

JASO 発 暮らしつづける街へ (Part 2) <第 46 回>

JASO の委員会活動紹介

初期新耐震建築物耐震性確認委員会

JASO 初期新耐震建築物耐震性確認委員会 委員長
足田尚人

活動目的および委員構成

1981 年 5 月以前に建築確認を取得した、いわゆる旧耐震建築物の耐震化の必要性は社会的認識となっており、耐震改修を行った建築物も多く見かけるようになった。一方で 1995 年の阪神・淡路大震災においては、新耐震設計法による建物の中破以上の被害も確認されている。日本の耐震基準は、大地震が発生するたびにその被害を検証し強化されているが、1981 年 6 月に新耐震基準が導入されてから既に 44 年が経過しているため、新耐震基準導入初期に建築されたものと、現在の基準で建築されたものでは同等と言えない。本委員会ではそうした観点から、現行の耐震基準に照らし初期新耐震建築物に何が欠けているかを明らかにし、その対策を検討する目的で令和 3 年に活動を開始した。

委員の構成は、構造 8 名、建築 2 名、計 10 名で構成されている。

1. 活動内容

第 1 回委員会を令和 3 年 5 月に開催し、「初期新耐震建築物の耐震性について(サブタイトル: 新耐震建築物の評価と改修の必要性についての考察)」と題した報告書を作成する事を目的とすることを決定した。また、各委員のこれまでの経験から考える、初期新耐震建築物の問題点を挙げて議論を進めた。議論においては主に新耐震基準導入当初の構造設計方法について、パーソナルコンピュータが未発達であったことなどにより手計算で行われた時代の苦労や、それ故、十分な構造検証が行えなかった設計項目などが挙げられた。

第 2 回委員会以降は、各構造形式(RC 造、SRC 造、S 造)の、新耐震基準導入以降の耐震基準改定経緯をまとめて年表に著す目的で、各委員が分担して改定の経緯を確認し、「新耐震設計法の遍歴」として年表を作成した。これにより各構造形式において重要な改定項目や、耐震偽装事件等を視覚化し、「初期新耐震建築物」とすべき年代をどこに設定するか等、更に深く議論を進める足掛かりとした。

一方で、過去の大規模地震による新耐震建築物被害例の収集を行い、新耐震設計の建築物で被害を受けた建物の構造的特徴等を洗い出す作業を行った。

阪神・淡路大震災では、被害 35 棟のうち大破 14 棟(全て RC 造)、大破した建築物のうち 9 棟がピロティ形状であった。また、構造スリット形状の明確な規定がなかったことによる柱や梁のせん断破壊による被害があった。S 造の被害としては、主に冷間成型角形鋼管を柱に用いた建築物において、溶接部の破断による被害があった。また、横補剛材については設置本数や設置位置のみの検討がされていたために横補剛材の接合部耐力が不足していたことによると思われる被害もみられた。

熊本地震での被害でも大破 RC 造は 9 棟あり、やはりピロティ形状の建物が主であった。

SRC 造においては新耐震基準以降、内蔵鉄骨が充腹形の建物が主流になったことにより、RC 造や S 造に比べて被害が少なかったと言えるが、柱鉄骨継手等の破断や柱梁接合部のコンクリートパネル等のせん断破壊、非埋込型柱脚の被害が生じた。また、全層を SRC 造とせず、途中階で RC 造へ切替える設計が慣用的に行われていたため、その切替え階での剛性バランスが崩れ、被害を受けた建物もあった。

2. 各構造形式における要確認事項

初期新耐震基準建築物の問題点についてまとめると

RC造では

- ピロティ建物における崩壊メカニズム及び耐震壁のせん断剛性低下率(β)
- n倍法による耐震壁の過大評価の可能性
- 構造スリットにおける部分スリットの扱い

SRC造では

- RC造切替え階におけるせん断強度、上下階のバランス
- 非埋込型柱脚部の安全確保

S造では

- 冷間成型角形鋼管を用いた構造における柱の応力割り増し、耐力低減
- 露出柱脚の設計上の問題点
- 梁の横補剛材検討方法における、横補剛配置位置や下フランジの面外変形

以上が主な項目として挙げられた。

RC造のピロティ形状では大地震時に側柱、隅柱に大きな軸力変動が発生する。特に新耐震設計の初期では、崩壊メカニズムの確認がなされていないことや、耐震壁のせん断剛性低下率(β)の評価について初期剛性が採用されないことなどにより、ピロティ部柱の軸力変動が適切に評価されていないことが推察される。

