

JASO発 暮らしつづける街へ<第13回>

設備の地震対策(その1)



柳下雅孝

はじめに

東日本大震災以降、マンション管理組合の意識は変わった。災害対策備品を再チェックし、新しいものや不足しているものを管理組合が買い求めている。改修工事を行う際には、必ずといってよいほど、「今回の改修は耐震についてどう考えているのか」と質問をもらう。

過去の震災や計画停電という経験を通し、ライフラインという言葉はすっかり一般の人々に浸透した。おかげで「給排水設備の大切さ」を痛感した市民が多いことと思うが、被災された方がこんなことをいっていた。「ライフラインが壊れるのと壊れないのでは、天と地ほどの差がある」と。

東日本大震災では、首都圏のマンションにおいても結構被害を受けていたのだが、報道では特に大きく取り上げられてはいないようだ。液化化により敷地内の受水槽が基礎ごと傾いてしまったり、設置の仕方が悪い屋上高置水槽は揺れに耐えられず破損した。電気温水器は、あちこちで転倒し水害をもたらした。

過去の大地震の教訓は、まだまだ生かされきっていない。災害対策は、ハード面のみ対策をとっても意味がなく、ソフト面を含め広い視野で考えなくてはならないが、今月と来月はマンション給排水設備に関する地震対策を取り扱う。今月は建築設備の耐震基準や考え方などに触れ、来月号は最も重要な貯水槽の耐震について触れてゆく。

1. ライフラインの災害対策

マンションは公共から水道・電気などの供給を受けはじめて機能することができる。

大地震がきても壊れない建物構造であったとしても、外部から供給が遮断されれば、そこで人間が生活することは難しくなる。1995年の阪神淡路大震災ではライフラインの供給がストップしてから復旧までに、およそ、電気が3日程度、水道が1週間から1ヶ月程度、ガスが3週間から2ヶ月程度を要した。

東日本大震災においても同様に、電気や通信系は架空配線であるため復旧は比較的早かったが、上下水道・ガスの埋設系はかなりの時間を要した。

例えば、石巻ガス(株)によれば最優先の石巻赤十字病院への都市ガス供給が3月23日で、石巻ガス災害対策本部の解散が5月18日で、やはり2ヶ月程度を要した。

従って、公共のライフラインがダウンしても数日間は自給できるマンションであることが災害に強いマンションの条件の一つといえる。

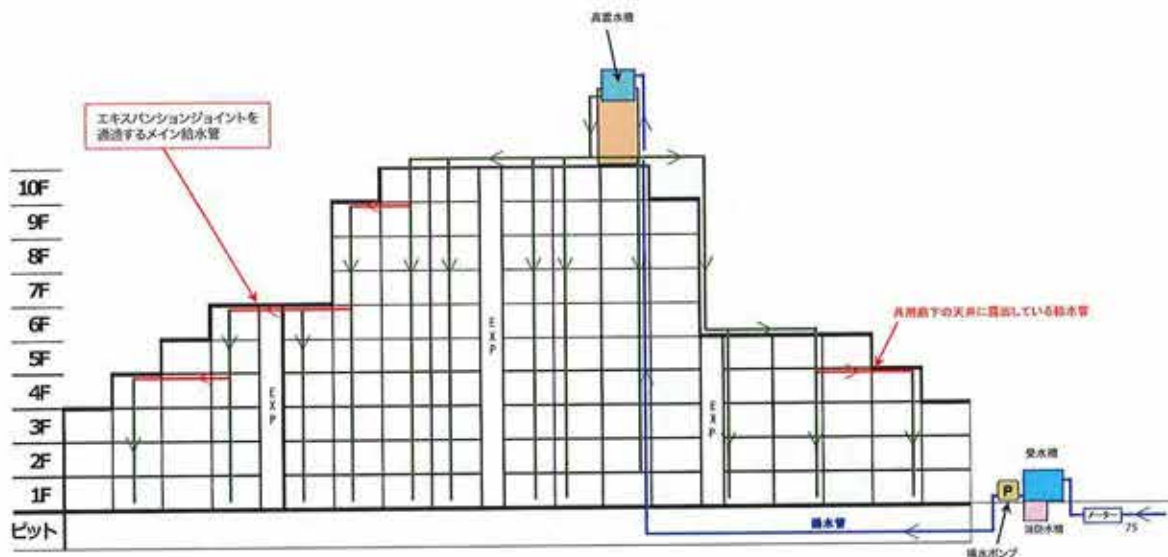
そのためには、マンション内部の設備を地震に対して強化すると共に、ある程度の「水源や電源」を確保しておくことが必要となる。(表1)

