

第3章 現行の耐震指針・基準の調査

本章で実施した現行の耐震指針・基準の調査は、土木・建築などの基礎や構造物本体を対象とした指針・基準類は除外し、機械等の設置や設備に関連したものを対象として調査するものとする。

3.1 耐震指針・基準の調査

収集した現行の指針・基準の一覧を表3.1-1に示す。この中で、適用頻度が多いと思われるものについて、以下にその概要を示す。

(1) 建築設備耐震設計・施工指針 1984年版 (財)日本建築センター

本指針で取り扱う範囲は、次のものである。

- ①地上3階建以上、高さ60m以下の建築物に設置される建築設備（機器、配管等）の据付け、取付けとし、機器本体の耐震性能は、別途製造者により確認されているものとする。
- ②100kg以下の軽量の機器の据付け、取付けについては、取付下地を入念に施工し、機器メーカーの指定する方法で確実に取付け、据付けを行えばよいものとし、特に本指針の各項で示した方法によらなくともよい。

本指針で示す耐震設計、耐震措置においては、建築物の地震による動的効果を考慮し、入力を局部震度法又は修正震度法により算出し、今まで広く行われている許容応力度法により、耐力を検定する方法を採用しており、具体的に各機器等について設計計算、判定計算が行えるようにしている。

対象として述べている基本項目は次のものである。

- 1) 基本事項（地震入力、許容応力度）
- 2) アンカーボルト
- 3) 配管

さらに、設計例として9設備について、適用を示している。

(2) 建築設備耐震設計指針・同解説 1985年10月 (社)空気調和・衛生工学会

ここで取り扱うのは、空気調和設備、換気設備、給排水・衛生設備及びこれに準ずる設備である。準ずる設備のなかには、排煙設備・消火設備及びガス供給設備などが含まれる。これらを総論、機器系設備、配管系設備に大別して取りまとめている。

設備耐震設計の目標として、比較的発生頻度の高い中地震に対して被害の生じないこ

表3.1-1 指針・基準類

名称	発行	発行年
・ 建築設備耐震設計・施工指針	(財)日本建築センター	1984
・ 建築設備耐震設計指針・同解説	(社)空気調和・衛生工学会	1984
・ 建築設備耐震設備対策設計資料	日本電信電話公社建築局	1980
・ 建築設備用銅配管耐震設計・施工指針(案)	(社)日本銅センター	1984
・ 容器構造設計指針	(社)日本建築学会	1990
・ 高圧ガス設備等設計指針	高圧ガス保安協会	1981
・ 危険物の規制に関する技術上の 基準の細目を定める告示	自治省告示	1983
・ LNG地下式貯槽指針	(社)日本ガス協会	1978
・ 地下貯油施設技術指針(案)	(社)土木学会	1980
・ ガス導管耐震設計指針(案)	(社)日本ガス協会	1982
・ 地下埋設管路耐震継ぎ手の技術基準	国土開発技術センター	1977
・ 自家用発電設備耐震設計のガイドライン	(社)日本内燃力発電設備協会	1981
・ 建築電気設備の耐震設計・施工マニュアル	(社)日本電設工業協会	1995
・ 配電盤・制御盤の耐震設計指針	(社)日本電機工業会	1985
・ 電気設備の耐震対策指針	(社)日本電気協会	1980
・ 変圧器基礎ボルトの耐震設計指針	(社)日本電機工業会	1989
・ 蓄電池設備の認定に関する規定・基準	(社)日本蓄電池工業会	—
・ 変電所における電気設備の耐震対策指針	(社)日本電気協会	1980
・ 水道施設耐震工法指針・解説	(社)日本水道協会	1979
・ FRP水槽耐震設計基準(案)	(社)強化プラスチック協会	1980
・ コンピュータ安全対策マニュアル (地震対策編)	NECフィールドサービス	1995
・ 空調設備等の耐震対策	高砂熱学工業(株)	1979

と、さらに大地震に対しては防災関係などを含めて社会的に重要な用途の場合、設備機能が果たせること、一般の設備では若干の被害が生じたとしても、地震後早急に機能が回復できることとしている。

地震力は建物と設備との相互関連する動的性状を基礎とし、簡便な許容応力度設計法を基本としている。

設計用水平震度の基準となる設計用基準震度は、地動加速度300Galに基づいて0.3とし、実用上の設計水平震度の標準は1階床以下を0.4として、屋根床において1.0、建物中間はそれらを直線補間した値を用いている。

