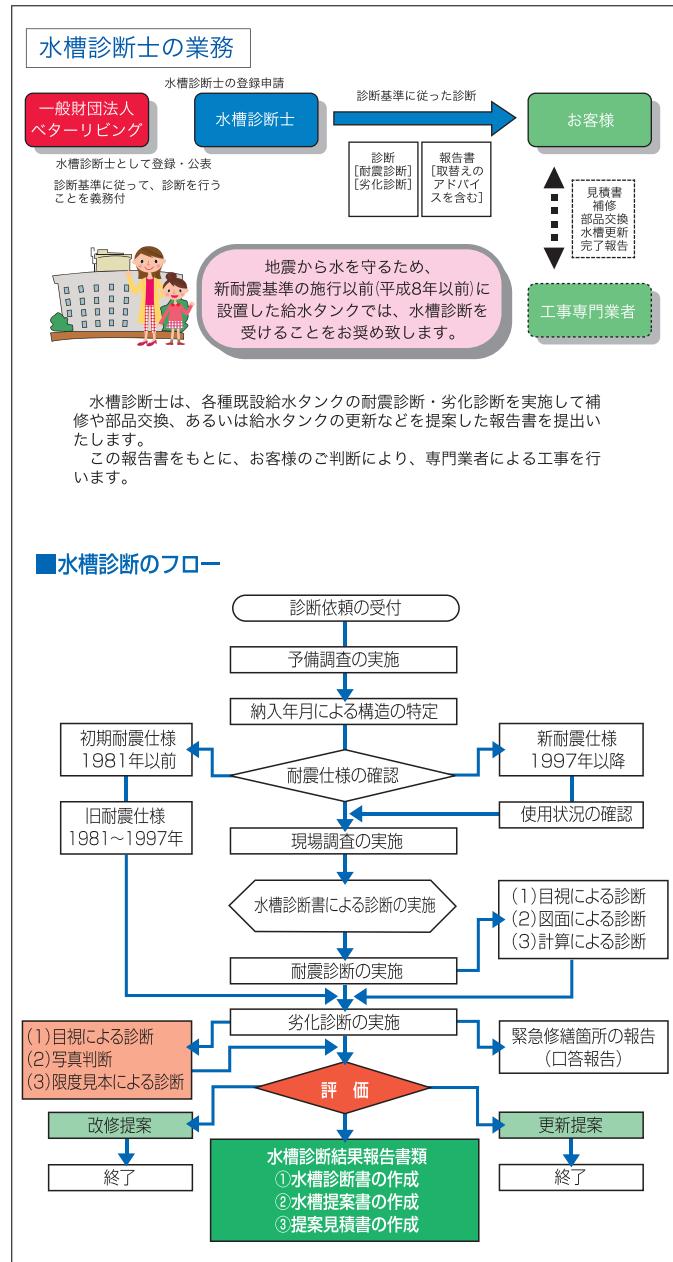
貯水槽の安全確保とは…

貯水槽は設計耐用年数を15年として設計されています。市場では高度成長時代を経て、30~40年以上経過した貯水槽は65%以上あると推測されます。震災の度に耐震設計の見直しが図られているため、15年以上経過した貯水槽は現在の耐震基準には合致していませんのでご確認ください。

地震のアンケートから旧耐震基準で設置されている貯水槽は破損の割合が多いことが確認されています。様々な給水方式がある中で、阪神淡路大震災、東日本大震災などの巨大地震によって、貯水槽の重要性が再認識されています。

日本給水タンク工業会では、安心・安全な水を供給するためには貯水槽の維持管理が重要と考え、平成15年4月「水槽診断士認定制度」を発足しました。現在は（一財）ベターリビングの「既設特定住宅部品（貯水槽）水槽診断士」として診断士登録を実施しています。

水槽診断士の業務は、お客様に各種既設水槽の耐震診断、劣化診断を実施して補修や部品交換、あるいは水槽の更新などを提案した報告書・見積書を提出することです。最終的にはこの報告書をもとに、お客様のご判断により、専門業者による工事を行います。



災害対応に向けて…

災害時には長期間の断水が懸念されています。高齢化社会における病院・福祉施設・学校など、避難拠点への水道供給は必須となります。

アンケート調査では、水槽の被害があっても貯水機能が維持されたことで、断水しても補完給水は3日間弱を確保しています。避難拠点では、貯水槽の供給水は「生命の安全」にも係ることから、管理者の初動対応計画が求められるところです。

過去の震災を見ると、復旧するまでに1ヶ月にも及んでいることから、行政は水道管の耐震化を進め、貯水槽施設管理者は水槽診断を実施し「安心・安全」を図っています。震災を教訓に、実行できることから確実に見直していくことが大切です。貯水槽には水道水が貯留されていることから、都市部に数多くある貯水槽水は計り知れないほどの水量を確保しています。災害時には身近で一番重要な役割を果たしていたことを再認識し、貯水槽を応急給水システムと位置づけ、公共団体と国民が連携した初動対応が求められています。

〈新水槽ビジョン 参考文献・写真提供〉

- 金沢大学理工研究域環境デザイン学系 宮島昌克 「東日本震災の特徴と被害との関係」
- 内閣府 「南海トラフ巨大地震の被害想定について」
- 厚生労働省HP 「統計情報・白書」
- 阪神大震災 阪神・淡路大震災 教訓 阪神大震災の写真画像
- 神戸新聞NEXT 「データでみる阪神淡路大震災」
- 内閣府 「東日本大震災における被害額の推計について」
- 東日本大震災写真 「carlfunavi.com」、「headlines.yahoo.co.jp」、「news.livedoor.com」
- (一社)リビングアメニティ協会 ALIANEWS 「東日本大震災における給水タンク調査」
- (一社)強化プラスチック協会 強化プラスチック 「東日本大震災における給水タンク調査」
- (一社)リビングアメニティ協会 「水槽ビジョン」
- (一社)リビングアメニティ協会 「水槽ビジョン-2」
- 日本給水タンク工業会 HP
- (一財)ベターリビング HP
- 平成25年全国水道協会発表資料 「東日本大震災における貯水槽水道の被害状況に関する考察」
- 写真提供：神戸市・仙台市

一般社団法人 リビングアメニティ協会

<http://www.alianet.org/>

給水タンク委員会

積水アクアシステム株式会社

〒104-0045 東京都中央区築地4-7-5(築地KYビル8F)
TEL.03-5565-6519 FAX.03-5565-6525 <http://www.sekisuya.co.jp/>

株式会社ベルテクノ

〒460-0002 名古屋市中区丸の内3-21-20(朝日丸の内ビル9F)
TEL.052-857-9001 FAX.052-857-9006 <http://www.tank@beltecno.co.jp/>

三菱ケミカルインフラテック株式会社

〒103-0021 東京都中央区日本橋本石町1-2-2(三菱ケミカル日本橋ビル)
TEL.03-3279-3448 FAX.03-3279-6740 <http://www.mp-infratec.co.jp/>

森松工業株式会社

〒501-0413 岐阜県本巣市見延1430-8
TEL.058-323-0333 FAX.058-323-4969 <http://www.morimatsu.jp/>

■ 制作

貯水評価研究所

〒944-0334 新潟県妙高市榆島256
TEL.0255-75-2470 FAX.0255-75-2470 <http://www.wseij.jp/>



●本印刷物の内容は、予告なく変更する場合がありますのでご了承ください。

②2018.01.30. T-5,000