2. 建築設備の耐震安全性の目標

耐震安全性の目標として、「建築設備・昇降機耐震診断基準及び改修指針(国土交通省監修)」では以下のよう



建物を繋ぐエクステンションジョイント部分は、地震時に複雑な揺れとなり上階ほど大きく揺れる。
写真は東日本大震災においてメインの給水管がエクステンションジョイント通過部分で脱落してしまった事例



瓦葺り下の天井に露出していたエクステンションジョイントを通過する給水管は覆蓋した



高層水塔を高層台と共に撤去した

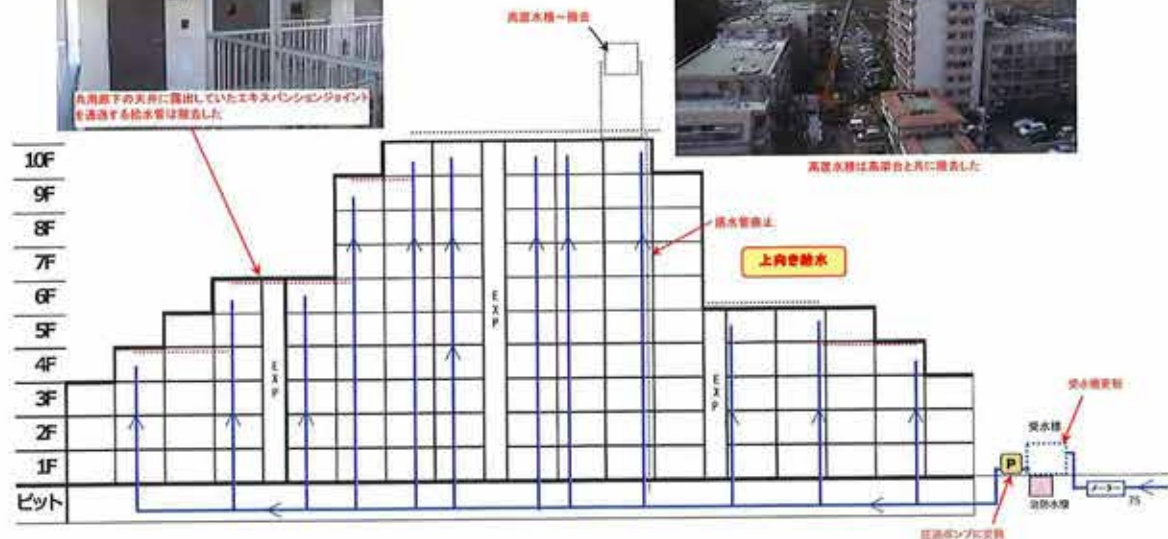


表1 ライフラインに関する災害への備え

トイレの確保	応急トイレ	ビニール袋・新聞紙・レジ袋・トイレットペーパー・消毒液の備蓄 災害用トイレバック、マンホールトイレなどの備蓄 バイオトイレ（コンポストトイレ）
電源の確保	緊急用電源	自転車発電、自動車から電源取得、ガスカセット発電機
	非常用電源	自家用発電機、蓄電池設備
	自然エネルギー	太陽光発電の自立対応
水源の確保	貯水槽改良	受水槽に緊急遮断弁・取水装置の設置
	地下水槽	防火水槽などを雑用水源として使えるよう、発電機付き小型ポンプや濾過装置を常備
	井戸	常時は散水用、洗車用、ピオトープなどに使用
耐震対策	機器の固定	受水槽、受変電設備、発電機、電気温水器など重量のある機器は、「建築設備耐震設計・施工指針」に基づく耐震設計施工が必須
	配管の固定	立て管、横引き管の支持固定間隔
	変位への追従	建物導入部の挙動・沈下、エキスパンションジョイントの変位、立て管の層間変形を考慮
液状化対策	変位への追従	犠牲配管や建物まわり配管の工夫 柔軟な配管材の選定
	バックアップ	給水、ガス、電力引き込み経路の二重化
津波対策	設置場所	重要機器は屋外設置をせずに建物内に設置する、外壁面露出配管の禁止
	機器の形状	貯水槽は円形や流線形にし、強度のある鋼板製一体型等を採用
	屋上備蓄	塔屋の機械室内に最低一夜分の籠城備蓄（飲料水、非常食、毛布、カイロ、カセットコンロ、バッテリー、AED、点滴など）