設計用水平震度の値に設備の振動の床に対する応答倍率、設備の重要度係数などを乗じて水平震度を求めることとしている。

機器本体などは水平震度を基にして地震力を求めることとしているが、建物と設備と支持材接合部及び接合部材からなる高架台などは、原則として鉛直方向の地震力も併せて考慮することとしている。

配管類などは建物の地震時の層間変形に追従するよう配慮する必要があり、層間変形角の限界値は1/200としている。

アンカーボルトの許容引抜き力の値は、「自家用発電設備耐震設計のガイドライン」（日本内燃力発電設備協会）、「建築設備耐震設計・施工指針（1984年版）」（日本建築センター）と計算の根拠は同じである。

(3) 建築設備耐震対策設計資料 1980年 日本電信電話公社建築局

本資料は、施設局舎の電気設備・衛生設備及び空調装置について地震時の被害が人身・通信あるいは建物の防災機能にとくに影響を及ぼすおそれのある部分の耐震性能を維持向上させるため、その設計・施工の基本事項を示したものであり、本資料は既設局舎の建築設備についても適用される。

対象とする設備は次のものである。

- ・電気設備：受変電設備、予備電源設備、幹線（バスダクト、ケーブルラック、金属ダクト、吊下げ形金属線、露出配管等）、分電盤（埋込形を除く）、照明器具、親時計、増幅器（卓上形を除く）、火災受信器等防災関係の制御盤類。
- ・衛生設備：水タンク、ポンプ、制御盤、揚水管、給水管、給湯管、排水管、ボイラ、湯沸器、煙道、消火設備の機器・配管、ガス器具及びガス配管、油タンク及び油配管、厨房機器。
- ・空調装置：冷凍機・冷却器・ボイラー・煙道・ポンプ・熱交換器、タンク等の熱源機器、冷水・冷温水・冷却水・油等の配管、送風機（排煙機を含む）、

空気調和機、空調・換気・排煙の風道、制御盤、中央管制装置。

既設局舎についても、この資料を適用し、別に定めるところにしたがい順次整備する。施設局舎以外の建物については、その建物の用途類等を勘案のうえ、この資料を準用する。

(4) 高圧ガス設備等耐震設計基準 通産省

これは、高圧ガス取締法に基づき耐震告示として示されているものであり、設備の基礎構造、貯蔵本体、配管類に対して設定されている。

(5) 危険物の規制に関する技術上の細目を定める告示

昭和54年4月（一部改正） 自治省

消防法に基づき設定されている指針である。対象施設としては、製造所／一般取扱所／屋内貯蔵所／屋外タンク貯蔵所・屋内タンク貯蔵所／地下タンク貯蔵所／簡易タンク貯蔵所・移動タンク貯蔵所などが取り上げられている。

(6) LNG地下式貯槽指針 昭和54年3月 (社)日本ガス協会

昭和51年に通商産業省の委託を受け日本瓦斯協会内に、災害防止及び保安の確保の観点から今後増大が予想されるLNG地下式貯槽の技術指針及び保安対策指針を作成することを目的として、液化天然ガス用貯槽保安調査委員会が設置された。調査委員会は、学識経験者及び行政当局者からなる本委員会並びに凍土、構造耐震及び保安の各専門委員会で構成され、モデルタンクによる凍結実験及び耐震実験、鉄筋コンクリート、地盤を構成する土及び金属材料の低温特性試験等並びに国内及び海外LNG基地の現地保安調査等の広範囲の実験、調査を含め、3年の歳月を費して精力的に審議を重ね、LNG地下式貯槽の計画、建設から維持管理までの全ての範囲にわたる技術指針及び保安対策指針としたものである。

(7) 変電所等における電気設備の耐震対策指針 昭和55年5月 (社)日本電気協会

対象とする電力設備の耐震強度を確保するための設計地震力と設計条件を規定している。設計の考え方としては、標準的な地盤を定め、この条件を満足すれば標準的な考えの設計が可能であり、これを外れる場合は個別設計をすることとした。設計は機器の構造と地震応答により、動的設計を行うものと静的設計を行うものに区分し、それぞれ適切な手法で行えるようにしている。

参考資料として、機器の耐震設計について述べている。参考資料は本文に規定した設計条件あるいは耐震設計を標準的に行えるよう、一般的手法の例示と考え方を示したも

のである。

ここでは機器の設計手法とその検証法について具体的に記載している。

(8) 容器構造設計指針 1990年3月 (社)日本建築学会

適用範囲として、本指針は水槽・サイロの構造設計全般及び、球形タンク支持構造・地上縦型円筒貯槽・地下容器の耐震設計としている。

本指針は昭和59年に刊行された「容器構造設計指針案・同解説」の改定版であり、改定の要点は前版の補強充実をはかったことと、地下容器を加えた点である。

容器構造物は多種多様で、その崩壊モードは容器ごとに異なる。最新の研究成果に基づき、より現実的な崩壊モードを設定し、地震時のエネルギーの授受に着目して構造特性係数を現実的な復元力特性に基づいて評価している。