耐震壁の剛性評価においては、n倍法による略算的な手法が多く用いられた。そのため評価によっては耐震壁の剛性が過大に評価され、架構部材断面の設計が危険側になる可能性がある。また、せん断剛性(β)を考慮した設計においての採用数値には定めがなく、設計者の裁量にゆだねられた。これにより偏心率や剛性率が実情と異なる設計となる危険性があった。

構造スリットは地震時に局所的に応力集中が発生しないように建物全体のバランスを確保するとともに、柱の変形性能の向上やせん断破壊の防止として機能すべきも

のであるが、部分スリット形状等により機能を発揮されない場合があった。

SRC造ではRC造への切替え階において応力伝達の検討方法が示されていなかったことにより、切替え階柱のせん断強度が小さくなる可能性や、上下階剛性バランスの関係から大地震時に剛性が急変する層の変形が大きくなり、その層が壊れてしまうような、いわゆる中間階崩壊を招く危険性がある。

S造では新耐震設計法の導入以降、急速に冷間成型角形鋼管を柱に用いる建物が普及した。冷間成型角形鋼管は製造過程で冷間曲げ加工(塑性変形)しているため、構造部材としての塑性変形性能に問題があった。

露出型の柱脚においての被害はほとんどがアンカーボルトの損傷であり、破断による基礎コンクリートからの抜け出し等の被害があった。

横補剛材は、軸方向に圧縮力が作用した場合にその力が限界値に達したとき、面外座屈を防止する部材である。これについては新耐震基準以前より明確な検証方法が基準化されていたが、梁の横座屈については設計者の判断で設計されていたようである。このため大地震時に梁の横補剛材が十分に機能しない危険性がある。

3. 今後の委員会活動

前項までの活動をまとめたものとして令和5年6月のJASO総会にて、中間報告として報告を行った。

今後の活動として、洗い出された初期新耐震基準建築物の問題点を考慮してどのように安全を検証し、また安全が確認されない建物の補強方法についても議論を進めて行く予定である。大まかな方針としては現行の保有水平耐力の検討を行うことにより安全性を検証しつつ、個々の建物の特性により追加の検証が必要であると判断される規定についても検証を行う方針としている。また、モデルケースにより検証例を作成し、より具体的な形に仕上げて行く予定である。更に、これまでまとめた報告書の内容についても、内容に厚みを増してゆくことも議論し、例えば木造の2000年以前の設計についての問題点について、各構造形式における基礎の問題や地盤の液状化の問題等、議論を深めてゆく予定である。