- ・建物の耐用年数中に数度は遭遇すると予想される中地震動に対して、建築設備には損傷がないこと。
- ・建物の耐用年数中にまれに遭遇するかもしれない大地震動に対しては、機器が脱落したり、移動や転倒がなく、機能の確保又は機能の回復が可能であること。

要するに、中地震動程度で設備配管や機器は壊れてはならないが、まれな大地震動に対しては多少の破損は生じたとしても復旧が可能であることが必要ということである。

また、まれな大地震動により重量のある機器が脱落や転倒が生じてしまえば、人命に危険がおよぶことになるので、起きてはならないとしている。

建築設備の耐震に関する技術指針や指導書は、表2の示すものがあり、これにより設計や施工が行われている。

表2 建築設備耐震に関する技術指針・指導書など

名称	編集・発行	最新発行年月
建築設備耐震設計・施工指針	(一財) 日本建築センター	2014年(平成26年)9月
建築電気設備の耐震設計・施工マニュアル	(一社) 日本電設工業協会 (一社) 電気設備学会	1999年(平成11年)6月
建築設備の耐震設計施工法	(公社) 空気調和・衛生工学会	2012年(平成24年)11月
建築設備・昇降機耐震診断基準及び改修指針	(一財) 日本建築設備・昇降機センター	1996年(平成8年)6月
FRP水槽耐震設計基準	(一社) 強化プラスチック協会	1996年(平成8年)6月

3. 設備機器の耐震設計法

「建築設備耐震設計・施工指針」では、重量1kNを超える機器の設置方法について指針を定めている。

マンションにある主なものとしては、水槽・ポンプ・受変電設備・貯湯式給湯器(電気温水器)などがあげられる。

設備機器に作用する地震力の計算は一般的に局部震度法により行われ、設備機器には設計用水平震度(KH)に機器の重量(W)を掛けあわせた「設計用水平地震力(FH=KH・W)」が機器の重心に作用するものとして考え、要求する耐震クラスや地域などを考慮し求められる。

具体的には、表3のような設計用標準震度(KS)から要求する耐震クラスにより数値を選定する。

一般的に、マンションにおいては「耐震クラスA以上」を求められるので、例えば受水槽であれば1.0以上、高置水槽であれば1.5以上という耐震性能になる。

4. 貯湯式給湯器(電気温水器など)の耐震方法

耐震性がおろそかになっている設備はマンションの室

内にもある。電気温水器など貯湯式の給湯器である。満水時の重量が300～500kgもあり強固な固定が必要な設備の1つであるのだが、写真の事例のように意外と固定が甘いケースが少なくない。

その原因の1つに、温水器の交換時の設置方法に問題があるようだ。温水器は通常15～20年程度で更新されるが、その時は新築工事時と違い、温水器の周囲は内装壁に囲まれてアンカーボルトによる固定が十分に行えないという事情がありそうだ。

温水器は足下部分を3箇所、スラブ面など構造躯体へアンカー固定する必要がある。さらに転倒防止措置として、温水器上部の固定も施せば、1.5G相当の耐震性を確保でき、温水器内のお湯は、断水になっても非常用水として有効に使える意義のある設備になれるのである。

2011年の東北地方太平洋沖地震(M9.0)では、首都圏のマンションであいかわらず電気温水器が多数転送してしまったのを受け、平成23年9月に国土交通省から「電気温水器等の転倒防止措置について」という技術的提言が出され、さらに平成25年4月に「建築設備の構造耐力上安全な構造方法を定めた告示(平成12年建設省告示第1388号)」の改正が施行され、転倒防止措置の基準として、15kgを超える給湯設備のアンカーボルトの径や必要な本数などが明確に示された。

表3 設備機器の設計用標準震度

	建築設備機器の耐震クラス			適用階の区分
	耐震クラスS	耐震クラスA	耐震クラスB	
上層階、 屋上及び塔屋	2.0	1.5	1.0	
中間階	1.5	1.0	0.6	
地下及び1階	1.0 (1.5)	0.6 (1.0)	0.4 (0.6)	
() 内の値は地階及び1階(地表)に設置する水槽の場合に適用する。				
上層階の定義 ・2～6階建ての建築物では、最上層を上層階とする。 ・7～9階建ての建築物では、上層の2層を上層階とする。 ・10～12階建ての建築物では、上層の3層を上層階とする。 ・13階建て以上の建築物では、上層の4層を上層階とする。				
中間階の定義 ・地階、1階を除く各階で上層階に該当しない階を中間階とする。				