(9) 水道施設耐震法指針・解説 昭和54年10月 (社)日本水道協会

水道施設の地震対策の基本的考え方について、施設の耐震化のみならず、水道システムとしての耐震化、維持管理上の注意等も含めて述べ、次に、各種水道施設の構造特性による耐震設計について、基礎となる各種調査、耐震計算法およびこれに伴う諸要件を述べている。

設計震度については、建築基準法に基づく建設省告示に沿って地域区分を定め、耐震計算法については、震度法、修正震度法のほかに重要で複雑な構造物に対して適用する動的解析法、埋設管路や地下構造物の耐震設計に用いるべく開発された応答変位法についても記述している。

耐震設計上、特に問題となる基礎工、地上水槽、池状構造物、埋設管路、水管橋について構造種別ごとに耐震計算法を記述した。

また、建設省が構造物の合理的な耐震設計法として作成した、「新耐震設計法(案)」(建設省土木研究所、昭和52年3月)のうち水道施設に関連ある部分について、引用参考とした部分が多くある。

(10) 下水道施設地震対策指針と解説 1981年 (社)日本下水道協会

この指針では、地震に対する総合的な対策の一般的考え方を示したものであり、地震対策のすべてを画一的に規定したものではない。従って、地域と施設との特性を十分に考慮しなければならない。下水道施設のすべてを耐震的なものとするのは、技術的にも、経済的にもできない。しかし、できるだけ耐震化を図る必要がある。それぞれの施設の耐震化と、下水道としての機能の保持とは、別に考えるべきであり、重要幹線管きよ、ポンプ場及び処理場に対しては耐震対策を講ずるが、想定した地震時にあっても施設全

体では、ある程度の被害は免れない。被害を受けた施設は、速やかに機能が回復できるよう、事前及び事後の対策が必要としている。

(11) 機械設備工事施工監理指針 平成5年12月 (社)公共建築協会

本書は、公共建築工事に携わる監督職員が機械工事の監督に必要な基礎知識を得るとともに、建設大臣官房官庁営繕部監修「機械設備工事共通仕様書」(平成5年版)に従って工事を進める際の参考資料とすることを目的として編集されている。

なお、第1編一般共通事項は、建設省の所掌する営繕工事の場合について記載している。

対象施設として、配管、空気調和設備、自動制御設備、給排水・衛生設備、ガス設備、昇降設備などがあげられている。

(12) 自家用発電設備耐震設計のガイドライン

昭和56年3月 (社)日本内燃力発電設備協会

本ガイドラインは、自家用発電設備についての耐震措置の最小必要条件を定める民間の自主的な設計指針であり、地震に対する安全性の増大、耐震措置技術の向上、自家用発電設備産業の振興などに寄与し、これを守ることで耐震措置に関する自家用発電設備の施設者の自主保安体制の確立を図ることを目的としたものである。

当協会が形式認定を行っている自家発電設備の耐震設計・施工については、本ガイドラインにより行うこととしている。

また、本ガイドラインは「建築設備耐震設計・施工指針」(建設省住宅局建築指導課監修)にも引用され、この指針に従い自家発電設備を計画することとされている。

なお、阪神大震災の結果、設備に関連する各種学会、協会、団体が指針・基準の見直しを図っている。その一例をあげると次のものがある。

①建設大臣官房官庁営繕部、官庁施設の総合耐震計画標準検討委員会」では官庁施設を対象とした被害調査分科会、各構造分科会の他に建築機械設備分科会、建築電気設備分科会等の作業部会に分かれ「官庁施設の総合耐震計画基準、官庁施設の耐震点検・改修要領」の作成と改訂、「機械設備工事共通仕様書・標準図」及び「建築設備設計基準」の見直しを行う作業に入っている。