新耐震設計法の遍歴年表

新耐震設計法の変遷																									
凡例 赤字：基準関係など建築物全体に係る項目 黒字：RC・SRC造関係の項目 青字：S造関係の項目 茶字：W造関係の項目																									
年代	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000					
	S 56	57	58	59	60	61	62	63	H 1	2	3	4	5	6	7	8	H 9	10	11	12					
構造 関係 基準 発刊	▼1981 B5版 構造設計指針同解説 1981 「新耐震設計法」の啓蒙・普及のため発刊 (計算ルート・○次設計などの言葉も出現) ▼1981.6 基準法改正全面施行					▼1986 B5版 構造設計指針同解説		▼1988 B5版 構造設計指針同解説 ▼ RC規準・同解説1988年版		▼1991 B5版 構造設計指針同解説 ▼ RC規準・同解説1991年版		▼1994 A4版 建築物の構造規定 冷間成形角形鋼管 設計・施工マニュアル 官庁施設の総合耐震診▼		▼1997 A4版 建築物の構造 RC規準・同解説 ▼1999年版		▼1999.5.1 建築確認民間開放 2000.6▼ 基準法改正									
外力	▼地震力 震度からA i 分布、風圧力16m以下 は60/H、16mを超え1204/H					内容は1981版に 同じで編集し直し 版		内容は1981版に同じで 編集し直し版 木造 高さ13m、軒高9mまで OK		内容は1981版に同じで 鉄鋼JISに合わせて 鋼材表記が変更となった SS41→SS400		新耐震設計法のみではなく 構造計算全般にわたり 「構造規定」を明確にした 法令規定とそうでないことを 明確に区別 (技術的慣行) という表現が出現した		部分スリットでも有効 梁の剛性は成と断面積が等価 な断面に置換してよい など略算的なモデル化許容		1995阪神淡路大震災を受けて H12建告1455号 耐力壁の負担率β>50%の場合、独立柱応力割増、フレーム 外の雑壁の剛性評価n倍、ス リットタイプ、により剛性評価の 規定、部分スリットは壁厚の 1/2以下かつ7cm以下 規制強化 剛性・強度アンバランスは正 層崩壊防止・ビロティ階崩壊 止・腰壁・そで壁の取扱い									
壁の 扱い	内柱のn倍法でも可だが、原則弾性剛性に立脚 柱梁に取り付け雑壁も剛性評価。 難しい場合は応力割増で対応。 または断面積比で剛性UPして応力計算。壁負担 50%超はラーメン応力割増など、壁の剛性を評価し た計算はツールが一般的ではなく、行わなくてもよかった。 柱幅の1/6以下で10cm程度以下なら二次壁 を無視してよい																								
剛性評価	50%超はラーメン応力割増など、壁の剛性を評価し た計算はツールが一般的ではなく、行わなくてもよかった。 柱幅の1/6以下で10cm程度以下なら二次壁 を無視してよい																								
柱																		135°フック、スパイラルフープや溶接の推 奨、ビロティ階柱：柱頭柱脚ピン							
柱梁 接合部																		柱梁接合部の設計方法 (H-13) pw≧0.2%規定新設、せん断設計新 設							
基礎														建築センター刊の「地震力に対 する建築物の基礎の設計指 針」が「望ましい水準」として記 載された				液状化の可能性を判断し、地盤の水平 抵抗低減などの規定							
保有水平 耐力	節点振り分け法・仮想仕事法など 耐力壁の剛性評価が未確立 負担率の評価が過小、過大が問題 基礎の浮き上がりを許容 雑壁の剛性評価に言及 腰壁・垂れ壁の剛性評価をする必要があるが、略算 法も認められている (成と断面積が等価・) 剛性率の割増Fs≦1.5																	精算法：増分解析法・極限解析法、B 算法：節点振り分け法・仮想仕事法・ノ モーメント分配法、メカニズムの確認 剛性率Rs<0.3の場合も割増率FsはJ 限1.5~2.0へ 構造壁と非構造壁の区別明確化 ←1999 付着割裂破壊防止規定							
その他	床スラブのたわみ、ひび割れ規定							JASS5、JIS改定に整合		せん断補強筋SD30、SD40 改定								梁降伏ヒンジ部の剛性確保規定 ビロティの検討方法の明確化							
鉄骨	溶接部の許容応力度1.0F、0.9F ブレースもD 値法で解いていた 計算ソフトで解析する以外は変形適合性を考慮でき ない 幅厚比に当面の緩和値あり ヒンジ領域の接合部の破断チェック 日の字柱					幅厚比により部材 種別FA-FC 保有耐力接合						高力ボルトの規定 中心距離2.5倍以上 ボルト孔径はボルト径プラス 2mm以内 1994.6に新JISが指定 SN材が制定された				保有耐力接合： 梁継手はSCSS-H97標準接合 露出柱脚の計算方法改正 ← 保有耐力接合でない場合はDs+0.05 A-BOLTのB 考慮 ・A-BOLTの伸び能力 ・埋込柱脚のはらみ出し防止 改良スリップとノースリップ、ゲイラムのす れ・食違いの規定、BCR、BCP、 STKN材は「冷間成形角形鋼管設計マ ニュアル」参照、STKN、SNR材が同等と規 定、柱梁耐力比 (STKR 柱/梁≧ 1.5)、横補剛材の検討									
トピック1 構造関係	1978 宮城県沖地震 ビロティ倒壊 ブロック崩壊 ▼PC-9800発売 ▼一太郎 ▼PC-9801 ▼MS-DOS ▼新耐震設計法の啓蒙普及のためBCJから「構造設計指針同解説」発刊 ▼エレベーター耐震設計・施工指針 ▼建築設備耐震設計・施工指針											1995 ★阪神淡路大震災 中間層崩壊 S造柱脚の抜け出し ▼啓蒙普及は達成 耐震設計法に限らず規定を全体に広げる 技術的慣行が出現 (この中に学会式などが掲載)				1999 計量法 改正 SI単位 変形増大係数規定→ 2000 建築基 本造規 限界耐 使用上 告示免									
一貫計算 プログラム	▼DEMOS BUILD-1(一次設計)					▼DEMOS BUILD-1(二次設計)		▼EWS DEMOS BUILD-1(立体一貫、二次確認立体)						▼Windows95											
	1981 S 56	1982 57	1983 58	1984 59	1985 60	1986 61	1987 62	1988 63	1989 H 1	1990 2	1991 3	1992 4	1993 5	1994 6	1995 7	1996 8	1997 9	1998 10	1999 11	2000 12					
トピック2 政治・経済 事件	昭和 ・ディズニーランド開 園 ・つくば科学博 ・国鉄民営化 ・チェルノブイリ原発事故 ・瀬戸大橋開通 ・1978宮城県沖地震 ・日航機御巣鷹山事故					平成 ・消費税始まる3% ・ベルリンの壁崩壊 ・リクルート事件 ・青函トンネル					・湾岸戦争勃発 ・バブル経済崩壊					・リー・グ開幕 ・関空開港 ・インターネット始まる ・消費税5% ・1995阪神淡路大震災					・長野オリンピック ・この の立				