出典：建築設備の耐震設計・施工指針(2014年版)(一財)日本建築センター



写真1 フローリングの上に置かれた電気温水器。
フローリングは構造躯体ではないので
設置強度が取れない。
地震時に転倒する恐れがある。



写真2 固定が何もされていない事例。
電気温水器の耐用年数は15年程度といわれている。
リフォーム業者がボルト締めを行わないで設置して
しまったらしい。

5. 給水方式を変更し 耐震改修できない高置水槽を無くす

近年では高置水槽が不要な「ポンプ圧送方式」や、水槽が一切不要な「増圧直結方式」の採用が主流となり、設備の老朽化対策工事にあわせ、耐震性の低い高置水槽を廃止する建物が増えてきた。

高置水槽を適切に交換するよりも廃止した方が費用がかからず、将来にわたる維持費も削減できることが何よ



写真3 電気温水器の耐震改修事例
フローリングを撤去し、架台をケミカルアンカーにて
スラブへ固定する。



写真4 電気温水器の耐震改修事例
スラブへ設置した架台の上に温水器を乗せ、ボルト固定
する。

りのメリットといえる。

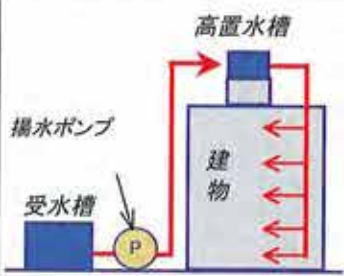
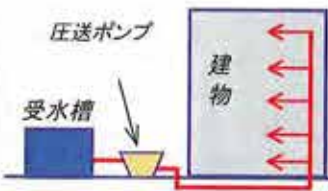

6. 地震に強い給水配管ルートへの改修

高置水槽方式の場合は、水が上階から下階へ降りてくる配管ルートとなり、重要なメインの配管が地震時に最も揺れる最上階に設置され、リスクの高い形態であった。

給水方式を「高置水槽方式」から「ポンプ圧送方式」や「増圧直結方式」に変更する場合、配管ルートも下階

から上階へ昇る方向に改修することで、地震時のリスク こととなる。
が低減され、配管延長も短くなりコストダウンも図れる

表4 給水方式の特徴比較

図	貯水槽方式		直結方式
	高置水槽方式	ポンプ圧送方式	増圧直結方式
図			
概要	受水槽に貯めた水を高置水槽に揚水し、高置水槽から重力で供給する方式。 中高層住宅で多く採用されてきたが、最近の新築マンションではほとんど採用されていない。	受水槽に貯めた水を圧送ポンプで供給する方式。	水槽を介さず、水道本管からの給水を直送する方式。水圧の不足分をブースターポンプで補う。衛生面から水道局が採用を推奨。
水槽の有無	2槽（地上と屋上）	1槽（地上）	ゼロ（タンクレス）
ポンプの種類	揚水ポンプ	圧送ポンプ	ブースターポンプ
水槽やポンプの維持管理	①受水槽の定期清掃（年1回） ②高置水槽の定期清掃（年1回） ③受水槽と高置水槽の水質管理 ④揚水ポンプの点検整備	①受水槽の定期清掃（年1回） ②受水槽の水質管理 ③圧送ポンプの点検整備（年1回以上）	①ブースターポンプの点検整備（年1回以上）
各戸への供給水圧	高置水槽との高低差による（上階＝弱め、下階＝強め）	ポンプ吐出圧力により設定 （減圧弁設置により全戸同一圧力設定が可能）	
停電時の給水	高置水槽にある分だけ利用できる	停電＝即断水	上層階のみ断水または水圧不足が生じる
水道本管の断水時	受水槽ならびに高置水槽に貯められた水を利用できる	受水槽に貯められた水を利用できる	水道本管の断水＝即断水
災害時用の水源	受水槽を災害対策用向けに改造することで、災害時用の飲料用水として確保できる（緊急遮断弁の設置など） 高置水槽は大地震に耐えられるよう適切な耐震仕様への改修が必要	受水槽を災害対策用向けに改造することで、災害時用の飲料用水として確保できる（緊急遮断弁の設置など）	旧受水槽を災害時用の非飲料用水源として使用する