②日本建築設備・昇降機センター「建築設備・昇降機耐震対策委員会」のもと「換気・空調設備部会及び据付・支持部会」「給排水設備部会」「電気設備部会」「昇降機

等部会」の作業部会により既存建物を対象とした建築設備・昇降機を中心に設備耐震診断及び耐震改修のための基準及びマニュアル作成の作業に入っている。

- ③空気調和・衛生工学会「災害調査対策委員会」のもと「阪神大震災設備被害調査分科会」と「設備耐震対策分科会」の作業部会により、主に建築設備耐震設計指針・同解説の見直し作業に入っている。
- ④日本空気清浄協会「クリーンルーム地震対策専門委員会」のもと「工業用クリーンルーム分科会」と「バイオロジカルクリーンルーム分科会」のもと被害調査と耐震対策指針作りの活動に入っている。
- ⑤その他として、①に示した官庁施設の機械設備耐震分科会では、日本空調衛生工業協会、日本ガス協会、日本防排煙工業会、給水タンク工業会、日本消火装置工業会、日本水道鋼管協会、鉄管継手協会、日本産業機械工業会、日本冷却塔工業会、日本厨房工業会、日本冷凍空調工業会、日本エレベーター工業会、日本自動機器工業会、日本建築後施工アンカー協会及び学識経験者の構成により耐震対策の作業活動を行っているが、各工業会側でも被害の実例等を教訓として具体的に、機器等の本体と据付等の対策に取り組んでいる。

3.2 生産施設の分類

生産施設という言葉はよく用いられるが、その概念は明確ではなく種々の機械の集合体である場合が多く、その特徴を包括的に述べることは困難である。そこで、ここでは生産施設を構成する代表的な機械類を抽出する。