設備・非構造部材関係の項目						紫字：基礎関係の項目						202306											
2002	2003	2004	2005	2006		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021			
14	15	16	17	18		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	R 1	2	3			
H01 A4版 建築物の構造関係技術基準解説書						▼2007 A4版 建築物の構造関係技術基準解説書						▼2015 建築等の構造関係技術基準解説書						▼2020					
国交省住宅指導課編																							
▼ 冷間成形角形鋼管設計・施工マニュアル						▼ RC規準・同解説2010年版 ▼ 2008年版冷間成形角形鋼管設計・施工マニュアル						現行規準法											
重算定法改定 面相度区分・ガスト影響係数 区域αβ						現行規準法に近い						H19告示594改正▼ 勾配の緩い大屋根の積雪荷重割り増し											
						考慮する変形：曲げ、軸、せん断変形 剛性は弾性剛性：RC規準1999による 付着について：RC規準1991 壁筋のタデコ比は1:2まで						開口補強はRC規準2010 ルート2-3は廃止											
						柱への梁の定着長は40d以上（ルート1） 常時荷重の20%以上を負担する柱																	
						支持層厚：3m以上 三種地盤：沖積層が概ね30m以上 杭頭曲げ戻しを地中梁芯の応力へ 杭頭水平変位δ=1cm超えの場合khの非線形性考慮																	
β=1.0で設計						壁部材の算定方法改定 H19告示594 開口高さによる低減率：基礎梁は「スラブ」高さをを用いる 縦長開口の考え方規定、複数開口の開口率 全体、部分、局部崩壊形の概念 塔状比4超の転倒に対する検討 原則、増分解析法によること Qun分布OK せん断保証設計 剛性低下率は考慮しない 付着割裂RC規準1991年版にて可 水平変位は重心ではなく全架構で1/200						使用性・損傷制御性・安全性 壁部材の算定方法改定 開口高さによる低減率						現行規準法 付着割裂RC規準2010年版準拠					
(56) 告示2464号)溶接強度0.9F規定なくなり バス間温度条件						ルート1-2 出現 H19告示593 横補剛材の耐力検討 冷間成形角形鋼管を柱に用いる場合の規定(2008冷間マニュアル) ・BCR,BCP材 ・柱梁耐力比（STKRは柱梁耐力比1.3） ・柱梁接合部(C材) 横補剛材の検討 露出型柱脚設計フロー						2018年版 ▼ 冷間成形角形鋼管設計・施工マニュアル											
E 導入 承認(告示1459) 算(告示1458) 建造2009号)						▼確認の厳格化 適判の開始 使用上の支障確認方法改正(H19: 突出部の検討 限界耐力計算の安全限界の規定 ▼BUS-5 ▼SS3						2011 東日本大震災 長期地震動 非構造部材の落下 ▼給湯器転倒防止 2014▼ 特定天井 (H25告示771号) ▼建築設備耐震設計・施工指針2014 脱着防止 ▼昇降機耐震設計・施工指針2014						2016 熊本地震 ▼BUS-6 ▼SS7					
1.1.6 国土交通省誕生 ・2002日韓W杯 1米同時多発テロ 発表 ・2003十勝沖地震 ら学会規準と基準法 明確になってくる(ex.SD295 学会ft=200.法195)						・姉齒事件 ・郵政民営化 ・リーマンショック ・iPhone発売 ・2011東日本大震災						・アベノミクス ・イスラム国 ・消費税8%						令和 ・世界コロナ事態 ・消費税 ・2020東京オリム ピック延期 ・2016熊本地震 ・2018北海道地震					