図3.2-1に、ここで取り上げた施設分類を示す。

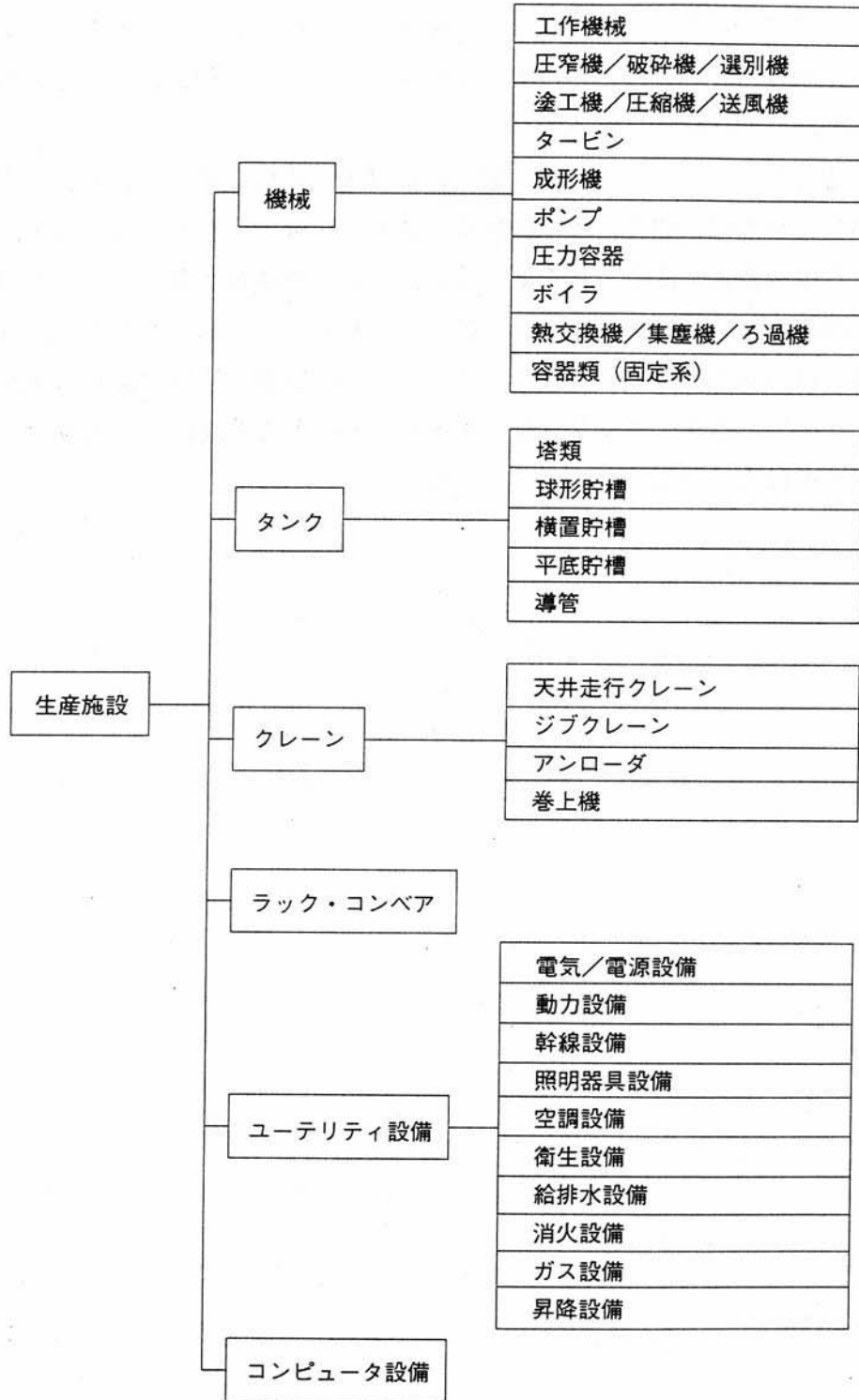


図3.2-1 施設分類

3.3 各施設に対する現行指針・基準

ここでは3.2で分類した施設に対して、3.1で調査した指針・基準がどのように対応しているかを検討するために対応表を作成する。表3.3-1にその一覧表を示す。

表3.3-1 対応表

指 針 ・ 基 準	機械／容器の据付け	機械／容器本体	タンク	配管	電気／電源／動力	照明	空調	衛生	給排水	ガス	昇降
・ 建築設備耐震設計・ 施工指針	○		○小型	○		○	○				○
・ 建築設備耐震設計指針・ 同解説	○			○		○	○	○	○		○
・ 建築設備耐震設備対策設計資料	○					○	○	○			
・ 建築設備用銅配管耐震設計・ 施工指針 (案)											
・ 容器構造設計指針		○ (円形貯蔵施設)	○								
・ 高圧ガス設備等設計指針		○	○	○							
・ 危険物の規制に関する技術上の基準の細目を定める告示		○	○	○							
・ LNG地下式貯槽指針			○								
・ 地下貯油施設技術指針 (案)			○								
・ ガス導管耐震設計指針 (案)				○						○	
・ 地下埋設管路耐震継ぎ手の技術基準				○							
・ 自家用発電設備耐震設計のガイドライン					○						
・ 建築電気設備の耐震設計・ 施工マニュアル					○						
・ 配電盤・ 制御盤の耐震設計指針					○						
・ 電気設備の耐震対策指針					○						
・ 変圧器基礎ボルトの耐震設計指針					○						
・ 蓄電池設備の認定に関する規定・ 基準					○						
・ 変電所における電気設備の耐震対策指針					○						
・ 水道施設耐震工法指針・ 解説									○		
・ FRP水槽耐震設計基準 (案)									○		
・ コンピューター安全対策マニュアル (地震対策編)	(メーカーで設置基準が用意されている)										
・ 空調設備等の耐震対策 (技術ノート)	(メーカーでの独自基準をもっている例)										
・ 下水道施設地震対策指針と解説									○		

3.4 まとめ

3.3の結果より、各施設に対して基準・指針は一応整備されていることが分かる。しかし、行政上の現行指針であり、最も使用頻度が高いと推測される「建築設備耐震設計・施工指針（1984）」には、次の2点の問題が指摘できる。

- ①設備の耐震検討を実施する必要のあるものは、地上3階建て、高さ60m以下の建物内設備としている。よって3階建未満の建物内での設置を規定していない。
- ②100kg以下のものは、確実に据付を行うとの文章規定のみで、この指針によらなくてもよいとしている。

特に、①の3階未満には、中小企業の工場の多くが入ると考えられ、これらの物に対して、指針・基準のない状況になっている。

また、今回の震災結果より、次に示すような見解も示されており、今後対応を検討する必要があると判断される。（木内俊明 設備耐震設計と今後の対応「空衛」1995年10月号）

- ①現行指針あるいはこれに準ずる指針の内容を理解することである。
- ②現行指針に添って設計・施工を行うことである。被害率は10%以下となることが予想される。
- ③基礎とアンカー等の施工を通常（現行指針）並に行うことである。（施工不良と思われる部位での被害が、被害全体の30%～50%と思われるふしがある。）一言付け加えるが、施工者の施工方法の常識と現行指針等レベルとの差があるとみる。従って例えば既存建築設備の中であるべきと思われる据付固定を行っていないけれども、行っていないことが普通であるとする考えが現存する。この考え方を耐震性能保持とする考えの軸にかえることが必要とみる。
- ④地震時の人命の安全を第一に考慮する。その第一は天井吊り機器、材料等の脱落がないことである。次に避難通路の確保と二次災害の発生を防止することである。
- ⑤現行指針の中にある重要性の高い機器、別の表現すれば、ライフラインの確保、用途上の機能として重要な設備等の見定めが必要である。現実には、病院施設の建築設備にも民間建物並に近い被害が発生したこと、NHK発表があったが現行指針以前竣工の県庁建物の高置水槽が架台上に置かれたままでアンカーの据付がなかったことなども一つの例であろう。